



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

TEMA:

**Implementación de algoritmo de lógica difusa utilizando el
microcontrolador Atmega 32u4 como estrategias de lucha en la
categoría minisumo**

AUTOR:

Ramírez Campoverde, Juan Carlos

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

TUTOR:

M. Sc. Palacios Meléndez, Edwin Fernando

Guayaquil, Ecuador

5 de Marzo del 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 el Sr.
Ramírez Campoverde, Juan Carlos como requerimiento para la obtención
del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

M. Sc. Palacios Meléndez, Edwin Fernando

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 5 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, **Ramírez Campoverde, Juan Carlos**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación **“Implementación de algoritmo de lógica difusa utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 como estrategias de lucha en la categoría minisumo”** 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 5 del mes de Marzo del año 2018

EL AUTOR

RAMÍREZ CAMPOVERDE, JUAN CARLOS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramírez Campoverde, Juan Carlos**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Implementación de algoritmo de lógica difusa utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 como estrategias de lucha en la categoría minisumo”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 5 del mes de Marzo del año 2018

EL AUTOR

RAMÍREZ CAMPOVERDE, JUAN CARLOS

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento	tesis jcrc zotero.docx (D35849795)
Presentado	2018-02-22 19:57 (-05:00)
Presentado por	juancar_5000@hotmail.com
Recibido	edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	trabajo titulacion Juan Ramirez Mostrar el mensaje completo 2% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
⊕ Categoría	Enlace/nombre de archivo
⊕	Trabajo de Titulación - John Cord...
⊕	Trabajo de Titulación - John Cord...
⊕	tesis final ROBLES - VACA 2.0.docx
⊕	tesis final - NV y JV.docx
⊕	Briones y Muñoz FINAL 2017.docx

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

TEMA:

Implementación

de algoritmo de lógica difusa utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 como estrategia de lucha en la categoría minisumo

AUTOR: Ramírez Campoverde, Juan Carlos

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

TUTOR:

Palacios Meléndez, Edwin Fernando

1 Advertencias

DEDICATORIA

A Dios, por ser quien guio mi camino durante todo mi carrera universitaria y darme el conocimiento para realizar este trabajo de titulación, a mi familia en especial a mi madre por ser una mujer cariñosa y muy luchadora que a pesar de las adversidades ha logrado ser ese pilar fundamental en mi vida dándome todo su apoyo incondicional y por ser la persona que más amo y lo más importante que tengo a mi lado, a mis hermanos Jossue y Elizabeth por ser mis compañeros de toda la vida brindándome su cariño y su ayuda incondicional, a mi abuelitos Isabel Y Efraín por compartir sus experiencias conmigo y darme consejos para ser mejor persona y buen profesional, a mis tíos y primos por ser esa familia que está siempre unida.

EL AUTOR

RAMÍREZ CAMPOVERDE, JUAN CARLOS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y el conocimiento para cumplir con la culminación de mi trabajo de titulación, a mi madre por ser mi apoyo en todo momento, a mis hermanos, abuelitos, tíos y primo.

Agradezco a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por brindarme las bases necesarias para poder culminar mi carrera también a mis profesores en especial a mi tutor el M. Sc. Fernando Palacios Meléndez por guiarme en la elaboración de mi trabajo de titulación y a mis amigos por ser parte de mi vida y estar siempre ahí para mí en todo momento.

EL AUTOR

RAMÍREZ CAMPOVERDE, JUAN CARLOS



**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. ZAMORA CEDEÑO, NÉSTOR ARMANDO
COORDINADOR DE AREA

f. _____

M. Sc. CORDOVA RIVADENEIRA, LUIS SILVIO
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras	XII
Resumen	XIV
Abstract	XV
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Definición del Problema.....	3
1.4. Justificación del problema	3
1.5. Objetivos del problema de investigación	3
1.5.1. Objetivo General	3
1.5.2. Objetivos Específicos	3
1.6. Hipótesis	4
1.7. Metodología de investigación	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO	5
2.1. ¿Qué es la robótica?	5
2.2. Reseña histórica de la robótica	5
2.3. Aplicación actual	8
2.4. Robótica en la Industria.....	8
2.5. Robótica de servicio	10
2.6. Tipos de Robots	10
2.6.1. Robots Móviles.....	10
2.6.2. Robots Manipuladores	11
2.6.3. Robots Humanoides.....	11
2.7. Robots e Inteligencia Artificial.....	12
2.8. Lógica difusa	13
2.9. Sistemas electrónicos	13

2.10.	Introducción de microcontroladores	15
2.11.	Características de los microcontroladores	16
2.11.1.	CPU o Unidad Central de Procesamiento	16
2.12.	Arquitectura de los microcontroladores.....	17
2.12.1.	Arquitectura Von Neumann	17
2.12.2.	Arquitectura Harvard	18
2.12.3.	Procesador de tipo CISC (Complex Instrucion Set Computer)	18
2.12.4.	Procesador de tipo RISC (Reduced Instrucción Set Computer)	18
2.13.	Componentes básicos de un microcontrolador	18
2.13.1.	Memoria de programa.....	19
2.13.2.	Memoria de datos	19
2.13.3.	Puertos de entrada y salida (E / S).....	20
2.13.4.	Oscilador o generador de reloj	20
2.14.	Tipos de Microcontroladores.....	20
2.15.	Microcontroladores PIC	22
2.16.	Microcontroladores AVR	22
2.16.1.	Organización.....	23
2.16.2.	Características Generales.....	23
2.16.3.	Núcleo AVR	25
2.16.4.	Ejecución de Intrusiones	27
2.16.5.	Atmega	28
2.17.	SUMOBOT	28
2.17.1.	Historia del SUMOBOT	29
2.17.2.	Clasificación.....	29
2.17.3.	El dohyo.....	30
2.18.	Comunicaciones inalámbricas	31

2.19.	Tipos de comunicaciones inalámbricas.....	32
2.19.1.	Redes inalámbricas de áreas corporal	33
2.19.2.	Redes inalámbricas de área personal	36
2.19.3.	Redes de inalámbricas de área local	37
2.19.4.	Bluetooth.....	38
2.19.5.	Radiocontrol.....	39
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL ROBOT MINISUMO.....		41
3.1.	Introducción.....	41
3.2.	Hardware.....	42
3.2.1.	Motores Maxon	42
3.2.2.	Batería de LiPo	44
3.2.3.	Ruedas.....	47
3.2.4.	Sensores	47
3.2.4.1.	Sensores MR45	47
3.2.4.2.	Sensores QRD-11	49
3.2.5.	Diagrama electrónico	51
3.2.6.	Diseño electrónico de circuito impreso	54
3.3.	Software.....	55
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		59
4.1.	Conclusiones.....	59
4.2.	Recomendaciones.....	59
Bibliografía.....		61

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2.1: Pájaros de Herón	6
Figura 2.2 : Altar mágico.....	6
Figura 2. 3: Caja mágica de Herón	7
Figura 2.4: Figura 4: Telar de Jacquard	7
Figura 2.5: Gallo de Estrasburgo	8
Figura 2. 6: Robot Movil.....	11
Figura 2. 7: Robot Manipulador.....	11
Figura 2. 8: Robot Humanoide	12
Figura 2.9: Abstracción de un sistema electrónico	14
Figura 2. 10: Tamaño de microcontroladores.....	15
Figura 2.11: Estructura de la unidad central de procesamiento	17
Figura 2.12: Arquitectura Von Neumann.....	17
Figura 2.13: Arquitectura Harvard.....	18
Figura 2.14: Estructura de los componentes básicos de un microcontrolador	19
Figura 2.15: Tipos de microcontroladores.....	21
Figura 2.16: Microcontroladores PIC	22
Figura 2.17: Estabilidad entre dispositivos que comparten el núcleo	23
Figura 2.18: Aspecto externo de (a) un ATmega8 y (b) un ATmega16	25
Figura 2.19: Diagrama a bloques del núcleo AVR	26
Figura 2.20: Segmentación a dos etapas realizadas por el núcleo AVR	27
Figura 2.21: Temporización de la fase de ejecución	28
Figura 2. 22: Medidas del dohyo.....	30
Figura 2. 23: Distancia reglamentaria entre dos sumobots	30
Figura 2.24: Tipos de redes inalámbricas	32
Figura 2.25: Sistema integrado WBAN	36
Figura 2. 26: Conexiones bluetooth	38
Figura 2.27: Arquitectura Bluetooth	39

Capítulo 3

Figura 3. 1: Robot minisumo.....	41
Figura 3.2: Motor Maxon DC.....	42

Figura 3. 3: Sensor fotoeléctrico Difuso MR 45	47
Figura 3. 4: Sensor reflectivo QRD-11	49
Figura 3. 5: Diagrama de distribución de componentes electrónicos al microcontrolador	52
Figura 3. 6: Diagrama de distribución de etapa de regulación de tensión	53
Figura 3. 7: Diagrama de distribución de etapa de detección de oponente ..	53
Figura 3. 8: Imagen de circuito electrónico diseñado para el prototipo sumo	54
Figura 3. 9: Imagen de simulación en 3D de la tarjeta electrónica finalizada	55
Figura 3.10: Declaraciones de la librería difusa y variables de programación	56
Figura 3. 11: Asignación de reglas de correspondencia en variables.....	56
Figura 3. 12: Configuración de las variables asignadas y respuesta de control de velocidad	56
Figura 3. 13: Configuración de las variables asignadas y respuesta de control de distancia	57
Figura 3. 14: Condiciones lógicas de respuesta a los motores	57
Figura 3. 15: Muestra por pantalla de las reglas de correspondencia ejecutada en el microcontrolador	58

Resumen

En el presente trabajo de titulación se emplean todos los conocimientos adquiridos en la carrera planteando en el capítulo 1 sus objetivos la problemática y su debida justificación, la hipótesis y su metodología de investigación; en el capítulo 2 su fundamentación teórica y bases para la posterior implementación; en el capítulo 3 la descripción de la construcción del robot y sus partes e implementa una tarjeta controladora de diseño propio y a esta se la programo en la plataforma Arduino con la librería de lógica difusa usando un microcontrolador Atmega para darle autonomía a un robot minisumo y pueda competir en concursos de robótica que participa la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; en el capítulo 4 se agregaron las conclusiones y recomendación de la implementaciones indicando los logros obtenidos y los cuidados que se debe tener para construir un robot minisumo, finalmente se presentó el robot minisumo físicamente y se lo puso a prueba.

Palabras claves: ELECTRONICA, MICROCONTROLADORES, ROBOT, ROBOTICA, PROGRAMACION, ALGORITMOS.

Abstract

In the present work of titling all the knowledge acquired in the race are used, raising in chapter 1 its objectives the problematic and its due justification, the hypothesis and its research methodology; in chapter 2 its theoretical foundation and bases for the subsequent implementation; in chapter 3 the description of the construction of the robot and its parts and implements a controller card of its own design and is programmed on the Arduino platform with the fuzzy logic library using an Atmega microcontroller to give autonomy to a mini-sumo robot and can compete in robotic contests that participates at the Catholic University of Santiago de Guayaquil; in chapter 4 the conclusions and recommendation of the implementations were added, indicating the achievements and the care that must be taken to build a mini-sumo robot, finally the mini-sumo robot was physically presented and put to the test.

Keywords: ELECTRONICS, MICROCONTROLLERS, ROBOT, ROBOTICS, PROGRAMMING, ALGORITHMS

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Desde hace varios siglos atrás se empezó con la investigación y el desarrollo de los robots, pero no fue hasta el siglo pasado que se comenzó a lograr importantes avances en la robótica, lo que antes parecía un reto muy difícil de elaborar, hecho solo por científicos y muy costoso hoy en día es mucho más fácil y económico. En la actualidad hay una progresiva necesidad de perfeccionar diferentes tipos de robots que ayuden a los humanos en distintas áreas de trabajo o vida cotidiana.

Actualmente en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) los estudiantes de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD) para mejorar su destreza, participan en torneos de competencia de robots, por ejemplo, en la categoría de minisumo y así de esta manera desarrollan mayormente su habilidad en la construcción de robots ya que tienen que innovar en su fabricación, implementando diferentes modelos de programación (que dependen de la estrategia de lucha) y diseño.

En el presente trabajo de titulación se desea implementar una tarjeta controladora, de diseño propio utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 que estará adherido a un robot de lucha en la categoría minisumo con su debida programación con la finalidad que los estudiantes del Club de Robótica de la FETD puedan competir en diferentes torneos nacionales e internacionales de lucha en la categoría minisumo.

1.2. Antecedentes

Los campeonatos de robot sumo tienen más de 25 años a nivel mundial y todo comenzó en Japón a finales de los años 80, fue creada con la finalidad de incentivar a los estudiantes a que se interesaran en la robótica y de esta manera adquirieran experiencia y habilidad en la construcción de robots.

En el Ecuador la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL) fue sede del primer concurso de robótica ecuatoriano en el 2006 el cual fue nombrado Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER). La UCSG participo por primera vez en el CER en el año 2014 y en ese mismo año fue creado el club de robótica en esta prestigiosa Universidad por estudiantes de la FEDT en la cual participaron en la categoría minisumo y otras categorías.

1.3. Definición del Problema

La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) participa en competencias de robot con varias Universidades del Ecuador y de otros países a través del club de robótica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y no cuenta con un robot minisumo que sea eficaz para competir en estos torneos.

1.4. Justificación del problema

El presente trabajo de titulación es realizado con el fin que nuestra prestigiosa Universidad tenga más oportunidades en la categoría de minisumo, agregando a su implementando dispositivos electrónicos como el microcontrolador AVR de la marca Atmel el Atmega 32u4 y una programación con un diseño mucho más eficaz que permita al robot minisumo ser autónomo mediante un algoritmo de control difuso.

1.5. Objetivos del problema de investigación

1.5.1. Objetivo General

Implementar un algoritmo de lógica difusa con programación y diseño propio utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 como estrategia de lucha en la categoría minisumo para concursos de robótica que participa la UCSG.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Describir el estado del arte que sustente el trabajo de titulación.
- Diseñar la estructura de la tarjeta electrónica y el mecanismo del robot minisumo.
- Realizar el algoritmo difuso de programación del robot para su autonomía.

- Validar el funcionamiento del robot minisumo.

1.6. Hipótesis

La implementación y el diseño del robot minisumo con su debida tarjeta controladora se realiza para que los estudiantes sean capaces de usar y reparar el robot de una manera fácil y que a su vez puedan participar en competencias de robot de esta categoría de una manera eficaz a nombre de esta prestigiosa universidad.

1.7. Metodología de investigación

Los métodos que se aplican para la implementación de la tarjeta electrónica y su debido algoritmo de programación son descriptivos y cuantitativos. Es descriptivo porque estudia cada elemento de la tarjeta electrónica para su posterior implementación y funcionamiento. Es cuantitativo porque se aplican variables en su programación para el funcionamiento del robot minisumo.

CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO

2.1. ¿Qué es la robótica?

Según(Rentería & Rivas, 2000) define la robótica como una ciencia aplicada que surge de la combinación de la tecnología de las máquinas-herramienta y de la informática. Una máquina-herramienta se define como una máquina que efectúa cualquier trabajo manual, y la informática como la ciencia del tratamiento automático y racional de la información. Uniendo ambos conceptos la robótica surge al automatizar de manera racional las máquinas-herramienta, es decir al permitir que un programa informático controle las operaciones que antes realizaba un operario. Ligado a la robótica aparece el robot, si lo primero es la ciencia lo segundo es el objeto. Se considera la aparición del primer robot, en su concepción moderna, como la unión del control numérico y de la telequérica. El control numérico fue una de las primeras formas de la informática y la telequérica es la ciencia que estudia los manipuladores controlados a distancia por un ser humano, o teleoperadores, que se pueden considerar como una máquina-herramienta avanzada.

2.2. Reseña histórica de la robótica

Desde tiempos remotos, el hombre ha hecho todo tipo de trabajo con sus manos como, agricultura, construcción y ha comercializado todo tipo de cosas. A medida que la tecnología progresaba las tareas se convertían en un deber para el hombre, el trabajo manual era a veces difícil debido a su dificultad o a la alta precisión que no podía llevarse a cabo en el trabajo manual, el humano tenía que pensar en las formas de prescindir de su presencia para hacer estos trabajos, inventando máquinas y herramientas que lo ayuden, y todo esto, lo llevo a que construyera maquinas inteligentes que pudieran ser controladas, tomando como ejemplos históricos:

King-su Tse, en China, en el 500 a. C. inventa una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera que saltaba. Entre el 400 y 397 a. C., Archytar de Tarento construye un pichón de madera suspendido de un

pivote, el cual rotaba con un surtidor de agua o vapor, simulando el vuelo como en la figura 2.1 (Sánchez Martín et al., 2007).

