



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN
SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO
DE RESPALDO DE ENERGIA CON UN
GRADO DE LIBERTAD EN LA EMPRESA
DATCOM SERVICES**

Autor:

Mauricio Gabriel González Aguilera

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO DE
RESPALDO DE ENERGIA CON UN GRADO DE LIBERTAD EN LA EMPRESA
DATCOM SERVICES**

Proyecto del Informe de Pasantías para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

Mauricio Gabriel González Aguilera

Tutor:

Gerson Jair Sanchez Ayala

San Diego, febrero de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la Empresa DATCOM SERVICES

Realizado por el (la) Br. Mauricio González
C.I. N° 26 644 994 cursante de la carrera de Ingeniería electrónica
hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Quif311
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Gerson Sanchez
C.I.: 7143 386

Wilmar
Jurado
Nombre: Wilmar Sznz
C.I.: 7130496

Antonio
Jurado
Nombre: Antonio Rodríguez
C.I.: V-14923464

Fecha: 04/07/2023

[Signature]



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRONICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Gerson Sánchez, portador de la cédula de identidad N° 7.143.386, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Mauricio Gabriel González Aguilera, portador de la cédula de identidad N° 24.644.994, titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO DE RESPALDO DE ENERGIA CON UN GRADO DE LIBERTAD EN LA EMPRESA DATCOM SERVICES**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 13 días del mes de Junio del año dos mil veintitrés.

Ing. Gerson Sánchez

C.I: 7.143.386



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI E 002 2022-3CR IP

Valencia, 14 de abril de 2023

Ciudadano:
GONZÁLEZ AGUILERA, MAURICIO GABRIEL
24.644.994
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2023 de fecha 10/02/2023 aprobó el proyecto de grado tipo Informe de Pasantía titulado:

Propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la empresa DATCOM SERVICES.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero en Electrónica.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Gerson Jair Sánchez Ayala, titular de la cédula de identidad V- 7.143.386

Atentamente

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a todas las personas e instituciones que han contribuido al desarrollo de esta tesis, brindando su valioso apoyo, orientación y conocimientos a lo largo de este proceso.

En primer lugar, quiero expresar mi profunda gratitud a mis asesores de tesis, Gerson Sanchez y Allan Sierra, por su dedicación, paciencia y sabiduría. Su guía experta y sus valiosas sugerencias han sido fundamentales para dar forma a este trabajo y llevarlo a un nivel superior.

No puedo dejar de mencionar a mis compañeros y amigos, quienes han estado a mi lado durante todo este proceso. Su apoyo moral, intercambio de ideas y palabras de aliento han sido invaluable para superar los desafíos y mantenerme motivado/a.

Además, quiero expresar mi reconocimiento a la empresa Datcom Services, por brindarme la oportunidad de realizar este estudio y por proporcionar los recursos necesarios para llevarlo a cabo. También agradezco a los participantes y colaboradores involucrados en la recolección de datos, cuyas contribuciones han sido esenciales para obtener resultados significativos.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mi familia. Su amor incondicional, paciencia y constante apoyo han sido la fuerza impulsora detrás de mi logro académico. A ellos les dedico este trabajo y espero poder retribuirles su generosidad.

A todas estas personas e instituciones, gracias de corazón por su confianza, tiempo y contribuciones que han hecho posible la realización de esta tesis. Su apoyo ha sido fundamental en mi crecimiento académico y personal.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis con profundo amor y gratitud a mis queridos padres, Alexander González y Milan Aguilera. Su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificio desinteresado han sido la base de mi educación y éxito académico. Desde mis primeros pasos en la vida, ustedes han sido mi inspiración y guía. Su dedicación para brindarme las mejores oportunidades y alentarme en cada paso del camino ha sido invaluable. Han sido mis mayores defensores, creyendo en mí incluso cuando yo dudaba de mis propias habilidades.

A través de su ejemplo, me han enseñado la importancia del trabajo duro, la perseverancia y la determinación. Siempre han fomentado mi curiosidad, alentándome a explorar nuevos horizontes y a desafiarme a mí mismo/a constantemente. Agradezco su paciencia y comprensión durante las largas horas de estudio y trabajo que este proyecto de tesis ha requerido. Su confianza en mí y su aliento constante han sido la fuerza impulsora detrás de mi perseverancia.

Esta tesis es un testimonio de su dedicación y sacrificio como padres. A través de mi logro académico, espero poder honrar su legado y retribuirles todo lo que han hecho por mí. Les dedico este proyecto con amor y gratitud infinitos. Gracias por ser mis guías, mis modelos a seguir y mi mayor fuente de inspiración. Sin ustedes, este logro no sería posible.

Con todo mi amor,

Mauricio G. González A.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE GRÁFICAS.....	xvi
RESUMEN INFORMATIVO.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1 Descripción de la Empresa.....	3
1.1.1 Ubicación de la Empresa.....	3
1.1.2 Estructura Organizativa.....	4
1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa.....	5
1.2.1 Misión.....	5
1.2.2 Visión.....	5
1.2.3 Objetivos.....	5
1.2.4 Valores.....	5
1.3 Descripción del Departamento donde se desarrolla la Pasantía.....	5
1.3.1 Estructura Organizativa del Departamento de Proyecto.....	6
II EL PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del Problema.....	7
2.2 Formulación del Problema.....	10
2.3 Objetivos de la Investigación.....	10
2.3.1 Objetivo General.....	10
2.3.2 Objetivos Específicos.....	11
2.4 Justificación.....	11

2.5 Alcance y Limitaciones.....	12
III MARCO TEÓRICO	
3.1 Antecedentes.....	14
3.2 Teoría central de la investigación.....	17
3.3 Bases Teóricas.....	17
3.3.1. Energía.....	17
3.3.2. Energía Solar.....	17
3.2.3. Radiación Solar.....	18
3.3.4. Sistema Híbrido de Energía.....	19
3.3.5 Sistema Solar Fotovoltaico.....	20
3.3.6 Eficiencia de los módulos fotovoltaicos.....	24
3.3.7 Opciones de montaje de paneles fotovoltaicos.....	25
3.4 Bases Legales.....	27
3.5 Definición de Términos.....	29
IV MARCO METODOLÓGICO	
4.1 Tipo de Investigación.....	30
4.2 Diseño de la Investigación.....	30
4.3 Nivel de la investigación.....	31
4.4. Población y muestra.....	31
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
4.6 Validación del instrumento.....	35
4.7 Técnicas y Herramientas de Análisis de Datos.....	35
4.8. Fases metodológicas.....	35
4.9 Confiabilidad de la investigación.....	37
4.10 Cuadro de Operacionalización de Variables.....	38
V RESULTADOS	

5.1 Fase I: Diagnostico del consumo de los dispositivos que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES.....	39
5.1.1 Entrevista estructurada.....	39
5.1.2 Observación directa y revisión documental.....	40
5.1.3 Cálculo del consumo de los equipos a respaldar.....	52
5.1.4 Matriz FODA.....	54
5.1.5 Análisis de la matriz FODA.....	55
5.2 Fase II: Selección de los dispositivos que conformaran el sistema híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad que cumplan con los requisitos y las necesidades de la empresa Datcom Services.	56
5.2.1 Ubicación de la empresa.....	57
5.2.2 Situación del servicio eléctrico en la empresa Datcom Services.	57
5.2.3 Determinar el arreglo que ha de tener el sistema fotovoltaico en la empresa Datcom Services.....	58
5.2.4 Circuito esquemático del sistema fotovoltaico.....	77
5.2.5 Selección del hardware para implementación del sistema de control automático.....	78
5.3 Fase III: Diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía para la empresa DATCOM SERVICES.....	88
5.3.1 Orientación e inclinación de los sistemas fotovoltaicos.....	89
5.3.2 Desarrollo del sistema de control automático por hardware y software libre para el sistema de seguimiento solar.....	90
5.3.3 Desarrollo del algoritmo matemático y lógica de programación del sistema de control automático.....	91
5.3.4 Flujograma para el desarrollo del software.....	92
5.3.5 Diseño final del circuito de control automático.....	96
5.3.6 Diseño conceptual de la estructura mecánica.....	97
5.4 Fase IV: Elaborar la factibilidad económica, técnica y operativa del diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la Empresa DATCOM SERVICES.....	101

5.4.1 Factibilidad Económica.....	101
5.4.2 Evaluación Económica.....	103
5.4.3 Factibilidad Técnica.....	106
5.4.4 Factibilidad Operativa.....	107
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS.....	110
APENDICES.....	112
ANEXOS.....	122

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Combinaciones de sistemas híbridos con fuentes de energía renovable.....	19
2	Población y muestra del diseño del sistema fotovoltaico híbrido	32
3	Cuadro Técnico Metodológico.....	38
4	Matriz FODA.....	54
5	Clasificación de la radiación solar según su potencial.....	59
6	Cuadro comparativo entre los módulos de silicio monocristalino y policristalino.....	64

LISTA DE TABLAS

DESCRIPCIÓN

TABLA		pp.
1	Cantidad y consumo de los equipos a ser respaldados en la oficina de redes de la empresa Datcom Services.....	53
2	Coefficientes de cada una de las variables del rendimiento global de la instalación.....	61
3	Valores seleccionados de los coeficientes seleccionados y resultado del RG.....	62
4	Consumo teórico de la empresa Datcom Services aplicando el factor de RG.....	63
5	Equipos conectados al inversor de baja potencia.....	70
6	Equipos que conforman la carga en DC.....	74
7	Lista de Materiales.....	101
8	Costo del personal.....	102
9	Gastos Operativos.....	103
10	Costo Total del Proyecto.....	103
11	Cortes Eléctricos en los últimos 15 meses.....	104
12	Ganancias mensuales de la Empresa DATCOM SERVICES.....	106
13	Pérdidas mensuales de la Empresa DATCOM SERVICES.....	106

LISTA DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN

FIGURA		pp.
1	Estructura Organizativa de Datcom Services.....	4
2	Estructura organizativa del Departamento de Proyectos de la empresa Datcom Services.....	6
3	Sistema de respaldo de energía de la empresa Datcom Services.....	9
4	Dispositivos de la oficina de redes.....	10
5	Dispositivos de la oficina de redes.....	10
6	Curva típica de una célula fotoeléctrica de silicio.....	20
7	Tipos de módulos fotovoltaicos.....	21
8	Panel Fijo Horizontal.....	26
9	Panel horizontal con seguimiento en eje horizontal norte sur.....	26
10	Panel con seguimiento en dos ejes, uno horizontal y uno vertical.....	27
11	4 Port GPON OLT - V1600G0.....	41
12	RB4011iGS+RM.....	42
13	RB750GL.....	42
14	CCR1036-8G-2S+.....	43
15	CCR2116-12G-4S+.....	43
16	CSS326-24G-2S+RM.....	44
17	CRS326-24G-2S+RM.....	45
18	CRS326-24S+2Q+RM.....	45
19	Antena Ubiquiti Rocket.....	46
20	Antena Ubiquiti Lite.....	47
21	Antena NanoBeam NBE-5AC-Gen2.....	48
22	Antena PowerBeam PBE-5AC-Gen2.....	49

23	Antena AirFiber AF-5XHD.....	50
24	Router ZTE MOF253.....	51
25	Router Huawei B310.....	51
26	Router Archer C20 TP – LINK.....	52
27	Vista satelital del edificio Orión donde se encuentra la sede principal de la empresa Datcom Services.....	57
28	Panel solar BlueSolar monocristalino modelo SPM043602400.	65
29	Controlador de carga MPPT Smart Solar 150/85.....	67
30	Lithium Bateria Smart de 25,6V.....	68
31	Blue Smart IP22 24/16/1.....	69
32	Phoenix Inverter VE.Direct 500 VA.....	71
33	Relé JQX – 62F 80A 250VAC/30VDC.....	72
34	Breaker Siemens.....	73
35	SCHIK Disyuntor de circuito de 24 V CC 80 A.....	74
36	Disyuntor 5SL6225-7MB.....	76
37	Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P.....	77
38	Circuito esquemático del sistema fotovoltaico.....	78
39	Red Board de Sparkfun (Arduino uno)	79
40	Módulo GPS GY – GPS6MV2.....	80
41	Acelerómetro de triple eje MMA8452Q SparkFun.....	81
42	Representación gráfica de los niveles lógicos.....	82
43	Level Shifter TXS0108E de 8 canales.....	83
44	Conexión eléctrica del acelerómetro, convertidor.....	83
45	Acelerómetro en posición horizontal sin ninguna inclinación experimentando 1g de aceleración en el plano Z.....	85
46	Vista perpendicular al plano X con componentes de la fuerza de gravedad.....	85
47	Diagrama vectorial para el cálculo del ángulo de inclinación plano XZ	86
48	Diagrama vectorial para el cálculo del ángulo de inclinación plano YZ	86
49	Módulo de relevadores.....	87
50	Convertidor lineal eléctrico.....	88

