



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA

**SISTEMA AUTOMATIZADO ALIMENTADO CON ENERGÍA
FOTOVOLTAICA PARA EL CONTROL DE NIVEL Y RECAMBIOS DE
AGUA EN ESTANQUES DESTINADOS AL CULTIVO DE TILAPIA
MEJORANDO LA SANIDAD ACUICOLA**

AUTOR: DARÍO JAVIER LAGOS YÉPEZ

DIRECTOR: ING. ZAMIR MERA

IBARRA – ECUADOR

ENERO 2015

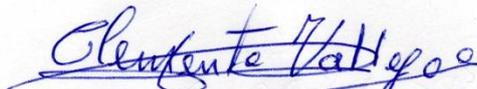
CERTIFICADO

A petición verbal del interesado:

Yo, señor Clemente Vallejo, en calidad de auspiciante del proyecto de tesis del señor Darío Javier Lagos Yépez, con cédula de identidad 1003315437 quien desarrollo su trabajo de grado con el tema “sistema automatizado alimentado con energía fotovoltaica para el control de nivel y recambios de agua en estanques destinados al cultivo de la tilapia mejorando la sanidad acuícola”, me es grato informar que se ha superado con satisfacción las pruebas técnicas y la revisión de cumplimiento de los requerimientos funcionales, por lo que se recibe el proyecto como culminado, una vez que hemos recibido la capacitación y documentación respectiva, nos comprometemos a continuar utilizando el mencionado aplicativo en beneficio de nuestra negocio.

El egresado Darío Javier Lagos Yépez puede hacer uso de este documento para fines pertinentes en la Universidad Técnica del Norte.

Mira, 14 de enero de 2015


0400491593
Sr. Clemente Vallejo

Propietario

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer los textos completos de forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003315437
APELLIDOS Y NOMBRES:	LAGOS YÉPEZ DARÍO JAVIER
DIRECCIÓN:	NELSON MANDELA Y DIEGO DE ALMAGRO
EMAIL:	javo.dj@hotmail.com
TELÉFONO	(06) 2 610094
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA AUTOMATIZADO ALIMENTADO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL CONTROL DE NIVEL Y RECAMBIOS DE AGUA EN ESTANQUES DESTINADOS AL CULTIVO DE TILAPIA MEJORANDO LA SANIDAD ACUICOLA.
AUTOR (ES):	DARÍO JAVIER LAGOS YÉPEZ
FECHA:	ENERO DEL 2015
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
DIRECTOR:	ING. ZAMIR MERA

2.AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Darío Javier Lagos Yépez, con cédula de identidad Nro.1003315437, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



FIRMA

Nombre: Darío Javier Lagos Yépez

Cédula: 1003315437



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, Enero del 2015.

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Darío Lagos", is written over a horizontal dotted line. Below the signature, the word "FIRMA" is printed in a bold, black, sans-serif font.

Nombre: Darío Javier Lagos Yépez

Cédula: 1003315437



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Darío Javier Lagos Yépez, con cédula de identidad Nro. 1003315437, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: SISTEMA AUTOMATIZADO ALIMENTADO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL CONTROL DE NIVEL Y RECAMBIOS DE AGUA EN ESTANQUES DESTINADOS AL CULTIVO DE TILAPIA MEJORANDO LA SANIDAD ACUICOLA, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, Enero del 2015.


.....
FIRMA

Nombre: Darío Javier Lagos Yépez

Cédula: 1003315437



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICADO DE ASESOR

El señor Darío Javier Lagos Yépez ha trabajado en su totalidad en el desarrollo del proyecto de tesis **“SISTEMA AUTOMATIZADO ALIMENTADO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL CONTROL DE NIVEL Y RECAMBIOS DE AGUA EN ESTANQUES DESTINADOS AL CULTIVO DE TILAPIA MEJORANDO LA SANIDAD ACUICOLA”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica, trabajo que lo realizó con interés profesional y responsabilidad, es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ing. Zamir Mera', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Zamir Mera
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Darío Javier Lagos Yépez, con cédula de identidad Nro. 1003315437, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte – Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente.

FIRMA

Nombre: Darío Javier Lagos Yépez

Cédula: 1003315437

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que con su apoyo, de manera directa e indirecta hicieron posible que esta meta sea cumplida pese a las adversidades.

Darío Javier Lagos Yépez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia por todo el apoyo en todo momento, a mis amigos y hermanos, a todas las personas que de una o de otra manera aportaron para que pueda lograr este objetivo y sobre todo a Dios que siempre nos da fortaleza para poder soportar y sobreponerse a las duras pruebas que se presentan.

Darío Javier Lagos Yépez

RESUMEN

El sistema automatizado tiene la función de mantener el hábitat del pez apropiado para crecer mediante el recambio de agua de los estanques dependiendo de la temperatura y tiempo, en el primer caso, el reemplazo de agua dependiendo de la temperatura, se utiliza el módulo AM2 RTD con un pt100 y el control de posición de válvulas con un encoder hecho con un pic 16f628 junto con las salidas del relé lógico programable a través de un módulo de potencia construido con relés. Para el segundo caso, el recambio en función del tiempo se utiliza la función especial temporizador semanal que tiene el relé lógico programable y que al momento de activarse comienza el recambio el día y la hora configurados en esta función especial. Además contamos con una HMI que nos permite dar seguimiento a los estados del proceso en curso y la temperatura actual. El sistema automatizado cuenta con energía producida por un sistema fotovoltaico.

ABSTRACT

An automated system has the function of keeping the fish habitat which is appropriate for the growth through the replacement of pond water depending on the temperature and time, in the first case, the replacement of water depending on the temperature, the RTD module AM2 with pt100 and control valve position with an encoder made with a pic 16f628 with the outputs of programmable logic relay via a power module built with relays is used. As regards the second case, the replacement function of time, a special weekly clock that has programmable logic and relay activated when the replacement start date and time set in this special function is used. We also have a HMI which allows us to track the state of the current process and the current temperature. The automated system has its energy produced by a photovoltaic system.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	i
2.AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	ii
CONSTANCIAS	iii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
CERTIFICADO DE ASESOR	v
DECLARACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xix
PRESENTACIÓN	xx
CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1.CULTIVO DE LA TILAPIA	1
1.1.1.CULTIVO EN ESTANQUES.....	1
1.1.2.MANEJO DEL CULTIVO	1
1.1.3.VENTAJAS DE UN HÁBITAT ADECUADO	2
1.1.4.OXÍGENO.....	2
1.2.TIPOS DE PRODUCCIÓN	3
1.2.1.SISTEMA INTENSIVO	3
1.2.2.SISTEMA SEMI INTENSIVO.....	4
1.2.3.SISTEMA EXTENSIVO	4
1.3.AUTOMATIZACIÓN DE CULTIVOS INTENSIVOS DE LA TILAPIA	4
1.3.1.TIPOS DE TECNOLOGÍAS.....	4
1.3.1.1.RACEWAYS.....	5
1.3.1.2.MONITOREO	5

1.3.1.3.AIREACIÓN.....	5
1.4.ENERGÍA SOLAR	6
1.4.1.RADIACIÓN SOLAR	6
1.4.1.1.TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR.....	7
1.4.1.2.CAPTACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR	9
1.4.1.2.1.MÉTODO DIRECTO.....	9
1.4.1.2.2.MÉTODO INDIRECTO	9
1.4.2.ENERGÍA SOLAR EN EL ECUADOR.....	10
1.4.3.GENERACIÓN DE ENERGÍA CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	11
1.4.3.1.MÓDULO O PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	11
1.4.3.2.CÉLULAS FOTOVOLTAICAS	12
1.4.3.3.TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS	12
1.4.4.ELEMENTOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	13
1.4.4.1.MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	14
1.4.4.2.REGULADOR DE CARGA.....	14
1.4.4.3.INVERSOR.....	15
1.4.4.4.ACUMULADOR	15
1.4.5.DATOS PREVIOS A INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	15
1.4.5.1.LATITUD	16
1.4.5.2.ACIMUT.....	16
1.4.5.3.INCLINACIÓN O ELEVACIÓN	16
1.4.5.4.IRRADIACIÓN GLOBAL SOBRE EL PLANO.....	17
1.4.5.5.IRRADIACIÓN GLOBAL SOBRE SUPERFICIE INCLINADA.....	17
1.4.5.6.TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN	18
1.4.5.7.NÚMERO DE DÍAS DE AUTONOMÍA.....	18
1.5.ELEMENTOS DE CONTROL.....	18
1.5.1.MICROCONTROLADOR PIC.....	18
1.5.2.PLC LOGO!	18
CAPÍTULO II	19
2.SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	19
2.1.ANÁLISIS PREVIO PARA EL DISEÑO	19
2.2.ESTIMACIÓN DEL RECURSO SOLAR LOCAL	19
2.2.1.CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL PEOR MES	21

2.3.DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	23
2.3.1.ESTIMACIÓN DE HORAS DE AUTONOMÍA.....	24
2.3.2.DEMANDA ENERGÉTICA	24
2.3.3.ESTIMACIÓN DE PERDIDAS.....	26
2.3.4.DETERMINACIÓN DE LA CARGA EN AH/DÍA	27
2.3.5.DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS	28
2.3.6.DIMENSIONAMIENTO DE LOS PANELES	30
2.3.7.DIMENSIONAMIENTO CONTROLADOR DE CARGA	30
CAPÍTULO III	33
3.DISEÑO DE ADAPTACIONES Y REDUCTORES	33
3.1.FUNCIONAMIENTO.....	33
3.2.DESARROLLO DEL SISTEMA MECÁNICO	33
3.2.1.DATOS EXPERIMENTALES.....	33
3.2.2.DISEÑO DE FORMA.....	34
3.2.3.VÁLVULA	34
3.2.4.REDUCTOR DE VELOCIDAD	35
3.2.4.1.ÍNDICE DE TRANSMISIÓN	35
3.2.4.2.RELACIÓN DE TRANSMISIÓN	37
3.2.5.ANÁLISIS DE LAS FUERZAS EN LOS ENGRANAJES RECTOS.....	38
3.2.5.1.FUERZAS TANGENCIALES	40
3.2.5.2.FUERZAS RADIALES	41
3.2.5.3.FUERZAS DESPUÉS DE ACTUADOR Y DESPUÉS DE REDUCTOR	41
3.2.6.MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS.....	42
CAPÍTULO IV	52
4.AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO	52
4.1.ELEMENTOS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO	53
4.2.RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE	54
4.3.ENCODERS	55
4.3.1.DIAGRAMA DE FLUJO	57
4.4.CONTROL DE GIRO.....	57
4.5.INTERRUPTORES DE NIVEL	59
4.6.SENSOR DE TEMPERATURA	59
4.6.1.FUNCIONAMIENTO.....	59

4.6.2.CARACTERÍSTICAS.....	60
4.7.MODULO AM 2RTD.....	61
4.7.1.CONEXIÓN DE UN TERMORESISTENCIA	61
4.7.1.1.CONEXIÓN A DOS HILOS	62
4.7.1.2.CONEXIÓN A TRES HILOS.....	62
4.8.MÓDULO DE AMPLIACIÓN DM8	63
4.9.LOGO! TD	63
4.10.INSTALACIÓN DE GABINETES	64
CAPÍTULO V	65
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1.CONCLUSIONES.....	65
5.2.RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXO 1 ANÁLISIS ECONÓMICO	70
ANEXO 2 MANUAL DE USUARIO PARA LA HMI	76
ANEXO 3 MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	78
ANEXO 4 MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL CONTROLADOR DE CARGA	81
ANEXO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MOTRES ELÉCTRICOS.....	83
ANEXO 6 DATOS DE RADICAIÓN SOLAR DIARIA.....	85
ANEXO 7 TABLA DE COEFICIENTES A, B	86
ANEXO 8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BATERÍA	88
ANEXO 9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR.....	89
ANEXO 10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTROLADOR DE CARGA .	90
ANEXO 11 TABLAS DEL PT 100 R(OHMS)/T(0C).....	91
ANEXO 12 LINEAS DE PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE.	92
ANEXO 13 LINEAS DE PROGRAMACIÓN DEL ENCODER.....	95
ANEXO 14 TABLA DE PROTECCIÓN IP	97
ANEXO 15 MICROCONTROLADOR PIC	98
ANEXO 16 ELEMENTOS LOGO!	100
ANEXO 17 CIRUITOS.....	103
ANEXO 18 PLANOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Raceway cultura of tilapia	5
Figura 1.2 Sistemas de aireación	6
Figura 1.3 Radiación UV en Ecuador	7
Figura 1.4 Tipos de la radiación	8
Figura 1.5 Mapa de insolación directa promedio.....	10
Figura 1.6 El Panel solar	11
Figura 1.7 La célula solar	12
Figura 1.8 Elementos de una ISF	13
Figura 2.1 Insolación Global anual promedio	20
Figura 2.2 Gabinete de los elementos de almacenamiento y suministro	32
Figura 3.1 Diseño de forma del acople.....	34
Figura 3.2 Válvula de bola.....	34
Figura 3.3 Engranajes cilíndricos de dentado recto	35
Figura 3.4 Fórmulas para reductores	37
Figura 3.5 Path of action	38
Figura 3.6 Fuerzas en línea de acción	39
Figura 3.7 Fuerzas actuantes.....	39
Figura 3.8 Descomposición de fuerzas para el piñón.....	40
Figura 3.9 Descomposición de fuerzas para engranaje	41
Figura 3.10 Diseño de la adaptación	43
Figura 3.11 Parte de adaptación critica a desplazamiento.....	43
Figura 3.12 Parte de adaptación critica a tensión	44
Figura 3.13 Parte de adaptación critica a desplazamiento.....	44
Figura 3.14 Parte de adaptación critica a tensión	45

Figura 3.15 Parte de adaptación critica a desplazamiento	45
Figura 3.16 Parte de adaptación critica a tensión	46
Figura 3.17 Informe de modelación	47
Figura 3.18 Elementos de entrada y salida de torques	48
Figura 3.19 Restricciones de movimiento de los elementos	48
Figura 3.20 Resultados de simulación	49
Figura 3.21 Coeficiente de seguridad.....	50
Figura 3.22 Tensión Von Mises.....	50
Figura 3.23 Desplazamiento.....	51
Figura 4.1 Flujograma de recambio por temperatura	52
Figura 4.2 Recambio de agua por día y hora	53
Figura 4.3 Elementos del sistema automatizado.....	54
Figura 4.4 Elementos del sistema de control.....	55
Figura 4.5 Circuito del encoder	56
Figura 4.6 Encoder.....	56
Figura 4.7 Flujograma de funcionamiento del encoder	57
Figura 4.8 Circuito de control de giro para un solo motor dc.....	58
Figura 4.9 Módulo para el control de giro del motor DC.....	58
Figura 4.10 Interruptor flotador con contrapeso	59
Figura 4.11 Pt100 siemens	60
Figura 4.12 Comportamiento del Pt100.....	60
Figura 4.13 Módulo AM2 RTD.....	61
Figura 4.14 Conexión a dos hilos.....	62
Figura 4.15 Conexión a tres hilos.....	62
Figura 4.16 Módulo DM8.....	63

Figura 4.17 Pantalla LOGO! TD 63

Figura 4.18 Instalación completa y partes del panel frontal 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Parámetros de la calidad del agua y valor estándar.....	2
Tabla 1.2 Parámetros del hábitat adecuado para el pez	3
Tabla 1.3 Inclinaciones óptimas en función del periodo de máxima captación	16
Tabla 1.4 Valores del coeficiente de reflexión	17
Tabla 2.1 Datos de radiación solar diaria en el cuadrante Latitud 0, Longitud -78	21
Tabla 2.2 Coordenadas de ubicación.....	21
Tabla 2.3 Datos preliminares a la instalación	22
Tabla 2.4 Cálculo de coeficientes A, B y $G_{dm}(\beta)$	23
Tabla 2.5 Cálculo de coeficientes A, B y $G_{dm}(\beta)$ (Continuación).....	23
Tabla 2.6 Estimación del número de días de autonomía	24
Tabla 2.7 Elementos de consumo	25
Tabla 2.8 Consumo de elementos del sistema en DC	25
Tabla 2.9 Consumo de energía total DC	26
Tabla 2.10 Valor real del consumo DC en Wh/día	27
Tabla 3.1 Datos experimentales.....	33

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Irradiación global sobre una superficie inclinada	17
Ecuación 2. Energía diaria consumida.....	26
Ecuación 3. Energía requerida diariamente en Wh/día	28
Ecuación 4. Número de baterías en serie	29
Ecuación 5. Número de módulos	30
Ecuación 6. Corriente máxima del controlador de carga	31
Ecuación 7. Índice de transmisión.....	35
Ecuación 8. Potencia en vatios del motor	36
Ecuación 9. Torque de rueda conducida.....	37
Ecuación 10. Relación de transmisión	38
Ecuación 11. Potencia en la dirección tangencial del movimiento	40
Ecuación 12. Fuerza radial del piñon	41
Ecuación 13. Torque	41

PRESENTACIÓN

En el cultivo de tilapia, la sanidad acuícola ocupa un lugar muy importante, de acuerdo a investigaciones realizadas sobre este tema las enfermedades son causa de pérdidas económicas importantes limitando la producción y calidad del producto y además son responsables de mortalidades masivas.

En la actualidad el cultivo de la tilapia se lo realiza únicamente de forma artesanal sin ningún tipo de control, lo realizan con agua estancada durante todo el ciclo de engorde, dando paso a enfermedades producidas por los mismos desechos de los peces y por el alimento no consumido que se descompone en el fondo del estanque al no contar con un recambio de agua aceptable, por lo tanto implica una inversión más en tratamiento de infecciones utilizando fertilizantes químicos contaminantes.

Además al estar el agua estancada se agota el oxígeno disuelto disponible ya sea por el consumo del pez, consumo de los microorganismos, por la descomposición misma de los desechos por lo que las consecuencias para el pez producen susceptibilidad a enfermedades, disminución de la tasa de crecimiento del pez, se produce inapetencia y letargia, enfermedades a nivel de las branquias, disminución de la capacidad reproductiva.

Con el fin de evitar la mortalidad, mala calidad del producto o el desarrollo de enfermedades es necesario brindar un medio adecuado para la producción, con el objeto de prevenirlas antes de tener que aplicar tratamientos correctivos por lo que se diseñará el sistema de control automatizado que mantendrá el medio de producción limpio, libre de desechos, evitando que inicie el proceso de descomposición, esto mediante el recambio de agua cada cierto tiempo, que permitirá el manejo de mayor densidad de producción por metro cubico, incremento de peso, menor mortalidad, menor inversión en control de enfermedades.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. CULTIVO DE LA TILAPIA

El cultivo de la tilapia tiene algunos elementos que se deben considerar, ya que dentro de todo el proceso hay muchas variaciones respecto a la etapa en la que se encuentra la producción, lugar en donde se realiza este tipo de cultivo, el método que se utiliza, el tipo construcción de los estanques que se realizó, la alimentación de cada etapa en la que se encuentra, etc.

1.1.1. CULTIVO EN ESTANQUES

Existen varias formas de estanques: redondos, rectangulares dependiendo del espacio y etapa en la que se encuentra la producción, dependiendo de la capacidad de control y producción, etc.

Para el cultivo de tilapia en estanques se deben tener en consideración ciertas características como tamaño, ubicación, drenaje, etc. De especial importancia es el tamaño del estanque, ya que permite que el cultivo de la tilapia se pueda llevar a cabo en diferentes grados de intensidad. (Nicovita, 2004, p.44).

1.1.2. MANEJO DEL CULTIVO

“Los estanques se deben llenar y vaciar fácilmente. Además se debe evitar la proliferación de algas y la acumulación de sólidos disueltos porque causan problemas en los procesos respiratorios a nivel de branquias” (Conapesca, 2009, p.46).

“En densidades mayores a 12 animales por m² es necesario contar con sistemas de aireación o con alto porcentaje de recambio de agua (40 a 50%)” (Nicovita, 2004, p.24).

Además se debe tener presente los parámetros necesarios para que la producción no tenga problemas de salud, ni de crecimiento, etc.

Tabla 1.1 *Parámetros de la calidad del agua y valor estándar*

PARÁMETRO	VALORES ESTÁNDAR
Oxígeno (Disuelto)	> 4.0 mg / l
Temperatura	Dependiente de las especies
Ph	7.5 – 8.5
Salinidad	Agua dulce: < 0.5 ppt
Agua salobre : 0,5 – 30 ppt	< 10 ppm
Agua de mar : 30 – 40 ppt	0 – 0.5 ppm
Óptimo: 15 – 25 ppt	< 1ppm
Dióxido de carbono (CO ₂)	< 10 ppm
Amoníaco (NH ₄ ⁺ / NH ₄ - N)	0 – 0.5 ppm
Nitritos (NO ₂ ⁻)	< 1 ppm
Dureza	40 – 400 ppm
Alcalinidad	50 – 300 ppm
H ₂ S	0 ppm
BOD	< 50 mg / l

Fuente: Mayer, Elisabeth. (2012, 05, 17). Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. Aqua Feed.

1.1.3. VENTAJAS DE UN HÁBITAT ADECUADO

Es importante señalar que lo que se busca además de mejorar la calidad del producto es incrementar la producción en menos superficie mejorando un hábitat del cultivo.

“Permite incrementar las densidades de siembra hasta de un 30% y manejar densidades más altas por unidad de área” (Nicovita, 2004, p.9)

1.1.4. OXÍGENO

El oxígeno es uno de los principales parámetros dentro del cultivo.

“El grado de saturación del oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y pH” (Nicovita, 2004, p.6).

Además, también intervienen otros factores en la disminución de oxígeno disuelto de los estanques de crianza, entre los más comunes se presentan la descomposición de materia orgánica, densidad de siembra, el aumento de la tasa metabólica por el incremento de la temperatura.

Tabla 1.2 *Parámetros del hábitat adecuado para el pez*

OXIGENO (PPM)	EFFECTOS
0 – 0.3	Los peces pequeños viven poco tiempo
0.3 – 2.0	Letal a exposiciones prolongadas
3.0 – 4.0	Los peces viven pero crecen lentamente
>4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez

Fuente: Nicovita. Manual de crianza tilapia (p. 7).

1.2. TIPOS DE PRODUCCIÓN

Existen varios tipos de producción dependiendo de varios factores que son necesarios y recomendados para el cultivo de la tilapia que están diferenciadas de acuerdo a la capacidad de producción, tecnología que se utiliza, el lugar en donde están las instalaciones dependiendo, de acuerdo a su variedad, de acuerdo a su tamaño, etc.

1.2.1. SISTEMA INTENSIVO

En los sistemas intensivos el cultivo está controlado por tecnologías que faciliten el seguimiento adecuado de la producción manteniendo registros en función del tiempo, alimentación y el medio en el que se desarrollan.

Las densidades de siembra de los peces se encuentran en el rango de 80 – 150 peces/metro cubico, lo que equivale a cargas máximas de hasta 90 kg/m³. Para el éxito del cultivo bajo este sistema, es sumamente importante la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces; así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema. (Nicovita, 2004, p.46)

1.2.2. SISTEMA SEMI INTENSIVO

Los sistemas de cultivo semi-intensivos tienen un porcentaje intermedio en la utilización de tecnologías.

Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de 4 a 15 peces/m² obteniendo una producción en el rango de 20 a 50 toneladas/hectárea/ año con factores de conversión de 1,6 a 1,9 para peces de 700 gramos. (Nicovita, 2004, p.46)

1.2.3. SISTEMA EXTENSIVO

En los sistemas de cultivo extensivo es nula la presencia de algún tipo de tecnología y todo el proceso de cultivo se lo realiza de forma rústica y sin ningún tipo de control ni norma.

Por lo que la capacidad de producción reduce, además de la calidad, y al contrario aumenta la inversión en gastos.

“En este sistema se utilizan densidades de 0,5 a 3 peces por metro cuadrado, (...)” (Nicovita, 2004, p.)

1.3. AUTOMATIZACIÓN DE CULTIVOS INTENSIVOS DE LA TILAPIA

Las tecnologías que se utilizan en el cultivo de la tilapia están enfocadas a varios aspectos como son el incremento de la producción, reducción del impacto ambiental, el mejoramiento de tratamiento del agua, mejoramiento de la calidad del producto, etc.

1.3.1. TIPOS DE TECNOLOGÍAS

Para la aplicación de algún tipo de tecnología en estos cultivos de la tilapia se debe saber que existen diferentes casos en los que se adaptan o se juntan de acuerdo a la necesidad en la que se encuentren. Entre los más conocidos y utilizados están:

1.3.1.1. Raceways

Son sistemas con tecnologías para la recirculación del agua en donde se está rotando el mismo volumen de agua a través del estanque pasando por un sistema de filtración para su reutilización y cerrar el ciclo, manteniendo la calidad de agua siempre aceptable.



Figura 1.1 Raceway cultura of tilapia

Fuente: Lovshll. (2005, 08, 05). Raceway cultura of tilapia. Auburn University.

Recuperado de http://www.ag.auburn.edu/fish/image_gallery/details.php?image_id=1298

1.3.1.2. Monitoreo

Este tipo de tecnología se la utiliza en centros de investigación para probar el comportamiento, desarrollo, de nuevos tipos de híbridos que son sometidos a diferentes tipos de ambientes.

1.3.1.3. Aireación

Este tipo de sistema se aplica en lugares en donde no se quiere invertir en tecnologías de recirculación y únicamente se requiere de una producción de alta calidad y que está fuera del alcance del productor por lo que únicamente se opta por la aireación de forma superficial mediante elementos con paletas que se activan cada cierto tiempo.



Figura 1.2 *Sistemas de aireación*

Fuente: Joe Holz. (02, 08). Kasco Marine Aerators in Intensive Tilapia Farming. Kasco. Recuperado de <http://www.kascomarine.com/kasco-marine-aerators-in-intensive-tilapia-farming/>

1.4.ENERGÍA SOLAR

Dentro de nuestro sistema planetario está el sol que es la mayor fuente de energía limpia e inagotable, este es el sustento para que exista vida en nuestro planeta puesto que los procesos dependen de este, desde el más pequeño microorganismo hasta la dependencia global de toda su población terrestre.