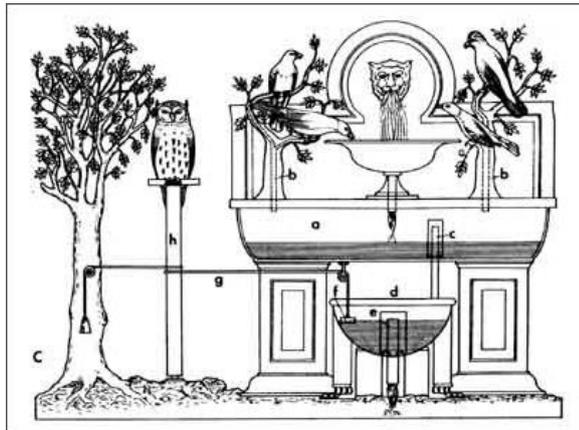


Figura 2.1: Pájaros de Herón
Fuente: (Sánchez Martín et al., 2007)

También se diseñan ingeniosos mecanismos como la máquina de fuego que abría puertas de los templos o altares mágicos como el de la Figura 2.2 donde las figuras apagaban el fuego de la llama (Sánchez Martín et al., 2007).

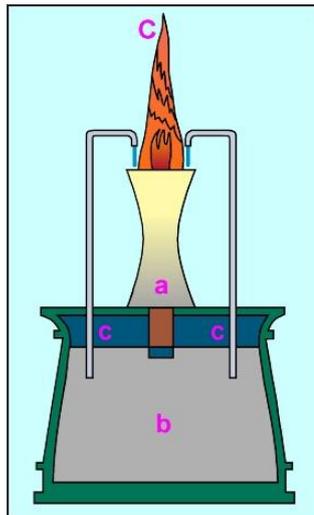


Figura 2.2 : Altar mágico
Fuente: (Sánchez Martín et al., 2007)

En el año 62 Herón de Alejandría describe múltiples aparatos en su libro “Autómata”. Entre ellos aves que vuelan, gorjean y beben. Todos ellos fueron diseñados como juguetes, sin mayor interés por encontrarles aplicación. Sin embargo, describe algunos como un molino de viento para accionar un órgano o un precursor de la turbina de vapor como se muestra en la figura 2.3 (Sánchez Martín et al., 2007).

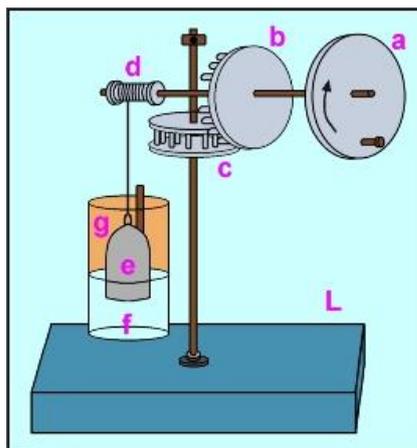


Figura 2. 3: Caja mágica de Herón
Fuente: (Sánchez Martín et al., 2007)

Jacquard basándose en los trabajos de Bouchon (1725), Falcon (1728) y del propio Vaucanson (1745), fue el primero en aplicar las tarjetas perforadas como soporte de un programa de trabajo, es decir, eligiendo un conjunto de tarjetas, se definía el tipo de tejido que se desea realizar como se muestra en la figura 2.4. Estas máquinas constituyeron los primeros precedentes históricos de las máquinas de control numérico (Sánchez Martín et al., 2007).

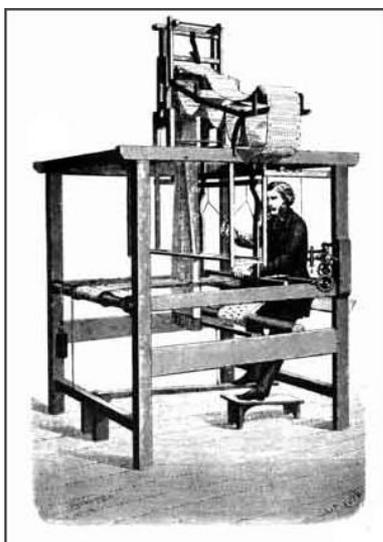


Figura 2.4: Figura 4: Telar de Jacquard
Fuente: (Sánchez Martín et al., 2007)

Otro ejemplo relevante de la época fue el Gallo de Estrasburgo que funcionó desde 1352 hasta 1789. Este es el autómeta más antiguo que se conserva en la actualidad, formaba parte del reloj de la catedral de Estrasburgo y al dar las horas movía el pico y las alas como se muestra en la figura 2.5 (Sánchez Martín et al., 2007).

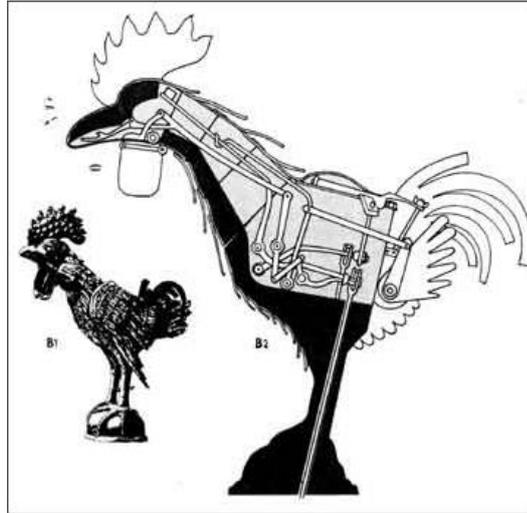


Figura 2.5: Gallo de Estrasburgo
Fuente: (Sánchez Martín et al., 2007)

Pero la palabra robot no fue introducida sino hasta el año 1921 por el escritor Karel Capek de República Checa al estrenar su obra *Rossum's Universal Robot* en el teatro nacional de Praga.

2.3. Aplicación actual

En la actualidad, con los últimos avances la robótica se aplica en diferentes áreas y representa una gran ayuda para el hombre.

2.4. Robótica en la Industria

El foco principal de la economía internacional ha estado en la industria de los robots, ya que es un área de innovación que implica la intervención de varias industrias finas y complejas y como un sector vital promovido por los países desarrollados.

La industria robótica es ahora una necesidad en todas las áreas de industrialización, como las industrias de gas, petróleo, energía, automóviles, aviación y medicina. También ingresó en los campos de la cirugía, la industria de la precisión, las innovaciones informáticas, las fibras ópticas, las profundidades del mar y los horizontes espaciales.

La robótica fue desarrollada por las industrias occidentales, japonesas y chinas, que florecieron en el desarrollo de máquinas móviles en forma de

criaturas mecánicas, que surgieron en la década de 1960. El uso de robots en aviones, barcos y naves espaciales evolucionó.

La revolución mecánica entró en una nueva era después del desarrollo de los robots, y los países industrializados han creado millones de mecanismos de movilidad humana y han bombeado a las industrias modernas, especialmente al sector automovilístico. La industrialización robótica está asociada a varios campos científicos: computadoras, tecnología, redes ópticas y la mente humana, que fabrica y produce. Japón, China, los Estados Unidos, Corea del Sur y el Reino Unido se encuentran entre los fabricantes de robots más grandes del mundo y producen millones de dispositivos móviles (Ortega, 2016).

El sistema europeo espera que 50 mil millones de dispositivos digitales se integren con dispositivos móviles durante los próximos 10 años, creados por la mente humana, que operan sin intervención humana y gestionada por redes digitales complejas conectadas a Internet y computadoras.

China, India, Corea, Japón y Occidente han adquirido el mercado de la robótica industrial. En los Estados Unidos, más de 50,000 robots trabajan en la industria automotriz, el doble en la industria pesada y aeronáutica. Millones de complejos sistemas robóticos se utilizan en diversas industrias. Pero evolucionó en robots que interactúan como humanos (E. García, 2015).

El mundo industrial vive en manos de robots en el Reino Unido, específicamente en Coventry, que incluía grandes fábricas de automóviles. En los últimos 10 años, Las grandes industrias de vehículos han evolucionado después de reducir la dependencia de mano de obra humana y reemplazarla con maquinaria móvil, produciendo e innovando miles de modelos avanzados.

Aunque el mundo está dando los primeros pasos para lidiar con robots, En el Occidente, Japón y China han logrado importantes avances aprovechando el robot en la industria. El Medio Oriente hoy está trabajando en el desarrollo de procedimientos efectivos para la introducción de la robótica

en algunas áreas de la ciencia como la medicina, la ingeniería y la energía, aunque en sus primeros pasos, pero es un salto para que el mundo entre en la era de los mecanismos.

2.5. Robótica de servicio

Según la Federación Internacional de Robótica (IFR), un robot de servicio es un robot que opera de forma parcial o totalmente autónoma, para realizar servicios útiles para el bienestar de los humanos y del equipamiento, excluyendo operaciones de manufactura. Es la parte de la Robótica que se centra en el diseño y construcción de robots capaces de proporcionar servicios directamente a los miembros que forman sociedad entre los tipos se encuentran: Militares, exploración y de seguridad: exploración de zonas remotas, rescate, minería, manejo de explosivos y uso de armamento. Sector salud: sistemas de cirugía, cuidado de personas enfermas y/o mayores. Servicios domésticos: limpieza, preparación de comidas. Trabajos peligrosos: construcción, limpieza industrial, seguridad. Entretenimiento y mascotas.

2.6. Tipos de Robots

De acuerdo a su estructura y funcionalidad los robots pueden ser clasificados en tres categorías robots móviles, robots manipuladores, y robots humanoides.

2.6.1. Robots Móviles

El crecimiento de este tipo de robot se debe a la capacidad que tiene de moverse de un lugar a otro como se ve en la figura 2.6, al comienzo estuvo limitado por la tecnología pero la necesidad humana logro que fuera desarrollado rápidamente, la independencia que tiene un robot móvil se fundamenta en el método de navegación automática que se le instale para el tipo de tarea que va a realizar, a un robot móvil se le puede adaptar a su estructura ruedas o patas eso depende del área en que se lo va a utilizar.



Figura 2. 6: Robot Movil
fuente: (Barrientos, Pen, & Balaguer, 2007)

2.6.2. Robots Manipuladores

Son llamados también robots industriales por su utilización mayormente en la industria, su estructura es básicamente un brazo articulado con libertad de rotación en su mismo eje como se ve en la figura 2.7, el funcionamiento de estos robots no solo contribuye al aseguramiento de la calidad, sino que también mejora las actividades y reduce los costos de fabricación.



Figura 2. 7: Robot Manipulador
Fuente: (Barrientos et al., 2007)

2.6.3. Robots Humanoides

Su estructura se asemeja a la de un humano ya que esta esquematizado para fingir el aspecto y el movimiento de las personas, tiene una estructura de cuerpo móvil, un motor, un sistema sensorial, una fuente de energía y un sistema informático que controla todos estos componentes como se muestra en la figura 2.8. Pero los humanoides son básicamente máquinas hechas por el hombre que hacen algo humano con fines científicos, experimentales e interacciones con el ambiente humano.



Figura 2. 8: Robot Humanoide
Fuente: (Barrientos et al., 2007)

2.7. Robots e Inteligencia Artificial

Se puede decir que la inteligencia artificial es el campo más emocionante del mundo de los robots. Esto genera controversia porque todos están de acuerdo en que el robot puede trabajar en líneas de ensamblaje de manera eficiente, pero no hay consenso de que el robot pueda tener una inteligencia especial similar a la inteligencia humana, el máximo que puede alcanzar la inteligencia artificial es el modelo humano, lo que significaría emparejar a las personas en sus capacidades intelectuales, incluida la capacidad de aprender cualquier cosa, la capacidad de comprender, la capacidad de aprender idiomas y formular ideas en sus orígenes.

Una computadora ordinaria puede resolver problemas con extrema precisión. Esta es la idea de la inteligencia artificial, pero la implementación es lo complicado aquí. Un robot con soporte artificial combina los hechos y la información de una posición con los sensores o las entradas proporcionadas por el programador. La computadora compara esta información con los datos que almacena y determina su importancia. Por lo tanto, todas las computadoras trabajan en las predicciones y los procedimientos disponibles basándose en la información que han recopilado previamente, pero esto no significa que tenga la capacidad de análisis generalizada, por ejemplo, la capacidad de la computadora para jugar al ajedrez.

Algunos robots modernos tienen una capacidad de aprendizaje limitada. El robot aprende a hacerlo con éxito evitando obstáculos, y esta información la almacena, para tener éxito en hacer el trabajo correctamente la próxima vez. Pero se recalca una vez más que las computadoras modernas solo pueden ocuparse de situaciones muy limitadas y no pueden ocuparse de todas, como el hombre. Algunos ingenieros en Japón han desarrollado robots para aprender a simular las acciones humanas y enseñarles a bailar fingiendo hacer movimientos de baile.

2.8. Lógica difusa

Para La lógica difusa es una forma de lógica de muchos valores en la cual los valores de verdad de las variables pueden ser cualquier número real entre 0 y 1. Se emplea para manejar el concepto de verdad parcial, donde el valor de verdad puede oscilar entre completamente verdadero y completamente falso. Por el contrario, en la lógica booleana, los valores de verdad de las variables solo pueden ser los valores enteros 0 o 1. La lógica difusa es una forma de lógica utilizada en algunos sistemas expertos y aplicaciones de la inteligencia artificial. La lógica difusa en sentido amplio es un sistema lógico basado en la generalización de la lógica bivalente tradicional, para inferir en circunstancias inciertas. En sentido estricto, son teorías y técnicas que usan grupos borrosos que son conjuntos infinitos de límites. Esta lógica es una manera fácil de describir y representar la experiencia humana, y proporciona soluciones prácticas a problemas reales, soluciones que son rentables y razonables, en comparación con otras soluciones que ofrecen otras tecnologías (García, 2009).

2.9. Sistemas electrónicos

La electrónica ha evolucionado de manera sorprendente en los últimos años, tanto que actualmente no es posible concebir la vida sin los sistemas electrónicos. Los sistemas electrónicos son una parte fundamental en el trabajo de las personas, proporcionan entretenimiento y facilitan las actividades en los hogares. Un sistema electrónico puede ser representado con el diagrama de la figura 2.9, sin importar la funcionalidad para la cual haya sido diseñado (Mandado, 1975).

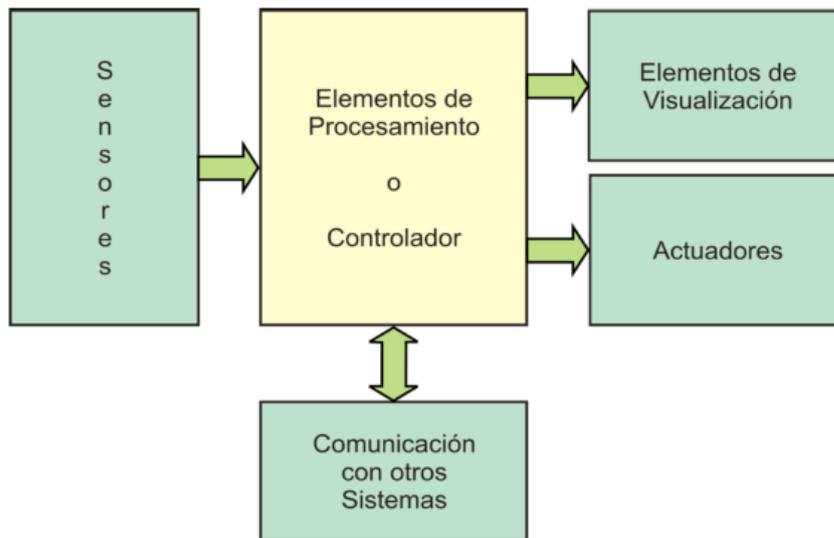


Figura 2.9: Abstracción de un sistema electrónico
Fuente:(Espinosa, 2012)

El sistema recibe las peticiones de los usuarios o conoce lo que ocurre en su entorno por medio de los sensores. Los sensores son dispositivos electrónicos que se encargan de acondicionar diferentes tipos de información a un formato reconocido por los elementos de procesamiento. Un sensor puede ser tan simple como un botón o tan complejo como un reconocedor de huella digital, pero si los elementos de procesamiento son digitales, en ambos casos la salida va a estar codificada en 1's y 0's. Con los sensores se pueden monitorear diferentes parámetros, como: temperatura, humedad, velocidad, intensidad luminosa, etc. Los elementos de visualización son dispositivos electrónicos que muestran el estado actual del sistema, notificando al usuario si debe tomar acciones.

