



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

PROYECTO TÉCNICO:

**“Diseño e Implementación de un Sistema Domótico Ininterrumpido
con Iluminación, Sistema de Vigilancia y Automatización de
Portones de Ingreso utilizando Control PID y LabVIEW”**

AUTORES:

**JUAN PATRICIO GARCÍA TINOCO
JORGE LUIS LÓPEZ ORTEGA**

TUTOR:

ING. LUIS NEIRA CLEMENTE MSc.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2019

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Nosotros, JUAN PATRICIO GARCÍA TINOCO y JORGE LUIS LÓPEZ ORTEGA autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro. Además, declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Juan Patricio García Tinoco
Cédula: 0918795584

Jorge Luis López Ortega
Cédula: 0920521697

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN A LA UPS**

Nosotros, **JUAN PATRICIO GARCÍA TINOCO**, con documento de identificación N° **0918795584** y **JORGE LUIS LÓPEZ ORTEGA** con documento de identificación N° **0920521697**, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO ININTERRUMPIDO CON ILUMINACIÓN, SISTEMA DE VIGILANCIA Y AUTOMATIZACIÓN DE PORTONES DE INGRESO UTILIZANDO CONTROL PID Y LABVIEW”** mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Juan Patricio García Tinoco
Cédula: 0918795584

Jorge Luis López Ortega
Cédula: 0920521697

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
SUSCRITO POR EL TUTOR.**

Yo, **ING. LUIS NEIRA CLEMENTE, MSc.** Director del proyecto de titulación denominado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO ININTERRUMPIDO CON ILUMINACIÓN, SISTEMA DE VIGILANCIA Y AUTOMATIZACIÓN DE PORTONES DE INGRESO UTILIZANDO CONTROL PID Y LABVIEW”** realizado por los estudiantes **JUAN PATRICIO GARCÍA TINOCO** y **JORGE LUIS LÓPEZ ORTEGA**, certifico que ha sido orientado y revisado durante su desarrollo, por cuanto se aprueba la presentación del mismo ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, marzo del 2019

Ing. Luis Neira Clemente, MSc.

DEDICATORIA

En el presente Proyecto elaborado lo dedico principalmente a Dios quien fue mi inspiración y fuerza en todo este tiempo para culminar todo el proceso de obtener uno de los deseos más anhelados de convertirme en Ingeniero Electrónico.

A mis padres por todo su apoyo, trabajo, amor y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar a convertirme en lo que soy siendo los mejores en toda mi vida.

A todas las personas que estuvieron presente dándome todo su apoyo, acompañándome con apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que logaron con su apoyo que este proyecto se realice con éxito en especial a aquellas personas que abrieron las puertas y compartieron todo su conocimiento a lo largo de toda mi vida como alumno.

Jorge Luis López Ortega

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis Padres Mario García y Patricia Tinoco quienes con paciencia y su apoyo incondicional han permitido que llegue a cumplir una de mis metas, Gracias por inculcar en mí ese ejemplo de trabajo, esfuerzo, Valentía y enseñarme a no permitir que ninguna adversidad me haga perder porque Dios siempre estará conmigo.

A Dios, quien como guía está presente en todo el camino de mi vida, dándome fuerzas y sabiduría, en las buenas y malas, bendiciéndome, para así poder completar todas mis metas propuestas sin desfallecer.

A la facultad de Ingeniería, a todos los docentes por ayudarme en mi formación académica como profesional.

A todos mis tíos, mis tías, mis primos, mis primas, mis hermanos Oscar y Mario, mis abuelitas y mis amigos, cada grano de arena que aportaron en este gran viaje, sirvieron de mucho.

A Jorge López, Erick Calderón, Michael León.

Un agradecimiento especial, a mi tío Luchino Iturralde, mi tía Carolina García, mi tía Vicky Valdez, mi tío Cristóbal García, mi tía Targelia García, mi tío Glendo Tinoco, mi abuela Gloria Espinoza de García, mi abuela Dolores Sánchez de Tinoco, a Don Carlos Ochoa y todas las demás personas que me ayudaron en el proceso.

A mi tío Johnny Patricio García Espinoza, por ser una persona incondicional en todo.

A ti, mi Emma, que te amo mucho.

Juan Patricio García Tinoco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía en todo este camino de mi vida, por bendecirme, ser el apoyo y fortaleza en aquellas etapas de dificultad y de debilidad que se presentaron a lo largo de mi vida.

Gracias a mis Padres Laura Ortega y Leopoldo López por ser los principales promotores de mis sueños y metas a cumplir, por confiar y creer siempre en mis expectativas, por el apoyo, los consejos, valores y principios que me enseñaron desde temprana edad para ser una persona de bien.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana por haber compartido sus conocimientos a lo largo del proceso de preparación en mi profesión a seguir, al Ing. Luis Neira tutor del proyecto elaborado quien nos ha guiado con paciencia y rectitud como docente.

Jorge Luis López Ortega

AGRADECIMIENTO

Quiero utilizar este espacio, para agradecer a Dios, por ser mi guía en todo este proceso de formación como profesional en la carrera que escogí, por todas sus bendiciones, a mis padres, que han sabido formarme con honradez, humildad y fortaleza, por enseñarme a ser una persona trabajadora, emprendedora y luchadora, dando siempre lo mejor de mí en todo lo que hago, siempre con esfuerzo y honradez.

De manera especial, a mi tutor de tesis, Ing. Luis Neira, por haberme guiado en la elaboración de este proyecto y a lo largo de mi carrera universitaria, brindándome todo el apoyo, su paciencia y sus enseñanzas para formarme profesionalmente.

Mi agradecimiento a todos mis seres queridos y amados, que son mi familia, mis amigos, quienes estuvieron brindándome toda su colaboración y apoyo incondicional, ya que se involucraron en este proceso de elaboración de mi proyecto aportando su pequeño granito de arena.

Un agradecimiento especial, al Ing. Byron Lima, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, por haberme compartido sus conocimientos y por sus enseñanzas a lo largo de mi carrera como estudiante.

Un agradecimiento especial a las personas que con paciencia y sabiduría me ayudaron en el proceso que conlleva seguir una carrera universitaria.

Agradezco al Economista Andrés Bayolo, vicerrector de la Universidad Politécnica Salesiana y al Ing. Víctor Huilcapi, director de carrera de Ingeniería Electrónica.

A Doña Laura Ortega y Don Leopoldo López, que con cariño y respeto me enseñaron que lo más valioso en una persona, es la humildad.

A toda la familia López Ortega, y amigos, por su cariño y apoyo.

Juan Patricio García Tinoco

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO TÉCNICO	TEMA DE PROYECTO TÉCNICO
2018	JUAN PATRICIO GARCÍA TINOCO JORGE LUIS LÓPEZ ORTEGA	ING. LUIS NEIRA CLEMENTE MSc.	“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO ININTERRUMPIDO CON ILUMINACIÓN, SISTEMA DE VIGILANCIA Y AUTOMATIZACIÓN DE PORTONES DE INGRESO UTILIZANDO CONTROL PID Y LABVIEW”

El presente proyecto técnico tiene como objetivo resolver inconvenientes que existen en el sistema que provee energía eléctrica a las casas de un sector en la ciudad de Guayaquil, el mismo suele fallar ocasionalmente, dejando sin energía a las familias que viven allí, sin la posibilidad de poder realizar sus actividades con normalidad y quedando expuestos a la inseguridad desmejorando considerablemente su calidad de vida ya que utilizan la energía para realizar la mayoría de sus actividades.

Este proyecto fue implementado en una vivienda de la familia López Ortega en la ciudad de Guayaquil – Ecuador.

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un sistema Domótico que con el que se pueda abrir o cerrar puertas de un garaje con control fijo o remoto y controlándolo con un PID, dotar de un sistema de vigilancia, y proveer de iluminación, todo esto alimentado por una Fuente de alimentación ininterrumpida la cual recibe energía de un panel Solar.

Palabras claves: Domótica, Control, PID, Panel Fotovoltaico.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF TECHNICAL PROJECT	TECHNICAL PROJECT THEME
2018	JUAN PATRICIO GARCÍA TINOCO JORGE LUIS LÓPEZ ORTEGA	ING. LUIS NEIRA CLEMENTE MSc.	"DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN UNINTERRUPTED DOMOTIC SYSTEM WITH LIGHTING, SURVEILLANCE SYSTEM AND AUTOMATION OF PORT OF ENTRIES USING PID CONTROL AND LABVIEW"

The purpose of this technical project is to solve problems that exist in the system that provides electrical power to the homes of a sector in the city of Guayaquil, it usually fails occasionally, leaving the families that live there without power, without the possibility of to be able to carry out their activities normally and being exposed to insecurity, considerably diminishing their quality of life since they use energy to carry out most of their activities.

This project was implemented in a house of the López Ortega family in the city of Guayaquil, Ecuador.

The main objective of this project is to develop a Domotic system that can open or close doors of a garage with fixed or remote control and control it with a PID, provide a surveillance system, and provide lighting, all this powered by an uninterrupted power supply which receives power from a solar panel.

Keywords: Domotics, Control, PID, Photovoltaic Panel.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS II	
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR.....	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Importancia y Alcances	1
1.3. Delimitación	1
1.3.1. Temporal	1
1.3.2. Espacial.....	1
1.3.3. Académica	1
1.4. Objetivos	1
1.4.1. Objetivo general.....	1
1.4.2. Objetivos específicos.....	2
2. Fundamentos teóricos	2
2.1. Sistema Fotovoltaico.....	2
2.1.1. Panel Fotovoltaico.....	3
2.1.2. Batería eléctrica	4
2.1.3. Regulador	5
2.1.4. Inversor	5
2.2. Controlador PID.....	5
2.2.1. Proporcional.....	6
2.2.2. Integral	6
2.2.3. Derivativo.....	6
2.3. LabView.....	6
2.4. Arduino	6
2.4.1. Arduino Mega 2560.	7

2.5.	Sensor ultrasónico.....	8
2.6.	Driver L298.....	9
2.7.	Motor Leader.....	10
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	12
3.1	Ubicación y prueba de los motores y sensores.....	14
3.2	Instalación de motores y sensores.....	16
3.3	Prueba de accionamiento de los motores marca LEADER.....	21
3.4	Prueba de los sensores ultrasónicos.....	22
3.5	Programación del control PID en LabView.	24
3.5.1	Programación diagrama de bloques.....	27
3.6	Cálculos para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.	32
3.6.1	Cálculo de la potencia consumida del sistema para dimensionar los inversores..	33
3.6.2	Cálculo de la duración de la batería.....	35
3.7	Instalación de panel solar fotovoltaico.....	36
3.8	Instalación de tablero en planta baja.....	38
3.9	Instalación y ubicación de las cámaras.....	48
3.10	Ubicación definitiva de los motores y el cableado.....	50
3.11	Batería.....	53
3.12	Visualización y prueba.....	54
3.12.1	Cámaras.....	54
3.12.2	PID.....	55
4.	Resultado.....	59
4.1	Apertura y cierre de puertas del garaje.....	59
4.2	Sistema de respaldo de energía eléctrica.....	64
5.	Conclusiones.....	65
6.	Recomendaciones.....	65
	Referencias bibliográficas.....	66
	Anexos.....	68

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema solar Fotovoltaico	3
Figura 2.2: Panel fotovoltaico	3
Figura 2.3: Batería Gel.....	5
Figura 2.4: Diagrama de bloques de un controlador PID.....	5
Figura 2.5: Tarjeta Arduino Mega 2560	7
Figura 2.6: Sensor ultrasónico.....	8
Figura 2.7: Grados de alcance de medición	8
Figura 2.8: Señales de medición	8
Figura 2.9: Driver L298	9
Figura 2.10: Diagrama de bloques del driver	9
Figura 2.11: Saturación de voltaje vs corriente de salida	10
Figura 2.12: Motor Leader	10
Figura 2.13: Ubicación de los motores LEFT AND RIGHT HAND	11
Figura 2.14: Instalación de los motores	11
Figura 3.1: Diagrama de bloques del proyecto	12
Figura 3.2: Diagrama de control del proyecto	13
Figura 3.3: Puerta uno del portón.....	14
Figura 3.4: Puerta dos del portón	15
Figura 3.5: Vista completa interior del portón	15
Figura 3.6: Vista exterior del portón	16
Figura 3.7: Lugar donde están las luminarias	16
Figura 3.8: Sistema anclaje M2	17
Figura 3.9: Calibración de la altura	17
Figura 3.10: Calibración de la altura M2.....	17
Figura 3.11: Calibración de la altura M1	18
Figura 3.12: Vista del portón ya ubicado los motores	18
Figura 3.13: Vista del portón ya ubicado M2.....	18
Figura 3.14: Vista del portón ya ubicado M1	19
Figura 3.15: Ubicación para el sensor ultrasónico uno.....	19
Figura 3.16: Instalación del sensor ultrasónico uno	19
Figura 3.17: Instalación del sensor ultrasónico 1.....	20
Figura 3.18: Instalación del sensor ultrasónico 2.....	20
Figura 3.19: Instalación del sensor ultrasónico 2.....	20
Figura 3.20: Instalación del cableado para sensor ultrasónico uno y dos	21
Figura 3.21: Prueba de accionamiento del motor	21
Figura 3.22: Prueba de accionamiento del motor	22
Figura 3.23: Medición de distancia sensor uno	22
Figura 3.24: Medición de distancia sensor uno	23
Figura 3.25: Medición de distancia sensor dos.....	23
Figura 3.26: Nueva ubicación sensor uno	24
Figura 3.27: Nueva ubicación sensor dos	24
Figura 3.28: Panel frontal LabView	25
Figura 3.29: Pantalla de visualización de Cámara	25
Figura 3.30: Botoneras Marcha/Paro.....	26
Figura 3.31: Indicadores Virtuales panel frontal.....	26
Figura 3.32: Indicadores, graficadores, Interruptores	27
Figura 3.33: Programación de los pines entrada y salida en diagrama de bloques.....	27
Figura 3.34: Programación de los sensores en diagrama de bloques.....	27
Figura 3.35: Programación de condición abrir o cerrar en diagrama de bloques	28
Figura 3.36: Programación abrir o cerrar en diagrama de bloques.....	28

Figura 3.37: Obtención de los valores PID	29
Figura 3.38: Obtención de los valores PID con Autotuning	29
Figura 3.39: Programación botoneras en diagrama de bloques.....	30
Figura 3.40: Programación diagrama de bloques vista general.....	30
Figura 3.41: Programación diagrama de bloques para cámaras	31
Figura 3.42: Programación diagrama de bloque IMAQ	31
Figura 3.43: Programación diagrama de bloque DVR.....	31
Figura 3.44: Programación diagrama de bloque cerrar la comunicación	32
Figura 3.45: Ubicación Panel solar fotovoltaico visto desde planta baja	37
Figura 3.46: Ubicación Panel solar fotovoltaico visto desde planta alta	37
Figura 3.47: Ubicación tubería por donde descienden cableado desde planta alta	38
Figura 3.48: Ubicación tablero eléctrico en planta baja	38
Figura 3.49: Ubicación de tablero en planta baja y cableado.....	39
Figura 3.50: Tesistas ubicando los módulos y equipos que integran el tablero	39
Figura 3.51: La caja 1 dentro del tablero	40
Figura 3.52: Módulo RF 315 MHZ y el Arduino Mega 2560.....	40
Figura 3.53: Cableado en la caja uno	41
Figura 3.54: Vista del cableado	41
Figura 3.55: Caja uno finalizada	42
Figura 3.56: Caja uno finalizada	42
Figura 3.57: Módulo L298	43
Figura 3.58: Caja dos finalizada.....	43
Figura 3.59: Vista de ubicación de equipos en el tablero	44
Figura 3.60: Vista de ubicación de equipos en el tablero	44
Figura 3.61: Vista de ubicación terminada de equipos en el tablero	45
Figura 3.62: Vista de ubicación terminada de equipos en el tablero	45
Figura 3.63: Vista externa del tablero.....	46
Figura 3.64: Regulador de carga	46
Figura 3.65: Luz piloto.....	47
Figura 3.66: Alimentación eléctrica principal	47
Figura 3.67: Ubicación de las cámaras.....	48
Figura 3.68: Ubicación de las cámaras.....	48
Figura 3.69: Ubicación de las cámaras.....	49
Figura 3.70: Tarjeta capturadora de video	49
Figura 3.71: Dispositivo DVR	50
Figura 3.72: Ubicación motores con su cableado	50
Figura 3.73: Ubicación motores con su cableado	51
Figura 3.74: Ubicación motores con su cableado y sensor.....	51
Figura 3.75: Ubicación motores con su cableado y sensor.....	52
Figura 3.76: Ubicación motores con su cableado y sensor.....	52
Figura 3.77: Ubicación cableado batería.....	53
Figura 3.78: Ubicación batería	53
Figura 3.79: Ubicación y conexión de DVR	54
Figura 3.80: Visualización de cámaras en monitor	54
Figura 3.81: Bloque de Autotuning PID (LabView, 2015).....	55
Figura 3.82: Visualización de SCADA PID	55
Figura 3.83: Visualización de SCADA PID	56
Figura 3.84: Visualización de SCADA PID	56
Figura 3.85: Visualización de SCADA PID	57
Figura 3.86: Desplazamiento del vástago del M1.....	57
Figura 3.87: Programación diagrama de bloques para el Motor uno.....	58
Figura 3.88: Desplazamiento del vástago del M2.....	58

Figura 3.89: Programación diagrama de bloques para el Motor 2	59
Figura 4.1: Accionamiento del motor M1 para la apertura o cierre de la puerta 1 para el cálculo de las constantes PID	59
Figura 4.2: Panel Frontal cuando no se accionan las puertas.....	60
Figura 4.3: Panel frontal con los videos de las cámaras y las botoneras virtuales de accionamiento.....	60
Figura 4.4: Gráficas de las curvas de desplazamiento de las puertas en estado abierto - cerrado y PWM	61
Figura 4.5: Gráficas de curvas de desplazamiento de puertas de abiertas a cerradas.....	62
Figura 4.6: Gráficas de curvas de PWM de las dos puertas	62
Figura 4.7: Panel frontal con puertas de cerradas a abiertas	63
Figura 4.8: Panel frontal con las curvas de puertas de cerradas a abiertas	63
Figura 4.9: Curvas PWM de puertas de cerradas a abiertas.....	64
Figura 4.10: Interior del tablero Fotovoltaico.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Características Microcontrolador ATmega2560 (ARDUINO, 2018)	7
Tabla 2.2: Rangos en los que trabaja Driver L298 (ST, 2000).....	10
Tabla 3.1: Consumo en vatios de electrodomésticos	32

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la domótica abarca un gran mercado por lo cual, está siendo una herramienta muy útil para el confort de las personas que habitan en viviendas, empresas, hoteles de lujo.

Debido a que son sistemas que permiten automatizar una edificación de cualquier tipo, aportando servicios de:

- Gestión energética
- Seguridad
- Bienestar
- Comunicación

Todo el sistema siendo integrado a través de una red de comunicación sea esta interna o externa.

El proyecto impulsa la importancia de desarrollar este tipo de sistemas, en los hogares ecuatorianos, ya que se puede evitar desmejorar la calidad de vida, por la falta de energía eléctrica local en una vivienda. Adicionalmente existe un sistema de control para la apertura y cierre de un portón de garaje utilizando el Software LabView y como interface se utilizó la tarjeta Arduino.

La instalación se la realizó en la casa de una familia ubicada en el Sur de Guayaquil, cuya dirección es Antepara 5104 y Oriente.

El proyecto se cuenta con un sistema ininterrumpido de energía que tiene los siguientes equipos:

- Panel fotovoltaico
- Regulador de carga
- UPS
- Baterías

Los mismos suministraran únicamente, energía a los motores del portón, las cámaras de vigilancia, el ordenador principal y las luminarias de la casa.

1. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El problema que impulso al desarrollo del proyecto se debe a que en el sistema que provee energía eléctrica a las casas del sur en la ciudad de Guayaquil, suele fallar ocasionalmente, dejando sin energía a las familias que viven allí, dejándolos imposibilitados de poder realizar sus actividades cotidianas y quedando expuestos a la inseguridad por largos lapsos de tiempo.

1.2. Importancia y Alcances

La implementación de este proyecto muestra la importancia de desarrollar este tipo de sistemas, en los hogares ecuatorianos, ya que se puede evitar desmejorar la calidad de vida, por la falta de energía eléctrica local en una casa, así existirá electricidad disponible para los artefactos de primera necesidad en donde se habita, incluyendo con suministro eléctrico para el sistema de vigilancia, evitándose también accidentes y robos en el hogar.