51	Rango del ángulo de hora solar ω deseado.....	93
52	Flujograma del programa de control astronómico para automatizar el sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad.....	95
53	Esquema conceptual del circuito de control automático propuesto.....	96
54	Esquema de la estructura con el actuador lineal retraído.....	97
55	Esquema de la estructura con el actuador lineal en su máxima extensión	98
56	Estructura móvil en 3D para el sistema propuesto de seguimiento solar	100
57	Hoja de datos del 4 Port GPON OLT - V1600G0.....	124
58	Hoja de datos del router RB4011iGS+RM.....	125
59	Hoja de datos del router RB750GL.....	126
60	Hoja de datos del router CCR1036-8G-2S+.....	127
61	Hoja de datos del router CCR2116-12G-4S+.....	128
62	Hoja de datos del Smart Switch CSS326-24G-2S+RM.....	129
63	Hoja de datos del Router Switch CRS326-24G-2S+RM.....	130
64	Hoja de datos del Router Switch CRS326-24S+2Q+RM.....	131
65	Hoja de datos de la antena Ubiquiti Rocket ac R5AC – Lite.....	132
66	Hoja de datos de la antena Ubiquiti Lite Ap LAP-GPS.....	133
67	Hoja de datos de la Antena NanoBeam NBE-5AC-Gen2.....	134
68	Hoja de datos de la Antena PowerBeam PBE-5AC-Gen2.....	135
69	Hoja de datos de la Antena AirFiber AF-5XHD.....	136
70	Categorías de nubosidad en la Ciudad de Valencia 2023.....	138
71	Cantidad de horas de luz natural en la Ciudad de Valencia para el año 20203.....	138
72	Salida del sol y puesta del sol en la Ciudad de Valencia para el año 2023	139
73	Hoja de datos del panel solar BlueSolar.....	141
74	Hoja de datos del controlador de carga MPPT Smart Solar 150/85.....	142
75	Hoja de datos de Lithium Batery Smart de 25,6V.....	143
76	Hoja de datos del cargador Blue Smart IP22 24/16/1.....	144
77	Hoja de datos del Phoenix Inverter VE.Direct 500 VA.....	145
78	Hoja de datos del relé JQX – 62F 80A 250VAC/30VDC.....	146
79	Hoja de datos del Breaker Siemens 5SL6220-7MB.....	148

80	Continuación de la hoja de datos del Breaker Siemens 5SL6220-7MB...	149
81	Continuación de la hoja de datos del Breaker Siemens 5SL6220-7MB...	150
82	Hoja de datos del Disyuntor 5SL6225-7MB.....	151
83	Continuación de la hoja de datos del del Disyuntor 5SL6225-7MB.....	152
84	Continuación de la hoja de datos del del Disyuntor 5SL6225-7MB.....	153
85	Hoja de datos del Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P.....	154
86	Continuación de la hoja de datos del Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P	155
87	Continuación de la hoja de datos del Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P	156
88	Hoja de datos del SCHIK Disyuntor de circuito de 24 V CC 80 A.....	157
89	Hoja de datos del Red Board de Sparkfun (Arduino uno)	159
90	Hoja de datos del Módulo GPS GY – GPS6MV2.....	160
91	Continuación de la hoja de datos del Módulo GPS GY – GPS6MV2.....	161
92	Hoja de datos del Módulo de relevadores.....	162
93	Continuación de la hoja de datos del Módulo de relevadores.....	163
94	Hoja de datos del Convertidor lineal eléctrico HD24B026.....	164
95	Hoja de datos del Level Shifter TXS0108E de 8 canales.....	165
96	Hoja de datos del Acelerómetro de triple eje MMA8452Q SparkFun.....	166

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Cortes eléctricos.....	105



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO DE
RESPALDO DE ENERGIA CON UN GRADO DE LIBERTAD EN LA EMPRESA
DATCOM SERVICES**

Autor: Mauricio Gabriel González Aguilera

Tutor: Gerson Jair Sanchez Ayala

Fecha: febrero 2023

RESUMEN INFORMATIVO

El presente proyecto tiene como finalidad realizar un estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de celdas fotovoltaicas como una fuente de energía eléctrica alternativa en casos de emergencia en la empresa Datcom Services. La modalidad del proyecto se basa en la investigación aplicada, teniendo dos tipos de diseño de investigación, de campo y documental. La recolección de los datos para poder llevar a cabo los objetivos del proyecto se llevó a cabo mediante técnicas de revisión documental, entrevistas estructuradas y observación directa. La investigación se llevó a cabo mediante el desarrollo de una evaluación técnica de los dispositivos que se piensan respaldar, que incluyó un estudio de demanda eléctrica de dichos equipos ubicados en la oficina de redes de la empresa Datcom Services, esto mediante entrevistas estructuradas en dicha oficina y por observación directa para obtener datos teóricos sobre el consumo de los equipos, un estudio técnico donde se formalizaron los dispositivos más adecuados para el tipo de diseño que cumpla con la demanda de la oficina de servidores aplicándose un factor de seguridad para compensar cualquier tipo de pérdidas que se puedan presentar por la variación en el consumo eléctrico. Por último, el estudio económico el cual tiene como objetivo aportar los valores a la evaluación económica necesarios para determinar la viabilidad del proyecto de inversión. En función de los resultados de este estudio se demuestra que el proyecto es técnicamente factible, no obstante, la decisión en cuanto a su viabilidad económica debe ser evaluado junto con indicadores en cuanto a los beneficios sociales y ambientales, donde el proyecto presenta gran potencialidad.

Descriptor: celdas, panel, fotovoltaico, inversor, cargador MPPT, banco de baterías, demanda, dispositivos, sistema.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación surge debido a la poca calidad y confiabilidad que tiene actualmente el servicio eléctrico nacional, el cual se encuentra al borde del colapso debido a la falta de mantenimiento del mismo por parte de los entes encargados y presenta interrupciones en su servicio frecuentemente, sumado a largas horas de espera para que el servicio eléctrico se reanude, afectando así a empresas, instituciones, universidades, centros de estudio, centros hospitalarios y entre otros sectores evitando que estos puedan continuar con sus actividades y operaciones de manera continua e ininterrumpida.

Se plantea la búsqueda de un sistema de energía eléctrica alternativa, como opción viable se tiene a la que corresponde a la energía solar mediante celdas fotovoltaicas, por lo que se considera implementar las mismas como fuente de energía alternativa en la empresa Datcom Services, más específicamente en la oficina donde se encuentran ubicados los servidores y las antenas de la empresa dedicada a ofrecer servicio de internet por fibra óptica. Según estudios realizados, indican que sus condiciones geográficas y climatológicas son aptas para la implementación de un sistema de energía fotovoltaica híbrida con un grado de libertad, ya que el techado del edificio donde se encuentra ubicada la sede principal de la empresa posee espacio suficiente para la distribución de los equipos necesarios para el tipo de instalación a realizarse además que su clima le permite obtener a dichos sistemas un rendimiento óptimo.

El desarrollo del proyecto le otorga a la empresa la capacidad de responder de manera eficaz ante la interrupción del servicio eléctrico y mantener sus operaciones garantizando a sus clientes el acceso ininterrumpido al servicio de internet que ofrece la compañía. Estas instalaciones son amigables con el medio ambiente, y reducen en gran medida la huella de carbono que emite el proceso de generar energía eléctrica mediante otras fuentes como lo son los combustibles fósiles. Son una fuente de producción de energía autosustentable, sin mencionar que a lo largo de la vida útil de la instalación permite la reducción de costos en cuanto a las tarifas del servicio eléctrico.

Se determinó el mejor diseño, seleccionando los equipos más adecuados y tomando en cuenta su ubicación y el dimensionamiento, recabando la información necesaria mediante entrevistas estructuradas, análisis documental y relaciones matemáticas. El estudio técnico – económico planteado determina desde el punto de vista técnico la forma en que el diseño del sistema híbrido fotovoltaico de un grado de libertad puede ser una opción como fuente de energía alternativa en la empresa Datcom Services, y desde el punto de vista económico la viabilidad del

mismo determinando si es factible o no su aplicación. De igual manera permite establecer el escenario que a futuro garantiza la viabilidad del proyecto.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la Empresa.

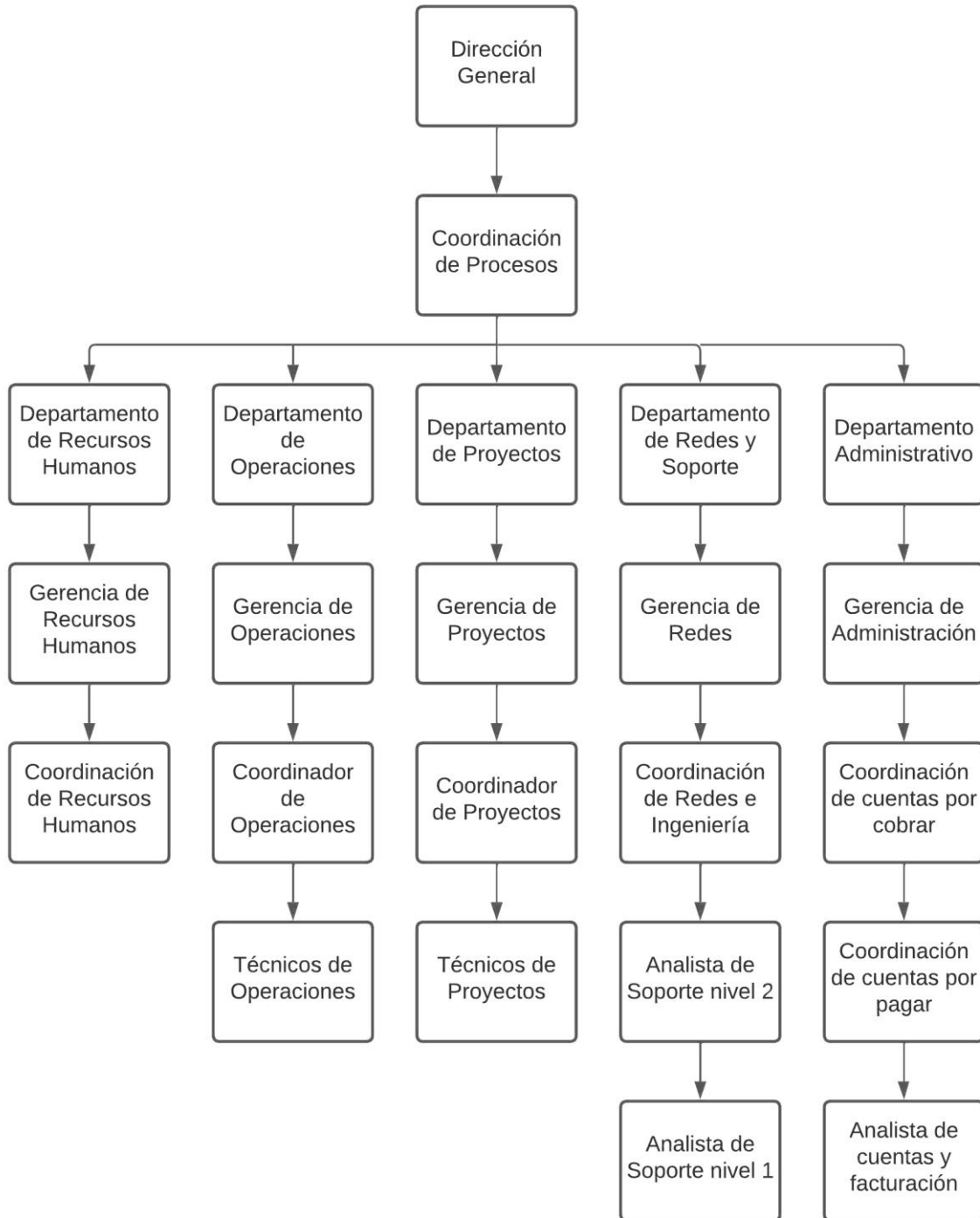
Dat-Com Services, C.A. Es una empresa especializada en redes y telecomunicaciones, con sede principal en la ciudad de Valencia-Edo. Carabobo, dedicada a proporcionar soluciones de conectividad, a través de la mejora continua y tecnología de punta, de cara a la plena satisfacción de los clientes. El equipo conformado por profesionales, ingenieros y analistas del área, dan la experiencia para brindar excelente servicio, soporte técnico y atención de primera. La empresa ofrece soluciones de acceso a internet y planes de velocidad de primera calidad, combinando tecnología innovadora y pasión compartida, brindándole al usuario la experiencia de un servicio óptimo adecuado a sus necesidades, siendo la mejor opción en conectividad las 24 horas del día. En el transcurso de los años se ha incluido nuevas líneas de productos y servicios, con el objetivo de proveer a los clientes una solución integral a sus exigencias. Con la incorporación de la fibra óptica se ha fortalecido aún más la red de telecomunicaciones, además, se ha podido llevar a cabo: alianzas estratégicas con instituciones públicas del estado, y numerosos proyectos en todo el estado Carabobo.

