

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

“Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en  
Electrónico y Telecomunicaciones”

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

**DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL  
FOTOVOLTAICO MEDIANTE PLC PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y  
OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL BLOQUE B**

**AUTOR:**

Bryan David Moina Alvarez

**Director:**

M.Eng. Alfonso Javier Gunsha

**Riobamba – Ecuador**

**2018**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL FOTOVOLTAICO MEDIANTE PLC PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL BLOQUE B, presentado por: Bryan David Moina Alvarez y dirigida por M.Eng Alfonso Javier Gunsha Morales.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

M.Eng Alfonso Javier Gunsha  
**TUTOR**



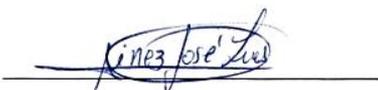
Firma

M.Eng. Deysi Inca  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firma

M.Eng José Jinez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firma

## AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a Bryan David Moina Alvarez y del Director del Proyecto M.Eng Alfonso Javier Gunsha. Algunas ideas, expresiones, pensamientos, conceptos se han tomado de varios autores como también del internet, ubicando la respectiva autoría como es norma de la investigación científica para enriquecer el marco teórico. En tal virtud los resultados obtenidos son de exclusividad del autor, director del proyecto de investigación y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Bryan David Moina Alvarez



M. Eng. Alfonso Javier Gunsha

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y la Virgen María por darme fortaleza durante todo mi camino y darme fuerza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida

A mis padres quien con su demostración me han enseñado a no fallecer y a no rendirme ante nada y siempre perseverar a través de los sabios consejos

A mi esposa por compartir alegrías y tristezas, por ser una persona cariñosa y sobre todo un ejemplo de madre.

Al equipo de docentes que me han instruido de la mejor manera dejándome enseñanzas muy útiles en especial al M.Eng. Alfonso Javier Gunsha por sus aportes intelectuales siendo más que un docente un amigo.

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar a culminar una etapa más de mi vida.

A mis Padres Segundo Moina, Maria Alvarez por sus valores y virtudes que me han entregado siendo el cimiento fundamental de lo que he llegado y llegaré a ser, a mis hermanos: Valeria, Brandon y Cristian por su cariño y apoyo incondicional, a mi querida esposa y compañera de la vida: Lisseth Asto por su amor absoluto, entrega y dedicación; y sobre todo a mi hijo: Christopher Adrián por cual es mi motivo para levantarme cada mañana a enfrentarme a la vida día a día.

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPÍTULO I .....	4
1. OBJETIVOS .....	4
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.2. ENERGÍA RENOVABLE.....	5
2.3. ENERGÍA SOLAR .....	6
2.3.1. Radiación Directa.....	6
2.3.2. Radiación difusa.....	6
2.3.3. Radiación Reflejada .....	7
2.3.4. Medición de radiación solar .....	7
2.3.5. PRINCIPIO FOTOVOLTAICO .....	8
2.3.5.1.Radiación solar promedio del Ecuador.....	8
2.3.5.2.Ventajas de la energía solar fotovoltaica .....	9
2.3.5.3.Desventajas de la energía solar fotovoltaica.....	10
2.3.6. Panel Fotovoltaico.....	10
2.4. Radiación ultra Violeta solar.....	10
2.5. MÓDULO ARDUINO PRO MINI.....	12
2.5.1. Especificaciones Técnicas.....	13

2.6.	SERVO MOTOR .....	13
2.6.1.	Configuración de conexión .....	14
2.6.2.	Señal de control mediante PWM .....	14
2.7.	CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE .....	16
2.7.1.	LOGO8! Siemens 12/24RC-DC .....	17
CAPITULO III.....		18
3.	METODOLOGÍA TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.1.	TIPO DE ESTUDIO .....	18
3.1.1.	INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	18
3.1.2.	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	18
3.2.	MÉTODO.....	19
3.2.1.	MÉTODO ANALÍTICA.....	19
3.3.	TÉCNICAS .....	19
3.3.1.	TÉCNICA DE OBSERVACIÓN.....	19
3.3.2.	INSTRUMENTACIÓN .....	19
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	20
3.4.1.	POBLACIÓN.....	20
3.4.2.	MUESTRA.....	20
3.5.	HIPÓTESIS.....	21
3.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	21
3.7.	PROCEDIMIENTOS.....	22
3.7.1.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA EN SOLIDWORKS. ....	24
3.7.2.	Construcción y modificación de la estructura.....	24
3.7.3.	Cálculos y programación para el posicionamiento del servomotor .....	25
3.7.3.1.	Programación para el posicionamiento del servomotor.....	25
3.7.4.	Lectura del sensor ultravioleta UVM30-A .....	26
3.7.4.1.	Recolección de datos a las 9:00 .....	27
3.7.4.2.	Recolección de datos a las 12:00 .....	27
3.7.4.3.	Recolección de datos a las 14:00 .....	27
3.7.4.4.	Recolección de datos a las 16:00 .....	28
3.7.4.5.	Recolección de datos a las 18:00 .....	28

3.7.5. Transferencia de LOGO8! Siemens 12/24RCDC.....	28
3.7.5.1. Configuración en el LOGO8! Siemens 12/24RCDC.....	29
3.7.5.2. Configuración en la PC para comunicación al LOGO .....	29
3.7.5.3. Transferencia de la aplicación. ....	30
CAPITULO IV .....	31
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Pruebas del Logo8! Siemens 12/24RC_DC.....	31
4.2. Prueba del Motor en la estructura .....	31
4.3. Recopilación de datos y Prueba del sensor UVM30-A en la estructura ...	32
4.4. Comparación eficiencia de Sistema Fotovoltaico. ....	35
CAPITULO IV .....	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1. Conclusiones .....	36
5.2. Recomendaciones.....	37
CAPITULO VI .....	38
6. BIBLIOGRAFÍA .....	38
ANEXOS .....	41
ANEXO 1. ....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Energía renovable .....	5
Figura 2. Radiación solar .....	6
Figura 3. Paneles Solares .....	7
Figura 4. Insolación en Ecuador.....	8
Figura 5. Sensor UVM30-A.....	11
Figura 6. Grafica de funcionamiento de sensor UVM30-A .....	11
Figura 7. Voltaje de salida en función del Índice.....	12
Figura 8. Arduino Pro Mini.....	12
Figura 9. Servomotor .....	13
Figura 10. Modulación por anchura de pulso PWM .....	14
Figura 11. PLC "LOGO 1224RC AC" .....	16
Figura 12. Logo 12/24RC .....	17
Figura 13. Diseño final del proyecto.....	22
Figura 14. Diagrama de bloques del desarrollo del Proyecto .....	23
Figura 15. Diseño de la estructura.....	24
Figura 16. Modificación de la estructura .....	24
Figura 17. Comprobación de servomotor.....	25
Figura 19. Conexión del sensor uvm30a a logo8!.....	26
Figura 20. Sensor UV acoplado a la estructura .....	26
Figura 21. Logo Siemens. ....	28
Figura 22. Configuración de la IP en el LOGO. ....	29
Figura 23. Configuración de IP en la PC .....	29
Figura 24. Transferencia PC- LOGO. ....	30
Figura 25. Comprobación de la conexión entre LOGO -PC. ....	30
Figura 26. Visualización de la fecha y programación cargado en el LOGO8! .....	31
Figura 27. Acople del motor y la estructura.....	31
Figura 28. Acople del motor y la estructura.....	32
Figura 29. Sistema de Adquisición de datos .....	32
Figura 30. Adquisición de datos móvil .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Insolación en Ecuador .....	9
Tabla 2. Especificaciones técnicas Arduino Pro mini.....	13
Tabla 3. Configuración de conexión .....	14
Tabla 4. Relación entre el servo – PWM .....	15
Tabla 5. Operacionalización de variables .....	21
Tabla 6. Recolección de voltajes.....	27
Tabla 7. Recolección de voltajes.....	27
Tabla 8. Recolección de voltajes.....	27
Tabla 9. Recolección de voltajes.....	28
Tabla 10. Recolección de voltajes.....	28
Tabla 11. Recopilación de Datos .....	33
Tabla 12. Recopilación de Datos .....	34
Tabla 13. Eficiencia del sistema Fotovoltaico .....	35
Tabla 14. Control y posicionamiento del motor DC.....	48
Tabla 15. Control y posicionamiento del motor DC.....	48
Tabla 16. Control y posicionamiento del motor DC.....	49
Tabla 17. Control y posicionamiento del motor DC.....	49
Tabla 18. Control y posicionamiento del motor DC.....	50
Tabla 19. Control y posicionamiento del motor DC.....	50
Tabla 20. Control y posicionamiento del motor DC.....	51
Tabla 21. Control y posicionamiento del motor DC.....	51
Tabla 22. Control y posicionamiento del motor DC.....	52
Tabla 23. Control y posicionamiento del motor DC.....	52
Tabla 24. Control y posicionamiento del motor DC.....	53

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo. Éste consiste en el diseño y construcción de un sistema de control seguidor del sol utilizando un Control Lógico Programable “PLC”, servomotor, sensor de radiación ultravioleta y motor en DC mediante la programación, se procesa las señales de radiación ultravioleta el cual es controlado por el LOGO! Siemens DM8 12/24Rc. El servomotor toma posiciones para el movimiento del panel fotovoltaico en la estructura. El motor DC esta acoplado a un sistema de giro circular por posiciones para que el giro del panel sea preciso y que ningún factor intervenga de manera negativa en su funcionalidad. El sensor de radiación ultravioleta está conectado al panel fijo y móvil, de tal manera que los datos recolectados durante dos semanas fueron utilizados para realizar la comparación de la eficiencia entre los dos paneles, para la adquisición y el registro de datos se utilizó un interfaz en (PLC).

*Palabras Claves:* Control Lógico Programable “PLC”, LOGO Siemens, Radiación Ultravioleta

## ABSTRACT

The present investigation project was done at Universidad Nacional de Chimborazo. It is about the design and construction of a control system followed by the sun using Programmable Logic Control “PLC”, servomotor, sensor of ultraviolet radiation and motor in DC through the programming the signals of ultraviolet radiation are processed, which is controlled by LOGO! Siemens BM8 12/24RC. The servomotor takes position for the movement of the photovoltaic panel in the structure. The motor DC is coupled to a circular turning system by positions, so that the turn of the panel is precise and any factor intervenes in a negative way is its functionality. The sensor of ultraviolet radiation is connected to the fixed and mobile panel, so, the collected data during two weeks were used to perform the comparison of efficiency between two panels, to the acquisition and data register was used and interface in (PLC).

*Keywords:* Programmable Logic Control “PLC”, LOGO Siemens, Ultraviolet  
Radiation



Reviewed by: Ribadeneira, Andrea Sofia  
Language Center Teacher



## **INTRODUCCIÓN**

### **Identificación y descripción del problema**

Es necesario desarrollar la automatización del sistema de energía renovable que se encuentra implementado en la Universidad Nacional de Chimborazo dentro del Bloque B de Ingeniería, con la finalidad de generar un ahorro económico y energético para que la energía sea más pura. Las ventajas mencionadas se obtendrán a partir del aprovechamiento de la radiación UV procedente del Sol.

En la actualidad el sistema implementado en el edificio almacena la energía solar por medio de diversos captadores como celdas fotovoltaicas, el sistema no se encuentra en condiciones de operación normal, por lo que es necesario realizar el análisis del diseño y automatización del sistema de energías fotovoltaico con la finalidad de mejorar la eficiencia y optimización de la energía.

### **Justificación**

En los últimos años la energía fotovoltaica se ha convertido en una de las fuentes de generación de energía eléctrica esenciales para nuestra vida cotidiana, la cual nos permite economizar los recursos naturales.

La energía fotovoltaica es una gran fuente de energía que produce electricidad obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante dispositivos semiconductores llamadas células fotovoltaicas.

El consumo masivo de energía que consume la Universidad Nacional de Chimborazo dentro del Bloque B de Ingeniería es causado por los equipos de alta potencia que están instalados en los laboratorios.

La finalidad de generar un ahorro económico y energético mediante la implementación del panel fotovoltaico busca solucionar y mejorar el funcionamiento, rendimiento y optimización de la energía en el bloque B de ingeniería.