Puede ser una gran opción para remediar la contaminación que por años se ha producido por el uso de combustibles fósiles no renovables.

La principal fuente energética de la tierra es la radiación procedente del sol, una pequeña parte de esta energía es retenida y el resto se disipa al espacio exterior.

La energía solar, mediante el efecto fotovoltaico es una fuente inagotable y no contaminante para producir electricidad. Puede ser un competidor exigente frente a las fuentes tradicionales de combustibles fósiles o a la energía nuclear.

1.4.1.RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la energía electromagnética que mana en los procesos de fusión del hidrogeno (en átomos de helio) contenidos en el sol.

“La energía viaja desde el sol a la velocidad de la luz en forma de “fotones”, estas son pequeñas partículas sin masa que tienen cantidades específicas de energía” (Aprotec, 2010, “El sol la fuente de energía”, párr. 4).

El sol irradia energía en forma de ondas electromagnéticas o campos electromagnéticos viajeros constituidos por fotones que se propagan en todas direcciones y parte de este flujo llega a la Tierra a través del espacio vacío.

Estas ondas electromagnéticas que irradia el sol varían de acuerdo a sus diferentes frecuencias y longitudes de onda que van desde el núcleo en forma de rayos gamma (γ) de alta energía, luego a medida que la temperatura desciende y se aleja del núcleo solar va aumentando su longitud de onda convirtiéndose a rayos x, los rayos del extremo ultravioleta (EUV), los rayos ultravioletas (UV), y finalmente la luz visible e infrarroja.



Figura 1.3 Radiación UV en Ecuador

Fuente: Olivo A. (16 de noviembre 2008). El riesgo de la radiación ultravioleta. El telégrafo. Recuperado de <http://uv.exa.ec/infografia.htm>

1.4.1.1. Tipos de radiación solar

La radiación solar mientras va aproximándose a la atmosfera va experimentando varios procesos de debilitamiento pues una parte es reflejada por las nubes y regresa al espacio, otra parte se absorbe por el vapor de agua y los aerosoles, y otra parte es reflejada por la superficie de la tierra, glaciales, etc.

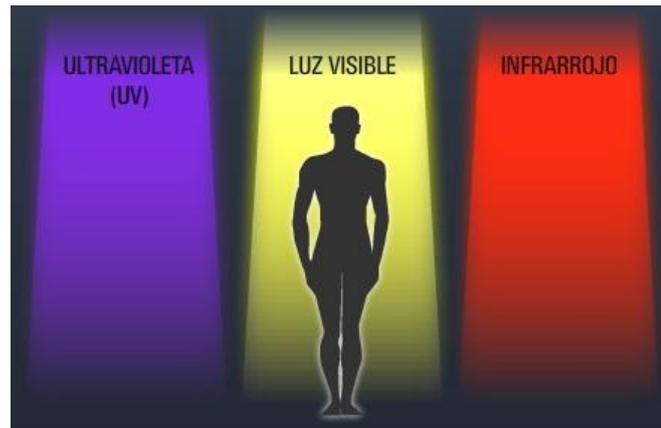


Figura 1.4 *Tipos de la radiación*

Fuente: Olivo A. (16 de noviembre 2008). El riesgo de la radiación ultravioleta. El telégrafo. Recuperado de <http://uv.exa.ec/infografia.htm>

a) Radiación directa

Es la que procede de forma directa del sol y que no ha sufrido ningún cambio en su trayectoria lineal hasta llegar a la superficie de la tierra.

b) Radiación Difusa

Es el componente de la radiación solar que al encontrar pequeñas partículas (sólidas o líquidas) en dirección hacia la tierra esta es dispersada en todas las direcciones y de esta manera se reduce la radiación solar directa y aumenta la difusa.

Si no sucediera este fenómeno de dispersión de radiación directa convirtiéndose en radiación difusa el cielo se vería negro aún en el día.

c) Radiación Reflejada

Las radiaciones directa y difusa son reflejadas por la superficie de la tierra.

d) Radiación Global

La radiación global es la suma de la radiación directa más la radiación reflejada.

1.4.1.2. Captación de la energía solar

La energía del sol puede ser aprovechada de diferentes maneras mediante diferentes métodos de obtención:

1.4.1.2.1. Método Directo

Se genera mediante la captación de energía solar por medio de paneles solares que se encargan de convertir energía solar en energía eléctrica de forma directa sin ningún tipo de proceso intermedio.

a) Conectados a la red

En estos sistemas la energía eléctrica producida se conecta a la red eléctrica para vender energía a la compañía, ejemplo como huertos solares, y centrales fotovoltaicas.

b) Sistemas aislados

En estos sistemas la energía eléctrica producida es para pequeños consumos.

1.4.1.2.2. Método Indirecto

Es el procedimiento de transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica, se desarrolla utilizando captadores térmicos que absorben la energía de radiación solar para calentamiento y que posteriormente mediante un generador convertirla en energía eléctrica.

Los sistemas que utilizan energía solar por medio de la vía térmica se dividen en:

a) Sistemas térmicos de baja y media temperatura

Estos sistemas son de uso doméstico, tales como la producción de agua caliente, calefacción, climatización de piscinas que tienen además otro tipo de elementos adicionales que funcionan en conjunto, etc.

b) Sistemas térmicos de alta temperatura

Los sistemas de altas temperaturas son extendidas para centrales solares termoeléctricas de receptor central.

1.4.2. ENERGÍA SOLAR EN EL ECUADOR

Nuestro país tiene muchas ventajas al encontrarse en la línea ecuatorial, pues no tiene estaciones que reduzcan el aprovechamiento de este recurso.

La radiación solar es prácticamente constante y de gran magnitud todo el tiempo. Si bien se pueden definir dos estaciones climatológicas en el año, esto no implica que el ángulo de incidencia de la radiación solar varíe, como es el caso de los países ubicados al norte o al sur del globo terráqueo y que presenta cuatro estaciones climáticas. A lo largo de todo el año podemos encontrar días soleados indistintamente de la estación, la variación entre las dos estaciones está en las precipitaciones lluviosas.

Esta irradiación que llega a la franja ecuatorial de forma perpendicular aumenta las posibilidades de una mejor captación del recurso.

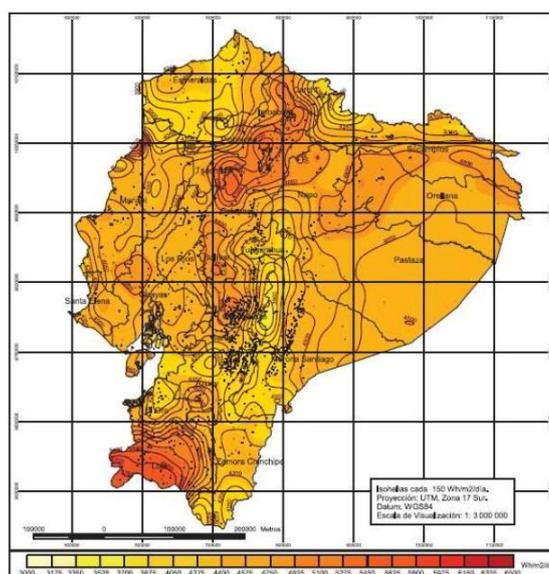


Figura 1.5 Mapa de insulación directa promedio

Fuente: CIE. (2008, 08). Atlas solar del Ecuador. Recuperado de http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf

En base a la información satelital se ha desarrollado por la Corporación para la Investigación Energética un “Atlas Solar con Fines de Generación Eléctrica”, este atlas facilita el avance del conocimiento acerca de la intensidad de la insolación a nivel regional o continental.

1.4.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

La generación de la energía por medio de sistemas fotovoltaicos utiliza el fenómeno que se denomina como captación fotónica y es el proceso en el que la luz del sol es convertida directamente a electricidad por medio del efecto fotovoltaico que se produce cuando la radiación solar entra en contacto con un material semiconductor cristalino mediante el uso de células solares ó fotovoltaicas.

1.4.3.1. Módulo o panel solar fotovoltaico

Un módulo solar o panel solar fotovoltaico es un elemento en donde están conectadas todas las células fotovoltaicas en paralelo dependiendo de su capacidad de generación.

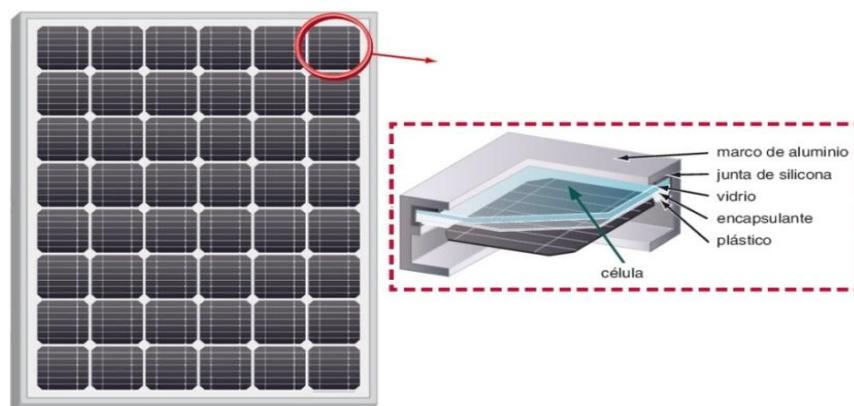


Figura 1.6 *El Panel solar*

Fuente: Díaz, T., y Carmona, G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Recuperado de <http://es.slideshare.net/cesmar68/mc-graw-hill-solar>

1.4.3.2. Células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas están en la superficie del panel solar, están conectadas en paralelo para evitar daños a las demás células fotovoltaicas que reciben la luz solar y que por cualquier circunstancia podrían ser bloqueadas entre la luz solar y la célula fotovoltaica como hojas, o polvo.

Una célula solar fotovoltaica se comporta como un diodo: la parte expuesta a la radiación solar es la N y la parte situada en la zona de oscuridad, la P. Los terminales de conexión de la célula se hallan sobre cada una de estas partes del diodo: la cara correspondiente a la zona P se encuentra metalizada por completo (no tiene que recibir luz), mientras que en la zona N el metalizado tiene forma de peine, a fin de que la radiación solar llegue al semiconductor. (Díaz y Carmona, 2010, p.12)

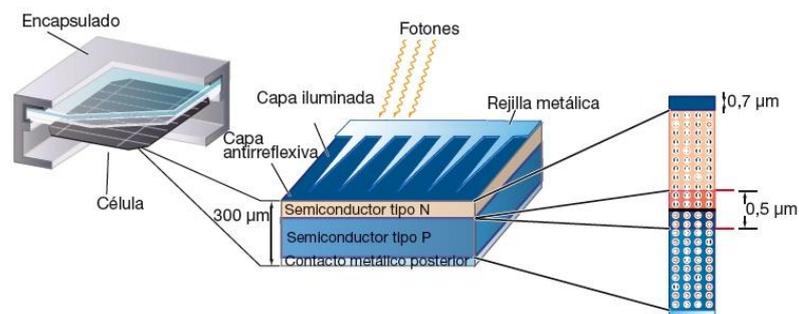


Figura 1.7 La célula solar

Fuente: Díaz, T., y Carmona, G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Recuperado de <http://es.slideshare.net/cesmar68/mc-graw-hill-solar>

1.4.3.3. Tipos de células fotovoltaicas

Los tipos de paneles solares se caracterizan por la tecnología de fabricación de las células fotovoltaicas de silicio.

a) Monocristalino

La celda mono-cristalina se fabrica de un solo cristal, llega a una eficiencia entre el 15% y 17%, se las diferencian porque tienen un color uniforme y generalmente son circulares o cortadas en sus bordes.

a) Policristalino

La celda poli-cristalina se fabrica con cristal de silicio fundido que se pone en un molde, disminuye en su proceso de fabricación el número de faces de cristalización, se la reconoce porque su color es irregular y más claro que la mono-cristalina.

b) Amorfo

El rendimiento es inferior, se forma con diferentes tipos de silicio.

1.4.4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico está compuesto por varios elementos que permiten adaptarse a diferentes aplicaciones, requerimientos, necesidades con un previo dimensionamiento. De manera general se muestra en la Figura 1.8 la conexión de todos estos elementos de un sistema fotovoltaico de tipo aislado, es decir que no tiene conexión alguna con la red eléctrica.

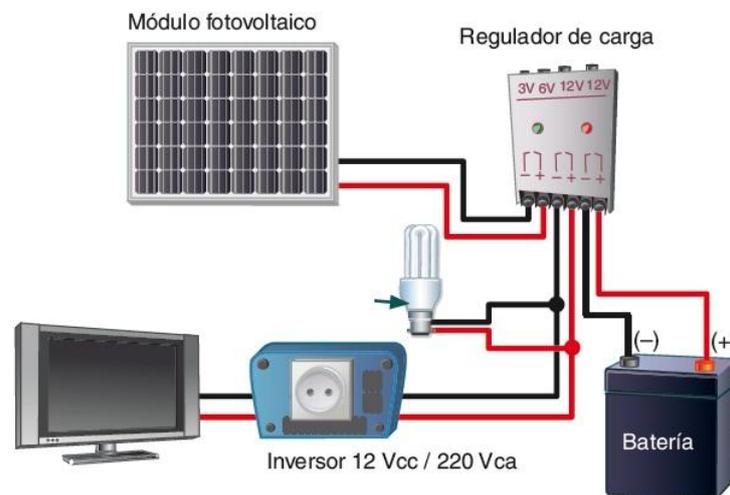


Figura 1.8 Elementos de una ISF

Fuente: Díaz, T., y Carmona, G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Recuperado de <http://es.slideshare.net/cesmar68/mc-graw-hill-solar>

1.4.4.1. Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico es el elemento que convierte la energía de la luz del sol en energía eléctrica (corriente continua), está conformado por uno o más paneles solares de acuerdo a la potencia requerida, corriente que se necesite y el voltaje necesario para suministrar.

El rendimiento y el tiempo de vida útil del panel solar fotovoltaico están limitados a su tipo y método de fabricación.

Los principales parámetros que el fabricante de paneles solares nos da son los siguientes:

- Tensión máxima de potencia (V_{PMAX})
- Intensidad máxima de potencia (I_{PMAX})
- Corriente de corto circuito (I_{SC})
- Tensión de circuito abierto (V_{OC})
- Factor de forma FF

Los valores de intensidad y tensión máxima son menores que corriente de cortocircuito y tensión de circuito abierto.

1.4.4.2. Regulador de carga

Es el elemento en donde se conectan los paneles solares, los acumuladores y a la salida de este elemento nos proporciona tensión continua dependiendo del voltaje de la instalación y la corriente que este elemento puede suministrar.

Además dependiendo del fabricante permite la protección contra inversión de la polaridad y sobrecargas.

Los principales parámetros que nos da el fabricante y que necesariamente se deben manejar para el dimensionamiento respectivo, son:

- Corriente máxima (I_{MAXREG})
- Tensión de trabajo (V_{NREG})

1.4.4.3. Inversor

Este elemento es importante cuando es necesario el suministro de energía con corriente alterna.

Es el encargado de convertir la corriente continua del sistema en corriente alterna similar a la tensión de la red eléctrica para abastecer de energía a elementos que funcionan con este tipo de suministro.

Los parámetros que nos da el fabricante son:

- Tensión de trabajo (V_{NCONV})
- Potencia instantánea (P_{ICONV})
- Eficiencia del inversor

1.4.4.4. Acumulador

Este componente únicamente está presente en sistemas que son autónomos, es decir que están asilados o que no dependen de la red eléctrica, proporciona de energía eléctrica a la instalación en los momentos donde la luminosidad es baja ó nula.

Los parámetros que nos da el fabricante de baterías son los siguientes:

- Tensión nominal (V_{NBAT})
- Capacidad nominal (C_{NBAT})
- Profundidad máxima de descarga (P_{DMAX})
- Capacidad disponible (CU_{BAT})

1.4.5. DATOS PREVIOS A INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se debe tomar en cuenta muchos parámetros que intervienen en una instalación de este tipo, estos datos son necesarios para aprovechar al máximo la radiación solar que recibe el módulo fotovoltaico, esto dependiendo de la localidad en donde se realice la instalación, además de contar con datos suficientes para el dimensionamiento más preciso de todo el sistema fotovoltaico.

1.4.5.1. Latitud

La latitud es parte del sistema de coordenadas geográficas, indica la posición angular hacia el norte o hacia el sur del Ecuador o línea ecuatorial, es positiva en el hemisferio norte y negativa en el hemisferio sur.

Este es un factor de incidencia solar que es mayor en lugares cercanos al Ecuador por su cercanía al sol, por lo tanto recibe mayor radiación solar directa y disminuye en lugares cercanos a los polos.

1.4.5.2. Acimut

Es el ángulo que mide la desviación con respecto al sur en el hemisferio norte, y respecto al norte en el hemisferio sur, para que durante el día el panel capte la mayor cantidad de radiación posible.

1.4.5.3. Inclinación o elevación

Es el ángulo formado por la superficie del módulo y el plano horizontal, se expresa en los posteriores cálculos como el ángulo (β) y la latitud como (ϕ).

Suele fijarse un ángulo de inclinación (β) que maximice la relación entre la captación y la demanda de energía. Esto depende de diferentes escenarios, ubicaciones, siempre con el objetivo de optimizar la captación de la radiación solar.

Tabla 1.3 *Inclinaciones óptimas en función del periodo de máxima captación*

Tipo de instalación	Uso	Máxima captación de energía	Inclinación óptima
Conectadas a la red	Anual	Anual	$\beta_{opt} = \phi - 10$
Bombeo de agua	Anual	Verano	$\beta_{opt} = \phi - 20$
Autónomas de consumo anual constante	Anual	Periodo de menor radiación (por ejemplo, invierno)	$\beta_{opt} = \phi + 10$

Fuente: Castejón A. & Santamaría G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas (p.13). Madrid, España: EDITEX Editorial.

1.4.5.4. Irradiación global sobre el plano

La incidencia solar es la cantidad de luz solar que irradia en la superficie terrestre y es un valor medio de la irradiación global que incide todos los días dividido por el número de días del mes, su unidad de medida es el Gdm (0) en Kwh/m²*día y que en muchas instituciones existen en base a estudios anuales.

1.4.5.5. Irradiación global sobre superficie inclinada

La irradiación global sobre una superficie inclinada Gdm (β) depende de una expresión cuadrática cuyos coeficientes A, B están recogidos en tablas. Ver anexo 7.

$$Gdm(\beta) = A * Gdm(0) + B * (Gdm(0))^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Fuente: Villa, V. (2014) Análisis de la irradiación

El coeficiente A es en función de β y un coeficiente relaciona con la reflectividad del suelo ρ .

Tabla 1.4 Valores del coeficiente de reflexión

SUELO	REFLECTIVIDAD (ρ)
Seco	0.2
Hierva húmeda	0.3
Desierto de arena	0.4
Nieve	0.6

Fuente: García Marianella (1999). Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo (p. 83). Madrid, España: IEPALA editorial.

El coeficiente B es en función de la latitud del lugar ϕ y del ángulo de inclinación β .

1.4.5.6. Tensión nominal de la instalación

La tensión nominal es el parámetro con el que se escogen el acumulador y los equipos de consumo, para pequeñas instalaciones este valor es de 12 ó 24 voltios pero si la potencia total de consumo supera los 3Kw la tensión debe ser 48 ó 120 voltios.

1.4.5.7. Número de días de autonomía

Número de días de autonomía son los días con los que cuenta el sistema fotovoltaico para suministrar energía sin necesidad de que haya radiación solar, esto depende del microclima que presente la zona en la que se realizara la instalación.

1.5. Elementos de control

1.5.1. Microcontrolador Pic

Es un microcontrolador de la familia microchip technology, es una cpu que permite realizar determinadas tareas dependiendo del programa que ejecuta por medio de un micro-código, además dependiendo de su modelo tiene varias funcionalidades, así como también varias estructuras que generalmente son: el módulo de E/S, memoria flash y rom, periféricos síncronos y asíncronos, módulos de captura y comparación, etc. (Ver anexo 15)

1.5.2. PLC Logo!

Es un autómata que se utiliza para automatizaciones sencillas, cuenta con 6 entradas digitales, 4 salidas que pueden controlar hasta 10 A, dependiendo de su modelo funciona con alimentación de 12/24 VDC, 110/240 VAC/DC, 24 VAC/DC.

Si es necesario además de las entradas y salidas disponibles permite la conexión de módulos de ampliación para aumentar número de entradas y salidas, ó para determinadas funciones como: DM8, AM2 PT100, AM2, Módulo de comunicación, Logo TD!.(Ver anexo 16)

CAPÍTULO II

2. SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para diseñar un sistema fotovoltaico se debe tener en cuenta que elementos interfieren en él y su funcionamiento, además se debe saber las características y parámetros de los fabricantes que distribuyen los productos para estos sistemas, la cantidad de paneles solares que se necesitará para satisfacer la demanda de energía, la capacidad de las baterías para abastecer de energía en horas que no hay luz solar, etc.

2.1. ANÁLISIS PREVIO PARA EL DISEÑO

En estos sistemas fotovoltaicos el punto de partida es saber con cuánta energía solar se dispone en la zona que se va a instalar el sistema, basándose en datos de radiación solar y realizando una estimación de la radiación solar.

Además se debe realizar el análisis de la demanda de energía que será necesaria para el funcionamiento, detallando todos los elementos que intervienen en este proyecto.

2.2. ESTIMACIÓN DEL RECURSO SOLAR LOCAL

Para contar con el buen funcionamiento del sistema fotovoltaico ante las diferentes variaciones de la radiación solar y que no haya discontinuidad en la alimentación eléctrica del sistema, se debe realizar un estudio que represente la incidencia solar diaria y que sirva de base para el posterior paso del diseño del sistema fotovoltaico.

Este dato que se utiliza para este tipo de proyectos proviene del documento de investigación que realizó el laboratorio nacional de energías renovables de los Estados Unidos (NREL) que desarrolló mediante el modelo climatológico de

radiación solar (CRS) y que permite conocer la insolación diaria total sobre una superficie horizontal en celdas de aproximadamente 40Km x 40Km.

En base a este estudio el CONELEC por medio de la corporación de investigación energética publicó un atlas solar del cual utilizaremos para este proyecto la insolación global anual que no es más que el promedio de insolación en las distintas condiciones atmosféricas posibles.

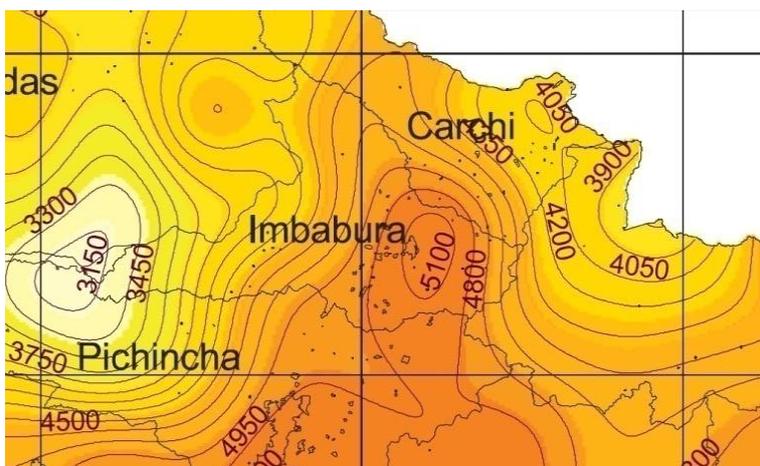


Figura 2.1 *Insolación Global anual promedio*

Fuente: CIE. (2008, 08). Atlas solar del Ecuador. Recuperado de http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf

Los datos que se encuentran en los mapas de isohelias en la publicación del CONELEC tiene que la persona saber interpretarlos y realizar series de interpolaciones antes de obtener valores finales a diferencia de la base de datos de la NASA que únicamente es necesario que este dirigido al cuadrante de la región donde se requiera los valores de la radiación solar: (latitud 0 y longitud -78) en la región norte del Ecuador, aparte de datos complementarios como temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad del viento entre otros.

El cuadrante es la ubicación donde se desea saber la incidencia solar del sector y se obtiene los siguientes datos:

Tabla 2.1 Datos de radiación solar diaria en el cuadrante Latitud 0, Longitud -78

MES	RADIACIÓN SOLAR SOBRE LA HORIZONTAL
ENERO	4.14 Kwh/m ² /día
FEBRERO	4.08 Kwh/m ² /día
MARZO	4.20 Kwh/m ² /día
ABRIL	4.13 Kwh/m ² /día
MAYO	4.13 Kwh/m ² /día
JUNIO	4.20 Kwh/m ² /día
JULIO	4.29 Kwh/m ² /día
AGOSTO	4.39 Kwh/m ² /día
SEPTIEMBRE	4.40 Kwh/m ² /día
OCTUBRE	4.42 Kwh/m ² /día
NOVIEMBRE	4.34 Kwh/m ² /día
DICIEMBRE	4.15 Kwh/m ² /día

Fuente: Atmospheric Science Data Center. Surface meteorology and Solar Energy.

Gdm (0) se representa a los valores que indican la radiación solar sobre una superficie plana. (Ver Anexo 6).

2.2.1. CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL PEOR MES

Para saber la cantidad de paneles solares que vamos a utilizar debemos realizar el cálculo de la radiación de la zona en donde se va a realizar la instalación tomando en cuenta la incidencia solar.