1.1.1 Ubicación de la Empresa.

La sede principal de la empresa en donde se pretende realizar el presente proyecto para la instalación de un sistema híbrido fotovoltaico conectado a la red para el respaldo y almacenamiento de energía y en donde se pretende estudiar la geografía, la capacidad de generación de energía solar aprovechable en un tiempo estimado de tiempo, la ubicación del terreno que será utilizado para la instalación de la estructura solar y la situación climatológica en los distintos meses del año, se encuentra ubicada en la Av. Henry Ford, Edif. Orion, Ofic. 07 (al lado de la Alcaldía de Valencia), Valencia, Estado Carabobo.

1.1.2 Estructura Organizativa.

Figura 1. Estructura Organizativa de Datcom Services.



Fuente: Empresa Datcom Services. (2023).

1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa.

1.2.1 Misión.

Conectar a miles de familias y negocios a la red más importante de comunicaciones actual: El Internet.

1.2.2 Visión.

Mejorar cada día en la calidad de las comunicaciones para que cada cliente nuestro siempre disfrute de la mejor tecnología y velocidad a mano.

1.2.3 Objetivos.

- Contribuir a masificar el acceso a las redes y servicios de telecomunicaciones a través de la política de acceso universal permitiendo extender de manera equitativa el uso y la aplicación de las tecnologías de información y comunicación en Venezuela.
- Proteger los derechos de los usuarios, realizando las acciones de difusión necesarias que permitan el acceso libre e informado a los servicios de telecomunicaciones disponibles en el país, fiscalizando el cumplimiento de las normas, estándares y contratos para una correcta operación del mercado.
- Crear, modificar, actualizar y simplificar el marco normativo necesario para que el sector de telecomunicaciones se desarrolle, aumentando el acceso a redes y servicios, en un ambiente de competencia, que fomente la introducción de nuevas tecnologías y servicios.
- Fortalecer la gestión institucional, incorporando tecnología y nuevos sistemas de gestión que permitan implementar la mejora continua de los procesos, entregando los bienes y servicios en forma eficiente y oportuna de manera de brindar un servicio de calidad a los ciudadanos.

1.2.4 Valores.

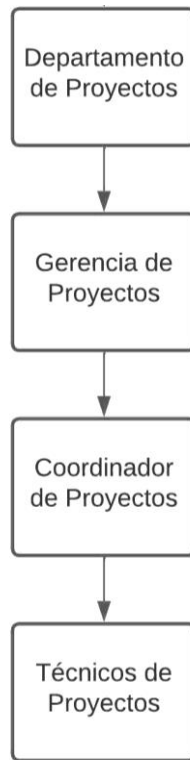
Honestidad, desarrollo humano, respeto y creatividad empresarial.

1.3 Descripción del departamento donde se desarrolla la Pasantía.

El departamento de proyectos en la empresa Datcom Services es el encargado de definir los parámetros comunes para coordinar y gestionar los proyectos, con un alcance y responsabilidad determinada en función de las necesidades de la organización. En el caso de la empresa Datcom Services, al ser una pequeña empresa, dicho departamento se reduce a unas pocas personas formadas y debidamente capacitadas que poseen una perspectiva amplia en la realización de los proyectos, su alcance y los recursos necesarios para llevarlos a cabo con éxito.

1.3.1 Estructura Organizativa del Departamento de Proyectos.

Figura 2. Estructura organizativa del Departamento de Proyectos de la empresa Datcom Services.



Fuente: Empresa Datcom Services. (2023).

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema.

Durante la planificación y diseño de las ciudades se tienen en cuenta varios servicios públicos para que la comunidad pueda tener una mejor calidad de vida. Entre estos servicios brindados cabe resaltar el eléctrico, que tiene que tener un diseño óptimo para satisfacer la demanda que es producto del crecimiento de las industrias y la población. Un servicio eléctrico eficiente debe poseer las principales condiciones de calidad y cantidad, pero ante todo debe dar la seguridad de poder mantenerse sostenible en el tiempo y ser confiable para el consumidor.

Desde los comienzos de la era industrial, el consumo de la energía que es extraída de los combustibles fósiles tales como el carbón, el petróleo y el gas natural han ido incrementando con el paso de los años. Puede decirse que la economía mundial de la sociedad se sostiene en base a estas fuentes de energías, recursos que no son inagotables y que de manera directa o indirecta afectan de manera positiva o negativa a la economía y calidad de vida en general. El Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud en España, manifestó que la quema de los combustibles fósiles es la principal fuente responsable de la producción de los gases de efecto invernadero, motivo del calentamiento global.

Se requiere entonces, para limitar, impedir y prevenir las graves consecuencias ambientales, sociales y económicas que tienen relación con el aumento de temperatura, subida de nivel del mar y la disminución o incremento de precipitaciones, entre otros efectos producto de lo antes mencionado, cambiar los patrones de consumo energético que se han venido realizando hasta los momentos, lo que implica aumentar la eficiencia energética de todos los procesos y a su vez sustituir o disminuir el consumo de energías fósiles por renovables. Las energías renovables cada vez ocupan más espacio en el mercado energético, lo que lo coloca en un lugar de gran relevancia, cabe destacar que el crecimiento en el uso de energías renovables para la producción de electricidad se debe en gran medida a la importancia que ha tenido el uso de la energía hidráulica como fuente alternativa de energía limpia y económica.

Sin embargo, en el artículo registrado de R Reyna-Martínez, MCDI Díaz-Blanco se ve que las previsiones que hizo la Agencia Internacional de la Energía (AIE), dan a demostrar que “la participación de las renovables en el suministro eléctrico global pasará del 26% en 2018 al 44% en 2040, y proporcionarán 2/3 del incremento de demanda eléctrica registrado en ese período,

principalmente a través de las tecnologías eólica y fotovoltaica”. (2021, p. 9). Hay que destacar que la tendencia en el sector energético, es la energía solar fotovoltaica flotante, que despunta como la primera opción a nivel mundial, perfilándose como una solución altamente viable en la obtención de energía limpia a partir de aprovechar cualquier superficie que sea óptima para captar la irradiación proveniente del sol. Para D Schmerler, JC Velarde, A Rodríguez, B Solís se tiene que:

Según cifras de la Agencia Internacional de Energía Renovable (Irena, por sus siglas en inglés) a 2016, este problema en particular no resulta apremiante para Latinoamérica, región con una producción eléctrica relativamente limpia: la mitad es generada con recursos hídricos, alrededor de un cuarto con gas natural, carbón y petróleo alcanzan juntos cerca del 17%, mientras que el resto corresponde a energías renovables no convencionales. (2019, p.12).

En Venezuela, se presencia una crisis energética durante la cual en el país se experimenta un déficit de generación de energía eléctrica a partir del año 2009 y se extiende hasta la actualidad. Durante el mes de marzo del año 2019 se vive en el país un apagón general que causó cortes de suministro eléctrico a nivel nacional, afectando 23 estados del país, según estiman dichos cortes de electricidad causaron en su momento pérdidas de más de mil millones de dólares a nivel de empresas. El 15 de enero de 2021 se emite un informe por el Comité de Afectados por Apagones, según sus siglas “CAA”, dándose a conocer que durante el año 2020 se registraron 157.719 apagones a nivel nacional, de esta manera, triplicándose la crisis con respecto al año 2019 en el que se registraron 48.210 fallas eléctricas. A continuación, se registró 25.603 apagones en el mes de agosto del presente año 2022, lo que conlleva un incremento del 41,7% en comparación con el mes de agosto del año 2021, registrándose 18.068 fallas por el CAA.

El principal motivo de las deficiencias en el servicio eléctrico en Venezuela es provocado básicamente a que las fuentes de generación eléctrica, que son la hidroeléctrica y termoeléctrica, vienen acarreado desde hace varios años un deterioro pronunciado en sus instalaciones, sobre todo el sector termoeléctrico, y en la actualidad son incapaces de satisfacer la demanda nacional. Todo esto es ocasionado por la falta o inapropiado mantenimiento en las infraestructuras existentes en el país, a esto también se le suma a el empleo de tecnologías obsoletas y la falta de inversión para utilizar dispositivos tecnológicos actuales que poseen mejor rendimiento y son capaces de generar mayor energía eléctrica siendo estos mismo indispensables para mantener una oferta del servicio eléctrico adecuada al constante crecimiento de la población y el sector industrial. J Zambrano, A Zambrano, B Franklin y N Fumo exponen que:

Venezuela por su posición geográfica privilegiada, cuenta con un gran potencial energético solar, lo cual garantiza un 85% de la incidencia solar estable durante todo el día, incluso en períodos de sequía se alcanzan hasta 8 horas de irradiación solar efectiva; por lo que, el uso de los sistemas fotovoltaico desde ese punto de vista pudiera ser una alternativa tecnológicamente viable. (2012, p. 2).

Ahora bien, las fallas en el sistema eléctrico nacional se acentúan los últimos años, de esta manera, ocasionando que las empresas tengan pérdidas de información en su sistema operativo, a su vez, generando un retardo en la capacidad de respuesta para atender las necesidades de sus consumidores como lo es en el caso de la empresa DATCOM SERVICES dicha empresa se caracteriza por ser especializada en las telecomunicaciones, ofreciendo servicio de internet empresarial y domestico de fibra óptica a nivel nacional, esta compañía intenta mantener el servicio de manera constante y con buen funcionamiento. Para poder obtenerlo los servidores de la empresa deben estar encendidos, sin fallas de electricidad, esto se refleja en el banco de batería que actualmente depende de la red eléctrica nacional, el mismo se encuentra obsoleto y mal optimizado al contar con un controlador de carga e inversor de corriente DC – AC de 4000W y 24V, puesto que los equipos conectados no llegan a consumir tal potencia. En la figura 3 se puede observar el actual sistema de respaldo de energía con el que cuenta la empresa.

Figura 3. Sistema de respaldo de energía de la empresa Datcom Services.

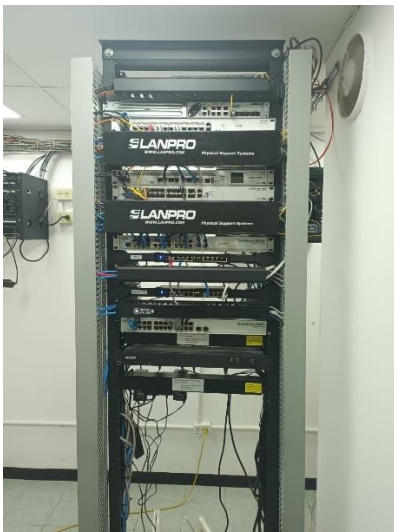


Fuente: Empresa Datcom Services. (2023).

Por esta razón, la empresa creó la solicitud de estudio para implementar el diseño de un sistema de respaldo de energía fotovoltaica híbrida, es decir, que funcionen tanto con la red

eléctrica como con paneles solares, siendo estos instalados en el techo de la sede principal de la empresa para suministrar energía en el banco de batería teniendo un mayor rendimiento en la carga y manteniendo activos los servidores de la empresa. De tal manera, de que cuando ocurra algún corte o falla en el suministro de energía eléctrica nacional, los servidores funcionen a través de los paneles solares, que estarán funcionando a lo largo del día por energía solar fotovoltaica, y la carga guardada en el respaldo del banco de baterías. En las figuras 4 y 5 se puede observar los equipos a ser respaldados.

Figuras 4 y 5. Dispositivos de la oficina de redes.



Fuente: Empresa Datcom Services. (2023).