# CAPÍTULO I

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y automatizar un sistema de control fotovoltaico mediante PLC para mejorar la eficiencia y optimización de la energía en el bloque B de ingeniería.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de control fotovoltaico mediante PLC para aprovechar la energía solar y economizar recursos.
- Automatizar el sistema de energía fotovoltaico para mejorar la eficiencia y optimización de energía mediante sensores que controlan el movimiento y captación de la radiación solar.
- Implementar el sistema de adquisición y registro de datos en el tiempo real con el LOGO! Siemens DM8 12/24RC.
- Analizar los datos adquiridos del sistema fotovoltaico fijo y móvil.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. ANTECEDENTES

El Presente proyecto inicia con el funcionamiento de la energía solar, la cual se transforma directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas, este proceso se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados semiconductores; de esta manera se genera un flujo de electrones en el interior del material que puede ser aprovechado para obtener energía eléctrica. Un panel fotovoltaico también denominado módulo fotovoltaico está constituido por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco. Según (Rodríguez, y otros, 2008, pág. 64). Las células fotovoltaicas se conectan en serie, paralelo o en serie-paralelo en función de los valores de tensión e intensidad deseados, formando los módulos fotovoltaicos con el fin de automatizar el sistema fotovoltaico para optimizar la energía que consume en el edificio de ingeniería del bloque B.

#### 2.2. ENERGÍA RENOVABLE

La energía renovable se adquiere de fuentes naturales supuestamente inagotables a escala humana, capaces de regenerarse por medios naturales, conocidas también como energías alternativas ya que pueden reemplazar a las energías energéticas típicas, con un menor efecto contaminante. (Merino, 2015)



Figura 1. Energía renovable  
Fuente: (CONECEL, 2008)

## 2.3. ENERGÍA SOLAR

El Sol, de forma directa o indirecta, es el origen de todas las energías renovables, exceptuando la energía maremotriz y la geotérmica. La energía del Sol se desplaza a través del espacio en forma de radiación electromagnética, una parte de esta energía llega a la atmósfera, esta energía que llega es absorbida por la atmósfera y por el suelo, y otra parte es reflejada directamente al espacio desde el suelo, es por esto por lo que menos de la mitad de la radiación solar llega efectivamente a la superficie terrestre, siendo esta parte la que podemos utilizar con fines energéticos en nuestro planeta. (Shallenberg Rodriguez, Piernaviejo, & Unamunzaga, 2008, pág. 50).

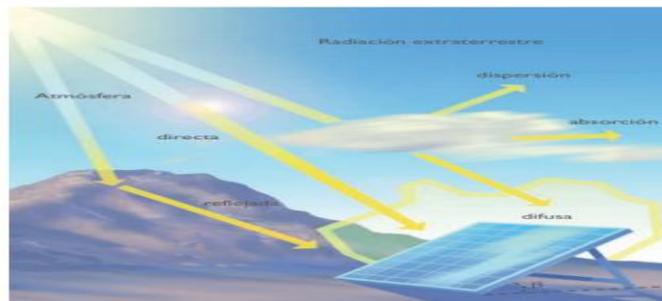


Figura 2. Radiación solar  
Fuente: (Rodríguez, y otros, 2008)

La radiación solar llega a nuestro planeta de tres formas distintas

### 2.3.1. Radiación Directa

La radiación que llega directamente del Sol, sin haber incidido con nada por el camino, por tanto, sin haberse desviado ni cambiado de dirección. Esta radiación es la que produce las sombras, es el tipo de radiación predominante en un día soleado, (Rodríguez, y otros, 2008).

### 2.3.2. Radiación difusa

La radiación que llega después de haber incidido con cualquier elemento de la atmósfera (polvo, nubes, contaminantes, etc.), por lo que ha cambiado de dirección. Es el tipo de radiación predominante en un día nublado, (Rodríguez, y otros, 2008).

### 2.3.3. Radiación Reflejada

La radiación reflejada por la superficie terrestre; cobra importancia en las zonas con nieve, agua (como cerca del mar o de una presa) o cualquier otra zona donde la reflexión sea importante, (Rodríguez, y otros, 2008).

### 2.3.4. Medición de radiación solar

Los dos métodos comunes que caracterizan a la radiación solar son la irradiancia y la insolación.

La irradiancia es una densidad de potencia instantánea en unidades de  $[W/m^2]$ , varía a lo largo del día desde 0 a un máximo de aproximadamente 1000 dependiente de la ubicación y el clima local.

El instrumento que se utiliza para medir la irradiancia es el pirómetro, el cual se basa en exponer a radiación, a una lámina metálica con una superficie reflectante y junto a ella, otra superficie es absorbente, la lámina absorbente estará más caliente que la reflectante y admitiendo que la diferencia de temperaturas es proporcional a la radiación recibida, al medir este salto térmico se determina la irradiancia. Para medir esta diferencia de temperaturas se utiliza un termopar. (JUTGLAR, 2004, pág. 23)



Figura 3. Paneles Solares  
Fuente: (pixgood, 2015, pág. 20)

Además menciona que “un piranómetro consta de un sensor analógico colocado bajo una cubierta semiesférica, normalmente de cristal de cuarzo, que debe ser transparente para cualquier longitud de onda.”

El piranómetro se instala sobre la superficie considerada, su lectura nos proporciona la radiación total incidente, se sitúa sobre una superficie horizontal y se tiene la precaución de eliminar las reflexiones del entorno, medirá la radiación global.

Se cubre con un pequeño disco opaco de tal manera que elimine la radiación directa, medirá solamente la radiación difusa.

## 2.3.5. PRINCIPIO FOTOVOLTAICO

### 2.3.5.1. Radiación solar promedio del Ecuador

El Ecuador es un país con características topográficas muy variadas, de gran diversidad climática y condiciones únicas que le confieren un elevado potencial de energías renovables y limpias, las cuales no pueden quedar al margen del inventario de los recursos energéticos para producción eléctrica, pues las condiciones de cobertura y satisfacción de la demanda que se presentan en la actualidad, demuestran un estrecho vínculo especialmente con la electrificación y energización rural. (CONECEL, 2008, pág. 13).

A continuación se presenta en la figura 4., la comparación de los valores promedios de los tres tipos de insolación en todos los meses del año, posteriormente en la tabla1, se muestra la insolación difusa promedio.

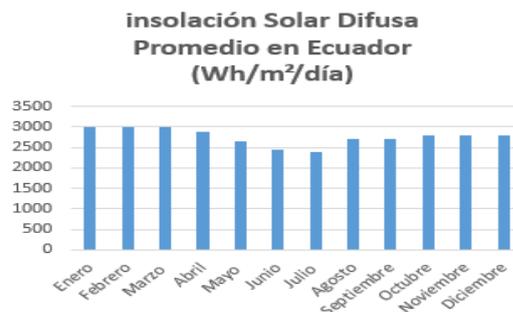


Figura 4. Insolación en Ecuador  
Fuente: (CONECEL, 2008)

<b>Insolación Solar Promedia en Ecuador(Wh/m<sup>2</sup>/día)</b>			
<b>Meses</b>	<b>Difusa</b>	<b>Directa</b>	<b>Global</b>
<b>Enero</b>	2925	2265	4111
<b>Febrero</b>	3103	1828	448
<b>Marzo</b>	3002	2172	4655
<b>Abril</b>	2840	2051	4360
<b>Mayo</b>	2557	2443	4276
<b>Junio</b>	2425	2520	4140
<b>Julio</b>	2467	2680	4308
<b>Agosto</b>	2658	2701	4624
<b>Septiembre</b>	2683	3063	4974
<b>Octubre</b>	2790	2820	4888
<b>Noviembre</b>	2690	3131	4943
<b>Diciembre</b>	2704	3038	4838

Tabla 1. Insolación en Ecuador  
Fuente: (CONECEL, 2008)

### **2.3.5.2. Ventajas de la energía solar fotovoltaica**

- El área de América del Sur dispone de abundante radiación solar.
- La tecnología fotovoltaica permite soluciones modulares y autónomas.
- La operación de los sistemas fotovoltaicos es amigable con el medio ambiente.
- Los sistemas tienen una vida útil larga (más de 20 años).
- El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es sencillo y tiene costos muy bajos.
- La tecnología de equipos y sistemas fotovoltaicos ha alcanzado un grado de madurez que posibilita su utilización para resolver confiablemente los problemas energéticos.

### **2.3.5.3. Desventajas de la energía solar fotovoltaica**

- La inversión inicial es alta igual que su instalación.
- La cantidad de energía producida es limitada y alcanza solamente para las necesidades básicas de electricidad.
- La disponibilidad de energía es variable y depende de las condiciones atmosféricas.

### **2.3.6. Panel Fotovoltaico**

El panel fotovoltaico está compuesto de celdas fotovoltaicas las que “permiten transformar directamente en electricidad la energía de parte de los fotones que componen el espectro visible de la luz solar” (González, 2009, pág. 140).

## **2.4. Radiación ultra Violeta solar**

Todos estamos expuestos a la radiación Ultra Violeta que emite el sol y de numerosas fuentes artificiales utilizadas en la industria, el comercio y durante el tiempo libre. El sol emite luz, calor y radiación UV. En la época en la que vivimos, debido al fuerte cambio climático que estamos experimentando, es muy importante que protejamos nuestra piel a la hora de tomar el sol, puesto que cada vez contamos con mayor número de enfermedades derivadas del abuso o de la deficiente protección cuando nos exponemos a las radiaciones ultravioletas procedentes del sol. (García, 2016)

### **2.4.1. Medición de rayos ultravioleta**

El sensor UV se utiliza para detectar la intensidad de la radiación ultravioleta (UV) incidente. Esta forma de radiación electromagnética tiene longitudes de onda más cortas que la radiación visible. Este módulo se basa en el sensor UVM-30A, que tiene un amplio rango espectral de 200 nm a 370 nm. El módulo emite una señal eléctrica que varía con la intensidad de la luz ultravioleta. (GALLARDO, 2014)



Figura 5. Sensor UVM30-A  
Fuente: (Ventura, 2016)

#### 2.4.2. Especificaciones

- El voltaje de funcionamiento del sensor UVM30-A es en DC con voltaje de 3 a 5 voltios.
- El rango de corriente que opera es 0.06mA a 0.1mA.
- Longitud de onda de respuesta es de 200 a 370nm.
- El rango de temperatura que trabajo es de -20 a 85 grados centígrados.

El sensor procesa voltajes desde 0.50 mV hasta 1.2v y un index de 0 a 11 como muestra la Figura 6 y 7.

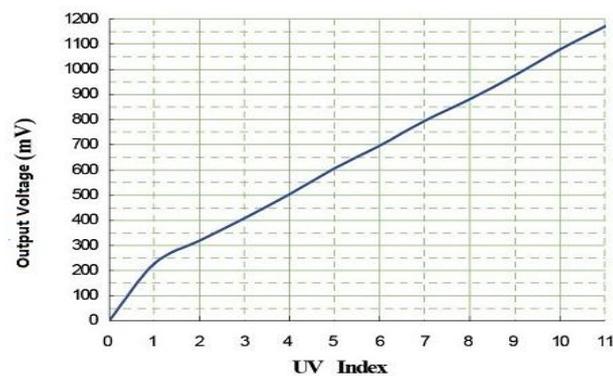


Figura 6. Grafica de funcionamiento de sensor UVM30-A  
Fuente: (GALLARDO, 2014)

紫外线指数 UV Index	0	UV INDEX 1	UV INDEX 2	UV INDEX 3	UV INDEX 4	UV INDEX 5
Vout(mV)	<50	227	318	408	503	606
紫外线指数 UV Index	UV INDEX 6	UV INDEX 7	UV INDEX 8	UV INDEX 9	UV INDEX 10	UV INDEX 11 <sup>+</sup>
Vout(mV)	696	795	881	976	1079	1170+

Figura 7. Voltaje de salida en función del Índice  
Fuente: (GALLARDO, 2014)

## 2.5. MÓDULO ARDUINO PRO MINI

La principal funcionalidad de la tarjeta Arduino Pro Mini es el desarrollo de la electrónica basado en un lenguaje de programación Processing, posee de un software libre y diseñado para los estudiantes como muestra en la Figura 8.