Como beneficiarios principales de este proyecto tenemos a una familia ubicada en el Sur de Guayaquil, en las calles Antepara 5104 y Oriente

1.3. Delimitación

1.3.1. Temporal

La implementación de este proyecto se realizó durante el 2018

1.3.2. Espacial

El proyecto está dirigido a una familia ubicada en el Sur de Guayaquil, en las calles Antepara 5104 y Oriente.

1.3.3. Académica

El proyecto consiste en un sistema de apertura y cierre de una puerta de garaje con control PID, vigilancia con un equipo DVR, iluminación.

Todo el sistema es alimentado con la energía producida por los paneles fotovoltaicos y monitoreado por el Software LabView.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e Implementar un sistema Domótico ininterrumpido, que permita controlar los motores DC de los portones, las luminarias principales de la casa, el ordenador principal y las cámaras de seguridad de la casa utilizando LabView y un controlador PID.

1.4.2. Objetivos específicos

- Obtener los parámetros necesarios para desarrollar el controlador PID, del motor M1 y M2 que abren y cierran el portón de garaje con la ayuda del .vi de LabView, PID Autotuning.
- Realizar el controlador PID, únicamente para los motores, izquierdo y derecho, del portón de garaje, usando como retroalimentación, dos sensores ultrasónicos.
- Implementar el sistema ininterrumpido de energía, con 1 panel fotovoltaico, 1 regulador de carga, 1 UPS y 2 baterías, que suministrarán, únicamente, energía a los motores del portón, las cámaras de vigilancia, el ordenador principal y las luminarias de la casa.
- Crear un visualizador de estado, en tiempo real, del sistema PID, utilizando LabView.
- Implementar un sistema con dos cámaras de seguridad con su video grabador para la seguridad de la casa.
- Utilizar un Arduino MEGA como sistema embebido para el controlador PID de los motores programado con LabView.
- Mostrar la imagen del VR, con la ayuda de Modulo **Vision And Motion** de LabVIEW en el mismo visualizador de estado.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Sistema Fotovoltaico

“El cambio climático es uno de los grandes desafíos del siglo XXI. Sus impactos más severos todavía se pueden evitar si se hacen esfuerzos para transformar los sistemas de energía actuales.

Las fuentes de energía renovable tienen un gran potencial para desplazar las emisiones de gases de efecto invernadero de combustibles fósiles y, por tanto, para mitigar el cambio climático.

Si se implementan adecuadamente, las fuentes de energía renovable pueden contribuir a la mejora social y económica.

Al desarrollo, y en el acceso a la energía, a un suministro de energía seguro y sostenible, y a la reducción de los impactos negativos del suministro de energía en el medio ambiente y salud humana. (Cambridge University, 2011).

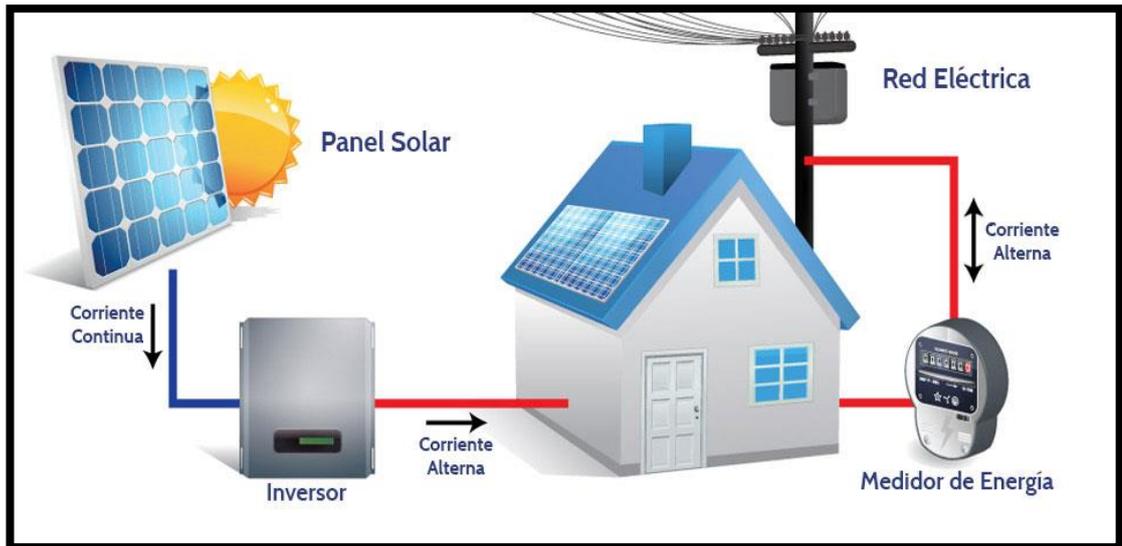


Figura 2.1: Sistema solar Fotovoltaico (Mo Energy, 2018)

Una de las energías renovables más utilizadas es la energía fotovoltaica, y la misma es la que se utiliza en este proyecto. A continuación, realizamos la descripción de los conceptos que la abarcan:

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de equipos que aprovechan la incidencia de rayos solares para convertirla en energía eléctrica sin afectar al medio ambiente ya que el sol es una fuente ilimitada de energía que está siendo aprovechada por este tipo de sistemas.

A continuación, se detallan los equipos que lo conforman:

2.1.1. Panel Fotovoltaico



Figura 2.2: Panel fotovoltaico (SOLAR MAT, 2015)

El término fotovoltaico proviene de foto que significa “luz” y “voltaico”, referenciado del campo en la electricidad, que determina la unidad de medida de la diferencia de potencial en el Sistema Internacional.

También denominados paneles solares, están conformados por un conjunto de células fotovoltaicas, que producen energía eléctrica al caer radiación solar sobre ellos este efecto toma el nombre de **fotoeléctrico**; se determina mediante la emisión de electrones por un material al incidir sobre él una energía de tipo luminosa.

La clasificación de los paneles es según el tipo de célula que los forma, entre ellas tenemos las siguientes:

- **MONOCRISTALINAS:** Se componen de un único cristal de silicio, se reconocen por su forma octogonal (forma curva).
- **POLICRISTALINAS:** Están formadas por un conjunto de cristal de silicio por ello su eficiencia es menor que las monocristalinas, aunque su costo es menor.
- **AMORFAS:** Cuando el silicio no está cristalizado, son más utilizadas para energizar circuitos pequeños como en el caso de las calculadoras, relojes, etc.

Su rendimiento es mucho mejor cuanto mayor son los cristales que contenga, pero también su peso, grosor y costo.

El rendimiento de las primeras mencionadas puede alcanzar el 22 % mientras que el de la última puede no llegar al 10 %, sin embargo, su costo y peso es más económico.

2.1.2. Batería eléctrica

Es un equipo que contiene una o más celdas electroquímicas que tienen la facultad de convertir la energía química almacenada en corriente eléctrica.

Se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- Realizar el mantenimiento preventivo en el caso de las baterías convencionales para alargar o mantener su vida útil.
- Ubicarlas en un lugar fresco a una temperatura ambiente, así podremos evitar casos de riego de líquido.

Para este tipo de sistemas fotovoltaicos existe un tipo de batería que contiene el líquido gelificado con ello pueden soportar la intemperie, no necesitan mantenimiento y su vida útil es mayor, aunque hay que considerar que su costo es elevado.



Figura 2.3: Batería Gel (SOLAR MAT, 2015)

2.1.3. Regulador

Es un dispositivo diseñado para mantener un nivel de tensión constante en un circuito eléctrico.

2.1.4. Inversor

Es un dispositivo diseñado para convertir un voltaje de entrada continuo (VDC) en un voltaje de salida alterno (VAC).

2.2. Controlador PID

El controlador proporcional, integral, derivativo (PID) es, sin lugar a dudas, el regulador de más amplio uso en lazos de control de una entrada y una salida: sistemas mono variables (Astrom, 2002). Aparte de su versatilidad y amplio espectro de uso que va desde aplicaciones en procesos químicos hasta la aviónica y aeronáutica (Goodwin y col, 2001).

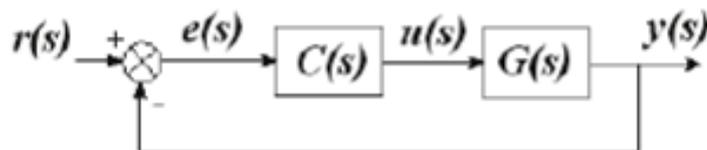


Figura 2.4: Diagrama de bloques de un controlador PID (Colmenares, 2005)

En ello se calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado. El algoritmo del control PID consiste de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo.

2.2.1. Proporcional

En este parámetro nos enfocamos en el producto de la señal de error y la constante proporcional, para lograr que el error se aproxime lo más cercano a cero.

La fórmula está dada por:

$$P(\text{sal}) = K_p * e(t)$$

K_p : constante proporcional

$e(t)$: señal de error

2.2.2. Integral

En el parámetro integral se determina la disminución y eliminación del error en estado estacionario, que se genera por perturbaciones o agentes externos que no pueden ser corregidos con el parámetro anterior

Su fórmula está dada por:

$$I(\text{sal}) = K_i \int_0^t e(t) dt$$

2.2.3. Derivativo

El parámetro derivativo solo se lo utiliza cuando existe un cambio en el valor absoluto del error.

El error es la desviación entre el punto de medida y el valor de setpoint

La fórmula está dada por:

$$D(\text{sal}) = K_d \frac{de}{dt}$$

2.3. LabView

LabView es un software de ingeniería de sistemas que requiere pruebas, medidas y control con acceso rápido a hardware e información de datos.

LabView simplifica la integración de hardware, así se podrá adquirir y visualizar juegos de datos de forma rápida desde prácticamente cualquier dispositivo de entrada y salida, ya sea de NI o de terceros.

Combinado con una sintaxis de programación gráfica que reduce el tiempo de programación.

2.4. Arduino

Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa de circuito impreso con un microcontrolador, Atmel AVR, conteniendo puertos digitales y analógicos con entradas y salidas, los cuales pueden conectarse a placas de expansión que amplían las características de funcionamiento de la placa Arduino.

Así mismo, posee un puerto de conexión USB, donde se puede alimentar la placa y establecer comunicación con el computador.

En este proyecto, Arduino será el encargado de controlar los motores de los portones y su programación se realizará con el software LabVIEW.

2.4.1. Arduino Mega 2560.



Figura 2.5: Tarjeta Arduino Mega 2560 (ARDUINO, 2018)

La tarjeta de control Mega 2560 de Arduino está diseñado para ser compatible con la mayoría de las herramientas que sean UNO.

Pines digitales 0 a 13 (y los pines adyacentes AREF y GND), las entradas analógicas 0 a 5, el encabezado de alimentación y el encabezado ICSP están todos en ubicaciones equivalentes.

En la siguiente tabla se describen sus características:

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 Ma
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Tabla 2.1: Características Microcontrolador ATmega2560 (ARDUINO, 2018)

2.5. Sensor ultrasónico.



Figura 2.6: Sensor ultrasónico (MICROKITS, 2018)

Son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicas y que detectan objetos a cortas distancias, así como a largos metros.

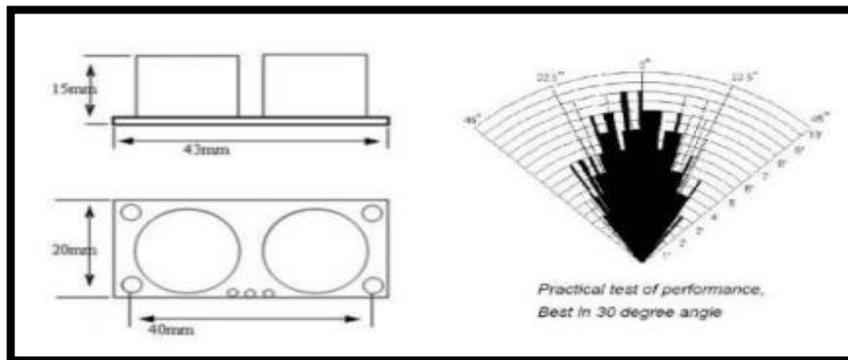


Figura 2.7: Grados de alcance de medición (MICROKITS, 2018)

El trabajo lo realizan mediante envíos de señal emitiendo un sonido y midiendo el tiempo en que va golpea en el objeto y retorna al mismo.

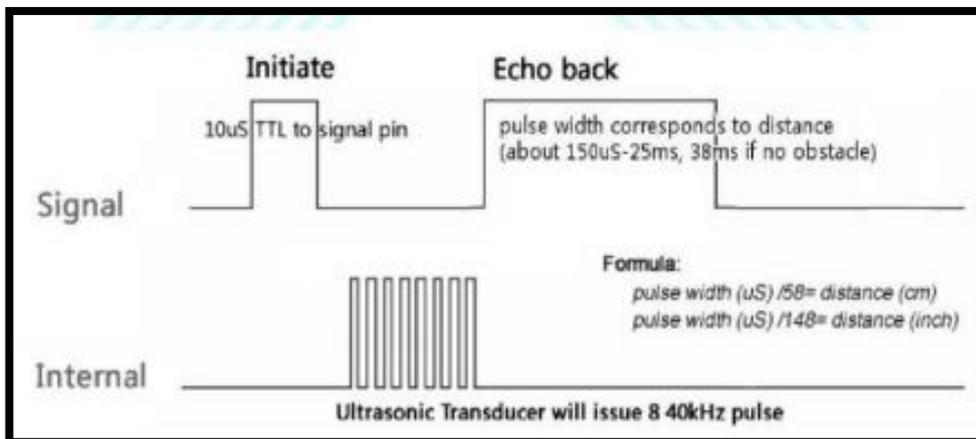


Figura 2.8: Señales de medición (MICROKITS, 2018)

Tiempo que tarda la señal en volver es igual al ancho del pulso en el pin Echo en microsegundos, para determinar la distancia a partir de este tiempo:

DISTANCIA EN CENTIMETROS = tiempo/58

DISTANCIA EN PULGADAS = tiempo/148

O puede utilizarse el valor de la velocidad del sonido 340 m/s.

Su operación no se ve afectada por la luz del sol o materiales oscuros, aunque materiales acústicamente blandos son difíciles de detectar.

2.6. Driver L298

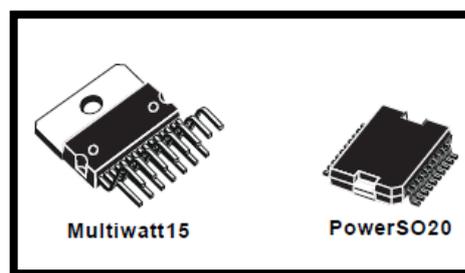


Figura 2.9: Driver L298 (ST, 2000)

El driver L298 me permite controlar dos motores de corriente continua (DC) y motores paso a paso de máximo dos amperios.

Se muestra el diagrama de bloques del driver:

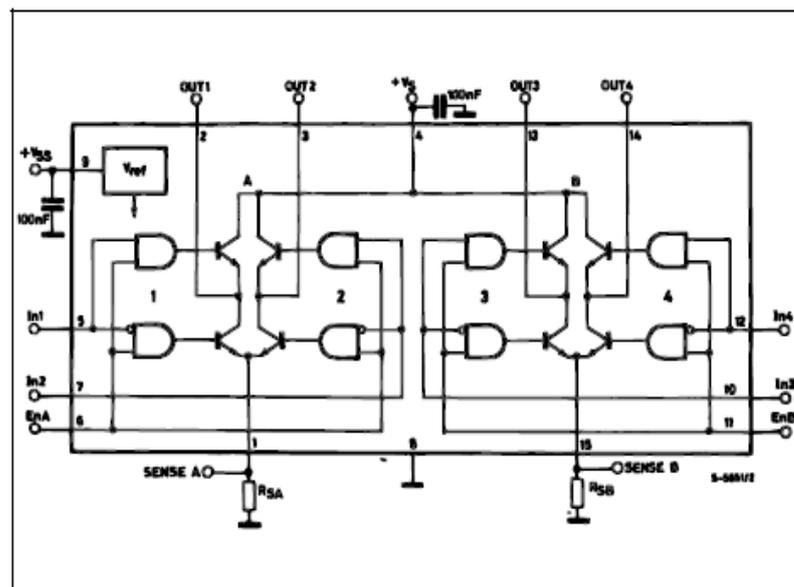


Figura 2.10: Diagrama de bloques del driver (ST, 2000)

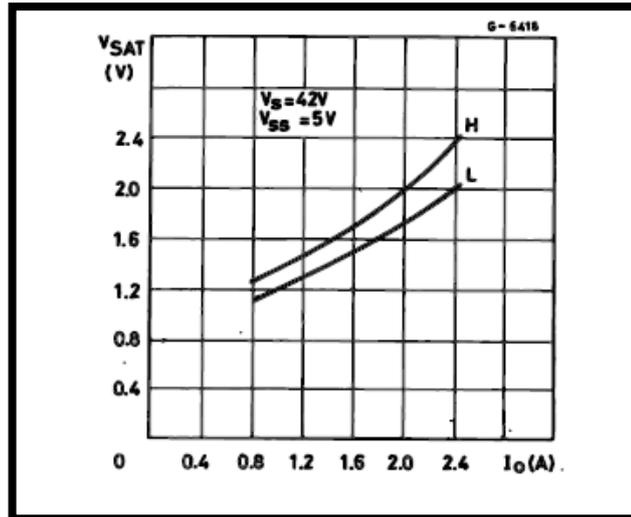


Figura 2.11: Saturación de voltaje vs corriente de salida (ST, 2000)

Tabla de rangos máximos del elemento:

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_i, V_{en}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_o	Peak Output Current (each Channel) - Non Repetitive ($t = 100\mu s$) - Repetitive (80% on -20% off; $t_{on} = 10ms$) - DC Operation	3 2.5 2	A A A
V_{sens}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation ($T_{case} = 75^\circ C$)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	$^\circ C$
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ C$

Tabla 2.2: Rangos en los que trabaja Driver L298 (ST, 2000)

2.7. Motor Leader



Figura 2.12: Motor Leader

- La gama LEADER está diseñada para automatizar puertas, batientes en uso residencial.
- Los sistemas LEADER de 24 voltios se pueden conectar a una batería de respaldo para garantizar un ciclo completo de operación en caso de un corte de energía.

