

Universidad Tecnológica de El Salvador

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS
TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE**



TEMA:

**"SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DE LUCES QUE APOYEN A
LAS LABORES DIURNAS DEL LABORATORIO DE HARDWARE DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR"**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

ALFARO GRIJALVA, RAÚL ALEXANDER

LEÓN ALEJO, LUIS DAVID

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE

SEPTIEMBRE, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

AUTORIDADES

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

RECTOR

LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA ROMERO

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA

DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. JOSÉ MAURICIO RIVERA

PRESIDENTE

ING. OMAR OTONIEL FLORES CORTEZ

PRIMER VOCAL

ING. JULIO CESAR ROSALES BARRERA

SEGUNDO VOCAL

SEPTIEMBRE, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA



ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Ing. Omar Otoniel Flores Cortez, Ing. Julio César Rosales Barrera, Ing. José Mauricio Rivera,
a las 6:30a.m. del día Martes, 23 de junio de dos mil quince.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 1- Raúl Alexander Alfaro Grijalva | Carnet 28-1852-2013 |
| 2- Luis David Leon Alejo | Carnet 28-6626-2012 |

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Sistema de control automatizado de luces que apoyen a las labores diurnas del laboratorio de hardware de la UTEC"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

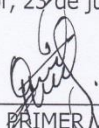
TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

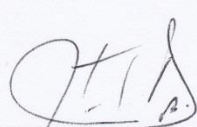
Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA DEL MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

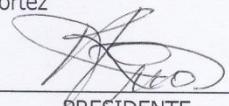
APROBADO

YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, 23 de junio de dos mil cinco.

F. 
PRIMER VOCAL
Ing. Omar Otoniel Flores Cortez

F. 
SEGUNDO VOCAL
Ing. Julio César Rosales Barrera

F. 
PRESIDENTE
Ing. José Mauricio Rivera

Agradecimiento

Doy gracias primeramente a Dios Todopoderoso por los logros hoy alcanzados, por el tiempo de vida, prosperidad y salud, para poder seguir adelante en estos tiempos difíciles, agradezco a mi madre Edith Marleni Grijalva por ser el medio sublime por el cuál Dios me dio el soplo divino de la vida. La que me forjó y guió en mis primeros pasos, quien me cobijó y me dio abrigo y hacer que mis días sean llenos de la seguridad de su amor.

A mis hermanas Ana Briseida Alfaro y Jessica Elizabeth Alfaro a mi abuela Blanca Edith Cortez y a mi tío José Osvaldo Grijalva, ya que ellos me han apoyado y siguen apoyándome en mi vida tanto en mis triunfos y fracaso.

A mi amigo y compañero de tesis quien me enseñó a esforzarme más en el estudio y a todos los compañeros de la Universidad que de una u otra forma me han ayudado a obtener este triunfo, que hoy comparto gracias con todos ellos.

Así también a los maestros, que durante mi formación académica han contribuido a fortalecer mis conocimientos dentro de la institución agradezco todo el esfuerzo de cada uno de ellos y ellas.

Raúl Alfaro.

Agradecimiento

A Dios todopoderoso por ser mi fuerza, mi escudo y espada, por guiarme todo este tiempo en el buen camino, por la sabiduría para poder salir adelante y principalmente agradecerle por este logro y por todas las bendiciones en mi vida.

A mi madre Marina del Carmen Alejo, por ser la mejor y darme siempre su apoyo y consejo todo este tiempo, mi padre José Luis León, por su comprensión y por el consejo de que el estudio es el primer paso para crecer profesionalmente.

A mis hermanos Melvin León, Maritza León, Osiris León y Daniel León por ser los mejores hermanos, por brindarme su ayuda y cariño en cada momento.

A mi novia Dolores Isabel Torres quien me apoyo, ayudo y alentó en mis momentos difíciles y desveladas, por darme su amor, confianza, y por haber creído en mí, le dedico este logro que nos acerca más a nuestro más anhelado sueño.

A Raúl Alfaro, por ser un gran amigo, por el trabajo en equipo como compañero de tesis, por encargarse de todas las cosas en las cuales mi trabajo me impedía colaborarle y a todos mis demás compañeros, porque de todos ellos he aprendido.

A mi jefe Oscar Ascencio por ser una gran persona, por el apoyo que recibí de su parte, por modificar mis horarios de trabajo incontables veces y por todos los permisos concedidos por mi estudio durante cada uno de los ciclos, que culminan con mi técnico.

David León.

Índice.

Introducción.....	i
-------------------	---

Capítulo I Situación actual.

1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Enunciado del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Delimitaciones.....	4
1.6 Alcances.....	5
1.7 Estudio de Factibilidad.....	6
1.7.1 Factibilidad Económica.....	6
1.7.2 Factibilidad Técnica.....	9
1.7.3 Análisis General de la Factibilidad.....	14

Capítulo II Documentación técnica.

2.1 Marco teórico de referencia.....	16
2.1.1 Edificios inteligentes y domótica.....	16
2.1.2 Inmótica.....	18
2.1.3 Aplicaciones de la domótica.....	19
2.1.3.1 En el ámbito del ahorro energético.....	20
2.1.3.1 En el ámbito del nivel de confort.....	20
2.1.3.2 En el ámbito de la seguridad.....	20
2.1.3.3 En el ámbito de las comunicaciones.....	21
2.1.4 Estructura de una instalación domótica.....	21
2.1.5 La arquitectura del sistema domótico.....	23

2.1.6 ¿Qué es la robótica?.....	26
2.1.7 Las tres leyes de la robótica.....	27
2.1.8 Tipos de robot.....	27
2.1.9 Características de un sistema robótico.....	29
2.1.10 Componentes de los robots.....	30
2.1.11 ¿Qué es Arduino?.....	32
2.1.12 ¿Para qué sirve Arduino?.....	32
2.1.13 Tipos de Arduino.....	33
2.2 Marco teórico de la solución.....	43
2.2.1 Producto 1 y 2: Sistema robótico instalado y funcional dentro del laboratorio de hardware.....	43
2.2.2 Producto 3: Control remoto.....	47
2.3 Marco teórico conceptual.....	48
2.4 Documentación técnica.....	50
2.4.1 Arduino Mega.....	50
2.4.2 Motor paso a paso.....	51
2.4.3 Sensor PIR.....	52
2.4.4 RTC.....	53
2.4.5 Buzzer.....	55
2.4.6 Display LCD.....	56

Capítulo III Desarrollo de la solución.

3.1 Propuesta de la solución.....	57
3.1.1 Algoritmo del programa.....	66
3.1.2 Esquema electrónico.....	67
3.1.3 Sketch (software de gobierno).....	68
3.2 Conclusiones.....	84
3.3 Recomendaciones.....	85
Referencias.....	87

Anexo 1.....	89
Matriz de congruencia.....	89
Anexo 2.....	90
Fotos diseño, prueba y ensamblaje.....	90

Introducción.

El primer capítulo del proyecto se enfoca en la creación de un sistema robótico que beneficie en comodidad al Laboratorio de Hardware de la Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas de la Universidad Tecnológica de El Salvador. El laboratorio utiliza un control de luminaria que ocasiona pérdidas en consumo eléctrico, lo cual requiere una solución. La implementación de este sistema robótico no solo proveerá una comodidad al laboratorio, sino que también beneficiará de forma educativa a la Facultad.

La situación problemática que presenta el Laboratorio de Hardware debido al consumo innecesario de energía eléctrica, establece como justificación la implementación de un sistema automatizado que controle las luminarias y brinden apoyo durante las actividades que se realizan durante todo un ciclo.

También se realizó un estudio de factibilidad económico que proporciona los precios de los materiales cotizados hasta marzo de 2015 para la implementación del proyecto y un estudio de factibilidad técnico que establece las características que los materiales requieren para la funcionalidad óptima del proyecto. Y en base a estos estudios se procedió a realizar un segundo estudio de análisis general de factibilidad, que profundiza por qué los elementos elegidos en base a alcance económico y características técnicas, son los adecuados para el diseño, creación, programación e implementación del proyecto.

Se plantea el capítulo II documentación técnica presentada que contiene la investigación realizada para poder desarrollar un sistema de control automatizado de luminarias dando a conocer una amplia información sobre los conceptos básicos de domótica e inmótica, robótica y Arduino una descripción de las áreas retomadas dentro de estos temas que son: aplicaciones de domótica, el ámbito de ahorro energético de confort, seguridad, comunicaciones y la estructura de una instalación domótica, que es robótica, las tres leyes de la robótica tipos de robot y características de un sistema robótico, que es Arduino para que sirve y los tipos de Arduino de todo este contenido en el marco teórico de referencia.

También permite el desarrollo del marco teórico de la solución donde se enmarca la elaboración de los productos expuestos en los alcances a lograr y se definen los accesorios a utilizar y su elaboración dentro del proyecto.

La investigación también nos lleva al marco teórico conceptual, que se refiere a los conceptos más básicos sobre la domótica y robótica de los cuales ayudaran a entender mejor el documento.

También es importante conocer los accesorios a utilizar por lo que en la documentación técnica se hace la descripción básica de los componentes a utilizar sobre sus características, requisitos y funcionamiento.

El capítulo III es la fase final del proyecto, a continuación se presentan los recursos y productos que integrados resuelven la situación problemática planteada en el capítulo I, se proporciona la información necesaria y esencial que une estos recursos y los hace trabajar en unidad, creando el sistema embebido que será instalado mediante la programación realizada en el IDE de Arduino al microcontrolador de la plataforma Arduino modelo Mega, el cual es el cerebro del prototipo, este microcontrolador es el encargado de leer las instrucciones programadas, luego procede a descifrarlas para tomar una decisión de lo que hará según los datos recogidos y en base a esta decisión decide que acción realizar.

El proyecto es desarrollado con un fin domótico que brinde comodidad al usuario, pero el mecanismo que realiza esta función, solo es posible, gracias a la implementación de la robótica en el prototipo, por lo tanto las recomendaciones planteadas se basan en estas dos ramas de la informática que son esenciales para la culminación total y final del Sistema de control automatizado de luces que apoyen a las labores diurnas del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Capítulo I Planteamiento de la solución.

1.1 Situación problemática.

Actualmente la Universidad Tecnológica de El Salvador cuenta con un Laboratorio de Hardware destinado para diversas actividades de enseñanza y aprendizaje, entre las cuales están clases de informática, horas de práctica libre, prácticas con equipo de hardware y diversos seminarios. Además, cuenta con 65 equipos HP y 35 ordenadores clones para el uso de los universitarios en las actividades mencionadas.

El Laboratorio de Hardware cuenta con un sistema de iluminación dividido en dos sectores, accionado por un único interruptor doble localizado al lado derecho de la entrada. A veces, algunos grupos de clase con poco alumnado utilizan el laboratorio, pero solo requieren la iluminación de un sector de éste. Al estar encendidas las luminarias del otro sector sin necesidad de estarlas, se incurre en un gasto innecesario de energía eléctrica y de horas de vida de las luminarias. Si el laboratorio contará con un sistema automatizado a control remoto que conmute desde cualquier punto del salón el interruptor de la entrada, se tendría una forma novedosa de incentivar la cultura preventiva y ahorrativa de energía eléctrica.

Por otra parte, la iluminación en el laboratorio es usualmente necesaria hasta las ocho de la noche, hora de cierre de instalaciones y de retiro del personal y alumnado. Se da a

menudo el caso que, al retirarse el docente y los alumnos, se olvidan de apagar las luminarias, por lo que éstas se mantienen encendidas más tiempo del necesario. Esto ocasiona, igual que en el caso anterior, un consumo adicional de energía eléctrica, con su consecuente incremento de facturación, y una reducción del tiempo de vida de las luminarias. Si el laboratorio contará con un sistema automatizado de control de iluminación que, además de ser controlado remotamente, proporcione una función de encendido y apagado automático, se evitaría este inconveniente.

1.2 Enunciado del problema.

¿De qué forma se puede brindar apoyo y comodidad al encendido y apagado de las luminarias del Laboratorio de Hardware?

1.3 Justificación.

El sistema de control automatizado de luminarias brindará comodidad al usuario y ahorro de energía eléctrica a la Universidad Tecnológica de El Salvador. El sistema efectuará encendidos y apagados automáticos cuando el laboratorio inicie y finalice las actividades. Además, incluirá un mecanismo de control remoto que controle los estados ON y OFF de las luminarias desde cualquier punto dentro del laboratorio.

El usuario dispondrá de un control total de los dos sectores de la luminaria del Laboratorio de Hardware, a través de un sistema automatizado a control remoto que

accione el tablero de conmutación y además proporcione un encendido o apagado automático de las luminarias. De esta forma se evita el mal aprovechamiento de energía eléctrica y la pérdida de tiempo de vida de las luminarias, ya que se pondrá controlar cualquier sector de la luminaria en el laboratorio con un control remoto, presionando tan solo un botón.