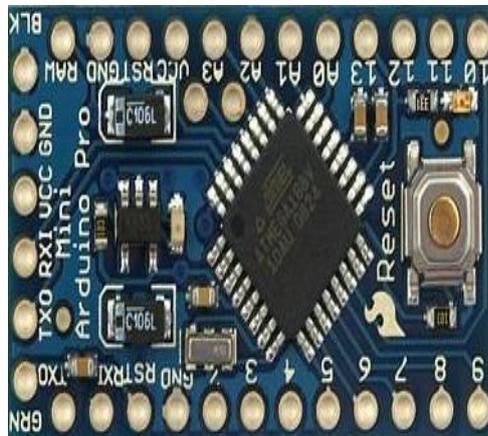


Figura 8. Arduino Pro Mini  
Fuente: (Arduino, 2017)

Para el presente trabajo de investigación se utilizó la Modulo Arduino PRO MINI, es una placa con la marca ATMEL, que contiene un microcontrolador ATMEGA 328P, este está constituido por: 14 pines digitales de entradas/salidas, de los cuales 6 pines pueden ser utilizados como salidas PWM, 6 entradas/salidas analógicas un botón de reset, posee de 6 pines para la comunicación de PC - ARDUINO mediante un cable FTDI para la comunicación USB por el interface PC. Como muestra en la Figura 7. (ARDUINO, 2017).

### 2.5.1. Especificaciones Técnicas

La tarjeta arduino Pro Mini está constituida por algunos componentes electrónicos que se describe en la tabla 2.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
MICROCONTROLADOR	ATmega328p a 16MHz.
PCB "PRINTED CIRCUIT BOARD	Fino de 0.8 mm.
CONEXIÓN	USB fuera de la tarjeta.
PERMITE RESET AUTOMÁTICO	RESET
REGULADOR	5 Voltios.
SALIDA MÁXIMA DE AMPERAJE	150 mA.
PROTECCIÓN	Contra corrientes excedentes.
PESO	Menos de 2 gramos.
ENTRADA	DC 5 Voltios hasta 12 Voltios
LEDS	Para encendido y estado.
PUERTOS ANALÓGICOS	8 Pines de Entrada/Salida.
PUERTOS DIGITALES	14 Pines Entradas/Salidas.

Tabla 2. Especificaciones técnicas Arduino Pro mini

Fuente: Autor.

### 2.6. SERVO MOTOR



Figura 9. Servomotor

Fuente: (SG90, 2001)

Los servomotores están constituidos por una caja de reducción, la mayoría de los servomotores de hobby funcionan desde 4,8 V a 6,5 V, cuanto mayor sea el voltaje mayor será el par que podemos lograr, pero más comúnmente se operan a + 5 V.

Los servomotores de pasatiempo pueden girar solo de 0° a 180° debido a su disposición de engranajes, así que asegúrese de que el proyecto puede vivir con el medio círculo si no, puede preferir un motor de 0° a 360° o modificar el motor para hacer un círculo completo. Los engranajes de los motores están sujetos fácilmente al desgaste, por lo que si su aplicación requiere motores más potentes y de larga marcha, puede usar engranajes metálicos o simplemente usar un engranaje de plástico normal. (Componentes, 2018).

### 2.6.1. Configuración de conexión

El servo motor posee tres cables de configuración cada uno de ellos realiza diferentes características como se describe en la tabla 3.

NUMERO DE CABLE	COLOR DEL CABLE	CARACTERÍSTICAS
1	Café	Conexión a Tierra
2	Rojo	Alimentación 5V
3	Tomate	Señal PWM

Tabla 3. Configuración de conexión  
Fuente: Autor

### 2.6.2. Señal de control por anchura de pulso PWM

La señal de control es un pulso modulado PWM que para la gran mayoría de fabricantes de servomotor debe tener una frecuencia de 50 Hz, lo que equivale a mandar un pulso de control cada 20 ms. (Rodríguez J. A., 2012), como muestran en la Figura 10.

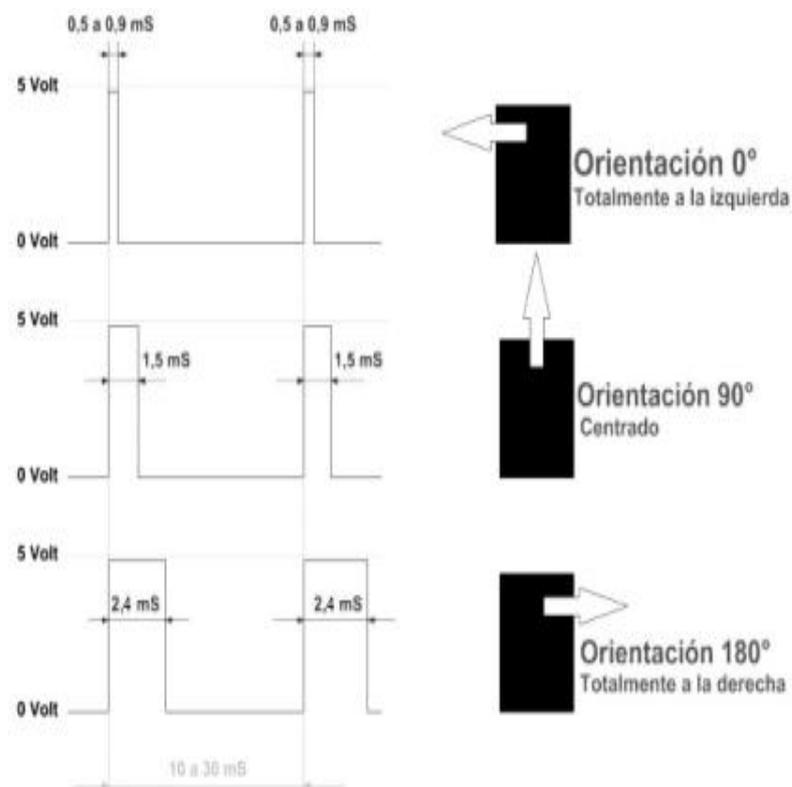


Figura 10. Modulación por anchura de pulso PWM  
Fuente: (Rodríguez J. A., 2012)

Durante los 20 ms que dura cada repetición se emite un pulso de ancho variable que depende directamente de la posición angular deseada. El ancho del pulso puede ir de 544  $\mu$ s a 2400  $\mu$ s con el punto central alrededor de los 1500  $\mu$ s, aunque cada motor tiene sus limitaciones dentro de ese rango. Para el servo utilizado, aunque las especificaciones dicen que va de 1100  $\mu$ s a 1900  $\mu$ s se ha comprobado que para 544  $\mu$ s se configuran 0° y para 2400  $\mu$ s los 180° que alcanza el servo, por lo tanto trabaja utilizando todo el rango posible. Respecto a las limitaciones de giro, suelen venir dadas por los topes del potenciómetro o por límites mecánicos construidos en el servo.

Cuando llega a sus límites normalmente suena un zumbido que indica que se está forzando, según (Rodríguez J. A., 2012), en la tabla 4. Describe que tiempo tiene cada grado.

ANGULO	TIEMPO (ms)	ANGULO	TIEMPO (ms)
0°	0.500	100°	1.588
10°	0.445	105°	1.667
15°	0.667	120°	1.833
30°	0.833	130°	1.926
40°	1.779	135°	2.000
45°	1.00	150°	2.167
60°	1.167	160°	2.259
70	1.710	165°	2.333
75°	1.833	180°	2.500
90°	2.00	0°	0.500

Tabla 4. Relación entre el servo – PWM  
Fuente: (SG90, 2001)

Los servos pueden funcionar correctamente realizando saltos de 1° ascendente en un rango de movimiento de 180° que se corresponde con pulsos PWM comprendidos a 500 ms. Sin embargo, antes de utilizar un servo habrá que comprobar experimentalmente su rango de movimiento para no dañarlo. Para mantener fijo un servo en una posición habrá que enviar periódicamente el pulso correspondiente; ya que, si no recibe señales, el eje del servo quedará libre y se podrá mover ejerciendo una leve presión.

## 2.7. CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE



Figura 11. PLC "LOGO 1224RC AC"  
Fuente: (Rodríguez J. A., 2012).

La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos, un PLC “Programmable Logic Controller” o en español, Controlador Lógico Programable, es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.

También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal. Estos controladores son utilizados en ambientes industriales donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real. (Micro-capacitaciones, 2009, pág. 5)

### 2.7.1. LOGO8! Siemens 12/24RC-DC



Figura 12. Logo 12/24RC  
Fuente: (SIEMENS, 2003).

Con LOGO8! Funciona con un rango de voltaje 12 a 24 voltios en DC, se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico como alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc., así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.

Así mismo, LOGO8! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el pre-procesamiento de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado de máquinas y procesos. Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización. (SIEMENS, 2003).

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.TIPO DE ESTUDIO**

El diseño y automatización de un sistema de control de energía fotovoltaico mediante PLC para mejorar la eficiencia y optimización de la energía en el bloque B, es una investigación de campo, experimental y de método analítica por lo que se realizó pruebas para verificar la factibilidad de este tipo de tecnología que esta implementada en el bloque B de la UNACH.

##### **3.1.1. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

La investigación consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en el sistema fotovoltaico.

##### **3.1.2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

Mediante esta investigación se presenta la obtención de los datos conseguidos del sistema de adquisición de datos, posteriormente con ellos se realizara la comparación entre el seguidor solar y el panel solar fijo.

## **3.2.MÉTODO**

### **3.2.1. MÉTODO ANALÍTICA**

El método consiste en descomponer todas sus partes o elementos para observar y analizar las causas, de la naturaleza y los efectos por lo cual es necesario conocer la naturales del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su fundamento en el análisis de los dispositivos que conforman el sistema fotovoltaico.

## **3.3.TÉCNICAS**

### **3.3.1. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN**

La técnica de observación se suele utilizar principalmente para observar el comportamiento de los consumidores.

En este proyecto de investigación se empleó la técnica de observación la cual consiste en visualizar cualquier hecho fenómeno o situación que se produzca, en función de los objetivos de investigación establecidos.

### **3.3.2. INSTRUMENTACIÓN**

Todo tipo de recurso que utiliza el investigador; para allegarse de información y datos relacionados con el tema de estudio. Por medio de estos instrumentos, el investigador obtiene información sintetizada que podrá utilizar e interpretar en armonía con el Marco Teórico. Los datos recolectados están íntimamente relacionados con las variables de estudio y con los objetivos planteados. (Hernández, 2006)

Los instrumentos utilizados para el desarrollo de este proyecto son: libros, folletos, revistas, tesis, sitios web, paper, páginas web, datasheet, software de simulación, componentes electrónicos, materiales adicionales para el desarrollo del sistema fotovoltaico para la implementación de las mismas.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1. POBLACIÓN

La población se ha determinado en función de las áreas del bloque B de Ingeniería al utilizar esta alternativa de energía se implementará para los estudiantes, docentes del bloque B de Ingeniería de la UNACH, la muestra está constituido de 90.

#### 3.4.2. MUESTRA

El muestreo utilizado para el trabajo de investigación es la probabilidad. Según (Hernández, 2006, pág. 35) este muestreo permite tener menor el tamaño de error de la muestra, así también, cuando se habla de una población de elementos limitados, la forma de delimitar la muestra es aplicando la fórmula para poblaciones finitas de Cochran según (Martínez, 2005, pág. 89). Como se muestra en la Ecuación 1.

$$n = \frac{Npq}{(N - 1) \frac{ME^2}{NC^2} + pq}$$

Ecuación 1. Tamaño de Muestra  
Fuente: (Martínez, 2005)

Dónde:

- **n** = Tamaño de la muestra.
- **N** = Tamaño del universo (número de graduados en determinado año), para este proyecto se considera  $N = 90$ .
- **p** = Probabilidad de ocurrencia (homogeneidad del fenómeno, porcentaje de respuestas fiables o confiables, generalmente  $p = 0.5$ ).
- **q** = Probabilidad de no ocurrencia ( $q = 1 - p = 0.5$ ).
- **ME** = Margen de error o precisión admisible con que se toma la muestra es de (0.005).