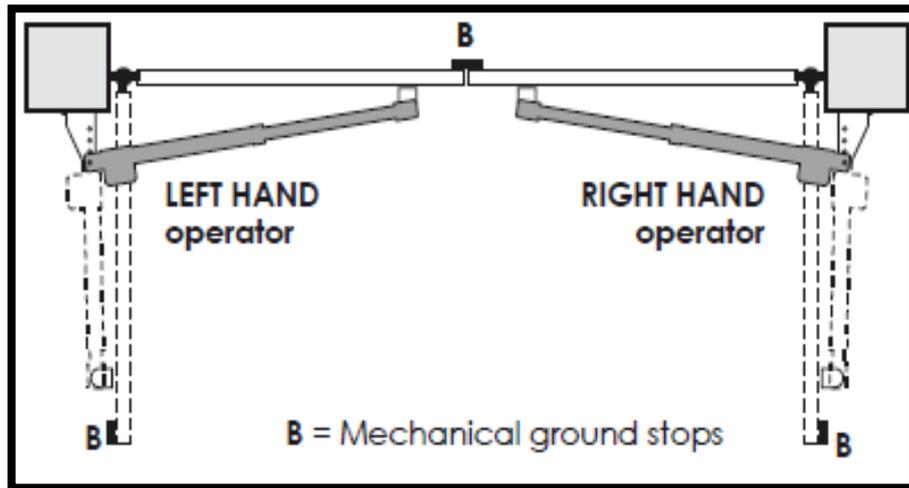


Figura 2.13: Ubicación de los motores LEFT AND RIGHT HAND (PROTECO-DIRECT, 2015)

Controles preliminares

Antes de la instalación asegúrese de que:

- Las condiciones de las puertas son adecuadas para automatizar
- El peso, las dimensiones y la construcción de la compuerta son adecuados
- Tiene paradas de tierra mecánica adecuada.
- Las piezas automatizadas están en buenas condiciones mecánicas
- Cualquier dispositivo de riego del césped no mojará el motor reductor de abajo hacia arriba.
- El cable de tierra está apropiadamente conectado

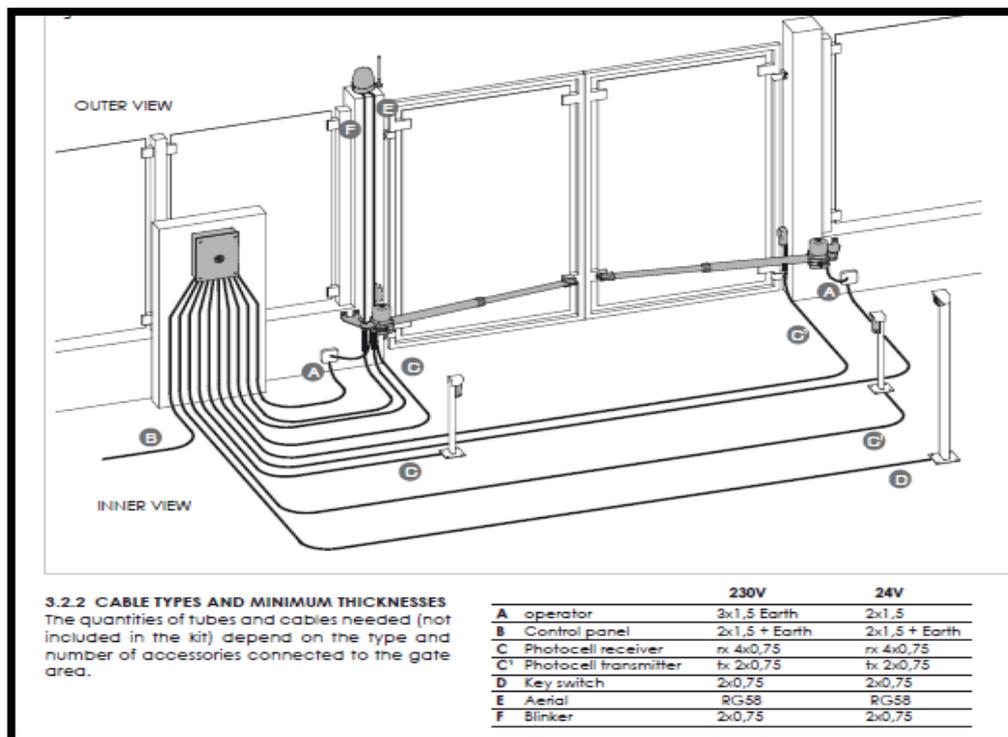


Figura 2.14: Instalación de los motores (PROTECO-DIRECT, 2015)

3. MARCO METODOLÓGICO

El sistema se compone de las siguientes partes:

- Un sistema fotovoltaico para alimentar todo el sistema de control, fuerza e iluminación de las habitaciones.
- El sistema de vigilancia con sus respectivas alarmas.
- Un sistema de apertura y cierre de puertas de garaje con un control PID.

El control general se especifica en la figura 3.1

Se consideró agregar el diseño del diagrama de bloques en la siguiente figura, así se detalla brevemente los equipos y herramientas que se utilizaron en su totalidad en el proyecto con todas sus variables.

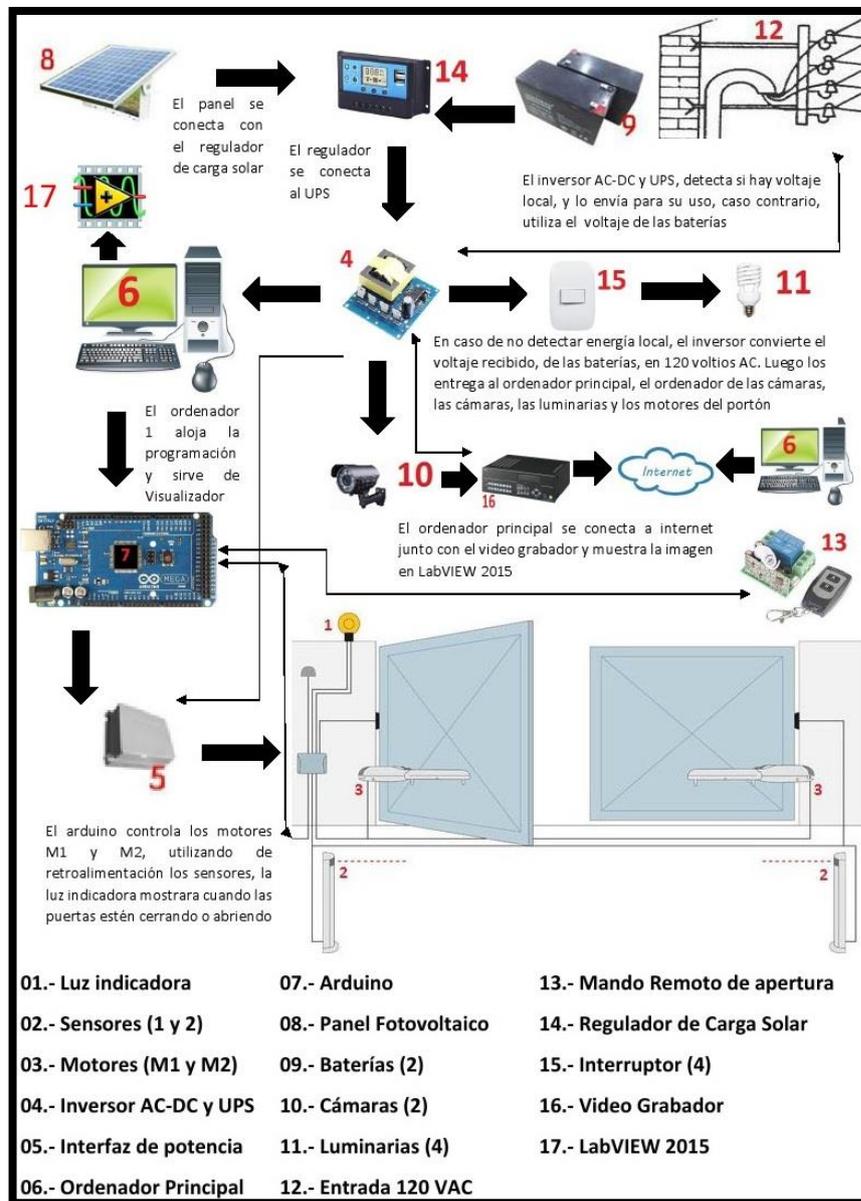


Figura 3.1: Diagrama de bloques del proyecto

Para el proyecto de titulación, se procedió a reconocer las variables que se tendrán presentes tanto de entrada como salida.

Se dispone de un controlador PID para los dos motores existentes, tanto para el MOTOR 1 como para el MOTOR 2. Se realizó los correspondientes ajustes en el software LabView 2015, utilizando las herramientas mencionadas.

También se realizó la programación para la obtención y visualización de datos de todo el sistema en tiempo real a través del software antes mencionado.

SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE DE PUERTA DE GARAJE CON CONTROL PID

En la siguiente figura se muestra el diagrama de control del proyecto realizado, en donde se utilizó:

- El software de supervisión con control PID.
- Actuadores y demás señales a considerar, en la implementación.

A continuación, se muestra el diagrama de control de apertura y cierre del portón del garaje:

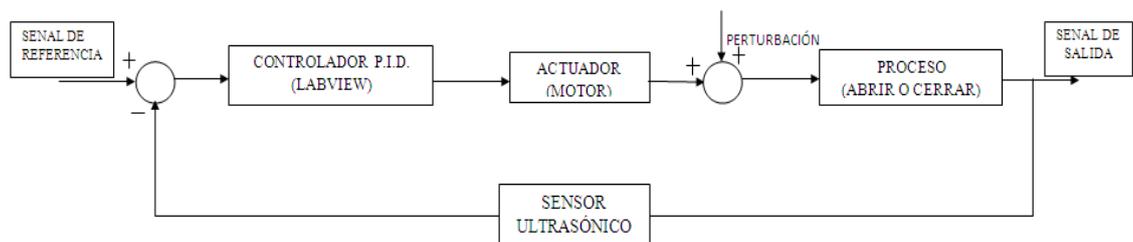


Figura 3.2: Diagrama de control del proyecto

En el caso del sistema de apertura y cierre se utilizaron dos motores los cuales al accionar se deben quedar ubicados en distancias definidas para la apertura total y cierre total:

- MOTOR1 = IZQUIERDA; se lo denominó así ya que es el que se encuentra en el lado izquierdo viendo de adentro hacia afuera.
- MODO ABRIR = 27 CM; el desplazamiento del “MOTOR1” debe ser de 27 CM
- MODO CERRAR = 46 CM; el desplazamiento del “MOTOR1” debe ser de 46 CM
- PERTURBACIÓN = PERSONAS; el número de personas que ingresen o estén cerca del área.
- MOTOR2 = DERECHA; se lo denominó así ya que es el que se encuentra en el lado derecho viendo de adentro hacia afuera.
- MODO ABRIR = 35 CM; el desplazamiento del “MOTOR2” debe ser de 35 CM.
- MODO CERRAR = 63 CM; el desplazamiento del “MOTOR2” debe ser de 63 CM.

3.1 Ubicación y prueba de los motores y sensores

Se procedió al reconocimiento del lugar donde se fijó e instaló los motores y sensores para la apertura y cierre del portón, posteriormente se realizaron pruebas para ver si su ubicación es la más adecuada.

A continuación, se muestra en la figura 3.3 el portón donde están ubicados los motores y sensores:



Figura 3.3: Puerta uno del portón

Esta es la puerta que se encuentra de lado izquierdo, tomando como referencia el interior de la casa, se le llamo PUERTA 1,

Los siguientes equipos se etiquetaron en el sistema de la siguiente manera:

- El motor instalado en el lado izquierdo se le llamo MOTOR1, vista de adentro hacia afuera
- El sensor ultrasónico instalado se le llamo SENSOR1, vista de adentro hacia afuera
- El sensor "LIMIT SWITCH" de apertura se le llamo ML1A
- El sensor "LIMIT SWITCH" de cierre se le llamo ML1B

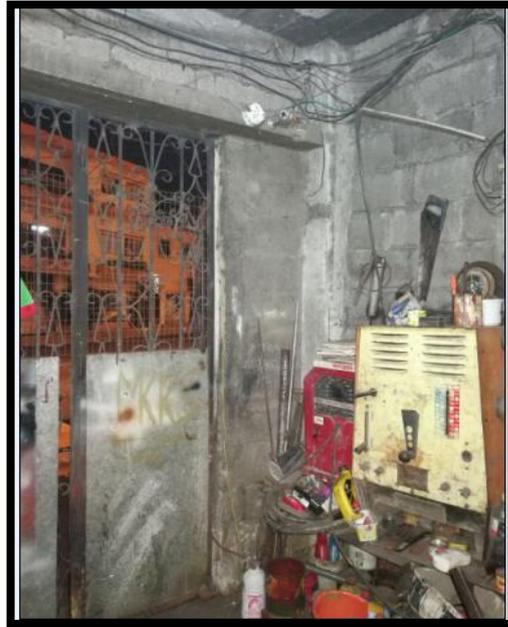


Figura 3.4: Puerta dos del portón

En la figura 3.4 se visualiza la puerta que se encuentra del lado derecho, tomando como referencia una vista interior de la casa. Se le llamo PUERTA 2

Los siguientes equipos se etiquetaron en el sistema de la siguiente manera:

- El motor instalado en el lado derecho se le llamo MOTOR 2
- El sensor ultrasónico instalado se le llamo SENSOR 2
- El sensor "LIMIT SWITCH" de apertura se le llamo MR2A
- El sensor "LIMIT SWITCH" de cierre se le llamo MR2B



Figura 3.5: Vista completa interior del portón

En la figura 3.5 se visualiza la puerta tomando como referencia el interior de la casa, y se consideró:

- PUERTA 1 LADO IZQUIERDO
- PUERTA 2 LADO DERECHA



Figura 3.6: Vista exterior del portón



Figura 3.7: Lugar donde están las luminarias

En la figura 3.7 se visualiza el lugar donde se ubicaron los equipos del proyecto.

3.2 Instalación de motores y sensores.

Se procedió a la instalación del sistema de anclaje para el MOTOR 2, tomando como guía el manual de estos motores (PROTECO-DIRECT, 2015).



Figura 3.8: Sistema anclaje M2

En la instalación del sistema de anclaje para el motor 2, verificamos la calibración de la altura. Si no se encuentran a una altura adecuada podría dañar algún instrumento e inclusive el motor.



Figura 3.9: Calibración de la altura

El siguiente paso que se realizó fue la instalación del motor 2, para ello ajustamos la altura.



Figura 3.10: Calibración de la altura M2

Se realizó el mismo procedimiento para la instalación del sistema de anclaje para el motor 1



Figura 3.11: Calibración de la altura M1

Vista interior del portón una vez finalizada la instalación y calibración del sistema de anclaje de los motores.

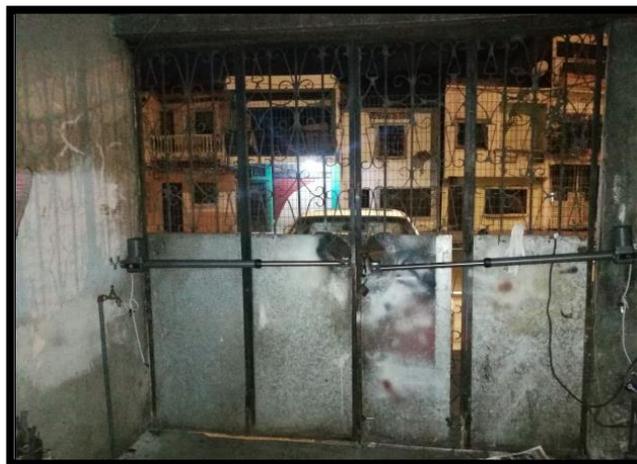


Figura 3.12: Vista del portón ya ubicado los motores

Vista de la ubicación del MOTOR 2 una vez terminada la instalación



Figura 3.13: Vista del portón ya ubicado M2

Vista de la ubicación del MOTOR 1 una vez terminada la instalación



Figura 3.14: Vista del portón ya ubicado M1

Se procedió a buscar la ubicación adecuada para la instalación del sensor ultrasónico 1, en la platina del motor 1.



Figura 3.15: Ubicación para el sensor ultrasónico uno

Una vez ya ubicado el lugar se procede a la fijación e instalación del sensor ultrasónico 1, en la platina del motor 1.



Figura 3.16: Instalación del sensor ultrasónico uno



Figura 3.17: Instalación del sensor ultrasónico 1

El siguiente paso que se realizó fue la instalación del sensor ultrasónico 2, y fijación en la pared, para el motor 2, adaptado con una platina de aluminio especial.



Figura 3.18: Instalación del sensor ultrasónico 2



Figura 3.19: Instalación del sensor ultrasónico 2

Se procedió a la instalación del cableado tanto para el sensor ultrasónico 1 y 2, de cobre puro, para no tener pérdidas de señal.

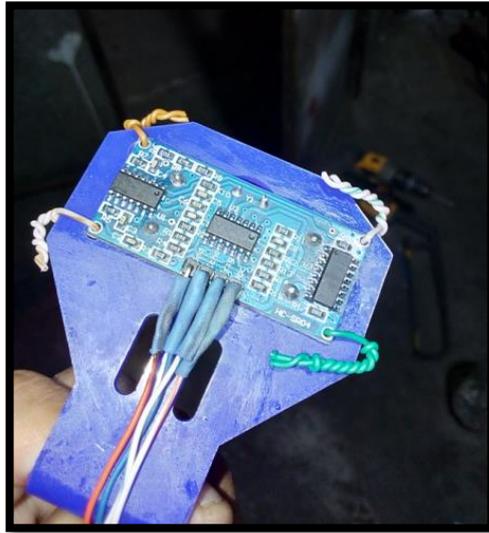


Figura 3.20: Instalación del cableado para sensor ultrasónico uno y dos

3.3 Prueba de accionamiento de los motores marca LEADER.

Se realizó las pruebas de accionamiento del motor con una fuente de veinticuatro voltios (tomando como referencia lo que indicaba el manual del motor) para abrir y cerrar la solapa del lado derecho del portón a un ángulo de noventa grados.

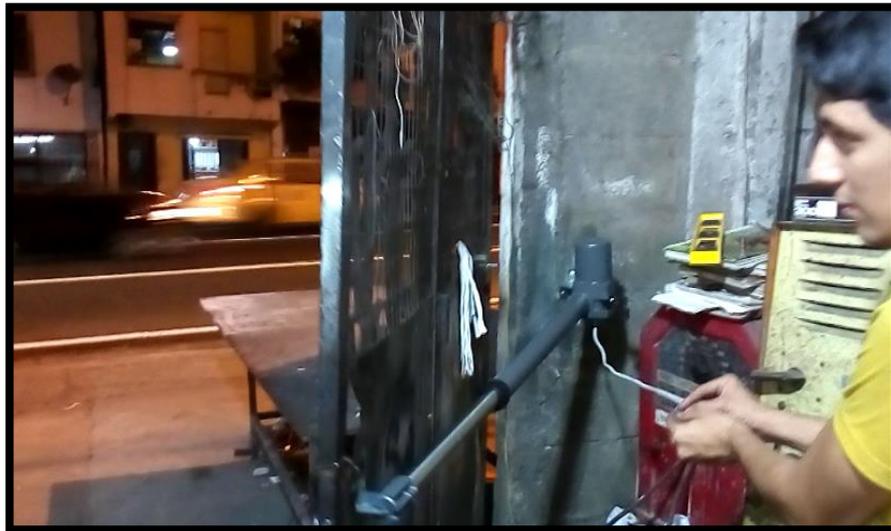


Figura 3.21: Prueba de accionamiento del motor

La prueba de accionamiento para abrir y cerrar la solapa del lado izquierdo del portón a un ángulo máximo de setenta y cinco grados.



Figura 3.22: Prueba de accionamiento del motor

3.4 Prueba de los sensores ultrasónicos.

Una vez instalado y fijado el sensor en su posición de la solapa izquierda del porton, se procedió a tomar las medidas en el sitio tomando en cuenta que lo que va a medir el sensor es la hipotenusa del triangulo rectangulo que se forma.

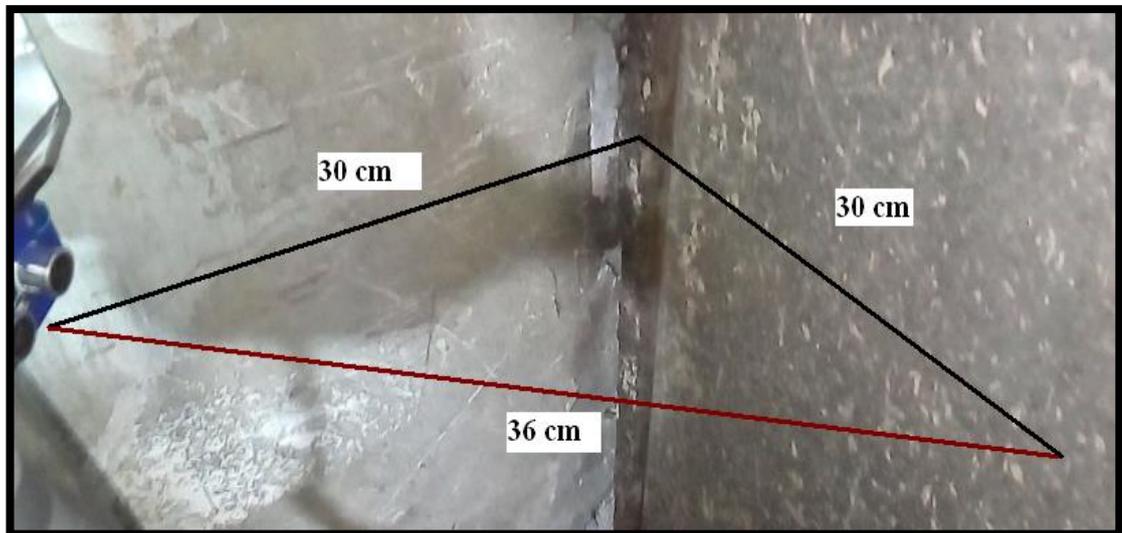


Figura 3.23: Medición de distancia sensor uno

Una vez instalado y fijado el sensor en su posición de la solapa derecha del porton, se procedio a tomar las medidas en el sitio tomando en cuenta que lo que va a medir el sensor U2 es la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma.



Figura 3.24: Medición de distancia sensor uno

Como se observa en este caso la distancia del sensor a la puerta es mayor (valor de la hipotenusa).

Se debe resaltar que el sensor está diseñado para realizar mediciones de hasta cinco metros, así no habrá ningún inconveniente al realizar las mediciones en las pruebas finales.