Tabla 2.2 Coordenadas de ubicación

Latitud °N	Longitud °E	Elevación (m)
0	-78	2199

El dato que es la insolación global anual y nos indica el promedio de insolación en las distintas condiciones atmosféricas posibles con un ángulo de inclinación paralelo a la horizontal. (Ver tabla 2.1)

Se calcula el ángulo de inclinación, donde \varnothing es la latitud del lugar de instalación dando un valor mínimo de 10° de inclinación en el caso de lugares con latitud 0° que es suficiente para garantizar la limpieza de los módulos por lluvia y evitar la acumulación de polvo. (Ver Tabla 1.3)

Tabla 2.3 Datos preliminares a la instalación

PARAMETRO	VALOR
Inclinación de los paneles	10°
Coefficiente de reflexión	0.2
Número de días de autonomía	2 días
Tensión nominal de la instalación	12 Voltios

Para calcular $G_{dm}(\beta)$ con un ángulo de inclinación β y direccionado de Sur a Norte se realiza el siguiente procedimiento:

Con el valor del coeficiente de reflexión y el ángulo de inclinación de los paneles solares con respecto a la horizontal se calcula el coeficiente A con ayuda de las tablas. (Ver Anexo 7).

Factor A = 0.994

Con el valor de la latitud de la ubicación de la instalación y el ángulo de inclinación de los paneles solares con respecto a la horizontal se encuentra el valor del coeficiente B con ayuda de las tablas. (Ver Anexo 7).

Factor B = 0.0108

Tomamos el valor $G_{dm}(0)$ y calculamos el $G_{dm}(\beta)$ con la Ecuación 1

$$G_{dm}(\beta) = (4.08) * (0.994) + ((4.08)^2) * 0.0108$$

$$G_{dm}(\beta) = 4.05552 + 0.1798$$

$$G_{dm}(\beta) = 4.235 \text{ Kw}^*\text{h}/\text{m}^2*\text{d}$$

Tabla 2.4 Cálculo de coeficientes A, B y $G_{dm}(\beta)$

	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
G _{dm} (0)	4.14	4.08	4.20	4.13	4.13	4.20
A	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994
B	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108
G _{dm} (β)	4.30	4.23	4.36	4.29	4.29	4.36

Tabla 2.5 Cálculo de coeficientes A, B y $G_{dm}(\beta)$ (Continuación)

	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
G _{dm} (0)	4.29	4.39	4.40	4.42	4.34	4.15
A	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994
B	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108
G _{dm} (β)	4.46	4.57	4.58	4.60	4.52	4.31

Ya obtenidos los valores de $G_{dm}(\beta)$ tomamos el de menos valor que va a ser el mes peor y que será utilizado para cálculos posteriores y permitirá obtener un factor de seguridad para el cálculo del sistema.

2.3.DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Se debe tener en cuenta que para el diseño del sistema fotovoltaico las características de los diferentes fabricantes de los paneles solares y sus elementos complementarios son de gran importancia, por lo que se requiere de

una comparación en función de los requerimientos que presenten las zonas en donde se realizará la instalación del sistema fotovoltaico para su dimensionamiento e instalación.

2.3.1. ESTIMACIÓN DE HORAS DE AUTONOMÍA

Este valor hay que fijarlo en función de las condiciones meteorológicas de la región, al tipo de instalación y el factor económico. El valor de esta variable se debe tomar de acuerdo a la siguiente tabla tomando en consideración lo siguiente.

Tabla 2.6 *Estimación del número de días de autonomía*

MICROCLIMA	DÍAS DE AUTONOMÍA
MUY NUBOSOS	5
ALTERNADO	4
SOLEADO	3

Fuente: García Marianella (1999). Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo (p. 80). Madrid, España: IEPALA Editorial.

2.3.2. DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética que necesitan todos los elementos a los que se van a suministrar energía deben ser enlistados, indicando la cantidad de unidades de cada elemento para un previo dimensionamiento.

Es importante tener presente si es el caso que se requiera de la instalación de elementos de corriente alterna y elementos de corriente continua, se debe diferenciar en las tablas a todos estos elementos de consumo en elementos de solo corriente directa y todos los elementos de consumo de corriente alterna para su posterior cálculo.

En nuestro caso únicamente se utiliza elementos que funcionan con corriente continua.

Tabla 2.7 *Elementos de consumo*

ELEMENTOS	Cantidad
PLC LOGO!	1
PANTALLA TD LOGO!	1
MÓDULOS DE AMPLIACIÓN	2
MOTORES DC	3
SENSOR PT100	1
INTERRUPTORES DE NIVEL	2
CIRCUITOS CON RELÉS	1
CIRCUITOS CON	3
MICROCONTROLADORES	

Una vez enlistados los elementos de consumo se procede a añadir la potencia que necesita cada elemento y por cada elemento poner las horas que estará funcionando y si no es el caso transformar las unidades, tener presente que siempre se debe realizar el cálculo por separado los elementos que funcionan con AC y los elementos que funcionan con DC.

Tabla 2.8 *Consumo de elementos del sistema en DC*

CANTIDAD	EQUIPO	POTENCIA (W)	HORAS DIARIAS DE USO
3	MOTORES DC	36	0.083
3	CIRCUITOS CON MICROCONTROLADORES	0,089	24
1	CIRCUITO CON RELES	0.043	0.083
1	PANTALLA TD LOGO!	0.78	24
1	MÓDULO DM8	1,4	24
1	MÓDULO AM2 RTD	0,48	24
2	INTERRUPTOR DE NIVEL	0,0041	24

Con los datos anteriores se va a calcular el Wh/día que van a consumir los elementos del sistema.

Para calcular la carga de consumo se debe multiplicar la cantidad de elementos de cada dispositivo por la potencia que consumen individualmente y por las horas diarias de consumo, entonces el resultado nos da Wh/día de cada dispositivo.

$$L = \text{elementos (cc)} * \text{potencia} * \text{horas de uso (h)} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

L energía diaria consumida

Tabla 2.9 Consumo de energía total DC

EQUIPO	CANT	POTENCIA (W)	HORAS DIARIAS DE USO	ENERGÍA CONSUMIDA (Wh/día)
MOTORES DC	3	36	0,0083	0,8964
CIRCUITOS CON MICROCONTROLADORES	3	0,0893	24	6,43
CIRCUITO CON RELÉS	3	0,043	0,0083	0,001
PANTRALLA TD LOGO	1	0,78	24	18,72
MÓDULO DM8	1	1,4	24	33,6
MÓDULO AM2 RTD	1	0,48	24	11,52
INTERRUPTOR DE NIVEL	2	0,0041	24	0,1968
ENERGIA TOTAL CONSUMIDA DC				71,36

La energía total requerida por todos los elementos de corriente directa en el sistema de control es de:

$$L = 71,41 \text{ Wh/día}$$

2.3.3. ESTIMACIÓN DE PERDIDAS

Con el valor teórico de la demanda de energía para consumo calculado se puede calcular el valor real multiplicándolo para el valor del rendimiento de cada uno de los componentes del sistema.

$n_p(\%)$ El rendimiento de operación de los paneles que tiene en cuenta las pérdidas a causa de la temperatura.

$n_r(\%)$ El rendimiento de operación del regulador

$n_b(\%)$ El rendimiento del sistema de acumulación de la batería

$n_i(\%)$ El rendimiento del inversor

Las pérdidas que se produce en cada elemento del sistema fotovoltaico se calculan mediante el uso de los datos de fábrica y se realiza desde la salida hacia los paneles en el formato de la siguiente tabla, dependiendo si están en la línea de AC ó DC.

Este cuadro es en la línea salida continua, batería, regulador, paneles.

Salida continua alimenta los elementos todos los elementos del sistema a 12V

Tabla 2.10 Valor real del consumo DC en Wh/día

		PANELES	REGULADOR	BATERIA	SALIDA
η (EFICIENCIA%)			1	0.8	
ENERGÍA					
CONSUMIDA	E_{dc}	89,2	89,2	89,2	71,36
(Wh/día)					

Una vez que tomamos en cuenta todas las pérdidas tenemos el valor real de la demanda de energía para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

El valor total y definitivo incluido las pérdidas de cada elemento es de 89,2 Wh/día

2.3.4.DETERMINACIÓN DE LA CARGA EN Ah/día

La determinación de la carga en estas unidades amperio hora por día que consumen los equipos se debe a la variación de voltaje en las baterías que produce un error por lo tanto se utilizaran estas unidades.

Tomar en cuenta que cuando se tienen equipos que trabajen en corriente continua también se debe realizar el cálculo para la corriente Ah/diaria que consumen los equipos AC si se tiene entre los elementos de consumo algunos que necesiten corriente alterna.

$$C_t = E_{acu}/V_{acu}$$

Ecuación 3

Fuente: Moreno, A. B. (2013, 11, 12). Dimensionado de una instalación fotovoltaica aislada

Datos

C_t = energía requerida diariamente en Wh/día por elementos en DC

V_{acu} = Voltaje nominal del sistema

E_{acu} = Carga diaria de corriente

$$C_t = (89,2 \text{ (Wh/día)})/12V = 7,43 \text{ Ah/día}$$

Es el valor de la carga diaria que necesita el sistema fotovoltaico incluido la estimación de pérdidas es de 7,43 Ah/día.

2.3.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS

El sistema fotovoltaico debe suministrar energía independientemente de que exista o no luz solar, por lo que se debe saber el número de autonomía de días que va a funcionar sin que exista luz solar en caso de inviernos o días nublados, conjuntamente se encuentran las características como son la profundidad de descarga de la batería que debe ser no menos de 30 ó 40%.

$$CB = (L * N)/Pd$$

Ecuación 4

Fuente: Valer, R. (2012, 12, 06). Como dimensionar un sistema fotovoltaico aislado

Donde:

CB: capacidad total del sistema de acumulación

L: Consumo

N: días de autonomía

Pd: profundidad de descarga

$$C = (7,43Ah/día * 4)/0,7$$

$$C = 42,45 Ah$$

Para calcular el número de baterías en serie se utiliza la siguiente ecuación:

$$N_{bs} = V_{ns}/V_{nb}$$

Ecuación 5

Fuente: García, M. (1999). Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo. Madrid: IEPALA.

Donde:

N_{bs}: número de baterías en serie

V_{ns}: voltaje nominal del sistema

V_{nb}: voltaje nominal de la batería

Calculamos número de baterías en serie, Ecuación 5

Datos:

$$V_{ns} = 12V$$

$$V_{nb} = 12V$$

$$N_{bs} = 12/12$$

$$N_{bs} = 1$$

2.3.6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PANELES

Para encontrar el número de paneles que pueda abastecer al sistema se toma el dato que es el Gdm (β) = 4.235 Kw*h/m²*d para calcular el HSP (hora solar pico).

$$H.S.P = (4,235 (KW * h)/(m^2 * d))/(1000 W/m^2) = 4,23 h$$

Entonces con este dato y los datos del módulo que se va a utilizar veremos los módulos necesarios que se necesitan para abastecer el sistema fotovoltaico:

$$N_T = \frac{E}{P_{MPP} * H.S.P * PR} \quad \text{Ecuación 6}$$

Fuente: Rodríguez, H. (2014, 19, 29). Instalación solar fotovoltaica para vivienda

Donde:

Nt número de módulos

Pmpp potencia pico del módulo

H.S.P horas solar pico

PR factor de funcionamiento en este caso 0,65

$$N_T = \frac{89,2}{50 * 4,23 * 0,65}$$

$$N_T = 0,64 \approx 1$$

2.3.7. DIMENSIONAMIENTO CONTROLADOR DE CARGA

Para determinar qué capacidad se necesita que soporte el controlador de carga se realiza el cálculo de corriente máxima que va a soportar el dispositivo por lo que dependiendo de esta corriente se tiene el tipo de regulador.

$$I_{maxC} = N_{pp} * I_{cc}$$

Ecuación 7

Fuente: Rodríguez, H. (2014, 19, 29). Instalación solar fotovoltaica para vivienda

Donde:

Npp: número de paneles en paralelo

Icc: intensidad de cortocircuito en los paneles

Datos

$$N_{pp} = 1$$

$$I_{sc} = 3,09 \text{ A}$$

$$I_{maxC} = 1 * 3,09 \text{ A}$$

$$I_{maxC} = 3,09 \text{ A} \approx 5 \text{ A}$$

Entonces la capacidad del controlador de carga que necesitamos para que soporte toda la energía requerida para el sistema es de 5 amperios nominales a 12V.

En el gabinete del sistema fotovoltaico se encuentran todos los elementos que se calcularon como son la batería con capacidad de 40Ah que se aproxima al valor calculado de 42,45 Ah calculados.

También tenemos el controlador de carga de 10 Amperios nominales a 12/24 voltios mayor al necesario calculado por tema de disponibilidad, además de las protecciones de cada elemento como son el fusible en la línea positiva de la batería, el breaker de protección de salida y suministro y el breaker protección del módulo fotovoltaico que sirve además como switch.

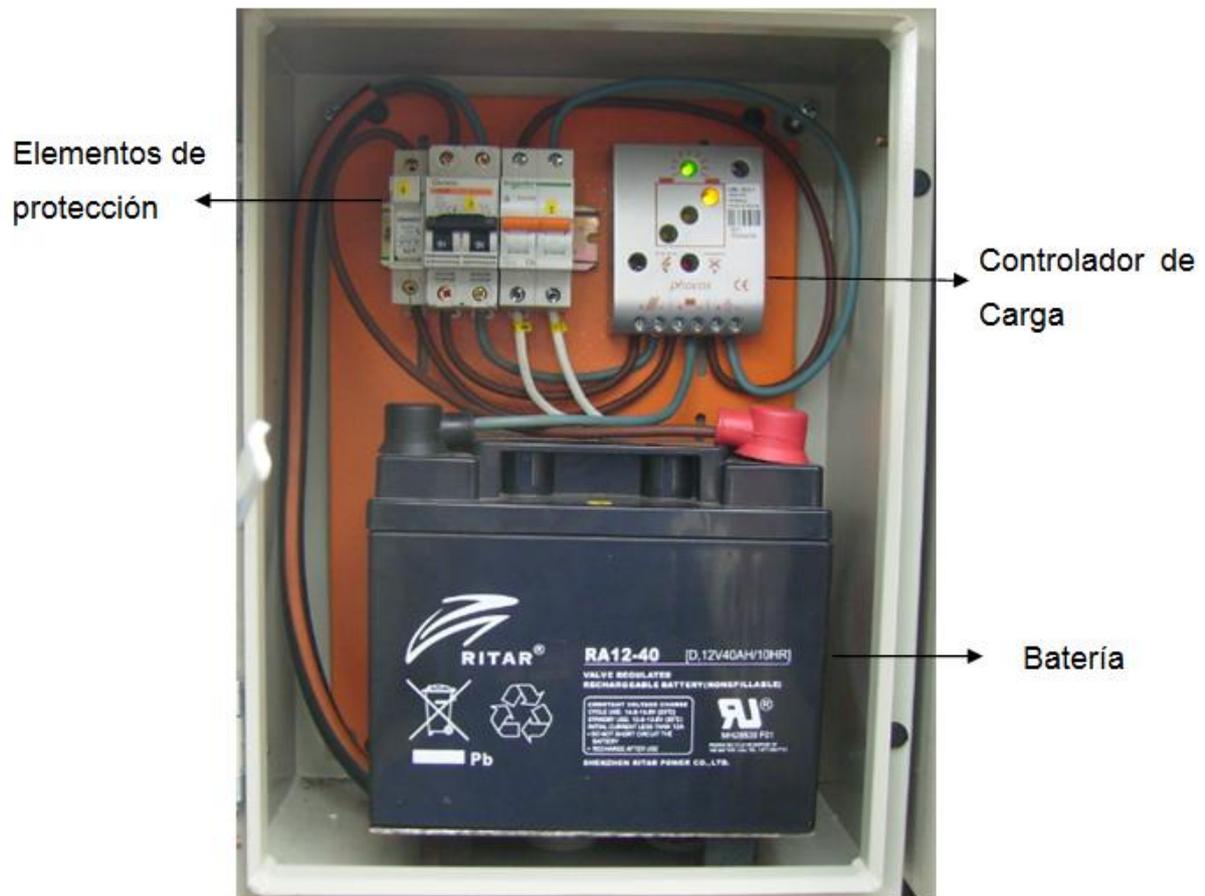


Figura 2.2 Gabinete de los elementos de almacenamiento y suministro

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE ADAPTACIONES Y REDUCTORES

3.1. FUNCIONAMIENTO

Mediante el control de las válvulas mantendremos los niveles de agua de los estanques con una cantidad aceptable de agua para los recambios.

El accionamiento de la válvula se realiza mediante la utilización de una adaptación que permite acoplar el actuador, el encoder y reductor con la válvula.

La señal de control recibida por el micro PLC abre totalmente a la válvula girando 90° desde la posición inicial 0° y al momento de cerrar la válvula regresa a la posición inicial de 0° . La posición de abierto o cerrado completamente interpreta el encoder y la envía al micro PLC.

3.2. DESARROLLO DEL SISTEMA MECÁNICO

3.2.1. DATOS EXPERIMENTALES

El momento necesario para abrir y cerrar la válvula se obtuvo de manera experimental aplicando el principio del momento de rotación mediante el uso de un torquímetro.

Tabla 3.1 *Datos experimentales*

d (m)	T (Nm)	F_t (N)
0.45 m	0.8 Nm	1.77 N
0.047 m	4 Nm	85 N

Entonces F_t aproximada necesaria para abrir y cerrar válvula es de 85N.

3.2.2. DISEÑO DE FORMA

En el control de las válvulas manuales interviene algunos elementos que se ubican en la Figura 3.1 de manera general, como el collarín, la base, el reductor, el actuador.

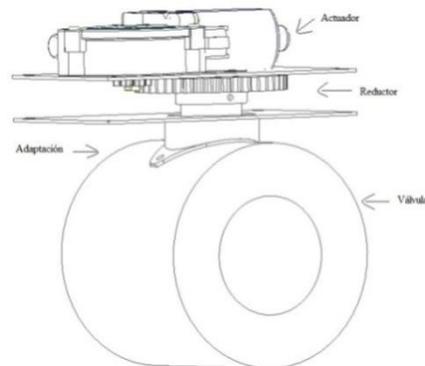


Figura 3.1 *Diseño de forma del acople*

3.2.3. VÁLVULA

La válvula de bola es de $\frac{1}{4}$ de vuelta o sea con un ángulo de 0° a un ángulo de 90° , pues la bola con orificio por donde pasa el fluido gira entre dos soportes que permiten el paso del fluido con un ángulo de 0° y corta el paso del fluido cuando gira la bola 90° cerrando el conducto.



Figura 3.2 *Válvula de bola*

3.2.4. REDUCTOR DE VELOCIDAD

Cuando el movimiento que es generado por el motor con un piñón pequeño va a salir por un engranaje vamos a aumentar el torque.

Este reductor está formado por un sistema de engranajes de dientes rectos debido a su alta eficiencia en bajas velocidades y su facilidad de construcción en el área local, el engranaje de mayor tamaño se denomina rueda o corona y el de menor tamaño se denomina piñón.



Figura 3.3 Engranajes cilíndricos de dentado recto

Fuente: Cándido. (2012, 02, 16). Alma de herrero [Web log post]. Recuperado de <http://almadeherrero.blogspot.com/2012/02/engranajes.html>

3.2.4.1. Índice de transmisión

El índice de transmisión indica el número de vueltas del piñón (rueda conductora) por cada vuelta de la corona. Este número es abstracto, no posee unidad alguna.

$$i = \frac{n_a}{n_b} = \frac{d_b}{d_a} = \frac{z_b}{z_a}$$

Ecuación 8

Fuente: Jütz H., Scharkus E. & Lobert R. (1984) Tablas para la industria metalúrgica. España: Reverté

Donde:

n_a, n_b velocidad en rpm de rueda conductora(a), rueda conducida (b)

d_a , d_b diámetro de rueda conductora(a), rueda conducida (b)

z_a , z_b número de dientes rueda conductora (a), rueda conducida (b)

Del reductor tenemos los siguientes datos:

$z_a = 9$ dientes

$n_a = 5,466$ rad/s = 52,2 rpm

$d_a = 24$ mm

$d_b = 80$ mm

Cálculo de índice de transmisión:

$$i = \frac{d_b}{d_a} = \frac{80}{24} = 3.333$$

Es decir que la rueda conductora gira 3.333 vueltas por cada revolución de la rueda conducida.

Calculo del torque antes del reductor (Torque de entrada)

$$P = F * w$$

Ecuación 9

Fuente: Roldán J. (2013). Organización y montaje mecánico e hidráulico de instalaciones solares térmicas. Madrid: Paraninfo.

Donde:

P potencia en vatios

F torque del motor en Nm

W velocidad angular en rad/s

$$F = \frac{P}{w} \Rightarrow F = \frac{24w}{5,466 \text{ rad/s}} \Rightarrow F = 4.4 \text{ Nm}$$

Cálculo del torque después del reductor (Torque de salida)

Fórmulas de reductores con engranajes o de correas	
Descripción:	Fórmulas:
RPM del motor	$n_{\text{motor}} = n_{\text{carga}} * i$
Torque requerido para acelerar y desacelerar la carga	$T_{\text{acel}}[\text{N-m}] = J_{\text{total}}[\text{Kg-m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}}[\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}}[\text{s}]) * 2 * \pi \div 60$
Torque motor	$T_{\text{motor}} * i = T_{\text{carga}}[\text{N-m}]$

Figura 3.4 Fórmulas para reductores

Fuente: Stepping Systems. (2012, 12). Selección del sistema surestep. Automationdirect. Recuperado de <https://www.automationdirect.com/static/manuals/surestepmanualsp>

$$T_{\text{motor}} * i = T_{\text{rueda conducida}}$$

Ecuación 10

$$T_{\text{rueda conducida}} = 4.4 \text{ Nm} * 3.333 = 14,67 \text{ Nm}$$

3.2.4.2. Relación de transmisión

La relación de transmisión es el inverso del índice de transmisión, indica el número de vueltas de la corona por cada vuelta del piñón.

Por lo que calculamos el número de revoluciones a los que se va a reducir por medio de este mecanismo de transmisión sencilla.

$$\mu = \frac{\omega_{Final}(rpm)}{\omega_{Inicial}(rpm)}$$

Ecuación 11

Fuente: Gracia J., Castejón C. & Rubio H. (2007). Problemas resueltos de teoría de máquinas y mecanismos. Madrid: Thomson.

$$\mu = \frac{15.661rpm}{52.2rpm} = 0.3$$

Este dato nos indica que la rueda conducida va a girar 0.3 vueltas por cada vuelta de la rueda conductora.

3.2.5. ANÁLISIS DE LAS FUERZAS EN LOS ENGRANAJES RECTOS

Las fuerzas en los engranajes rectos actúan a lo largo de la línea de acción que pasa por el punto 0 y para los cálculos se asume que están ubicadas sobre la circunferencia de paso.

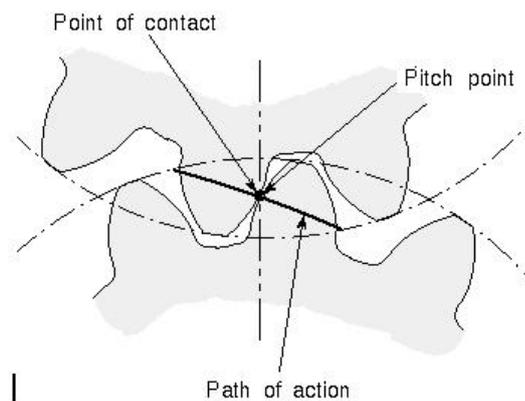


Figura 3.5 *Path of action*

Fuente: Baru, L. (2014, 05, 29). Gear [web log post]. Recuperado de http://ahmadmujahidin.blogspot.com/2014/05/gear_29.html

En los engranajes embonados, estas circunferencias son tangentes entre sí y justamente en el punto que tienen en común las dos circunferencias de paso de los engranes pasa una línea de acción en donde actúan dos fuerzas la de acción y la de reacción.

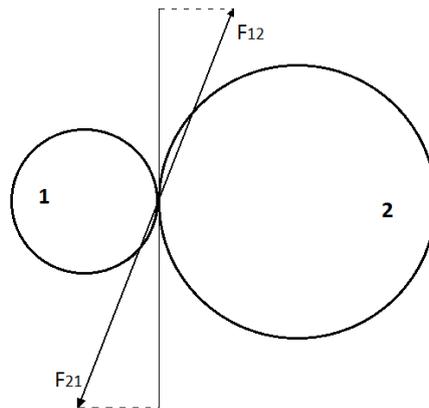


Figura 3.6 Fuerzas en línea de acción

En este punto primitivo la fuerza actuante se descompone en dos fuerzas diferentes, una radial y otra tangencial.