- **NC** = Nivel de confianza o exactitud con que se generaliza los resultados a la población Una forma de plantear ME y NC es, en porcentaje ME+NC = 100%, es decir:

Para este trabajo de investigación se ha optado un margen de error de 5% (ME=0.05), con un nivel de confianza del 95% (NC=1.96).

$$n = \frac{90(0.5)(0.5)}{(90 - 1) \frac{(0.05)^2}{(1.96)^2} + (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{22.5}{(89) * 0.0325 + 0.25}$$

$$n = 8$$

### 3.5. HIPÓTESIS

Automatización del sistema de control de energía solar fotovoltaico implementado en el bloque B de ingeniería mejorará la eficiencia y optimización de la energía.

### 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la **Tabla 5.**, se muestra la operacionalización de variables.

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO
La automatización del sistema de energías fotovoltaico encargado de captar la energía solar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del sistema de control de energía solar fotovoltaico</li> <li>• Automatización del sistema.</li> <li>• Funcionamiento y eficiencia del sistema automatizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos</li> <li>• Características de los equipos.</li> <li>• Software de simulación.</li> </ul>
Mejorará la eficiencia y la optimización de la energía utilizada en el bloque B de Ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la captación de la energía solar.</li> <li>• Optimizar la energía almacenada.</li> <li>• Funcionamiento de los sensores encargados de la captación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro</li> <li>• Cálculos de eficiencia.</li> </ul>

Tabla 5. Operacionalización de variables

Fuente: Autor

### 3.7.PROCEDIMIENTOS

El sistema Fotovoltaico que se planteó para mejorar la eficiencia de la energía en el bloque B está conformado por los siguientes componentes sensor UV, Logo, motor en DC, servomotores, componentes electrónicos, para esto se requiere seguir una serie de procesos, los cuales se detallan a continuación.

- Diseño de la estructura mecánica en SOLIWORD.
- Construcción de la estructura.
- Cálculos y programación para posicionamientos de servomotores.
- Lectura del sensor ultravioleta UVM30-A.
- Programación en el software LOGO SOFT Confort v8 para la recolección de datos del sensor UVM30-A.
- Transferencia del Software al LOGO8! Al Logo Siemens 12/24RCDC.
- Comparación de los datos recolectados del sensor UVM30-A en el LOGO Siemens 12/24RC\_DC.
- Posicionamiento del servomotor mediante los parámetros del LOGO Siemens 12/24RC\_DC.
- Programación para el posicionamiento del motor en DC.

Diseño e implementación del sistema de control fotovoltaico como muestra en la Figura

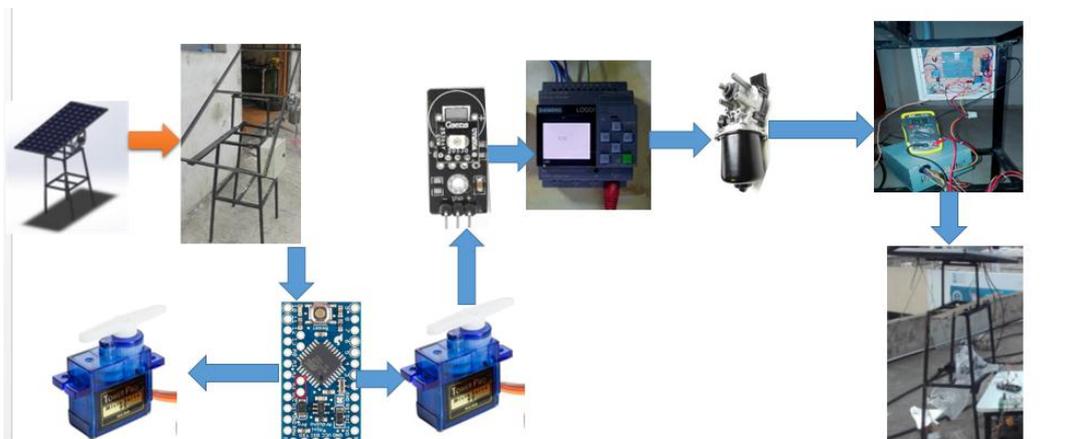


Figura 13. Diseño final del proyecto.  
Fuente: Autor

Para la realización del presente estudio se implementó el siguiente procedimiento como se muestra en la Figura 14.

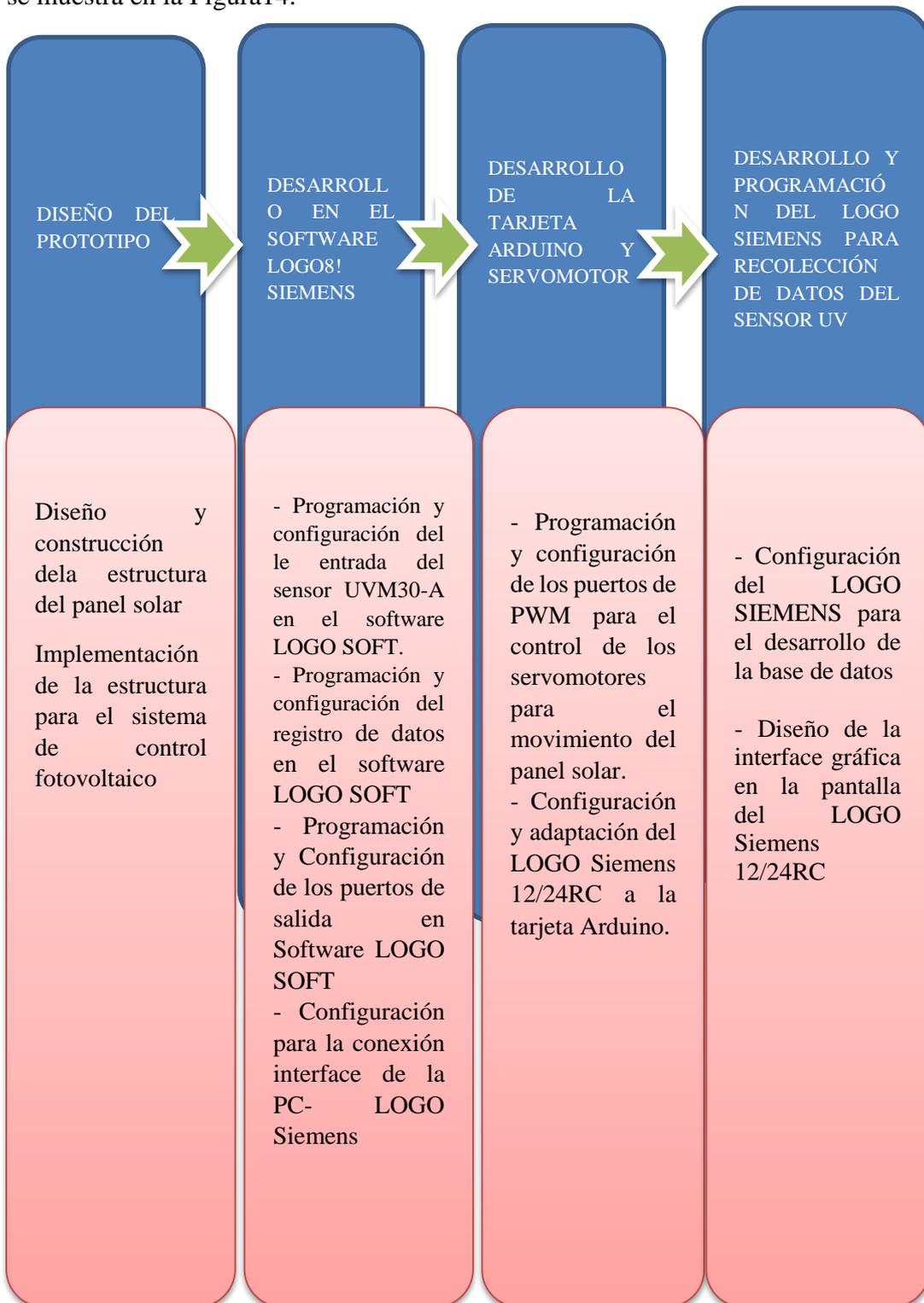


Figura 14. Diagrama de bloques del desarrollo del Proyecto

Fuente: Autor

### 3.7.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA EN SOLIDWORKS.

El diseño de la estructura realizo en SOLIWORD un software CAD para modelado mecánico en 2D y 3D, mediante el software podemos ver muy detalladamente la estructura y diseñar con exactitud, el diseño soporta el peso del panel solar y permite libre movimiento angular del motor DC.



Figura 15. Diseño de la estructura  
Fuente: Autor

### 3.7.2. Construcción y modificación de la estructura

Una vez realizada la simulación en SOLIWORD se procedió a modificar la estructura para el sistema fotovoltaico, se utilizó las mismas medidas y características del simulador en SOLIWORD.

La estructura del seguidor solar está basado en un sistema circular mediante este método obtenemos una mayor estabilidad y precisión en el giro del motor.



Figura 16. Modificación de la estructura  
Fuente: Autor

### 3.7.3. Cálculos y programación para el posicionamiento del servomotor

Mediante la modificación de la estructura metálica se procedió a realizar los cálculos para el posicionamiento mediante la duración de pulsos altos para conseguir un ángulo  $\theta$  está dada por la Ecuación 2.

$$t = \frac{0.3 + \theta}{100}$$

Ecuación 2. Ángulos de posicionamiento de servomotor.

Fuente: Autor

#### 3.7.3.1. Programación para el posicionamiento del servomotor

Aplicado la ecuación y calculado los grados necesarios que se utiliza se procede a programar. Como se muestra en los anexos.

La programación se realiza en el software Arduino, la transferencia del programa se realizó por el cable DTMI y la comprobación se demuestra en la Figura 18.

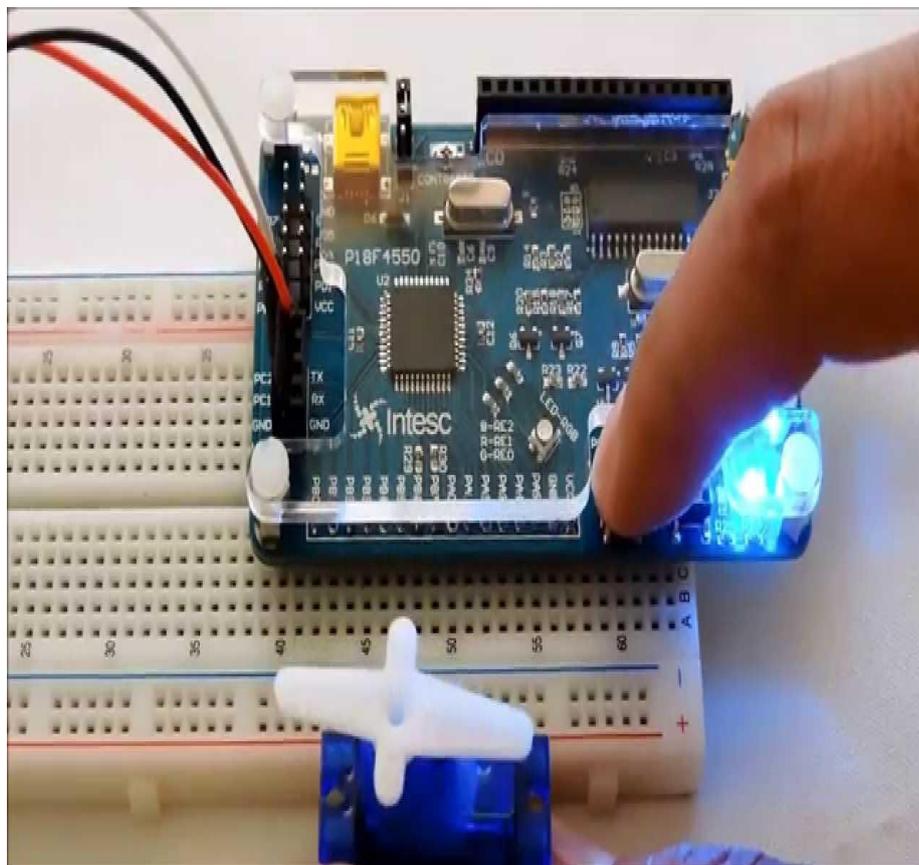


Figura 17. Comprobación de servomotor.