Además, como el sistema automatizado de control de luminarias involucra la robótica y la domótica, servirá como material de apoyo pedagógico a los futuros grupos de clase de electrónica de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

El sistema propuesto de control de luminarias beneficiará a la Universidad Tecnológica de El Salvador en los siguientes puntos:

- Comodidad de control en el encendido y apagado de las luminarias.
- Reducción del consumo de energía eléctrica.
- Mayor aprovechamiento del tiempo de vida de las luminarias.
- Proveer a la cátedra de los futuros grupos de clase de electrónica con un ejemplo práctico de aplicación de la robótica y la domótica a la vida cotidiana.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

- Implementar un sistema robótico controlado remotamente para el conmutado automatizado de las luminarias del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica.

1.4.2 Objetivos específicos.

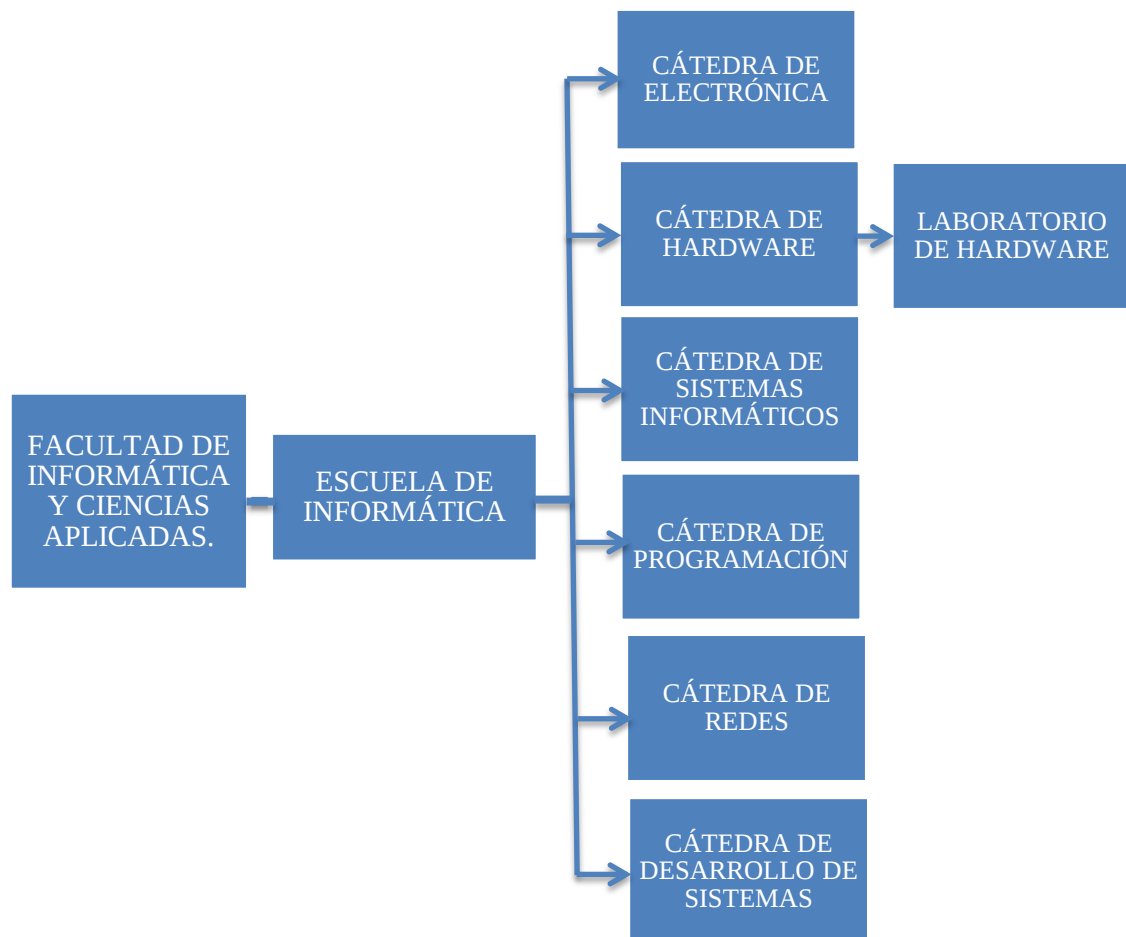
- Diseñar un circuito robótico que, controlado remotamente, conmute la luminaria del Laboratorio de Hardware.
- Programar el sistema robótico para conmutar automáticamente las luminarias, cuando el laboratorio inicie y finalice actividades diarias.
- Instalar físicamente el sistema robótico sobre los interruptores de las luminarias del Laboratorio de Hardware.

1.5 Delimitaciones.

Geográfica: Laboratorio de Hardware, 5° Nivel, Edificio Francisco Morazán, Universidad Tecnológica de EL Salvador, 19 Avenida Norte 19 AV Sur, San Salvador.

Temporal: Ciclo 01-2015, Abril a Junio 2015

Organizativa:



1.6 Alcances.

La transcendencia de los alcances establecidos, genera las promesas que conlleva el proyecto y que serán tangibles en base a un producto final para el beneficio de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

PROMESA	PRODUCTO
Diseñar un circuito robótico que, controlado remotamente, conmute la luminaria del Laboratorio de Hardware.	Sistema robótico instalado y funcional dentro del Laboratorio de Hardware.
Instalar físicamente el sistema robótico sobre los interruptores de las luminarias del Laboratorio de Hardware.	
Programar el sistema robótico para conmutar automáticamente las luminarias, cuando el laboratorio inicie y finalice actividades diarias.	Control remoto.

1.7 Estudio de factibilidad.

1.7.1 Factibilidad económica.

Componente: Plataforma Arduino			
Opción:	Uno	Mega	Leonardo
Precio:	\$28.00	\$37.00	\$24.10
Lugar:	Electrónica 2001	Electrónica 2001	www.amazon.com
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el Arduino Leonardo es el más indicado.		

Componente: Sensor de detección.			
Opción:	Sonido	Movimiento	Luz
Precio:	\$7.50	\$5.00	\$10.21
Lugar:	www.amazon.com	Electrónica 2001	www.amazon.com
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el sensor de movimiento es el más indicado.		

Componente: Motor para conmutar las luminarias.			
Opción:	Servomotor	Motor DC	Paso a Paso
Precio:	\$2.30	\$4.00	\$4.90
Lugar:	www.ebay.com	www.ebay.com	Electrónica 2001
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el servomotor es el más indicado		

Componente: RTC (Real Time Clock)			
Opción:	DS1307	DS1302	DS3231
Precio:	\$1.13	\$1.05	\$1.11
Lugar:	www.ebay.com	www.ebay.com	www.amazon.com
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el DS1302 es el más indicado.		

Componente: Sensor receptor de señales físicas			
Opción:	Bluetooth	Infrarrojo+control remoto	Teclado 16 teclas
Precio:	\$12	\$6.25	\$3.54
Lugar:	Electrónica 2001	Electrónica 2001	www.ebay.com
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el teclado es el más indicado.		

Componente: Integrado / chip			
Opción:	L293D	ULN2003	ULN2803a
Precio:	\$1.25	\$1.27	\$1.50
Lugar:	Electrónica 2001	www.ebay.com	Electrónica 2001
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el L293D es el más indicado.		

Componente: Buzzer			
Opción:	Buzzer piezo 3-24v	Buzzer 3-15v	Buzzer DC 5v
Precio:	\$2.00	\$1.75	\$1.39
Lugar:	Electrónica 2001	Electrónica 2001	www.ebay.com
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el Buzzer DC es el más indicado.		

Componente: Display			
Opción:	Lcd 16x2	Lcd 4x20	Lcd 16x2 shield
Precio:	\$14.50	\$27.75	\$19.70
Lugar:	Electrónica 2001	www.ebay.com	Electrónica 2001
Análisis:	De acuerdo a la evaluación de precio el Lcd 16x2 es el más indicado.		

1.7.2 Factibilidad técnica.

COMPONENTE: Microcontrolador Arduino.							
SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas	Ponderación	Arduino Uno		Arduino Mega		Arduino Leonardo	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Velocidad.	20%	1	20%	2	40%	2	40%
Cantidad de entradas y salidas.	30%	1	30%	2	60%	1	30%
Lenguaje de programación.	20%	2	40%	2	40%	2	40%
Voltaje	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Tamaño	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Memoria.	30%	1	30%	2	60%	1	30%
Total.	100%		160%		%240		%180
Porcentaje Final.	Total/2		80%		%120		%90

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el Arduino Omega es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: Sensor de detección.							
SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 80%							
Características técnicas.	Ponderación	Sonido		Movimiento		Luz	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Velocidad.	20%	0	0%	2	40%	1	20%
Tamaño.	20%	1	20%	2	40%	1	20%
Exactitud de respuesta.	20%	0	0%	2	40%	2	40%
Interface.	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Resolución	20	2	40%	2	40%	2	20%
Sensibilidad	10	1	10%	2	20%	2	20%

Total.	100%		90%		%200		140%
Porcentaje Final.	Total/2		45%		%100		%70

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el sensor de movimiento es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: Motor para conmutar las luminarias. SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas.	Ponderación	Servomotor		Motor DC		Paso a Paso	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Giro.	30%	1	30%	0	0%	2	60%
Fuerza.	25%	1	25%	2	50%	2	50%
Conexión.	10%	1	10%	0	0%	2	20%
Voltaje.	10%	1	10%	1	10%	2	20%
Tamaño	10%	1	10%	1	10%	2	20%
Velocidad	15%	1	15%	1	15%	2	30%
Total.	100%		100%		85%		200%
Porcentaje Final.	Total/2		50%		42.5%		%100

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el motor paso a paso es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: RTC (Real Time Clock).							
SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas.	Ponderación	DS1307		DS1302		DS3231	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Exactitud.	30%	2	60%	2	60%	2	60%
Temperatura.	20%	1	20%	2	40%	1	20%
Conexión.	20%	1	20%	2	40%	2	40%
Tamaño.	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Voltaje.	10%	1	10%	2	20%	2	20%
Dimensiones	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Total.	100%		150%		200%	2	180%
Porcentaje Final.	Total/2		75%		100%		90%

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el RTC DS1302 es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: Sensor receptor de señales físicas.							
SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas.	Ponderación	Bluetooth		Infrarrojo+control remoto		Teclado 16 teclas	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Rango	30%	2	30%	2	20%	0	5%
Programación	20%	1	10%	2	20%	2	20%
Fácil manejo	20%	2	15%	2	20%	1	20%
Tamaño.	10%	2	5%	2	10%	0	5%
Voltaje.	10%	2	10%	2	10%	2	10%
Dimensiones	10%	2	5%	2	10%	2	5%
Total.	100%		75%		90%		65%
Porcentaje Final.	Total/2		37.5%		45%		32.5%

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el Infrarrojo + control remoto es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: Integrado / chip SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas.	Ponderación	L293D		ULN2003		ULN2803a	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Encapsulado	35%	1	20%	1	25%	2	35%
Potencia.	20%	2	20%	2	20%	2	20%
Resistencia	15%	2	20%	2	15%	2	30%
Tamaño.	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Voltaje/entrada	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Voltaje/salida	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Total.	100%		120%		120%	2	145%
Porcentaje Final.	Total/2		60%		60%		72.5%

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el ULN2803a es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: Buzzer. SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas.	Ponderación	Buzzer piezo 3-24v		Buzzer 3-15v		Buzzer DC 5v	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Salida sonido	30%	2	30%	2	20%	2	5%
Modular	30%	2	30%	0	0%	0	0%
Modo de operación	10%	2	10%	2	10%	2	10%

Dimensiones	10%	1	5%	2	10%	2	10%
Voltaje.	10%	2	10%	2	10%	2	10%
Numero de pines	10%	2	10%	1	5%	1	5%
Total.	100%		95%		55%		40%
Porcentaje Final.	Total/2		47.5%		27.5%		20%

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el Buzzer piezo 3-24v es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

COMPONENTE: Display.							
SE REQUIERE UN NIVEL DE CALIFICACION DEL 90%							
Características técnicas.	Ponderación	Lcd 16x2		Lcd 4x20		Lcd 16x2 shield	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Cantidad de caracteres.	20%	2	20%	2	30%	2	20%
Programación	10%	2	10%	2	10%	2	20%
Temperatura	20%	2	20%	2	20%	2	20%
Adaptación con Arduino	30%	2	20%	2	10%	2	30%
Voltaje.	10%	2	10%	1	10%	2	10%
Dimensiones	10%	2	10%	0	0%	2	10%
Total.	100%		90%		80%		110%
Porcentaje Final.	Total/2		47.5%		40%		55%

Valores: No aplica = 0; Aplica a medias = 1; Si aplica en su totalidad = 2.