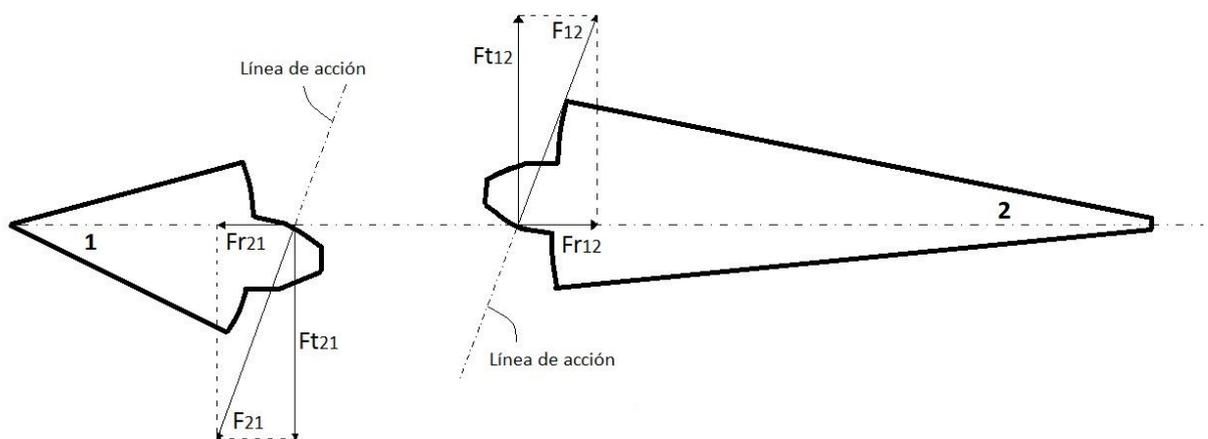


Figura 3.7 Fuerzas actuantes

3.2.5.1. Fuerzas tangenciales

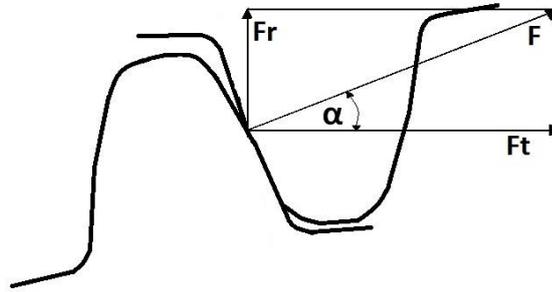


Figura 3.8 Descomposición de fuerzas para el piñón

$$P = F_t * v \Rightarrow F_t = \frac{60P}{2\pi R n}$$

Ecuación 12

Fuente: Mejía A. (2012, 07). Mecanismo de rueda dentada

Donde:

Ft fuerza tangencial

P Potencia en la dirección tangencial del movimiento

v velocidad tangencial

R Radio primitivo

n velocidad de rotación (rpm)

Como fuerza tangencial que transmite el piñón tenemos:

$$F_t = 365.85N$$

3.2.5.2. Fuerzas radiales

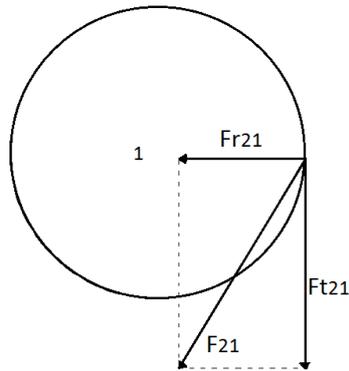


Figura 3.9 Descomposición de fuerzas para engranaje

$$W_r = W_t * \operatorname{tg} \phi$$

Ecuación 13

Fuente: Mott R. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson Educación.

Cálculo de la fuerza radial del piñón

$$W_r = 365.85 N * \operatorname{tg} 20^\circ = 133,15 N$$

3.2.5.3. Fuerzas después de actuador y después de reductor

Reemplazando el valor de la fuerza tangencial (fuerza transmitida) en la siguiente fórmula, sabremos el torque que sale del motor y el torque que sale del reductor y deberá coincidir con los resultados calculados anteriormente.

$$T = F * r$$

Ecuación 14

Fuente: Salas, G. (2008, 08, 10). Extático

Donde:

F fuerza tangencial

r radio primitivo

T torque

$$T = 365,85N * 0,012m$$

$T = 4.39 Nm$ es el torque de salida del motor

$$T = 365,85N * 0,04mT = 14,634Nm$$
 es el torque de salida del reductor

3.2.6. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Existen en la actualidad muchas herramientas y métodos que simplifican los cálculos que se requiere para resolver problemas físicos de la ingeniería en los diferentes casos de modelados.

“Uno de los métodos es el Análisis de Elementos Finitos, el cual divide una pieza en elementos más pequeños llamados nodos, cada nodo se evalúa utilizando un sistema computacional para después hacer un post-procesamiento que genera los gráficos, (...)” (Martínez, 2010, p.2).

Con los cálculos del programa nos dará como resultado una imagen con una escala cromática que permitirá observar zonas críticas dependiendo de las opciones seleccionadas y dependiendo del diseño permitiendo verificar los posibles problemas que podrían darse en la elemento.

Para ver las deformaciones máximas se emplea un factor de escala que aumenta el número de veces los esfuerzos reales que soporta, ya que con esfuerzos reales esto no debe suceder si es un sistema bien dimensionado.

La adaptación consta de dos piezas principales que son las que forman el reductor, la placa inferior que está fija con la superficie de la válvula y que sirve de base para todo el mecanismo del reductor, y también tenemos la placa superior que fija la posición de los elementos adicionales y sirve además de base para el motor del reductor y la carcasa que cierra y protege al todo el mecanismo de agua lluvias o polvo.

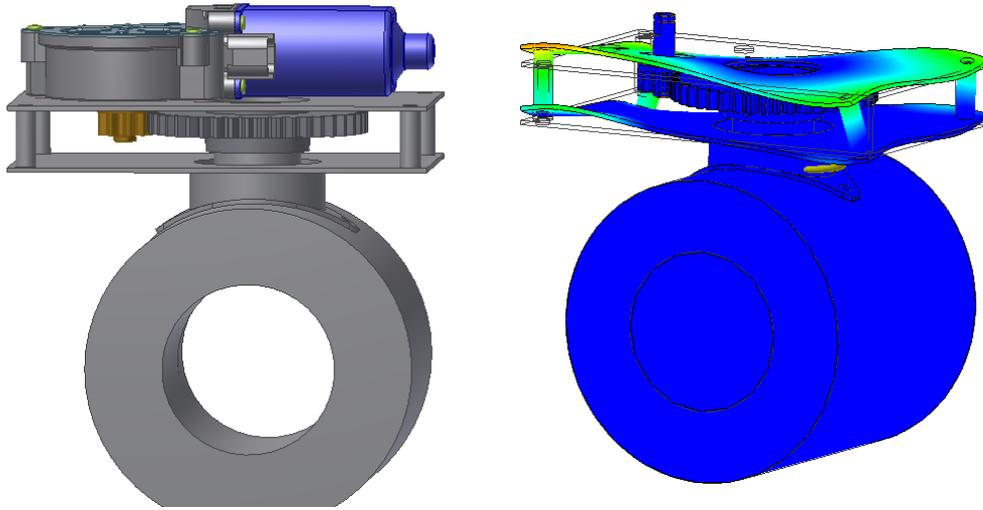


Figura 3.10 *Diseño de la adaptación*

Modelo 1 (Desplazamiento, Tensión Von Mises)

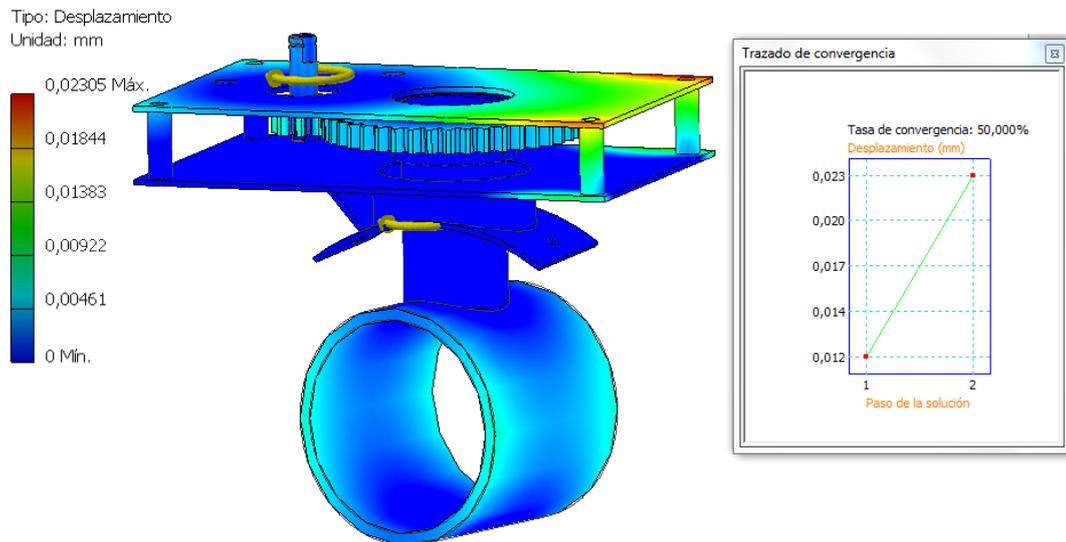


Figura 3.11 *Parte de adaptación crítica a desplazamiento*

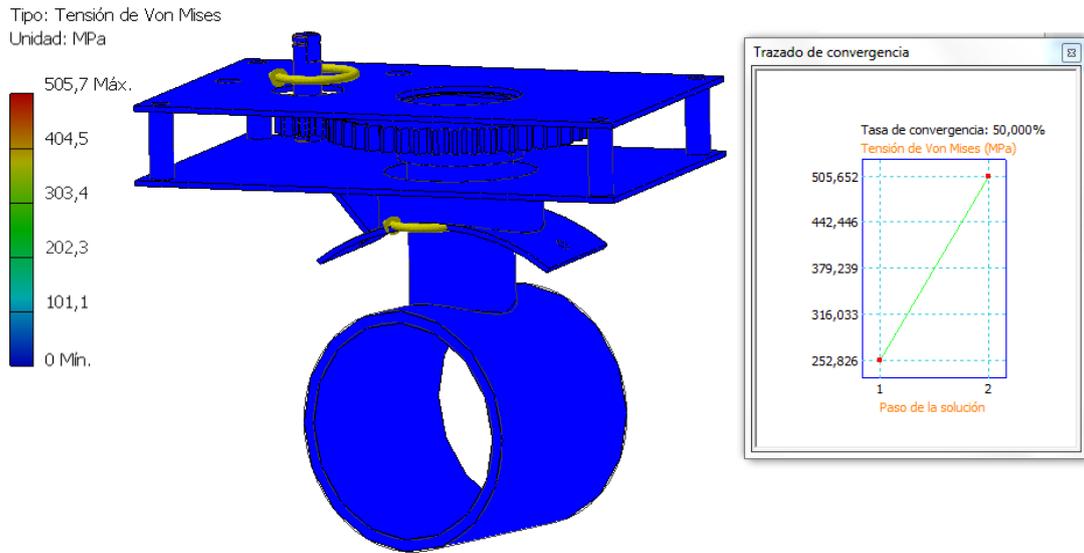


Figura 3.12 Parte de adaptación crítica a tensión

Modelo 2 (Desplazamiento, Tensión Von Mises)

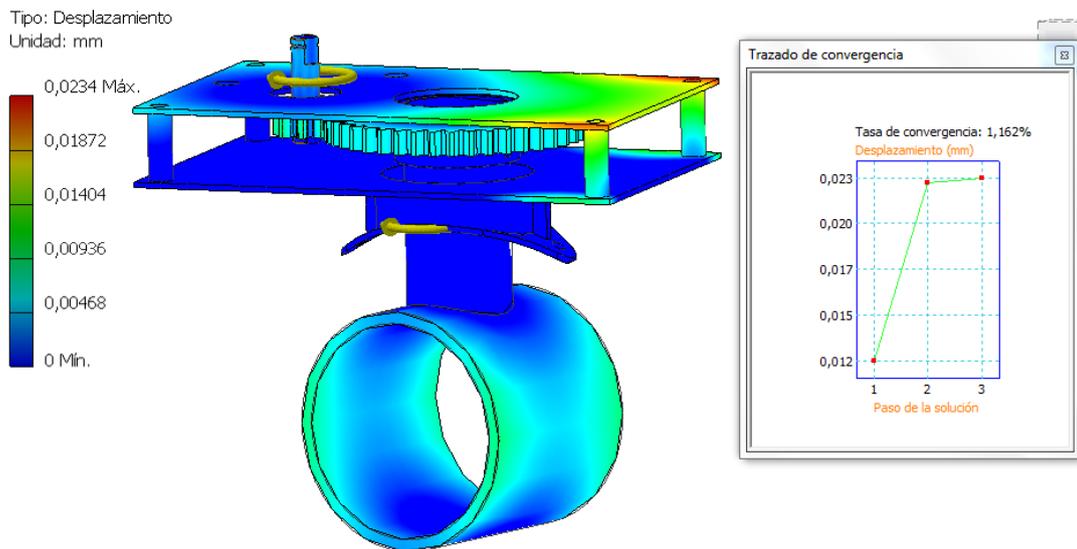


Figura 3.13 Parte de adaptación crítica a desplazamiento

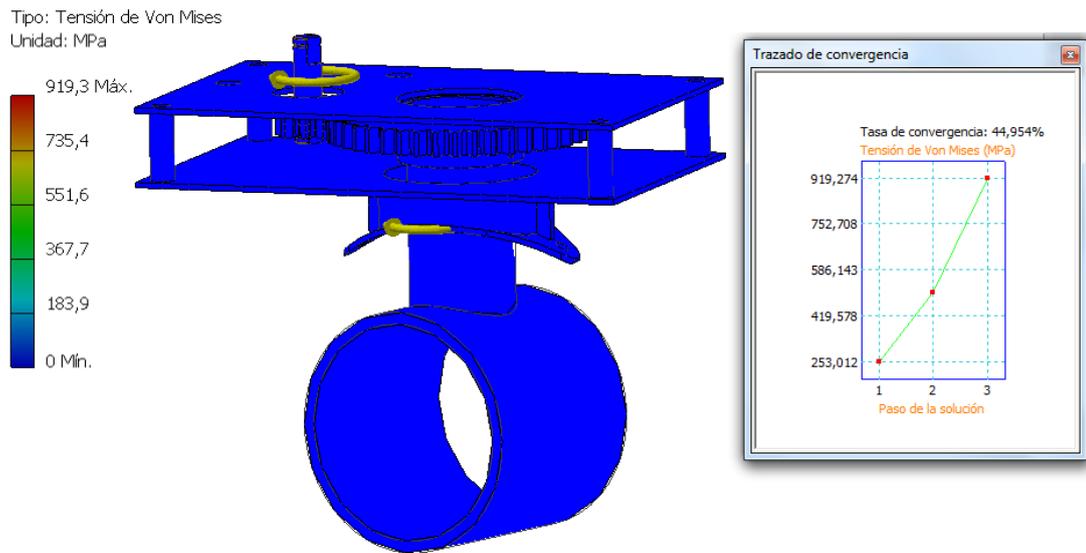


Figura 3.14 Parte de adaptación crítica a tensión

Modelo 3 (Desplazamiento, Tensión Von Mises)

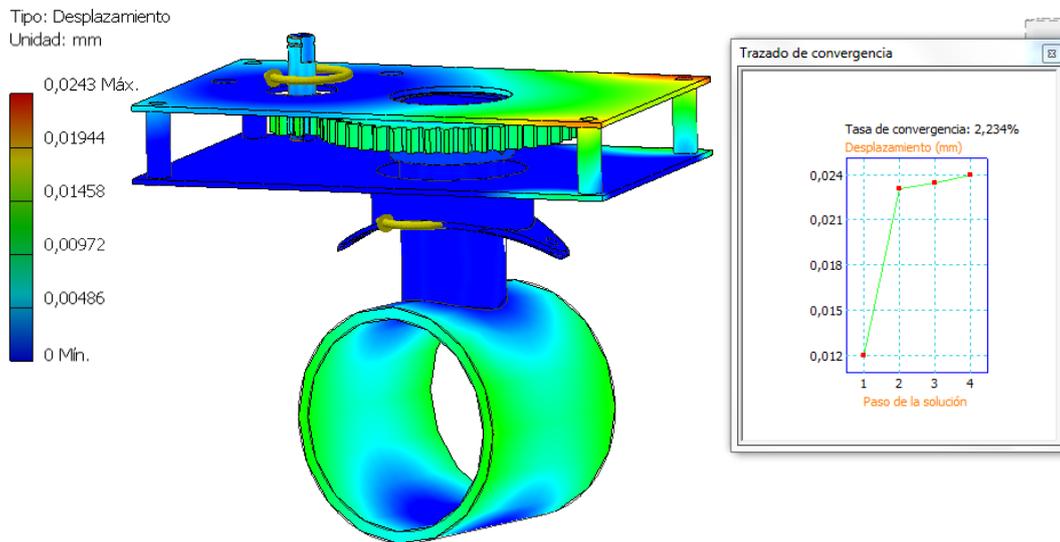


Figura 3.15 Parte de adaptación crítica a desplazamiento

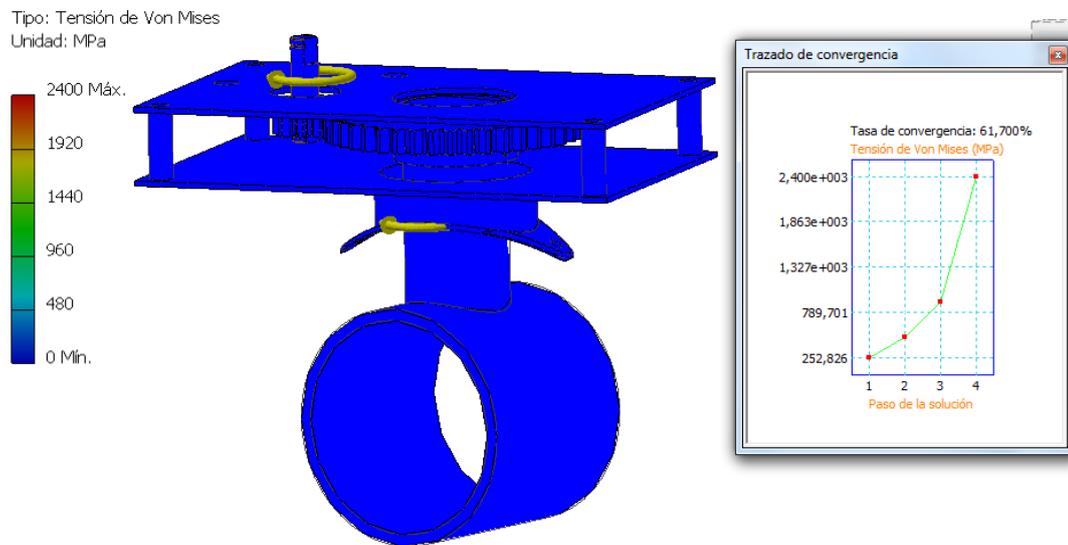


Figura 3.16 Parte de adaptación crítica a tensión

Además de las comparaciones de datos como desplazamientos, tensión de Von Mises entre los modelos, es importante tener presente también el dato de convergencia que mejora la exactitud del resultado final al aumentar elementos en la malla en modelado por lo que indica si el elemento modelado alcanza la convergencia.

También se tomó como variable importante la facilidad de fabricación ya que entre los tres modelos de la adaptación realizados existe muy poca diferencia entre los datos obtenidos, por lo que se toma como principal opción el modelo tres para la fabricación de la adaptación e instalación.

Por lo tanto una vez decidido el modelo tomamos el informe del software autodesk Inventor del diseño de la adaptación que nos indica las opciones que se seleccionaron para realizar los dimensionamientos para la simulación, todos los elementos de la adaptación que intervienen y poder ver los resultados de forma gráfica indicando un nivel máximo y un nivel mínimo.

Además podemos observar de manera gráfica si es el caso, las deformaciones posibles frente a la aplicación de fuerzas externas.

☐ **Material(es)**

Nombre	Acero dulce	
General	Densidad de masa	7,86 g/cm ³
	Límite de elasticidad	207 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345 MPa
Tensión	Módulo de Young	220 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,275 su
	Módulo cortante	0 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,000012 su/c
	Conductividad térmica	56 W/(m K)
	Calor específico	460 J/(kg c)
Nombre(s) de pieza	Pieza 3.ipt PLACA BASE UP.ipt BOCINES.ipt BOCINES.ipt BOCINES.ipt BOCINES.ipt Engranajes rectos Pieza union.ipt Ensamblaje24.iam piñones.ipt 420-1043.ipt 413-1005_MIR.ipt	
Nombre	Acero aleado	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm ³
	Límite de elasticidad	250 MPa
	Resistencia máxima a tracción	0 MPa
Tensión	Módulo de Young	205 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	0 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,000012 su/c
	Conductividad térmica	44,5 W/(m K)
	Calor específico	475 J/(kg c)
Nombre(s) de pieza	Engranaje recto2	

Figura 3.17 Informe de modelación

A continuación se describen las magnitudes de las fuerzas que se aplican en cada elemento que tiene la adaptación.

Torque necesario para abrir la válvula o para cerrar la válvula, y el torque de entrada desde el motor.

Son elementos que intervienen en la funcionalidad de todo el sistema mecánico del reductor para la apertura y cierre de la válvula y permiten observar cómo se comportaría la adaptación mediante la simulación aplicando las magnitudes de las fuerzas de cada una.

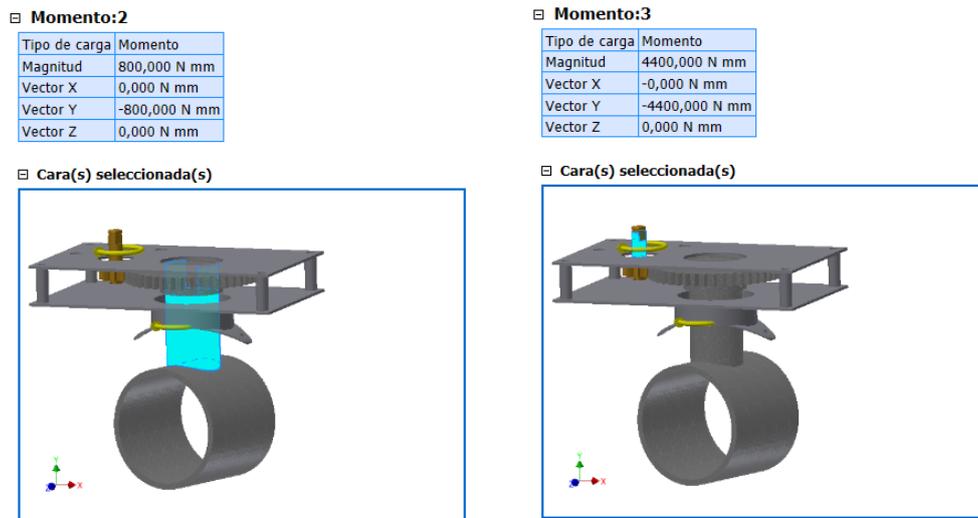


Figura 3.18 Elementos de entrada y salida de torques

La adaptación está fijada a la parte superior de la válvula, además restringe al eje del motor y válvula, se debe a un movimiento de pasador para el desplazamiento giratorio.

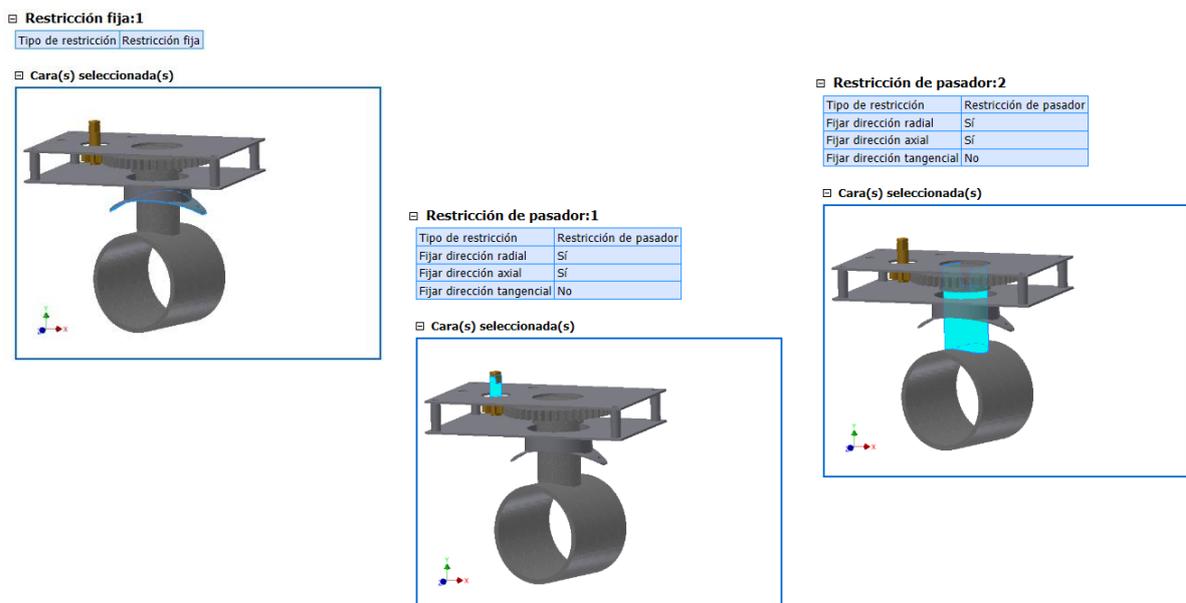


Figura 3.19 Restricciones de movimiento de los elementos

☐ Resultados

☐ Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	11,0779 N	-1,22257 N	3,87977 N m	-0,514826 N m
		0,424637 N		3,84541 N m
		-11,002 N		0,0212397 N m
Restricción de pasador:1	291,205 N	-271,876 N	3,0844 N m	-1,69971 N m
		56,567 N		0 N m
		87,6568 N		-2,57381 N m
Restricción de pasador:2	289,079 N	272,364 N	8,04132 N m	-2,32535 N m
		-56,9709 N		0 N m
		-78,3499 N		-7,69777 N m

☐ Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	311732 mm ³	
Masa	2,44968 kg	
Tensión de Von Mises	0,00000625089 MPa	505,651 MPa
Primera tensión principal	-27,8641 MPa	669,934 MPa
Tercera tensión principal	-154,094 MPa	121,43 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0233654 mm
Coefficiente de seguridad	0,409373 su	15 su

Figura 3.20 Resultados de simulación

Mediante el método (AEF) se construyó la adaptación que puede ser sometida a los diferentes escenarios y posibilidades para poder elegir la que mejor se adapte al sistema, para el modelo final se escogió entre tres diseños simulados con las mismas dimensiones y fuerzas aplicadas.

Coeficiente de seguridad

El factor de seguridad es el valor entre límite de la resistencia del material y la tensión máxima estimada para el diseño. Sí el valor es menor que 1 nos indica que el límite de elasticidad del material se sobrepasa, en este caso tenemos coeficiente de 15.