Fuente: Autor

### 3.7.4. Lectura del sensor ultravioleta UVM30-A

Comprobado los servomotores en la estructura se procedió a recolectar datos del sensor UVM30-A para el posicionamiento del Panel solar como esta en la Figura19, 20.

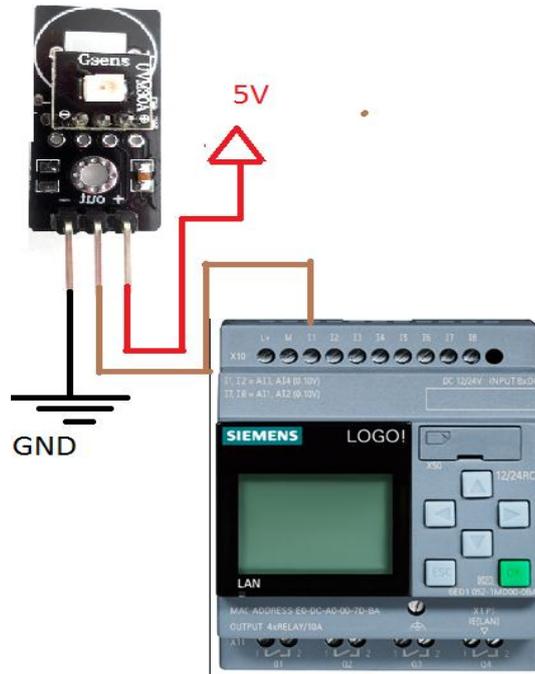


Figura 18. Conexión del sensor uvm30a a logo8!.  
Fuente: Autor

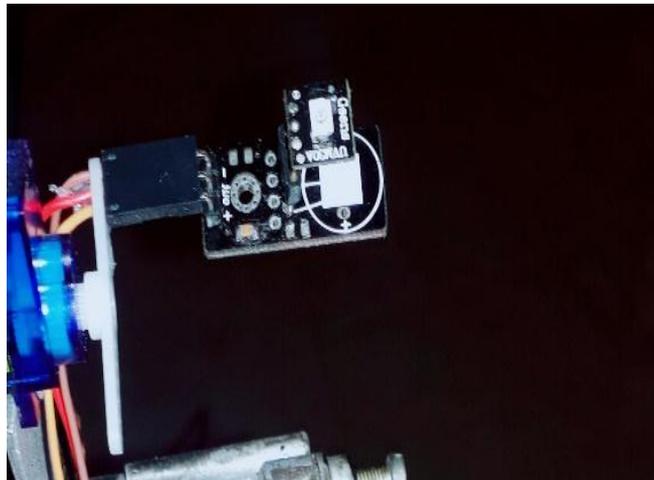


Figura 19. Sensor UV acoplado a la estructura.  
Fuente: Autor

Recolección y muestras de voltaje en las horas programadas, en la posición del sol, el valor de voltaje en el sensor UVM30-A es de 1.2v, en otras posiciones los valores son menores a 0 voltios. Como muestra las tablas 6, 7, 8,9, 10.

### 3.7.4.1.Recolección de datos a las 9:00

RECOLECCIÓN DE DATOS	HORA	VOLTAJE
<b>9:00 AM</b>	9:00	1.2v
	12:00	1.2v
	14:00	666mv
	16:00	324mv
	18:00	123mv

Tabla 6. Recolección de voltajes  
Fuente: Autor

### 3.7.4.2.Recolección de datos a las 12:00

RECOLECCIÓN DE DATOS	HORA	VOLTAJE
<b>12:00 PM</b>	9:00	663mv
	12:00	1.2v
	14:00	543mv
	16:00	224mv
	18:00	323mv

Tabla 7. Recolección de voltajes  
Fuente: Autor

### 3.7.4.3.Recolección de datos a las 14:00

RECOLECCIÓN DE DATOS	HORA	VOLTAJE
<b>14:00 PM</b>	9:00	333mv
	12:00	468mv
	14:00	1.2v
	16:00	124mv
	18:00	633mv

Tabla 8. Recolección de voltajes  
Fuente: Autor

#### 3.7.4.4.Recolección de datos a las 16:00

RECOLECCIÓN DE DATOS	HORA	VOLTAJE
<b>16:00 PM</b>	9:00	128mv
	12:00	342mv
	14:00	675mv
	16:00	1.2v
	18:00	333mv

Tabla 9. Recolección de voltajes  
Fuente: Autor

#### 3.7.4.5.Recolección de datos a las 18:00

RECOLECCIÓN DE DATOS	HORA	VOLTAJE
<b>18:00 PM</b>	9:00	18mv
	12:00	12mv
	14:00	123mv
	16:00	334mv
	18:00	1.1v

Tabla 10. Recolección de voltajes  
Fuente: Autor

Se realizó la recolección de datos del sensor UVM30-A en el LOGO, que fue procesada por el LOGO Siemens 12/24RC.

#### 3.7.5. Transferencia de LOGO8! Siemens 12/24RCDC

La versión LOGO! V8 tiene la posibilidad de programación y comunicación por medio de Ethernet, esta es una gran ventaja ya que permite el uso de un cable de red común para realizar la configuración.

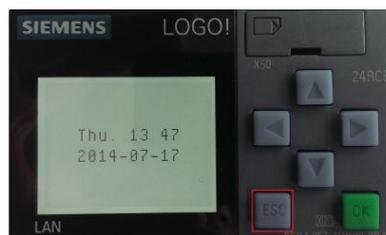


Figura 20. Logo Siemens.  
Fuente: Autor

### 3.7.5.1. Configuración en el LOGO8! Siemens 12/24RCDC

La conexión entre el LOGO! Soft Comfort y el LOGO! es bastante sencilla, se configuró una red local asignando las siguientes direcciones IP, para LOGO! se asignó la dirección IP 192.168.100.10 y para el PC se asignó la dirección IP 192.168.100.2, ambas con máscara de subred 255.255.255.0, como se muestra en la figura 22 .



Figura 21. Configuración de la IP en el LOGO.

Fuente: Autor.

### 3.7.5.2. Configuración en la PC para comunicación al LOGO

Se realizó los parámetros de red en el LOGO, se procede a configurar la tarjeta de red del PC en el que está instalado LOGO! Soft Comfort, para ello se detalla en la Figura 23.

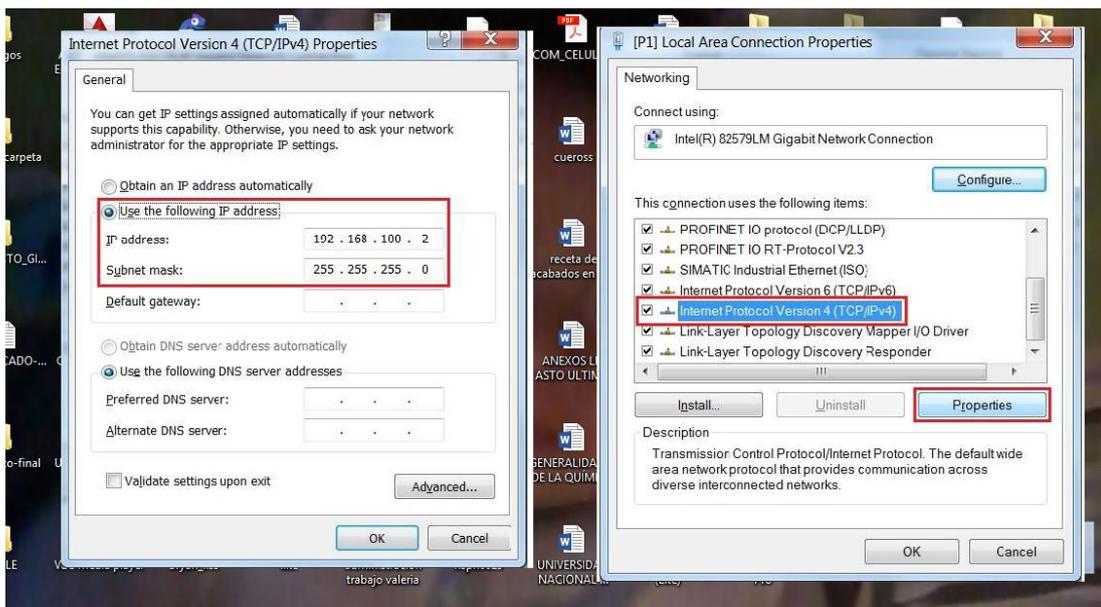


Figura 22. Configuración de IP en la PC

Fuente: Autor.

La tarjeta de red del computador se encuentra configurada y dentro de la misma subred en la que está el LOGO!, se usa el cable Ethernet para conectar el LOGO! con la tarjeta de red del computador y solo resta ingresar al LOGO!Soft Comfort para hacer la transferencia de la aplicación.

### 3.7.5.3. Transferencia de la aplicación.

El Software LOGO8! Soft Comfort se ingresó a la ruta Tools Transfer ->PC->LOGO para realizar la transferencia.

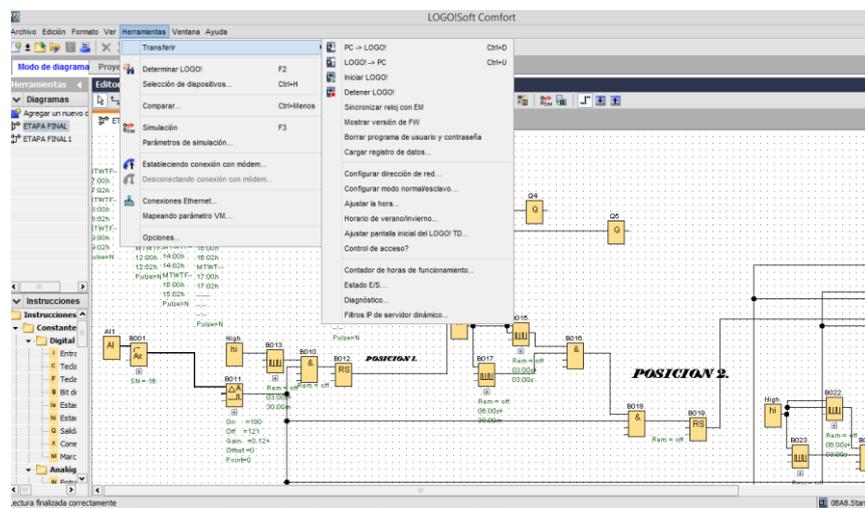


Figura 23. Transferencia PC- LOGO.  
Fuente: Autor.

La comprobación del interfaz de comunicación Ethernet con la tarjeta de red correspondiente como muestra la Figura 25.

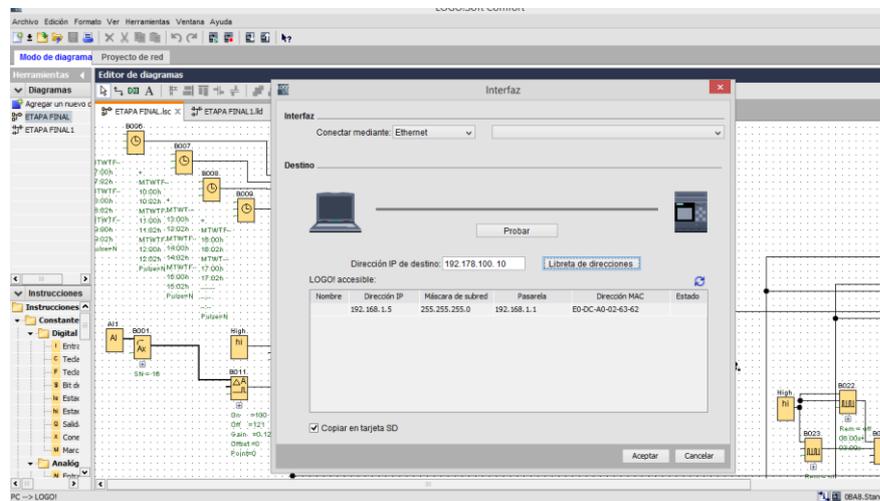


Figura 24. Comprobación de la conexión entre LOGO -PC.  
Fuente: Autor.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

En este capítulo se detalla las pruebas realizadas de la comunicación entre logo siemens 12/24RC\_DC y todos sus componentes electrónicos.

#### 4.1. Pruebas del Logo8! Siemens 12/24RC\_DC

Realizado las conexiones en el LOGO se procede a comprobar el funcionamiento como se observa en la Figura26.