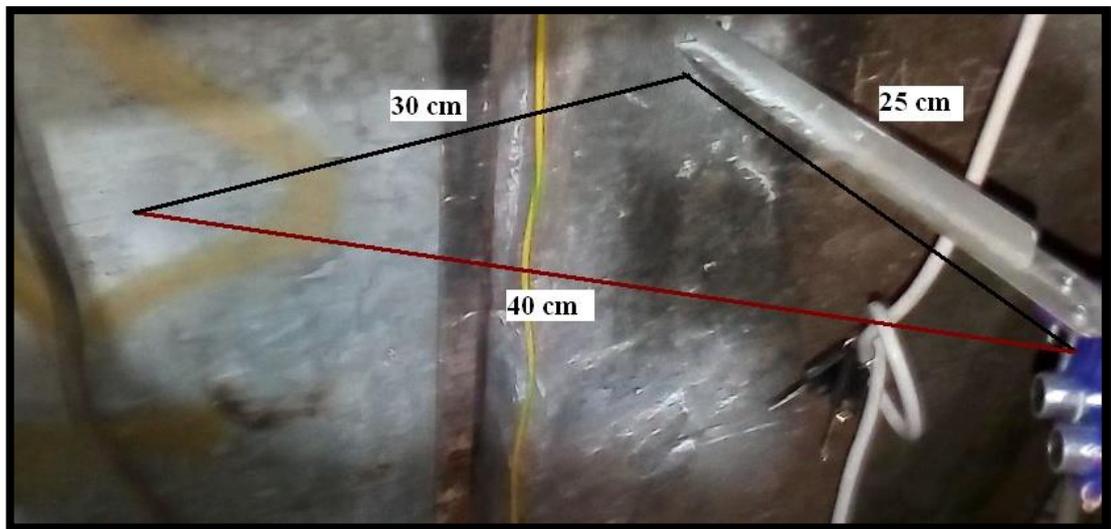


Figura 3.25: Medición de distancia sensor dos

Se realizaron las pruebas con los sensores y se determinó:

- Los sensores no miden correctamente en forma triangular, si la medición se realiza en línea recta no existe ningún porcentaje de error en la lectura.



Figura 3.26: Nueva ubicación sensor uno

Se realizó el cambio de ubicación con los dos sensores.



Figura 3.27: Nueva ubicación sensor dos

3.5 Programación del control PID en LabView.

Se procedió a realizar la programación y diseño de la pantalla de presentación para el control PID en los motores tanto en la solapa uno y dos. La variable de medida a considerar es la distancia.

A continuación, mostramos la pantalla de presentación del proyecto.

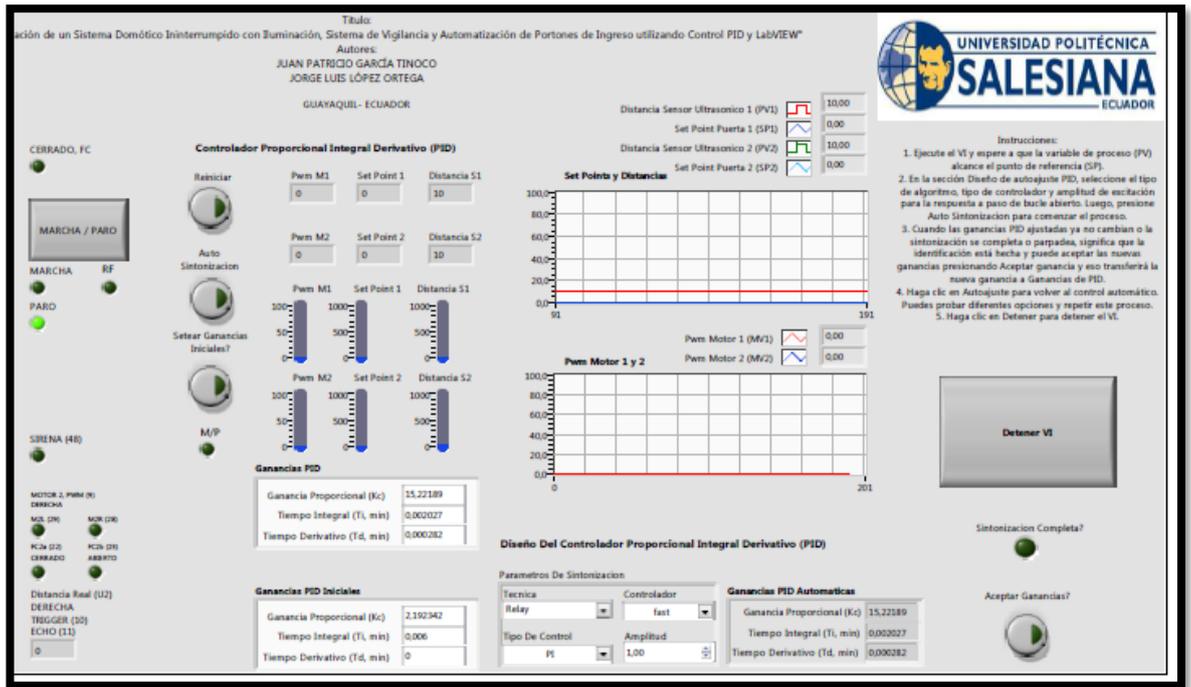


Figura 3.28: Panel frontal LabView

En la pantalla inicial tenemos dos botoneras de MARCHA\PARO para dar inicio al arranque y parada de los motores que se encuentran en el portón.



Figura 3.29: Pantalla de visualización de Cámara

Adicional se creó la botonera ABRIR\CERRAR para abrir o cerrar el portón, acompañados de sus respectivos indicadores para visualizar en el panel frontal que acción se está ejecutando al momento.



Figura 3.30: Botoneras Marcha/Paro

También se colocó indicadores para observar en qué sentido está girando el motor y cuando alguna de las solapas este abierta o cerrada. Se podrá visualizar la distancia real que miden los sensores en tiempo real.

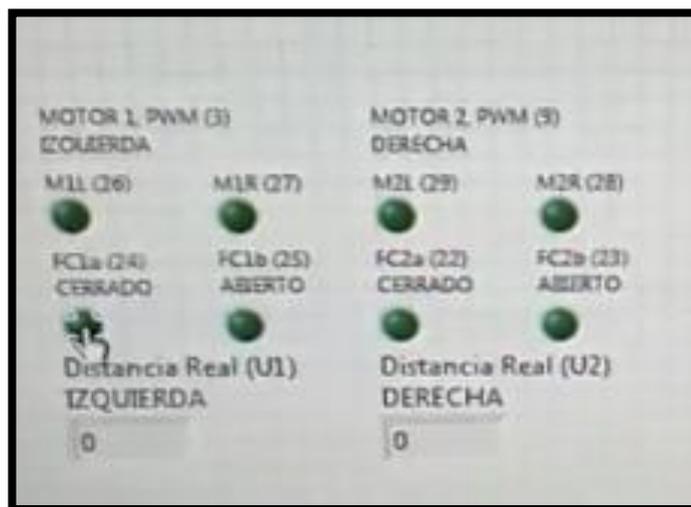


Figura 3.31: Indicadores Virtuales panel frontal

Se agregó un botón de Reinicio para el controlador PID y un botón de auto-Sintonización. Esto permite, que al ingresar el setpoint, aparezcan todos los ajustes del error en la respectiva pantalla y permita realizar el correcto seteo de las ganancias iniciales de forma correcta y exacta.

Para que este programa funcione, la planta debe estar conectada correctamente. Se debe recalcar que en la programación se usa el bloque AutoTuning PID, para obtener las constantes Proporcional, Integral y Derivativa de forma automática y precisa.

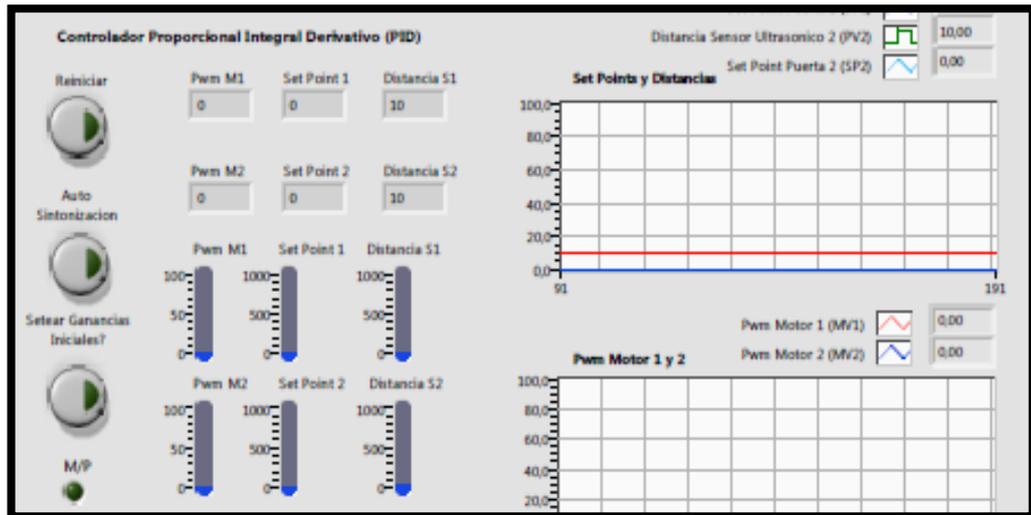


Figura 3.32: Indicadores, graficadores, Interruptores

3.5.1 Programación diagrama de bloques.

En la programación de diagrama de bloques lo primero que se realizó es la configuración de los pines de entrada y salida de la tarjeta Arduino en LabView indicados en la figura 3.33.

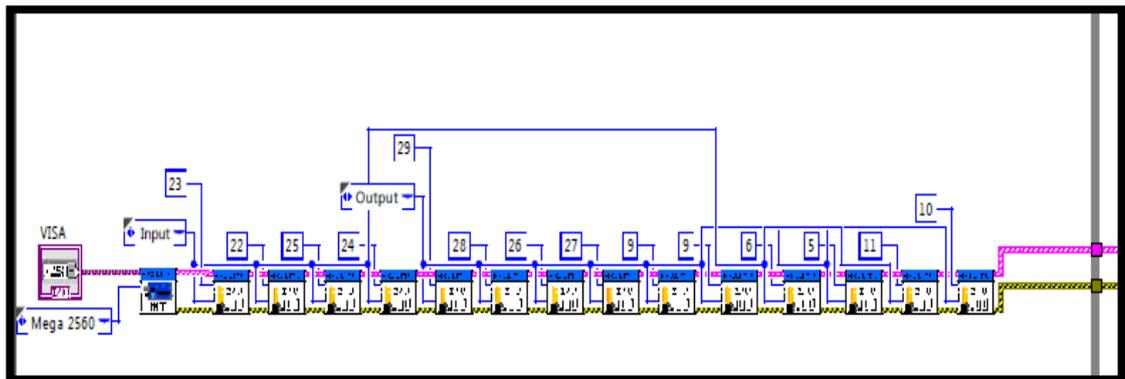


Figura 3.33: Programación de los pines entrada y salida en diagrama de bloques

En la figura 3.34 se muestra la configuración de los sensores ultrasónicos para cada motor.

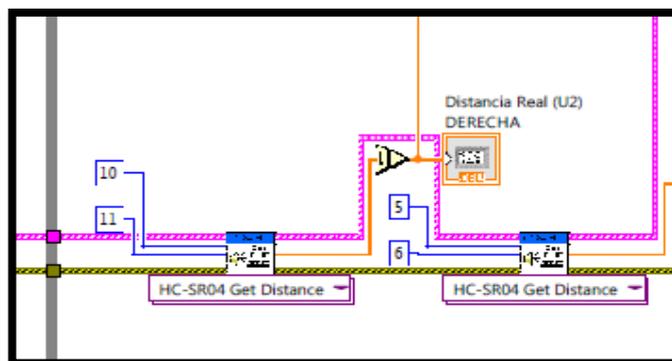


Figura 3.34: Programación de los sensores en diagrama de bloques

En este bloque se realizó la condición para dar la orden de abrir o cerrar, dependiendo de la variable distancia que mida el sensor indicado en la figura 3.35.

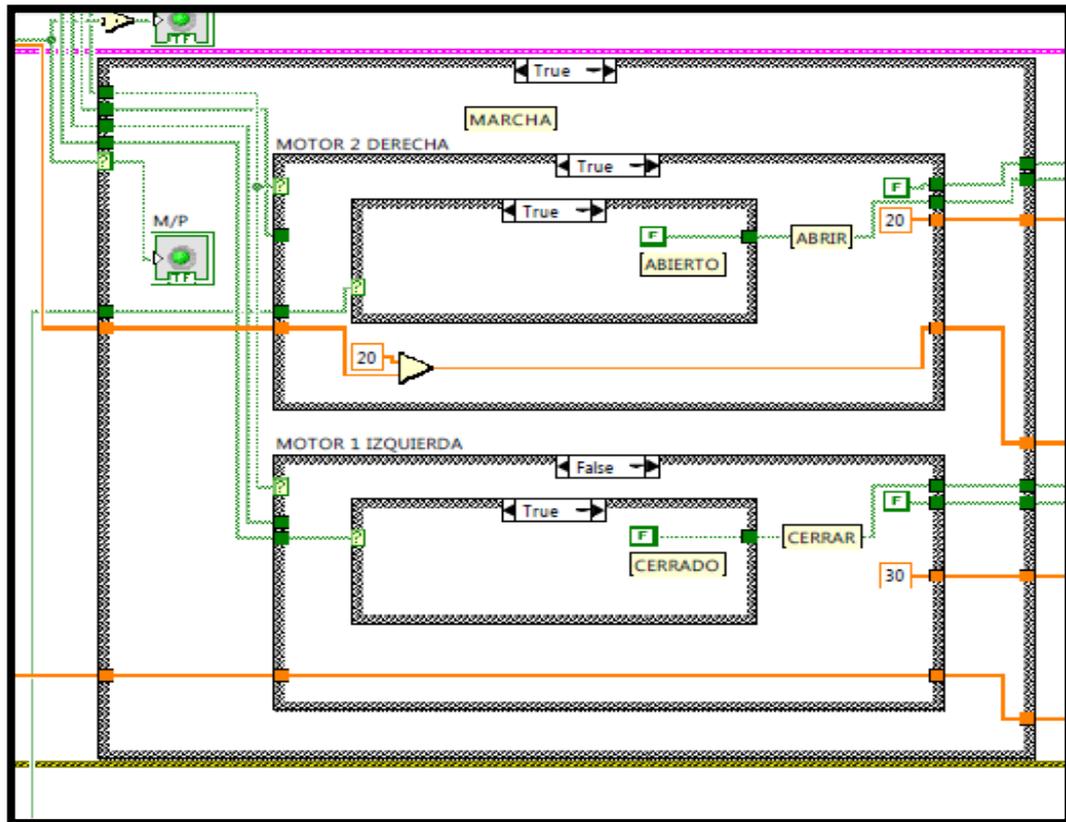


Figura 3.35: Programación de condición abrir o cerrar en diagrama de bloques

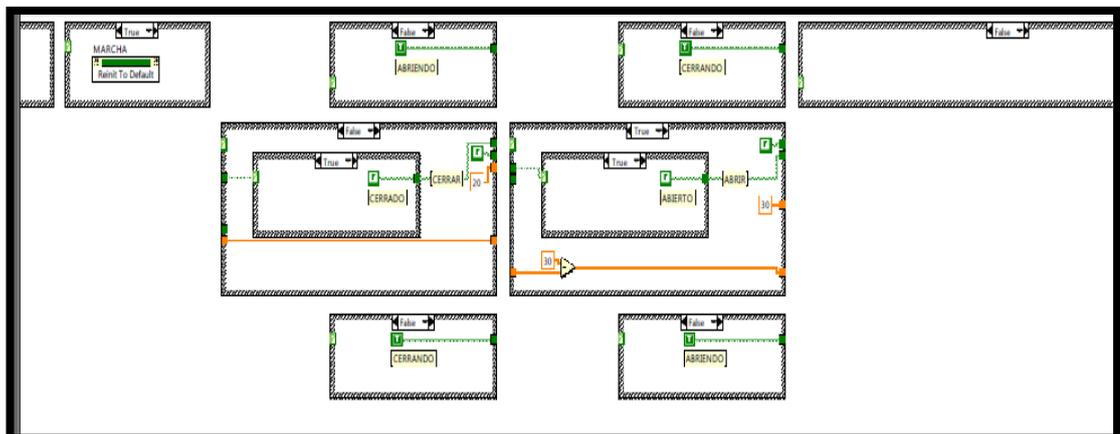


Figura 3.36: Programación abrir o cerrar en diagrama de bloques

En los siguientes bloques se realizó la programación en LabView para obtener las ganancias de ambos controladores y configuración de las salidas de los motores según las señales de los sensores respectivos de cada uno.

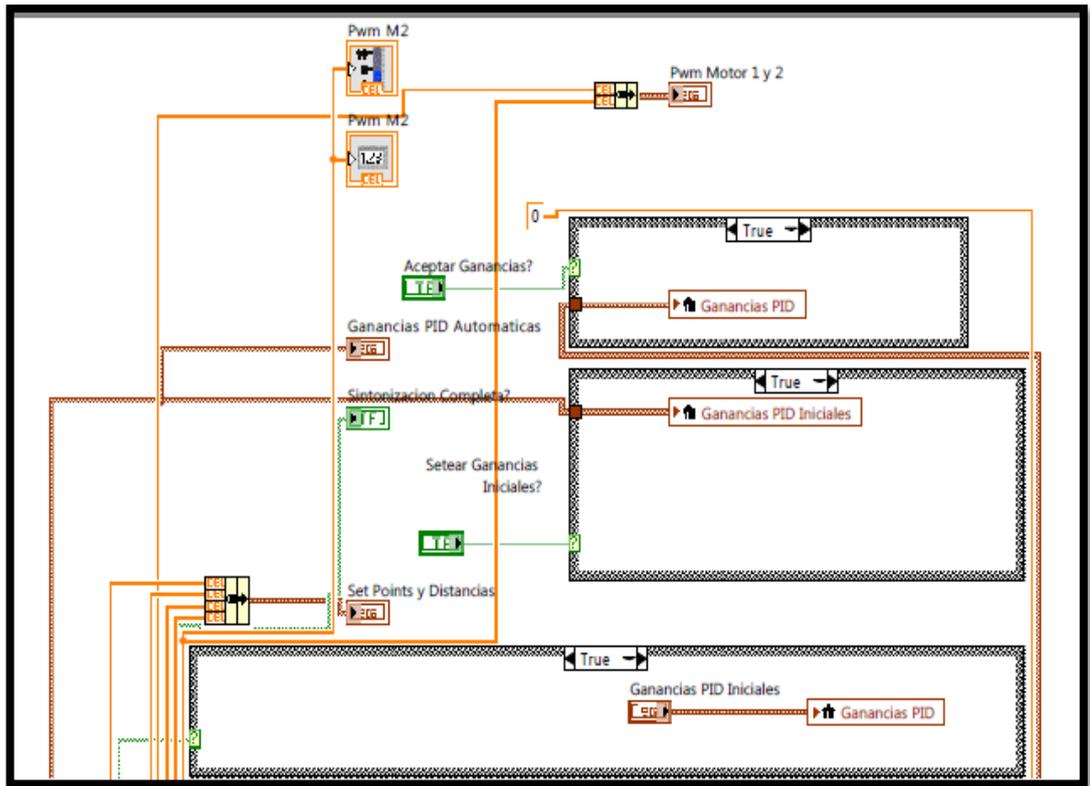


Figura 3.37: Obtención de los valores PID

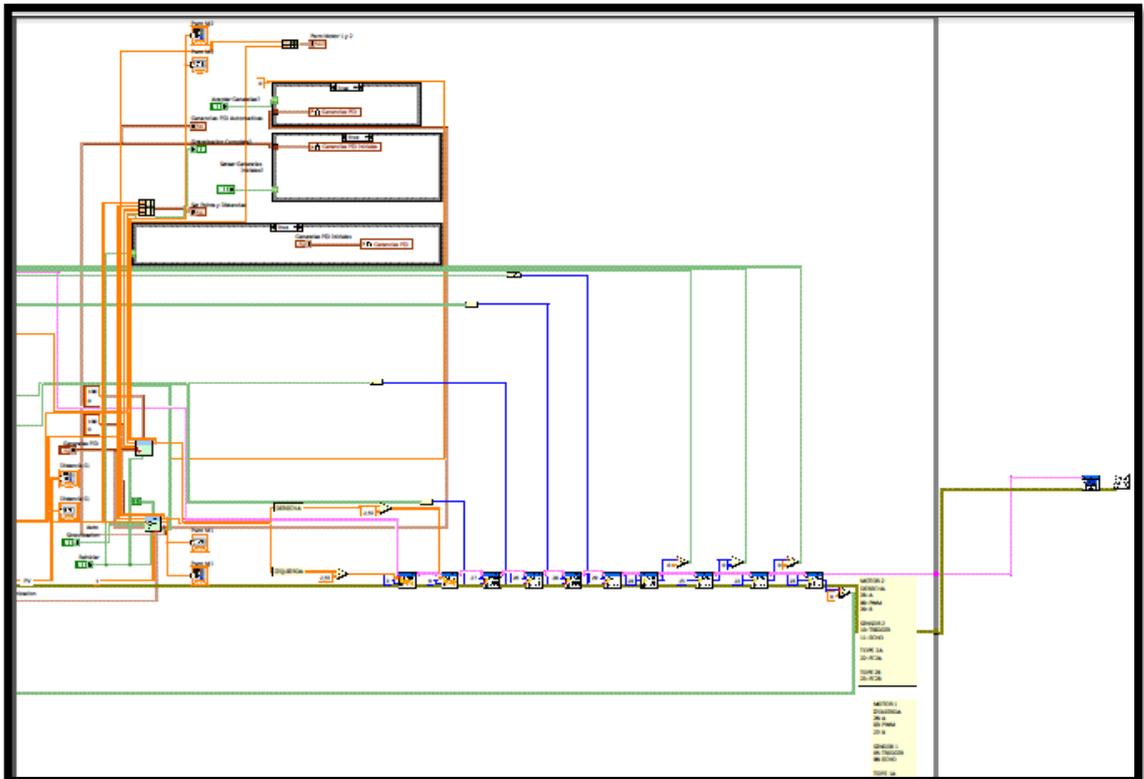


Figura 3.38: Obtención de los valores PID con Autotuning

En el siguiente bloque se realizó la programación de las botoneras del panel las cuales funcionan con un solo pulso para activar o desactivar una acción.