2.2 Formulación del Problema.

Con lo expuesto anteriormente se puede formular la siguiente interrogante ¿Cómo se puede reemplazar el actual sistema de respaldo de energía que se ajuste mejor a las necesidades de la empresa DATCOM SERVICES?

2.3 Objetivos de la Investigación.

2.3.1 Objetivo General.

Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad para el respaldo de los servidores a través de un banco de batería en la empresa DATCOM SERVICES.

2.3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar el consumo de los dispositivos que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES.
- Seleccionar los dispositivos que conformaran el sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad que cumplan con los requisitos y las necesidades de la empresa DATCOM SERVICES.
- Diseñar el sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía para la empresa DATCOM SERVICES.
- Elaborar la factibilidad económica, técnica y operativa del diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la empresa DATCOM SERVICES.

2.4 Justificación.

Actualmente se conoce la crisis energética que atraviesa Venezuela, la cual ocasiona una incertidumbre respecto al desconocimiento de las posibles fallas futuras en la red eléctrica nacional, provocando de ésta manera que las empresas tengan que optar por otros medios de energía que sean sustentables para poder mantener un desempeño óptimo en sus operaciones. Las empresas de telecomunicaciones que ofrecen un servicio dedicado las 24 horas del día poseen un respaldo de energía tanto en la estación principal como en las subestaciones para prevenir cualquier falla en la red eléctrica externa que ocasione una pérdida significativa en los servidores, o que los mismos sufran eléctricamente por las constantes variaciones en la red eléctrica.

Los sistemas híbridos de respaldo de energía se encargan de producir electricidad a través de dos o más fuentes, que por lo general suelen ser renovables. Para el caso del presente proyecto se utilizarán como fuentes de generación la fotovoltaica y la red eléctrica nacional, cabe añadir que la primera mencionada ayuda a reducir el consumo de energía o a suplantar otras fuentes de energía cuando las mismas no se encuentran disponibles, lo cual es posible gracias a la utilización de celdas fotovoltaicas que son las encargadas de convertir la irradiación del sol en electricidad. Estas celdas mejoran su eficiencia al ser colocadas en una estructura con uno o dos ejes que le proporcionen la movilidad para que a través de un sistema automatizado logren hacer un seguimiento al sol a lo largo de su recorrido, y mantener la perpendicularidad respecto a el mismo a lo largo del día.

Por lo antes expuesto, se hace necesario diseñar un sistema híbrido de respaldo de energía combinando la generación fotovoltaica y la red eléctrica nacional con un eje de seguimiento solar horizontal para mejorar la eficiencia de los paneles solares. Ya que la empresa DATCOM SERVICES se ve en la necesidad de tener una variante de energía en su sede principal distinta a

la que ofrece la red eléctrica nacional para cargar el banco de baterías dedicado a mantener en funcionamiento los servidores de la empresa, y de esta manera satisfacer la necesidad de mantener un flujo ininterrumpido de internet a sus clientes. Por otra parte, es necesario mencionar los aportes obtenidos en la Universidad “José Antonio Páez” para realizar este informe, ya que los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Electrónica aplican al mismo.

2.5 Alcance y Limitaciones.

- **Alcance.**

El propósito de este trabajo es llevar a cabo el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un eje de seguimiento horizontal para proporcionar una alternativa óptima y viable de suministro energético distinto al que posee actualmente la empresa DATCOM SERVICES en su sede principal. El trabajo comprende la investigación y el estudio del sistema de respaldo de energía actual con el que cuenta la empresa, sus características, estructura, modo de operación, capacidad de carga y cantidad de horas de autonomía, todo esto con el fin de identificar las posibles mejoras o cambios a ser realizados, para que así se pueda proponer finalmente el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad capaz de cumplir con las exigencias requeridas por la empresa DATCOM SERVICES, y que la misma cuente con una sistema actualizado, optimizado y completamente autónomo que responda adecuadamente ante cualquier inconveniente o falla eléctrica que pueda presentarse en la oficina de red donde se encuentran ubicados los servidores principales de la empresa.

- **Limitaciones.**

El diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad dirigido a la sede principal de la empresa DATCOM SERVICES, tiene la limitante de que no se pretende indagar en la aplicación de otras fuentes de energía alternas a la fotovoltaica y la red eléctrica principal para el cargado del banco de baterías, por lo que no se tomará en cuenta un sistema híbrido entre paneles solares y un generador diésel u otra fuente alterna de energía. También hay que acotar que el diseño del sistema híbrido que se desea plantear no abarca a las variantes de un solo eje de seguimiento, de dos ejes o de paneles fijos por lo que se limita sólo a al montaje de paneles con seguimiento horizontal, de igual manera dicho diseño se realizará tomando en cuenta que es un techo plano de un edificio con hormigón, por lo que tampoco toca los casos de fijación al suelo, en fachadas o en tejados inclinados, y en el que la superficie sea de teja, chapa o cualquier otro material.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes.

En toda investigación se debe realizar una previa recolección de material bibliográfico debido a que esto permite ampliar conocimientos relativos actuales del tema que se está estudiando, además los antecedentes son de vital importancia para cualquier tipo de investigación ya que pueden servir como método extra de indagación e información adicional del tema, bien sea, nacional o internacionalmente.

- **Antecedentes Internacionales**

Quispe, L. (2021), presentó en su trabajo de grado denominado **“Diseño del Sistema Híbrido para lograr Autoabastecer de Energía Eléctrica a las Instalaciones de la Granja Experimental Agropecuaria de Yauris”** de la Universidad Nacional del Centro Del Perú optando al título de Ingeniero Electricista realizó su investigación centrándose en Diseñar un sistema híbrido para autoabastecer de energía eléctrica a las instalaciones de la granja experimental agropecuaria de Yauris, la cual tuvo como objetivo aportar conocimiento sobre uso de las energías renovables, logrando de esta manera abastecer de energía eléctrica la granja experimental de Yauris. La metodología de estudio adaptada para este proyecto fue de tipo aplicativo con diseño no experimental y un enfoque cuantitativo.

El aporte de dicha investigación fue de carácter informativo para la realización de este proyecto ya que en el mismo se dimensiona un sistema híbrido de energía renovable eólica – solar, donde se diseña un sistema para cada fuente de energía por separado y luego se conectan a un acumulador de carga. Ésta información sirvió de ayuda para comprender de mejor manera el aprovechamiento de las distintas fuentes de energía renovable y también de la forma en que puede generarse energía eléctrica de manera limpia y segura, completamente distinta a las plantas eléctricas que trabajan con combustible fósil.

Por otro lado, Lata, J. (2019), presentó como tesis doctoral un trabajo denominado **“Mejoras al Dimensionamiento Óptimo de Sistemas Híbridos con Energías Renovables”** en la Escuela Politécnica Superior de Jaén en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, dicho proyecto se basa en que la demanda energética actual proviene de combustibles no renovables, lo que contribuye a la emisión de gases contaminantes y a su vez al calentamiento global. Partiendo de este punto realizaron varios estudios sobre dimensionamiento técnico, análisis técnico-económico

determinando la ubicación óptima de turbinas de río para obtener la máxima generación junto a un sistema híbrido, de esta manera demostrando la técnica más viable para satisfacer la demanda de energía con fuentes renovables.

La investigación efectuada fue de relevancia para el conocimiento de la integración de otro tipo de sistema híbrido que para este caso en particular utilizó una turbina hidrocínética, para que de esta manera se pudiera aprovechar el movimiento del agua en el río en que se ubicó dicha turbina, y a su vez se colocaron paneles fotovoltaicos para lograr captar la mayor cantidad de energía eléctrica posible. Cabe destacar que se obtuvo el conocimiento del análisis que realizaron para el empleo de cuatro sistemas de almacenamiento de energía diferentes.

- **Antecedentes Nacionales.**

De la misma forma, Velásquez, H. y Ron, A. (2021), presentaron una investigación para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Andrés Bello, denominado **“Evaluación del Potencial Fotovoltaico en los Embalses de Venezuela, con énfasis en el Embalse de la Central Hidroeléctrica Juan Antonio Rodríguez Domínguez”** con la finalidad de implementar tecnologías basadas en energía renovable los autores realizaron un estudio de análisis de potencial fotovoltaico sobre los embalses de Venezuela, seguidamente identificando los posibles casos de estudios, tomando en cuenta factores externos que afectan como lo es la irradiación solar. Finalmente, dicho estudio arrojó como resultado que se requieren 21.744 paneles solares de un área de 2,5 m² cada uno, ordenado en diferentes islas y módulos.

La investigación antes mencionada aportó datos importantes e interesantes en el potencial fotovoltaico que posee Venezuela para el aprovechamiento de dicha forma de energía renovable, dejando datos de la irradiación solar existente en los andes venezolanos y la cantidad de energía eléctrica que podría ser generada al año en el embalse de Boconó – Tucupido en donde se basó dicha investigación. Dichos datos fueron de gran relevancia para la elaboración del presente proyecto investigativo gracias a que se pudo tomar comparativas en el potencial energético de Venezuela en distintos embalses en todo el territorio nacional.

También, Balza, Freicher, Vásquez, Hansen, Álvarez y Esposito (2021) presentaron su informe técnico mostrándose como requisito para el cumplimiento de las pasantías en la Universidad de Falcón denominado **“Manual para el Diseño de un Sistema Híbrido Eólico y Solar para Comunidades Rurales”** dicho informe se basa en el estudio con perspectiva legal y económica que permita consolidar un manual estratégico y sustentable que establezca parámetros

con uso de energía eólica y solar en el estado Falcón, atendiendo así problemáticas ecológicas y poblacionales y haciendo un mejor uso de energías renovables

Para lo antes expuesto se tuvo conocimiento de que en Venezuela ya se han llevado a cabo proyectos de instalación de paneles fotovoltaicos en donde la población se ha visto beneficiada al abastecerse de energía eléctrica a través de las celdas solares. Al ser un manual para el diseño de un sistema híbrido eólico y solar, sirvió como base de apoyo para el diseño y el dimensionamiento que se planteó para la propuesta de un sistema híbrido fotovoltaico con un grado de libertad que se desea realizar en las instalaciones de la empresa Datcom Services. Así como también se tomó como fuente de consulta al momento de llevar a cabo el análisis de los dispositivos que son parte del sistema de generación de energía eléctrica y de cómo pueden afectar los distintos tipos de superficie.

Por último, Márquez, G. (2020) desarrolló su trabajo de investigación titulado **“Estudio de Factibilidad Técnico-Económico para la Implementación de Celdas Fotovoltaicas como Fuente de Energía Eléctrica Alternativa en la UCAB Guayana”** presentado en la Universidad Católica Andrés Bello para optar al título de Ingeniero Industrial, dicho trabajo de investigación se realizó con la finalidad de realizar un estudio de factibilidad técnico-económico para implementar celdas fotovoltaicas como fuente de energía para casos de emergencia en la sede de la UCAB Guayana. Diagnosticando, determinando y evaluando la factibilidad económica actual de la instalación, la modalidad de dicha investigación es aplicada debido a que tiene utilización inmediata y plantea la resolución de un problema existente en la sociedad, el diseño del proyecto es documental y de campo ya que para hacer posible el estudio de factibilidad, debieron hacer entrevistas y estudios previos para llegar a la siguiente conclusión; “Se determinaron tres posibles propuestas para la ubicación e instalación de todos los equipos, en los espacios cercanos a los edificios de las escuelas, que cuentan con las dimensiones necesarias para su instalación.” (pg. 145).

En el anterior proyecto investigativo presentado aportó información relevante en cuanto a qué tipos de equipos son los más adecuados para la instalación que se desea realizar, los cuales dependen de la ubicación geográfica y de las condiciones climáticas del lugar. Además de que contribuyó a desarrollar el dimensionamiento y diseño que fue utilizado en el presente trabajo, para que la propuesta planteada a la empresa Datcom Services cumpla con la demanda eléctrica de los dispositivos a respaldar aplicándose un factor de seguridad para que de esta manera se

compense cualquier tipo de pérdida ocasionada por efecto joule o en la variación en el consumo eléctrico.

3.2 Teoría central de la investigación.

Este proyecto tiene como teoría central de investigación el sistema híbrido fotovoltaico el cual comprende la captación de la radiación solar a través de paneles fotovoltaicos y posterior almacenamiento de la energía absorbida en baterías, el cual se sustenta en la primera ley de la termodinámica, la cual establece que la energía dentro de un sistema aislado permanece constante y que dicha energía sólo puede convertirse de una forma a otra.