Los elementos de visualización típicos son: LEDs individuales o matrices de LEDs, displays de 7 segmentos o de cristal líquido. Los actuadores son dispositivos electrónicos o electromecánicos que también forman parte de las salidas de un sistema, pero con la capacidad de modificar el entorno, es decir, van más allá de la visualización, algunos ejemplos son: motores, electroválvulas, relevadores, etc. Los elementos de comunicación proporcionan a un sistema la capacidad de comunicarse con otros sistemas, son necesarios cuando una tarea compleja va a ser resuelta por diferentes sistemas. Entonces, un sistema complejo está compuesto por diferentes

sistemas simples, cada uno con sus elementos de procesamiento, cada sistema simple o sub-sistema está orientado a resolver una etapa de la tarea compleja. Los elementos de procesamiento son dispositivos electrónicos que determinan la funcionalidad del sistema, con el desarrollo de uno o varios procesos. Ocasionalmente a estos elementos de procesamiento se les refieren como la Tarjeta de Control de un sistema o simplemente el Controlador. El controlador recibe la información proveniente de los sensores y, considerando el estado actual que guarda el sistema, genera algunos resultados visuales, activa algún actuador o notifica sobre nuevas condiciones a otro sistema (Mora García, 2015).

2.10. Introducción de microcontroladores

Un microcontrolador es un microordenador con la mayoría de los circuitos de soporte necesarios a bordo y como su nombre lo indica sirve para controlar diferentes dispositivos y contiene circuitos de entrada y salida para ser programado. Todos los ordenadores tienen varias cosas en común, como:

- Una unidad de procesamiento central (CPU) que ejecuta programas.
- Alguna memoria de acceso aleatorio (RAM) donde puede almacenar datos que son variables.
- Algunos solo leen la memoria (ROM) donde se pueden almacenar los programas que se ejecutarán.
- Dispositivos de entrada y salida (E/S) que permiten que se establezca la comunicación con el mundo exterior, es decir, la conexión a dispositivos tales como teclado, mouse, monitores y otros periféricos (Calcutt, Cowan, & Parchizadeh, 2004).
- Los microcontroladores pueden ser de diferentes tamaños y formas tal como se ve en la figura 2.10.

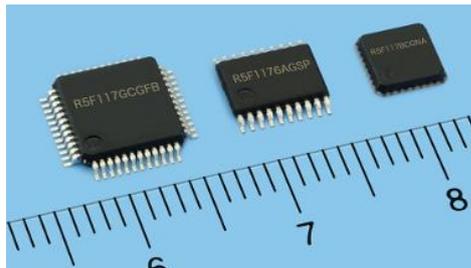


Figura 2. 10: Tamaño de microcontroladores
fuente: (Calcutt et al., 2004)

2.11. Características de los microcontroladores

Para (Calcutt et al., 2004) hay una serie de características comunes que definen a los microcontroladores. Si un ordenador coincide con la mayoría de estas características, entonces puede ser clasificado como un 'microcontrolador'. Los microcontroladores pueden ser:

- Incrustado dentro de otro dispositivo (a menudo un producto de consumo)
- Pueden controlar las características o acciones del producto. es, por lo tanto, un "controlador integrado".
- Dedicado a una tarea y ejecutar un programa específico. El programa está almacenado en ROM y generalmente no cambia.
- Es un dispositivo de baja potencia. Un microcontrolador que funciona con batería podría consumir poco como 50 milivatios.

Un microcontrolador puede tomar una entrada del dispositivo que está controlando y enviar señales a diferentes componentes en el dispositivo. Un microcontrolador a menudo es pequeño y de bajo costo. Los componentes pueden ser elegidos para minimizar el tamaño y ser tan económico como sea posible. Un microcontrolador puede variar ampliamente en muchos productos, por ejemplo, hornos de microondas, la demanda en los CPU es bastante baja y el precio es una consideración importante. En estos casos, los fabricantes recurren a microcontroladores dedicados a dispositivos que fueron diseñados originalmente para ser CPU integrados de bajo costo, pequeños y de baja potencia. El Motorola 6811 e Intel 8051 son buenos ejemplos de tales chips. Un chip microcontrolador típico de gama baja podría tener 1000 bytes de ROM y 20 bytes de RAM en el chip, junto con ocho pines de E/S. En grandes cantidades, el costo de estos chips a veces puede ser relativamente bajo (Tavernier, 1997).

2.11.1. CPU o Unidad Central de Procesamiento

Es el corazón del microcontrolador que se compone principalmente de una unidad de lógica aritmética (ALU) y una unidad de control (CU) y otros componentes importantes. La CPU es el dispositivo principal en la

comunicación con dispositivos periféricos como memoria, entrada y salida tal como se ve la figura 2.11.

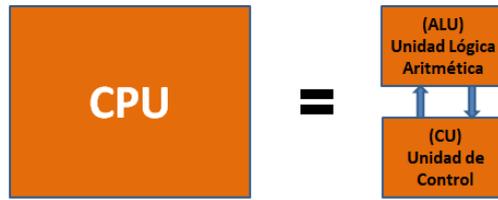


Figura 2.11: Estructura de la unidad central de procesamiento
Elaborado por: El autor

La ALU o unidad de lógica aritmética, como su nombre indica, realiza las operaciones aritméticas y lógicas. CU o la Unidad de control es responsable del tiempo del proceso de comunicación entre la CPU y sus periféricos.

2.12. Arquitectura de los microcontroladores

Un microcontrolador tiene una arquitectura que nos permite determinar la estructura de su funcionamiento, las estructuras más utilizadas en el medio para su fabricación son: la arquitectura Von Neumann y la arquitectura Harvard, también estas arquitecturas son capaces de poseer procesadores de tipo CISC o de tipo RISC.

2.12.1. Arquitectura Von Neumann

La arquitectura Von Neumann no es más que el arte de almacenar en un ordenador, donde las instrucciones circulan por la misma línea como se ve en la figura 2.12 y su mayor ventaja es que ahorra líneas de E / S, pero esto también significa una menor velocidad en la realización de los procesos. Esta arquitectura es muy habitual en las PC y fue muy importante para la fabricación de los microcontroladores hasta que la aparición de la arquitectura Harvard con mejores ventajas.

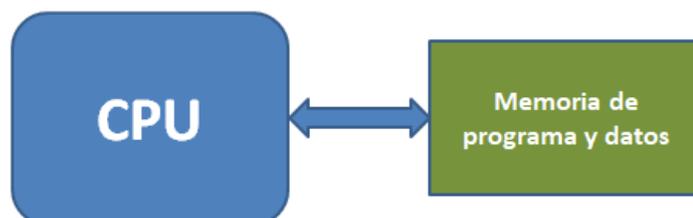


Figura 2.12: Arquitectura Von Neumann
Elaborado por: El autor

2.12.2. Arquitectura Harvard

Al contrario de la arquitectura pasada en esta arquitectura hay una memoria establecida para datos y otra memoria para las instrucciones, de esta manera emplea 2 líneas diferentes tal como se ve en la figura 2.13. Así se puede trabajar con dos memorias paralelas y obtener más eficacia en velocidad a la hora de ejecutar los programas. Hoy en día esta arquitectura es la más común en los microcontroladores.



Figura 2.13: Arquitectura Harvard
Elaborado por: El autor

2.12.3. Procesador de tipo CISC (Complex Instruction Set Computer)

Es un diseño de procesador, donde las instrucciones individuales pueden ejecutar varias operaciones de bajo nivel como una carga desde la memoria, una operación aritmética y un almacenamiento de memoria o son capaces de operaciones de pasos múltiples o modos de direccionamiento con instrucciones simples.

2.12.4. Procesador de tipo RISC (Reduced Instrucción Set Computer)

Es un tipo de arquitectura de microprocesador que utiliza un pequeño conjunto de instrucciones altamente optimizadas, en lugar de un conjunto de instrucciones más especializadas que a menudo se encuentran en otros tipos de arquitecturas.

2.13. Componentes básicos de un microcontrolador

En la figura 2.14 se puede observar los componentes básicos de un microcontrolador, todos los componentes están integrados en un solo chip.

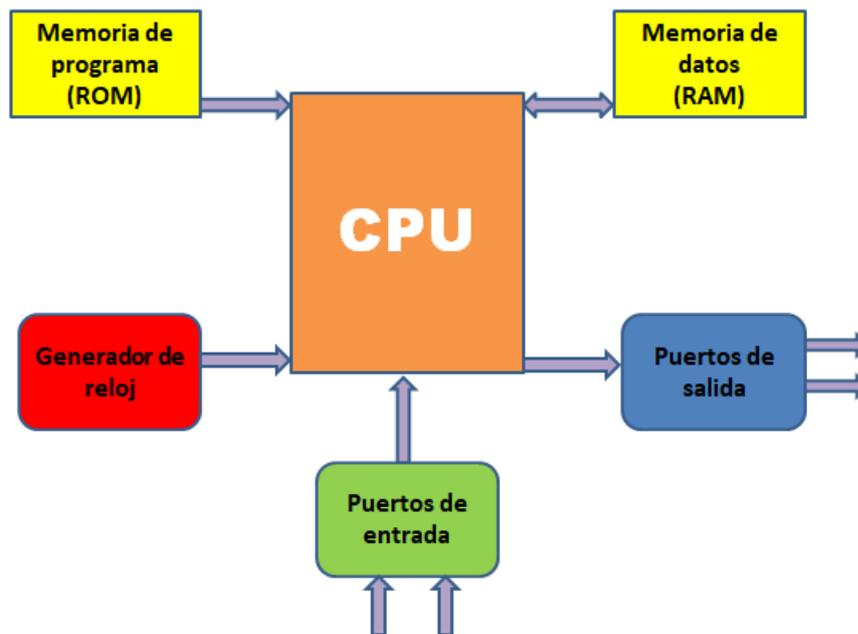


Figura 2.14: Estructura de los componentes básicos de un microcontrolador
Elaborado por: El autor

2.13.1. Memoria de programa

Las instrucciones de la CPU se almacenan en la memoria del programa. Por lo general, se implementa como memoria para lectura o ROM, donde se guardará el programa escrito incluso cuando la alimentación esté baja o el sistema se restablezca. Los módulos modernos de memoria de programa usualmente están compuestos por EEPROM (memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente), que es un tipo de memoria no volátil. En este tipo de memoria, los datos pueden borrarse y reprogramarse utilizando señales de programación especiales. Cuando el microcontrolador se enciende o se reinicia manualmente, el procesador ejecuta un conjunto de instrucciones desde una ubicación de memoria predefinida (dirección) en la memoria de programa.

2.13.2. Memoria de datos

La memoria de datos en un microcontrolador es la encargada de almacenar valores de variables, datos temporales, resultados intermedios y otros datos para poner correctamente en marcha el software. La memoria de datos a menudo se denomina RAM (memoria de acceso aleatorio), que es un tipo de memoria volátil. Generalmente se organiza como registros e incluye

Registros de funciones especiales (SFR) y ubicaciones de memoria accesibles para el usuario.

2.13.3. Puertos de entrada y salida (E / S)

Los puertos de E / S o los puertos de entrada / salida proporcionan al microcontrolador una conexión física con el mundo exterior. Los puertos de entrada proporcionan una puerta de enlace para transmitir los datos del mundo exterior con la ayuda de sensores. Los datos de los puertos de entrada se manipulan según la aplicación y determinarán los datos en el puerto de salida. Los puertos de salida permiten que el microcontrolador controle dispositivos externos como motores y LED. En general, todos los puertos en los microcontroladores tienen una doble funcionalidad, es decir, pueden actuar como puerto de entrada y de salida, aunque no al mismo tiempo.

2.13.4. Oscilador o generador de reloj

Una señal de reloj permite que las operaciones dentro del microcontrolador y otras partes sean síncronas. Un generador de reloj es una parte integral de la arquitectura del microcontrolador y el usuario debe proporcionar un circuito de sincronización adicional en forma de cristal.

2.14. Tipos de Microcontroladores

La familia predominante de microcontroladores son los de tipo de 8 bits ya que ha demostrado ser eficaz para la gran mayoría de las tareas que han requerido los dispositivos, pero hay también de 4, 16 y 32 bits como se ve en la figura 2.15. Un solo byte se considera suficiente para la mayoría propósitos y tiene la ventaja de interactuar fácilmente con la variedad de memorias IC y circuitos lógicos actualmente disponibles.

Los datos ASCII en serie también son tamaños de byte que hacen las comunicaciones de datos fácilmente compatibles con el dispositivo del microcontrolador. El tipo de aplicación para el microcontrolador puede variar enormemente, la mayoría de los fabricantes proporcionan una familia de dispositivos, cada miembro de la familia capaz es de adaptarse perfectamente a los requisitos del fabricante. Esta evita el uso de un dispositivo común para

todas las aplicaciones donde algunos elementos del dispositivo no se usarían; tal dispositivo sería complejo y por lo tanto costoso.

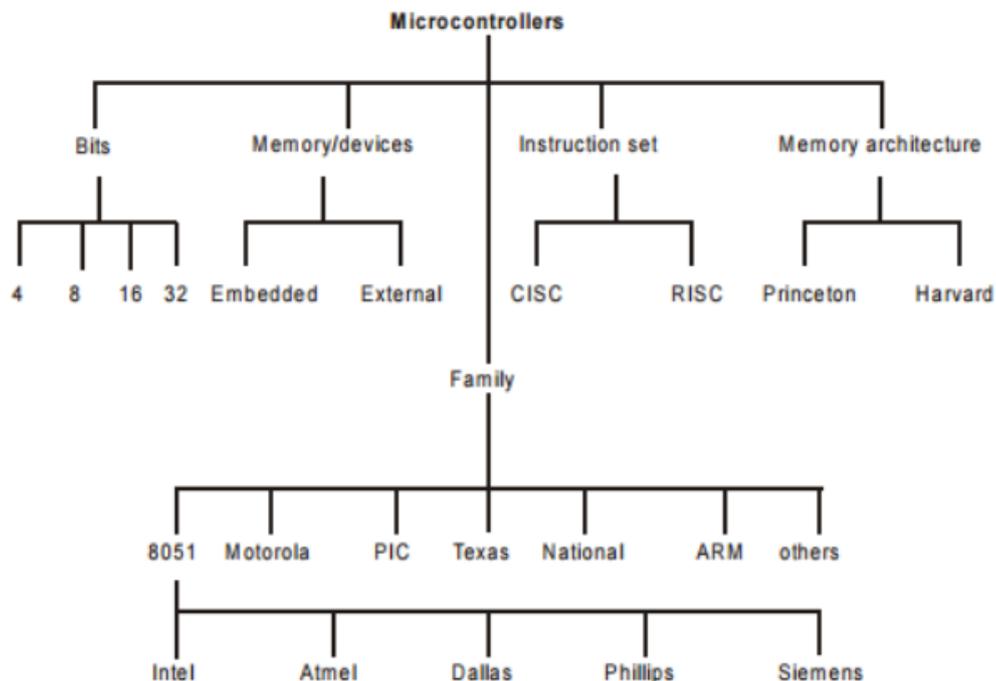


Figura 2.15: Tipos de microcontroladores

Fuente: (Calcutt et al., 2004)

La familia de microcontroladores tendría un subconjunto de instrucción común pero los miembros de la familia difieren en la cantidad y el tipo de memoria, la facilidad del temporizador, opciones de puertos, etc., que producen dispositivos rentables adecuados para requisitos particulares de fabricación. La expansión de memoria es posible con off-chip RAM y / o ROM; para algunos miembros de la familia no hay ROM en el chip, o el ROM es programable eléctricamente (EPROM) o eléctricamente borrable PROM (EEPROM) conocido como flash EEPROM que permite que el programa se borre y reescriba muchas veces.

Se podría incluir instalaciones adicionales en la cómo conversión de analógico - digital (ADC), o conversión digital a analógica (DAC) y comparadores analógicos también algunos miembros de la familia incluyen versiones con conteo de pegs más bajo para aplicaciones más básicas y así minimizar los costos. Muchos fabricantes de microcontroladores están

compitiendo en el mercado y en lugar de intentar enumerar todos los tipos de dispositivos, han restringido el texto a dispositivos fabricados.

2.15. Microcontroladores PIC

El microcontrolador PIC es uno de los tipos más populares de controladores programables con arquitectura Harvard. Es un circuito integrado único hecho por microchip y es lo suficientemente pequeño como para colocarlo en la palma de la mano tal como se ve en la figura 2.16. Los circuitos tradicionales de microprocesador necesitan cuatro o cinco circuitos integrados separados: el mismo microprocesador (CPU) y chip, memoria EPROM, RAM, conector de entrada y la interfaz de entrada / salida. Con el microcontrolador PIC, todas estas funciones están contenidas en un solo paquete, lo que reduce los costos, facilita el uso, reduce el volumen y reduce el consumo de energía. Al igual que cualquier microcontrolador PIC, se puede usar como un cerebro o cerebro para controlar muchos de los procesos requeridos por un sistema electrónico (Barra, 2010).