De acuerdo al cuadro técnico de calificación el Lcd 16x2 shield es el indicado con mejor porcentaje para cumplir los requisitos.

1.7.3 Análisis general de la factibilidad.

A continuación se presenta el siguiente cuadro de análisis general de factibilidad, el cual determina que producto es el más indicado para el proyecto, en base a los estudios de factibilidad económico y técnico.

PRODUCTO A UTILIZAR	ANÁLISIS	ELECCIÓN
PLATAFORMA ARDUINO.	En base a lo económico Arduino Leonardo seria el indicado pero el proyecto requiere de más pines digitales y una memoria de 128 KB para generar un rápido arranque, por lo tanto se ocupara la plataforma Arduino omega.	ARDUINO MEGA
SENSOR DE DETECCIÓN.	En base a lo económico y técnico el sensor de movimiento es el más indicado y cumple con los requisitos adecuados para la implementación del proyecto ya que es más preciso al detectar una acción.	SENSOR DE MOVIMIENTO
MOTOR PARA CONMUTAR LAS LUMINARIAS.	En base a lo económico el servo motor es el más indicado, pero el proyecto requiere el uso de un motor paso a paso ya que cumple por tener un alto rango de rotación y mayor fuerza a comparación de los otros dos.	MOTOR PASO A PASO
RTC (REAL TIME CLOCK)	De acuerdo a la factibilidad económica el DS1302 es el más indicado y la factibilidad técnica determina que cumple con los requisitos técnicos para la implementación del proyecto.	RTC DS1302

SENSOR RECEPTOR DE SEÑALES FÍSICAS	De acuerdo a la factibilidad económica, el teclado de 16 caracteres es el más indicado. Pero debido a que se necesita controlar el interruptor desde cualquier distancia dentro del salón, se ocupará el infrarrojo + control remoto	INFRARROJO + CONTROL REMOTO
INTEGRADO/CHIP	El estudio de factibilidad económica determina que el integrado L293D es elemento de menor costo, y el estudio de factibilidad técnica revela que para el proyecto se requiere utilizar del integrado ULN2803a ya que al poseer 16 pines, puede controlar dos motores paso a paso unipolares, y esta es exacta la cantidad de motores a utilizar en el proyecto.	ULN2803a
BUZZER	La factibilidad económica declara como mejor opción al Buzzer DC por su bajo precio. Mientras que la factibilidad económica determina que el Buzzer piezo es el indicado y con una más fácil implementación en el proyecto.	BUZZER PIEZO
DISPLAY	El lcd 16x2 en base a la factibilidad económica es la mejor opción. Sin embargo la conexión de este lcd es a base de cables, por lo tanto la factibilidad técnica indica que el uso del Lcd 16x2 shield resuelve la conexión con Arduino al solo ser colocado como un adicionamiento sobre Arduino Mega	LCD 16X2 SHIELD

Capítulo II Documentación técnica.

2.1 Marco teórico de referencia.

En el Capítulo II se presenta una documentación recopilada de diversas fuentes, la cual es de suma importancia para la implementación del proyecto, ya que esta requiere de conocimientos de domótica y robótica, los cuales se presentan en este apartado. También, se provee información sobre la plataforma Arduino, la cual es la base del proyecto, y además une los dos temas antes mencionados con el fin de que sensores, microcontrolador y actuadores trabajen en conjunto para el desarrollo de un sistema automatizado.

2.1.1 Edificios inteligentes y domótica.

El origen de la domótica se remota a la década de los setenta. Tras muchas investigaciones aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la aún exitosa tecnología X-10. Durante los años siguientes la comunidad internacional mostró un creciente interés por la búsqueda de la casa ideal, comenzando con diversos ensayos con avanzados electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar. Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo, en Estados Unidos y se limitaban a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas y poco más. Más tarde, tras el auge de las PC (Personal Computers) a finales de la década de los 80 y

principios de la de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los SCE (Sistema de Cableado Estructurado) para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas repartidas por todo el edificio. Además de los datos, estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y seguridad, por lo que a estos edificios, que disponían de un SCE, se les empezó a llamar **edificios inteligentes**.

Posteriormente, los automatismos destinados a edificios de oficinas, junto con otros específicos, se han ido aplicando también a las viviendas de particulares u otro tipo de edificios, donde el número de necesidades a cubrir es mucho más amplio, dando origen a la **vivienda domótica**. Los diccionarios franceses incorporaron el término domotique a partir de 1998. Esta palabra, introducida al castellano por "domótica", es originaria de la palabra latina domus (de la que ha derivado la raíz domo que quiere decir casa) y de la palabra francesa informatique (de la que ha derivado la palabra informática) o, según otros autores, robotique (robótica).

La domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de la casa; pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o

aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa.

La vivienda domótica es, por lo tanto, aquella que integra una serie de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético, de las facilidades de comunicación, y de las posibilidades de entretenimiento. La domótica, pues, busca la integración de todos los aparatos del hogar, de modo que todo funcione en perfecta armonía, con la máxima utilidad y con la mínima intervención por parte del usuario.

2.1.2 Inmótica.

Finalmente, se encuentra muy a menudo el termino inmótica. Identificado también como “building management system”, que hace referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se equipan las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. La inmótica motiva a la productividad en el trabajo al gestionar las instalaciones del edificio como una herramienta para favorecer la producción de los empleados que se encuentran en su interior.

El origen de este término es también francés y, aunque es de uso común en España, todavía no ha sido recogido por el Diccionario de la Real Academia. Mientras la palabra domótica se aplica al hogar, por inmótica se entiende a la incorporación de sistemas de gestión técnica automatizada a las instalaciones del sector terciario como son plantas industriales, hoteles, hospitales, aeropuertos, edificios de oficina, parques tecnológicos, grandes superficies, universidades e instalaciones comunitarias en edificios de vivienda. En realidad, los sistemas y aplicaciones inmóticas son muy similares a los de la domótica, y por ello a menudo se emplea el concepto de sistemas domóticos referidos también a este sector. (Huidobro, 2007).

2.1.3 Aplicaciones de la domótica.

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cuatro aspectos principales:

- En el ámbito del ahorro energético.
- En el ámbito del nivel de confort.
- En el ámbito de la seguridad (protección de bienes y personas).
- En el ámbito de las comunicaciones.

2.1.13.1 En el ámbito del ahorro energético.

Las aplicaciones dentro de este grupo funcional se orientan básicamente a racionalizar los distintos consumos energéticos domésticos (electricidad, gas natural, etc.) en función de diversos criterios (ocupación de la vivienda, tarifas energéticas existentes para el sector doméstico, nivel de potencia eléctrica contratada, etc.).

2.1.13.2 En el ámbito del nivel de confort.

Las aplicaciones incluidas en esta segunda área funcional tienen como marcada finalidad la simplificación de algunas tareas en el hogar (previa a una determinada automatización) o incrementar las posibilidades de control, creando nuevos hábitos o modelos de uso para el usuario, destinados siempre a mejorar el confort.

2.1.13.3 En el ámbito de la seguridad (protección de bienes y personas).

Las aplicaciones de seguridad más habituales de los sistemas domóticos contemplan tanto la protección de las personas (lo que se denomina seguridad personal) como la de los bienes (lo que se denomina seguridad patrimonial), un beneficio que se encuentra en este ámbito de la seguridad para el usuario, es la incrementación de sensación de confort en el hogar mismo.

2.1.13.4 En el ámbito de las comunicaciones.

Las aplicaciones de comunicaciones contemplan el intercambio de información, tanto entre personas como entre éstas y los equipos domésticos, ya sea dentro de la propia vivienda como desde ésta hacia el exterior.

2.1.14 Estructura de una instalación domótica.

La amplitud de una solución de domótica puede variar desde un único dispositivo que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda. Los distintos dispositivos de los sistemas de domótica se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- **Controlador** – Los controladores son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema.
- **Actuador** – El actuador es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.).



Figura 1, estructura de un sistema domótico, casadomo.com.

- Sensor – El sensor es el dispositivo que monitoriza el entorno, captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.).
- Bus – Es bus es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por la redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica.
- Interface – Los interfaces refiere a los dispositivos (pantallas, móvil, Internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

2.1.15 La arquitectura del sistema domótico.

La Arquitectura de los sistemas de domótica hace referencia a la estructura de su red. La clasificación se realiza en base de dónde reside la “inteligencia” del sistema domótico.

Las principales arquitecturas son:

- **Arquitectura Centralizada** – En un sistema de domótica de arquitectura centralizada, un controlador centralizado, envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

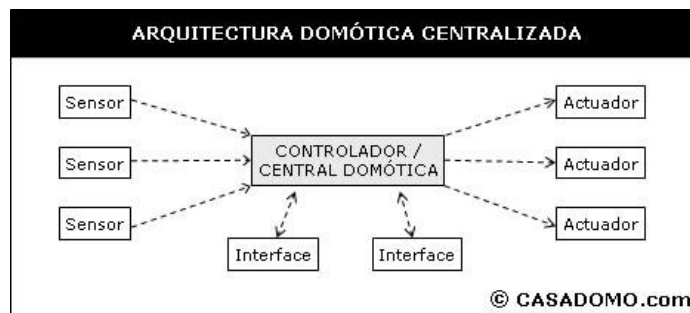


Figura 2, Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada, casadomo.com

- **Arquitectura Descentralizada** – En un sistema de domótica de Arquitectura Descentralizada, hay varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

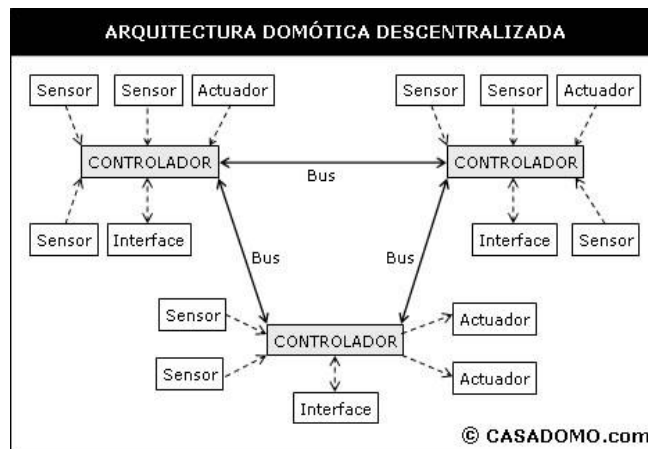


Figura 3, Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada, casadomo.com

- **Arquitectura Distribuida** - En un sistema de domótica de arquitectura distribuida, cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos del sistema.

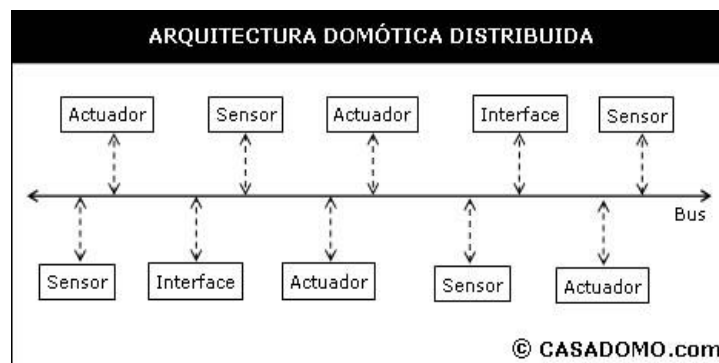


Figura 4, Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida, casadomo.com.

- **Arquitectura Híbrida / Mixta** – En un sistema de domótica de arquitectura híbrida (también denominado arquitectura mixta) se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas.

Dispone de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores (como en un sistema “distribuido”).

También puede procesar la información según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo, y tanto actuar como enviarla a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pase por otro controlador.

(Serrano, 2013)

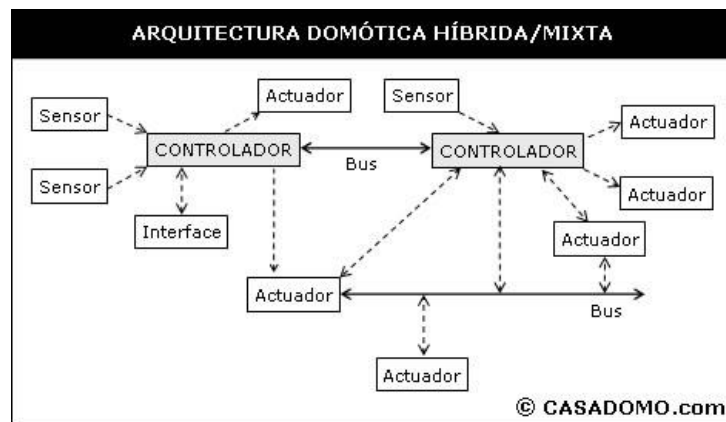


Figura 5, Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Híbrida/Mixta, casadomo.com.

2.1.16 ¿Qué es la robótica?