3.3 Bases Teóricas

3.3.1 Energía

Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., & Unamunzaga Falcón, P. la definen de la siguiente manera “La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, etc.” (2008 p. 14). La energía se entiende entonces que es una propiedad que se asocia a objetos y sustancias y la cual se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza. Existen distintos tipos de energía los cuales son: mecánica, interna, eléctrica, térmica, electromagnética, química y nuclear, y también existen tipos de energía renovable como lo son la solar, eólica, hidráulica, etc.

3.3.2 Energía Solar

La energía solar es toda aquella que se obtiene de la radiación solar sobre la tierra en sus distintas formas sean estas luz, calor o rayos ultravioleta. Frías lo define de la siguiente manera:

Corresponde a una radiación electromagnética formada por un conjunto de longitudes de onda, en que su velocidad de propagación es de $3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹. El sol genera su energía mediante reacciones nucleares de fusión, que se llevan a cabo en su núcleo, por ello la generación de energía proviene de la pérdida de masa del sol, que se convierte en energía de acuerdo a la ecuación de Einstein, $E = mc^2$, donde E es la cantidad de energía liberada cuando desaparece la masa m, considerando que c es la velocidad de la luz. (2012, p. 10-11).

Tipos de energía solar:

- **Energía Solar Térmica:** la energía solar térmica se basa en el aprovechamiento de la radiación del sol en forma calor. Según Frías (2012) “También conocida como energía termosolar, es el aprovechamiento de la energía del sol para generar calor, por medio del uso de colectores o

paneles solares térmicos básicamente nos sirve para calentar el agua u otro tipo de fluidos.” (p. 15).

- Energía Solar Fotovoltaica: con respecto a la energía solar fotovoltaica, la cual es una de las energías renovables principales en ser explotadas, el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación la define como:

La Energía Solar Fotovoltaica es una tecnología que genera corriente continua (potencia medida en vatios o kilovatios) por medio de semiconductores cuando éstos son iluminados por un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia eléctrica; cuando la luz se extingue, la electricidad desaparece. Las células solares no necesitan ser cargadas como las baterías. (2002, p.2).

De esta manera se entiende que es toda la agrupación de tecnologías que nos permite la transformación de radiación proveniente de la luz solar en electricidad a través del uso de dispositivos electrónicos conocidos como células o celdas.

3.3.3 Radiación Solar

La radiación solar es la energía que emite el Sol, la cual se propaga a través de ondas electromagnéticas en todas las direcciones del espacio y es generada por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y es emitida por la superficie solar. Esta energía es la que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el estado del clima. Juárez, A. S., Martínez, D., Escobar, R. D. L. L. S., & Magdaleno, J. O. C. la definen como:

La radiación solar sale del Sol en todas direcciones, viaja en línea recta a la velocidad de la luz y su intensidad disminuye de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al foco emisor. Debido a esto, se dice que la radiación solar fuera de la atmósfera está compuesta de rayos por lo que se le asigna un carácter directo, es decir, viaja directamente del foco emisor al captador, recibiendo el nombre de radiación directa normal. (2017, p. 71).

Tipos de radiación Solar:

- Radiación directa: se caracteriza porque atraviesa la atmosfera y llega a un punto determinado de la superficie de la tierra sin perturbaciones en su dirección.
- Radiación difusa: es definida como la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie horizontal desde todos los lugares de la atmósfera diferente de la radiación solar directa.
- Radiación de Albedo (reflejada): este tipo de radiación se dirige hacia arriba luego de haber sido reflejada en la superficie terrestre.

- Radiación global: es la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie. La radiación solar global diaria es la cantidad de radiación global entre las seis de la mañana y las seis de la tarde y sus valores oscilan entre 300 y 9800 W*h/m² al día.

3.3.4 Sistema Híbrido de Energía

Los sistemas híbridos de energía son todos aquellos que se basan en generar electricidad a partir de dos o más fuentes de energía y realizan dicha acción compartiendo un punto de conexión en común, teniendo estos la capacidad de abastecer sistemas aislados o conectados a la red eléctrica, estos últimos pueden o no tener la capacidad de inyectar energía a la red. Para Rojas, se entiende que, “Un sistema híbrido, es aquel que emplea dos o más fuentes de energía diferentes uno del otro y que interactúan entre sí, para cumplir una determinada función.” (2021, p. 22). Entre los tipos de sistema híbrido podemos encontrarnos con los siguientes expuestos en el cuadro número 1.

Cuadro 1. Combinaciones de sistemas híbridos con fuentes de energía renovable.

TIPOS DE SISTEMAS HÍBRIDOS
Solar fotovoltaica / Eólica
Eólica / Mini Hidráulica
Biomasa / Solar Fotovoltaica
Mareomotriz / Eólica

Fuente: Serván Sócola, Jorge Armando Universidad de Piura (2014).

Clasificación del sistema híbrido:

- Sistema híbrido autónomo: es todo aquel sistema que se encarga de abastecer de energía eléctrica de forma continua e ininterrumpida al recinto de consumo y que no se encuentra conectado a la red eléctrica, ya que el punto de abastecimiento más cercano se encuentra muy alejado del lugar a energizar, lo que ocasiona un mayor gasto en el tendido de las líneas.
- Sistema híbrido conectado a la red eléctrica: es aquel que, para alimentar aquellas cargas de mayor consumo, utiliza un sistema adicional en paralelo y para todas las demás cargas de menor consumo usa un sistema fotovoltaico, eólico, banco de baterías o cualquier otra fuente de energía distinta.

3.3.5 Sistema Solar Fotovoltaico

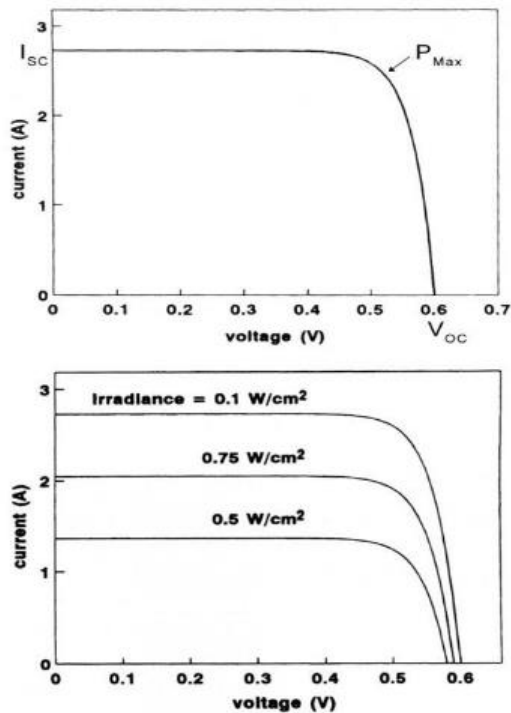
Hace referencia a aquel sistema encargado en convertir o transformar de manera directa la luz proveniente del sol en electricidad utilizando tecnologías que aprovechan el efecto fotovoltaico. De acuerdo con Padilla:

Se le llama sistema fotovoltaico al conjunto de elementos, debidamente acoplados, que permiten utilizar la energía eléctrica obtenida por conversión de la energía solar mediante las células o celdas solares, a fin de que éste pueda suplir la demanda de energía eléctrica impuesta por el tipo de carga. La carga eléctrica determina el tipo de componentes que deberán utilizarse en el sistema. (2017, p. 46).

Elementos que conforman un sistema solar fotovoltaico:

- Módulo fotovoltaico: elemento que tiene dimensiones definidas por el fabricante del mismo y que es capaz de captar los rayos del sol y transformarlos en electricidad, cuyo interior está compuesto de celdas con células fotoeléctricas de materiales semiconductores. La electricidad producida por estos elementos varía con la radiación solar que incide sobre las células y con la temperatura del ambiente. En la figura 1 se puede ver la curva típica de una celda con células fotoeléctricas.

Figura 6. Curva típica de una célula fotoeléctrica de silicio.



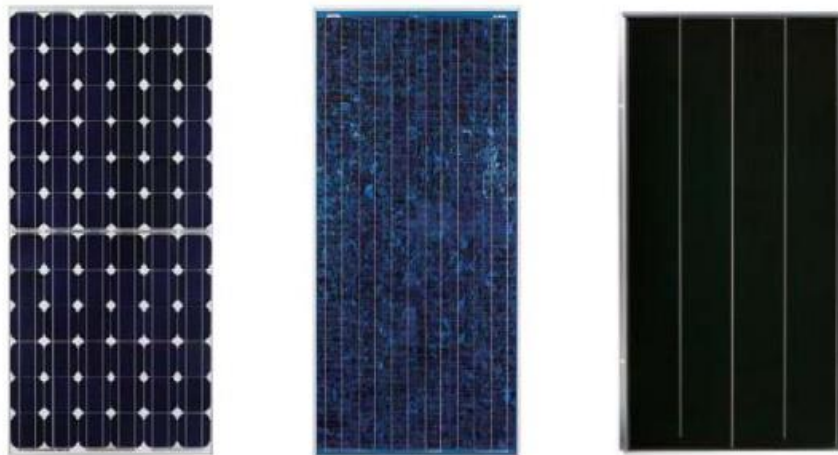
Fuente: <https://solarenergysystems.blogspot.com>

Tipos de módulos fotovoltaicos:

- Mono cristalinos: se le reconoce a este panel fotovoltaico por su celda con células de coloración uniforme y resaltante, esquinas redondeadas y aspecto uniforme de alta pureza en silicio, la eficiencia de este tipo está 15 % y el 21 % y tienen mayor duración de hasta 25 años de vida útil.
- Policristalino: en éste tipo de panel fotovoltaico los espacios entre celdas con células fotoeléctricas son menores que el de mono cristalino por ser de forma cuadrada, su eficiencia está 29 entre el 13 % y 16 %, su desventaja está en su poca resistencia al calor, lo que disminuye su vida útil.
- Capa fina: Éste tipo de panel fotovoltaico, se caracteriza por sus células fotoeléctricas del tipo amorfo u orgánico y son utilizados en instalaciones domésticas. Por ende, con un bajo costo de fabricación, lo que implica un bajo rendimiento del 7 % y el 13 % y su corta vida útil, ya sea el material empleado en su estructura como: El silicio amorfo, telururo de cadmio, cobre, indio, galio.

En la figura 2 se puede apreciar los 3 distintos tipos de módulos fotovoltaicos.

Figura 7. Tipos de módulos fotovoltaicos.



Fuente: Martínez Teresa (2012, p. 19).

- Controlador de carga: El controlador de corriente o llamado también regulador de carga, es el elemento fundamental que asegura, que el sistema de acumulación de energía eléctrica funcione en óptimas condiciones, limitando la tensión y corriente a valores adecuados evitando la sobrecarga y sobre descarga, de manera que, si detecta que el sistema de acumulación de energía eléctrica está siendo sobrecargado, éste, desconecta el generador fotovoltaico, y al

detectar, que el sistema de acumulación de energía está sobre descargada desconecta la carga a la cual está siendo suministrado. Así evitando que se acorte la vida útil de los acumuladores y pérdida económicas. Existen dos tipos de controladores:

- Controlador PWM: este tipo de controlador de carga o corriente, es de modulación por anchura de pulsos, que actúa como interruptor entre el módulo fotovoltaico y la batería, que dispone de un diodo en su interior, por lo tanto, el sistema fotovoltaico funciona a la misma tensión o voltaje que el de las baterías empleadas
 - Controlador MPPT: este tipo de controlador viene de las siglas en inglés Maximum Power Point Tracker. “El regulador MPPT o maximizador solar, dispone de un diodo de protección como de un convertidor de tensión CC-CC y de un seguidor del punto de máxima potencia.
- Batería: son dispositivos almacenadores de energía eléctrica en forma química que posteriormente la liberan como corriente continua de manera controlada. Todos sus tipos tienen un electrodo positivo y otro negativo que por lo general están sumergidos en electrolito y todo el conjunto está dentro de un recipiente. La diferencia y ventaja notable que tienen las mismas en comparación con las pilas, que también son elementos almacenadores e energía, es que estas pueden ser recargadas y reutilizadas por un tiempo de vida útil a diferencias de las pilas, las cuales al ser baterías primarias se desechan al descargarse. Iglesias, Lago, Nogueiras, Martínez-Peñalver, Marcos, Quintans, Moure y Valdés (2012), expresan que “Una batería es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica mediante una reacción redox.” (p. 1).