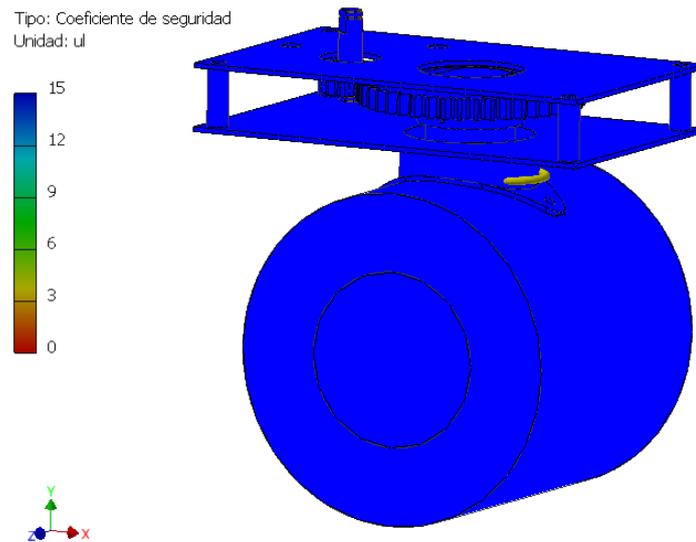


Figura 3.21 *Coeficiente de seguridad*

Tensión de Von mises

Indica los límites para materiales dúctiles y también para calcular la resistencia a la fatiga, mostrándonos de manera visual los puntos más críticos estimados mediante una barra de colores entre máx. y min.

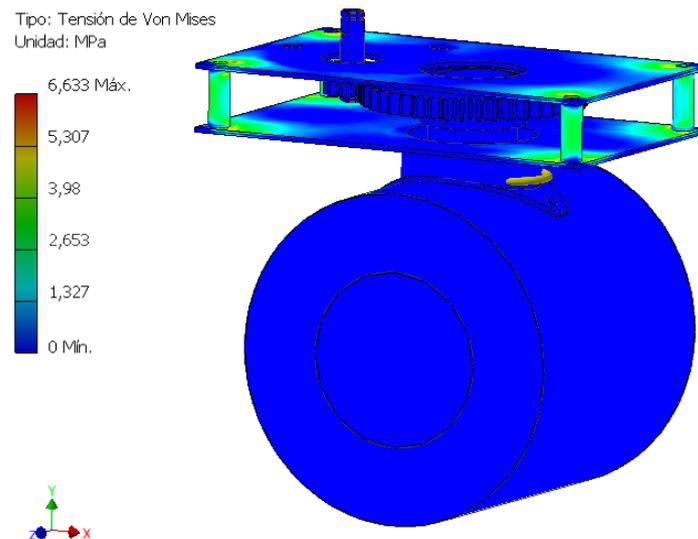


Figura 3.22 *Tensión Von Mises*

Desplazamiento

El cálculo de la deformación se define como el cambio de forma de un elemento cuando se aplica una fuerza, esta se puede visualizar en un esquema de colores y está medido en mm.

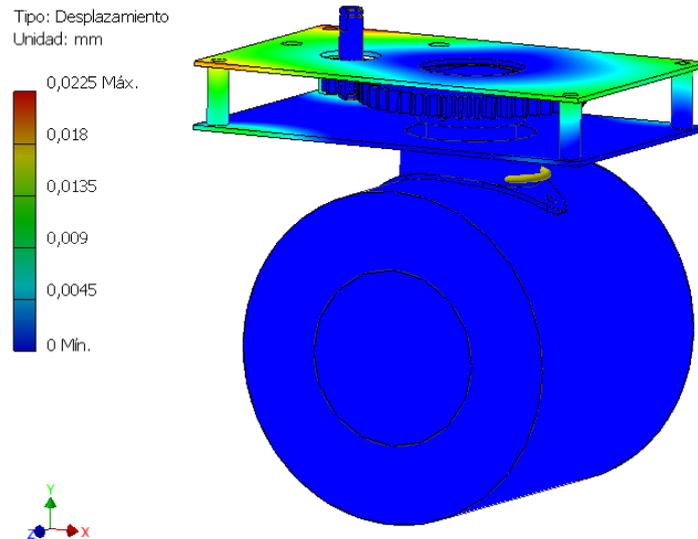


Figura 3.23 *Desplazamiento*

CAPÍTULO IV

4. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO

La función del sistema automatizado debe cumplir con los recambios de agua mediante dos parámetros, la temperatura y el día/hora del recambio.

Para el recambio por medio del parámetro temperatura, debe superar el umbral de 23°C para comenzar el recambio por dos ocasiones, una vez cumplidos los dos recambios finaliza ciclo y está lista para nuevo recambio ya sea por superar umbral de temperatura ó por fecha.

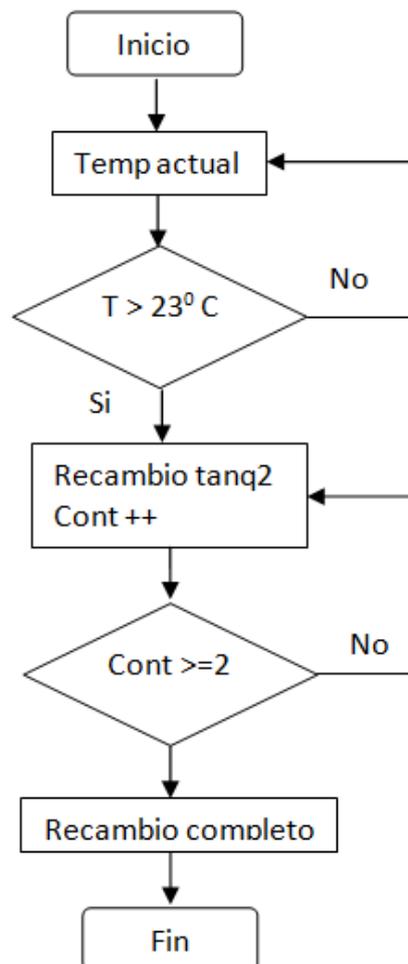


Figura 4.1 Flujograma de recambio por temperatura

También se realiza el recambio mediante el día y la hora que son configurados previamente en el programa del micro PLC, por lo que al momento en que llegue el día y la hora configurada comienza el recambio de agua por dos ocasiones y una vez cumplidos los recambios finaliza y está lista para un nuevo recambio.

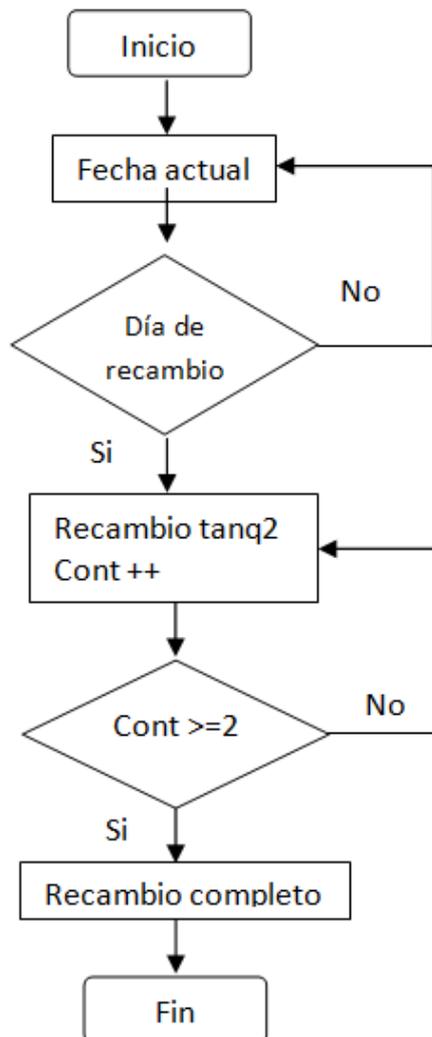


Figura 4.2 *Recambio de agua por día y hora*

4.1.ELEMENTOS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

La automatización de este sistema se los realiza mediante el uso del micro PLC Logo!, también mediante el uso de circuitos con microcontroladores para la construcción de los encoders, un sensor de temperatura e interruptores de nivel,

un módulo de control de giro para la apertura y cierre de las válvulas, y que realizan su respectiva función en los diferentes escenarios como son nivel de agua, temperatura, posición y luego para integrarse a un solo algoritmo que permite el control de todo sistema de cultivo, además permite ver el estado del proceso en curso mediante una HMI con la pantalla TD Logo!

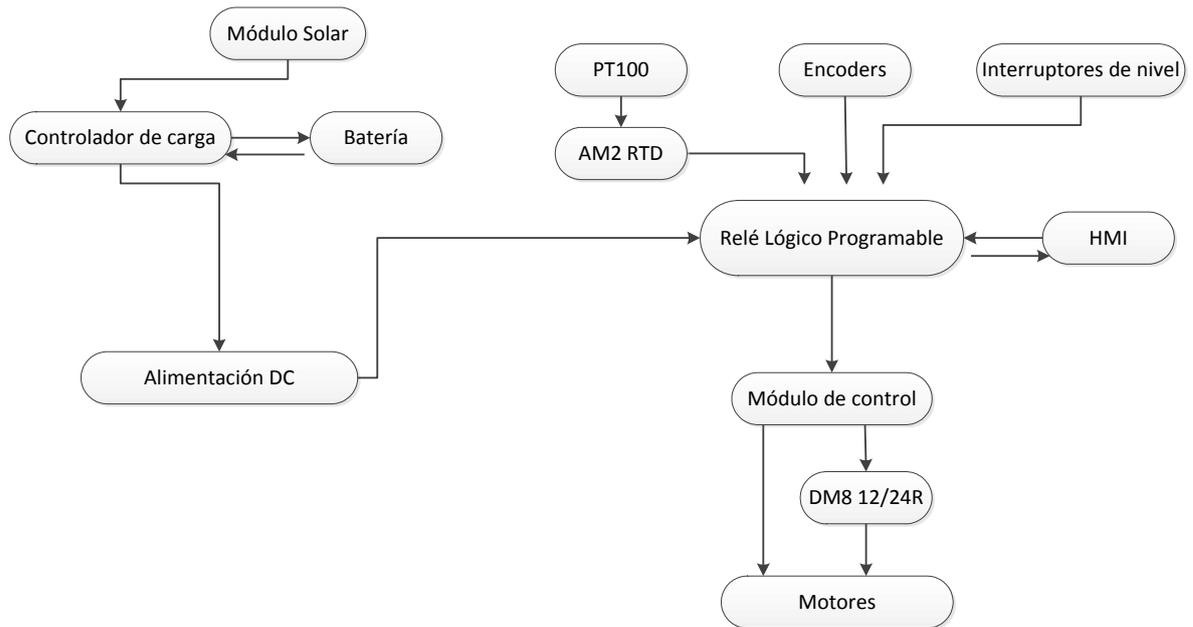


Figura 4.3 Elementos del sistema automatizado

4.2.RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE

El programa principal de todo el sistema automatizado está en el relé lógico programable que recibe las señales de todos los sensores e interruptores que interpretan las variaciones físicas del sistema de cultivo y las envían al micro PLC, para luego interpretar y realizar las diferentes operaciones que controlen los recambios en las diferentes fases del sistema.

También se utiliza un módulo de ampliación DM8 12/24r para poder manejar más salidas de tipo relé que mediante el módulo de control con relés prefabricado de mayor capacidad a las salidas del relé lógico programable se pueda realizar la apertura y cierre de las válvulas.

Además se utiliza el módulo de ampliación AM2 RTD que recibe la señal del pt100 o pt1000, que en este caso es el pt100 y mide la temperatura del agua mediante la resistencia óhmica del pt100 y enviar la señal al relé lógico programable para que interprete esta señal mediante programación y pueda realizar las acciones necesarias del algoritmo de control del sistema.

Los estados de cada proceso de recambio como son: niveles de agua, temperatura, días y hora de recambios, se puede visualizar con la interfaz entre la pantalla TD logo y el módulo lógico programable.

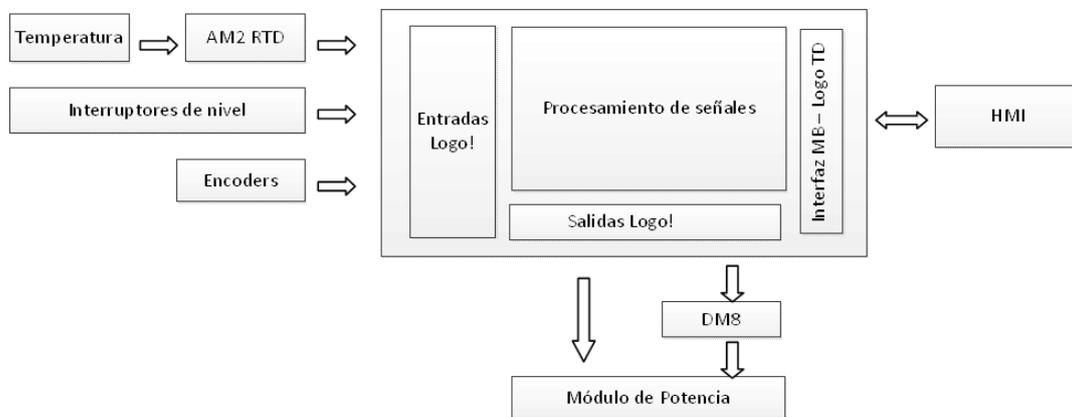


Figura 4.4 Elementos del sistema de control

4.3. ENCODERS

Los encoders son elementos de medición que generan señales digitales en función a un movimiento ya sean por rotación o movimientos lineales.

Estos elementos son capaces de medir movimientos lineales, giratorios al igual que su velocidad.

En el caso del proyecto, se construyó un encoder de acuerdo a nuestra necesidad por lo que procedemos a diseñar el disco y sus ranuras para que pueda interpretar el desplazamiento rotativo, diferenciando entre la posición inicial y posición final mediante sensores fotoeléctricos que cuentan las ranuras que se

desplazan por medio del sensor fotoeléctrico y que envían la señal al circuito del encoder para que se interprete esta señal.

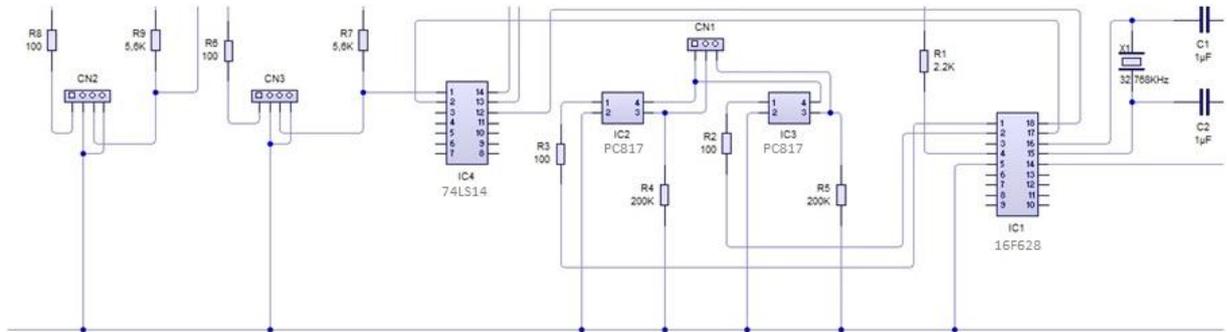


Figura 4.5 Circuito del encoder

El encoder nos permite saber la posición en la que se encuentra la válvula ya sea a 0° (Válvula completamente cerrada) ó 90° (Válvula completamente abierta) y en función a esta posición enviar una señal por medio del circuito con el microcontrolador al PLC para que realice el control de otras variables, como son las salidas que controlan al módulo de control de giro.

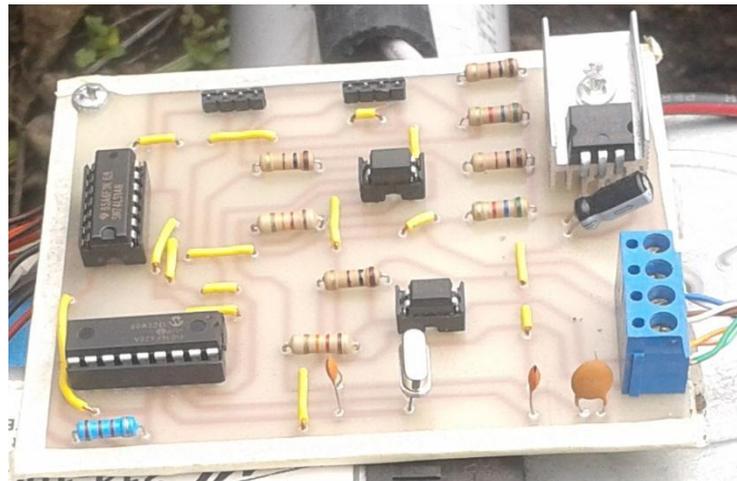


Figura 4.6 Encoder

4.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO

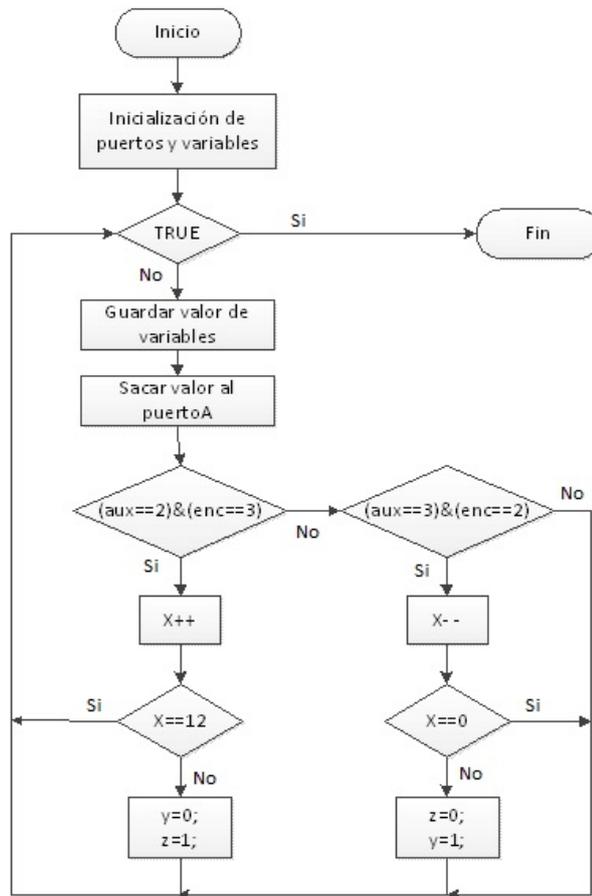


Figura 4.7 Flujograma de funcionamiento del encoder

4.4. CONTROL DE GIRO

El micro PLC recibe la señal del sensor de temperatura que indican las variaciones de temperatura dentro del estanque y en función de esta información realiza el control de las válvulas mediante un sistema on – off y también se tomará en cuenta el controlador las posiciones de las válvulas que indican válvula abierta ó válvula cerrada mediante el encoder de la válvula.

El control de giro de un motor se la puede realizar de diferentes maneras en función de varios parámetros como: el tipo de motor, la corriente que se maneje, el controlador que se utilice, etc.

Para controlar los motores y para posicionar a la válvula en totalmente abierto ó totalmente cerrado se realiza mediante las salidas del micro PLC que permiten la

circulación de corriente cerrando el lazo del circuito aproximadamente por tres segundos para que el motor gire en una dirección manteniendo el otro lazo desconectado y con otra salida del micro PLC cambiar flujo de corriente cerrando el otro lazo para la dirección contraria.

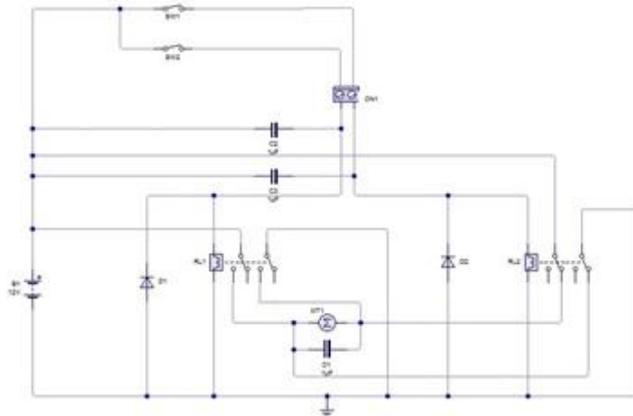


Figura 4.8 Circuito de control de giro para un solo motor dc

Cuando se requiere controlar elementos de consumo de potencia, intensidad, tensión mayores a las que pueden manejar las salidas del relé lógico programable pues se debe optar por el uso de relés de mayor capacidad en las salidas del mismo, contactares de potencia, etc. Dependiendo de la aplicación.

Este módulo permite el control de hasta cuatro motores con las salidas del micro PLC de hasta un amperaje máximo de cinco amperios.

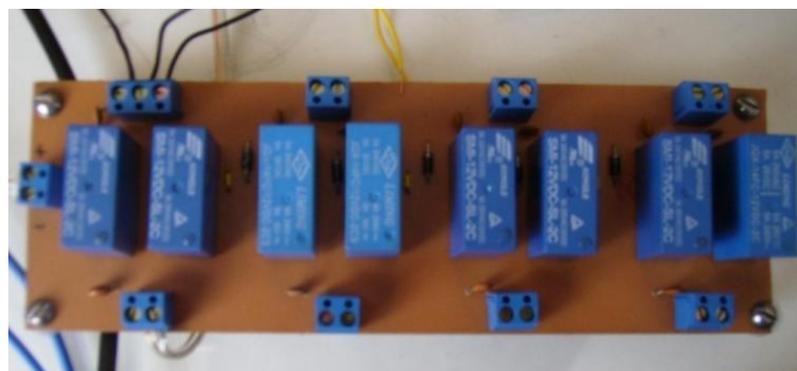


Figura 4.9 Módulo para el control de giro

4.5. INTERRUPTORES DE NIVEL

El switch flotador con contrapeso es el elemento que se utiliza para detectar el nivel de líquidos de posición horizontal que para la aplicación actual tiene dos posiciones que indica, un nivel máximo y un nivel mínimo, mediante contactos envía la señal para el sistema de control y realizar las acciones necesarias por medio de esta señal.

La ventaja de este tipo de elementos para medir niveles de agua es porque en lugares donde hay mucha perturbación en los niveles por la caída de un nivel a otro no varía por intensa que sea la perturbación.

Por lo que al tener la necesidad de saber los niveles mínimo y máximo en lugares donde hay mucha perturbación es el indicado para un resultado exacto sin variaciones.

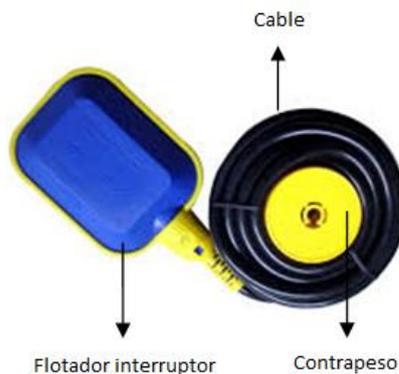


Figura 4.10 *Interruptor flotador con contrapeso*

Tiene una salida común y dos salidas diferentes de las cuales se puede utilizar una independiente de la otra, o solo una línea y el común dependiendo de la aplicación y el algoritmo que se desarrolle.

4.6. SENSOR DE TEMPERATURA

4.6.1. FUNCIONAMIENTO

Se utilizara un PT100 que es un sensor de temperatura hecho de platino y que al aumentar la temperatura aumenta la resistencia eléctrica.



Figura 4.11 *Pt100 siemens*

4.6.2. CARACTERÍSTICAS

El sensor de temperatura Siemens pt100 contiene en su interior un dispositivo termo resistivo (PT100) que aumenta o disminuye su resistencia en función de la temperatura a la que se encuentra sometido.

Este incremento de la resistencia del pt100 sometido a la temperatura es creciente, característico del platino.

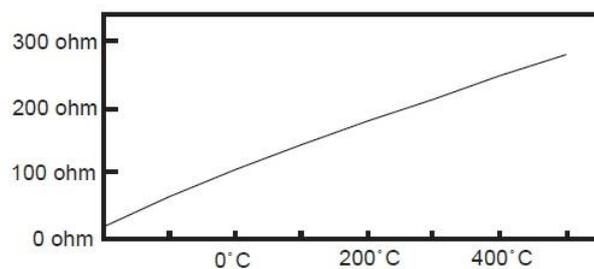


Figura 4.12 *Comportamiento del Pt100*

Fuente: Arian. (2010). Pt100, su operación, instalación y tablas. Electro industria.

Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1478>

El pt100 es un elemento que no genera de manera independiente ninguna diferencia de potencial por lo que necesita ser conectado a un elemento intermedio en este caso el AM2 PT100.

Este módulo intermedio va a recibir las variaciones de la resistencia del sensor y luego enviarlas al sistema de control con parámetros adecuados, linealizando la respuesta.

4.7.MODULO AM 2RTD

Es un módulo analógico de ampliación que dispone siemens para el micro plc logo que realiza la medición de temperatura de manera directa, permitiendo medir simultáneamente hasta dos temperaturas diferentes mediante dos entradas a las que se puede conectar una termo resistencia pt100 ó una pt1000.

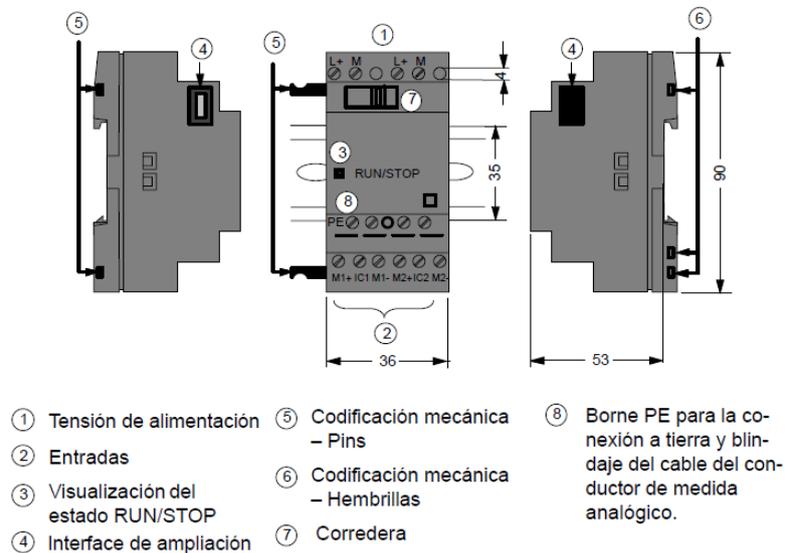


Figura 4.13 Módulo AM2 RTD

Fuente: Siemens. (2003). Logo! Manual. Recuperado de https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf

Este módulo convierte la resistencia de la pt100 en un rango de medición entre -50^o a 200^o.