La robótica es una disciplina científica que aborda la investigación y desarrollo de una clase particular de sistemas mecánicos, denominados robots manipuladores, diseñados para realizar una amplia variedad de aplicaciones industriales, científicas, domésticas y comerciales.

La robótica desde sus orígenes, estuvo muy orientadas a las funciones de manipulación. De hecho, suelen considerarse que un robot es esencialmente un robot manipulador. (Ollero, 2001)

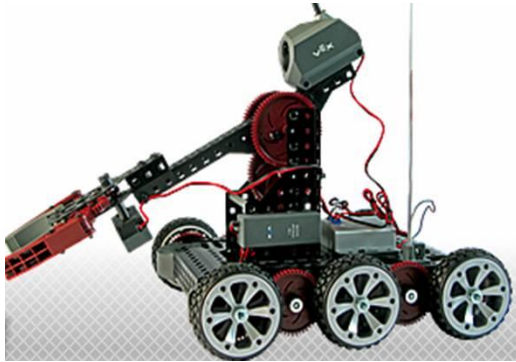


Figura 6. “Maquina Robótica. <http://informe-robotica.blogspot.com/2012/06/aplicacion-de-la-robotica.html>

Los robot son máquinas en las que se integran componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de comunicaciones, y dotadas de un sistema informático para su control en tiempo real, percepción del entorno y programación. (Ollero, 2001)

Dispositivo multifuncional reprogramable diseñado para manipular y/o transportar materiales a través de movimientos programados para la realización de tareas variadas.

2.1.17 Las tres leyes de la robótica.

1. Un robot no debe dañar a ningún ser humano ni, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe obedecer las órdenes que le sean dadas por un ser humano, salvo cuando dichas órdenes contravengan la Primera Ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, siempre y cuando dicha protección no contravenga ni la Primera ni la Segunda Ley. (Asimov, 2010)

2.1.18 Tipos de robot.

El robot es una figura presente desde los tiempos remotos que marcan el principio del derecho a la propiedad mueble e inmueble, las cuales se clasifican de acuerdo a su categoría.

- **Robot androides.**

Intentan reproducir la forma y el comportamiento cinemático del ser humano. Están relativamente poco evolucionados y se destinan fundamentalmente al estudio y la experimentación. (Alonso J. A., 2004)

- **Robots móviles.**

Provistos de ruedas, orugas o extremidades que les permiten desplazarse de acuerdo a la información que reciben a través de sus sistemas de sensores y a su programación.

(Alonso J. A., 2004)

- **Robots industriales.**

Se usan para la manufactura de productos. Pueden ser de manipulación (en fundición, moldeado, forja, tratamientos térmicos, etc.), de soldadura, pintura, mecanizado, montaje, almacenamiento y control de calidad. (Alonso J. A., 2004)

- **Robots médicos.**

El uso de robots en cirugía descarga al cirujano de ciertas tareas mecánicas y aumenta la precisión de ciertas intervenciones. (Alonso J. A., 2004)

- **Robot poli articulados.**

Básicamente se trata de brazos de robot sedentarios, configurados para mover sus elementos terminales (pinzas de sujeción, herramientas, elementos de soldadura...) en un determinado espacio de trabajo, según uno o más sistemas de coordenadas. (Alonso J. A., 2004)

- **Robots zoomórficos.**

Se caracterizan por sistemas de locomoción que imitan a diversos seres vivos. Se utilizan en experimentación con vistas al desarrollo posterior de vehículos pilotados o autónomos, capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas. (Alonso J. A., 2004)

- **Robots domésticos.**

Que realiza algunas o todas las tareas del hogar que modifica su comportamiento en aspiradoras lavadoras entre otros según el ámbito en que se trabaja. (zavala, 2007).

2.1.9 Características de un sistema robótico.

Un robot es esencialmente un sistema organizado de forma tal que responde con una acción inteligente a los estímulos que es capaz de percibir. (Alonso J. , 2006).

- El sistema sensorial, compuesto por los sensores que recogen información acerca del estado del propio robot y de su entorno.
- El sistema de accionamiento, compuesto por los elementos actuadores (motores, por ejemplo) que permiten llevar a cabo las acciones programadas la unidad de

control, formada por los elementos computacionales y el software que regulan el comportamiento global del robot.

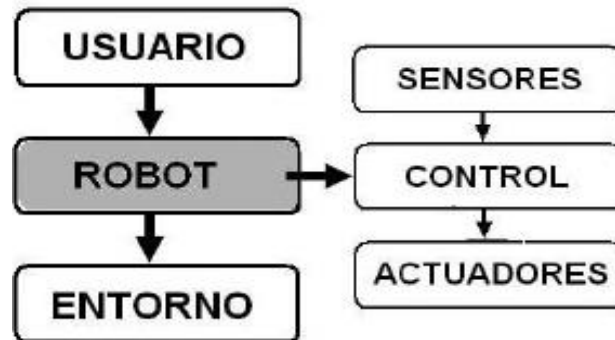


Figura 7. "Arquitectura de un sistema robótico."
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

2.1.10 Componentes de los robots.

Sensores:

- ❖ Es un dispositivo eléctrico y/o mecánico, capaz de transformar magnitudes físicas, en valores medibles de dicha magnitud. (Romero Morales, 2004)

- ❖ Es un dispositivo que a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transfusible que es función de varias medidas. (Ramon, 2005)

Sistema de control:

- ❖ Es controlar las salidas en algunas formas prescritas mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control. (KUO, 2000)
- ❖ Manipular de alguna manera una o varias entradas para influenciar en el comportamiento de una o más salidas. (miranda, 2012)

Actuadores:

- ❖ Son los dispositivos capaces de transformar, las señales eléctricas enviadas por el microcontrolador, para la realización de una o varias tareas repetitivas, que generan procesos automatizados para un fin específico que se trata de llevar acabo.

Pinzas y herramientas:

- ❖ Estos son utilizados son para la manipulación, transporte y unión de objetos, y las herramientas, cada una de ellas diseñada para una función específica.

Energía eléctrica:

- ❖ Es una forma invisible de energía que produce como resultado la existencia de unas diminutas partículas llamadas electrones libres en los átomos de ciertos

materiales o sustancias. Estas partículas, al desplazarse a través de la materia, constituyen lo que denominamos una corriente eléctrica. (Córdova, 2009)

2.1.11 ¿Qué es Arduino?

“Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos”. (Arduino, 2015)

2.1.12 ¿Para qué sirve Arduino?

“Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores”. (Arduino, 2015)

Lo genial de Arduino es que las placas en cuestión vienen con una memoria flash a la que tú le cargas un programa. El programa se lo cargas por USB y puede ser cualquier cosa. Por ejemplo puedes programar tu placa para encender una luz, activar un ventilador o incluso ir tan lejos como para crear tu propio robot. Con un poco de creatividad y conocimientos verdaderamente mínimos de Arduino puedes crear prácticamente cualquier cosa. (Azambuya, 2013)

2.1.13 Tipos de Arduino.

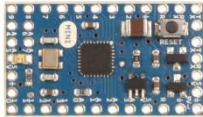
Modelo	Características
Arduino UNO 	• Microcontrolador: ATmega328 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 6 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB (ATmega328) • EEPROM: 1 KB (ATmega328) • Velocidad de reloj: 16 MHz
Arduino Leonardo 	• Microcontrolador: ATmega32u4 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 20 • Canales PWM: 7 • Pines de entradas análogas: 12 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 32 KB (ATmega32u4) de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB (ATmega32u4)

		• EEPROM: 1 KB (ATmega32u4) • Velocidad de reloj: 16 MHz
Arduino Due 		• Microcontrolador: AT91SAM3X8E • Voltaje de funcionamiento: 3.3 V • Pines I/O digitales: 54 (de los cuales 12 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 12 • Corriente DC total en todos los pines I/O: 130 mA • Corriente DC en el pin de 5 V: 800 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 800 mA • Memoria Flash: 512 KB disponibles para las aplicaciones de usuario. • SRAM: 96 KB (dos bancos: 64KB Y 32 KB) • Velocidad de reloj: 84 MHz
Arduino Yún 		• Microcontrolador AVR Arduino: ATmega32u4 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 20 • Canales PWM: 7 • Pines de entradas análogas: 12 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 32 KB (de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader) • SRAM: 2.5 KB

	• EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 16 MHz • Procesador Linux: Atheros AR9331 • Arquitectura: MIPS @400MHz • Ethernet: IEEE 802.3 10/100Mbit/s • WiFi: IEEE 802.11b/g/n • USB Tipo A: 2.0 • Lector de tarjeta: sólo Micro-SD • RAM: 64 MB DDR2 • Memoria Flash: 16 MB
Arduino Robot 	• Microcontrolador: ATmega32u4 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 5 • Canales PWM: 6 • Canales de entradas análogas: 4 (de los pines digitales I/O) • Canales (multiplexados) de entradas análogas: 8 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 32 KB (ATmega32u4) de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB (ATmega32u4) • EEPROM (interno): 1 KB (ATmega32u4) • EEPROM (externo): 512 KB (I2C) • Velocidad de reloj: 16 MHz • Teclado: 5 teclas

	• Perilla: Potenciómetro conectado a un pin análogo • LCD a color: Comunicación SPI • Lector de tarjetas SD: Para tarjetas formateadas FAT16 • Altavoz: 8 Ohms • Compás digital: Proporciona la desviación desde el norte geográfico en grados • Áreas de prototipado: 4
Arduino Esplora 	• Microcontrolador: ATmega32u4 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Memoria Flash: 32 KB de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2.5 KB • EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 16 MHz • 4 Push buttons • Joystick análogo con un push button central • Potenciómetro lineal • Micrófono • Fotorresistor • Sensor de temperatura • Acelerómetro de 3 ejes • Buzzer • Led RGB • Conector para LCD

Arduino Mega ADK 	• Microcontrolador: ATmega2560 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 16 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 256 KB de los cuales 8 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 8 KB • EEPROM: 4 KB • Velocidad de reloj: 16 MHz
Arduino Ethernet 	• Microcontrolador: ATmega328 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 4 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 6 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB (ATmega328) • EEPROM: 1 KB (ATmega328) • Velocidad de reloj: 16 MHz • Controlador embebido Ethernet W5100 TCP/IP • Tarjeta MicroSD, con adaptadores activos de

	voltaje
Arduino Mega 2560 	• Microcontrolador: ATmega2560 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 16 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 256 KB de los cuales 8 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 8 KB (ATmega328) • EEPROM: 4 KB (ATmega328) • Velocidad del reloj: 16 MHz
Arduino Mini 	• Microcontrolador: ATmega328 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 8 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 32 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB • EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 16 MHz
Arduino Nano	• Microcontrolador: ATmega168

	• Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 8 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 16 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 1 KB • EEPROM: 512 bytes • Velocidad de reloj: 16 MHz
Arduino Pro Mini 	• Microcontrolador: ATmega168 • Voltaje de funcionamiento: 3.3 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 8 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 16 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 1 KB • EEPROM: 512 bytes • Velocidad de reloj: 8 MHz
Arduino Pro	• Microcontrolador: ATmega168 • Voltaje de funcionamiento: 3.3 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 6

	• Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 16 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 1 KB • EEPROM: 512 bytes • Velocidad de reloj: 8 MHz
Arduino Micro 	• Microcontrolador: ATmega32u4 • Voltaje de funcionamiento: 5 V • Pines I/O digitales: 20 • Canales PWM: 7 • Pines de entradas análogas: 12 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA • Memoria Flash: 32 KB (ATmega32u4) de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2.5 KB (ATmega32u4) • EEPROM: 1 KB (ATmega32u4) • Velocidad de reloj: 16 MHz
Arduino Fio 	• Microcontrolador: ATmega328P • Voltaje de funcionamiento: 3.3 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 8 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA

	• Memoria Flash: 32 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB • EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 8 MHz
LilyPad Arduino USB 	• Microcontrolador: ATmega32u4 • Voltaje de funcionamiento: 3.3 V • Pines I/O digitales: 9 • Canales PWM: 4 • Pines de entradas análogas: 4 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 32 KB de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2.5 KB • EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 8 MHz
LilyPad Simple Arduino 	• Microcontrolador: ATmega328 • Voltaje de funcionamiento: 2.7-5.5 V • Pines I/O digitales: 9 (de los cuales 5 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 4 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 32 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB

	• EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 8 MHz
LilyPad Arduino SimpleSnap 	• Microcontrolador: ATmega328 • Voltaje de funcionamiento: 2.7-5.5 V • Pines I/O digitales: 9 (de los cuales 5 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 4 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 32 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 2 KB • EEPROM: 1 KB • Velocidad de reloj: 8 MHz
LilyPad Arduino 	• Microcontrolador: ATmega168V • Voltaje de funcionamiento: 2.7-5.5 V • Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) • Pines de entradas análogas: 6 • Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA • Memoria Flash: 16 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader • SRAM: 1 KB • EEPROM: 512 bytes • Velocidad de reloj: 8 MHz

2.2 Marco teórico de la solución.

El sistema de control automatizado de luminaria a desarrollarse para el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de el Salvador, permitirá durante las jornadas diarias que el encargado de dicho laboratorio pueda tener un mejor control de los dos sectores de la luminaria del laboratorio.