En el caso de ABRIR\CERRAR solo basta con un pulso para que el portón abra o cierre.

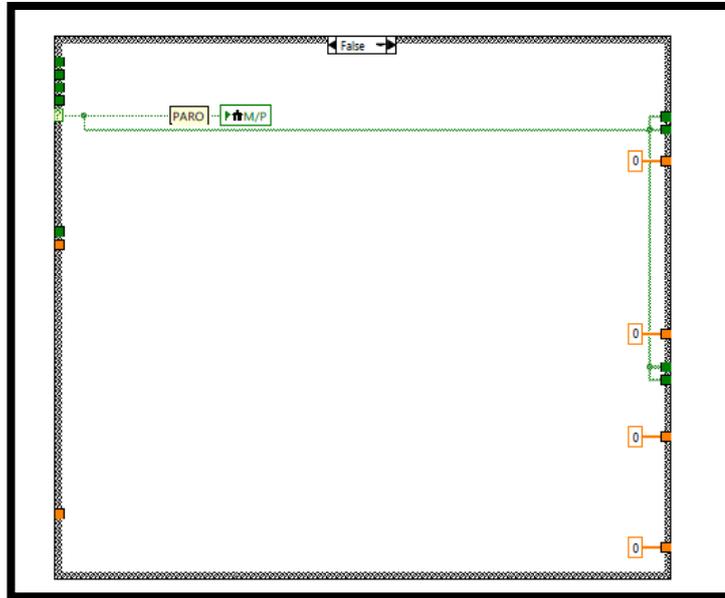


Figura 3.39: Programación botoneras en diagrama de bloques

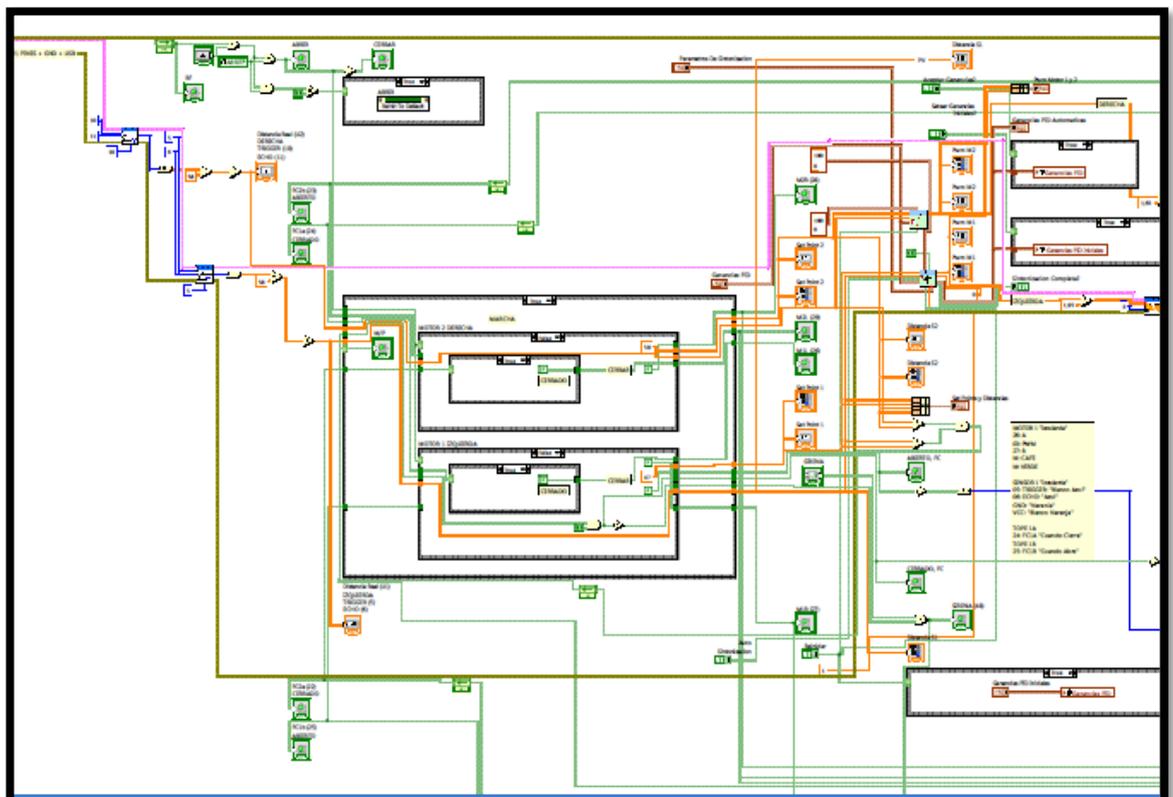


Figura 3.40: Programación diagrama de bloques vista general

En la figura 3.41 se muestra la parte principal de la programación para el reconocimiento de las cámaras a partir de LabView, se procede:

- Se selecciona la cámara, en este caso, la tarjeta USB “EASYCAP” la reconoce como “CAM 1”, todos los dispositivos USB son compatibles con LabView, se debe instalar los drivers del dispositivo que se va usar, para este caso, se instala el software Total Media 3.5.

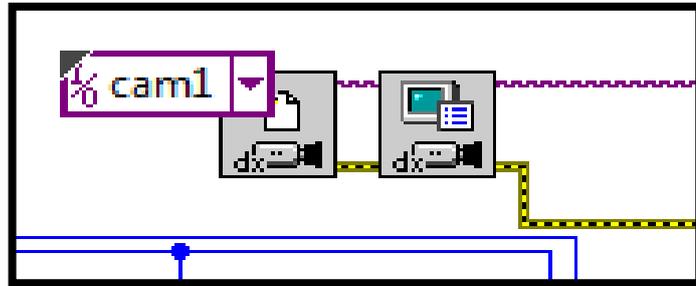


Figura 3.41: Programación diagrama de bloques para cámaras

El bloque “IMAQ” inicia la comunicación entre el envío y recepción del video. La tarjeta tiene dos modos:

- El modo de 720x480, es la entrada de video compuesto que se usará en este caso.
- El modo 720x576 es la entrada de súper video.

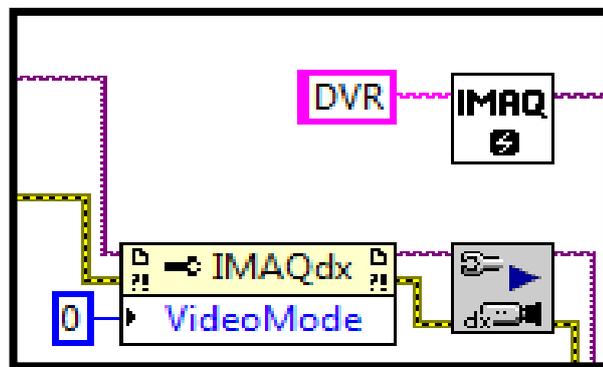


Figura 3.42: Programación diagrama de bloque IMAQ

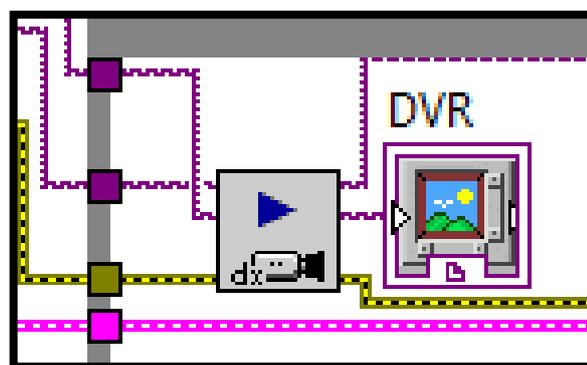


Figura 3.43: Programación diagrama de bloque DVR

En la figura 3.43 se muestra la imagen capturada por la tarjeta “EASYCAP” en LabView, al DVR se conectan las cámaras y la salida de video del DVR se conecta a la tarjeta capturadora de video y así es como se podrá mostrar la imagen de las cámaras por LabView en tiempo real.

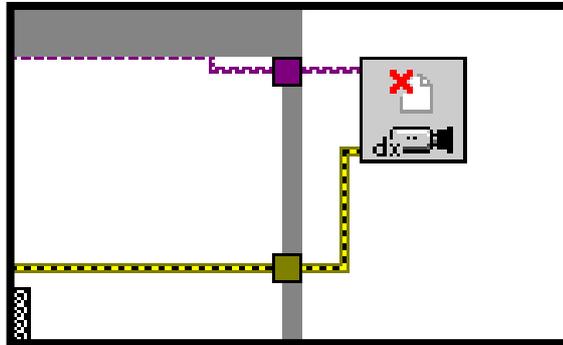


Figura 3.44: Programación diagrama de bloque cerrar la comunicación

Este VI sirve para cerrar la comunicación en el bloque. (National Instruments , 2018)

3.6 Cálculos para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

En la siguiente tabla se muestran los equipos que se encuentran frecuentemente en los hogares del país, con su respectivo consumo energético en watts:

PRODUCTO	WATT
Cámara digital / Cargador móvil	10
Laptop 14"	90
Batidora de mano	100
Enfriador eléctrico	160
Televisor LED	200
Consola de video juegos	250
Ventilador eléctrico 12"	300
Batidora eléctrica	450
Taladro eléctrico	500
Refrigerador	650
Procesador de alimentos	900
Microondas pequeño	1000
Microondas	1300
Aire acondicionado	1350
Tostador	1400
Aspiradora	1560
Secador de cabello	1600
Sierra circular	1650
Aire acondicionado	1700
Hervidor eléctrico	2000
Compresor de aire	3000

Tabla 3.1: Consumo en vatios de electrodomésticos

Estos datos son muy importantes para obtener el consumo total que se tiene en la vivienda, según los equipos que se encuentren en la misma. El consumo deberá ser abastecido en su totalidad por el sistema fotovoltaico.

Luego se realiza el listado de los equipos que consumen corriente continua y alterna, se enlistan con los siguientes parametros a considerar:

- Consumo de potencia activa
- Número de equipo
- Horas de encendido por día
- Días de uso a la semana

ENERGÍA (WH/SEMANA) = P(W) * (NUMERO DE EQUIPOS) * HORAS (ENCENDIDO/DÍA) * DÍAS (USO/SEMANA)

En los siguientes calculos se muestra la demanda total y consumo por equipo para dimensionar el panel respectivo.

3.6.1 Cálculo de la potencia consumida del sistema para dimensionar los inversores

- **LUMINARIAS**

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 0.06 A
POTENCIA = 8 WATTS

CANTIDAD = 4
TOTAL = 32 WATTS

- **SISTEMA DE CÁMARAS**

A.- FUENTE DE VOLTAJE DEL DVR

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 0.083 A
POTENCIA = 10 WATTS

B.- FUENTE DE VOLTAJE DE LAS CAMARAS

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 0.083 A
POTENCIA = 10 WATTS

TOTAL = 20 WATTS

- **COMPUTADORA**

A.- FUENTE DE VOLTAJE DEL CPU

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 1.66 A
POTENCIA = 200 WATTS

B.- FUENTE DE VOLTAJE DEL MONITOR

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 0.42 A
POTENCIA = 50 WATTS

TOTAL = 250 WATTS

• **SISTEMA DE PUERTAS**

A.- FUENTE DE VOLTAJE DE 24 VOLTIOS, PARA ALIMENTAR LOS MOTORES, FOCOS Y LA BALIZA

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 0.42 A
POTENCIA = 50 WATTS

B.- FUENTE DE VOLTAJE DE 5 VOLTIOS, PARA ALIMENTAR LOS SENSORES, MODULO RF Y EL MODULO DE 4 RELES (EL ARDUINO SE ALIMENTA CON EL PUERTO USB DEL PC)

VOLTAJE = 120 V
CORRIENTE = 0.042 A
POTENCIA = 5 WATTS

TOTAL = 55 WATTS

CARGA TOTAL

Para convertir Voltio-Amperios (VA) a Watts se lo multiplica por 0.6 para obtener el dato de VA, si quiere convertir los Watts a VA divide los vatios entre 0.6.

LUMINARIAS	= 32 WATTS	54 VA
SISTEMA DE CAMARAS	= 20 WATTS	34 VA
COMPUTADORA	= 250 WATTS	417 VA
SISTEMA DE PUERTAS	= 55 WATTS	92 VA

TOTAL = 357 WATTS

TOTAL (VA) = 595 VA

NOTA: para este proyecto se utilizan 2 inversores, cada inversor soporta 500 VA, por lo tanto, se reparte la carga de la siguiente forma:

- En el primer inversor se conecta la computadora
- En el segundo inversor se conecta el sistema de puertas, el sistema de cámaras y las luminarias

3.6.2 Cálculo de la duración de la batería.

En caso de quedar sin energía, la misma abastecerá los equipos:

CARGA TOTAL/WH

WH: WATTS CONSUMIDOS POR HORA, AL DIA

LUMINARIAS = 32WATTS, encendido durante 6 HORAS AL DIA

CONSUME = 192 WH (32WX6H)
AMPERAJE = 0.27 AMPERIOS (32W/120V)

SISTEMA DE CAMARAS = 20 WATTS, encendido durante 24 HORAS AL DIA

CONSUME = 480 WH (20WX24H)
AMPERAJE = 0.17 AMPERIOS (20W/120V)

COMPUTADORA = 250 WATTS, encendido durante 24 HORAS AL DIA

CONSUME = 6000 WH (250WX24H)
AMPERAJE = 2.09 AMPERIOS (250W/120V)

SISTEMA DE PUERTAS = 55 WATTS, encendido durante 3 HORAS AL DIA

CONSUME = 165 WH (55WX3H)
AMPERAJE = 0.46 AMPERIOS (55W/120V)

AMPERAJE TOTAL CONSUME= 3 AMPERIOS

CONSUMO POR HORA:

TOTAL = 6837 WH
AMPERAJE TOTAL = 56.975 AH (6837WH/120V)

BATERIA/WH

WH: WATTS ENTREGADOS POR HORA, AL DÍA

VOLTAJE: 12 VCC
CORRIENTE: 30 AMPERIOS
POTENCIA: 360 WATTS

12 VCC x 130 Ah: 1560 WH DISPONIBLES

DURACIÓN DE CARGA DE LA BATERÍA

FACTOR INVERSORES: 0.1 (ESTE FACTOR ES PERDIDA DE 10%)
CONSUMO CARGA: 56.975 AH + FACTOR INVERSORES
CONSUMO CARGA: 56.975 + (56.975*0.1) = 62.425 AH TOTAL

62.425 AH	1
130 AH	X

Con estos datos se concluye que el tiempo de duración de la batería es:

$$130/62.425 = 2.09 \text{ HORAS DE DURACIÓN (Energías Inteligentes, 2014).}$$

3.7 Instalación de panel solar fotovoltaico.

Se realizó la instalación del panel, el mismo contiene las siguientes características:

- Módulo fotovoltaico Policristalino 120W/12V.

Adicionalmente, es necesario instalar rieles y soportes de monturas para los paneles solares.

Algunas veces no todo viene incluido en la compra de los paneles, por lo que es necesario verificar si ya se cuenta con todo antes de empezar la instalación.

Analizando casos ya anteriores se determinó ubicarlo en la parte más alta de la casa, es decir, en el techo, con sus celdas fotovoltaicas apuntando hacia arriba. Debido a que la incidencia de rayos solares es mayor y caen directo al panel cómo podemos observar en las siguientes imágenes:

(Calefacción Solar, 2014 - 2018)



Figura 3.45: Ubicación Panel solar fotovoltaico visto desde planta baja



Figura 3.46: Ubicación Panel solar fotovoltaico visto desde planta alta

En la figura 3.46 se puede observar cómo se fijó con una abrazadera el panel fotovoltaico.

De ese punto parte la tubería por donde descenderá (se visualiza en la figura 3.47), el cableado hacia la batería y tablero que se encuentran en la planta baja.

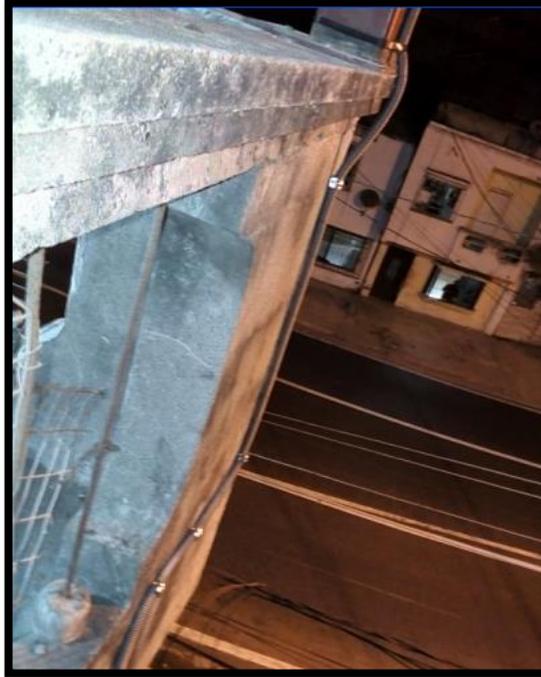


Figura 3.47: Ubicación tubería por donde descienden cableado desde planta alta

Nota: Es común pensar en realizar la instalación en el techo de la casa, lo mejor es realizarlo en un lugar donde se reciba la mayor cantidad de sol, por lo que si se cuenta con un jardín, no se debería descartar esa opción. (Calefacción Solar y Energías Renovables, 2018).

3.8 Instalación de tablero en planta baja.



Figura 3.48: Ubicación tablero eléctrico en planta baja



Figura 3.49: Ubicación de tablero en planta baja y cableado

Se fijó la base y se procedió al levantamiento del tablero con cada una de las partes que lo integran, cableado, módulos, etc. lo cual se detalla a continuación:

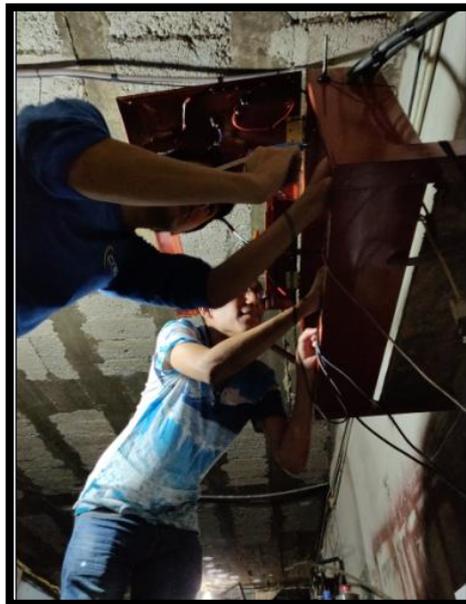


Figura 3.50: Tesistas ubicando los módulos y equipos que integran el tablero

La caja 1 que se encuentra dentro del tablero, contiene:

- Arduino Mega 2560
- Módulo de relés Shield 4
- Módulo RF 315 MHZ
- Fuente conmutada 24 voltios 5 amperios
- Fuente conmutada de 5 voltios 5 amperios



Figura 3.51: La caja 1 dentro del tablero

El módulo RF 315 MHZ y el Arduino Mega 2560 que también integran la caja 1, en el tablero, son utilizados para enviar datos a LabView. En la figura 3.52 se observa el cableado como fue adecuado en la caja, para que exista espacio y así poder ubicar correctamente cada tarjeta en el interior de la misma.