Figura 25. Visualización de la fecha y programación cargado en el LOGO8!  
Fuente: Autor

#### 4.2. Prueba del Motor en la estructura

En esta parte se comprueba el funcionamiento del motor acoplado en la estructura mecánica como se muestra en la Figura 27, 28.

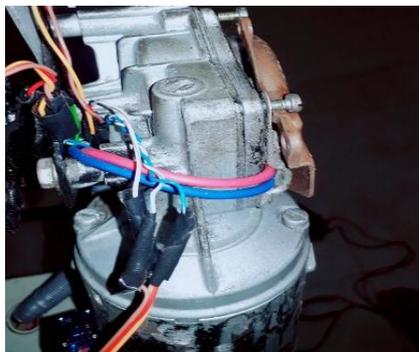


Figura 26. Acople del motor y la estructura  
Fuente: Autor



Figura 27. Acople del motor y la estructura  
Fuente: Autor

#### 4.3. Recopilación de datos y Prueba del sensor UVM30-A en la estructura



Figura 28. Sistema de Adquisición de datos  
Fuente: Autor



Figura 29. Adquisición de datos móvil  
Fuente: Autor

Muestras tomadas en la primera Semana como se muestra en la Tabla 11.

<b>PANEL FOTOVOLTAICO MÓVIL</b>				
<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>EFICIENCIA</b>
8:02	1	6,1929	1,480	6,03%
8:14	2	6,6143	1,580	7,05%
9:00	4	4,8865	1,168	3,41%
9:15	5	2,5591	0,611	0,67%
9:40	6	4,4019	1,052	2,64%
10:15	7	4,6337	1,107	2,99%
10:30	8	6,1605	1,472	5,95%
10:50	9	8,7504	2,091	13,56%
11:15	10	8,6354	2,063	13,15%
11:30	11	6,9822	1,668	8,01%
11:45	12	4,6337	1,107	2,99%
12:30	14	4,8865	1,168	3,41%
12:50	15	6,4554	1,543	6,66%
13:10	16	8,6337	2,063	13,14%
13:30	17	8,1718	1,953	11,57%
13:45	18	10,2675	2,453	19,55%
14:00	19	10,3728	2,479	20,01%
14:20	20	7,8801	1,883	10,63%
14:45	21	10,1346	2,422	18,98%
15:00	22	7,0163	1,677	8,10%
15:15	23	6,9741	1,666	7,99%
16:10	25	8,6354	2,063	13,15%
16:30	26	7,5219	1,797	9,54%
16:50	27	8,0163	1,915	11,07%
17:00	28	5,9741	1,428	5,53%
17:30	29	4,2156	1,007	2,37%
17:45	30	3,5438	0,847	1,54%
18:00	31	1,5591	0,373	0,19%

Tabla 11. Recopilación de Datos  
Fuente: Autor

Muestras tomadas en la primera Semana como se muestra en la Tabla 12.

<b>PANEL FOTOVOLTAICO AUTOMATIZADO</b>				
<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>EFICIENCIA</b>
8:02	1	7,8056	1,865	10,40%
8:14	2	7,8898	1,885	10,67%
8:26	3	7,0373	1,682	8,16%
9:00	4	6,9952	1,671	8,05%
9:15	5	7,2481	1,732	8,75%
9:40	6	9,8607	2,356	17,83%
10:15	7	7,6694	1,833	9,98%
10:30	8	8,7441	2,089	13,53%
10:50	9	10,7457	2,568	21,68%
11:15	10	10,0391	2,399	18,58%
11:30	11	10,7554	2,570	21,72%
11:45	12	10,7116	2,560	21,52%
12:15	13	8,5122	2,034	12,72%
12:30	14	7,6062	1,817	9,79%
12:50	15	8,0276	1,918	11,10%
13:10	16	12,0811	2,887	28,24%
13:30	17	11,039	2,638	23,04%
13:45	18	11,5774	2,766	25,66%
14:00	19	15,7878	3,772	51,18%
14:20	20	10,0176	2,394	18,48%
14:45	21	13,7163	3,277	37,49%
15:00	22	8,0276	1,918	11,10%
15:15	23	9,0811	2,170	14,77%
15:20	24	13,3858	3,199	35,51%
16:10	25	13,8558	3,311	38,35%
16:30	26	9,4356	2,255	16,12%
16:50	27	12,7116	3,037	31,64%
17:00	28	7,7748	1,858	10,31%
17:30	29	8,0276	1,918	11,10%
17:45	30	6,71	1,603	7,29%
18:00	31	5,5414	1,324	4,62%

Tabla 12. Recopilación de Datos

Fuente: Autor

#### 4.4. Comparación eficiencia de Sistema Fotovoltaico.

PANEL MÓVIL		SEGUIDOR SOLAR	
HORA	EFICIENCIA	HORA	EFICIENCIA
9:00	28.75%	9:00	56.75%
11:00	34.62%	11:00	55.42%
12:00	36.55%	12:00	40.55%
13:00	28.77%	13:00	35.77%
14:00	42.92%	14:00	69.12%
16:00	51.18%	16:00	72.28%

Tabla 13. Eficiencia del sistema Fotovoltaico

Fuente: Autor.

## CAPITULO IV

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se diseñó un sistema de control fotovoltaico mediante PLC, el cual permite obtener un ahorro energético y financiero, a diferencia de otros sistemas de generación de energía además ayuda a la conservación del medio ambiente ya que es una energía pura e inagotable.
- Se logró de manera exitosa la automatización del sistema mecánico que cumple con todos los parámetros y requerimientos para controlar el movimiento del panel solar mediante sensores, obteniendo así una gran eficiencia y excelentes rendimientos.
- Se diseñó e implementó un sistema para la adquisición y el registro de datos mediante el LOGO Siemens 12/24RCDC que fue más factible y viable, para monitorear y visualizar las magnitudes de los sensores.
- Se analizaron los datos y se demostró que con el sistema fotovoltaico móvil se obtiene la máxima captación de energía durante todo el día; en cambio con el sistema fotovoltaico fijo se obtiene un rendimiento bajo en el transcurso del día, en algunos lapsos del tiempo no se capta la energía.

## 5.2. Recomendaciones

- Es necesario realizar la estructura con todos los detalles que nos da SolidWorks para que soporte y no tenga ningún inconveniente.
- La estructura que se utiliza para colocar el panel solar debe estar correctamente ubicada para que ningún objeto pueda obstaculizar los rayos del sol.
- Es necesario realizar el cálculo matemático de la eficiencia, con esta ecuación los resultados obtenidos son más precisos.
- Se debe asegurar bien el panel del seguidor solar a la estructura, para que no exista ningún riesgo de que el panel tenga algún inconveniente mientras su funcionamiento.

## CAPITULO VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- Báez, M., Borrego, Á., Cordero, J., Cruz, L., González, M., Hernández, F., . . . Zapata, Á. (2013). *Introducción a Android*. Madrid: E.M.E EDITORIAL.
- Báez, M., Borrego, Á., Cordero, J., Cruz, L., González, M., Hernández, F., . . . Zapata, Á. (2013). *Introducción a Android I*. Madrid: E.M.E EDITORIAL.
- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Warterski, A., & Rodriguez, P. (2009 ). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles, Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. Madrid.
- Componentes. (2018). *Sparkfun*. Obtenido de <https://components101.com/servo-motor-basics-pinout-datasheet>
- CONECEL. (2008). *ATLAS SOLAR DEL ECUADOR*. Quito: Corporación para la Investigación Energética.
- Creative Commons Attribution 2.5. (2016). *Android Studio*. Obtenido de <https://developer.android.com/studio/index.html>
- Decreto Ejecutivo 865. (2011). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Superior*.
- GALLARDO, S. (16 de Abril de 2014). *Domotique*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/myterrarium23/domotique/uvm-30a-uva-uvb-sensor>
- García, M. d. (29 de Enero de 2016). *Medidor de rayos ultravioletas con sensor de rayos UV* . Obtenido de <https://miarduinounotieneunblog.blogspot.com/2016/01/medidor-de-rayos-ultravioletas-con.html>
- González, J. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Reverté S.A.
- Hernández, F. (2006). *Metodología de la investigación*. Berlin: BMA.
- JUTGLAR, B. L. (2004). *ENERGIA SOLAR*. Barcelona: Ediciones CEAC.
- LOES. (2010). *Ley Orgánica de Educación Superior*.
- LOES. (2010). *Ley Orgánica de Educación Superior*. Quito.
- Martinez , R. (2013). *PostgreSQL-es*. Obtenido de [http://www.postgresql.org/es/sobre\\_postgresql](http://www.postgresql.org/es/sobre_postgresql)
- Martínez, C. E. (2005). *Investigación aplicada*. Bogota: Universidad de Colombia.

- Merino, L. (Marzo de 2015). *Las energías Renovables*. Obtenido de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos.pdf>
- Micro-capacitaciones. (11 de Febrero de 2009). *CONTROLADOR LÓGICO*. Obtenido de <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>
- Muñoz, C. (2016). *Diseño Y Desarrollo De Un Aplicativo Móvil En La Plataforma Android Studio Para La Empresa Allied Electronics & Service(Servicios Electrónicos Aliados) Perú*. Pereira.
- Osorio, R., & Ramirez, C. (2011). *Monografía “Características Y Parámetros De La Seguridad para los Smartphone con SO Android”*. Pereira.
- Paszniuk, R. (15 de Junio de 2013). *Programacion.com.py*. Recuperado el 02 de Agosto de 2016, de <http://www.programacion.com.py/moviles/android/utilizar-postgresql-en-android-con-jdbc>
- pixgood. (2015). *Paneles solares*. España: Pixgooh.
- Polo Usaola, M. (2014). *Escuela Superior de Informática - UCLM*. Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <http://www.esi.uclm.es/www/mpolo/serviciosWeb.pdf>
- Rodríguez, J. A. (Septiembre de 2012). *Sistema de posicionado angular*. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16065/Sistema\\_de\\_posicionado\\_a ngular\\_automatizado%2C\\_configurado\\_y\\_sincronizable\\_para\\_muestras\\_de\\_hormigon.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16065/Sistema_de_posicionado_a ngular_automatizado%2C_configurado_y_sincronizable_para_muestras_de_hormigon.pdf)
- Rodríguez, J. C., Izquierdo, G. P., Rodríguez, C. H., Falcón, P. U., Déniz, R. G., DíazTorres, M., . . . Ortin, V. S. (Abril de 2008). energía solar fotovoltaica. En *Energías renovables y eficiencia energética* (pág. 64). Canarias: InstitutoTecnológico de Canarias, S.A. Obtenido de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- SG90. (24 de Febrero de 2001). *SG90 9 g Micro Servo*. Obtenido de <http://akizukidenshi.com/download/ds/towerpro/SG90.pdf>
- Shallenberg Rodriguez, J. c., Piernaviejo, I. G., & Unamunzaga, F. P. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Canarias.
- SIEMENS. (2003). *Manual Edición* . Obtenido de [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att\\_82567/v1/Logo\\_s.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf)
- Silberschatz, A., & Korth, H. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Tomás , J. (2015). *Diploma de Especialización en desarrollo de aplicaciones Android. Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de <http://www.androidcurso.com/index.php/146>
- Tomás Gironés, J. (2012). *El gran libro de Android*. Barcelona, España: MARCOMBO S.A.