Entre las baterías más utilizadas en sistemas de almacenamiento de energía se destacan las siguientes:

- Batería de gel: es una batería con un electrólito gelificado. El ácido sulfúrico se mezcla con el humo de sílice, lo que hace que la masa resultante sea de gel. A diferencia de una batería tradicional húmeda de plomo-ácido, en estas baterías no es necesario que se mantenga en posición vertical. Además, las Baterías de gel eliminan prácticamente el electrólito por evaporación, derrame (y posterior corrosión) común a la batería húmeda, y cuentan con una mayor resistencia a temperaturas extremas, golpes y vibraciones. Estas baterías son a menudo coloquialmente denominadas como baterías selladas de plomo-ácido (SLA) debido a su falta de fugas en los contenedores, pero no son completamente selladas, puesto

que cuenta con una válvula de regulación que permite que el gas sea expulsado. Químicamente las baterías húmedas (no selladas) son las mismas, excepto en las que el antimonio en las placas de plomo se sustituye por el calcio.

- Batería litio-ion (Li-ion): estas baterías utilizan un ánodo de litio y un cátodo de ion. Su desarrollo es más reciente, y permite llegar a densidades del orden de 115 Wh/kg. Además, no sufren el efecto memoria. El litio es el metal químicamente más reactivo y hoy en día proporciona la base para la mayoría de los sistemas compactos de almacenamiento de energía para computadoras portátiles y teléfonos. Casi todos los sistemas de alta densidad de almacenamiento utilizan el litio, porque tiene una ventaja química inherente. El litio tiene una capacidad específica de almacenar 3,860 Ah/kg comparado a los 820 Ah/kg del Zin y a los 260 Ah/kg para el plomo.
- Batería AGM: AGM significa Absorption Glass Mat, una tecnología que permite a las placas de plomo de la batería absorber más rápido y mejor el ácido. Una de las principales características de estas baterías es que no requieren de mantenimiento gracias a su diseño sellado por lo que su transporte es más sencillo. Soportan un gran número de ciclos de forma que su uso es recomendable en instalaciones exigentes, aunque también están recomendadas para caravanas puesto que pueden utilizarse como batería de arranque. Cuentan con una larga vida útil, aunque sean sometidas a ciclos de descarga profunda, tienen un funcionamiento excelente y se pueden recargar.
- Inversor: es un dispositivo electrónico que se emplea para convertir la corriente continua en corriente alterna de manera tal que el voltaje en su salida sea el necesario para la puesta en marcha de los equipos deseados. Rojas (2021), explica “Un inversor de corriente es un elemento electrónico, encargado de convertir un tipo de corriente en otra distinta para satisfacer una necesidad.” (p. 32).

Actualmente existen tres tipos de inversores, los cuales son:

- Inversor Off-Grid: son del tipo más utilizado en sistemas de generación fotovoltaica con acumuladores de energía completamente desconectado de la red eléctrica.
- Inversor On-Grid: éste tipo de inversor es utilizado en sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, ésta a su vez entrega la energía producida de los módulos fotovoltaicos a la misma red eléctrica, por lo que, no tiene la necesidad de contar con acumuladores.

- Inversor Híbrido: son del tipo, que incorpora al sistema de inversores On-Grid, los acumuladores, pudiendo funcionar también como Off-Grid reduciendo las diferentes situaciones inesperadas como cortes de energía en la red eléctrica o cualquier otra situación.

3.3.6 Eficiencia de los módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos son eficientes a la hora de la reducción de costos en la producción de energía eléctrica, pero el mayor reto de estos es aumentar su eficiencia. Estos módulos son eficientes mientras más pequeños y potentes sean, pero esto implica un mayor costo de producción, su eficiencia está comprendida entre 15% y 30% dependiendo del tipo de módulo, tecnología usada y fabricante. Existen paneles con una eficiencia de hasta un 46% pero no tienen un precio comercialmente accesible, estos son utilizados en satélites o naves espaciales de la NASA. Se espera que en el futuro estos módulos alcancen una eficiencia de hasta un 90% lo que indica que proporcionaría aproximadamente 6 veces más energía que los modelos actuales. Es posible lograr una mayor eficiencia usando celdas comerciales, para esto es necesario usar celdas combinadas de varias capas o de concentración y en el caso de los paneles amorfos estos pocas veces superan el 10% de eficiencia, pero son prácticos para lugares de difícil instalación. La eficiencia total será determinada por dividir la potencia eléctrica producida por el panel y la potencia de la radiación incidente sobre este mismo.

- **Potencia máxima:** Esta es la característica más importante de los paneles solares, ya que resulta en multiplicar la tensión máxima del sistema por la máxima intensidad de corriente ($I \cdot V$) y tanto en cortocircuito como en circuito abierto, la intensidad de potencia que se genera es nula. Existe un punto donde la potencia disipada en la carga es máxima, denominado como punto de potencia máxima. En general la potencia máxima es la máxima potencia que puede generar una celda fotovoltaica en condiciones estándar de radiación solar incidente.
- **Intensidad de cortocircuito:** La intensidad de cortocircuito será la máxima intensidad de corriente que puede proporcionar el panel en caso de que no exista ningún tipo de resistencia o no existan cargas externas que hayan sido cortocircuitadas en los terminales para que la tensión entre bornes sea nula.
- **Tensión en circuito abierto:** Esto será el voltaje máximo proporcionado por el panel en caso de no circular intensidad de corriente por sus circuitos, donde la corriente extraída de la celda es nula. Consolida la máxima tensión que se puede extraer de la celda cuando no haya conectado ningún tipo de consumo y la intensidad que circule sea nula.

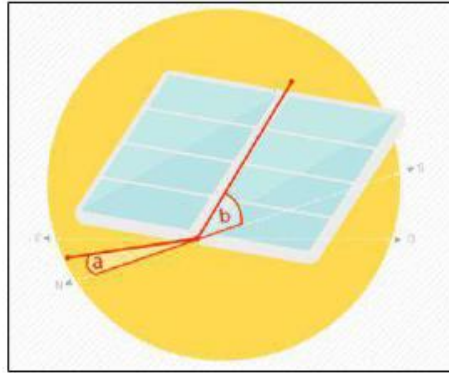
- Coeficiente de pérdidas por rendimiento: Se representa como K_b para calcular las pérdidas en el acumulador, es decir, la batería al almacenar energía no toda la energía se almacena en forma de energía química o electroquímica, sino que una parte de esta energía se pierde y se debe generar con los paneles fotovoltaicos.
- Número de días de autonomía: La radiación solar es totalmente aleatoria, lo cual quiere decir que en algunos días la radiación será insuficiente para que los paneles generen la energía suficiente o que incluso no carguen nada, los días de autonomía permite llevar un control de la instalación para determinar si se ha generado la energía suficiente como para autoabastecernos en caso de que existan días donde los paneles no generen energía y se representa como N .
- Angulo de inclinación óptima β_{opt} : La inclinación óptima nos permite obtener la mayor cantidad de radiación solar sobre un panel solar con variación en su inclinación, en diferentes latitudes siendo estos estáticos, siendo $|\phi|$ la latitud. Los ángulos de inclinación óptimos normalmente son aplicados en instalaciones que se encuentran en zonas que tienen diversas estaciones climatológicas a lo largo del año, donde el rendimiento de los paneles puede verse afectado, por esta razón los ángulos de inclinación ayudan a reducir estas pérdidas generadas en esas épocas del año por causa de la baja radiación solar que reciben los paneles. $\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\phi|$
- Orientación adecuada de los paneles solares: Los paneles solares se pueden colocar en cualquier orientación deseada, sin embargo, lo recomendable es que estos estén orientados en dirección sur, esto se debe a que de esta manera recibirán la radiación solar perpendicular por un mayor periodo de tiempo, si orientáramos los paneles en otra dirección que no sea sur estos pueden verse afectados debido a una luz solar débil y no perpendicular y dependiendo de la inclinación que tengan los paneles, las pérdidas pueden ser de hasta 30%.

3.3.7 Opciones de montaje de paneles fotovoltaicos.

Estas configuraciones son muy importantes, porque va depender de su disposición para poder obtener una mejor captación de energía solar. A continuación, se muestran algunos arreglos de montaje.

- Panel fijo horizontal: Consiste en ubicar el panel fotovoltaico con una determinada inclinación (β) respecto del plano horizontal y el eje central de este plano se orienta con un acimut (α) respecto del norte. Como se puede ver en la figura 8.

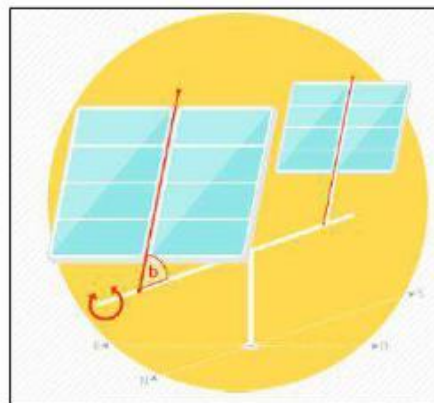
Figura 8. Panel Fijo Horizontal.



Fuente: Molina y Martinez. (2017).

- Panel Horizontal con seguimiento en eje horizontal norte sur: En este caso, se considera un panel horizontal que está montado en un eje orientado de norte a sur. Este eje rota de manera tal que el panel mira hacia el este en la mañana y va rotando hasta quedar mirando hacia el oeste en la tarde. Se puede visualizar en la figura 9.

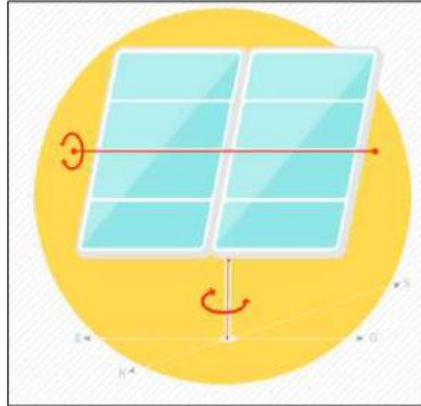
Figura 9. Panel horizontal con seguimiento en eje horizontal norte sur.



Fuente: Molina y Martinez. (2017).

- Panel con seguimiento en os ejes, uno horizontal y uno vertical: En este caso el panel se instala sobre dos ejes perpendiculares entre sí. Uno vertical, que permite el movimiento acimutal del panel. Y uno horizontal, que permite cambiar la inclinación del panel. Con este sistema de seguimiento el panel siempre está perpendicular a los rayos solares, por lo que se optimiza completamente la captación de radiación solar. (Ver figura 10).

Figura 10. Panel con seguimiento en dos ejes, uno horizontal y uno vertical.



Fuente: Molina y Martinez. (2017).

3.4 Bases Legales

El presente trabajo investigativo se sustenta en las siguientes bases legales:

En la constitución de la República bolivariana de Venezuela, capítulo VII (De los Derechos Económicos) el **Artículo 112** dice: “Todas las personas pueden dedicarse libremente a la actividad económica de su preferencia, sin más limitaciones que las previstas en esta Constitución y las que establezcan las leyes, por razones de desarrollo humano, seguridad, sanidad, protección del ambiente u otras de interés social. El Estado promoverá la iniciativa privada, garantizando la creación y justa distribución de la riqueza, así como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, la libertad de trabajo, empresa, comercio, industria, sin perjuicio de su facultad para dictar medidas para planificar, racionalizar y regular la economía e impulsar el desarrollo integral del país.”

Pudiendo entender con ésta ley que el estado respaldará cualquier iniciativa por parte de individuos o empresas privadas en el desarrollo o aplicación de tecnologías que satisfagan las necesidades inmediatas o futuras de la población, empresa, comercio o industria afectada. También entendiendo que siempre y cuando dichos elementos tecnológicos a emplear para satisfacer las necesidades del ente que se vea beneficiado no afecten o perjuren la facultad que posee el estado sobre la economía del país.

En la misma constitución podemos también encontrar en el capítulo IX (De los Derechos Ambientales) el **Artículo 127** que explica: “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los

procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

El presente trabajo, que se basa en la creación de un respaldo de energía con la utilización de un sistema fotovoltaico híbrido conectado a la red, tiene de gran relevancia la ley anteriormente citada gracias a los beneficios que los paneles fotovoltaicos presentan al ser estos los encargados de generar energía eléctrica limpia y segura a través de la radiación recibida directa e indirectamente del sol, contribuyendo de esta manera con la protección actual y futura del ambiente, sumado a ello que estos sistemas poseen una vida útil de al menos 25 años sin la sustitución de las baterías encargadas de almacenar dicha energía.