Figura 2.16: Microcontroladores PIC
Fuente: (Alsina, 2015)

2.16. Microcontroladores AVR

AVR es un microcontrolador desarrollado por Atmel en 1996. Es un microcontrolador de un solo chip diseñado en la arquitectura modificada RISC de Harvard de 8 bits. El AVR es uno de los microcontroladores más ampliamente desplegados debido a su bajo costo, bajo consumo de energía y alta velocidad, por lo que es adecuado para aplicaciones de sistemas integrados. AVR también presenta una gran comunidad de usuarios debido a su uso en las pinturas de Arduino (Rossano, 2009).

2.16.1. Organización

Para Espinosa (2012) los microcontroladores AVR incluyen un procesador RISC de 8 bits, su arquitectura es del tipo Harvard y sus operaciones se realizan bajo un esquema Registro-Registro. Esta sección hace referencia al hardware de los microcontroladores AVR, específicamente del ATMega8 y ATMega16, se describe su organización interna y sus características de funcionamiento.

2.16.2. Características Generales

Según Espinosa (2012) los microcontroladores AVR se basan en un núcleo cuya arquitectura fue diseñada por Alf-Egil Bogen y Vegard Wollan, estudiantes del Instituto Noruego de Tecnología, arquitectura que posteriormente fue refinada y desarrollada por la firma Atmel. El término AVR no tiene un significado implícito, a veces se considera como un acrónimo en el que se involucra a los diseñadores del núcleo, es decir AVR puede corresponder con Alf-Vegard-RISC.

El núcleo es compartido por más de 50 miembros de la familia, proporcionando una amplia escalabilidad entre elementos con diferentes recursos. En la figura 2.17 se ilustra este hecho, los miembros con menos recursos caen en la gama Tiny, los miembros con más recursos pertenecen a la categoría Mega, además de que se cuenta con miembros orientados para aplicaciones específicas (Espinosa, 2012).

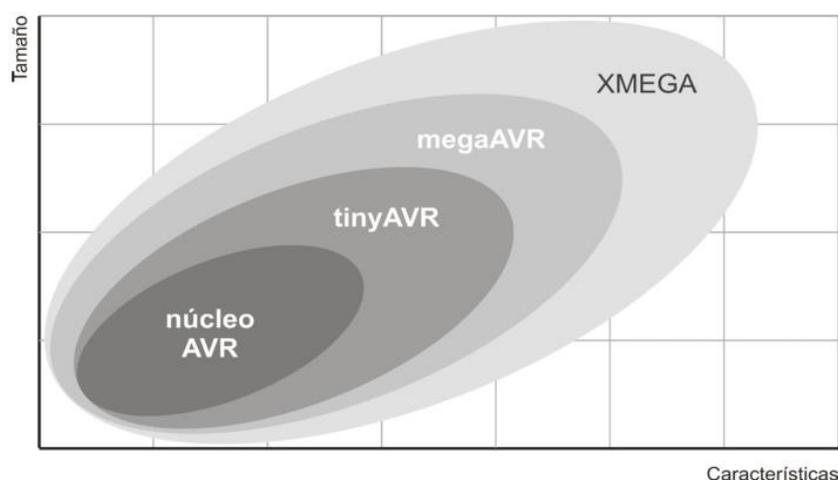


Figura 2.17: Estabilidad entre dispositivos que comparten el núcleo
Fuente: (Espinosa, 2012)

Según Felipe Santiago Espinosa las características de los dispositivos de Atmega 8 y Atmega 16 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.

Comercialmente el ATMega8 se encuentra disponible en encapsulados PDIP de 28 terminales o bien, encapsulados TQFP o MLF de 32 terminales. Para el ATMega16 se tiene una versión en PDIP de 40 terminales y otras con encapsulados TQFP, QFN o MLF de 44 terminales. Las versiones en PDIP son las más convenientes durante el desarrollo de prototipos por su compatibilidad con las tablillas de pruebas (*protoboard*).

En la figura 2.18 se muestra el aspecto externo para ambos dispositivos, considerando un encapsulado PDIP. Según Felipe Santiago Espinosa 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

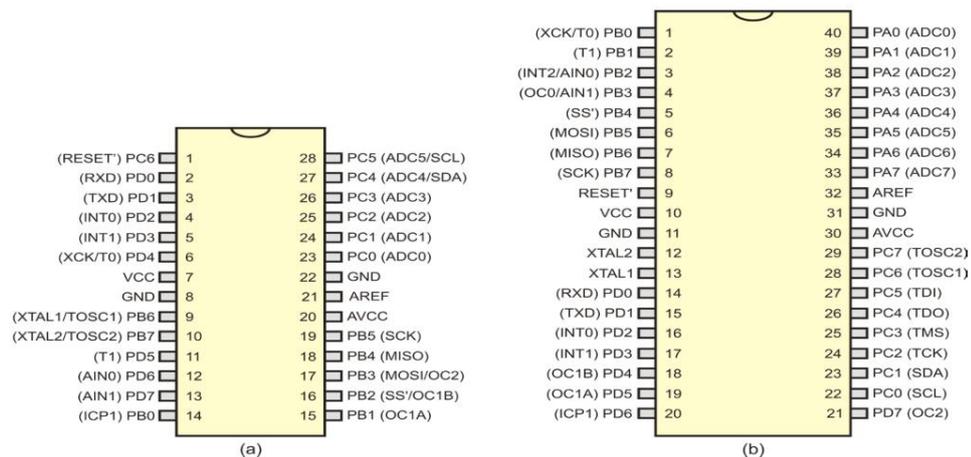


Figura 2.18: Aspecto externo de (a) un ATmega8 y (b) un ATmega16
Fuente: (Espinosa, 2012)

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.

2.16.3. Núcleo AVR

Según Felipe Santiago Espinosa 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 2.19 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.

Según Espinosa (2012) la principal función de la CPU es asegurar la correcta ejecución de programas. La CPU debe tener acceso a los datos, realizar cálculos, controlar periféricos y manejar interrupciones. Para maximizar el rendimiento y paralelismo, el AVR usa una arquitectura Harvard con memorias y buses separados para el programa y los datos. Esto se observa en la figura 2.19 el programa se ubica en la memoria flash y los datos están en 3 espacios diferentes: En el archivo de registros (32 registros de 8 bits), en la SRAM y en la EEPROM. De la memoria flash se obtiene cada instrucción del programa y se coloca en el registro de instrucción (IR) para su decodificación y ejecución.

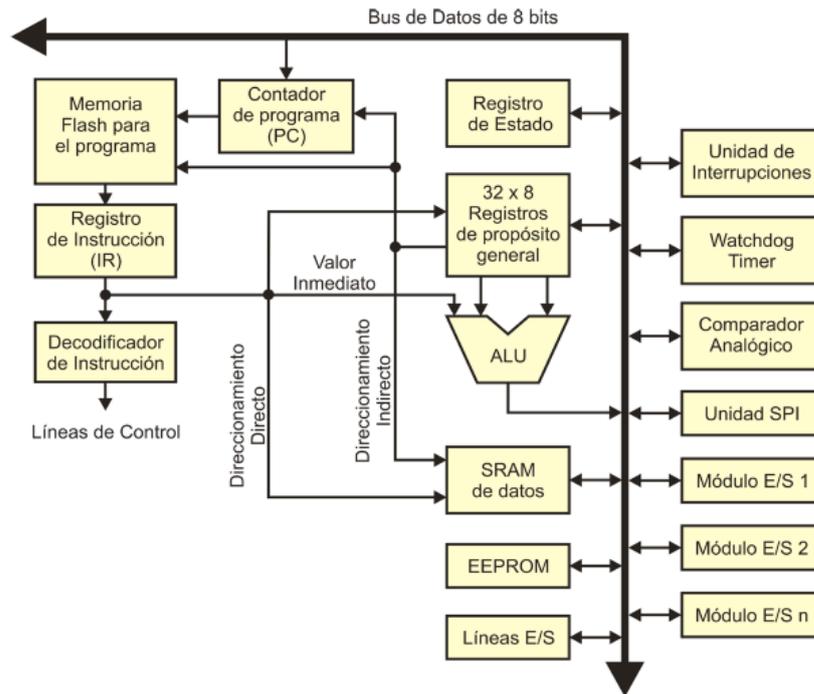


Figura 2.19: Diagrama a bloques del núcleo AVR
Fuente: (Espinosa, 2012)

La memoria flash es direccionada por el contador de programa (PC) o bien, por uno de los registros de propósito general. El PC es en sí el registro que indica la ubicación de la instrucción a ejecutar, sin embargo, es posible que un registro de propósito general proporcione esta dirección a modo de que funcione como apuntador y se haga un acceso utilizando direccionamiento indirecto. La ALU soporta operaciones aritméticas y lógicas entre los 32 registros de propósito general o entre un registro y una constante, para cualquier operación, al menos uno de los operandos es uno de estos registros.

Los 32 registros son la base para el procesamiento de datos porque la arquitectura es del tipo registro-registro, esto implica que, si un dato de SRAM o de EEPROM va a ser modificado, primero debe ser llevado a cualquiera de los 32 registros de 8 bits, dado que todos tienen la misma jerarquía. El Registro de Estado principalmente contiene banderas que se actualizan después de una operación aritmética, para reflejar información relacionada con el resultado de la operación. Las banderas posteriormente

pueden ser utilizadas por diversas instrucciones para tomar decisiones (Vesga, 2008).

2.16.4. Ejecución de Intrusiones

Para Espinosa (2012) el flujo del programa por naturaleza es secuencial, con incrementos automáticos del PC. Este flujo secuencial puede ser modificado con instrucciones de saltos condicionales o incondicionales y llamadas a rutinas, éstas son instrucciones que modifican directamente al PC, permitiendo abarcar completamente el espacio de direcciones. La CPU va a capturar las instrucciones para después ejecutarlas, su organización hace posible que este proceso se segmente en dos etapas, solapando la captura con la ejecución de instrucciones.

Es decir, mientras una instrucción está siendo ejecutada, la siguiente es capturada en IR. Con ello, aunque el tiempo de ejecución por instrucción es de dos ciclos de reloj, la productividad va a ser de una instrucción por ciclo de reloj, esto se muestra en la figura 2.20 Con lo cual el rendimiento de la CPU va a ser muy aproximado a 1 MIPS por cada MHz de la frecuencia del oscilador.

En los saltos y llamadas a rutinas no se puede anticipar la captura de la siguiente instrucción porque se ignora cuál es, por lo tanto, se pierde un ciclo de reloj. Algo similar ocurre con los accesos a memoria (cargas o almacenamientos), instrucciones que gastan un ciclo de reloj para la manipulación de direcciones, antes de hacer el acceso.

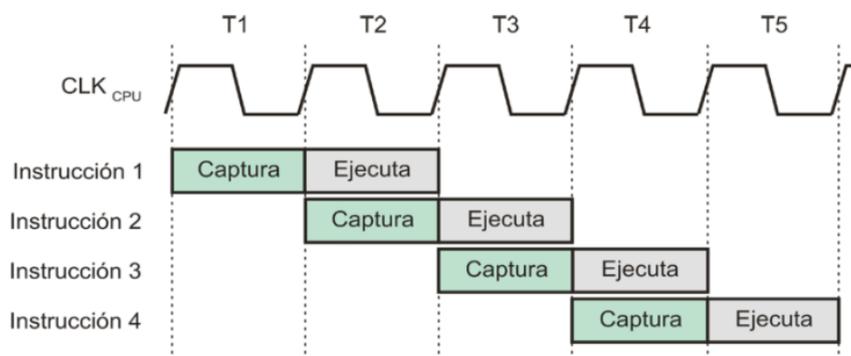


Figura 2.20: Segmentación a dos etapas realizadas por el núcleo AVR
Fuente: (Espinosa, 2012)

Para las instrucciones aritméticas y lógicas es suficiente con un ciclo de reloj para su ejecución (posterior a la captura), al comienzo del ciclo se capturan los operandos de los registros de propósito general, la ALU trabaja sincronizada con el flanco de bajada y prepara el resultado para que sea escrito en el siguiente flanco de subida, esto se muestra en la figura 2.21 (Espinosa, 2012).

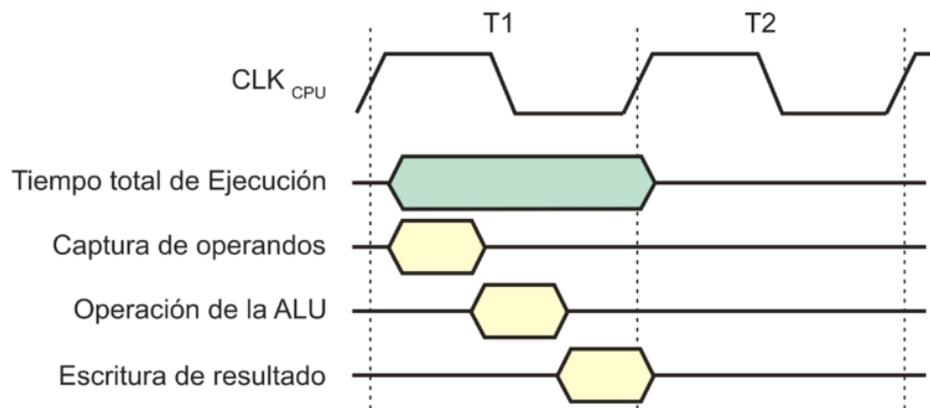


Figura 2.21: Temporización de la fase de ejecución
Fuente: (Espinosa, 2012)

2.16.5. Atmega

Es un microcontrolador de la familia AVR creado por la marca Atmel. Sus características varían según los modelos, pero la mayoría están presentes: memoria flash de 4-256 kB, de 28 a 100 pines (empaquetado SMD o DIP), un temporizador de vigilancia y una velocidad de reloj de hasta 20MHz dependiendo de reloj. Además, la familia de microprocesadores ofrece memorias flash en el chip, memoria SRAM y memorias EEPROM internas. La familia AVR Atmega también respalda los protocolos de comunicación SPI, TWI (I2C), UART, USB, CAN y LIN. Se dispone de capacidades analógicas como ADC y DAC, un sensor de temperatura incorporado y una referencia interna de volumen, un detector de oscurecimiento, un comparador analógico rápido y un amplificador de ganancia analógica programable

2.17. SUMOBOT

Está relacionado con la lucha de sumo en la vida real de origen japonés. Dos sumobots se colocan en un círculo, la meta es que se empujen mutuamente fuera del ring, cualquier parte del robot que toque el exterior del

círculo se considerará derrotada. El que empujó al otro oponente fuera del ring será el ganador de la ronda, el mayor de los desafíos para los contrincantes es el de adherir un sensor de tipo infrarrojo que pueda detectar el límite de los bordes del círculo para evitar salirse ya esos funcionan automáticamente, habrá tres rondas en cada batalla. El suministro de energía está dedicado a suministrar energía a los diversos elementos del robot.

Debido a que necesita autonomía y control inalámbrico, las baterías deben usarse para alimentar los motores. Las ruedas son responsables de transmitir la potencia del motor al suelo, se debe utilizar en un material adhesivo, y el número y la dimensión de estas ruedas serán importantes. Es un campeonato que pondrá a prueba las habilidades de los competidores en programación y en la construcción del hardware que es la parte física del sistema informático del robot.

2.17.1. Historia del SUMOBOT

Tuvo su origen en Japón y fue Hiroshi Nozawa quien lo invento a finales de los años ochenta, el gerente general de Fuji Software . Su propósito era despertar el interés a los estudiantes en robótica . El primer campeonato se celebró en 1989 con 33 sumobots. A principios de la década de 1990, cuando Mato Hattori ganó estas competiciones en los Estados Unidos, grabó una cinta. Cuando esta cinta llegó a manos de Bill Harrinson , inventó el tipo de competencia Minisumo, y fue el tipo más prominente debido al pequeño tamaño de los robots y los bajos costos de producción

2.17.2. Clasificación

A continuación, se describirá los estándares reglamentarios que deben tener los sumobot para poder participar en competencias.

- Ligeros: los robots tienen hasta 22,67 kg y deben tener 60,96x60,96x60,96 cm en un cubo.
- Peso estándar: los robots miden hasta 3 kg y deben insertarse en una caja de 20 x 20 cm, las alturas son irrelevantes.