- USGEIL. (2010). *Unidad de Seguimiento a Graduados e Inserción Laboral Unach*. Obtenido de <http://usgeil-unach.blogspot.com>
- Ventura, V. (29 de Marzo de 2016). *Sensor de radiación ultravioleta con Arduino*. Obtenido de Radiación ultravioleta (UV): <https://polaridad.es/sensor-radiacion-ultravioleta-arduino-indice-uv-uvm30a-guva-s12sd/>
- Villalta, P. A. (2016). *Programación Móviles*. Obtenido de <http://programacion-moviles.blogspot.com/2015/08/conceptos-y-generalidades-de-android.html>

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1.**

## LECTURA DE SERVOMOTOR

```
#include <Servo.h>

//servo del motor grande

Servo servoMotor;

//fin del servo

Servo myservo; // create servo object to control a servo

// twelve servo objects can be created on most boards

const int buttonPin1 = 10;

int buttonState1 = 0;

const int buttonPin2 = 11;

int buttonState2 = 0;

const int buttonPin3 = 12;

int buttonState3 = 0;

int pos = 0; // variable to store the servo position

const int buttonPin = 2;

int buttonState = 0;

void setup() {

  pinMode(buttonPin1, INPUT);

  pinMode(buttonPin2, INPUT);

  pinMode(buttonPin3, INPUT);

  servoMotor.attach(8);

  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object

  Serial.begin(9600);

  pinMode(buttonPin, INPUT);

}

void loop() {

  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  buttonState1 = digitalRead(buttonPin1);

  buttonState2 = digitalRead(buttonPin2);
```

```

buttonState3 = digitalRead(buttonPin3);

if (buttonState == LOW) {

for (pos = 0; pos <= 160; pos += 20) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
// in steps of 1 degree

myservo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
Serial.println(pos);
delay(2000);                  // waits 15ms for the servo to reach the position
}

for (pos = 160; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
myservo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
delay(15);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
}
}

if (buttonState1 == LOW & buttonState2 == LOW & buttonState3 == LOW ) {

servoMotor.write(0);

// Esperamos 1 segundo
delay(1000);

servoMotor.write(0);

// Esperamos 1 segundo
delay(1000);

}

if (buttonState1 == LOW & buttonState2 == LOW & buttonState3 == HIGH ) {

servoMotor.write(20);

// Esperamos 1 segundo
delay(1000);

servoMotor.write(20);

// Esperamos 1 segundo
delay(1000);

}

```

```

if (buttonState1 == LOW & buttonState2 == HIGH & buttonState3 == LOW ) {
servoMotor.write(40);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
servoMotor.write(40);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
if (buttonState1 == LOW & buttonState2 == HIGH & buttonState3 == HIGH ) {
servoMotor.write(60);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
servoMotor.write(60);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
if (buttonState1 == HIGH & buttonState2 == LOW & buttonState3 == LOW ) {
servoMotor.write(80);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
servoMotor.write(80);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
if (buttonState1 == HIGH & buttonState2 == LOW & buttonState3 == HIGH ) {
servoMotor.write(100);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
servoMotor.write(100);

```

```

// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
if (buttonState1 == HIGH & buttonState2 == HIGH & buttonState3 == LOW ) {
servoMotor.write(120);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
servoMotor.write(120);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
if (buttonState1 == HIGH & buttonState2 == HIGH & buttonState3 == HIGH ) {
servoMotor.write(140);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
servoMotor.write(140);
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
}
}

```

### **LECTURA DE SENSOR UVM30-A CON LOS GRADOS DEL SERVOMOTOR**

```

const int sal = 10;
const int sens =A0;
int constante;
#include <Servo.h>
Servo myservo; // create servo object to control a servo
// twelve servo objects can be created on most boards
int pos = 0; // variable to store the servo position

```

```

int sensorValue;    // variable que almacena el valor raw (0 a 1023)

void setup()
{
pinMode(sal, OUTPUT);

myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
for (pos = 0; pos <= 180; pos += 15) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
// in steps of 1 degree
myservo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
delay(2000);
Serial.println(pos);
Serial.println("grados");

  consstante= analogRead(sens);
  analogWrite(sal, consstante);
  delay(2000);
  Serial.println(consstante);
  Serial.println("voltio");
}

// waits 15ms for the servo to reach the position
for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
myservo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
delay(15);                   // waits 15ms for the servo to reach the position
}
}