Por otro lado, en la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico encontramos en el título I (Disposiciones Fundamentales), capítulo I (Principios rectores y aspectos fundamentales),

Artículo 5: “La prestación del servicio eléctrico se rige bajo los siguientes principios:

1. Soberanía tecnológica.
2. Sustentabilidad ambiental.
3. Ordenación territorial.
4. Integración geopolítica.
5. Uso racional y eficiente de los recursos.
6. Diversificación del uso de las fuentes de energía primaria.
7. Utilización de fuentes alternativas de energía.
8. Corresponsabilidad social.”

Por lo que se puede apreciar en el presente trabajo se ha cumplido con todos los puntos tratados en el artículo antes expuesto, ya que la tecnología empleada para el cumplimiento de los objetivos va dirigida para el ente privado que se verá beneficiado de ella e indirectamente los clientes que no tendrán interrupción alguna en el servicio contratado, y tiene una sustentabilidad ambiental debido al empleo y aprovechamiento de la energía solar, en orden con el tercer punto será efectuada en territorio nacional y respecto al cuarto se han tomado ideas en el desarrollo de

estas tecnologías en otros países, para los demás puntos se logra un uso racional y eficiente de los recursos que se poseen, así como también la diversificación de la energía primaria a usarse y el empleo de una fuente alternativa de energía distinta a la red eléctrica y por último la corresponsabilidad social que tiene el proyecto está compartida por todos los afectados directa e indirectamente por la problemática planteada a inicio del presente trabajo.

3.5 Definición de Términos

Cable: hilo metálico o conjunto de hilos que sirve como conductor; puede tener una envoltura aislante.

Carga: se denomina carga, a todo aquel componente eléctrico o electrónico que ofrezca una resistencia al paso de la corriente eléctrica al cerrar un circuito, ya que, al conectarlo a una fuerza electromotriz o voltaje, éste se comporta como una carga eléctrica que consumirá la energía entregada de diversas fuentes generadoras.

Célula Fotoeléctrica: es un dispositivo semiconductor de materiales como; el silicio y el arseniuro de galio, capaz de transformar la radiación electromagnética proveniente del sol, en corriente eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico y que pueden ser del tipo monocristalino, policristalino y amorfo.

Horas de sol pico HSP: es considerado como; el número de horas en el día, con una hipotética irradiación de 1000W/m².

Puesta a tierra: es toda conexión, aplicado a los diversos equipos o partes que funcionen con energía eléctrica para no ocasionar daños preservando la integridad del ser humano, al manipular estos diversos equipos eléctricos. Todo equipo eléctrico o electrónico debe contar con este sistema en su estructura o chasis por medio de un conductor a un punto de descarga, generalmente a tierra con una resistividad normado.

Sistema de red eléctrica pública: es considerado como un servicio básico para el ser humano, que está compuesto por las diversas fuentes generadoras de energía eléctrica, ya sean convencionales como no convencionales, que son transportados por las líneas de transmisión en torres y postes hasta llegar al centro de consumo o de carga.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación.

Debido a que el presente proyecto se centra en la mejora y elaboración de un modelo operativo viable que solucionará la problemática previamente planteada a inicios del mismo, cumpliendo con las necesidades de la empresa Datcom Services en el respaldo de los equipos ubicados en la oficina 34 utilizando un sistema híbrido fotovoltaico con seguimiento solar de un grado de libertad, la investigación entra en la clasificación de proyecto factible. Basado en lo anteriormente descrito Mijares y García (2007) define como proyecto factible a:

“... la investigación elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo un diseño que incluya ambas modalidades...” (p. 5).

4.2 Diseño de la Investigación.

El diseño de investigación se puede definir como los métodos y técnicas escogidos por el investigador para formular un plan donde utilice dichos elementos de una manera razonablemente lógica y así obtener la información y/o respuestas que respondan la problemática planteada, según Palella y Martins (2010) definen como investigación de campo a:

“La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta...” (p. 88).

Ya que en este trabajo se precisa que el investigador recolecte la información directamente en la oficina número 34, de las instalaciones del edificio orión donde se encuentra ubicada la empresa Datcom Services, para llevar un registro del consumo de los aparatos a los que se les realizará el respaldo y de ésta manera efectuar el estudio y posterior escogencia de aquellos elementos del sistema híbrido fotovoltaico con un grado de libertad conectado a la red que se encuentren dentro de los parámetros técnicos previamente establecidos con la información recogida, debido a esto la investigación encaja en el concepto de investigación de campo que fue expuesta anteriormente.

También hay que añadir la utilización de las fichas técnicas otorgadas por los fabricantes de los dispositivos que se analizaron con el objetivo de conocer las características de cada uno de

ellos y así de esta manera obtener un conocimiento más amplio y detallado de los equipos, lo que facilitó las cosas al momento de efectuar cualquier comparativa entre dispositivos que sean semejantes entre sí. Debido a lo anteriormente expuesto se tiene que el proyecto es de tipo documental ya que para su definición encaja, según Bernal “La investigación documental consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio”. (2010, p. 111).

4.3 Nivel de la Investigación.

Para alcanzar los objetivos propuestos de este trabajo se adoptaron estrategias y métodos a lo largo de la investigación que permitieron obtener de manera sistemática y organizada, toda la información disponible, con la cual se le dio forma a una solución viable a la problemática inicialmente planteada. Bernal (2010), dijo que “En la ciencia existen diferentes tipos de investigación y es necesario conocer sus características para saber cuál de ellos se ajusta mejor a la investigación que va a realizarse.” (p. 110).

De igual manera la investigación descriptiva la define el autor Bernal (2010), “De acuerdo con este autor, una de las funciones principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de ese objeto.” (p. 113). En el caso de este trabajo, la consideración previa del autor Bernal la enmarcó dentro del tipo descriptiva dado que es la que más se ajustó según su exposición. Por tanto, el presente trabajo se modeló como una investigación del tipo descriptiva.

4.4 Población y Muestra.

Una vez concebida la idea de investigación, y luego de que se tuvo claridad sobre el problema que se iba a investigar, planteado los objetivos que se esperan lograr, contando con una justificación para desarrollar el estudio, teniendo un fundamento teórico, planteado la hipótesis o las preguntas de investigación, definido el tipo y el diseño de la investigación, el último aspecto a considerar fue la definición de la población y muestra con la cual se desarrolló la investigación.

Una de las características principales del conocimiento científico es la generalidad, por eso la ciencia se preocupa de entender y explicar los resultados de forma que se puedan aplicar no solo a algunos casos, si no a otros casos similares de la misma clase. Una investigación puede estar dirigida a un individuo o a un grupo de ellos, cuando se aplica a un grupo este se le denomina

población. Según Arias (2016), “... es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.”

A su vez, para que cualquier análisis los datos deben resumirse al conjunto de los sujetos con características semejantes y que se encuentren bajo estudio, a este conjunto se le denomina muestra. La determinación de dicha muestra exige que el investigador tenga un conocimiento de la población que se investiga, para poder determinar cuántas son las categorías o elementos que se pueden considerar representativos del objeto de estudio. Para Bernal (2010) “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio.” (p. 161). En este sentido se puede decir, por lo anteriormente expuesto, que es un conjunto finito de la población, cuando la misma es excesivamente grande, el cual permite hacer evaluaciones o generalizar los resultados al resto de la población. Dado que el objeto de estudio es el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía, se determinó que todos los demás tipos de sistemas híbridos de generación de energía conforman la población del presente trabajo, dejando como la muestra al primer sistema mencionado con anterioridad. (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. Población y muestra del diseño del sistema fotovoltaico híbrido.

Población	Muestra
Tipos de sistemas híbridos	Tipo de sistema híbrido
Fotovoltaica y Eólica	Sistema fotovoltaico conectado a la red
Fotovoltaica e Hidráulica	
Fotovoltaica y Diésel	
Termosolar y Biomasa	
Hidráulica y Eólica	
Mareomotriz y Eólica	

Fuente: Datcom Services (2023).

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos de investigación son una parte importante y los mismos pueden verse como aquellos que registran la información observable la cual representa verdaderamente los conceptos o aquellas variables que el investigador tiene en mente. Para Sabino (1992):

“Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados.” (p. 149,150).

Por técnica se entiende gracias a la definición que nos brinda el diccionario de metodología anteriormente citado. El cual establece que las técnicas de investigación son: “Conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos.” (p. 150).

Técnicas empleadas:

- **Revisión Documental.**

Para Hurtado, “... es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como texto en sí mismo constituyen los eventos de estudio.” (2008, p. 427). Para el presente trabajo de investigación se analizan fuentes documentales a través de lecturas exploratorias para así proceder a la selección del material que será de utilidad acerca del tema de estudio. Entre las fuentes documentales utilizadas destacan: libros, revistas, trabajos de grado, mapas, entre otros.

- **Observación Directa.**

La observación directa es un método de recolección de datos que se basa en la acción de observar al objeto de estudio dentro de una situación particular o específica. Todo lo anteriormente dicho se realiza sin la necesidad de intervenir o alterar el ambiente en el que dicho objeto de estudio se desenvuelve, ya que de no ser de esta manera la información obtenida no serían válidos. Según Hurtado (2008), “... un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos.” (p. 459). En el presente trabajo se realizaron observaciones directas en el comportamiento y desempeño tanto de los equipos como del sistema de respaldo de batería actual, para de esta manera recolectar la información necesaria para el estudio.

- **Entrevista.**

Se entiende por entrevista aquella reunión de dos o más individuos con el fin de tratar un asunto o tema, que por lo general es de carácter profesional o de negocios. Para Bernal es:

“Técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un cuestionario, la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta. Durante la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio”. (2010, p. 194).

Este instrumento fue utilizado para conocer acerca de los dispositivos a quienes se les hará el respaldo de energía, y también para estar informados de los aspectos técnicos importantes dentro de las instalaciones de la empresa. Cabe añadir que fue de suma importancia para la determinación de las variables que son eje fundamental en la selección de aquellos equipos que se ajusten mejor a las necesidades y requisitos que exige la empresa interesada en la propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad.

Instrumentos Empleados:

- **Entrevista Estructurada.**

La entrevista se podría definir como una charla o conversación que mantienen dos personas o un grupo de individuos que se propone con un fin determinado distinto a la simple acción de hablar. Es un instrumento técnico que sirve de gran ayuda en investigaciones que necesitan recabar información. Folgueiras Bertomeu, Pilar (2016) explica, “En la entrevista estructurada se decide de antemano que tipo de información se quiere y en base a ello se establece un guion de entrevista fijo y secuencial. El entrevistador sigue el orden marcado y las preguntas están pensadas para ser contestadas brevemente. El entrevistado debe acotarse a este guion preestablecido a priori.” (p. 3). Dicho instrumento se empleó en la determinación del funcionamiento de los equipos, el objetivo de las instalaciones que serán respaldadas y en la asesoría para la selección de los equipos a ser instalados, todo esto suministrado por las personas expertas en dichos temas quienes son el ingeniero electricista a cargo del proyecto y el ingeniero que se encarga de la parte de redes y telecomunicaciones en la empresa Datcom Services.

- **Ficha Técnica**

Permite poseer un respaldo o soporte de las características técnicas de los dispositivos en periodos de tiempo relativamente largos para que de esta manera el investigador pueda recuperar

dicha información en el momento que la precise. Se precisó de este instrumento en la realización del presente proyecto para tener la información más relevante de los equipos a los que se les realizó el estudio de consumo, de igual manera se empleó para realizar los cálculos de las características que deben poseer los equipos que serán parte del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía, y en el análisis y selección de los dispositivos que son caso de estudio.

4.6 Validación del Instrumento.

Para M Arribas, la validación del instrumento se define de la siguiente manera “Es el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido.” (2004, p. 27). En el presente trabajo se pretende realizar la validación del instrumento a ser utilizado a través del aporte del juicio efectuado por un experto, por lo que se seleccionaran tres que contribuyan a validar las preguntas propuestas en el guión de la entrevista estructurada.

4.7 Técnicas y Herramientas de Análisis de Datos.

Después de tener el registro de la mayor cantidad de información relevante del tema de estudio, se necesita interpretar esos datos de la mejor forma y que así se pueda cumplir con los objetivos planteados. Según Pallela, “la interpretación de los datos recolectados trata de dar sentido, ofrecer una explicación a los logros obtenidos, teniendo en cuenta el marco teórico y los objetivos fijados. En este apartado el autor, con su experiencia y conocimientos, analiza los hallazgos y los compara con los datos de otros autores, si es posible”. (2006, p. 197).