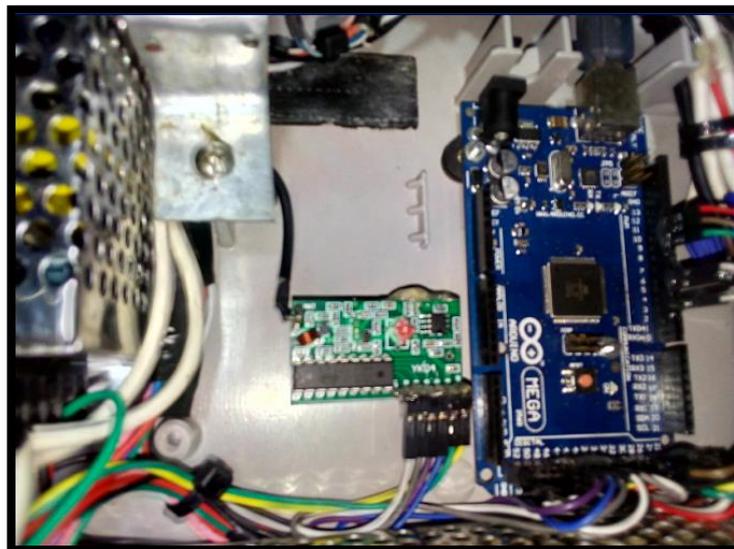


Figura 3.52: Módulo RF 315 MHZ y el Arduino Mega 2560

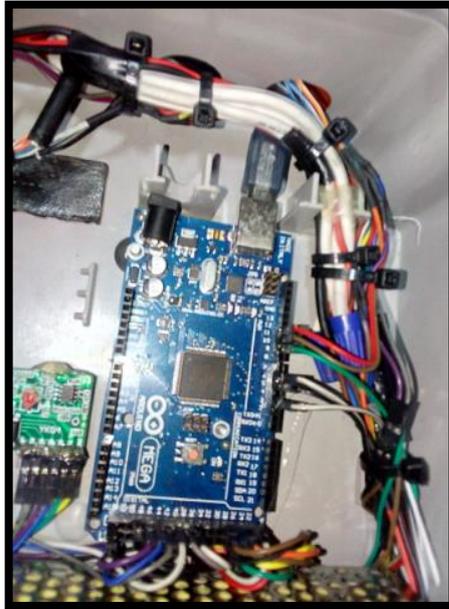


Figura 3.53: Cableado en la caja uno

En la figura 3.54 se visualiza la ubicación del cableado dentro del tablero, estéticamente ubicado:

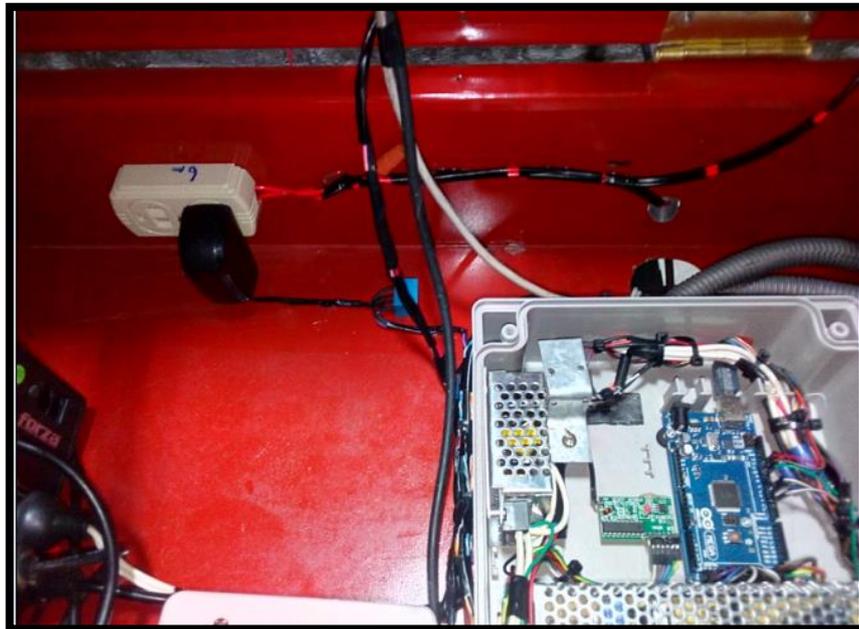


Figura 3.54: Vista del cableado

En la figura 3.55 se visualiza la “Caja 1” ya terminada en presentación tanto su cableado como ubicación de las tarjetas que contiene.



Figura 3.55: Caja uno finalizada

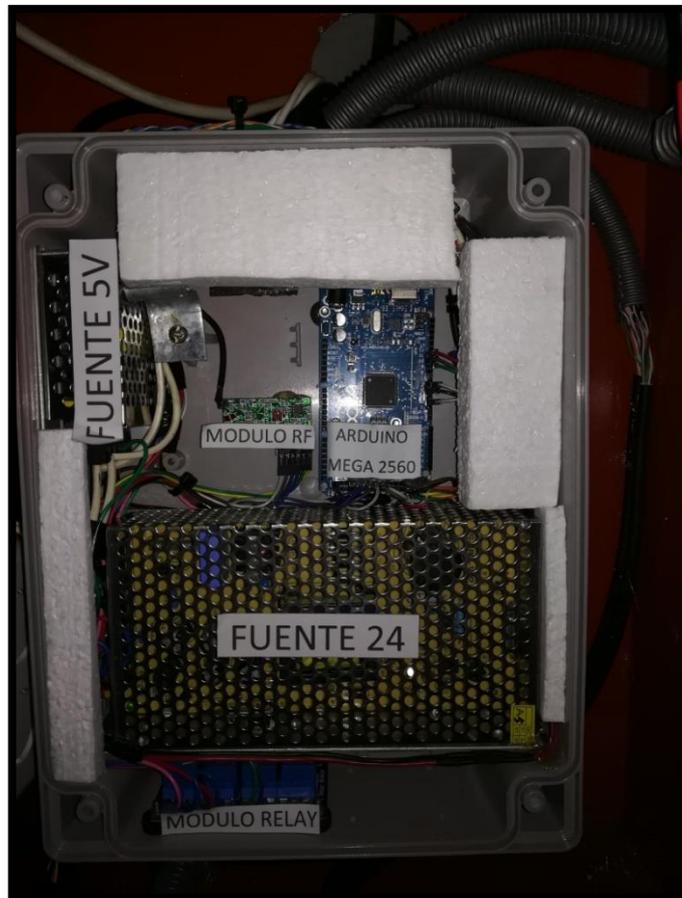


Figura 3.56: Caja uno finalizada

La siguiente caja que se ubicó en el tablero se la denominó “Caja 2”, y la misma contiene:

- Módulo L298, la misma permite el control de los motores en las puertas



Figura 3.57: Módulo L298

En la figura 3.58 se muestra la “Caja 2” terminada su presentación con su respectivo disipador de calor.



Figura 3.58: Caja dos finalizada

Mostramos el momento del inicio y culminación de la ubicación de las cajas, inversores, CPU y cableado dentro del tablero.

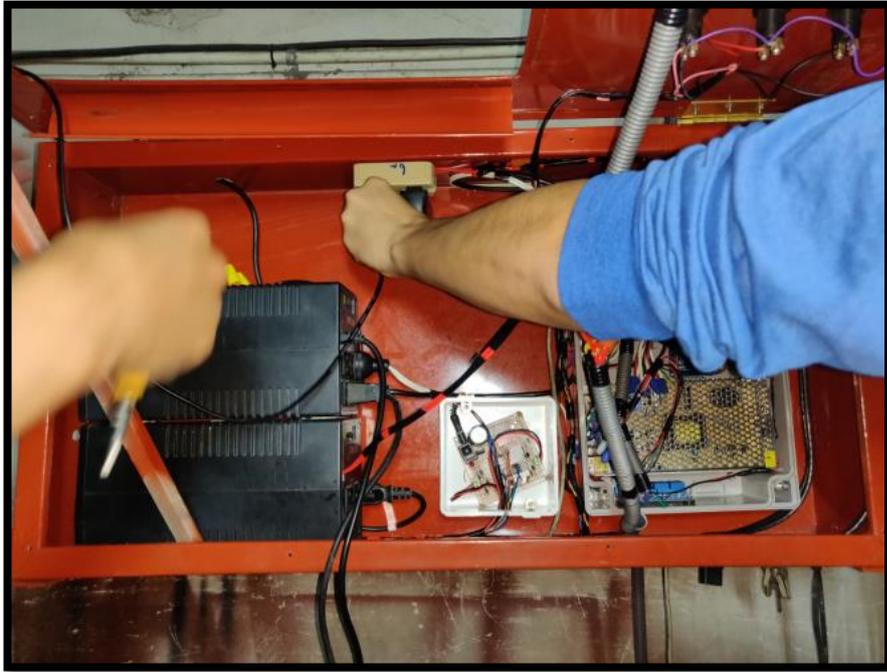


Figura 3.59: Vista de ubicación de equipos en el tablero



Figura 3.60: Vista de ubicación de equipos en el tablero

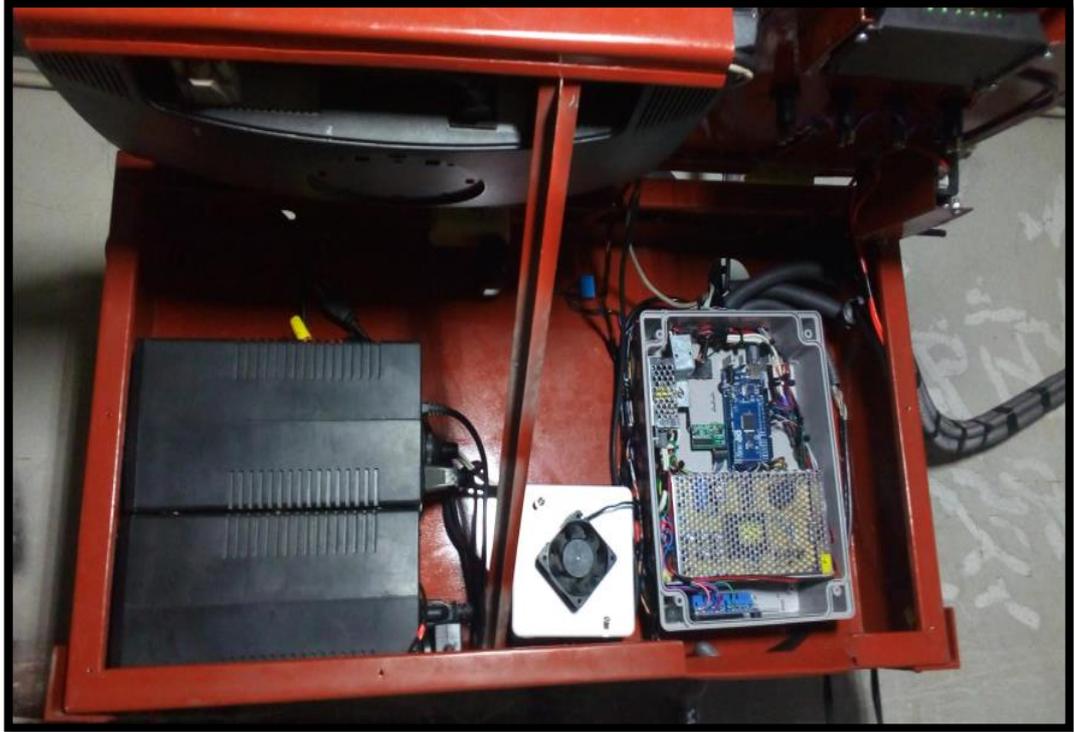


Figura 3.61: Vista de ubicación terminada de equipos en el tablero

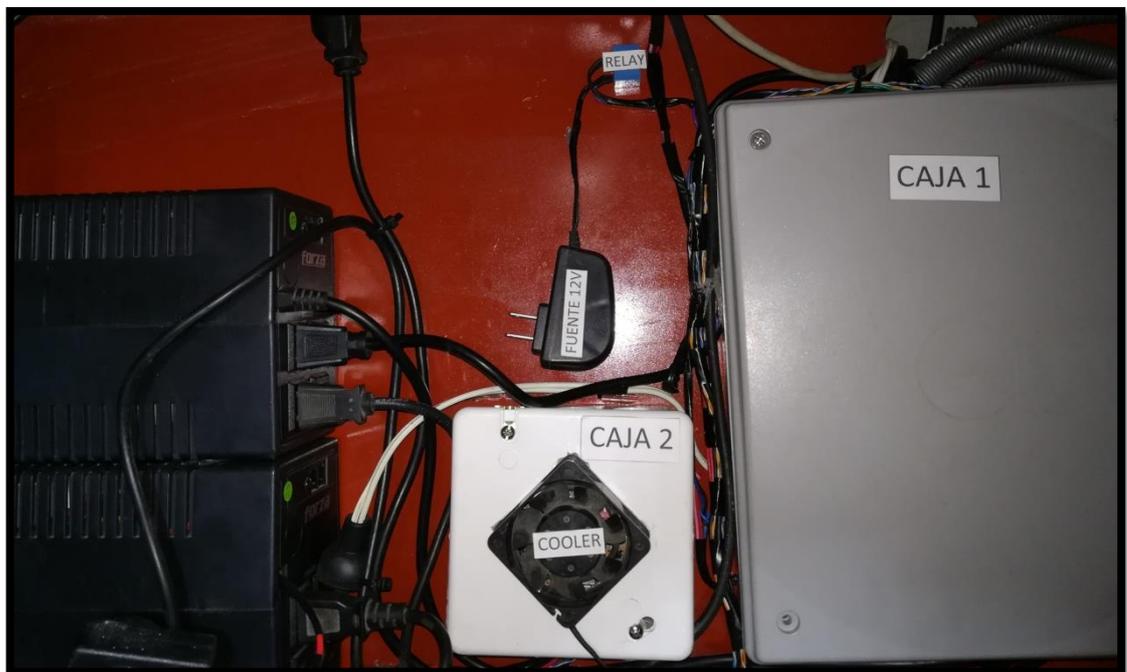


Figura 3.62: Vista de ubicación terminada de equipos en el tablero

VISTA EXTERIOR DEL TABLERO

En las siguientes figuras se muestra la vista externa del tablero donde se encuentra:

- El monitor, donde se mostrará el CONTROL PID y lo que visualizan las cámaras.
- Las luces piloto.
- El regulador de carga y el breaker.



Figura 3.63: Vista externa del tablero

En la figura 3.64 se visualiza el regulador de carga que se encuentra ubicado en el tablero y nos permite regular la intensidad disminuyendo los picos de voltaje que pueda tener el panel fotovoltaico, para luego ser almacenada en la batería. También permite la activación o desactivación del paso de energía hacia la batería, es decir en caso de que la batería este completamente cargada la desactiva del sistema, o cuando sea de noche, la activa para que entregue la energía almacenada y sea suministrada al sistema.



Figura 3.64: Regulador de carga

Las luces piloto permiten indicar que alguna acción se ha realizado, por ello se las ubicó en el exterior del panel, y al encenderse nos dan a conocer que:

- EL FOCO VERDE ES INDICADOR "ABIERTO"
- EL FOCO ROJO ES INDICADOR "CERRADO"
- EL FOCO AZUL ES INDICADOR "SEÑAL AC"
- EL FOCO AMARILLO ES INDICADOR "SEÑAL DC"



Figura 3.65: Luz piloto

En la figura 3.66 se muestra el Breaker que se ubicó para el respectivo paso de la energía eléctrica desde la acometida de casa al sistema.



Figura 3.66: Alimentación eléctrica principal

3.9 Instalación y ubicación de las cámaras.

Se procedió a realizar la instalación y ubicación de las cámaras, en la siguiente figura se muestra el montaje de una de ellas:



Figura 3.67: Ubicación de las cámaras

En la figura 3.68 y 3.69 mostramos la cámara ya instalada

- CÁMARA DE VIDEO HD EPCOM BY HIKVISION MODELO B50 TURBO (CAMARA 1)



Figura 3.68: Ubicación de las cámaras



Figura 3.69: Ubicación de las cámaras

En la siguiente figura se muestra:

- TARJETA CAPTURADORA DE VIDEO EASYCAP MODELO E-007 (VISTA 1)



Figura 3.70: Tarjeta capturadora de video

Para enviar todo lo que visualiza la cámara de video a LabView se utilizó el dispositivo:

- DVR EPCOM BY HIKVISION MODELO EV5004 TURBO



Figura 3.71: Dispositivo DVR

3.10 Ubicación definitiva de los motores y el cableado.

En las siguientes figuras se muestra la ubicación definitiva de los motores y de los sensores ultrasónicos, aquí ya se encuentran bien acondicionados y con el cableado ordenado estéticamente y con su respectiva protección.



Figura 3.72: Ubicación motores con su cableado



Figura 3.73: Ubicación motores con su cableado



Figura 3.74: Ubicación motores con su cableado y sensor



Figura 3.75: Ubicación motores con su cableado y sensor



Figura 3.76: Ubicación motores con su cableado y sensor

3.11 Batería

Se realizó la ubicación e instalación de la batería que alimenta el sistema cuando se va la energía eléctrica, la misma se carga con el panel solar o a la conexión convencional.



Figura 3.77: Ubicación cableado batería



Figura 3.78: Ubicación batería

3.12 Visualización y prueba

3.12.1 Cámaras

Se Realizó las conexiones del DVR con la cámara de video, la tarjeta capturadora y LABVIEW.



Figura 3.79: Ubicación y conexión de DVR

Se obtuvo la visualización de lo que las cámaras graban al exterior del hogar a través del software que fue programado.(zoom weblogs, 2018)

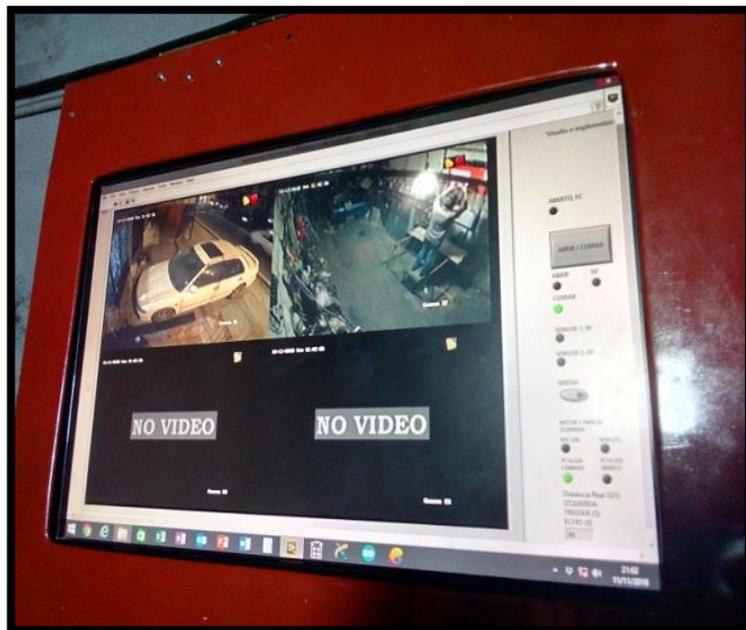


Figura 3.80: Visualización de cámaras en monitor

Como se muestra en las figuras las cámaras de video trabajando en óptimas condiciones y ya visualizándose en el monitor principal.

3.12.2 PID

Se realizó la programación del PID utilizando el bloque de programación **PID AUTOTUNING**

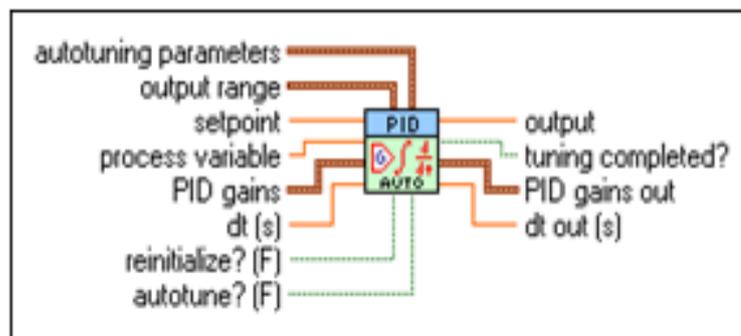


Figura 3.81: Bloque de Autotuning PID (LabView, 2015).