La solución propuesta es implementar un sistema automatizado basado en el sistema de control que brindará comodidad al usuario, el cual dispondrá del control total de los dos sectores de la luminaria, mediante un sistema a control remoto que accione el tablero de conmutación y además proporcione un encendido o apagado automático. Y evitando el mal consumo de energía eléctrica y la vida de las luminarias.

A continuación se describirá cada uno de los productos planteados anteriormente en el capítulo I, los cuales son: sistema robótico instalado y funcional dentro del laboratorio de hardware, un control remoto. La descripción se hará en base la función que realiza cada producto que conforma.

2.2.1 Producto 1 y 2: Sistema robótico instalado y funcional dentro del laboratorio de hardware.

El sistema robótico instalado y funcional, estará conformado por varias piezas, la principal es el cerebro del sistema, y para esta tarea se encarga la plataforma Arduino

Mega, el cual cuenta con un microcontrolador ATMEGA2560 que será el encargado del manejo y comunicación de los diferentes elementos electrónicos que formarán parte del sistema, a partir de un único programa, el cual estará escrito en lenguaje C de Arduino, dicho programa también se conoce como software de gobierno.

El sistema automatizado de luces encenderá las luminaria a primera hora del día, ¿Cómo lo hará? la respuesta radica en el trabajo en conjunto de un sensor, un microcontrolador y un actuador, cuando el encargado ingrese al laboratorio, el sensor de PIR detectará el movimiento de la puerta al abrirse o el movimiento que haga el encargado al entrar, y en ese momento capturará la señal física generada por el movimiento y la convertirá al tipo de señal digital que el microcontrolador pueda leer, luego activará el motor paso a paso y la fuerza de este conmutará el estado a ON en el tablero de las luminarias y con esto se conseguirá un encendido automático.

Se integrarán dos motores paso a paso, los cuales tendrán la función principal de accionar los interruptores de encendido o apagado, controlados y programados automáticamente.

Para que el sensor PIR no conmute las luminarias de nuevo si detecta un segundo movimiento, con el software de gobierno se establecerá una condición que después de haber realizado el sensor PIR su primera detección, este se apague, y vuelva a encenderse durante el transcurso del siguiente día, media hora antes de que el laboratorio abra sus puertas.



Figura 8 Plataforma Arduino Mega <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

Las luminarias también requieren que se les apague durante la noche, es decir cuando las labores dentro del laboratorio hayan finalizado, ¿Cómo se conseguirá un apagado automático? Se requieren de los mismos elementos para el encendido automático, con la diferencia de que para el sensor esta vez se requiere de un RTC (real time clock).

También se instalará un RTC el cual se comunicará con el microprocesador a través de una interfaz serial simplemente para proporcionar en tiempo real proporcionando segundos, minutos, horas, días, fecha, mes, año.

El RTC DS1302 es un sensor capaz de proporcionar el tiempo real e incluso dar los días, meses y años, en el sistema domótico, al configurar el RTC con el microcontrolador, se obtendrá un temporizador, lo cual permitirá configurar la hora a la que se necesitará que el motor paso a paso se accione y conmute el estado a OFF, del tablero de control de las luminarias, El módulo de reloj funciona tanto en 24 horas o formato de 12 horas con indicador AM / PM.

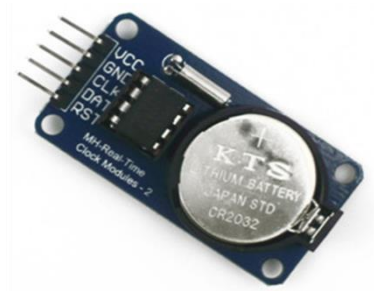


Figura 9: "RTC DS1302"

http://www.evelock.com.img.800cdn.com/images/produces/ST300/Peripheral/Other/DS1302_CR2032_RTC_02.jp.



Figura 10 "motor Paso a Paso" http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_paso_a_paso

El RTC no solo servirá para temporizar el tiempo de apagado, sino que también se ocupará de activar un buzzer cinco minutos antes de las 8pm, hora a la cual el laboratorio cierra su instalación, el buzzer emitirá un sonido a modo de alarma que avisará a las personas que el laboratorio se encuentra a escaso de tiempo de concluir las actividades y cerrar.

Como el RTC maneja la hora actual se colocará una función que permitirá cambiar la hora de apagado automático o simplemente bloquearla, si se requiriera permanecer en el laboratorio pasadas las 8 pm. Para esto se colocará una pantalla lcd de 16 caracteres por 2 líneas, esta pantalla mediante sus botones permitirá al usuario corregir y colocar la hora actual, y sobre todo cambiar el apagado de automático.

2.2.2 Producto 3: Control remoto.

A continuación se muestra el control remoto con infrarrojo que controlara vía remota las luminarias para poder ser utilizado desde cualquier lugar dentro del laboratorio de hardware.

La configuración de los botones se establece en este orden:

- ✓ 2 botones para encender la luminaria, ya que son dos sectores.
- ✓ 2 botones para apagar la luminaria.
- ✓ 1 botón destinado para cancelar la función de apagado automático.
- ✓ 10 botones para el ingreso de la hora, el teclado de numeración del 0 al 9
- ✓ 1 botón destinado para que cumpla la función de “Enter”

Los demás botones restantes pueden ocuparse para añadir otra función.

La idea del control remoto es obtener una forma creativa, en expandir y crear conciencia en el ahorro de energía eléctrica, y al mismo tiempo alarga la vida de las luminarias,

desde cualquier área dentro del laboratorio se pondrán encender y apagar uno o los dos sectores de luminarias.



Figura 11 “control remoto por infrarrojos” http://img.dxcn.com/productimages/sku_225566_1.jpg

La programación en Arduino C, es posible gracias al IDE en donde se programa, y se escribe todo lo que hará el sistema, este programa es el software de gobierno, el encargado de hacer que todas las piezas trabajen en conjunto para lograr un solo fin.

2.3 Marco teórico conceptual

Actuador: Dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre el aparato o sistema.

Automatización: Es la tecnología que trata de la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y de bases computacionales amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima, incluso sin intervención, del ser humano.

Domótica: Conjunto de sistemas de automatización para residencias, encargados de optimizar el consumo energético, garantizar la seguridad, bienestar y comunicación de sus ocupantes.

Electrones: Es una partícula diminuta y fundamental que forma parte de la estructura del átomo con una carga eléctrica negativa y que orbita alrededor del núcleo atómico, el electrón aporta la mayoría de las propiedades físico-químicas.

Electrónica: Es la ama de la física y especialización de la ingeniería, que estudia y emplea sistema cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo microscópico de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente.

Embebido: conjunto de componentes de electrónica e informática que están empotrados en un sistema a escala mayor.

Mecánica: Es la rama de la física que describe el movimiento de los cuerpos y sus evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerza.

Robótica: Es el conjunto de conocimientos físicos y prácticos que permiten recibir, realizar y automatizar diferentes procesos o sistemas basados en arquitectura mecánica dotadas de un cierto rango de inteligencia.

Robot industrial: Es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

Sensores: Adquieren datos del entorno estos son capaces de adquirir información de; temperatura, presencia, movimiento luz entre otros.

Unidad de control: Bloque encargado del procesamiento de la información, envía señales de accionamiento a los actuadores, por lo general son dispositivos electrónicos programables.

2.4 Documentación técnica.

2.4.1 Arduino Mega.



Figura 12 “arduino mega” http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoMega2560_R3_Fronte.jpg.

Características técnicas:

Microcontroladores	Atmega2560
Tensión De Funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	54 (de las cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC por Pin I / O	40 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad De Reloj	16 MHz

2.4.2 Motor paso a paso.



Figura 13 “motor paso a paso” <http://3.bp.blogspot.com/-bTh6K-du2mg/UcEuc6GesI/AAAAAAAAAEE/o-P665Eqj6w/s1600/mt55si25d.jpg>.

Características técnicas:

- Engranaje Stepper Motor DC 5V 4 Fase Paso Reducción Paso Motor Motor nuevo y de alta calidad.
- Diámetro: 27 mm.
- Voltaje: 5V
- Paso angular: $5.625 \times 1/64$.
- Relación de reducción: $1/64$
- 5 líneas de cable de pasos 4 fase motor puede ser impulsado por el chip ULN2003.
- Tamaño del artículo: $31 * 27 * 19$ mm
- Peso neto: 35g
- Contenido del embalaje: 1 x Stepper motor.

2.4.3 Sensor PIR.



Figura 14, sensor de movimiento, <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/wp-content/uploads/2015/02/pir1.jpg>

Características:

- Sensor piroeléctrico (Pasivo)
- Infrarrojo (También llamado PIR)
- El módulo incluye el sensor, lente, controlador PIR BISS0001, regulador y todos los componentes de apoyo para una fácil utilización
- Rango de detección: 3 m a 7 m, ajustable mediante trimmer (Sx) Lente fresnel de 19 zonas, ángulo $< 100^\circ$
- Salida activa alta a 3.3 V
- Tiempo en estado activo de la salida configurable mediante trimmer (Tx)
- Redisparo configurable mediante jumper de soldadura
- Consumo de corriente en reposo: $< 50 \mu\text{A}$
- Voltaje de alimentación: 4.5 VDC a 20 VDC.

2.4.4 RTC.



Figura 15, RTC modular, <http://www.soliddepot.com/images/l/201211/13523535820.jpg>.

Características:

- Provee la fecha y hora actual en tiempo real.
- Libera tiempo y recursos al micro al ser un módulo independiente, que solo leerás en caso de necesitarlo.
- Tiene un receptáculo para batería, lo que te permite tenerlo siempre activo.
- Compensación de Año Bisiesto. Válido hasta el 2100
- Lleva integrado un cristal de cuarzo de 32.768kHz, para contar segundos con excelente precisión.
- Pines de conexión directa, Vcc, Gnd, Clk, Dat, Rst
- Rst: pin de Inicio/Fin de comunicación serial
- Clk: pin para el Reloj de la comunicación serial
- Dat: pin para la transmisión de datos seriales.

Especificaciones

- Mide: segundos, minutos, horas, días, meses, años,
- RAM interna: 31x8
- Voltaje de operación: 2V a 5.5V DC
- Consumo: 300nA a 2Volts
- Transferencia de datos: modo Burst y modo byte by byte
- Temperatura de Operación: -40 a 85 °C

2.4.5 Buzzer.



Figura 16, buscar modular http://img.dxcn.com/productimages/sku_225909_1.jpg

Características:

- Marca: Keyes
- Modelo: N/A
- Color: Rojo + negro
- Material: RF4
- Tensión de trabajo: 3 ~ 5V
- Dimensiones: 1.18 in x 0.83 in x 0.43 in (3,0 cm x 2,1 cm x 1,1 cm).
- Peso: 0.21 oz (6 g)
- Sonido: 80 dB
- Pines: Tres pines de conexión.

2.4.6 Display LCD.



Figura 17, display lcd shield, http://www.geekfactory.mx/wp-content/uploads/2013/06/shield_arduino_pantalla_16x2_itead_02-510x510.jpg

- LCD compatible con controlador HD44780 con Interfaz de 4 bits
- Potenciómetro para el ajuste de contraste
- Headers para conexión de servos o dispositivos “Electronic Brick” o similares
- Botones multiplexados en un solo pin analógico para ahorrar pines
- Red de encendido en la parte superior.

Capítulo III Desarrollo de la solución.

3.1 Propuesta de la solución.

La implementación de un sistema de control de luminarias que apoyen las actividades que se realizan dentro del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador, requiere de siete elementos tecnológicos para la elaboración del prototipo que cumplirá con las promesas establecidas en el capítulo I.

El prototipo del proyecto estará configurado para conmutar las luces de un cuarto, en este caso el laboratorio de hardware. Por lo cual, al poseer la capacidad de recrear una acción humana, dicho prototipo se puede definir con el nombre de un robot que enciende y apaga las luminarias.

Como se mencionó al principio son 7 elementos que integrados, hacen posible el funcionamiento de este prototipo, estos elementos son de suma importancia e indispensables para el proyecto, pero cabe destacar que 6 de ellos necesitan de un elemento que en este caso puede llamarse como el primordial y que cuyas características crea la conexión para trabajar en unidad con los demás elementos.