```

## **DESARROLLO DEL CONTROL EL LOGO SOFT CONFORT**

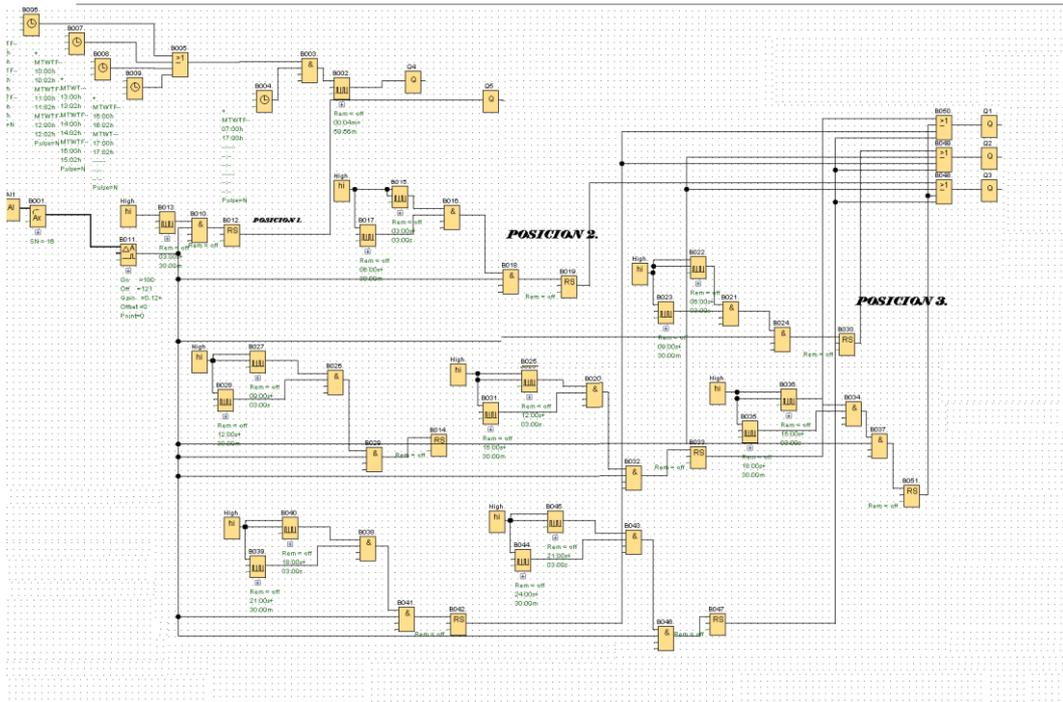


Tabla 14. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

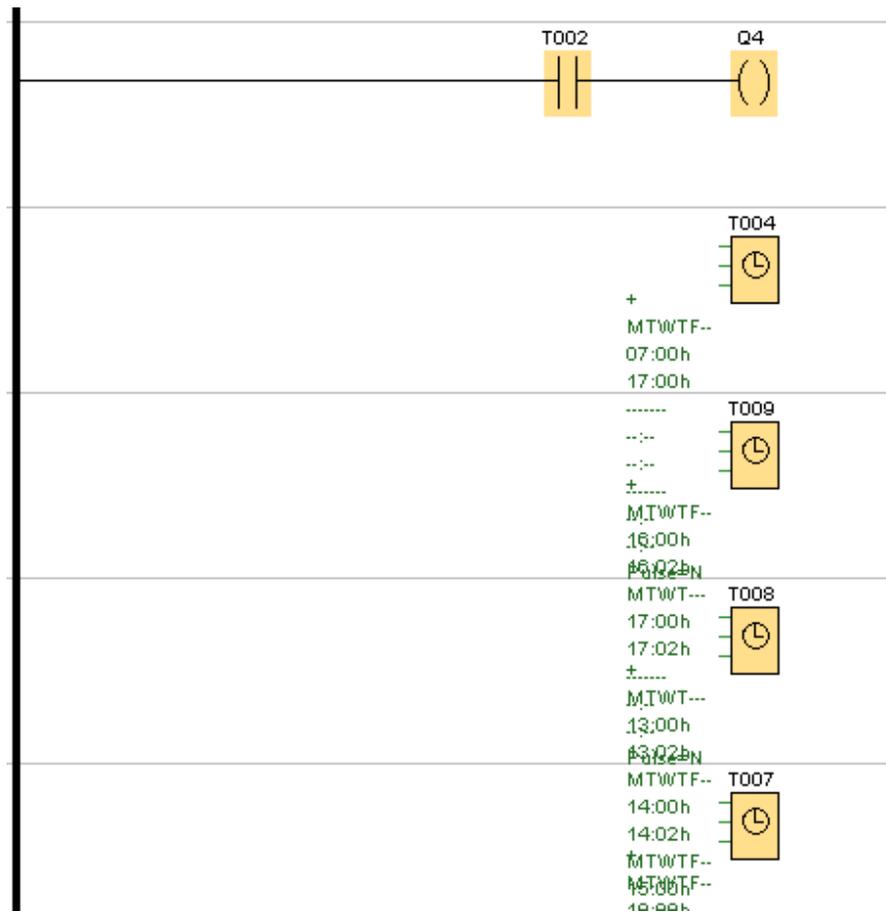


Tabla 15. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

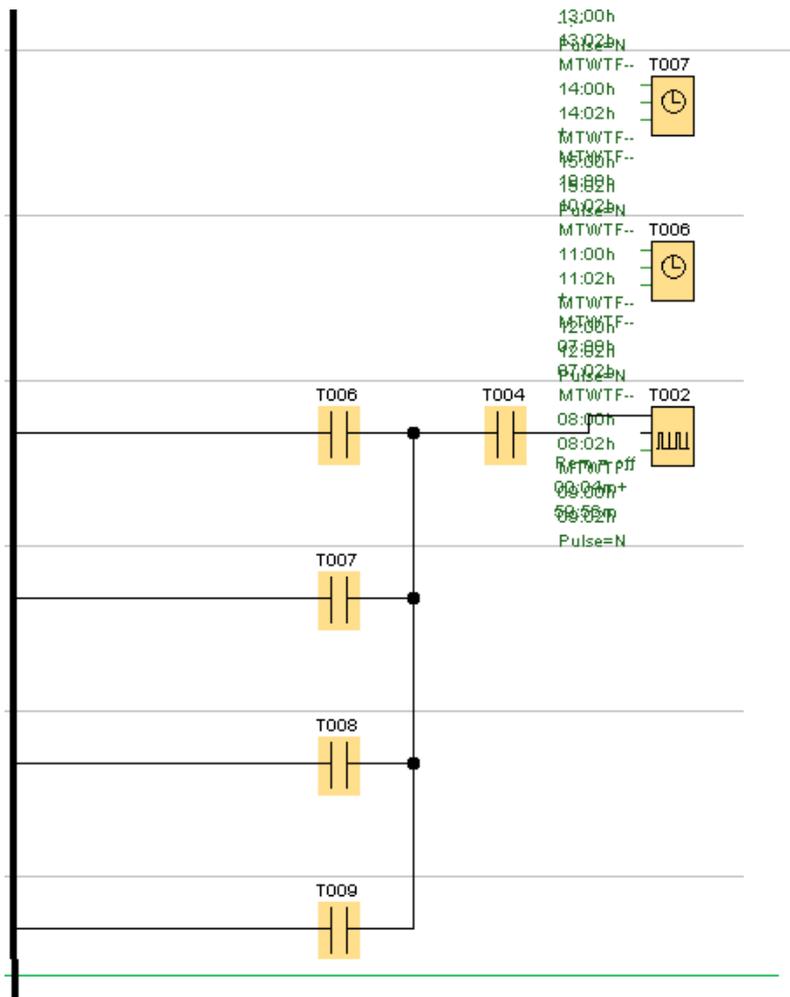


Tabla 16. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

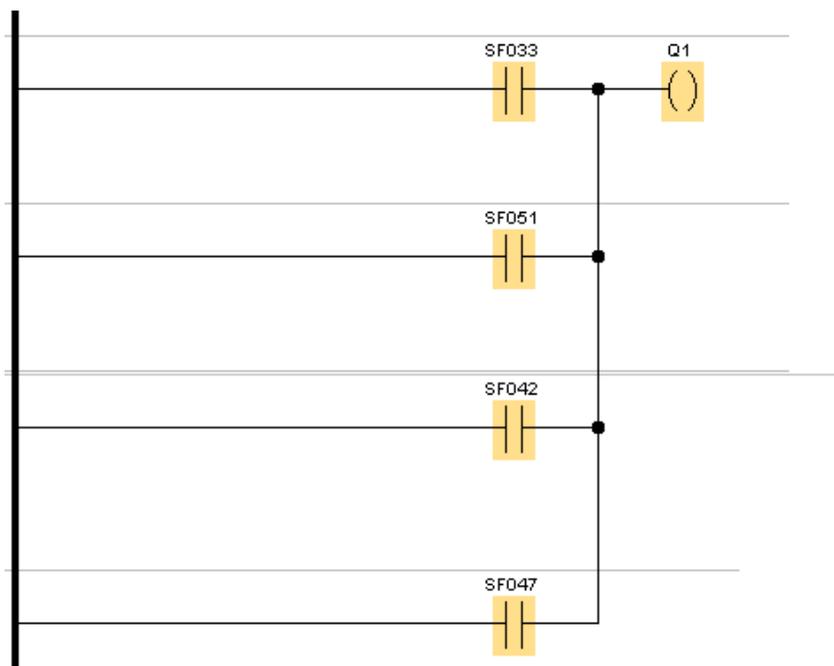


Tabla 17. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

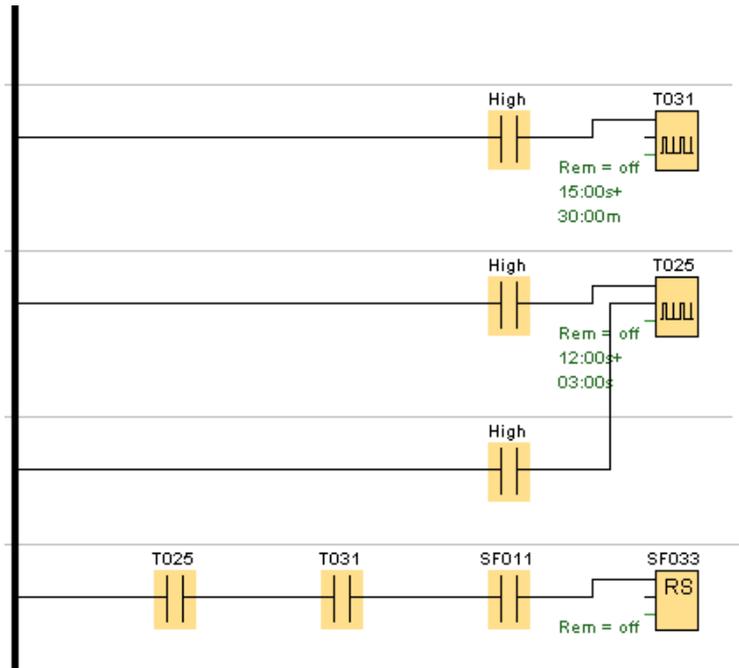


Tabla 18. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

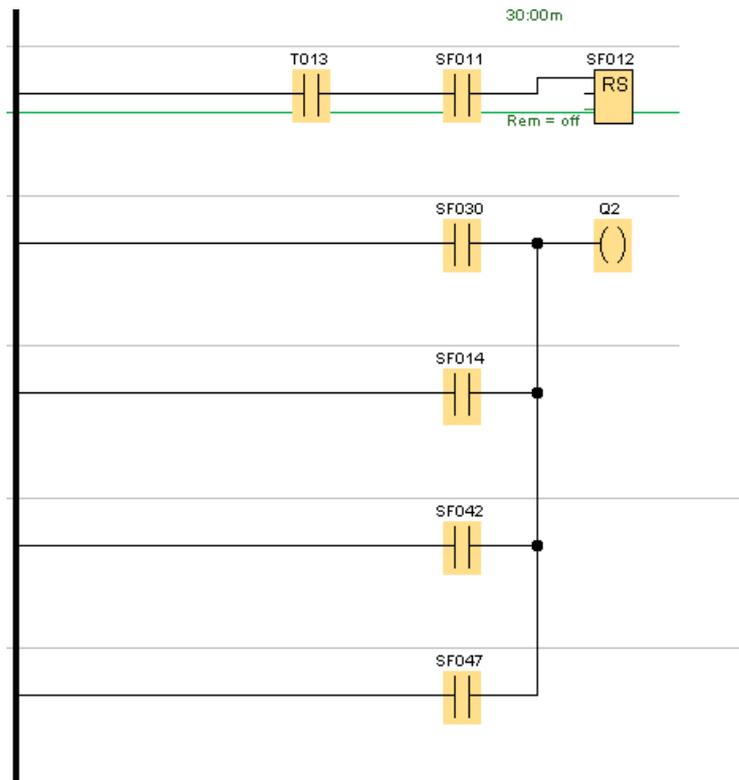


Tabla 19. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

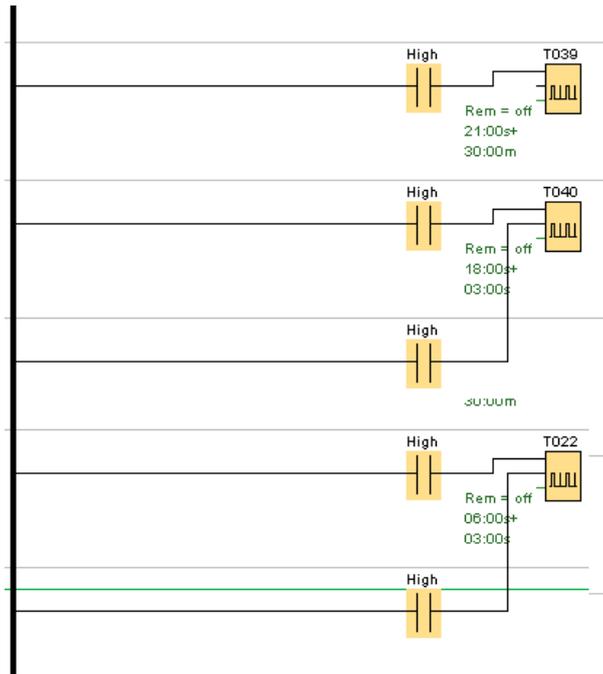


Tabla 20. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

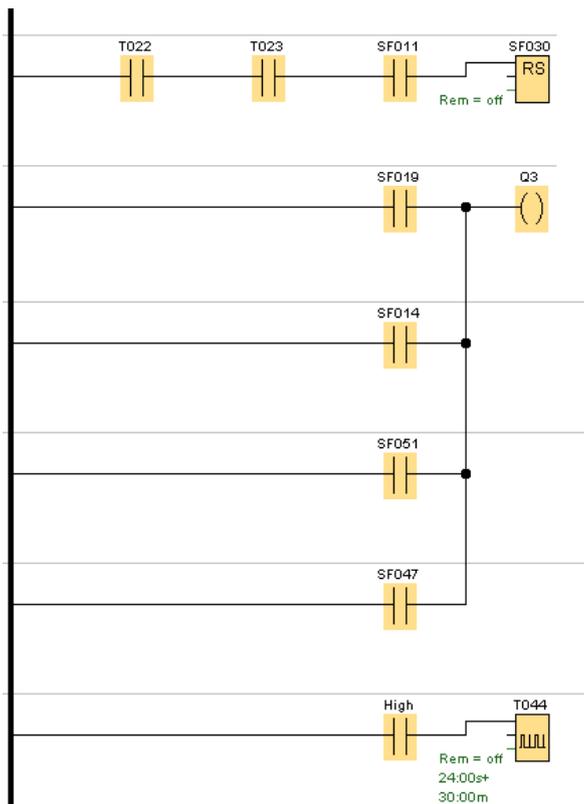


Tabla 21. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

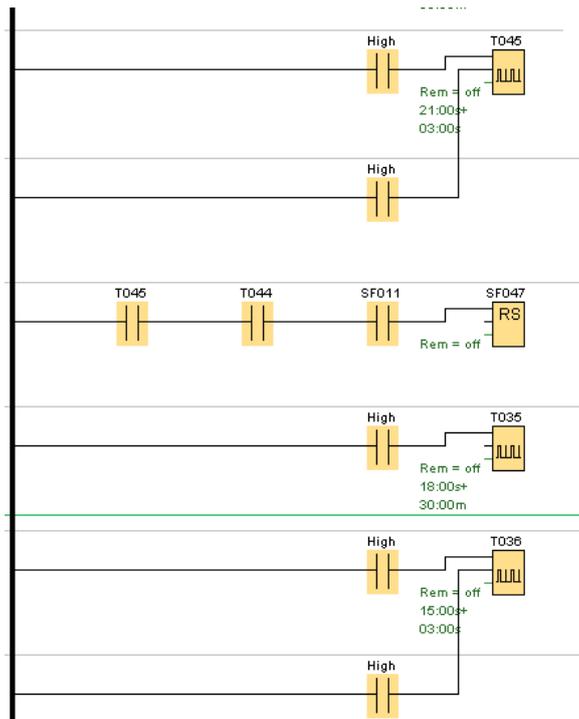


Tabla 22. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

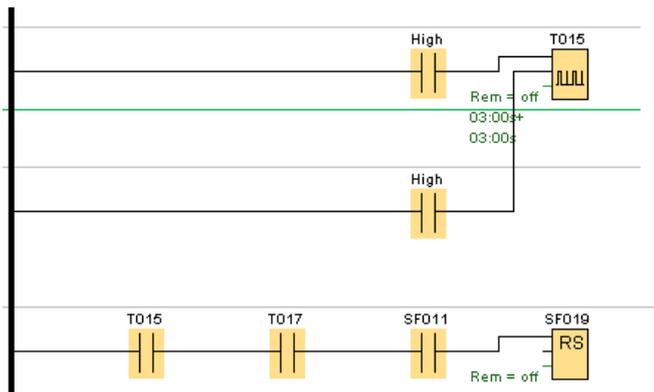


Tabla 23. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor

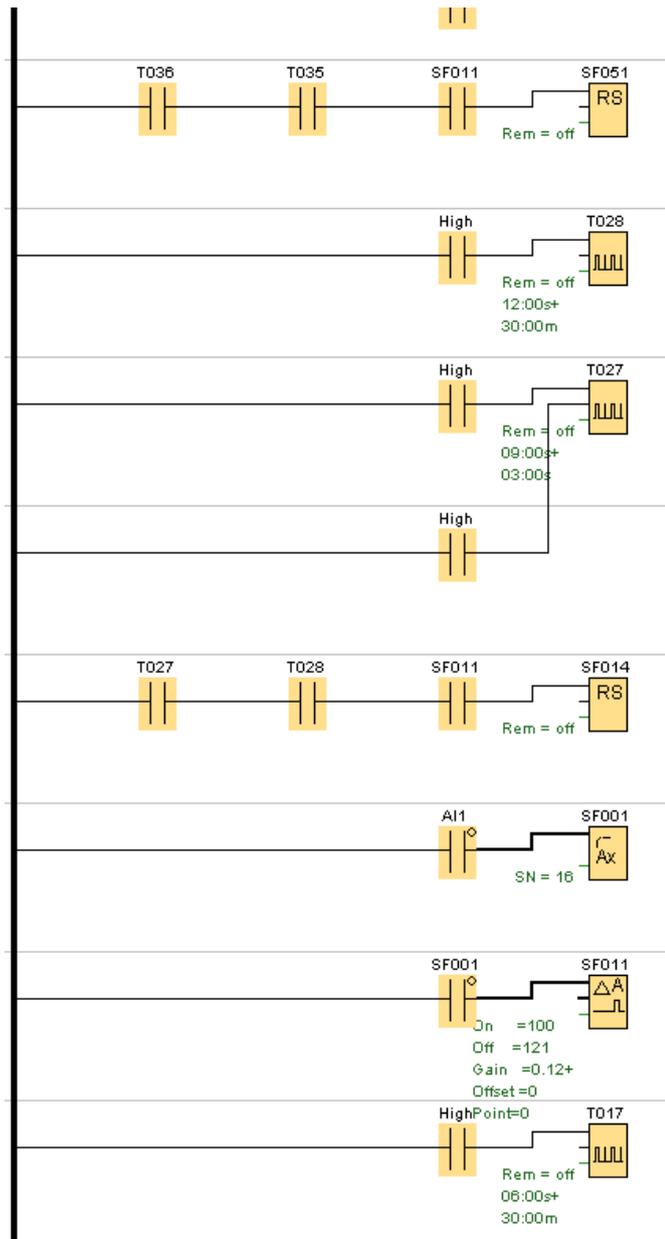


Tabla 24. Control y posicionamiento del motor DC.  
Fuente: Autor