- Mini-sumo: los robots deben tener una masa de 500 g, y deben insertarse en una caja de 10 × 10 centímetros, las alturas son irrelevantes.
- Micro-sumo: los robots deben tener una masa de 100 g y deben colocarse en un cubo de 5 × 5 × 5 centímetros.
- Nano-sumo: debe ingresar 2.5 × 2.5 × 2.5 cm en un cubo.

2.17.3. El dohyo

El dohyo es una superficie circular en el que los robots compiten, y por lo general están pintados en el centro de color negro con el borde blanco. Su es medida 5 cm de alto, la circunferencia interna 144 cm y la circunferencia total 154 cm tal como se ve en la figura 2.22.

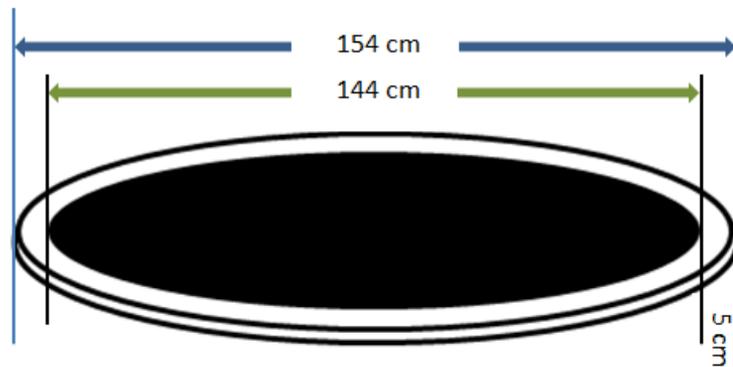


Figura 2. 22: Medidas del dohyo
Elaborado por: Autor

En la figura 2.23 se puede observar la distancia reglamentaria entre dos sumobots al comienzo de la competencia

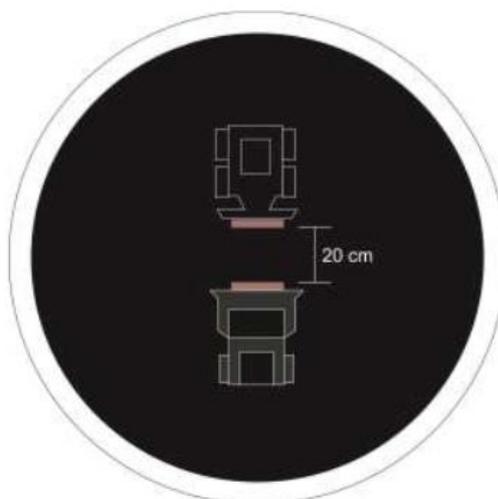


Figura 2. 23: Distancia reglamentaria entre dos sumobots
Fuete: (Lindao & Quilambaqui, 2013)

2.18. Comunicaciones inalámbricas

Para (Roldán Martínez, 2004) se dice comunicación inalámbrica a aquella que se utiliza durante el proceso de enlace sin emplear cables de empalme a través de los sistemas integrados; por ejemplo una comunicación con teléfono móvil es inalámbrica, mientras que una comunicación con teléfono fijo habitual no lo es. Desde hace relativamente poco tiempo, se está viviendo lo que puede significar una revolución en el uso de las tecnologías de la información tal y como se lo conoce. Esta modificación puede llegar a tener una importancia semejante a la que tuvo la aceptación del Internet por el gran público.

Las redes inalámbricas o Wireless Networks (WN), se están alojando en el mercado de consumo gracias a unos precios populares y a un grupo de fanáticos, especialmente particulares, que han observado las grandes posibilidades de esta tecnología. Aunque las tecnologías que hacen posible las comunicaciones inalámbricas (láser, infrarrojo y radio, principalmente) existen desde hace muchos años, su implantación comercial no ha sido posible hasta fechas recientes. El primer servicio que se liberó del cable fue la telefonía.

La telefonía móvil apareció en los años setenta y poco a poco se ha ido desarrollando hasta superar a la telefonía fija en el número de líneas. La revolución de los ordenadores personales y el espectacular desarrollo de Internet están haciendo que la informática sea tan común en la vida diaria como lo es el teléfono. Se tiene ordenadores de sobremesa, portátiles o los más recientes PDA. Por otro lado, también se tiene la informática en todo tipo de útiles diarios: desde el coche o la calefacción de casa hasta los juguetes de los niños.

Todos estos dispositivos son susceptibles de intercomunicarse entre sí y, aunque pueden hacerlo por los sistemas de cables tradicionales, su mayor potencial se alcanza a través de las comunicaciones inalámbricas. En este entorno, no es de extrañar que esté creciendo el número de soluciones

inalámbricas: GSM, UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, DECT, GPRS, 3G, LMDS, etc. (Roldán Martínez, 2004)

2.19. Tipos de comunicaciones inalámbricas

Según Tse & Viswanath (2005) Una red inalámbrica es un grupo de ordenadores, o de cualquier otro dispositivo informático, comunicados entre sí mediante soluciones que no requieran el uso de cables de interconexión. Aunque se puede llegar a pensar que las redes inalámbricas están orientadas a dar solución a las necesidades de comunicaciones de las empresas, dado su bajo coste, cada vez más forman parte del equipamiento de comunicaciones de los hogares.

Para disponer de una red inalámbrica, sólo hace falta instalar una tarjeta de red inalámbrica en los ordenadores involucrados, hacer una pequeña configuración y listo. Esto quiere decir que instalar una red inalámbrica es un proceso mucho más rápido y flexible que instalar una red cableada. Las comunicaciones inalámbricas pueden clasificarse de distintas formas dependiendo del criterio al que se atienda. En este caso, se clasifican de acuerdo con su alcance. Se llama alcance a la distancia máxima a la que pueden situarse las dos partes de la comunicación inalámbrica. Tal como se ve en la figura 2.24. (Tse & Viswanath, 2005)

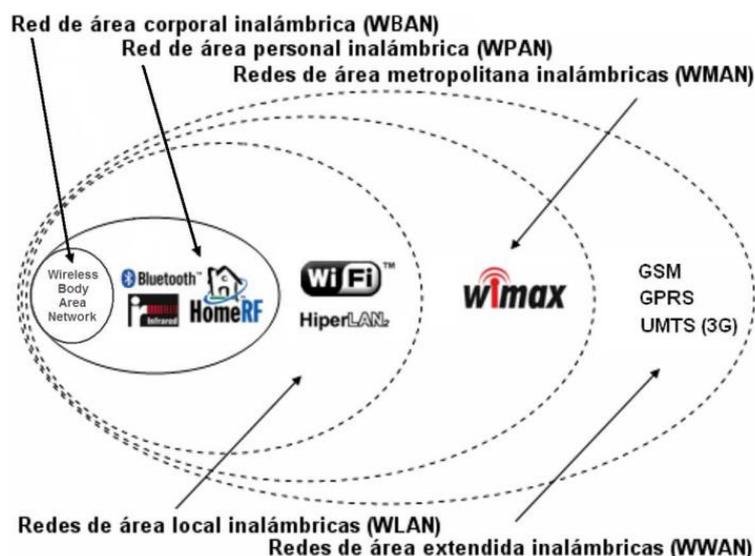


Figura 2.24: Tipos de redes inalámbricas

Fuente: (Tse & Viswanath, 2005)

2.19.1. Redes inalámbricas de áreas corporal

Para Tse & Viswanath (2005) La cuestión básica de estas redes es salvar la barrera entre la persona y el entorno informático mediante interfaces eficientes “hombre electrónica”. Conseguir mejores grados de integración entre los usuarios y los servicios implica la existencia de conexiones entre los dispositivos electrónicos y de comunicaciones que el usuario lleva en su propia ropa o se encuentra en el entorno circundante. Este tipo de redes constituye lo que se ha denominado Redes de Área Corporal y que se conoce con el acrónimo BAN (Body Area Network). Aunque no se dedicará un tema específico a este tipo de redes, se desarrollará un poco más que el resto en este apartado, ya que se considera un tipo de red de interiores por su pequeño alcance. Sin embargo, tanto las WPAN como las WLAN se extenderán más detalladamente en los siguientes temas dedicados a ellas, respectivamente.

Es conveniente que las BAN soporten la interoperabilidad entre diferentes dispositivos diseñados por diferentes fabricantes por lo que se trabaja en la normalización de protocolos de comunicación comunes. Los dispositivos que pueden trabajar con esta tecnología pueden ser equipos complejos como un teléfono celular o un componente simple como un auricular o un visor adaptado a unas gafas y se comunican normalmente a distancias de 1 ó 2 metros.

El uso más extendido que se le está dando a esta tecnología es en el ámbito de la salud y sanidad, estos dispositivos serán diferentes dependiendo si es para pacientes o para profesionales y si su utilización es para un área quirúrgica, enfermería en planta o logística en una farmacia. En el caso de pacientes no es igual cuando se encuentra en un escenario de monitorización en hospital que para pacientes crónicos en su vida cotidiana. Una WBAN típica consiste en unas cuantas plataformas de sensores baratos, ligeros y diminutos.

Cada plataforma tiene uno o más sensores fisiológicos (por ejemplo: sensores de movimiento, electrocardiógrafos, y electroencefalogramas. Un ejemplo típico de este tipo de aplicación es la monitorización ambulatoria de la actividad del usuario. Los sensores pueden colocarse en el cuerpo como

diminutos parches inteligentes, integrados en la ropa, o ser implantados bajo la piel o los músculos. El éxito de los sistemas de monitorización sanitaria “transportables” depende crucialmente de la integración de sistema. La integración perfecta de los sistemas de monitorización sanitaria personales determinará su aceptación y conformidad por parte del usuario.

Al mismo tiempo, la integración de mediciones y eventos dentro de registros y sistemas médicos sanitarios podrán ayudar a mejorar el servicio de estos profesionales. Un ejemplo típico del flujo de información en un sistema jerárquico queda representado en la Figura 2.25.

Un conjunto de sensores está integrado en una WBAN y se comunica con el servidor principal o bien directamente a través de la pasarela de internet. Toda la información es almacenada en un Informe Electrónico Médico (Electronic Medical Record: EMR) o servidor de emergencia a través de internet. Se pueden explotar las distintas partes del espacio de diseño precio/energía/prestaciones mediante el uso de distintas configuraciones.

En el nivel más bajo de la jerarquía están los sensores fisiológicos inteligentes integrados en una WBAN. El estado tecnológico actual permite nodos de sensores inteligentes con microcontroladores (sistemas en un chip) altamente integrados, permitiendo las siguientes características de plataformas de sensores:

- Capacidad de procesamiento: 1-10 MIPS (Millones de inscripciones., Por segundo)
- Memoria RAM: 1-10 KB
- Memoria Flash en el chip (almacenamiento de datos del programa y secundarios): 10-100 KB
- Periféricos Integrados (temporizadores, contadores, PWM, A/D, D/A, y controladores de comunicación)
- Almacenamiento (externo) de Memoria Flash de 1 MB

- Bajo consumo de energía (1-10 mW para procesamiento, menos de 100 μ W en modo reposo y de 20 a 50 mW durante la comunicación inalámbrica) (Tse & Viswanath, 2005).

La memoria disponible y la capacidad de procesamiento de las plataformas de sensores comercialmente disponibles permiten, en tiempo real, el procesamiento de señales, la transmisión de resultados y la detección de sucesos para muchas aplicaciones de monitorización de salud. El flujo simbólico de datos de los sensores se representa como colas de mensajes. Primero, una plataforma de sensores almacena los mensajes no reconocidos y eventos en la memoria local (RAM) y/o en la memoria externa Flash.

Esto supone una importante ventaja (de consumo y fiabilidad) de los sensores inteligentes frente a las generaciones anteriores de sistemas telemétricos de transmisión de señales en bruto. Todos los mensajes que llegan desde los sensores son recogidos por el controlador de red y procesados en un servidor personal (SP). En algunas aplicaciones los sensores pueden hablar directamente con la pasarela de internet (por ejemplo, en la monitorización domiciliaria).

Una aplicación de servidor personal puede correr sobre una PDA, un móvil o un ordenador personal. El controlador de red puede ser un dispositivo añadido o integrado en el servidor personal (por ejemplo, teléfonos móviles con Bluetooth). El SP procesa los eventos de los sensores como mensajes individuales, almacena segmentos de señales sin tratar generadas por petición, y crea una sinergia de información desde los sensores individuales.

Normalmente, todos los mensajes recibidos son guardados y transmitidos al servidor médico junto con mensajes adicionales creados en el servidor personal. Esta información crea una nueva cola de mensajes y registros que provienen del SP tal como se ve en la figura 2.25.

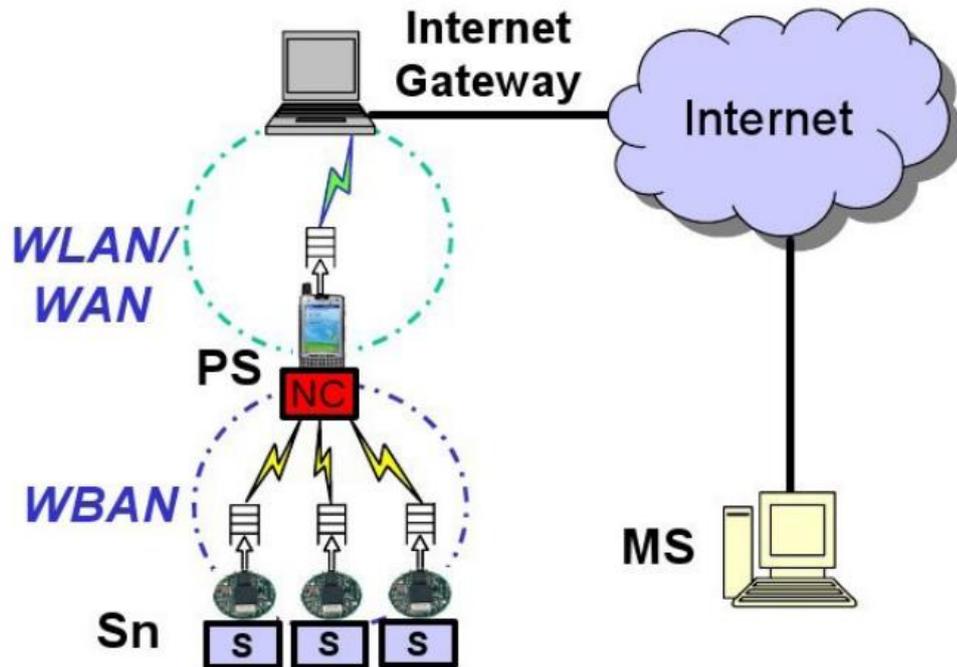


Figura 2.25: Sistema integrado WBAN
Fuente: (Tse & Viswanath, 2005)

2.19.2. Redes inalámbricas de área personal

Las redes inalámbricas personales se conocen internacionalmente como WPAN (red personal inalámbrica), y actualmente se instala un problema tecnológico en un entorno inalámbrico; El concepto de estas redes parece un resultado natural del proceso evolutivo en términos de proximidad a la red del usuario y la finalización de todo, basado en el entorno de servicio totalmente automatizado, con el fin de obtener el esquema de comunicación y el seguimiento completo basado en la misma infraestructura se introduce el concepto de convergencia real entre la informática, comunicación y control, que extiende el concepto de computación distribuida al usuario y altera radicalmente el concepto de interfaz tradicional entre el usuario y equipo de cómputo.

El nuevo esquema WPAN significa que los equipos de comunicación, como teléfonos móviles o PDA, computadoras, tales como computadoras portátiles, vigilancia o detecciones, como sensores o cualquier otro equipo digital, se comunican entre sí por distancias cortas. Es decir, en la zona de 10 metros, que rodea al usuario incluso cuando se conduce, es posible que el

teléfono se comunica con un ordenador, que a su vez se comunica con un PDA o una cámara digital, y que, por otra parte, existe la función de control de los diferentes equipos digitales, que es el área cubierta por la red (robótica, domótica, juguetes interactivos, identificación biométrica de la persona).

El hecho de que el teléfono pueda comunicarse con una computadora portátil significa, por ejemplo, que un correo electrónico recibido en un teléfono móvil se transfiere a una computadora portátil, con una en el bolsillo del usuario y otra en la cartera. Por todo esto, es posible acceder a Internet ubicua para que se produzca una nueva acción en el entorno de IP móvil que forma parte de la llamada generación 4G y se espera que supere rápidamente a 3G. Este nuevo enfoque para el punto de vista conceptual es una tecnología inalámbrica, su integrador superior, la naturaleza multidisciplinar y complejidad, que representa en términos de interoperabilidad (obviamente, ya que incluye un gran número de equipos tradicionalmente diferente).