Arduino modelo Mega, en el prototipo es el encargado de recibir y dar las ordenes, esta plataforma posee un microcontrolador llamado ATmega2560, el cual, es el que alojará en su memoria, el software de gobierno o dicho de otra forma el programa escrito en

lenguaje C Arduino y el cual lidera y controla a los demás elementos. La conexión de los elementos con la plataforma Mega se proporciona gracias a los 54 pines digitales y 16 pines análogos que posee.

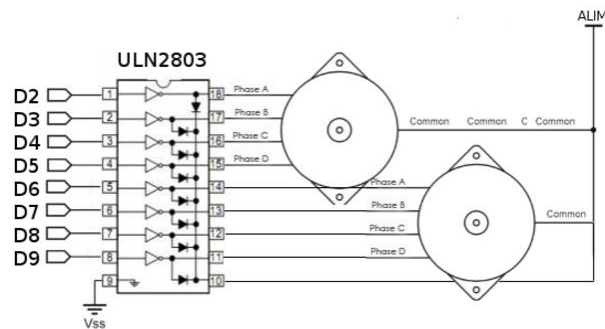


Figura 18, diagrama de conexión entre el driver ULN2803a y dos step motor

<http://cdn.instructables.com/F45/YX55/HMMF4YXJ/F45YX55HMMF4YXJ.MEDIUM.jpg>.

El elemento encargado de conmutar el interruptor de las luminarias en el laboratorio es el motor paso a paso, este motor es unipolar ya que posee 5 pines de conexión, su rango de movimiento es en base a impulsos magnéticos y requiere de 2048 pasos para dar un giro completo de 360°, también posee un elevado torque o fuerza para poder conmutar y cambiar el estado de las luminarias, se toma en cuenta que en el laboratorio la iluminación está dividida en dos sectores, por lo cual se requiere de 2 motores paso a paso para cambiar los estados de ON a OFF y viceversa.

Como el motor necesita de los impulsos magnéticos, su primera conexión es a través del integrado ULN2803 y luego los pines de entrada de este integrado se conectan a los pines digitales del Arduino.

Los motores estarán colocados de forma que cada uno controle un estado de las luminarias, es decir, los dos motores paso a paso estarán situados entre medio de los dos interruptores y que a cierta cantidad de pasos, generen un giro en grados que sea capaz de conmutar los interruptores y que luego de ejecutar el cambio regresen a cierta posición neutra, es decir una posición en grados, la cual posicione la palanca de los motores en un ángulo de 90° grados entre los dos interruptores.

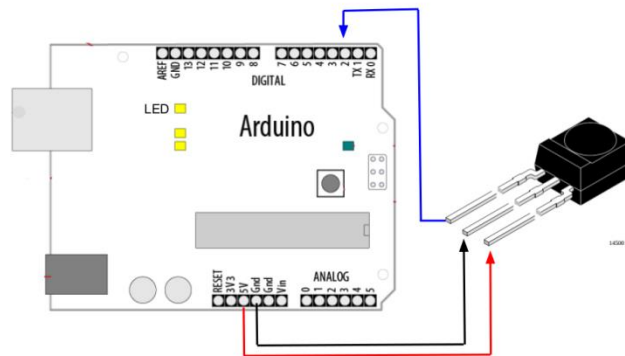


Figura 19, diagrama de conexión sensor infrarrojo,

<https://alonsodub.files.wordpress.com/2012/09/ircontrol.png>

La conmutación a distancia estará a cargo del receptor infrarrojo con control remoto, este elemento posee la característica de configurar, mediante el infrarrojo cualquier elemento que pueda ser enlazado con el comando que posee cada uno de los botones del control remoto, dichos comandos son individuales e irrepetibles entre las diferentes marcas de control remoto, por lo que el prototipo necesita de 2 botones que conmuten individualmente el estado a ON en cada uno de los dos interruptores, con lo que por

consiguiente se requieren de 2 botones más que conmuten el estado a OFF de las luminarias, además un quinto botón que cancele la función de apagado automático.

El prototipo está diseñado para ser un robot domótico, es decir, que brinde una comodidad, por lo que también poseerá la función de encendido y apagado automático de las luminarias del laboratorio, los elementos que harán esta función posible son dos:

1. DS1302 o timer.
2. Sensor de movimiento PIR.

La forma en la que estos dos elementos podrán realizar estas funciones es de la siguiente manera:

Para activar el encendido automático, el prototipo usará un sensor de movimiento, conocido también con el nombre de sensor PIR, el cual estará programado para conmutar las luminarias a estado ON, cuando el encargado abra la puerta del laboratorio e inicie las actividades, y para evitar que la puerta o cualquier otro segundo movimiento active el sensor y entre en un ciclo de repetición, en donde se presente la acción de conmutar un estado ya conmutado, se programará la plataforma Arduino para que bloquee al sensor después de que este haya detectado el primer movimiento.

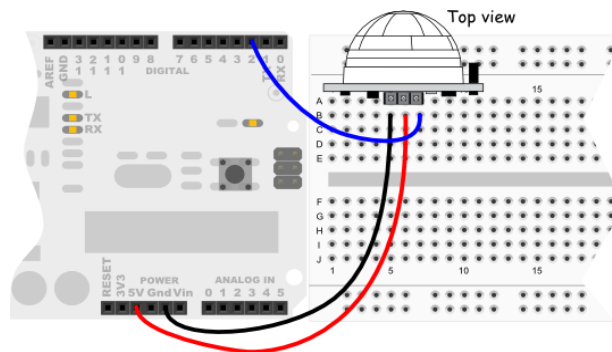


Figura 20, diagrama de conexión sensor PIR,

<http://learn.parallax.com/sites/default/files/content/kickstart/images/PIR-6.png>

Para activar el apagado automático, solamente se requiere configurar el DS1302, estableciendo una hora a la cual, se quiere que los motores paso a paso que controlan el estado OFF se activen y realicen esta acción. Dicha acción también podrá ser cancela mediante el uso del control remoto.

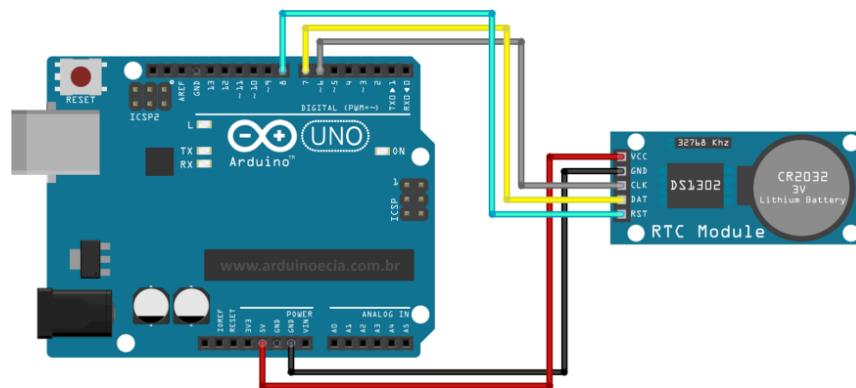


Figura 21, diagrama de conexión modulo DS1302, [http://4.bp.blogspot.com/-](http://4.bp.blogspot.com/-IwZxuBfsvg0/VGqeSh6Li9I/AAAAAAAAADEM/_7uhlrvrs4Y/s1600/Circuito-Arduino-DS1302.png)

[IwZxuBfsvg0/VGqeSh6Li9I/AAAAAAAAADEM/_7uhlrvrs4Y/s1600/Circuito-Arduino-DS1302.png](http://4.bp.blogspot.com/-IwZxuBfsvg0/VGqeSh6Li9I/AAAAAAAAADEM/_7uhlrvrs4Y/s1600/Circuito-Arduino-DS1302.png).

El apagado automático estará configurado para que las luminarias se apaguen a las 8:05pm, hora a la cual el laboratorio finaliza actividades, y a modo de alarma el sistema contará con un Buzzer el cual tendrá con objetivo lanzar un sonido de alerta, el cual dará a conocer a los estudiantes, docentes y encargados que las luminarias están pronto a ser apagadas, dicha alarma estará programada para emitir un sonido con 10 minutos de anticipación antes de la hora del apagado automático.

La conexión del Buzzer es muy sencilla con Arduino, ya que el Buzzer solo cuenta con tres pines, solo requiere de VCC, GND y una entrada IN, en palabras más sencillas, serían corriente, tierra y la entrada de datos a un pin digital de Arduino.



Figura 22, módulo Buzzer, <http://g04.a.alicdn.com/.jpg>

La hora y la fecha del timer DS1302, podrá ser visualizada con el elemento restante, el lcd shield, el cual es una plataforma diseñada para ser fácilmente montada sobre

Arduino, lo cual también facilita las conexiones entre estos elementos y da una apariencia de coraza sobre la plataforma Arduino.

El lcd shield cuenta con 5 botones los cuales servirán para controlar las conmutaciones de los motores y la cancelación del apagado automático, cuando la batería del control remoto fallé, y se tenga que recurrir al uso manual.



Figura 23, lcd shield, https://www.miki.tienda/images/mega_r3kh9jeg.jpg

Otro dato a destacar es acerca de la programación de todos estos elementos con el Arduino Mega, el IDE de Arduino, que es el programa que permite programar en lenguaje C de Arduino, contiene varias librerías que harán más fácil el manejo, control y uso de estos elementos, Arduino Mega puede ser alimentado con voltaje a partir de una pila de 9v o bien con el adaptador para el toma corrientes, la plataforma está diseñada para soportar 12v, pero los elementos que el prototipo del sistema de control de luminarias utiliza, solo requieren el consumo de 5v.

Las librerías a ocupar son las siguientes:

- `#include <Stepper.h>` `#include <LiquidCrystal.h>`
- `#include <IRremote.h>` `#include <RTCLib.h>`
- `#include <Wire.h>` `#include <IRremoteInt.h>`

Todos estos elementos, proporcionan la creación de un sistema embebido domótico, para el manejo y control de las luminarias en el laboratorio de hardware, dicho sistema embebido estará ensamblado en una caja de madera, la cual encajará perfectamente y se fijará mediante el uso de tornillos en las cuatro esquinas sobre la placa eléctrica de doble interruptor, tendrá un diseño con una semejanza a un robot para otorgarle vistosidad y presencia.

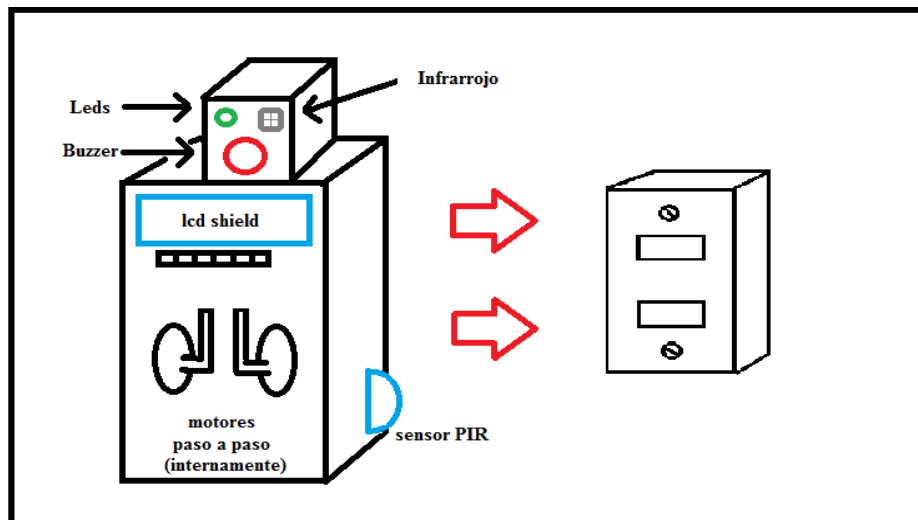


Figura 24, diseño del prototipo el cual estará colocado sobre la placa de los interruptores de las luminarias en el Laboratorio de Hardware.

A continuación se presenta el diagrama de como estarán los elementos conectados en Arduino con la ayuda de una breadboard y luego de comprobar que las conexiones con los elementos son correctas y que el prototipo funciona, se procederá a hacer el circuito impreso en un tableta de cobre perforada. El diagrama establece la conexión de cada pieza a un número de pin digital en la plataforma Arduino Mega, se puede ocupar cualquier pin, con la única excepción del DS1302, ya que este requiere de dos entradas diseñadas y ya establecidas para su uso, las entradas SCL y SDA, las cuales se encuentran en los pines 20 y 21 en el Arduino Mega.