4.7.1. CONEXIÓN DE UN TERMORESISTENCIA

Es posible conectar una termo-resistencia PT100 al módulo de ampliación AM2 RTD utilizando los tipos de conexión de dos hilos y de tres hilos.

En este caso se realizó la conexión a tres hilos.

4.7.1.1. Conexión a dos hilos

Para la conexión de tres hilos se debe ubicar en el módulo una conexión en cortocircuito entre los bornes M1+ con IC1 ó M2+ con IC2, como se indica en la siguiente figura. Este tipo de conexión no es recomendable para grandes distancias pues no corrige la variación de la temperatura con la resistencia del conductor.

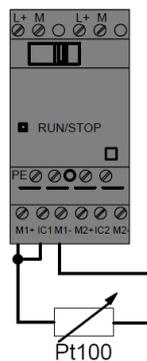


Figura 4.14 *Conexión a dos hilos*

Fuente: Siemens. (2003). Logo! Manual. Recuperado de https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf

4.7.1.2. Conexión a tres hilos

Con el tipo de conexión a tres hilos se evita que la longitud del conductor con determinada resistencia óhmica influya en el resultado de medida, y realiza la compensación de pérdidas.



Figura 4.15 *Conexión a tres hilos*

Fuente: Siemens. (2003). Logo! Manual. Recuperado de https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf

4.8.MÓDULO DE AMPLIACIÓN DM8

Este módulo de ampliación nos permite usar cuatro salidas y cuatro entradas adicionales que se pueden conectar al micro PLC Logo, permitiendo utilizar en el programa estos recursos y completar el proyecto.

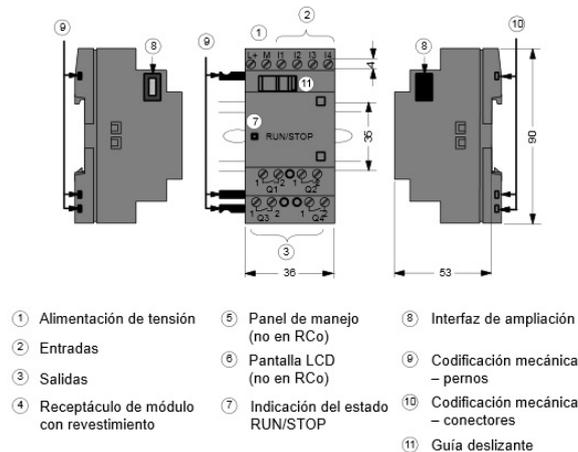


Figura 4.16 Módulo DM8

Fuente: Siemens. (2003). Logo! Manual. Recuperado de https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf

4.9.LOGO! TD

La Pantalla Logo! TD permite visualizar los diferentes estados de las diferentes etapas, como niveles de agua de los estanques, temperatura actual del estanque de engorde, el día y la hora en los que se va a realizar los recambios de agua y permite revisar las diferentes opciones mediante los pulsadores F1 atrás y F4 adelante.

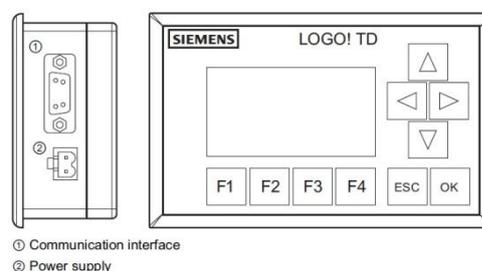


Figura 4.17 Pantalla LOGO! TD

Fuente: Siemens. (2003). Logo! Manual. Recuperado de https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf

4.10. INSTALACIÓN DE GABINETES

Los gabinetes del sistema de control tienen un grado de protección IP 64 e indica que los elementos que están en el interior están protegidos totalmente del polvo por su primer dígito y protegido contra proyecciones de agua en todos los sentidos hasta de 10 litros por min, por el segundo dígito.

Este grado de protección es muy importante pues los gabinetes se encuentran en campo abierto y están únicamente cubiertos en la parte superior por el panel solar por lo que están expuestos a este tipo de factores externos como son el polvo, salpicaduras de agua lluvia, etc.



Figura 4.18 *Instalación completa y partes del panel frontal*

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El sistema fotovoltaico permite poner en marcha el control de recambios automático sin necesidad de tendidos eléctricos, ni transformadores. Además tiene la posibilidad de ampliación para suministrar más energía.
- El reductor es una solución más económica y eficiente para este tipo de aplicaciones sencillas que adaptadas a las válvulas permiten ahorrar recursos y mejorar procesos.
- El módulo de potencia tiene la capacidad de controlar hasta 4 motores, este diseño permite evitar rebotes y arcos al momento en que se abre o cierra el circuito, también cuenta con la respectiva protección de las bobinas.
- El interruptor de nivel es la mejor opción para este tipo de aplicación ya que al momento de medir el nivel con las perturbaciones en el agua no hay variaciones en la señal de salida
- El encoder diseñado para detectar la posición de la válvula entre 0° y 90° puede ser ampliado para más precisión mediante la variación del programa.
- El TD Logo! nos permite dar el seguimiento del proceso de manera que no sea necesario la inspección in-situ de toda el área en donde está el sistema automatizado cada vez que se necesite revisar el estado del proceso.

- El relé lógico programable permite el control de cuatro motores pero si es necesario el control de más válvulas, únicamente se amplía el programa y se añade un módulo de ampliación con salidas de relé.

5.2.RECOMENDACIONES

- Los módulos de potencia y alimentación deben ser manejados por personal capacitado y con las respectivas protecciones pues se maneja altos amperajes.
- Desconectar los módulos fotovoltaicos al momento en que se quiera realizar la limpieza y así evitar daños en las células fotovoltaicas.
- Para añadir más elementos que consuman energía se debe redimensionar el sistema fotovoltaico en función del nuevo consumo.
- Usar cable apantallado para el envío y recepción de señales que envían y reciben los elementos como sensores, interruptores, el relé lógico programable y así evitar distorsiones en la señal evitando que en el procesamiento haya errores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CREUS, A. (2011). Instrumentación Industria (8va. Ed). España: Marcombo.
- HIBBELER, R.(2006). Mecánica de materiales (6ta. Ed.). México: Pearson Educación
- COLLAGUAZO, G. Sistemas Microprocesados.
- KOSOW, I (2006) Control de máquinas eléctricas (1era edición), Barcelona: Reverté S.A.
- BUDYNAS, R. & NISBETT, J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (8va. Ed.). México: McGraw-Hill.
- FITZGERALD, A. (2004). Máquinas Eléctricas (6ª. ed.). México: Mcgraw-Hill.
- GARCÍA, E. (2008). Compilador CCS y simulación para microcontroladores PIC (1era. Ed.). México: Alfaomega
- ESCALONA, I. (2007). Transductores y sensores en la automatización industrial. Argentina: El cid
- DANERI, P. (2008). Plc: automatización y control industrial (1era. Ed.). Argentina: HASA
- ACEDO, J. (2007). Instrumentación y control básico de procesos. España: Díaz de santos.
- REHG, J. (2007). Programmable Logic Control. Pennsylvania: Prentice Hall.
- CASA, M. Instalaciones solares fotovoltaicas. España: Marcombo
- Castejón A. & Santamaría G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. España: EDITEX Editorial
- García, M (1999). Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo. España: IEPALA editorial.

Jütz H., Scharkus E. & Lobert R. (1984) Tablas para la industria metalúrgica. España: Reverté

Roldán, J. (2013). Organización y montaje mecánico e hidráulico de instalaciones solares térmicas. Madrid: Paraninfo.

Mott, R. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson Educación.

Díaz T. & Carmona G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Madrid: McGraw-Hill.

Mayer, Elisabeth. (2012, 05, 17). Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. Aqua Feed. Recuperado de <http://aquafeed.co/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces/>

Nicovita. Manual de crianza tilapia (p. 7). Recuperado de <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Lovshil. (2005, 08, 05). Raceway cultura of tilapia. Auburn University. Recuperado de http://www.ag.auburn.edu/fish/image_gallery/details.php?image_id=1298

Joe Holz. (02, 08). Kasco Marine Aerators in Intensive Tilapia Farming. Kasco. Recuperado de <http://www.kascomarine.com/kasco-marine-aerators-in-intensive-tilapia-farming/>

Olivo A. (16 de noviembre 2008). El riesgo de la radiación ultravioleta. El telégrafo. Recuperado de <http://uv.exa.ec/infografia.htm>

CIE. (2008, 08). Atlas solar del Ecuador. Recuperado de http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf

Atmospheric Science Data Center. Surface meteorology and Solar Energy. Recuperado de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets%40nrcan.gc.ca&step=1&lat=0&lon=-78&submit=Submit>

Moreno, A. B. (2013, 11, 12). Dimensionado de una instalación fotovoltaica aislada. Autoconsumamos. Recuperado de <http://www.autoconsumamos.com/dimensionado-instalacion-fotovoltaica-aislada-metodo-del-mes-mas-desfavorable/>

Rodríguez, H. (2014, 19, 29). Instalación solar fotovoltaica para vivienda. Ingemecánica. Recuperado de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html#seccion41>

Stepping Systems. (2012, 12). Selección del sistema surestep. Automationdirect. Recuperado de <https://www.automationdirect.com/static/manuals/surestepmanualsp/surestepmanualsp.pdf>

Baru, L. (2014, 05, 29). Gear [web log post]. Recuperado de http://ahmadmujahidin.blogspot.com/2014/05/gear_29.html

Mejía A. (2012, 07). Mecanismo de rueda dentada [web blog post]. Recuperado de <http://blog.utp.edu.co/adriamec/files/2012/07/Leccion12Engranajes.pdf>

Arian. (2010). Pt100, su operación, instalación y tablas. Electro industria. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1478>

Siemens. (2003). Logo! Manual. Recuperado de https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf

Valer, R. (2012, 12, 06). Como dimensionar un sistema fotovoltaico aislado [web log post]. Recuperado de <http://solucionessolares.blogspot.com/2012/06/como-dimensionar-un-sistema.html>

Cándido. (2012, 02, 16). Alma de herrero [Web log post]. Recuperado de <http://almadeherrero.blogspot.com/2012/02/engranajes.html>

Salas, G. (2008, 08, 10). Extático [web log post]. Recuperado de http://extatico.es/blog_ext/?cat=5&paged=6

ANEXO 1 ANÁLISIS ECONÓMICO

ANÁLISIS DE COSTOS DE ELEMENTOS

Para realizar el análisis económico de todo el sistema automatizado se toman todos los elementos que intervienen en su diseño, construcción, instalación, material eléctrico, electrónico y mecánico además de los imprevistos y transporte.

En este análisis económico únicamente se toma en cuenta el costo de su diseño, construcción e implementación esto en comparación con la opción del la instalación del tendido eléctrico con datos aproximados de EMELNORTE para el tendido eléctrico.

MATERIALES

Tabla 1

Precio de elementos mecánicos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/U	TOTAL
Engranajes	3	45	135
Planchas x 3mm acero recortadas	6	10	60
Pernos sujeción	18	1,50	27
Separadores	12	5	60
Caja de protección	3	10	30
Válvula PVC 4"	3	45	135
Sub-Total			447

Tabla 2

Precio de elementos eléctricos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/U	TOTAL
Cable 14 AWG	40	0,7	28
Cable de 3 hilos concéntrico	40	1,2	48
Gabinete 40x30x20	2	51,78	103,56
Compuerta interna	1	21	21
Canaleta ranurada	2	4	4
Breaker riel 4A	1	5	5
Breaker riel 4A doble	1	6,72	6,72
Porta fusible din	1	2,8	2,80
Cable doble encauchado 2x6	2	10,08	20,16
Remache 3/16 x 1/2	12	0,04	0,48
Interruptor de nivel	2	20	40
Motor 12V	3	40	120
Sub-Total			399,72

Tabla 3

Precio de elementos electrónicos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/U	TOTAL
Relay 12V	8	3	24
Elementos electrónicos	1	50	50
Baquelitas 20x10	2	1,5	3
Tomillos y separadores	16	0,20	3,20
Cable flexible 16 AWG	10	0,20	2,5
Relé Lógico Programable Logo!	1	114,5	114,5
Pantalla TD logo	1	140	140
Logo! Power	1	79	79
Módulo de ampliación AM2 RTD	1	91	91
PT100 industrial	1	50	50
Módulo de ampliación 12/24 r	1	65	6
Cable 3 hilos concéntrico 16 AWG	1	30	30
Sub-Total			593,2

Tabla 4

Precio de elementos del sistema fotovoltaico

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/U	TOTAL
Panel solar 50W – 12V	1	190	190
Batería 12V	1	130	130
Controlador 5A	1	30,80	30,80
Gabinete	1	54	54
Sub-Total			404,80
Total			1844,72

IMPREVISTOS Y TRANSPORTE

Para calcular los costos de los imprevistos y transporte se va a tomar el 5% del total de los materiales.

Imprevistos = Total de elementos (0,05)

= 92,23 dólares

El costo del transporte para llevar materiales para la instalación se toma 50 dólares.

COSTO TOTAL DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

Tabla 5

Costo total del sistema

Descripción	Costo
Materiales	1844,72
Imprevistos y transporte	142,23
Total	1986,95

COSTO APROXIMADO DEL TENDIDO ELECTRICO

El tendido eléctrico debe ser pagado por el propietario cuando la distancia de la acometida es mayor a 60m. Los valores aproximados se muestran en la siguiente tabla para una distancia aproximada de 3km necesaria para la comparación de una inversión del proyecto con la instalación del sistema automatizado

Tabla 6

Valores aproximados del tendido eléctrico

Elementos	unidades	Costo total
Postes	u	8200
Transformador	u	3000
Conductores	m	6000
Elementos varios	u	2000
Armada de estructura	u	2000
Transporte	u	2000
Tendido	u	700
Instalación de postes	m	2000
Total		23900

PAY-BACK CON CASH FLOW UNIFORME

Para saber el tiempo de recuperación de inversión A (Tendido eléctrico) y la inversión B (Sistema automatizado) y para determinar de las dos inversiones el más importante, vamos a utilizar datos aproximados para proyecto con flujo de caja anual mínimo y el método pay back con cash flow uniforme.

Pay-back = inversión inicial / flujo de caja uniforme

Inversiones	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión A	-1986,95	4800				
Inversión B	-23900	4800	4800	4800	4800	4800

La inversión A se recuperará en 1 año

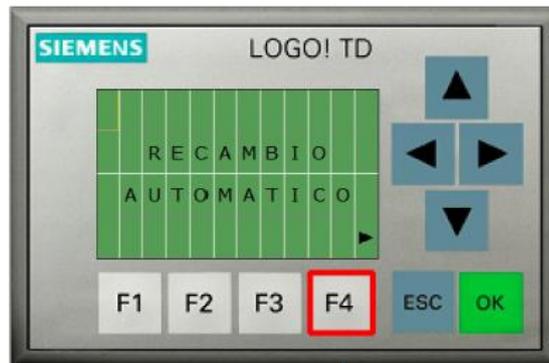
La inversión B se recuperará en casi 5 años

También se debe tener presente que para el presupuesto disponible no es necesario invertir tal cantidad de dinero (inversión B) únicamente para las necesidades actuales, por lo que es mejor la instalación fotovoltaica aislada de manera independiente para determinadas funciones y necesidades actuales.

ANEXO 2 MANUAL DE USUARIO PARA LA HMI

HMI

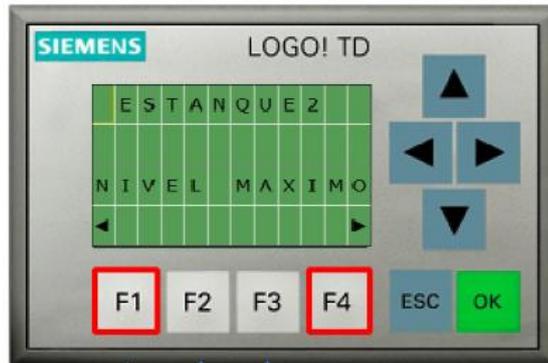
En la pantalla principal tenemos el mensaje de recambio automático, que indica que el sistema está en funcionamiento.



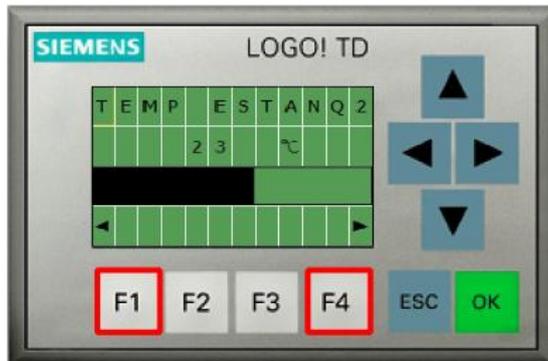
Mediante la tecla F4 del Logo! TD podemos ingresar al submenú siguiente en donde podemos supervisar el estado de los niveles del estanque 1, está pantalla permanece activa 20 segundos suficientes para verificar el estado del proceso y luego regresa a la pantalla principal ó también con la tecla F1 podemos regresar al menú anterior.



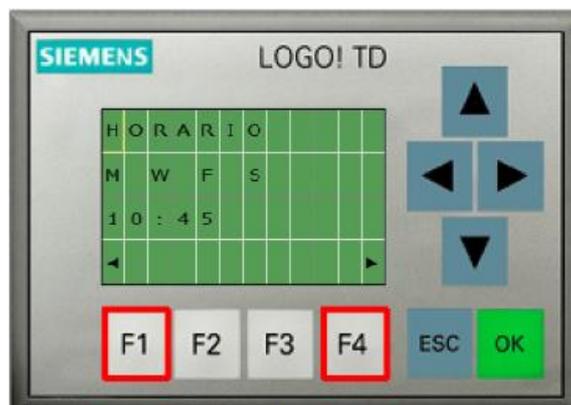
De igual manera con la tecla F4 podemos seguir seleccionando los submenús, en este caso es el recambio del estanque 2 y permanecerá la pantalla 20 segundos suficientes para verificar los niveles del estanque 2 ó se puede retornar al submenú anterior con la tecla F1 y al siguiente submenú con la tecla F4.



De la misma manera con las teclas F1 y F4 podemos dirigirnos al submenú que permite verificar la temperatura del estanque 2 (temp estanq 2).



Y por último podemos verificar los días y la hora del recambio que están configurados. Con la tecla F4 podemos regresar a la pantalla principal ó después de 20s, y con la tecla F1 regresar a los submenús anteriores.



ANEXO 3 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Funcionamiento del sistema en condiciones normales

En el gabinete 1 comprobar los estados iniciales en funcionamiento normal del sistema de captación y almacenamiento de energía.

Verifica porta fusible que sirve para encender controlador de carga, revisar breaker que está entre la salida del panel solar y el controlador de carga para comenzar con la carga de la batería y verificar función normal del panel solar.

En funcionamiento normal, el controlador muestra el estado de la carga de la batería y el estado de la carga de los paneles solares. Adicionalmente, cualquier descenso del estado de la carga (SOC) se señala acústicamente.

Visualización de la carga

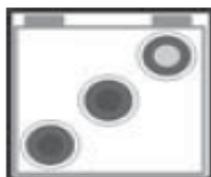


El módulo solar
suministra electricidad
(LED encendida)

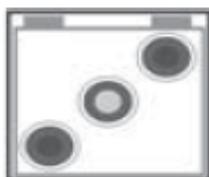


El módulo solar no
suministra electricidad

Visualización del estado de la carga



>75%



25-75%



<25%



destellos: <10%

El porcentaje indica la relación entre la energía disponible de una batería completamente cargada, y el mínimo indicado con Desconexión por Bajo Voltaje.

En el gabinete 2 verificar estados iniciales en funcionamiento normal de las entradas del micro plc logo, los valores son los siguientes:

I1 (Int flotador 1)	12,41V
I2 (Encoder V1)	0,09 V
I3 (Int flotador 1)	0 V
I4 (Encoder V1)	0,05 V
I5 (Encoder V3)	0,05 V
I6 (Int flotador 2)	0 V
I7 (Encoder V3)	0,05 V
I8 (Int flotador 2)	12,36 V
I9 (Encoder V2)	0,04 V
I10 (Encoder V2)	0,06 V
I11 (Pulsador 1)	0 V
I12 (Pulsador 2)	0 V

Si hay variación en alguno de los valores verificar línea de origen para inspección.

Interpretación de errores

Los datos de inicio sirven de base para interpretar y facilitar la detección de errores.

Problema	Posible error
Variación de valor en estados iniciales de encoder	Cables en salidas ó entradas del encoder flojos Fusible de protección de encoder flojo o roto

Mantenimiento general preventivo

El sistema fotovoltaico no necesita mantenimiento fuera de la revisión regular de polvo, insectos que podrían interferir en el funcionamiento normal del controlador de carga.

Para el modulo fotovoltaico se debe realizar la limpieza de la superficie de manera regular por temas de polvo, insectos, hojas. Por lo que primero se debe desconectar breaker entre el módulo fotovoltaico y el controlador de carga para abrir circuito de módulo y evitar daños de las células fotovoltaicas.



En el gabinete de control verificar cables flojos, polvo, insectos que podrían afectar el buen funcionamiento del sistema además de la verificación de los valores iniciales.

ANEXO 4 MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL CONTROLADOR DE CARGA

Si tiene alguna duda consulte con el vendedor.

Recomendaciones de Uso

El controlador se calienta mientras está en funcionamiento.

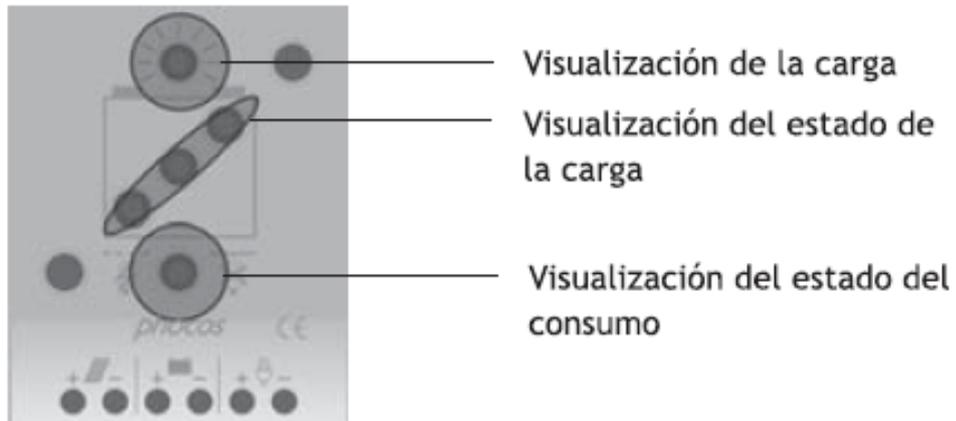
El controlador no requiere ningún mantenimiento o revisión. Quite el polvo con un trapo seco.

Es importante que la batería se cargue completamente con frecuencia (al menos una vez por mes). De otro modo, la batería estará permanentemente dañada.

Una batería solo puede estar completamente cargada si durante los consumos no se pierde mucha energía. Tenga esto en cuenta, especialmente si instala consumos adicionales.

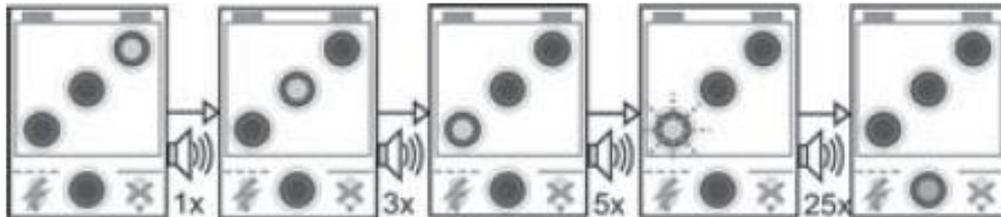
Funciones de Visualización

El controlador dispone de 5 LEDs y de una señal acústica de aviso.



Señales acústicas

El descenso del estado de la carga (SOC) se indica mediante una señal acústica.



Se desconectan los consumos aprox.. 1 minuto después de una serie de 25 pitidos.