2.19.3. Redes de inalámbricas de área local

Las redes LAN inalámbricas (WLAN) son actualmente una solución tecnológica de gran interés para el sector de la comunicación inalámbrica de banda ancha. Estos sistemas se caracterizan por el hecho de que operan en las bandas de frecuencia liberadas de la licencia de operación, lo que le da a la tecnología un gran potencial de mercado. Originalmente WLAN fue desarrollado para el mundo de los negocios.

Sin embargo, en la actualidad se han encontrado diferentes escenarios de aplicación, tanto públicos como privados: el entorno de grandes redes corporativas, zonas industriales, campus, entornos hospitalarios, cibercafés, hoteles, aeropuertos, transporte público y zonas rurales, para acceder Internet. En principio, la red WLAN permite que los cables que conectan la red con PCs, ordenadores portátiles, u otros tipos de dispositivos reemplazados conexiones inalámbricas, proporcionando a los usuarios la movilidad en las áreas de cobertura en torno a cada uno de los puntos de acceso que están conectados entre sí y con otros dispositivos o servidores de red cableada .

2.19.4. Bluetooth

Bluetooth le permite intercambiar información entre dispositivos tales como computadoras personales, computadoras de escritorio, PDA, laptops, teléfonos móviles, impresoras, cámaras digitales, mouse, teclados, joysticks, auriculares, auriculares con frecuencia de radio confiable y gratuita para comunicaciones cercanas como se ve en la figura 2.26. Bluetooth permite que estos dispositivos se comuniquen cuando están a 10 m de distancia (el rango es altamente dependiente de los obstáculos y la interferencia), incluso en diferentes habitaciones.

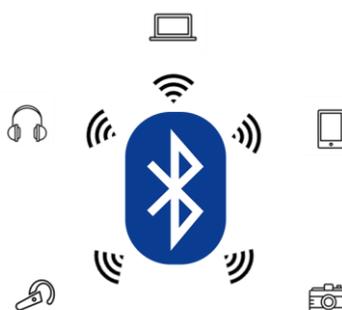


Figura 2. 26: Conexiones bluetooth
Fuente: (Muller, 2002)

Según (Muller, 2002) el algoritmo FHSS, en Bluetooth, la frecuencia del portador de señal cambia abruptamente 1600 veces por segundo ^[5] (79 frecuencias de funcionamiento son de 1 MHz de ancho, y en Japón , Francia y España, la banda ya tiene 23 canales de frecuencia). La secuencia de conmutación entre las frecuencias para cada conexión es pseudoaleatoria y solo la conocen el transmisor y el receptor, que se reconfiguran de forma síncrona cada 625 microsegundos (una ranura de tiempo) desde una frecuencia de portadora a otra.

Por lo tanto, si varios pares de transmisor-receptor funcionan uno al lado del otro, entonces no interfieren entre sí. Este algoritmo también es una parte integral del sistema para proteger la confidencialidad de la información transmitida: la transición se lleva a cabo mediante un algoritmo pseudoaleatorio y se determina por separado para cada conexión. Al transmitir datos y audio digitales (64 kbit / s en ambas direcciones), se utilizan diferentes esquemas de codificación: la señal de audio no se repite

(normalmente), y los datos digitales en caso de pérdida del paquete de información se retransmitirán.

Arquitectura: -

Especificaciones principales:

Se ocupa de las capas inferiores de la arquitectura y describe cómo funciona la tecnología.

Especificaciones de perfil:

Se enfoca en cómo construir dispositivos interoperativos utilizando la tecnología central.

A continuación, en la figura 2.27 se ve sus especificaciones más detalladas.

Arquitectura de Bluetooth



Figura 2.27: Arquitectura Bluetooth

Fuente:(Muller, 2002)

2.19.5. Radiocontrol

El control de radio es un método de control remoto de objetos técnicos, en el que las acciones de control y retroalimentación se llevan a cabo a través de un canal de radio que utiliza ondas de radio. Según Smeed (1986) en los sistemas de radiocontrol, cuando un comando (despachador) transmite un comando a un objeto, los comandos dados por el operador mediante manipulación en el panel de señorío de la época de los pulsos eléctricos, y

luego modulados por estos pulsos (usando fase, amplitud, modulación de frecuencia, frecuencia portadora de la señal de radio).

Para aumentar la fiabilidad del control de la radio, utilizar códigos correctos, control de recepción y / o ejecución del comando enviado a través del canal de radio inverso, mientras que las señales del objeto de control al punto control de facto o solo ejecución) del comando transmitido (el llamado acuse de recibo). El control de radio se utiliza en la construcción de sistemas de automatización, ingeniería aeronáutica y de cohetes, robótica.

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL ROBOT MINISUMO

3.1. Introducción

En este capítulo se explica el diseño del sistema y la estructura del robot, que en el capítulo 2 se obtuvo amplios conocimientos teóricos. Debido a que la creación del robot no es solo un conjunto de programación o diseño de componentes electrónicos, sino que también está entrelazada con diferentes ramas, también es necesario optimizar el rango de conocimiento en estos conjuntos de programación, conocimientos, de electrónica, microcontroladores, mecánica y construcción del robot minisumo tal como se ve en la figura 3.1.



Figura 3. 1: Robot minisumo
Elaborado por: Autor

La implementación se divide en tres partes: mecánica, electrónica y software. El tema de mecánica es una guía de ensamblaje simple de la estructura principal y el chasis del robot; la electrónica consiste en las conexiones, la circuitería y el mapeo los cables de la placa; Finalmente, el software mantiene descripciones de la programación y el algoritmo principal del robot.

3.2. Hardware

3.2.1. Motores Maxon

Se usan estos motores de origen suizo que son de alta calidad y tienen un buen rendimiento con un diámetro de 35 mm, el diámetro del eje de 6 mm que funcionan desde 6 voltios hasta un máximo de 18 voltios de corriente directa (VDC) la cual desarrolla una capacidad tope de 7800 revoluciones por minuto (rpm) y drenaje de corriente máximo de bloqueo de 40 amperios con un peso del motor es 340 gramos como se ve en la figura 3.2.



Figura 3.2: Motor Maxon DC
Elaborado por: Autor

La compañía que fabrica los motores Maxon ofrece una excelente línea de motores de corriente continua que no presentan engranajes magnéticos, baja interferencia electromagnética, baja inductancia, alta eficiencia y alta aceleración debido a la baja inercia de masa. Estos motores ofrecen linealidad entre voltaje y velocidad, carga y velocidad, y carga y corriente. Los diseños pequeños y compactos de los motores les permiten soportar altas sobrecargas durante cortos periodos de tiempo y emiten pequeñas fluctuaciones de par a través de un comunicador de segmentos múltiples.

Ofrece una excelente línea de motores de corriente continua que no presenta engranajes magnéticos, baja interferencia electromagnética, baja inductancia, alta eficiencia y alta aceleración debido a la baja inercia de masa. Estos motores ofrecen linealidad entre voltaje y velocidad, carga y velocidad, y carga y corriente. Los diseños pequeños y compactos de los motores soportan altas velocidades durante cortos periodos de tiempo y emiten pequeñas fluctuaciones a través de un comunicador de segmentos múltiples.

El nuevo disco sin escobillas con un diámetro de 19 mm ha sido especialmente diseñado para altas velocidades y presenta un bajo desarrollo

de calor y un funcionamiento extremadamente silencioso y de baja vibración. Esta pequeña potencia tiene aplicaciones en centros para procesamiento miniaturizado, herramientas de mano y tecnología médica. Cuando se combina con reductores planetarios, hay muchas variaciones posibles para las aplicaciones en estos mercados clave.

Con su construcción modular, este nuevo motor de corriente continua sin escobillas está disponible en tres clases de rendimiento: EC 19 a 60 vatios optimizados en función de los costos, EC 19 fuerte y de alta velocidad a 120 vatios y la versión esterilizable de alta gama EC 19 a 120 vatios. Las partes internas de los discos son responsables de sus características individuales.

El EC 19 a 60 W está equipado con un circuito magnético diseñado para velocidades de hasta 80,000 rpm. El par máximo continuo es de 12 mNm y el motor no contiene sensores Hall.

El EC 19 a 120 W ha sido diseñado para velocidades de hasta 100.000 rpm y ofrece un alto par continuo de 24 mNm. Hay disponibles versiones con y sin sensores Hall.

El EC 19 esterilizable a 120 W se puede esterilizar en una autoclave 1000 veces. Con una velocidad máxima permitida de 100.000 rpm y un torque continuo de 24 mNm, este disco también soporta altas temperaturas y ciclos de vapor rigurosos. Esto se logra a través de una cuidadosa selección de materiales y mediante la protección de los componentes, como en el imán de rotor herméticamente sellado.

Con la tecnología de bobinado del motor Maxon, es posible ofrecer varias versiones de voltaje. El estator ha sido diseñado sin ranuras. Por lo tanto, no se produce un par de engranaje que produce excelentes propiedades de control y un funcionamiento extraordinariamente suave. Junto con un rotor óptimamente equilibrado, la operación de bajo ruido y baja vibración se logra fácilmente.

El nuevo cabezal planetario esterilizable de Maxon, el GP 19 M, es ideal para aplicaciones que requieren velocidades muy altas: velocidades de entrada de hasta 40,000 rpm. Para adaptarse a esas altas velocidades, los dientes y los materiales se han diseñado especialmente para minimizar la fricción. Una demanda clave del material es 1000 ciclos de esterilización. El reductor contiene un sello de eje especial. Vale la pena señalar que no es necesario desmontar la unidad de accionamiento para el proceso de esterilización.

3.2.2. Batería de LiPo

Se usa esta batería para alimentar el minisumo recargable de tecnología de iones de litio que utiliza un electrolito de polímero en lugar de líquido. Polímeros semisólidos (gel) de alta conductividad forman este electrolito de alta eficacia que tiene mayor tiempo de descarga.

Las baterías de polímero de litio (lipos) alimenta nuestro modelo eléctrico. Con inventarios considerables de paquetes que representan una inversión justa, obtener la vida más larga de nuestros lipos es lo mejor para nosotros. Dos palabras: almacenamiento adecuado.

La mayor parte de la vida útil de un paquete se gasta en "no uso". Los paquetes de condiciones se ven durante los días acumulados, semanas, meses e incluso años de almacenamiento que pasan factura. Una característica única de los lipos es que su vida útil depende del envejecimiento desde el momento de la fabricación y no solo del número de ciclos de carga / descarga. Una batería más vieja no funcionará tan bien como una nueva, debido únicamente a su edad. Este inconveniente no es ampliamente publicitado o no es conocido por el usuario típico.

A medida que envejecen las baterías de lipo, aumenta su resistencia interna. Esto hace que el voltaje caiga bajo carga, reduciendo la corriente máxima que se puede extraer. Además, a medida que los lipos envejecen, se pierde la capacidad utilizable. Normalmente, una vez que una batería ha perdido el 20% de su capacidad nominal, la considera al final de su vida útil.

Es un hecho, los lipos envejecen y se degradan incluso cuando no se usan. ¿Qué se puede hacer para minimizar estos efectos? Administre dos factores que están totalmente bajo nuestro control: voltaje de almacenamiento de la celda y temperatura de almacenamiento.

Una célula lipo completamente cargada es aproximadamente de 4,2 voltios. Los lipos son diferentes de otras químicas de baterías, ya que nunca deben almacenarse completamente cargados. Los lipos deben almacenarse aproximadamente "medio lleno". Muchos de los cargadores de balanzas lipo más nuevos tienen un "Modo de almacenamiento" que carga el paquete al estado de voltaje reducido adecuado para propósitos de almacenamiento. El popular cargador FMA CellPro carga células a 3.85Vdc en modo de almacenamiento.

Consulte el manual del cargador, algunos cargadores pueden descargar el paquete y luego cargarlo hasta el nivel de almacenamiento, mientras que otros solo pueden cargar hasta el nivel de almacenamiento. El último tipo de cargador requiere que descargue el paquete por debajo del nivel de almacenamiento para aprovechar la función de almacenamiento. Almacenar sus paquetes en el nivel de voltaje adecuado es lo más simple que puede hacer para alargar su vida útil (asumiendo la aplicación y el uso adecuados).

El almacenamiento no es solo "durante el invierno". Si solo vuelas los fines de semana, tus paquetes están técnicamente almacenados toda la semana, semana tras semana durante toda la temporada de vuelo. Esas horas acumuladas pueden sumar lentamente la degradación de sus paquetes.

Las baterías Lipo funcionan a través de una reacción química que ocurre dentro de sus sobres sellados. Proporcionar energía es una reacción química, mientras que el proceso de envejecimiento / degradación es otra reacción química. Si recuerdas la química de la escuela secundaria, una reacción química duplica su velocidad por cada diez grados de aumento de la temperatura ambiente. Esta es la razón por la que los lipos no funcionan tan bien en climas fríos.

El frío "ralentiza" el proceso de reacción química. Pero este hecho puede funcionar a nuestro favor cuando se trata de almacenamiento de lipo. La reducción de la temperatura de almacenamiento ralentiza la reacción química del proceso de envejecimiento / degradación. Hay un límite en cuanto a cómo el frío está bien. Los lipos no quieren congelarse en forma sólida, pero mantenerlos frescos durante el almacenamiento es sin duda a nuestro favor.

Resulta que el refrigerador típicamente doméstico (37 a 40 grados) es el lugar de almacenamiento perfecto. Coloque los lipos en bolsas plásticas con cierre de cremallera y colóquelas en el refrigerador cuando no las use. Cuando los saque, déjelos en las bolsas, para evitar que la humedad atmosférica se condense cuando se calienten. Después de que estén a temperatura ambiente, úselos como lo harías normalmente.

Otra cosa importante a saber es establecer el corte de baja tensión de la parte de descarga de la ruptura en ciclos. Configurar el voltaje de corte a 3.5v por celda durante la descarga de la parte de la interrupción en ciclos es una buena forma de hacer que la batería funcione bien, y también para que pueda determinar su verdadera capacidad.

Las pruebas estándar han demostrado repetidamente que cuando descarga una batería a 3.5v por celda, a una tasa de descarga de 1C, cuando el corte de baja tensión se activa y detiene el procedimiento de descarga, la batería se ha descargado casi por completo. Durante los primeros 2-3 ciclos, la batería no se cargará ni descargará a su capacidad máxima, pero en los siguientes ciclos verá que la cantidad de mAh cargados y descargados se acercará más y más a la capacidad de mA escrita en la etiqueta.

También puede observar que algunas marcas tienen una capacidad mAh real ligeramente mayor que la indicada, mientras que otras tienen una capacidad mAh real ligeramente menor. Una capacidad de mAh real más pequeña no significa que la batería esté mal, por lo general significa que podría ser más liviana que una capacidad comparable de mAh / Lipo de velocidad / Lipo de otra marca. En promedio, las baterías nuevas y buenas

deben descargarse cerca de su capacidad de mA declarada, cuando se descargan a 3.5v por celda a una tasa de descarga de 1C.

3.2.3. Ruedas

Tienen un neumático de silicona generosamente resistente que produce un agarre de tracción máxima cuando este sobrepuesto en el dohyo. El recubrimiento de silicona tiene un grosor de 40mm

3.2.4. Sensores

3.2.4.1. Sensores MR45

Se utilizan 2 sensores para la detección de nuestro oponente en el momento del concurso y es esencial el uso de un sensor de tipo reflexivo por infrarrojo tal como se ve en la figura 3.3.

Este tipo de sensor opera de acuerdo al principio de caída de la señal infrarroja reflejada en el detector. Con este principio detecta la longitud que se encuentra un objeto.

Para (Ávila & Ponce, 2016) la salida del sensor es una señal digital de alto 5v (1) o bajo 0v (0), como resultado de la detección de un objeto o no. Gracias a esta señal es mucho más sencillo que el algoritmo de búsqueda para su programación.



Figura 3. 3: Sensor fotoeléctrico Difuso MR 45
Elaborado por: Autor

Los sensores fotoeléctricos usan un haz de luz modulado que está roto o reflejado por el objetivo. El control consiste en un emisor (fuente de luz), un receptor para detectar la luz emitida y dispositivos electrónicos asociados que

evalúan y amplifican la señal detectada, lo que hace que el interruptor de salida de la fotoeléctrica cambie de estado. Todos están familiarizados con la simple aplicación de un sensor fotoeléctrico colocado en la entrada de una tienda para alertar a la presencia de un cliente. Esto, por supuesto, es solo una posible aplicación (Honeywell, 2012).

La luz modulada aumenta el rango de detección mientras reduce el efecto de la luz ambiental. La luz modulada se impulsa a una frecuencia específica entre 5 y 30 KHz. El sensor fotoeléctrico es capaz de distinguir la luz modulada de la luz ambiental. Las fuentes de luz utilizadas por estos sensores varían en el espectro de luz desde el verde visible al infrarrojo invisible. Generalmente se usan fuentes de diodos emisores de luz (LED) (Honeywell, 2012).