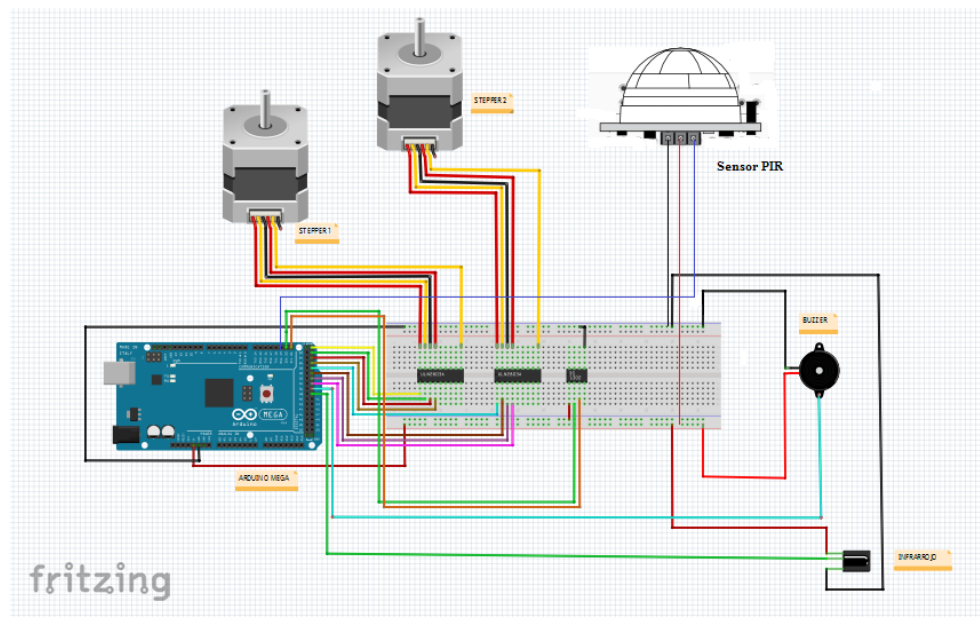


Figura 25, diagrama de conexión del prototipo hecho en fritzing.

Además se debe tomar en cuenta al momento de escribir el sketch o software de gobierno, se debe tener un gran cuidado con la programación, ya que una declaración de programación incorrecta en el sketch ocasionará que el prototipo o una pieza cualquiera que lo conforma no respondan.

3.1.1 Algoritmo del programa.

1. El sensor PIR detecta cuando la puerta del laboratorio se abre y acciona el motor para que conmute el switch y encienda las luces.
2. Arduino bloquea el sensor PIR después de que el motor se accione.
3. Durante el día la luminaria es controlada mediante el accionar de los motores por medio de señales infrarrojas enviadas a través del control remoto.
4. En la noche el timer DS1302 es el encargado de enviar la señal de conmutación a una hora específica a los motores para que conmuten los switch y apaguen las luminarias.
5. Con el timer DS1302 también se activa el Buzzer 5 minutos antes de que llegue la hora en que la luminaria se apagara.
6. Con el lcd shield se muestra la hora.
7. Con el control remoto se controlan los dos motores. (en total se necesitan 4 botones: dos para ON Y dos para OFF).

8. Con el control remoto también se cancela la función de apagado automático.
9. El timer DS1302 reactiva el sensor PIR durante una hora específica en la mañana, antes de que el laboratorio inicie actividades.

3.1.2 Esquema electrónico.

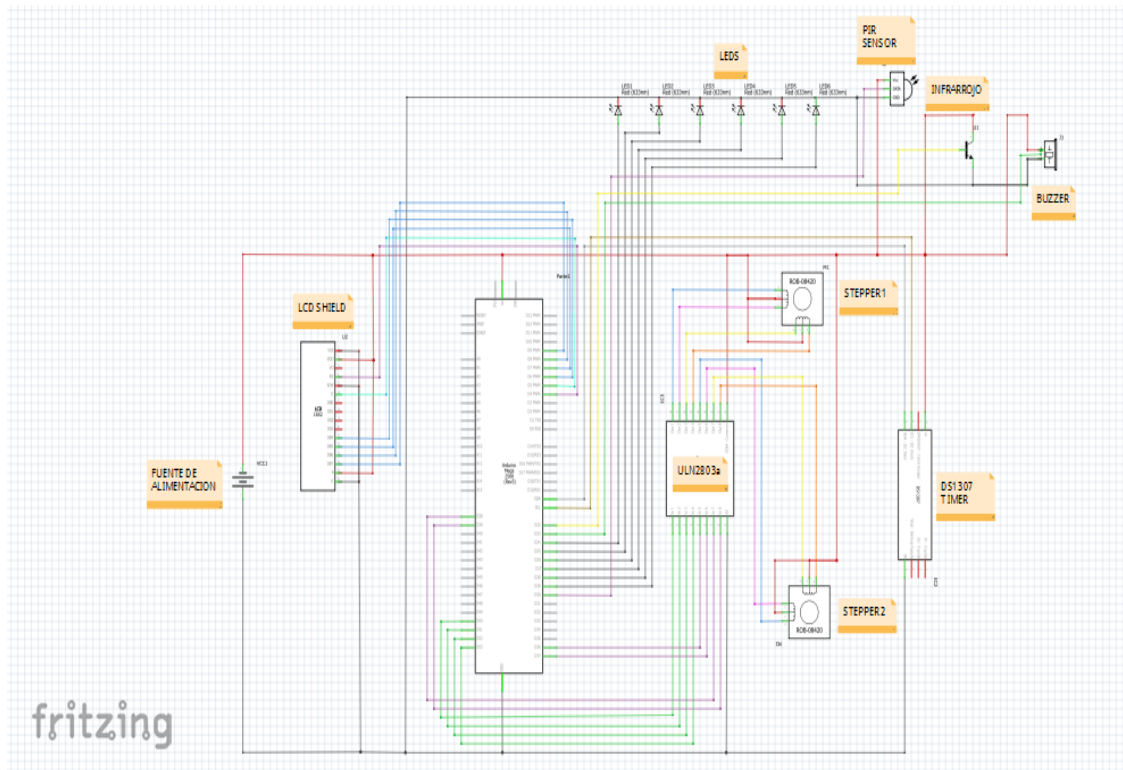


Figura 26, diagrama de conexión electrónico del prototipo hecho en fritzing.

3.1.3 Sketch (software de gobierno).

/*-----

"SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DE LUCES QUE APOYEN A LAS
LABORES DIURNAS DEL LABORATORIO DE HARDWARE DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE EL SALVADOR".

PROGRAMA PARA CONMUTAR AUTOMATICAMENTE LAS LUMINARIAS EN
EL LABORATORIO DE HARDWARE.

Creado por: Luis David León y con la ayuda de: Raúl Alexander Alfaro Grijalva

luis.davidleon04@gmail.com

raulalfarogj@gmail.com

-----*/

//librerías a utilizar

#include <Time.h>

#include <Wire.h>

#include <DS1307RTC.h>

#include <LiquidCrystal.h>

```
#include <TimeAlarms.h>
```

```
#include <IRremote.h>
```

```
#include <Stepper.h>
```

```
int ReceptorIR = 22; // pin digital para infrarrojo
```

```
int Led1=24;      // pin para los led rojo
```

```
int Led2=25;      // pin para los led rojo
```

```
int Led3=26;      // pin para los led rojo
```

```
int Led4=27;      // pin para los led verde
```

```
int Led5=28;      // pin para los led rojo
```

```
int Led6=29;      // pin para los led verde (ojo del robot)
```

```
IRrecv irrecv(ReceptorIR); //crear nombre de infrarrojo
```

```
decode_results Codigos; // decodificador de códigos de botones del control
```

```
int pirsensor = 30; // pin digital para el sensor PIR
```

```

int val = 0; // variable para leer el estado del pin

int dato = 0; // variable para leer el estado del Led5

int periodo = 250;

int buzzer = 23; // pin digital para el buzzer

int numTones = 32; // agregar a la variable numTones la cantidad de notas leídas por la
variable tones[ ]

int tones[ ] = {1915, 1700, 1519, 1432, 1275, 1136, 1014, 956,

                1915, 1700, 1519, 1432, 1275, 1136, 1014, 956,

                1915, 1700, 1519, 1432, 1275, 1136, 1014, 956,

                1915, 1700, 1519, 1432, 1275, 1136, 1014, 956}; // Notas musicales

Stepper Unipolarmotor(2048,50,52,51,53); // crea nombre de paso a paso 1

Stepper Unipolarmotor2(2048,36,38,37,39); // crea nombre de paso a paso 2

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7); // pines para el lcd shield

void setup()

```

```

{

    Serial.begin(9600);          // inicializar Arduino Mega

    setSyncProvider(RTC.get);    // Vamos a usar el RTC

    //setTime(17,1,00,15,6,2015); // Las 5:01:00 del día 15 de junio de 2015, función
para actualizar la hora y fecha

    if (timeStatus() != timeSet) // verificar si está haciendo uso del RTC

        Serial.println("No puede sincronizar con el RTC"); //mensaje para verse en el
monitor serial

    else

        Serial.println("RTC ha fijado la hora del sistema"); //mensaje para verse en el
monitor serial

    lcd.begin(16,2);            // columnas, filas. 16,2 utilizar para un LCD 16x2, etc.

    lcd.clear();                // comenzar con una pantalla en blanco

    pinMode(buzzer, OUTPUT);    // inicializar pin 30 como salida

    Alarm.alarmRepeat(6,0,00, MorningAlarm); // alarma del pir

```

```

Alarm.alarmRepeat(19,55,00,EveningAlarm); // alarma del buzzer

Alarm.alarmRepeat(20,10,00,LUCESOFF);    // alarma para apagar las luminarias

//velocidad del motor

Unipolarmotor.setSpeed(10); // establecer velocidad de los

Unipolarmotor2.setSpeed(10); // motores paso a paso

//configuración del infrarrojo

irrecv.enableIRIn();    // instrucción para iniciar el infrarrojo

pinMode(Led1,OUTPUT);    //establecer led1 como salida

pinMode(Led2,OUTPUT);    //establecer led2 como salida

pinMode(Led3,OUTPUT);    //establecer led3 como salida

pinMode(Led5,OUTPUT);    //establecer led5 como salida

pinMode(Led6,OUTPUT);    //establecer led6 como salida

for(int i = 0; i < 30; i++) //Utilizamos un for para calibrar el sensor depende del
tipo de sensor que

//utilicemos va a cambiar el tiempo de calibración

```

```

    {

delay(1000);          // tiempo un segundo

    }

    delay(50);

    }

void loop()

{

    digitalWrite(Led6,HIGH); //mantiene encendido el led (ojo del robot) todo el tiempo

    delay(periodo);

    // debe activarse primero la alarma MorningAlarm para que se ejecuten estos
comandos

    val = digitalRead(pirsensor); //lee es estado del pirsensor y lo guarda en la variable
val

    if(val == HIGH)      // la variable val permanece en LOW, al detectar un movimiento
cambia a HIGH y entonces ejecuta

```

```

{

    //Movimiento detectado

    pinMode(Led4,OUTPUT); // establece el pin del Led4 como salida

    digitalWrite(Led4,HIGH); // enciende el Led4 verde

    Unipolarmotor.step(600); // mueve el motor paso a paso uno para encender las
luminarias al detectar el primer movimiento

    delay(1000);

    Unipolarmotor.step(-1200);

    delay(1000);

    Unipolarmotor.step(600);

    digitalWrite(Led4,LOW); // apaga el led4, después de que el motor haya conmutado
los interruptores de la luminaria

    pinMode(pirsensor,OUTPUT); // suspende al sensor de movimiento, para que no
ejecute otra vez durante el día las instrucciones que mueven el motor

} // fin de la función MorningAlarm

```

```

digitalClockDisplay();

Alarm.delay(1000);

{

if (irrecv.decode(&Codigos)) // comando para capturar los códigos del control

{

switch (Codigos.value)

{

case 0xFF30CF: //código boton1, encender luces interruptor arriba

digitalWrite(Led1, HIGH); //Encender Led1

Unipolarmotor.step(600);

delay(1000);

Unipolarmotor.step(-600);

delay(1000);

break;

```

```
case 0xFF18E7: //código boton2, encender luces interruptor abajo

digitalWrite(Led2, HIGH); //Encender Led2

Unipolarmotor.step(-600);

delay(1000);

Unipolarmotor.step(600);

delay(1000);

break;

case 0xFF7A85: //código boton3, encender las luces, los dos interruptores

digitalWrite(Led3, HIGH); //Encender Led3

Unipolarmotor.step(600);

delay(1000);

Unipolarmotor.step(-1200);

delay(1000);

Unipolarmotor.step(600);
```

```
delay(1000);
```

```
break;
```

```
case 0xFF10EF: //código boton4, apagar luces interruptor arriba
```

```
digitalWrite(Led1, LOW);//Apagar Led1
```

```
Unipolarmotor2.step(-600);
```

```
delay(1000);
```

```
Unipolarmotor2.step(600);
```

```
delay(1000);
```

```
break;
```

```
case 0xFF38C7: //código boton5, apagar luces interruptor abajo
```

```
digitalWrite(Led2, LOW);//Apagar Led2
```

```
Unipolarmotor2.step(600);
```

```
delay(1000);
```

```
Unipolarmotor2.step(-600);
```

```

break;

case 0xFF5AA5: //código boton6, apagar las luces, los dos interruptores

digitalWrite(Led3, LOW); //Apagar Led3

Unipolarmotor2.step(-600);

delay(1000);

Unipolarmotor2.step(1200);

delay(1000);

Unipolarmotor2.step(-600);

delay(1000);

break;

case 0xFF906F: //código botón EQ, cancelar la función apagado automático de
luces

digitalWrite(Led5, HIGH); // enciende led5

break;

}