Visualización del estado del consumo

En caso de descarga profunda o sobrecarga/cortocircuito de la carga, se desconecta la salida del consumo. Esto se indica por:



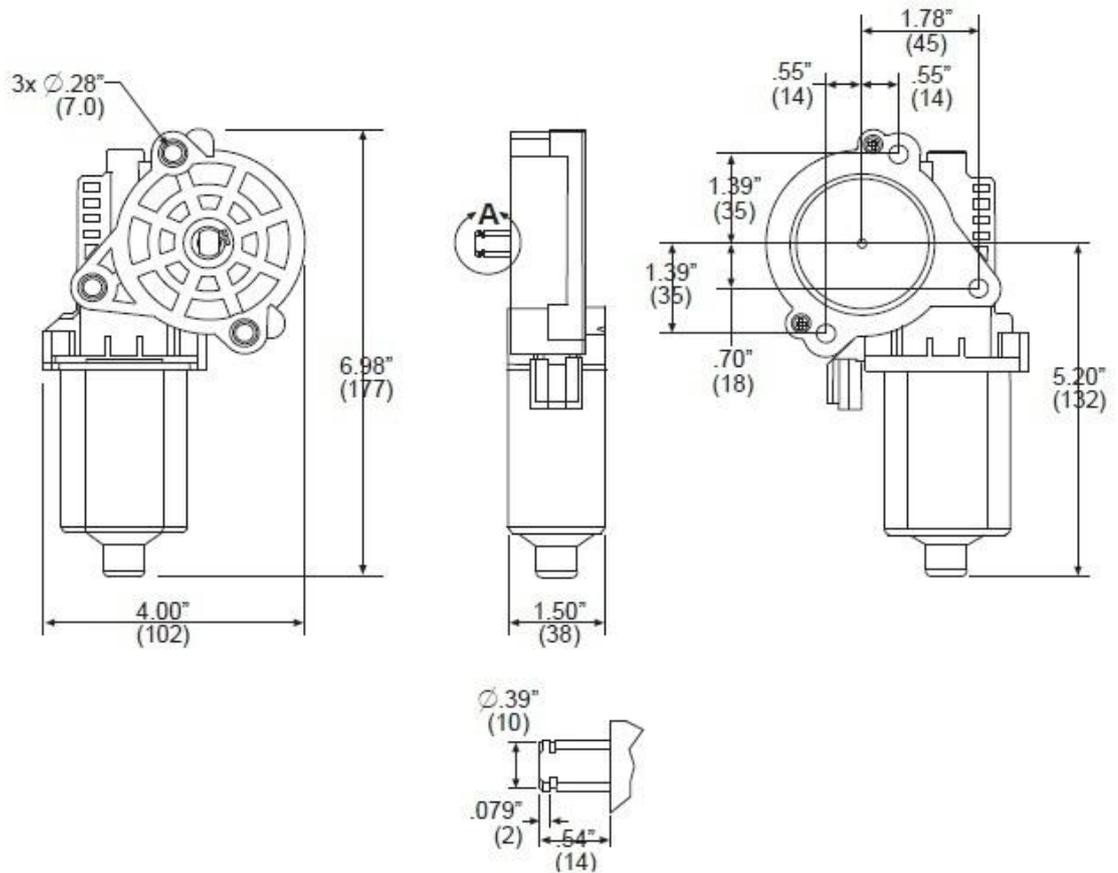
Funcionamiento
Normal

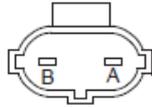
Desconexión por
bajo voltaje
(LED encendida)

Sobrecarga o
Cortocircuito
del consumo
(LED haciendo flashes)

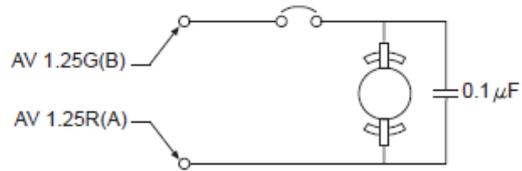
ANEXO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MOTRES ELÉCTRICOS

- Motor accionador con 14Nm par motor, del lado derecho
- Lado izquierdo disponible
- 12V reversible
- Resistente al agua
- Usar con ruedas dentadas y accionadores
- Pesa 1.6 libras

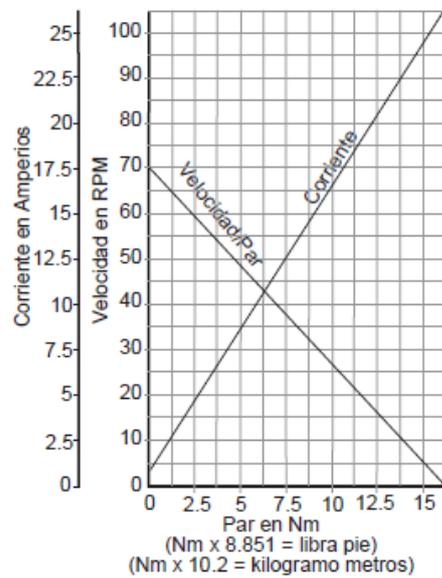




Armazón del borme: 317-1057
 Borme: 317-1054
 Armazón del borme acoplador: 317-1056
 Borme acoplador: 317-1055



Giro del eje rotativo hacia la derecha		
Sin Carga	Corriente (A)	3.3 - 2.7
	Vel. (rpm)	75.9 - 62.1
Carga Trabada	Par (Nm)	19.4 - 15.9
	Corriente (A)	31.7 - 26.0
Potencia	(W)	36.5 - 30.0
	Par (Nm)	10.5 - 8.6
Potencia Nominal	(W)	24.0 nominal
	Vel. (rpm)	52.2 nominal
	Corriente (A)	7.7 nominal
	Par (Nm)	4.4 nominal
Giro del eje rotativo hacia la izquierda		
Sin Carga	Corriente (A)	3.4 - 2.8
	Vel. (rpm)	75.6 - 61.8
Carga Trabada	Par (Nm)	16.0 - 13.1
	Corriente (A)	31.6 - 25.9
Potencia	(W)	37.1 - 30.4
	Par (Nm)	9.2 - 7.6
Potencia Nominal	(W)	26.0 nominal
	Vel. (rpm)	51.5 nominal
	Corriente (A)	8.8 nominal
	Par (Nm)	4.9 nominal



ANEXO 6 DATOS DE RADICAIÓN SOLAR DIARIA

NASA Surface meteorology and Solar Energy: [RETScreen](#) Data

Latitude 0 / Longitude -78 was chosen.

	Unit	Climate data location	
Latitude	°N	0	
Longitude	°E	-78	
Elevation	m	2199	
Heating design temperature	°C	12.83	
Cooling design temperature	°C	23.70	
Earth temperature amplitude	°C	9.52	
Frost days at site	day	0	

Month	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree-days	Cooling degree-days
	°C	%	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
January	18.1	80.8%	4.14	84.8	1.4	19.3	9	254
February	18.1	81.5%	4.08	84.8	1.2	19.3	9	232
March	18.4	80.3%	4.20	84.8	1.2	19.7	6	263
April	18.1	80.2%	4.13	84.8	1.3	19.3	11	244
May	17.9	75.3%	4.13	84.9	1.5	19.0	14	247
June	17.3	72.4%	4.20	85.0	1.8	18.2	27	219
July	17.5	61.8%	4.29	85.0	2.0	18.9	24	236
August	18.6	55.0%	4.39	85.0	1.9	20.4	10	265
September	19.5	55.6%	4.40	84.9	1.8	21.7	2	286
October	19.7	62.0%	4.42	84.8	1.7	22.0	1	304
November	18.8	73.3%	4.34	84.8	1.6	20.6	3	267
December	18.2	80.8%	4.15	84.8	1.6	19.5	7	257
Annual	18.3	71.6%	4.24	84.9	1.6	19.8	123	3074
Measured at (m)					10.0	0.0		

ANEXO 7 TABLA DE COEFICIENTES A, B

A	$\rho = 0.2$	$\rho = 0.3$	$\rho = 0.4$	$\rho = 0.5$	$\rho = 0.6$
$\beta = 0^\circ$	1	1	1	1	1
$\beta = \pm 5^\circ$	0.998	0.999	0.999	0.999	0.999
$\beta = \pm 10^\circ$	0.994	0.995	0.995	0.996	0.997
$\beta = \pm 15^\circ$	0.986	0.988	0.99	0.991	0.993
$\beta = \pm 20^\circ$	0.976	0.979	0.982	0.985	0.988
$\beta = \pm 25^\circ$	0.963	0.967	0.972	0.977	0.981
$\beta = \pm 30^\circ$	0.946	0.953	0.96	0.967	0.973
$\beta = \pm 35^\circ$	0.928	0.937	0.946	0.955	0.964
$\beta = \pm 40^\circ$	0.906	0.918	0.93	0.942	0.953
$\beta = \pm 45^\circ$	0.883	0.897	0.912	0.927	0.941
$\beta = \pm 50^\circ$	0.857	0.875	0.893	0.911	0.929
$\beta = \pm 55^\circ$	0.829	0.851	0.872	0.893	0.915
$\beta = \pm 60^\circ$	0.8	0.825	0.85	0.875	0.9
$\beta = \pm 65^\circ$	0.769	0.798	0.827	0.856	0.885
$\beta = \pm 70^\circ$	0.737	0.77	0.803	0.836	0.868
$\beta = \pm 75^\circ$	0.704	0.741	0.778	0.815	0.852
$\beta = \pm 80^\circ$	0.669	0.711	0.752	0.793	0.835
$\beta = \pm 85^\circ$	0.635	0.681	0.726	0.772	0.817

B ($\theta = -5^\circ$)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\beta = +30^\circ$	-0.0317	-0.021	-0.006	0.0126	0.0312	0.0421	0.0371	0.0198	0.0004	-0.0165	-0.0292	-0.0352
$\beta = -25^\circ$	-0.0261	-0.0168	-0.004	0.0117	0.0276	0.0369	0.0326	0.0179	0.0015	-0.013	-0.0239	-0.0291
$\beta = +20^\circ$	-0.0205	-0.0129	-0.0024	0.0104	0.0233	0.0308	0.0274	0.0154	0.002	-0.0097	-0.0187	-0.023
$\beta = -15^\circ$	-0.0151	-0.0092	-0.0012	0.0085	0.0183	0.0241	0.0214	0.0123	0.0022	-0.0068	-0.0137	-0.017
$\beta = +10^\circ$	-0.0098	-0.0058	-0.0004	0.0061	0.0128	0.0166	0.0149	0.0087	0.0019	-0.0042	-0.0089	-0.0111
$\beta = -5^\circ$	-0.0048	-0.0027	0	0.0033	0.0066	0.0086	0.0077	0.0046	0.0012	-0.0019	-0.0043	-0.0055
$\beta = 0^\circ$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\beta = -5^\circ$	0.0044	0.0024	-0.0004	-0.0037	-0.0071	-0.009	-0.0081	-0.005	-0.0016	0.0015	0.0039	0.0051
$\beta = -10^\circ$	0.0084	0.0043	-0.0012	-0.0078	-0.0144	-0.0182	-0.0165	-0.0104	0.0036	0.0026	0.0074	0.0098
$\beta = -15^\circ$	0.0119	0.0058	-0.0024	-0.0123	-0.022	-0.0276	-0.025	-0.0161	0.0059	0.0032	0.0105	0.014
$\beta = -20^\circ$	0.015	0.0068	-0.004	-0.017	-0.0297	-0.037	-0.0337	-0.0221	-0.0087	0.0035	0.013	0.0176

B ($\theta = -0^\circ$)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\beta = +25^\circ$	0.0231	0.0119	-0.002	-0.0171	-0.0306	-0.0378	-0.0345	-0.0226	-0.0076	0.0074	0.0204	0.0269
$\beta = -20^\circ$	0.0196	0.0104	-0.0008	-0.0131	-0.0241	-0.03	-0.0273	-0.0175	-0.0053	0.0039	0.0174	0.0227
$\beta = +15^\circ$	0.0155	0.0085	0	-0.0093	-0.0177	-0.0223	-0.0202	-0.0127	-0.0034	0.0058	0.0138	0.0178
$\beta = -10^\circ$	0.0108	0.0061	0.0004	-0.0058	-0.0115	-0.0147	-0.0132	-0.0081	-0.0019	0.0043	0.0097	0.0124
$\beta = +5^\circ$	0.0056	0.0033	0.0004	-0.0027	-0.0056	-0.0072	-0.0065	-0.0039	-0.0007	0.0024	0.0051	0.0064
$\beta = 0^\circ$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\beta = -5^\circ$	-0.006	-0.0037	-0.0008	0.0023	0.0052	0.0068	0.0061	0.0035	0.0003	-0.0028	-0.0054	-0.0068
$\beta = -10^\circ$	-0.0123	-0.0077	-0.002	0.0042	0.01	0.0132	0.0117	0.0065	0.0002	-0.0059	-0.012	-0.0138
$\beta = -15^\circ$	-0.0187	-0.012	-0.0037	0.0056	0.0142	0.0189	0.0168	0.009	-0.0003	-0.0094	-0.0171	-0.021
$\beta = -20^\circ$	-0.0253	-0.0166	-0.0057	0.0066	0.0178	0.0241	0.0212	0.011	-0.0013	-0.0132	-0.0233	-0.0283
$\beta = -25^\circ$	-0.032	-0.0215	-0.008	0.0071	0.0209	0.0286	0.0251	0.0125	-0.0026	-0.0173	-0.0295	-0.0356

B ($\theta = +5^\circ$)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\beta = +30^\circ$	0.0342	0.0188	0.0011	-0.0162	-0.0302	-0.0374	-0.0342	-0.022	-0.0055	0.013	0.0304	0.0397
$\beta = -25^\circ$	0.0301	0.017	0.002	-0.0127	-0.0247	-0.0309	-0.0281	-0.0177	-0.0036	0.0121	0.0268	0.0347
$\beta = +20^\circ$	0.0253	0.0146	0.0024	-0.0095	-0.0194	-0.0244	-0.0222	-0.0135	-0.002	0.0107	0.0226	0.029
$\beta = -15^\circ$	0.0198	0.0117	0.0025	-0.0066	-0.0141	-0.0181	-0.0163	-0.0097	-0.0009	0.0087	0.0178	0.0227
$\beta = +10^\circ$	0.0137	0.0083	0.0021	-0.004	-0.0092	-0.0118	-0.0106	-0.0061	-0.0002	0.0063	0.0124	0.0157
$\beta = -5^\circ$	0.0071	0.0044	0.0013	-0.0018	-0.0044	-0.0058	-0.0052	-0.0029	0.0001	0.0034	0.0064	0.0081
$\beta = 0^\circ$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\beta = -5^\circ$	-0.0075	-0.0048	-0.0017	0.0014	0.0041	0.0054	0.0048	0.0025	-0.0005	-0.0038	-0.0068	-0.0085
$\beta = -10^\circ$	-0.0153	-0.0099	-0.0037	0.0024	0.0076	0.0104	0.0091	0.0045	-0.0015	-0.0079	-0.0139	-0.0172
$\beta = -15^\circ$	-0.0232	-0.0153	-0.0063	0.003	0.0108	0.0148	0.013	0.0061	-0.0028	-0.0124	-0.0213	-0.026
$\beta = -20^\circ$	-0.0312	-0.021	-0.009	0.0031	0.0134	0.0187	0.0163	0.0072	-0.0045	-0.0172	-0.0288	-0.0348

ANEXO 8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BATERÍA



RT 12180 (12V18Ah)

RT 12180 is a general purpose battery with 5 years floating design life, meet with IEC, JIS standard. With heavy duty grid, thickness plates, special additives, RT series battery have long and reliable standby service life.



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	18Ah@20hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 5.0 Kg
Max. Discharge Current	180 A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 14 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.7 to 13.9 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	5.4 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Faston F3/F13
Constainer Material	A.B.S. (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V2 can be available upon request.



MH28539



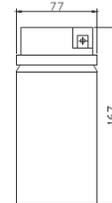
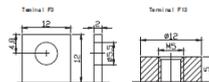
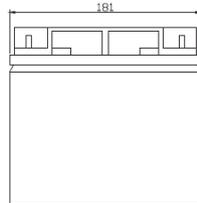
G4M20206-0910-E-16



ISO9001:2000 Certificate

Dimensions

Unit: mm Dimension: 181(L)×77(W)×167(H)



ANEXO 9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR



BlueSolar Polycrystalline Panels

www.victronenergy.com



- Low voltage-temperature coefficient enhances high-temperature operation.
- Exceptional low-light performance and high sensitivity to light across the entire solar spectrum.
- 25-year limited warranty on power output and performance.
- 2-year Limited warranty on materials and workmanship.
- Sealed, waterproof, multi-functional junction box gives high level of safety.
- High performance bypass diodes minimize the power drop caused by shade.
- Advanced EVA (Ethylene Vinyl Acetate) encapsulation system with triple-layer back sheet meets the most stringent safety requirements for high-voltage operation.
- A sturdy, anodized aluminum frame allows modules to be easily roof-mounted with a variety of standard mounting systems.
- Highest quality, high-transmission tempered glass provides enhanced stiffness and impact resistance.
- Pre wired quick-connect system with MC4 (PV-ST01) connectors.



MC4 connectors

BlueSolar Polycrystalline 130W

Type	Module Size	Glass size	Weight	Electrical data under STC ⁽¹⁾				
				Nominal Power	Max-Power Voltage	Max-Power Current	Open-Circuit Voltage	Short-circuit Current
				P _{MPP}	V _{MPP}	I _{MPP}	V _{oc}	I _{sc}
Module	mm	mm	Kg	W	V	A	V	A
SPP30-12	735x350x25	730x345	3.5	30	18	1.66	21.6	1.83
SPP50-12	610x670x35	605x665	5	50	18	2.85	22.19	3.09
SPP80-12	950x670x35	945x665	8.2	80	18	4.58	22.25	4.98
SPP100-12	1150x670x35	1145x665	11.8	100	18	5.72	22.36	6.12
SPP130-12	1480x680x35	1474x674	12.5	130	18	7.43	22.4	8.02
SPP280-24	1956x992x50	1950x986	24	280	36	7.89	44.25	8.76
Module	SPP30-12	SPP50-12	SPP80-12	SPP100-12	SPP130-12	SPP280-24		
Nominal Power (±3% tolerance)	30W	50W	80W	100W	130W	280W		
Cell type	Polycrystalline							
Number of cells in series	36						72	
Maximum system voltage (V)	1000V							
Temperature coefficient of PMPP (%)	-0.47/°C	-0.47/°C	-0.47/°C	-0.47/°C	-0.47/°C	-0.47/°C		
Temperature coefficient of Voc (%)	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.34/°C	-0.34/°C	-0.35/°C	-0.35/°C		
Temperature coefficient of Isc (%)	+0.05/°C	+0.05/°C	+0.045/°C	+0.045/°C	+0.05/°C	+0.045/°C		
Temperature Range	-40°C to +80°C							
Surface Maximum Load Capacity	200kg/m ²							
Allowable Hail Load	23m/s, 7.53g							
Junction Box Type	PV-JH03-2	PV-JH02	PV-JH02	PV-JH02	PV-JH02	PV-JH200		
Connector Type	No connector	MC4						
Length of Cables	450mm	750mm	900mm			1000mm		
Output tolerance	+/-3%							
Frame	Aluminium							
Product warranty	2 years							
Warranty on electrical performance	10 years 90% + 25 years 80% of power output							
Smallest packaging unit	1 panel							
Quantity per pallet	40 panels	40 panels	20 panels	20 panels	20 panels	20 panels		

¹⁾ STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM (Air Mass) 1.5

ANEXO 10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTROLADOR DE CARGA

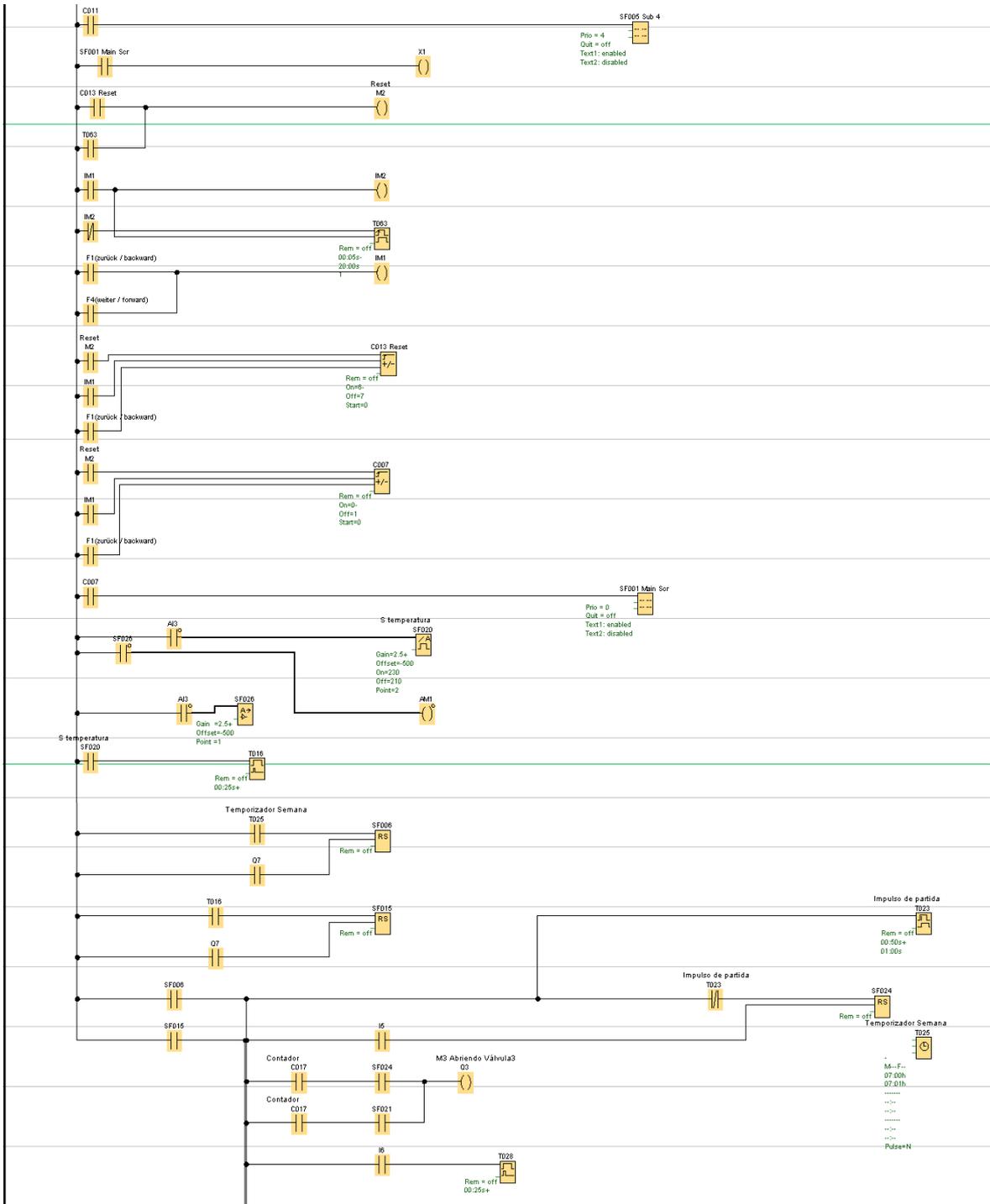
Tipo	RD001		RD002	RD003	RD004
	CML 05	CML 08	CML 10	CML 15	CML 20
Voltaje del Sistema	12/24 V auto reconocimiento				
Max. Carga/Corriente de Carga	5 A	8 A	10 A	15 A	20 A
Carga de Flotacion	13.7/27.4 V (25 °C)				
Carga de Boost	14.4 /28.8 V (25 °C), 2 Std. activacion: voltaje de la bateria < 12.3/24.6 V				
Ecuilibracion	14.8/29.6 V (25 °C), 2 Std. activacion: voltaje de la bateria < 12.1/24.2 V				
Proteccion de descarga profunda:					
Estado de la carga dependiente	11.4 – 11.9V / 22.8 – 23.8 V				
Voltaje dependiente	11.0/22.0V				
Nivel de reconexion	12.8/25.6 V				
Proteccion por sobrevoltaje	15.5/31.0 V				
Proteccion por voltaje bajo	10.5/21.0 V				
Max. voltaje de panel	30 V en sistemas de 12V				
(Proteccion de sobrevoltaje por varistor)	50 V en sistemas de 24V				
Compensacion de Temperatura	–25 mV/K at 12V				
(Voltaje de Carga)	–50 mV/K at 24V				
Max. auto consumo	< 4 mA				
Proteccion por voltaje bajo	10.5/21.0 V				
Max. voltaje de panel	30 V en sistemas de 12V				
(Proteccion de sobrevoltaje por varistor)	50 V en sistemas de 24V				
Compensacion de Temperatura	–25 mV/K at 12V				
(Voltaje de Carga)	–50 mV/K at 24V				
Max. auto consumo	< 4 mA				
Aterramiento	aterramiento positivo posible				
Temperatura ambiente	-40 a +50 °C				
Max. altitud	4,000 m sobre el nivel del mar				
Tipo de bateria	acido plomo (GEL, AGM, liquidas)				
Seccion de terminales	< 16 mm ²				
Peso	160 g				
Dimensiones (W x H x D)	80 x 100 x 32 mm				
Tipo de proteccion	IP22				
Humedad relativa	menor a 95% (no condensado)				

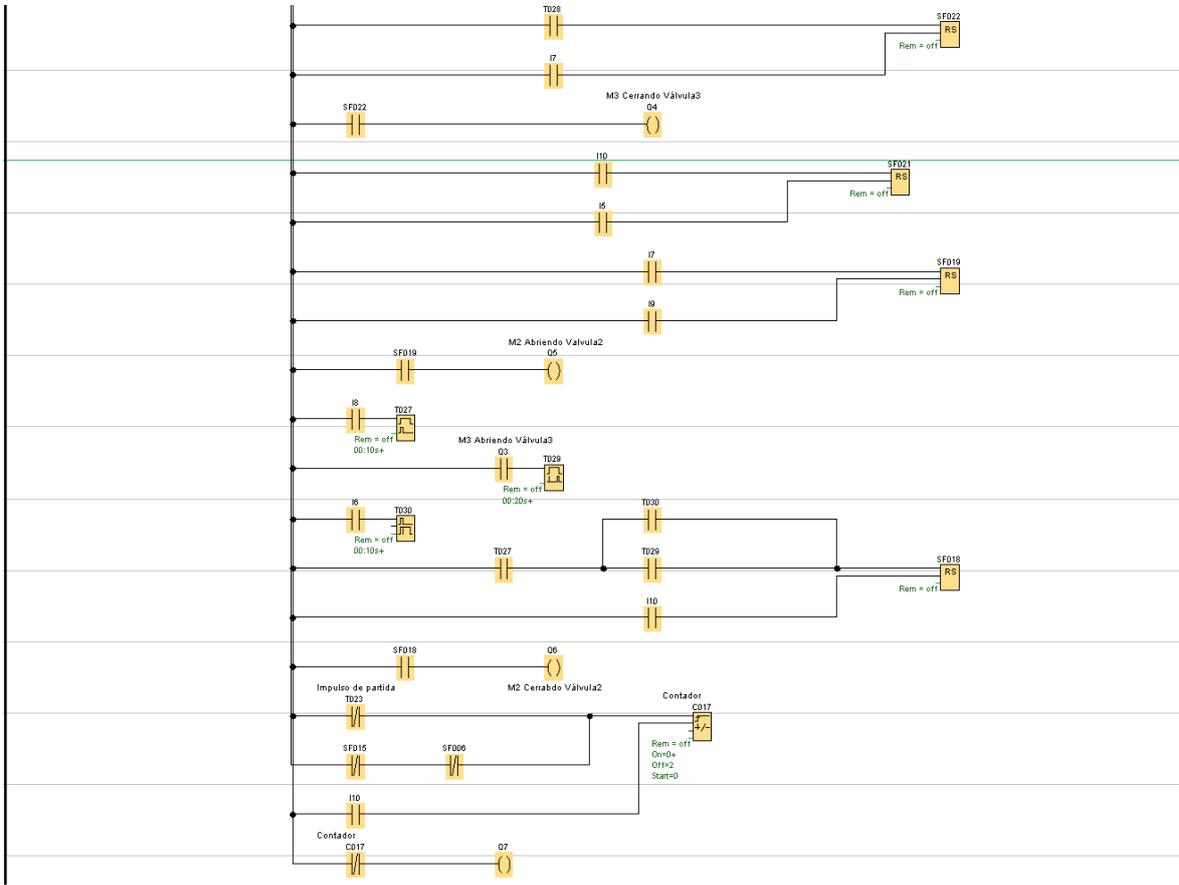
ANEXO 11 TABLAS DEL PT 100 $r(\text{ohms})/T(^{\circ}\text{C})$