Es posible que dos dispositivos fotoeléctricos que operan muy cerca uno del otro puede causar interferencia. El problema puede ser rectificado con alineación o cubiertas. Las siguientes separaciones entre sensores se dan como punto de partida. En algunos casos, puede ser necesario aumentar la distancia entre los sensores (Honeywell, 2012).

Muchos entornos, particularmente aplicaciones industriales, incluyen polvo, suciedad, humo, humedad u otros contaminantes transportados por el aire. Un sensor que funciona en un entorno que contiene estos contaminantes requiere más luz para funcionar correctamente. Hay seis grados de contaminación: aire limpio (condición ideal, clima controlado o estéril), contaminación leve (áreas interiores, no industriales, edificios de oficinas), baja contaminación (almacén, industria ligera, operaciones de manejo de materiales), contaminación moderada (operaciones de molienda, alta humedad, vapor), alta contaminación (aire cargado de partículas pesadas, ambientes de lavado extremo, elevadores de grano), contaminación extrema / severa (depósitos de carbón, residuos en la lente) (Honeywell, 2012).

3.2.4.2. Sensores QRD-11

En general, todo material emite radiación. La intensidad y la longitud de onda dependen de la temperatura. Cada emisor negro ideal tiene la misma curva. El sol es casi un emisor negro. Para estos emisores, la curva siempre es similar. La posición del máximo depende de la temperatura. Para objetos fríos, se encuentra en el rango de las longitudes de onda larga como se aprecia en la figura 3.4.

Cuando la temperatura aumenta, se mueve hacia longitudes de onda cada vez más pequeñas (por ejemplo, el primer acero se ilumina en rojo, luego en amarillo y luego en azul). Para los emisores negros, es muy fácil determinar la temperatura. Solo tiene que medir la radiación en un determinado rango de longitud de onda, aquí en el rango infrarrojo. Estrictamente hablando, cuanto mayor es la temperatura del objeto a medir, menor puede ser el valor de la longitud de onda del sensor.

La señal medida está influenciada principalmente por dos factores. Esto lleva al hecho de que la señal obtenida por una medición simple no tiene una correlación directa con la temperatura. Al igual que otros tipos de sensores binarios, el sensor de infrarrojos es adecuado para aplicaciones en las que es importante que el sensor cambie cuando se alcanza un determinado umbral de conmutación. El valor real medido no se conoce. En este caso, esto no es necesario.



Figura 3. 4: Sensor reflectivo QRD-11
Elaborado por: Autor

Para el modelo de sensor que se usará en nuestro diseño electrónico es necesario lo siguiente: que se disminuya la disipación de potencia linealmente $1.33 \text{ mW} / ^\circ \text{C}$ por encima de $25 ^\circ \text{C}$. Se recomienda RMA flux. Se

recomiendan alcoholes de metanol o isopropilo como agentes de limpieza. Soldador 1/16 "(1.6 mm) de la carcasa. Siempre que los cables no estén bajo ninguna tensión de resorte. Es necesaria la distancia desde la cara del sensor a la superficie reflectante.

La conversación cruzada (ICX) es la corriente del colector medida con la corriente indicadora en el diodo de entrada y sin superficie reflectante. Medido con una tarjeta de prueba blanca neutral Eastman Kodak con 90% de reflejos difusos como superficie reflectante.

En general, es posible establecer la sensibilidad de los sensores fotoeléctricos, para algunas unidades por medio de un potenciómetro, para las unidades de la nueva generación mediante pulsadores. La diferencia entre estos métodos se explicará a continuación. Sensibilidad máxima, en fábrica la sensibilidad (del receptor) se establece en el valor máximo. La razón de esto es fácil de entender si se considera qué sensibilidad reducida. Esta reducción da como resultado una reducción del rango de detección máximo. A veces esto se interpreta como un desplazamiento de la curva hacia la izquierda, hacia rangos de detección más cortos. Sin embargo, este no es el caso. El gráfico se desplaza hacia abajo para reducir el exceso de ganancia.

Esta es la razón por la cual los sensores fotoeléctricos deben usarse con la máxima sensibilidad, si es posible.

El sensor de reflexión difusa es otro sensor fotoeléctrico para la detección de objetos. El principio de detección básico corresponde a un sensor retroreflectivo. El transmisor y el receptor también se incorporan en una sola unidad. Al igual que el sensor retroreflectante, el sensor de reflexión difusa evalúa la luz reflejada. Sin embargo, el sensor de tipo difuso no funciona con la luz reflejada por un reflector prismático o una lámina reflectante, sino con la luz reflejada por el objeto objetivo. Este es el principio de detección que se acerca más a los principios de funcionamiento de los interruptores de proximidad inductivos y capacitivos (del tipo D a IEC 60947-5-2).

Hay dos estados diferentes: objeto que no presente reflejo de la luz transmitida y que su luz transmitida golpea el objeto receptor percibido sin reflejo de la luz transmitida. Ninguna luz golpea el receptor ningún objeto detectado. Los estados de la salida de conmutación se necesitan revisar antes de realizar algún tipo de sondeo. En comparación con los sensores de haz de luz y retroreflectivos, el sensor de reflexión difusa tiene las siguientes ventajas: instalación simple ya que solo debe montarse una unidad, reflector no inutilizado o sucio, detección de objetos transparentes más seguros que con la luz de cruce o retroreflectiva sensor.

Sin embargo, cuando se utilizan sensores de reflexión difusa, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Dado que el reflejo directo de la luz por el objeto se detecta y evalúa, la detección de objetos depende en gran medida de la calidad de reflexión, es decir, las características de la superficie y el color del objeto (por ejemplo, liso, reflectante, blanco, gris, negro).
- b) Como la calidad reflectante de los objetos es en general más baja que la del reflector prismático, el rango máximo posible para detectar objetos es más corto que para los sensores retrovisores o de cruce (zona activa). No hay un punto de conmutación definido independiente del objeto, ya que este punto también depende de la calidad de reflexión del objeto.

3.2.5. Diagrama electrónico

Una vez establecidos los componentes periféricos más importantes para nuestro posible buen desarrollo tanto en la etapa de detección como en la etapa de desplazamiento. Se continúa con un diseño esquemático básico, que nos será de guía al momento de realizar el circuito electrónico total que necesariamente se debe diseñar para poder implementar un código difuso sin ningún tipo de limitación.

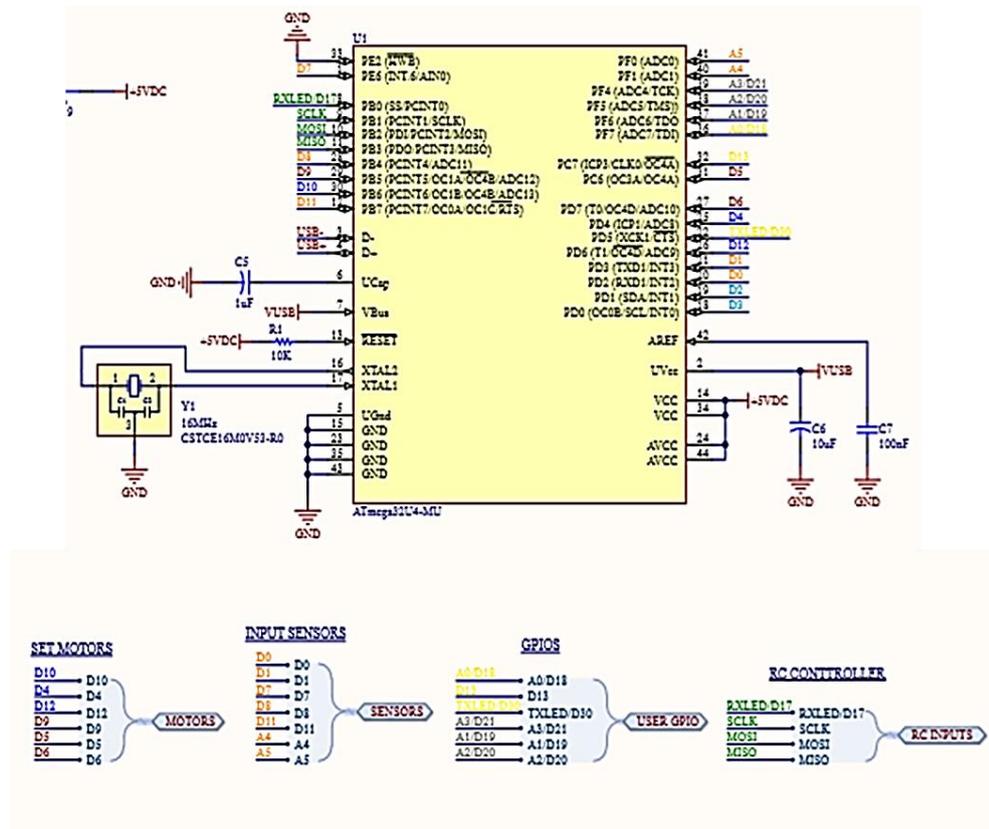


Figura 3. 5: Diagrama de distribución de componentes electrónicos al microcontrolador
Elaborado por: Autor

En los siguientes diagramas de las figuras 3.5, 3.6 y 3.7 se va a mostrar las etapas de detección, control y movimiento. Respectivamente se ha etiquetado el elemento electrónico que se va a utilizar para el desarrollo electrónico. Estos componentes son los que se encuentran disponibles en nuestro mercado comercial actualmente, y también, son los que mejor se desempeñan en referencia a sus competencias.

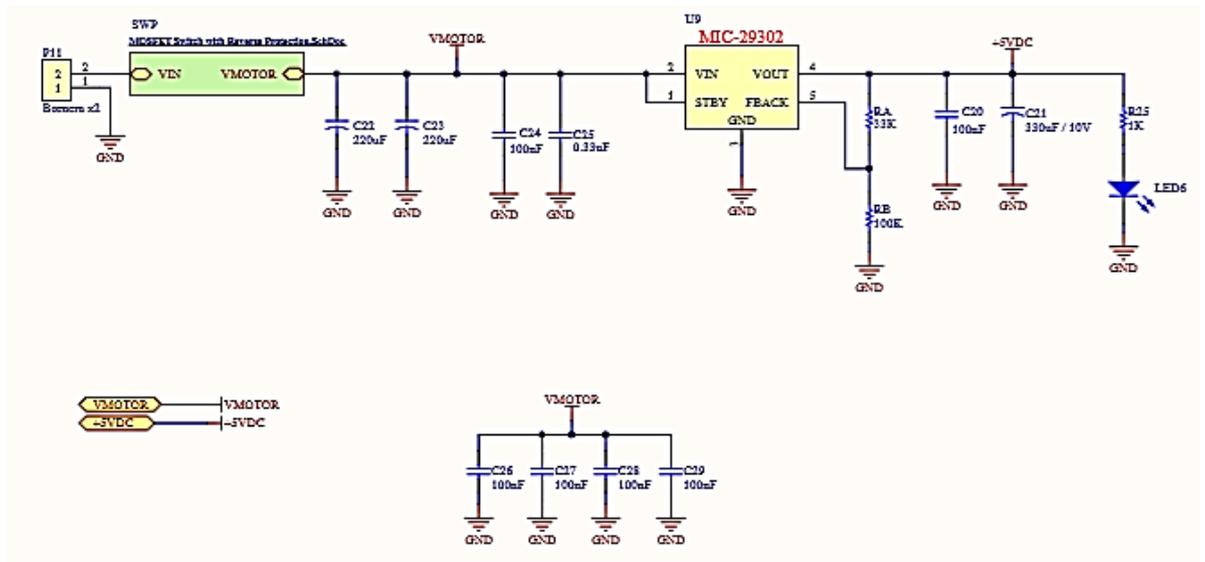


Figura 3. 6: Diagrama de distribución de etapa de regulación de tensión
Elaborado por: Autor

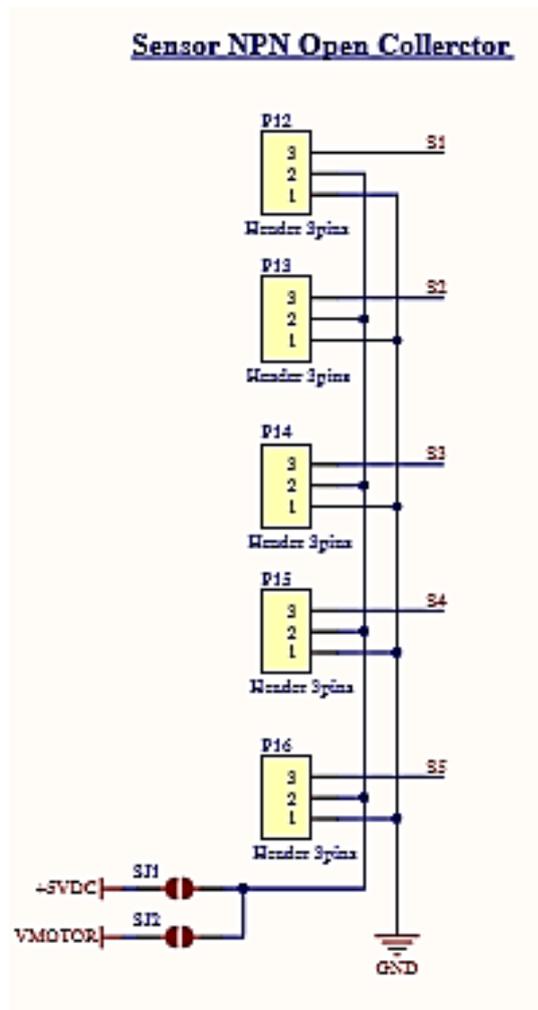


Figura 3. 7: Diagrama de distribución de etapa de detección de oponente
Elaborado por: Autor

3.2.6. Diseño electrónico de circuito impreso

Una vez elaborado el esquemático de los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento de nuestro prototipo, se procede a realizar el diseño del circuito impreso conocido por sus siglas en inglés como PCB. Este diseño de circuito electrónico se realizará en la plataforma de desarrollo de circuitos llamada Altium Designer, la cual he revisado y satisface todas las características necesarias para realizar un correcto diseño e impresión del circuito electrónico necesario para este proyecto.

Altium Designer, es un programa que cuenta con una plataforma de integración de software, GUI consistente para todos los editores y lectores de apoyo, Design Insight para la vista previa de documentos de diseño, gestión de versiones de diseño, compilador de diseño, gestión de archivos, interfaz de control de versiones y motor de scripts. Esquemático, es posible abrir, ver e imprimir documentos esquemáticos y bibliotecas en su plataforma. Motor de simulación VHDL, depurador integrado y visor de forma de onda, con soporte de terceros para ModelSim y Active-HDL.

Todas estas características mencionadas convierten a Altium Designer un programa con prestigio y reconocido entre ámbitos estudiantiles como un excelente programa de desarrollo de circuito electrónico impreso, simulación y mucho más.

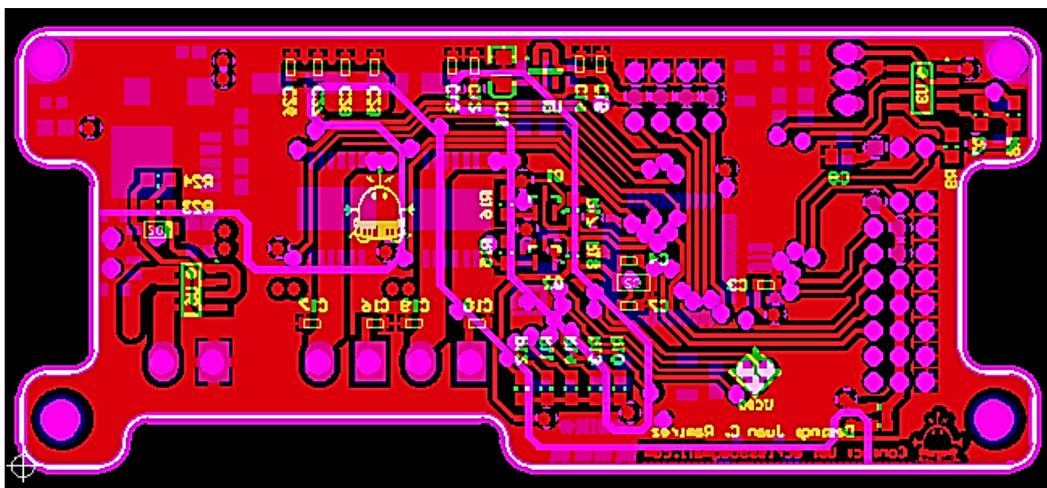


Figura 3. 8: Imagen de circuito electrónico diseñado para el prototipo sumo
Elaborado por: Autor

Se muestra el diseño realizado en Altium Designer en la figura 3.8 que satisface con nuestro objetivo de robot mini sumo utilizando un código de control difuso en su microcontrolador y en la figura 3.9 se aprecia la tarjeta terminada en 3D.