El bloque implementa un algoritmo PID básico. Se debe utilizar las entradas y salidas adicionales de este VI para configurar los parámetros de autoajuste y actualizar las ganancias de PID.

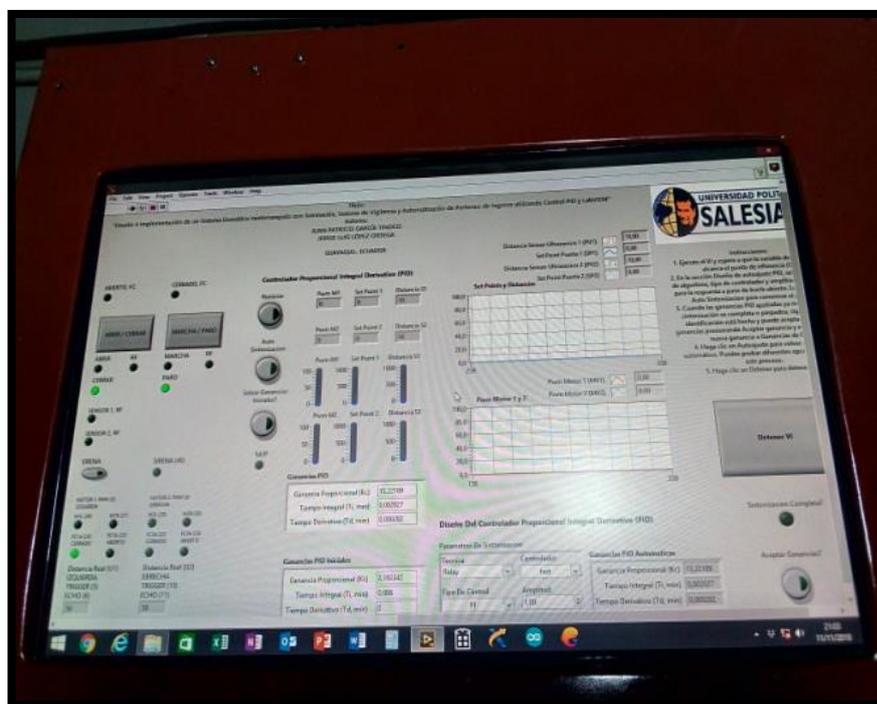


Figura 3.82: Visualización de SCADA PID

Una vez ya todo conectado y en estado óptimo se procedió a realizar las pruebas de cada una de las señales en el SCADA obteniendo el correcto funcionamiento del programa y permitiendo observar las curvas del control PID realizado.

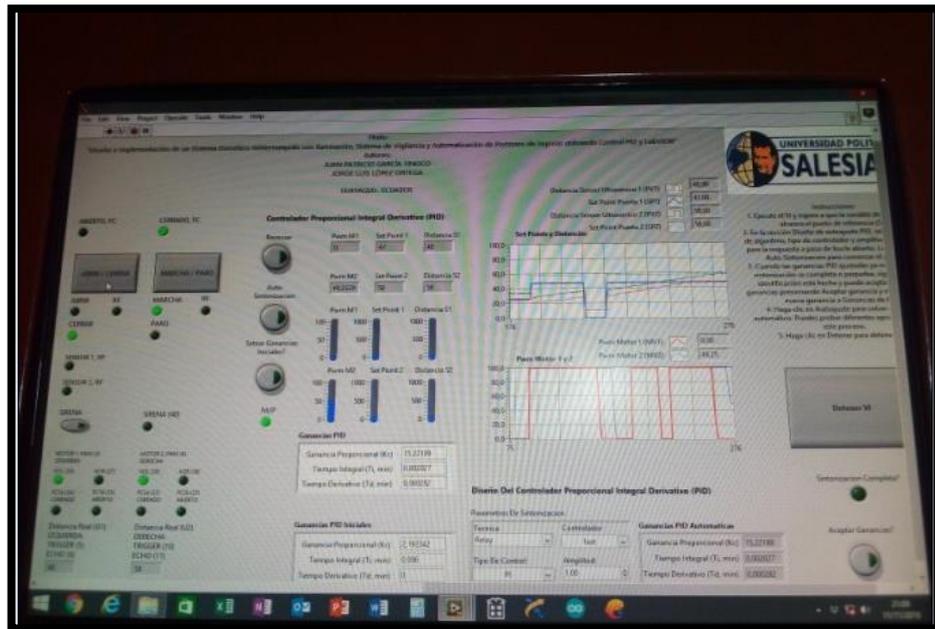


Figura 3.83: Visualización de SCADA PID

Se visualiza el sistema de monitoreo del PID realizado en labview, en la realización de pruebas minimizando el margen de error.

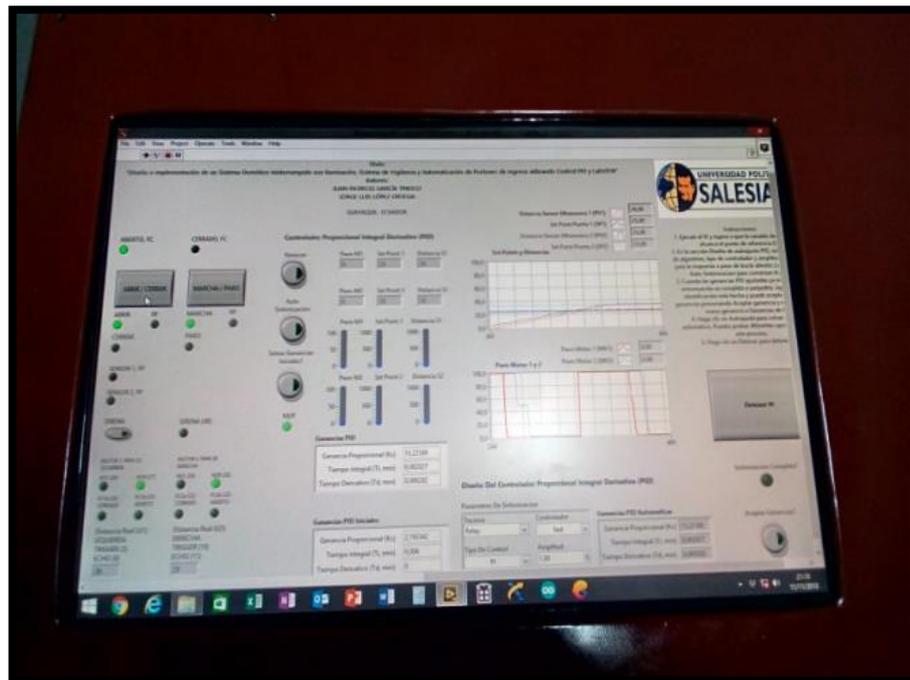


Figura 3.84: Visualización de SCADA PID

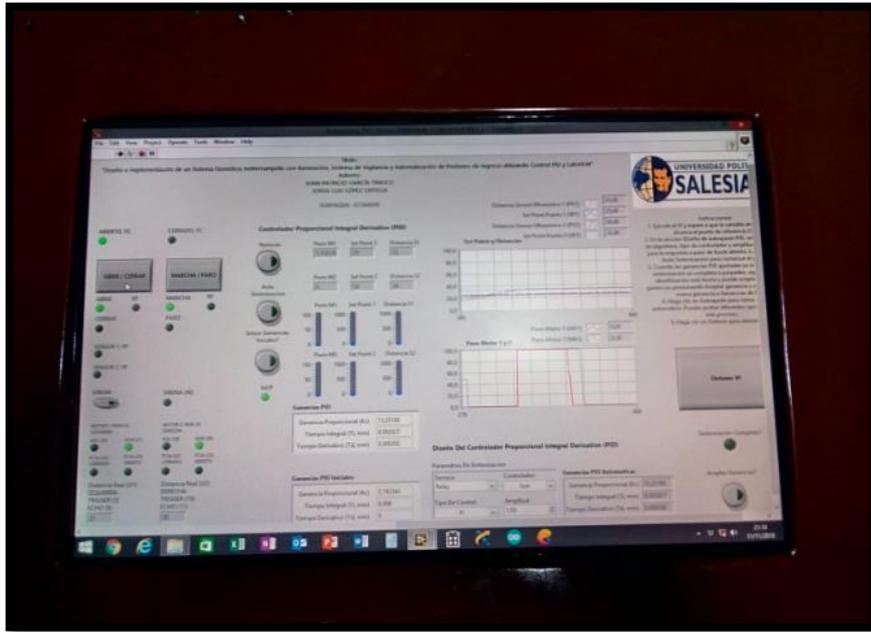


Figura 3.85: Visualización de SCADA PID

Se realizó las pruebas del movimiento del vástago en relación al PID, teniendo en cuenta las siguientes condiciones en el motor uno:

- Cuando se encuentra en modo apertura lo hace de 0 A 25 CM
- Cuando cierra llega a 47 CM.



Figura 3.86: Desplazamiento del vástago del M1

En la figura 3.87 y 3.89 se muestra la programación en bloques de la ecuación del controlador PID, en el software LabView. Para la activación de los motores al momento de apertura y cierre del vástago, se realizó una compensación.

Cuando el vástago se va a abrir el valor disminuye y debería aumentar, por ello, se realiza la ecuación con una resta para que este valor no disminuya, sino para que aumente y adicional se coloca el SetPoint.

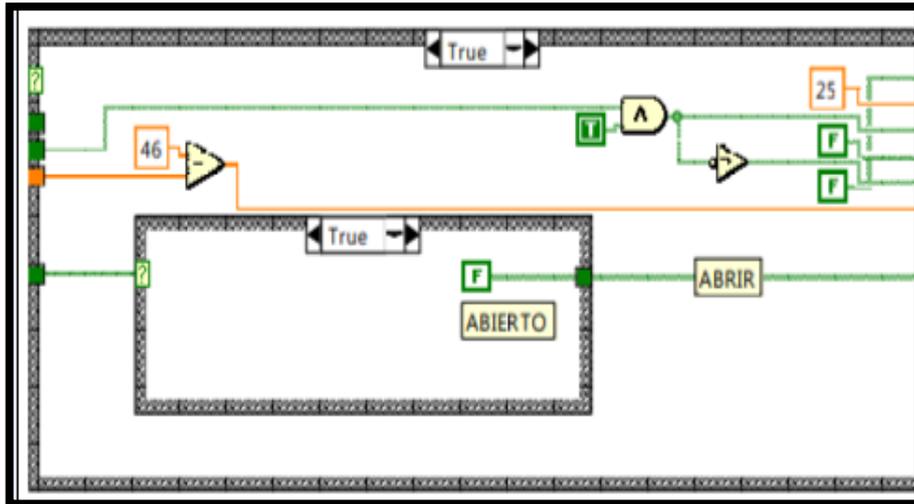


Figura 3.87: Programación diagrama de bloques para el Motor uno

En la figura 3.88 se observa las distancias que debe recorrer el vástago del motor dos. Teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Cuando se encuentra en modo apertura lo hace de 0 A 33 CM
- Cuando cierra llega a 58 CM.



Figura 3.88: Desplazamiento del vástago del M2

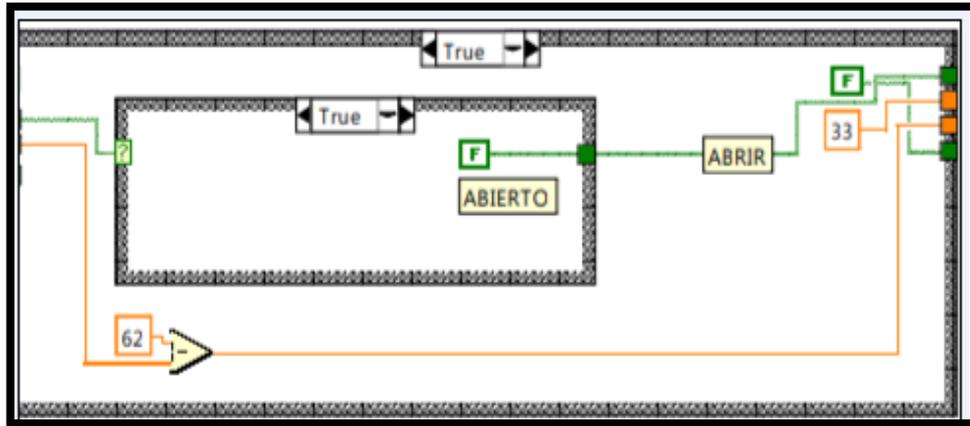


Figura 3.89: Programación diagrama de bloques para el Motor 2

4 RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos en los sistemas de apertura y cierre de la puerta de garaje y el sistema de respaldo de energía eléctrica para todo el circuito.

4.1 APERTURA Y CIERRE DE PUERTAS DEL GARAJE

En la figura 4.1 se muestra la imagen de la puerta 1, la cual es accionada por el motor M1. Una vez que se acciona el sistema, el programa del autotuning realiza los cálculos de los valores PID los cuales fueron.

Ganancia Proporcional	(Kc)	15.22189
Tiempo Integral	(Ti, min)	0.002027
Tiempo Derivativo	(Td, min)	0.000282



Figura 4.1: Accionamiento del motor M1 para la apertura o cierre de la puerta 1 para el cálculo de las constantes PID

En la figura 4.2 se muestra el Panel Frontal del LabView cuando no se acciona ninguna puerta:

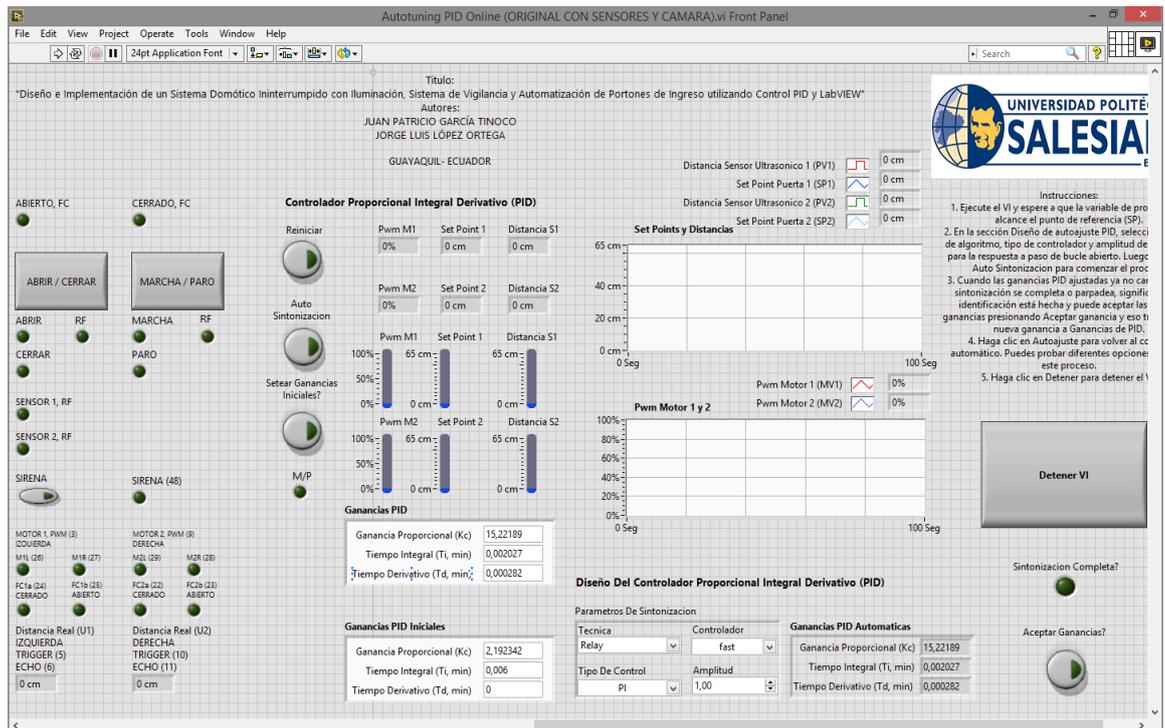


Figura 4.2: Panel Frontal cuando no se accionan las puertas

En la figura 4.3 se muestra el panel frontal cuando se habilita el sistema. Como se puede observar se visualizan las imágenes emitidas por las dos cámaras de video y los botones virtuales para el comando de las puertas.



Figura 4.3: Panel frontal con los videos de las cámaras y las botoneras virtuales de accionamiento

En la figura 4.4 se muestra el Panel Frontal con el accionamiento de las de los motores 1 y 2 y por lo tanto de las puertas de abiertas a cerradas. Se aprecia las curvas producidas por el desplazamiento de las puertas, los setpoints y botones de activación. Así mismo están las gráficas de la modulación de ancho de pulso (PWM) de ambos motores.

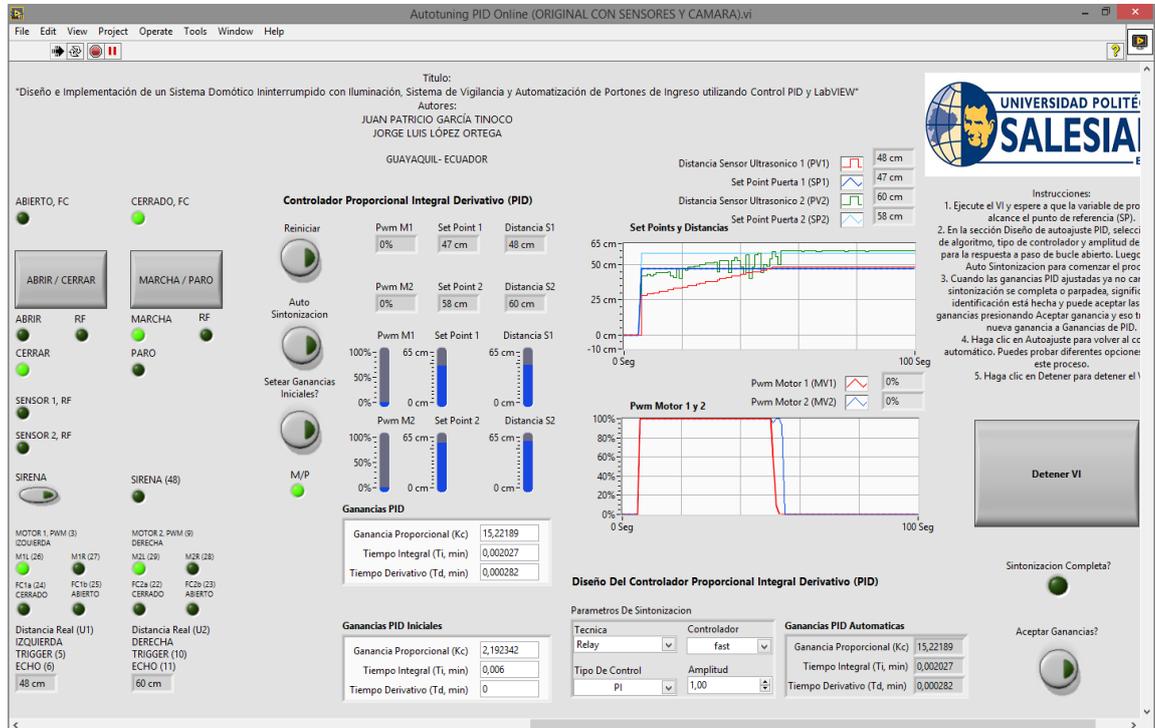


Figura 4.4: Gráficas de curvas de desplazamiento de puertas de abiertas a cerradas y PWM

En la figura 4.5 se muestran las gráficas del desplazamiento de las puertas de abierto a cerrado con los correspondientes setpoints. La curva roja representa el desplazamiento de la Puerta 1 y el setpoint está ajustado en 47 cm. El tiempo de estabilización hasta que cierre completamente la puerta 1 (tss) es de 45 segundos.

La curva verde oscuro representa el desplazamiento de la Puerta 2 y tiene el setpoint ajustado en los 58 cm. El tiempo de estabilización de la puerta 2 (tss) es de 47 segundos.

Se debe tener en cuenta que ambos desplazamientos dependen de las correctas ubicaciones de los sensores ultrasónico con respecto a la platina que limita tanto el cierre como la apertura de puertas por lo que es importante revisar periódicamente la posición de todos estos elementos.