Pt 100 ohms °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-190	22.78	22.35	21.93	21.50	21.08	20.66	20.23	19.81	19.38	18.96
-180	27.01	26.59	26.17	25.74	25.32	24.90	24.47	24.05	23.63	23.20
-170	31.24	30.81	30.39	29.97	29.55	29.13	28.70	28.28	27.86	27.44
-160	35.45	35.03	34.61	34.19	33.77	33.34	32.92	32.50	32.08	31.66
-150	39.65	39.23	38.81	38.39	37.97	37.55	37.13	36.71	36.29	35.87
-140	43.78	43.37	42.96	42.54	42.13	41.72	41.30	40.89	40.48	40.06
-130	47.90	47.49	47.08	46.67	46.26	45.85	45.43	45.02	44.61	44.20
-120	52.01	51.60	51.19	50.78	50.37	49.96	49.55	49.14	48.73	48.32
-110	56.11	55.70	55.29	54.88	54.48	54.07	53.66	53.25	52.84	52.43
-100	60.20	59.79	59.38	58.98	58.57	58.16	57.75	57.34	56.93	56.52
-90	64.23	63.83	63.43	63.02	62.62	62.22	61.81	61.41	61.01	60.60
-80	68.25	67.85	67.45	67.05	66.65	66.25	65.84	65.44	65.04	64.64
-70	72.26	71.86	71.46	71.06	70.66	70.26	69.86	69.46	69.06	68.66
-60	76.26	75.86	75.46	75.06	74.67	74.27	73.87	73.47	73.07	72.67
-50	80.25	79.85	79.45	79.06	78.66	78.26	77.86	77.46	77.06	76.66
-40	84.22	83.83	83.43	83.03	82.64	82.24	81.84	81.44	81.05	80.65
-30	88.18	87.79	87.39	87.00	86.60	86.21	85.81	85.41	85.02	84.62
-20	92.13	91.74	91.35	90.95	90.56	90.16	89.77	89.37	88.98	88.58
-10	96.07	95.68	95.29	94.89	94.50	94.11	93.71	93.32	92.92	92.53
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.41
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.74	110.12	110.51	110.90	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.84	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.16
40	115.54	115.93	116.32	116.70	117.09	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.48	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.07	127.46	127.84	128.22	128.60	128.99	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.67	143.04	143.42	143.80	144.18	144.55	144.93	145.31	145.69
120	146.06	146.44	146.82	147.19	147.57	147.95	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.83	150.20	150.58	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.33	154.70	155.08	155.45	155.83	156.20	156.57	156.95
150	157.32	157.69	158.07	158.44	158.81	159.19	159.56	159.93	160.30	160.68
160	161.05	161.42	161.79	162.16	162.53	162.91	163.28	163.65	164.02	164.39
170	164.76	165.13	165.50	165.88	166.25	166.62	166.99	167.36	167.73	168.10
180	168.47	168.84	169.21	169.58	169.95	170.31	170.68	171.05	171.42	171.79
190	172.16	172.53	172.90	173.26	173.63	174.00	174.37	174.74	175.10	175.47
200	175.84	176.21	176.58	176.94	177.31	177.68	178.04	178.41	178.78	179.14
210	179.51	179.88	180.24	180.61	180.98	181.34	181.71	182.07	182.44	182.81
220	183.17	183.54	183.90	184.27	184.63	185.00	185.36	185.73	186.09	186.45
230	186.82	187.18	187.55	187.91	188.27	188.64	189.00	189.37	189.73	190.09

ANEXO 12 LINEAS DE PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE







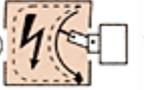
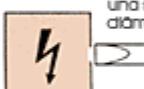
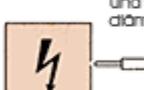
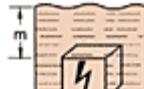
ANEXO 13 LINEAS DE PROGRAMACIÓN DEL ENCODER

```
void main()  
{  
    int8 x,y,Z;  
    int8 enc;  
    int8 aux;  
    port_b_pullups(FALSE);  
    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);  
    setup_comparator(NC_NC_NC_NC);  
    setup_vref(FALSE);  
    set_tris_a(0b00000011);  
    set_tris_b(0b00000000);  
    portb=0;  
    x=0;  
    enc=0;  
    y=0;  
    Z=0;  
  
    While (true)  
    {  
        aux=enc;  
        enc=porta & 3;  
  
    portb = x;  
    output_bit(pin_A2,y);
```

```
    output_bit(pin_A3,z);  
If ((aux==2)&(enc==3))  
    {  
        x++;  
        if(x==5)  
        {  
            y=0;  
            z=1;  
        }  
    }  
If ((aux==3)&(enc==2))  
{  
    x--;  
    if(x==0)  
{  
        z=0;  
        y=1;  
    }  
}  
}
```

ANEXO 14 TABLA DE PROTECCIÓN IP

Indices de protección IP: Tabla de referencia

Primera cifra característica				Segunda cifra característica			
Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:	Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:
I.P.	Ejemplo	PRUEBAS		I.P.	Ejemplo	PRUEBAS	
0		No protegida	Sin protección	0		No protegida	Sin protección
1		Impide la penetración de una esfera de 50 mm de diámetro. Protege contra contacto accidental.	Reverso de la mano	1		Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	Goteo vertical
2		Impide la penetración de una esfera de 12 mm de diámetro.	Dedos u objetos análogos	2		Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Goteo vertical con una inclinación máxima de hasta 15° con respecto a la posición normal
3		Impide la penetración de una sonda de 2,5 mm de diámetro	Herramientas	3		Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	Agua pulverizada (lluvia) con una inclinación de hasta 60° con la vertical
4		Impide la penetración de una sonda de 1 mm de diámetro	Alambres	4		Protegida contra las proyecciones de agua, penetración limitada permitida	Proyección de agua en todas direcciones limitada
5		Protegida contra la penetración de polvo (acumulación no peligrosa)	Protección al polvo	5		Protegida contra los chorros de agua, penetración limitada permitida	Agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones
6		Estanqueidad total al polvo	Estanqueidad total al polvo	6		Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa en todas las direcciones
7				7		Protegida contra los efectos de la inmersión entre 150 mm y 1 m	Inmersión temporal
8				8		Protegida contra la inmersión prolongada a las profundidades especificadas	Inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante*

ANEXO 15 MICROCONTROLADOR PIC



PIC16F62X

FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F627
- PIC16F628

Referred to collectively as PIC16F62X

High Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn
- All single cycle instructions (200 ns), except for program branches which are two-cycle
- Operating speed:
 - DC - 20 MHz clock input
 - DC - 200 ns instruction cycle

Device	Memory		
	FLASH Program	RAM Data	EEPROM Data
PIC16F627	1024 x 14	224 x 8	128 x 8
PIC16F628	2048 x 14	224 x 8	128 x 8

- Interrupt capability
- 16 special function hardware registers
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative addressing modes

Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM (CCP) module
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit

- Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI
- 16 Bytes of common RAM

Special Microcontroller Features:

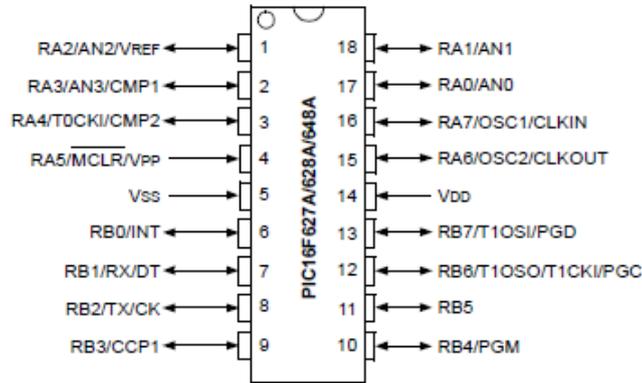
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Detect (BOD)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Multiplexed $\overline{\text{MCLR}}$ -pin
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Programmable code protection
- Low voltage programming
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
 - FLASH configuration bits for oscillator options
 - ER (External Resistor) oscillator
 - Reduced part count
 - Dual speed INTRC
 - Lower current consumption
 - EC External Clock input
 - XT Oscillator mode
 - HS Oscillator mode
 - LP Oscillator mode
- In-circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Four user programmable ID locations

CMOS Technology:

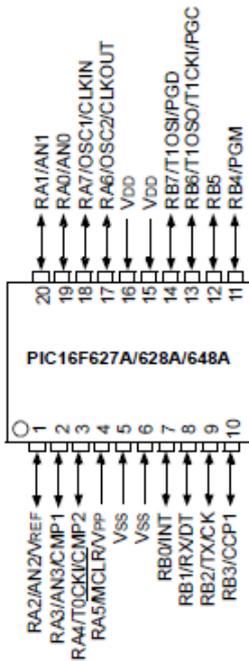
- Low power, high speed CMOS FLASH technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range
 - PIC16F627 - 3.0V to 5.5V
 - PIC16F628 - 3.0V to 5.5V
 - PIC16LF627 - 2.0V to 5.5V
 - PIC16LF628 - 2.0V to 5.5V
- Commercial, industrial and extended temperature range
- Low power consumption
 - < 2.0 mA @ 5.0V, 4.0 MHz
 - 15 μA typical @ 3.0V, 32 kHz
 - < 1.0 μA typical standby current @ 3.0V

Pin Diagrams

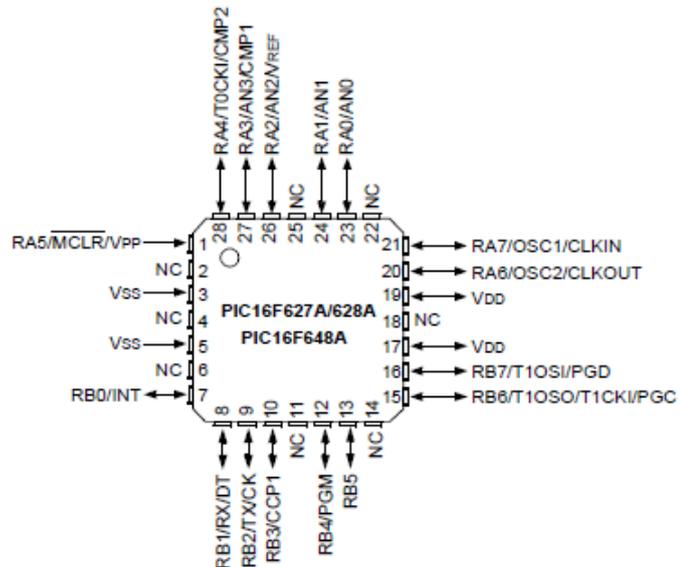
PDIP, SOIC



SSOP



28-Pin QFN



ANEXO 16 ELEMENTOS LOGO!

LOGO! analog modules	
	LOGO! AM2 RTD
Supply voltage	12 V...24 V DC
Permitted range	10.8 V...28.8 V DC
Analog inputs / analog outputs	2 / 0 2 x PT100 or PT1000 2-wire or 3-wire
Measuring range	-50 °C ... +200 °C
Input range	–
Output range	–
Resolution	0.25 °C
Cable length (shielded and twisted)	max. 10 m
Encoder supply	0.5 mA
Power loss at 12 V DC at 24 V DC	0.2 W to 0.4 W 0.4 W to 0.8 W
Dimensions (W x H x D)	35.5 (2 MW) x 90 x 58 mm
Article No.	6ED1055-1MD00-0BA2

A.5 Datos técnicos: LOGO! 12/24... y LOGO! DM8 12/24R

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 V c.c.	12/24 V c.c.
Rango admisible	10,8 ... 28,8 V c.c.	10,8 ... 28,8 V c.c.
Protección contra inversión de polaridad	sí	sí
Consumo de corriente <ul style="list-style-type: none"> • 12 V c.c. • 24 V c.c. 	30 ... 140 mA 20 ... 75 mA	30 ... 140 mA 20 ... 75 mA
Compensación de fallos de tensión <ul style="list-style-type: none"> • 12 V c.c. • 24 V c.c. 	típ. 2 ms típ. 5 ms	típ. 2 ms típ. 5 ms
Potencia disipada <ul style="list-style-type: none"> • 12 V c.c. • 24 V c.c. 	0,3 ... 1,7 W 0,4 ... 1,8 W	0,3 ... 1,7 W 0,4 ... 1,8 W
Respaldo del reloj a 25 °C	típ. 80 h	
Precisión del reloj de tiempo real	máx. 2 s / día	
Separación galvánica	no	no
Entradas digitales		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no
Tensión de entrada L+ <ul style="list-style-type: none"> • señal 0 • señal 1 	<5 V c.c. >8 V c.c.	<5 V c.c. >8 V c.c.

Technical data: LOGO! TD (Text Display)

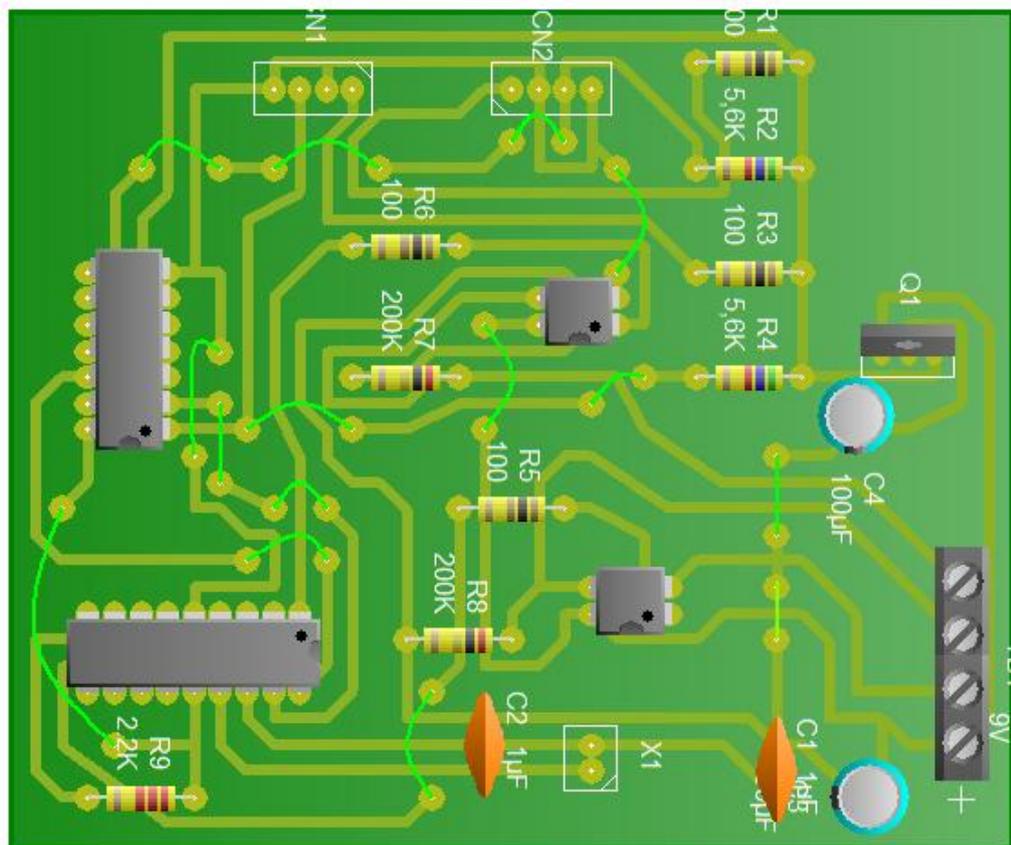
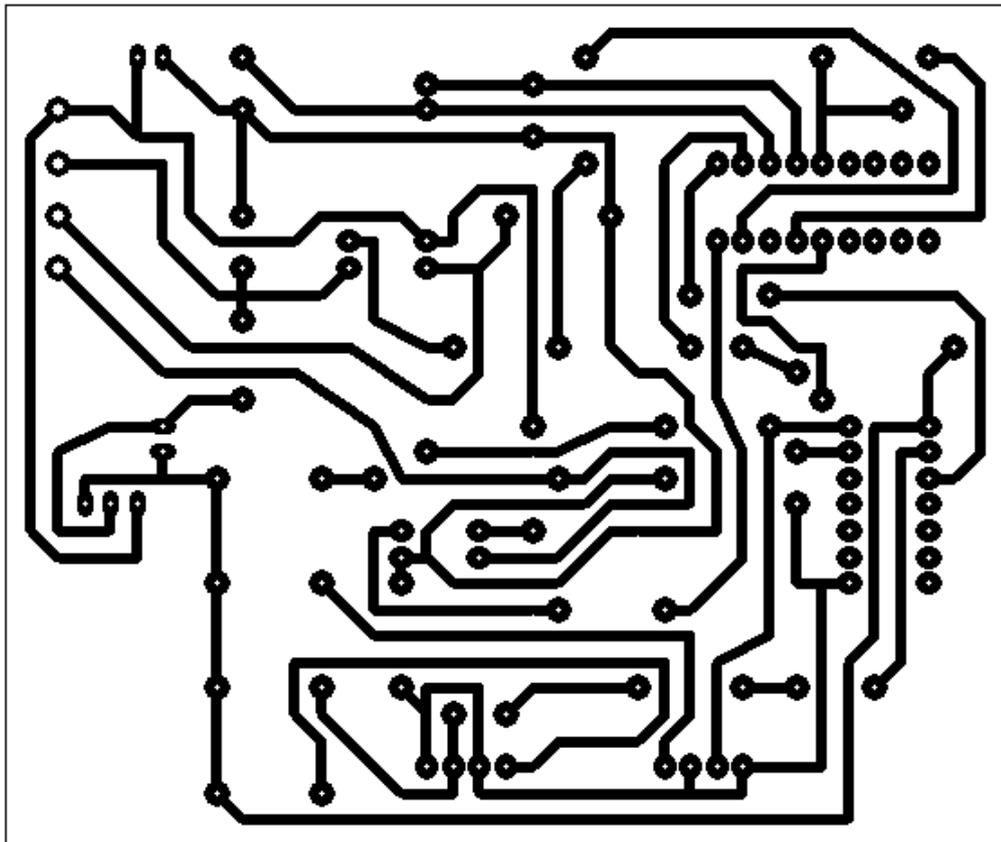
LOGO! TD	
Mechanical data	
Dimensions (WxHxD)	128.2 x 86 x 38.7 mm
Weight	Approx. 220 g
Installation	Bracket mounting
Keyboard	Membrane keypad with 10 keys
Display	FSTN-Graphic Display with 128 x 64 (columns x rows), LED backlight
Power supply	
Input voltage	24 V AC/DC 12 V DC
Permissible range	20.4 ... 26.4 V AC 10.2 ... 28.8 V DC
Permissible mains frequency	47 ... 63 Hz
Power consumption	<ul style="list-style-type: none"> • 12 V DC • 24 V DC • 24 V AC
	<ul style="list-style-type: none"> • typ. 65 mA • typ. 40 mA • typ. 90 mA
Data transmission rate	19,200 baud
LCD Display and Backlight	
Backlight lifetime ¹⁾	20,000 hours
Display lifetime ²⁾	50,000 hours
Mounting hole dimensions	
Width x Height	(119.5+0.5mm) x (78.5+0.5mm)

¹⁾ Backlight lifetime is defined as: The final brightness is 50% of the original brightness.

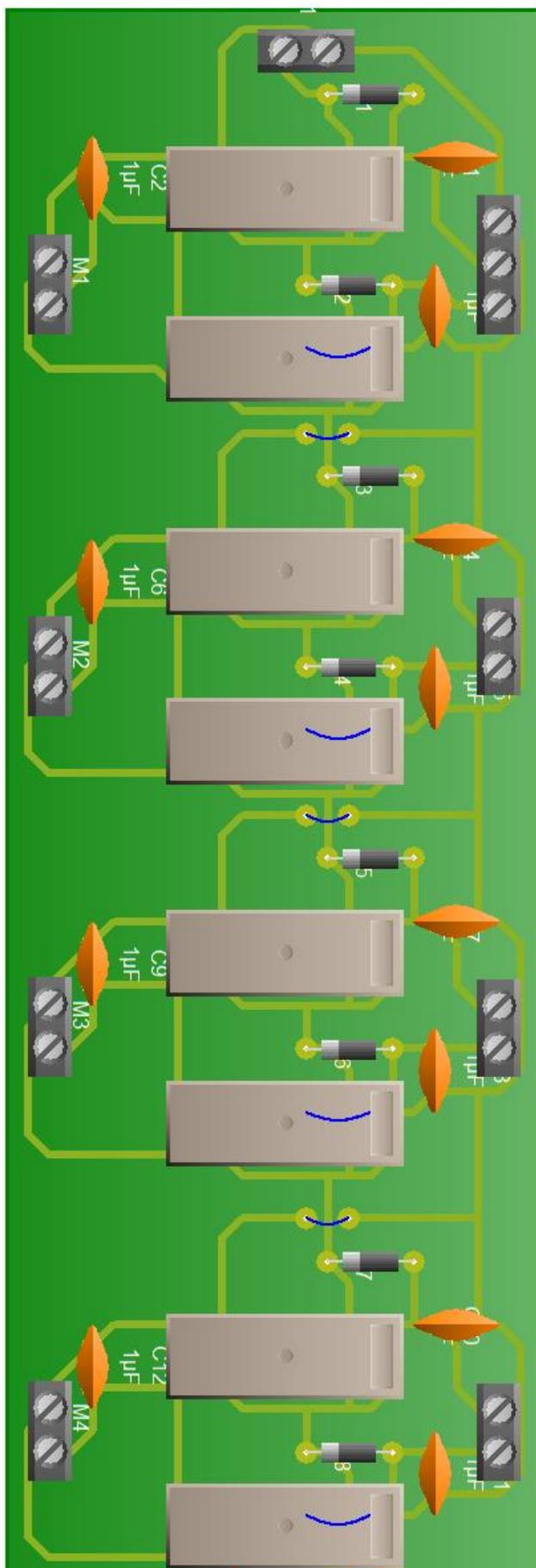
²⁾ Display lifetime is calculated under ordinary operating and storage conditions: room temperature (20 ±8° C), normal humidity below 65% relative humidity, and not in exposure to direct sunlight.

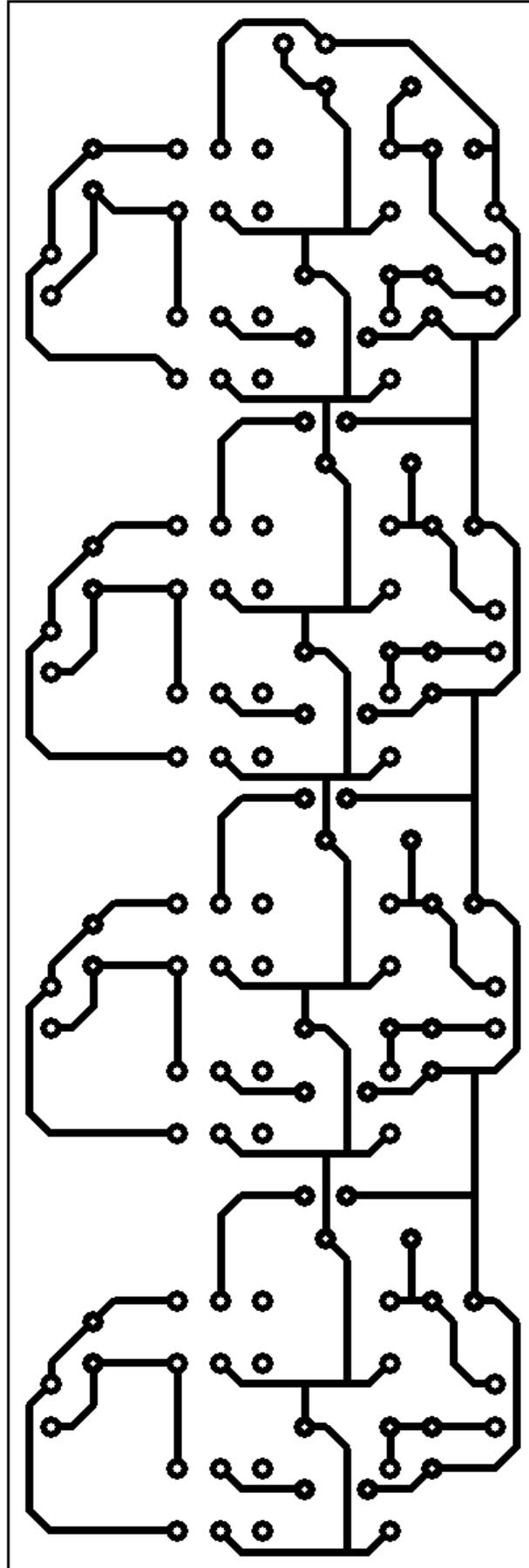
ANEXO 17 CIRUITOS

ENCODER



MÓDULO DE CONTROL DE GIRO





ANEXO 18 PLANOS