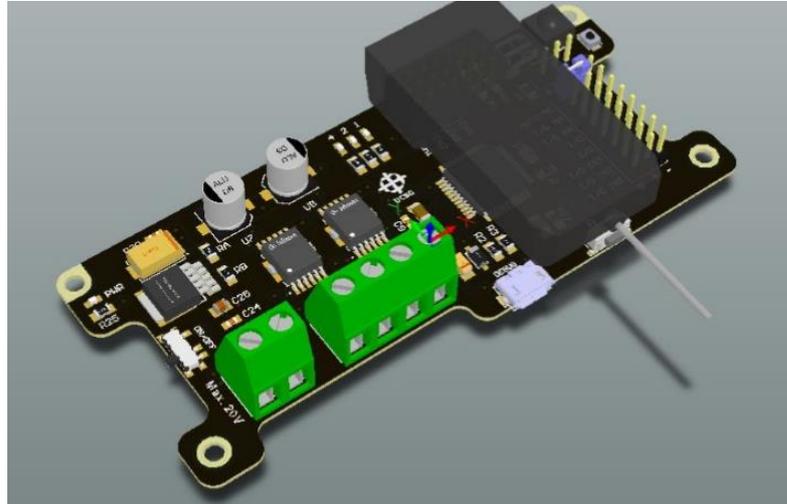


Figura 3. 9: Imagen de simulación en 3D de la tarjeta electrónica finalizada
Elaborado por: Autor

3.3. Software

Con referente al software, corresponde a la programación lógica que deberá ejecutar el prototipo al momento de competir. El robot sumo se sabe ya, que su principal objetivo es encontrar al oponente por medio de sus sensores fotoeléctricos y reaccionar con sus motores para posicionarse de forma correcta, y ejercer el mayor rango de fuerza y velocidad posible para sacar a su contrincante del área de competencia (Lequerica, 2016).

La programación que se implementara en el prototipo electrónico será mediante un control de lógica difusa que supervisara el ancho de pulso entregado a los motores para que el prototipo diferencie entre una búsqueda, una estrategia y un ataque que se aprecia en la figura 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15. Para realizar esta programación, se utilizará la plataforma de desarrollo propia de Arduino, debido a que el microcontrolador que se usa en el desarrollo de nuestra tarjeta electrónica es el mismo que utiliza Arduino en su modelo Arduino Leonardo.

```

#include <FuzzyRule.h>
#include <FuzzyComposition.h>
#include <Fuzzy.h>
#include <FuzzyRuleConsequent.h>
#include <FuzzyOutput.h>
#include <FuzzyInput.h>
#include <FuzzyIO.h>
#include <FuzzySet.h>
#include <FuzzyRuleAntecedent.h>

const int enPin = 5; // PWM se conecta al pin 1 del puente-H
const int in1Pin = 2; // Entrada 2 del puente-H
const int in2Pin = 4; // Entrada 7 del puente-H

```

Figura 3.10: Declaraciones de la librería difusa y variables de programación
Elaborado por: Autor

```

Fuzzy* fuzzy = new Fuzzy(); //Iniciando objeto

FuzzySet* demcerca = new FuzzySet(-20, -10, 5, 9); //Conjunto difuso Distancia demasiado cerca
FuzzySet* muycerca = new FuzzySet(14.5, 15, 15.5, 16); //Conjunto difuso Distancia muy cerca
FuzzySet* cerca = new FuzzySet(15.5, 20, 40, 50); //Conjunto difuso Distancia cerca
FuzzySet* media = new FuzzySet(45, 50, 70, 80); //Conjunto difuso Distancia promedio
FuzzySet* lejos = new FuzzySet(75, 80, 103, 103); //Conjunto difuso Distancia lejos

FuzzySet* Alto = new FuzzySet(0, 0, 0, 0); // Velocidad para detener
FuzzySet* Suave = new FuzzySet(0, 200, 500, 700); // Velocidad suave
FuzzySet* Media = new FuzzySet(600, 1200, 1800, 2000); // Velocidad medio
FuzzySet* Rapida = new FuzzySet(1900, 2200, 3000, 3500); // Velocidad rápido

```

Figura 3. 11: Asignación de reglas de correspondencia en variables
Elaborado por: Autor

```

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(in1Pin, OUTPUT); //Configura in1Pin como salida
  pinMode(in2Pin, OUTPUT); //Configura in2Pin como salida

  //Crear composición de entrada difusa distancia
  FuzzyInput* distance = new FuzzyInput(1);
  distance->addFuzzySet(demcerca); //Agrega fuzzzyset demasiado cerca a distancia
  distance->addFuzzySet(muycerca); //Agrega fuzzzyset muy cerca a distancia
  distance->addFuzzySet(cerca); //Agrega fuzzzyset cerca a distancia
  distance->addFuzzySet(media); //Agrega fuzzzyset media a distancia
  distance->addFuzzySet(lejos); //Agrega fuzzzyset lejos a distancia
  fuzzy->addFuzzyInput(distance); //Agrega entrada difusa al objeto difuso

  //Crear composición de entrada difusa vel
  FuzzyInput* vel = new FuzzyInput(2);
  vel->addFuzzySet(Alto); // Agregar fuzzzyset paro
  vel->addFuzzySet(Suave); // Agregar fuzzzyset lento
  vel->addFuzzySet(Media); // Agregar fuzzzyset medio
  vel->addFuzzySet(Rapida); //Agregar fuzzzyset rapido
  fuzzy->addFuzzyInput(vel); // Agrega entrada difusa al objeto difuso

```

Figura 3. 12: Configuración de las variables asignadas y respuesta de control de
velocidad

Elaborado por: Autor

```

//Crear composición de salida difusa velocidad
FuzzyOutput* salPWM = new FuzzyOutput(1); //Crea salida difusa velocidad
FuzzySet* rev = new FuzzySet(-4, -4, -3, 0);
salPWM->addFuzzySet(rev);// Agregar fuzzzyset paro a velocidad
FuzzySet* paro = new FuzzySet(-.5, 1, 1.5, 4);
salPWM->addFuzzySet(paros);// Agregar fuzzzyset paro a velocidad
FuzzySet* lenta = new FuzzySet(3.9, 5, 5.5, 6);
salPWM->addFuzzySet(lenta);// Agregar fuzzzyset lento a velocidad
FuzzySet* medio = new FuzzySet(5.5, 6, 7, 8);
salPWM->addFuzzySet(medio);// Agregar fuzzzyset medio a velocidad
FuzzySet* rapido = new FuzzySet(7.5, 9, 9, 9);
salPWM->addFuzzySet(rapido);//Agregar fuzzzyset rapido a velocidad
fuzzy->addFuzzyOutput(salPWM);// Agrega entrada difusa al objeto difuso

// Arma las reglas difusas. (Distancia)
// FuzzyRule l "IF distancia = muy cerca THEN salPWM = Paro"
FuzzyRuleAntecedent* ifdistancemuycerca = new FuzzyRuleAntecedent(); // Inicializando antecedente de la expresión
ifdistancemuycerca->joinSingle(muycerca); // Agregando FuzzySet correspondiente al antecedente
FuzzyRuleConsequent* thensalPWMparo = new FuzzyRuleConsequent(); // Inicializando consecuencia de la expresión
thensalPWMparo->addOutput(paros); // Agregando FuzzySet correspondiente a la consecuencia
// Instantiating a FuzzyRule object
FuzzyRule* fuzzyRule01 = new FuzzyRule(1, ifdistancemuycerca, thensalPWMparo);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01); // Agrega regla difusa al objeto difuso.

```

Figura 3. 13: Configuración de las variables asignadas y respuesta de control de distancia

Elaborado por: Autor

```

void loop(){
float dist = ultrasonico.Ranging(CM);
int rpm=getRPM();
Serial.println(rpm, DEC);
fuzzy->setInput(1, dist); //Agrega variable de entrada dist al objeto difuso
fuzzy->setInput(2, rpm); //Agrega variable de entrada dist al objeto difuso

fuzzy->fuzzify(); // Fuzificación

int ch = output1;
int speed = map(ch, 0, 9, 0, 255);

if ((ch <= 0))
{
digitalWrite(in1Pin,LOW);
digitalWrite(in2Pin,HIGH);
Serial.println(speed);
analogWrite(enPin, speed); }

else if ((ch >= 0))
{
digitalWrite(in1Pin,HIGH);
digitalWrite(in2Pin,LOW);
Serial.println(speed);
analogWrite(enPin, speed);
}
delay(200);
}

```

Figura 3. 14: Condiciones lógicas de respuesta a los motores

Elaborado por: Autor

```

Serial.print("Distancia: ");
Serial.print(dist);
Serial.println(" cm");
Serial.print("Pertenenencia a demasiado cerca (reversa): ");
Serial.println(demcerca->getPertinence()); //Imprime pertencia a conjunto demasiado cerca
Serial.print("Pertenenencia a ideal: ");
Serial.println(muycerca->getPertinence()); //Imprime pertencia a conjunto muy cerca
Serial.print("Pertenenencia a cerca: ");
Serial.println(cerca->getPertinence()); //Imprime pertencia a conjunto cerca
Serial.print("Pertenenencia a media: ");
Serial.println(media->getPertinence()); //Imprime pertencia a conjunto media
Serial.print("Pertenenencia a lejos: ");
Serial.println(lejos->getPertinence()); //Imprime pertencia a conjunto lejos

Serial.print("RPM: ");
Serial.println(rpm);
Serial.print("Pertenenencia a Alto: ");
Serial.println(Alto->getPertinence());
Serial.print("Pertenenencia a Lenta: ");
Serial.println(Suave->getPertinence());
Serial.print("Pertenenencia a Media: ");
Serial.println(Media->getPertinence());
Serial.print("Pertenenencia a Rapida: ");
Serial.println(Rapida->getPertinence());

```

Figura 3. 15: Muestra por pantalla de las reglas de correspondencia ejecutada en el microcontrolador

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

- Se han llevado a cabo investigaciones exhaustivas sobre la base de fuentes de información, tales como: proyectos de titulación, artículos de revistas científicas y libros publicados relacionados con el trabajo de tutoría. Después de haber revisado estos textos, se procedió a la descripción de la fundamentación teórica del microcontrolador Atmega de marca Atmel, lo que nos permitió aproximarnos a sus definiciones teóricas, sus características y su empleo para llevar a cabo tareas de control de robots.
- El diseño de la tarjeta electrónica fue realizado en el programa Altium Designer que es un programa eficiente para su correcto funcionamiento y se utilizaron elementos electrónicos de alta gama para su posterior ensamblaje.
- Se utilizaron herramientas y materiales electrónicos de alta calidad para darle buen acabado al chasis y al mecanismo del robot.
- El algoritmo difuso fue programado en la plataforma Arduino con librerías de fuzzy logic y nos arrojó buenos resultados para el funcionamiento del robot.
- El robot mínimo cumplió con todos los objetivos planteados, poniendo a prueba su funcionamiento en concurso de robótica de la ciudad de Machachi en la cual obtuvo el primer lugar por derrotar a todos sus oponentes.

4.2. Recomendaciones.

- Es primordial que al trabajar con la tarjeta electrónica hacerlo con mucho cuidado para no dañar de los elementos electrónicos que van ensamblados en la tarjeta.

- Para cumplir con todos los logros de la implementación es importante tener en cuenta el tiempo con las fechas que establece la universidad y hacer un cronograma con las actividades a realizar para dicha implementación y poder cumplirlas a cabalidad.

Bibliografía

- Alsina, G. (2015). Microcontroladores de sensores - diarioelectronico hoy.com. Recuperado a partir de <https://www.diarioelectronico hoy.com/microcontroladores-de-sensores/>
- Ávila, N., & Ponce, J. (2016). Diseño e implementación de dos robots móviles autónomos para la batalla de robots minisumo y microsumo. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6614>
- Barra, O. (2010). Microcontroladores PIC con programación PBP (1era ed.). Madrid: Ra-Ma.
- Barrientos, A., Pen, L. F., & Balaguer, C. (2007). Fundamentos de robótica (2a. ed.). España: McGraw-Hill España.
- Calcutt, D. M., Cowan, F. J., & Parchizadeh, G. H. (2004). 8051 microcontrollers: an applications-based introduction. Oxford: Newnes. Recuperado a partir de <http://www.myilibrary.com?id=96411>
- Espinosa, F. (2012). Los microcontroladores avr de atmel. Oaxaca: Reina Ortiz Escamilla. Recuperado a partir de <http://www.utm.mx/~fsantiago/>
- García, E. (2015). Robots (1era ed.). Madrid. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/id/11072585>
- García, J. (2009). Sistemas con lógica difusa (1era ed.). México D.F.: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/id/10458049>
- Lequerica, J. (2016). Arduino para jóvenes y no tan jóvenes (1era ed.). Madrid: Anaya Multimedia.

- Mandado, E. (2015). *Sistemas electrónicos digitales* (1era ed.). Barcelona: Marcombo.
- Mora García, J. (2015). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos* (1era ed.). Antequera, Málaga: IC Editorial.
- Muller, N. J. (2002). *Tecnología Bluetooth* (1.^a ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Ortega, A. (2016). *La imparable marcha de los robots* (1era ed.). Madrid: Alianza.
- Rentería, A., & Rivas, M. (2000). *Robótica: fundamentos y aplicaciones*. España: McGraw-Hill.
- Roldán Martínez, D. (2004). *Comunicaciones inalámbricas: un enfoque aplicado*. Madrid: Ra-Ma.
- Rossano, V. (2009). *Electrónica & microcontroladores PIC: guía práctica de programación* (1era ed.). Buenos Aires: Gradi.
- Sánchez Martín, F. M., Millán Rodríguez, F., Salvador Bayarri, J., Palou Redorta, J., Rodríguez Escovar, F., Esquena Fernández, S., & Villavicencio Mavrich, H. (2007). *Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al robot Da Vinci (Parte I)*. *Actas Urológicas Españolas*, 31(2), 69-76.
- Smeed, V. E. (1986). *Introducing radio control model boats* (2.^a ed.). London: Argus Books.
- Tavernier, C. (1997). *Microcontroladores de 4 y 8 bits* (1era ed.). Madrid: Paraninfo.
- Tse, D., & Viswanath, P. (2005). *Fundamentals of wireless communication*. Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press.

Vesga, J. (2008). Microcontroladores motorola-freescale: programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria (1era ed.). Barcelona: Marcombo.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramírez Campoverde, Juan Carlos** con C.C: # 092115553-7 autor del Trabajo de Titulación: **Implementación de algoritmo de lógica difusa utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 como estrategias de lucha en la categoría minisumo** previo a la obtención del título de **INGENIERO 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, 5 de Marzo de 2018

f. _____
Nombre: Ramírez Campoverde, Juan Carlos
C.C: 092115553-7



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Implementación de algoritmo de lógica difusa utilizando el microcontrolador Atmega 32u4 como estrategias de lucha en la categoría minisumo		
AUTOR(ES)	RAMÍREZ CAMPOVERDE, JUAN CARLOS		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	M. Sc. EDWIN F. PALACIOS MELÉNDEZ		
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:	5 de Marzo de 2018	No. DE PÁGINAS:	77
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas Microcontroladores, Comunicaciones Inalámbricas y Sistemas Electrónicos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	ELECTRONICA, MICROCONTROLADORES, ROBOT, ROBOTICA, PROGRAMACION, ALGORITMOS.		
RESUMEN/ABSTRACT			
<p>En el presente trabajo de titulación se emplean todos los conocimientos adquiridos en la carrera planteando en el capítulo 1 sus objetivos la problemática y su debida justificación, la hipótesis y su metodología de investigación; en el capítulo 2 su fundamentación teórica y bases para la posterior implementación; en el capítulo 3 la descripción de la construcción del robot y sus partes e implementa una tarjeta controladora de diseño propio y a esta se la programo en la plataforma Arduino con la librería de lógica difusa usando un microcontrolador Atmega para darle autonomía a un robot minisumo y pueda competir en concursos de robótica que participa la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; en el capítulo 4 se agregaron las conclusiones y recomendación de la implementaciones indicando los logros obtenidos y los cuidados que se debe tener para construir un robot minisumo, finalmente se presentó el robot minisumo físicamente y se lo puso a prueba.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593981447512	E-mail: juancar_5000@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):			