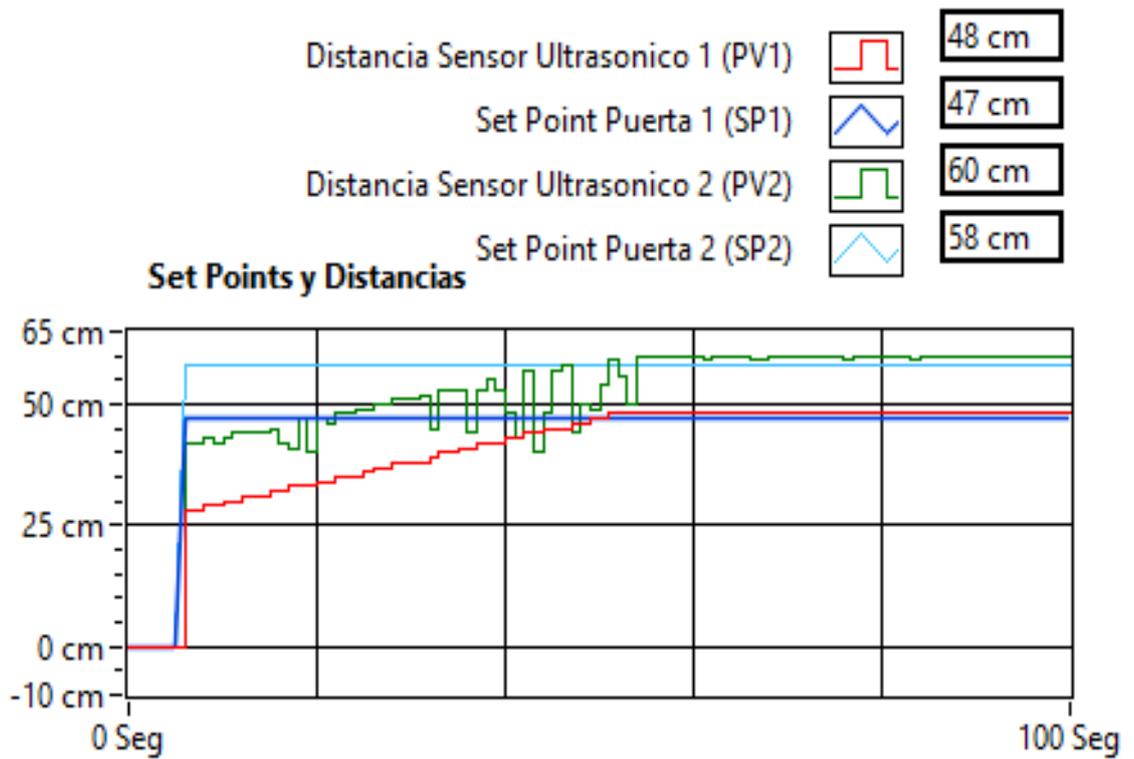


Figura 4.5: Gráficas de curvas de desplazamiento de puertas de abiertas a cerradas

En la figura 4.6 Se aprecia la modulación de ancho de pulso (PWM) de los dos motores. Nótese que al encenderse los motores el PWM se va a un 100% en un corto tiempo y cuando llega al setpoint decrece hasta el 0 %,

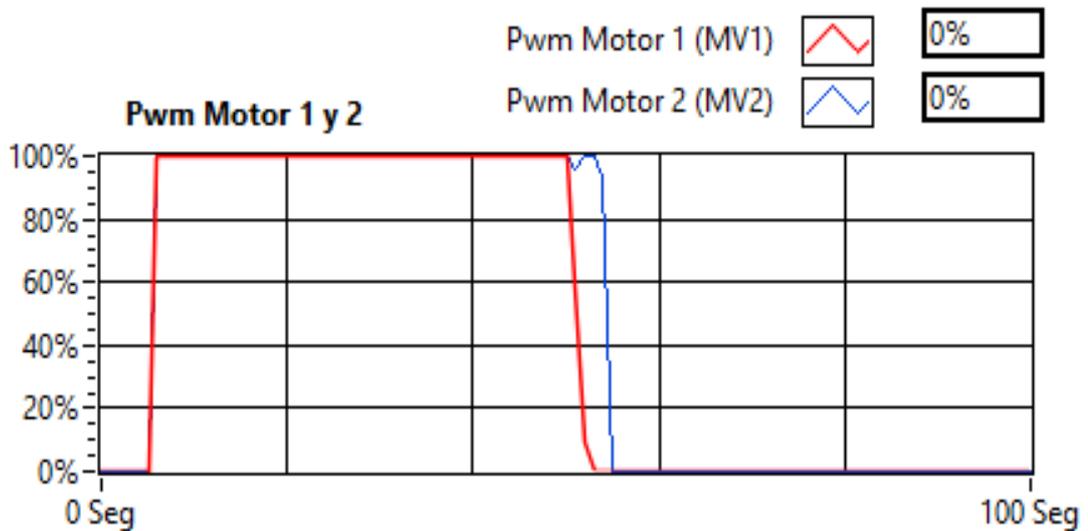


Figura 4.6: Gráficas de curvas de PWM de las dos puertas

En la figura 4.7 se observa el panel frontal en el estado de puertas cerradas a abiertas

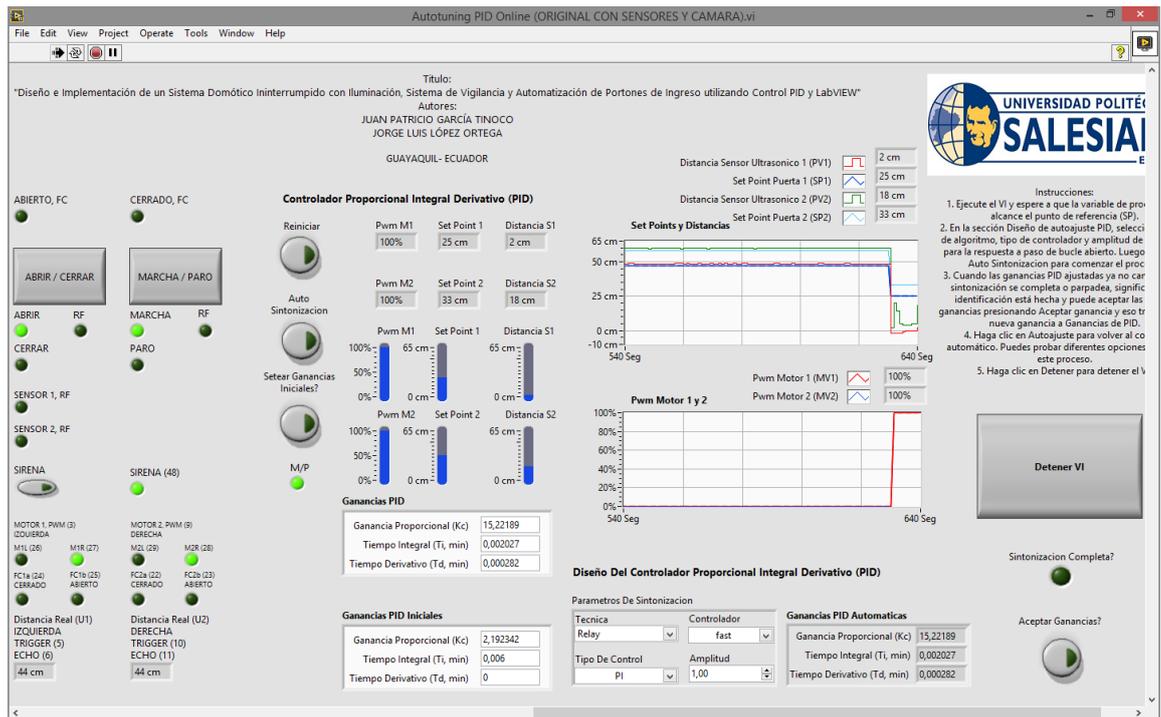


Figura 4.7: Panel frontal con puertas de cerradas a abiertas

En la figura 4.8 se muestran las curvas del desplazamiento de las puertas de cerrada a abierta con sus correspondientes setpoints.

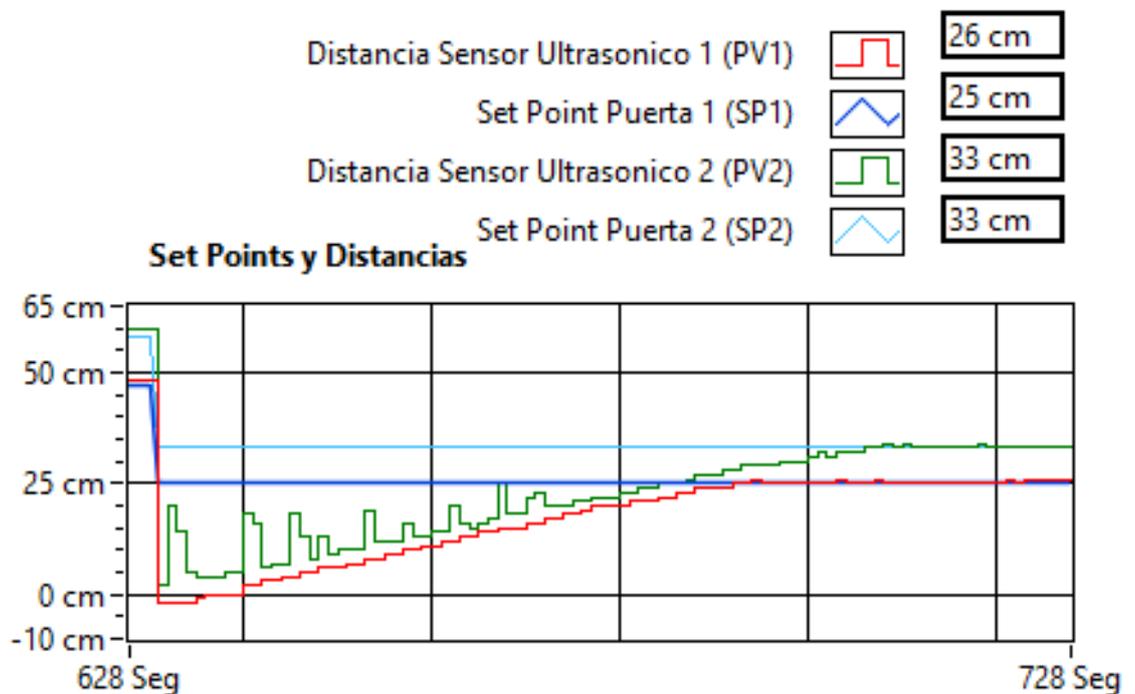


Figura 4.8: Panel frontal con las curvas de puertas de cerradas a abiertas

En la figura 4.9 se aprecia los PWM de ambas puertas

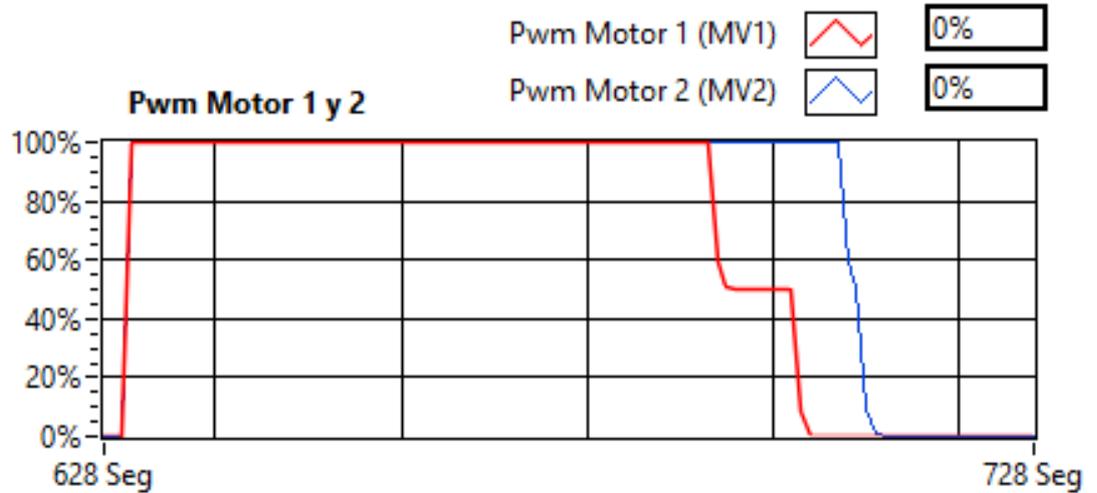


Figura 4.9: Curvas PWM de puertas de cerradas a abiertas

4.2 SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA ELÉCTRICA

El sistema de respaldo de energía fotovoltaico como se indicó anteriormente está compuesto por un panel solar, regulador de carga, 2 UPS, una Batería de 12 Voltios. Este sistema alimenta a 4 luminarias, 1 PC, cámaras de video con DVR, control de apertura y cierre de puertas.

Realizando las pruebas una vez que la batería se ha cargado a full en un día soleado, se comprobó que sin energía eléctrica externa toda la implementación se mantuvo habilitado durante dos horas, con lo que concuerda con los cálculos realizados anteriormente.



Figura 4.10: Interior del tablero Fotovoltaico

5. CONCLUSIONES

- La utilización del VI del control PID con autotuning fue muy eficaz ya que con esta herramienta se logró sintonizar inmediatamente el control de aperturas y cierre de puertas del garaje.
- Para cada instalación del mecanismo de apertura de puertas hay que tomar las medidas exactas de desplazamiento del vástago para referenciar correctamente el setpoint, limit switches y parámetros para el PID.
- El panel solar tuvo que ser instalado en la parte más alta de la casa para que reciba la mayor cantidad de radiación solar para que proporcione los 120 Watts sin ningún inconveniente.
- En el proyecto se tuvo que utilizar dos inversores de 500 VA y repartir la carga en una parte para el PC de control y en la otra para el control de puertas, video y luminarias,
- Con lo anteriormente indicado podemos concluir que se tiene un sistema de apertura y cierre de puertas de garaje con control PID, una visualización de dos puntos importantes de la casa (DVR), iluminación en una habitación y todo esto con un respaldo de dos horas en caso de que exista un corte de energía.

6. RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar la instalación de un sistema de apertura y cierre de puertas se debe primero seleccionar correctamente el dispositivo ya que esto va en relación al tamaño, peso y desplazamiento de ambas puertas.
- Tener cuidado de que en la apertura o cierre de puertas se encuentren obstáculos que podrían forzar los motores que accionan los vástagos.
- Realizar una revisión periódica de los limit switch y posición de los sensores ultrasónicos para garantizar el correcto funcionamiento de apertura y cierre.
- Tener en consideración que la vida útil de la batería de 12 Voltios es limitada, por lo que eventualmente se deben realizar pruebas de desconexión de energía eléctrica y verificar el tiempo de respaldo del sistema. En caso de que sea menor a una hora, debería reemplazarse,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. (2018). *ARDUINO*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de ARDUINO: <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/>

ARDUINO. (2018). *ARDUINO*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de ARDUINO: <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/>

Calefacción Solar2014 - 2018 *Cómo se instala un panel solar*

Cambridge University. (2011). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Recuperado el 12 de 03 de 2018, de Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upsal/detail.action?docID=833513>.

Colmenares, W. (2005). Entonación de controladores industriales tipo PID. *REVISTA CIENCIA E INGENIERÍA* , 10.

Energías Inteligentes. (28 de 05 de 2014). *Cómo calcular el banco de baterías de un sistema solar*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de Cómo calcular el banco de baterías de un sistema solar: <http://www.energiasinteligentes.com/noticias/8/como-calcular-el-banco-de-baterias-de-un-sistema-solar>

MICROKITS. (2018). *microkitselectronica*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de microkitselectronica: <https://www.microkitselectronica.com/media/attachment/file/h/c/hcsr04.pdf>

Mo Energy. (04 de 04 de 2018). *Mo Energy*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de Mo Energy: <http://moenergy.cl/diferencia-entre-sistemas-fotovoltaicos-on-grid-off-grid-e-hibridos/>

National Instruments . (2018). *Forums NI*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de Forums NI: <https://forums.ni.com/t5/LabVIEW/Live-video-noise-reduction/td-p/3335298>

PROTECO-DIRECT. (2015). *PROTECO-DIRECT*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de PROTECO-DIRECT: <http://proteco-direct.co.uk/leader-double-electric-gate-automation-kit.html>

SOLAR MAT. (2015). *SOLAR MAT*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de SOLAR MAT: <http://solarmat.es/es/paneles-monocristalinos/panel-solar-eoply-ep156m-60-240w-30v-monocristalino.html>

SOLAR MAT. (2015). *SOLAR MAT*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de SOLAR MAT: <http://solarmat.es/es/baterias-gel/bateria-gel-ultracell-12v-12ah.html>

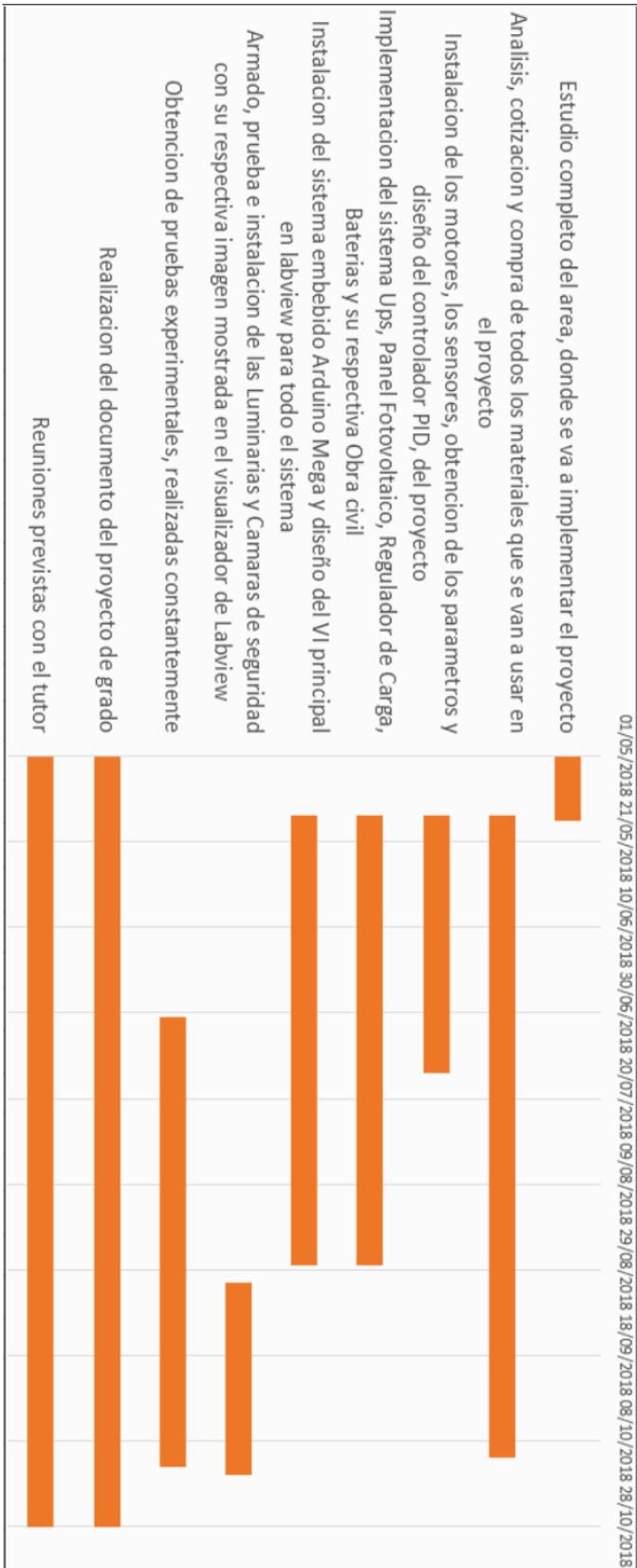
ST. (2000). *ST*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de ST: https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf

zoom weblogs. (02 de 01 de 2018). *Instalar sistema vigilancia para grabación y visión remota*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de Instalar sistema vigilancia para grabación

y visión remota: <http://zoominformatica.com/blog/instalar-sistema-vigilancia-cctv-para-grabacion-y-vision-remota/>

ANEXOS

ANEXO 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



ANEXO 2: COSTOS DEL PROYECTO

EQUIPOS	PRECIO (US)
Sistema de apertura y cierre de puertas Proteco - Direc	600.00
1 Panel Solar , 1 regulador de carga , 2 UPS , Batería de Gel 12 V	1210.00
Elementos de control electrónico (Arduino , fuentes de voltaje , regulador de velocidad)	360.00
Sistema de Vigilancia	760.00
Varios : (Cables , conectores ,tubos , cintas ,etc)	70.00
TOTAL	3000.00