```

```

    irrecv.resume();

}

}

}

void digitalClockDisplay()

{

    lcd.clear();      // posiciona la pantalla del lcd en blanco

    lcd.setCursor(0,0); // posicionar en el primer caracter de la pantalla lcd en la
esquina superior izquierda

    lcd.print(hour()); // mostrar la hora

    printDigits(minute()); // mostrar los minutos

    printDigits(second()); // mostrar los segundos

    lcd.print(" ");

    lcd.setCursor(0,1); // posicionar en el primer caracter de la pantalla lcd en la
esquina inferior izquierda

```

```

    lcd.print(day());    // mostrar el numero de día

    lcd.print('/');

    lcd.print(month());  // mostrar el numero de mes

    lcd.print('/');

    lcd.print(year());   // mostrar el numero de año

}

void printDigits(int digits) //crear variable digits para guardar números

{   lcd.print(":");

    if(digits < 10)    // si la variable digits tiene numero menores de 10

        lcd.print('0');    // colocarles un cero antes e imprimir en el lcd

    lcd.print(digits); // imprimir en el lcd

}

void EveningAlarm()    // función alarma automática - aviso de proximidad a hora
establecida para apagar las luces

{

```

```

    for (int i = 0; i < numTones; i++)      //hacer sonar el buzzer cuando se cumpla la
alarma

    {

        tone(buzzer, tones[i]);

        delay(250);

    }

    noTone(buzzer);      //apagar buzzer

}

void MorningAlarm()      // función alarma automática de encendido de luces por la
mañana al detectar la primer persona en el laboratorio

{

    pinMode(pirsensor,INPUT);  // activar el pin del sensor pir como Entrada

}

void LUCESOFF()      // función alarma automática para apagar las luces por la
noche, final de clase en el laboratorio

```

```

{

    dato = digitalRead(Led5); // lee el estado del pin del Led5 y lo guarda en la variable
    dato

    if (dato == HIGH)        // si dato es 1, entonces;

    {

        digitalWrite(Led5,LOW); // solo apagar el Led5

    }

    else                    // pero caso contrario, si dato es 0, entonces;

    {

        Unipolarmotor2.step(-600); // mover el step motor 2 y conmutar los interruptores
        de apagado de luces

        delay(1000);

        Unipolarmotor2.step(1200);

        delay(1000);

        Unipolarmotor2.step(-600);

```

```
Unipolarmotor2.setSpeed(0); // apagar el step motor 2

}

}

// Fin del Sketch
```

3.2 Conclusiones.

En la finalización de este proyecto se han podido obtener importantes conclusiones y se ha podido constatar los objetivos planteados, como objetivo específico y primordial es la elaboración del diseño y construcción de un sistema automático que controlará y configurará el manejo de las luminarias, también mencionar la programación de un control remoto para poder conmutar las luminarias desde cierta distancia, la cual le otorga al encargado y a los usuarios del laboratorio una manera innovadora y novedosa para encender y apagar la iluminación.

El sistema para el manejo de luminarias implementado en la Universidad Tecnológica de El Salvador, simplifica la tarea al usuario de encender y apagar las luminarias del laboratorio de hardware, lo cual crea una comodidad y un nuevo hábito para enseñar e incentivar al usuario la cultura ahorrativa y preventiva del consumo innecesario de energía eléctrica., y de esta manera el sistema comprueba que funciona en base a las aplicaciones de la domótica y que cumple con los ámbitos de confort y de ahorro energético.

Con la implementación de este proyecto la Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas de la Universidad Tecnológica de El Salvador, se beneficia con un prototipo robótico con una funcionalidad domótica, además brinda conocimientos de diseño, creación y programación de un sistema embebido funcional, y a todo esto se añade la prolongación de vida de las luminarias y la reducción del consumo energético.

3.3 Recomendaciones.

- No perder o extraviar el control remoto, debido a que se recurriría a la compra de un control remoto nuevo del mismo modelo entregado con el prototipo, esto es porque que la programación de todo el sistema está configurada con los códigos numéricos de ese control remoto.
- Se recomienda cambiar la pila CR2032 del timer DS1302 cuando el reloj digital presente atrasados en la hora.
- No golpear con la mano o con un objeto extraño el prototipo, para evitar descalibrar los motores paso a paso, esto debido a que los motores están colocados en una posición que permite que la palanca de estos se mueva con una precisión exacta, y conmuten sin inconvenientes los interruptores de la placa eléctrica que controla las luminarias.
- El prototipo deberá permanecer conectado en la toma corrientes las 24 horas del día, debido a que la función de encendido automático de las luminarias necesita que el sensor PIR se active por la mañana a una hora en la cual aún no se inicien las actividades programadas o que se realicen dentro del Laboratorio de Hardware.

- Ampliar el prototipo de control de luminarias, con funciones dirigidas a los dos ámbitos de aplicaciones domóticas restantes, establecer una aplicación para el ámbito de la seguridad y otra enfocada al ámbito de comunicaciones.

Referencias

- Alonso, J. A. (2004). *Tecnologías de la Información y de la Comunicación*. Recuperado de <https://books.google.com.sv/books?id=oPRegn3QhpgC&ntsec=frontcover&dq=Tecnolog%C3%ADas+de+la+Informaci%C3%B3n+y+de+la+Comunicaci%20=false>
- Arduino, S. W. (2015). *Arduino*. Recuperado de [www.arduino.cc: http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=](http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=)
- Asimov, I. (2010). *Yo, Robot*. Buenos Aires: EDHASA. Recuperado de <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/135397/a848a971f45d5435b3cb83eabc08a890.pdf?sequence=1>
- Azambuya, J. (2013). *Ethek*. Recuperado de <http://www.ethek.com/arduino-que-es-y-para-que-sirve/>
- Córdova, E. (2009). *Electricidad Básica*. Barcelona. Recuperado de <https://books.google.com.sv/books?id=jTw6Zmj2LGMC&printsec=frontcover&dq=Electricidad+B%C3%A1sica.&hl=es&sa=X&ei=qq6eVaO=false>
- Huidobro, J. M. (2007). *En N. C. Huidobro, La domótica como solución de futuro*. Madrid: Comunidad de Madrid.
- KUO, B. C. (2000). *Sistema de Control Automatico*. (7ª ed.). Mexico D.F. Recuperado de <https://books.google.com.sv/books?id=GyWr6cT8SEsC&printsec=frontcover&dq=Sistema+de+Control+Automatico.&hl=es&sa=X&ei=qqeVZ2AK4H8gwTXxbQCg&ved=0CCUQ6AEwAA#v=onepage&q=Sistema%20de%20Control%20Automatico.&f=false>

- Miranda, C. V. (2012). *Sistema de control Continuos y Discretos*. Recuperado de <https://books.google.com.sv/books?id=kPb7zbRwJYC&printsec=frontcover&dq=Sistema+de+control+Continuos+y+Discretos&hl=es&sa=X&ei=abCeVaO2BoSUNoyWnfAJ&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=false>
- Ollero, A. (2001). *Manipuladores y robot moviles*. (1ª ed.). Barcelona. Recuperado de <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/135397/a848a971f45d5435b3cb83eabc08a890.pdf?sequence=1>
- Ramon, P. (2005). *Sensores y Acondicionadores*. (4ª ed.). Barcelona. Recuperado de https://books.google.com.sv/books?id=Eevyk28_fVkc&printsec=frontcover&dq=Sensores+y+Acondicionadores&hl=es&sa=X&ei=urGeVeylLIH8gwTXxb=false
- Romero Morales, V.S. (2004). *Robotica*. (3ª ed.). Recuperado de https://books.google.com.sv/books?id=hRzOp_qdxG8C&printsec=frontcover&dq=Robotica.&hl=es&sa=X&ei=gLKeVcPNJYvhggSLkIHwCf=false

Anexo 1.

Matriz de congruencia.

MATRIZ DE CONGRUENCIA		
TEMA: Sistema de control automatizado de luces que apoyen a las labores diurnas del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica.		
ENUNCIADO DEL PROBLEMA: ¿Será posible la creación de un sistema robótico que mejore y brinde comodidad en el encendido y apagado de las luminarias del Laboratorio de Hardware del Edificio Francisco Morazán?		
OBJETIVO GENERAL: Implementar un sistema robótico controlado remotamente para el conmutado automatizado de las luminarias del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica.		
OBJ. ESPECIFICO 1 Diseñar un circuito robótico que, controlado remotamente, conmute la luminaria del Laboratorio de Hardware.	OBJ. ESPECIFICO 2 Programar el sistema robótico para conmutar automáticamente las luminarias, cuando el laboratorio inicie y finalice actividades diarias.	OBJ. ESPECIFICO 3 Instalar físicamente el sistema robótico sobre los interruptores de las luminarias del Laboratorio de Hardware.
ALCANCE 1 Diseñar un circuito robótico que, controlado remotamente, conmute la luminaria del Laboratorio de Hardware.	ALCANCE 2 Instalar físicamente el sistema robótico sobre los interruptores de las luminarias del Laboratorio de Hardware.	ALCANCE 3 Programar el sistema robótico para conmutar automáticamente las luminarias, cuando el laboratorio inicie y finalice actividades diarias.
PRODUCTO 1 y 2 Sistema robótico instalado y funcional dentro del Laboratorio de Hardware.		PRODUCTO 3 Control remoto.

Anexo 2.

Fotos diseño, prueba y ensamblaje.



Figura A1. "Diseño"



Figura A2. "Diseño"



Figura A3. "Diseño"

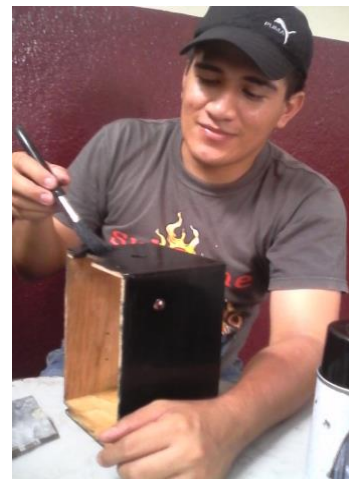


Figura A4. "Diseño"

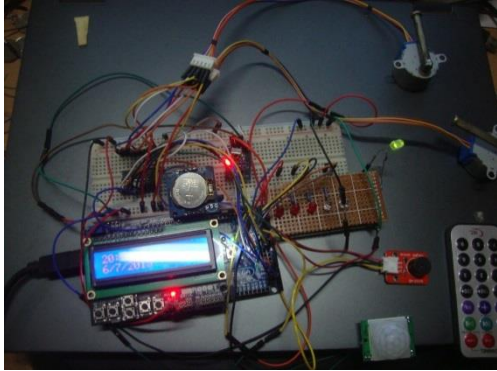


Figura A5. "Emsamble"

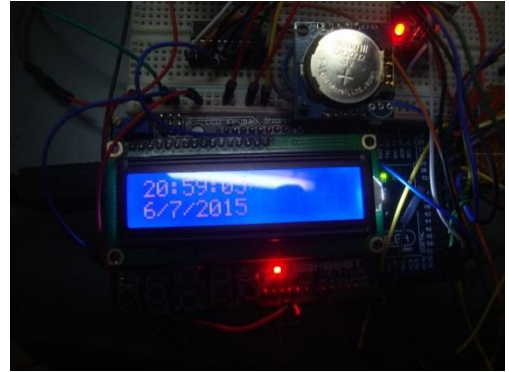


Figura A6. "Emsamble"



Figura A7. "Emsamble"

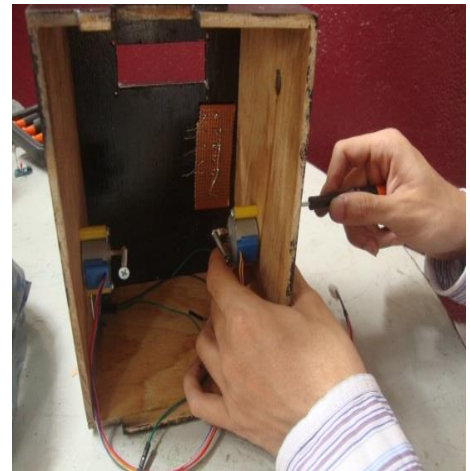


Figura A8. "Emsamble"



Figura A9. "Emsamble"



Figura A10. "Emsamble"



Figura A11. "Prueba"