Tomando como punto de inicio los resultados acumulados en la etapa de recolección, para la propuesta es necesario plasmar de manera concisa a través de medios visuales los datos juntados. Es por ello, que se usarán tablas de recolección de datos, las mismas permiten tener de forma ordenada y concisa lo recogido a través de la observación directa, por otra parte, se utilizará el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), que a partir de los datos recolectados se estudiarán las ventajas y desventajas de la propuesta, efectuando el análisis en una matriz FODA para poder interpretar los datos y analizar su factibilidad.

4.8 Fases metodológicas.

En la siguiente parte se procede a establecer las fases que servirán para desarrollar la propuesta para el cumplimiento de los objetivos que van dirigidos a resolver la problemática planteada, las cuales son

Fase I: Diagnostico del consumo de los dispositivos que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES.

Para el desarrollo de esta fase de diagnóstico se pretende levantar la información existente del funcionamiento de la oficina donde se encuentra la red principal y servidores de la empresa DATCOM SERVICES, profundizando el conocimiento de todos los equipos que se encuentran ahí presentes y tomando como punto de partida la hoja de datos de cada uno de ellos, específicamente en la sección de consumo del dispositivo para posteriormente a ello llevar un registro del consumo individual y así de esta forma se logre tener los datos de consumo total de la oficina. Luego de lo anteriormente expuesto se dispone a manejar dicha información de acuerdo a la cantidad de horas de autonomía que tendrá la oficina en caso de alguna falla eléctrica en la empresa, ya que para los cálculos que se han de realizar en el dimensionamiento del sistema de respaldo híbrido fotovoltaico con un grado de libertad se necesita conocer las horas que han de funcionar dichos dispositivos.

Fase II: Selección de los dispositivos que conformaran el sistema híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad que cumplan con los requisitos y las necesidades de la empresa DATCOM SERVICES.

En la fase II se efectuará la selección de aquellos elementos que conformaran el sistema fotovoltaico híbrido de un grado de libertad que mejor se ajusten a los requisitos y necesidades de la empresa DATCOM SERVICES. Dicha selección se llevará a cabo tomando en cuenta los cálculos realizados con la información obtenida en la primera fase, y con la cual se analizarán y compararan los equipos que ofrecen las compañías encargadas de la venta y distribución de estos dispositivos, tratando en todo momento de llevar un balance costo – beneficio a la hora de seleccionar todos aquellos elementos que conformaran el sistema.

Fase III: Diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía para la empresa DATCOM SERVICES.

En la realización de esta fase se pretende efectuar el diseño del sistema en sí, gracias a que se tiene las características técnicas de los equipos ya seleccionados y los datos recogidos de los cálculos efectuados en la primera fase, con lo cual se tiene una idea bastante clara de la conformación del sistema. Su desarrollo se llevará a cabo a través del uso de herramientas de software para su simulación, con lo que se tendría una idea del comportamiento de los equipos al momento de la puesta en marcha, gracias a ello se tiene la capacidad de corregir cualquier error

cometido en los cálculos efectuados e incluso prevenir cualquier posible falla en el mismo sistema, aunque cabe resaltar que al ser una simulación no se tomaría en cuenta aspectos físicos externos que puedan influir al momento de emplear el diseño propuesto.

Fase IV: Elaboración de la factibilidad económica, técnica y operativa de la investigación e instalación a realizar del sistema híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la empresa DATCOM SERVICES.

La última fase se basará en la factibilidad económica, técnica y operativa de la investigación realizada para la instalación del sistema híbrido fotovoltaico de un grado de libertad conectado a la red que se piensa realizar en la oficina de redes, dónde se ubican los servidores y las antenas receptoras y emisoras de información de la empresa DATCOM SERVICES, para la misma se tendrá en cuenta los costos de la instalación, puesta en marcha y los elementos previamente seleccionados en la tercera fase de la presente investigación, dichos dispositivos han de contar con las especificaciones técnicas y operativas necesarias para cumplir con los parámetros que la oficina debe poseer para no interrumpir sus operaciones en caso de alguna falla futura en la red eléctrica.

4.9 Confiabilidad de la Investigación.

Se puede entender como el grado en que un instrumento arroja resultados consistentes y coherentes con la investigación que se realiza, es decir que su aplicación repetida al mismo objeto o sujeto de estudio produce resultados semejantes. Laura Hidalgo M. lo define de la siguiente manera:

La confiabilidad depende de procedimientos de observación para describir detalladamente lo que está ocurriendo en un contexto determinado, tomando en cuenta para ello el tiempo, lugar y contexto objeto de investigación o evaluación, para poder así intercambiar juicios con otros observadores sean estos investigadores o evaluadores. De allí que la confiabilidad representa el grado de similitud de las respuestas observadas entre el contexto del investigador o evaluador y el investigado o evaluado. (2016, p. 227).

En la revisión documental se estará evaluando documentos que son oficiales y de revisión constante dentro de la empresa Datcom Services respecto a las fichas técnicas de los equipos que están funcionando dentro de la oficina de servidores y aquellos otros que conforman el sistema de respaldo de energía híbrido fotovoltaico con un grado de libertad. Respecto a la entrevista, la misma puede concebirse como el instrumento con una validez confiable debido a que al ser una entrevista estructurada con su guion previamente establecido, se pretende obtener de la misma la

información esperada. Por último, los instrumentos de observación tienen una alta confiabilidad ya que los mismos se efectúan de manera directa, recolectando los datos en el sitio de estudio por el autor, por lo que se asegura que los datos observados son los correctos.

4.10 Cuadro de Operacionalización de Variables.

Objetivo General: Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad para el respaldo de los servidores a través de un banco de batería en la empresa DATCOM SERVICES.

Cuadro 3. Cuadro Técnico Metodológico.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Diagnosticar el consumo de los dispositivos de red que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES.	Diagnóstico del consumo de los dispositivos de red.	Carga	Dispositivos a respaldar	1	Técnica: Entrevista
		Tiempo	Cantidad de Tiempo que funcionaran los equipos	2,3	
			Consumo de los dispositivos	4,5	

Fuente: González M. (2023).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Fase I: Diagnostico del consumo de los dispositivos que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES.

En el proceso de investigación se tiene como un aspecto muy importante el que tiene relación con la obtención de la información, pues con ello dependen la confiabilidad y validez del estudio. Obtener información confiable y válida requiere cuidado y dedicación. Por lo que esta etapa se enfocó en la recolección de la información. En el proceso de una investigación dicha etapa también es conocida como trabajo de campo. Para el desarrollo de esta etapa se comenzó con la recopilación de los datos. Los cuales al ser recolectados respondieron a preguntas de la investigación que fueron originadas en un principio como objetivos de este trabajo.

5.1.1 Entrevista estructurada

Según las técnicas de recolección de datos que fueron seleccionadas, y descritas en el capítulo IV del presente informe de pasantía, se dio inicio al trabajo con la entrevista estructurada mediante un guion de entrevista el cual fue formulado bajo la premisa de que cualquier trabajador de la empresa pueda ser capaz de responder dichas preguntas. En el desarrollo de la entrevista, que fue realizada al Ing. Allan Sierra, se obtuvieron las siguientes respuestas a las incógnitas planteadas:

1. En el tiempo que posee trabajando para la empresa Datcom Services podría decir, ¿Cuáles dispositivos de la oficina de redes se desean respaldar?

R: Los equipos que se desean respaldar son aquellos encargados de mantener en funcionamiento el servicio de internet. Entre dichos equipos podemos mencionar que se encuentran: en primera instancia el OLT GPON de la marca VSOL, le sigue 4 routers de la marca MIKROTIK, 3 router switch o enrutador conmutador también de la marca MIKROTIK, 19 antenas encargadas de proporcionar conectividad de larga distancia en la red inalámbrica, estos modelos de antena de la marca UBIQUITI son: 5 Rocket, 4 Lite AP, 3 Nanobeam 5AC, 4 Powerbeam y 3 Air Fiber y por último se tienen 5 routers encargados de manejar las redes dentro de la empresa 3 ZTE, 1 HUAWEI y 1 TP-LINK.

2. Hablando en base a los últimos meses laborando para la empresa Datcom Services puede responder, ¿Con qué frecuencia ha fallado la red eléctrica en las instalaciones de la empresa en esos meses?

R: En la época de verano la luz suele fallar con más frecuencia, de dos a cuatro días a la semana. Para el año en curso los meses con mayor deficiencia han sido marzo, abril y mayo.

3. En las ocasiones en que ha fallado la red eléctrica en la compañía es Ud. capaz de decir, ¿Qué promedio de tiempo al día ha estado la compañía sin electricidad en los últimos meses?

R: Cuando falla el servicio eléctrico suele mantenerse las instalaciones sin energía entre 2 a 4 horas.

4. En su periodo dentro de las instalaciones de la empresa Datcom Services está al tanto de saber, ¿Qué cantidad de tiempo al día mantienen en funcionamiento los dispositivos que serán respaldados?

R: Al ser una empresa que ofrece servicio de internet, todos los equipos tienen que estar encendidos 24/7, es decir 24 horas al día, 7 días a la semana, todos los días del año para asegurar el servicio a los usuarios finales.

5. Posee Ud. alguna información de, ¿Cuánto es el tiempo en promedio que se desea que los equipos funcionen en caso de fallar la red eléctrica?

R: Ya que se desea que los equipos se mantengan siempre encendidos, el tiempo en promedio que se desea mantener en funcionamiento los equipos es de al menos unas 12 horas, para cubrir el caso en que el servicio eléctrico falle en la noche.

5.1.2 Observación directa y revisión documental

Luego de haber realizado la entrevista se procedió con las otras dos técnicas de investigación seleccionadas para el presente trabajo, primero se empleó la observación directa en aquellos equipos que poseen los datos de consumo en la placa de fábrica, y la revisión documental se utilizó en los que por lo contrario no tienen dicha información en placa si no que se ha de buscar en su ficha técnica. Todo esto con el fin de recabar la información de cada uno de los equipos a ser respaldados para su estudio, para con esto tener el conocimiento del funcionamiento de cada uno de ellos y llevar un registro de los mismos.

El primer equipo de gran importancia con el que cuenta la oficina de redes es un OLT (Optical Line Terminal) GPON (Gigabit Passive Optical Network) modelo V1600G0 de la marca VSOL. es un equipo de red utilizado en sistemas de acceso óptico pasivo (PON) para proveer servicios de banda ancha de alta velocidad a través de fibra óptica. Con sus cuatro puertos GPON,

el V1600G0 permite conectar hasta 512 suscriptores en una configuración punto a multipunto. Ofrece una velocidad de transmisión de datos de hasta 2.5 Gbps de bajada y 1.25 Gbps de subida por puerto. Este equipo es compatible con estándares GPON y proporciona funciones avanzadas como gestión de ancho de banda, autenticación de usuarios y seguridad. Es una solución eficiente y escalable para proveedores de servicios de internet. En la figura 11 se muestra una imagen del equipo en cuestión y en el anexo A su datasheet.



Figura 11. 4 Port GPON OLT - V1600G0

Fuente: <https://es.vsolcn.com/wp-content/uploads/2023/03/V1600G0%E4%BA%A7%E5%93%81%E4%B8%BB%E5%9B%BE.jpg>

Luego del mencionado equipo la oficina cuenta con 4 routers de la marca Mikrotik, el primero de ellos es el modelo RB4011iGS+RM que es un potente enrutador diseñado para redes empresariales y proveedores de servicios. Cuenta con un procesador de cuatro núcleos a 1.4 GHz, 10 puertos Gigabit Ethernet, una ranura para tarjeta microSD y un módulo Wi-Fi dual de alta potencia. Ofrece características avanzadas de enrutamiento estático y dinámico, soporte para VPN, firewall y filtrado de contenido, así como funciones de seguridad como detección de intrusiones y control de acceso. Puede administrarse a través de una interfaz gráfica o línea de comandos, y ofrece herramientas de monitoreo y diagnóstico. En resumen, el RB4011iGS+RM es una solución versátil y potente para redes de alto rendimiento. En la figura 12 se muestra el equipos y su hoja de datos se ubica en el Anexo A.



Figura 12. RB4011iGS+RM

Fuente: https://i.mt.lv/cdn/rb_images/1633_hi_res.png

El segundo enrutador con el que cuenta la oficina es el modelo RB750GL el cual es un dispositivo de red compacto y económico. Ofrece 5 puertos Gigabit Ethernet y un procesador de 400 MHz, lo que proporciona un rendimiento sólido para pequeñas redes domésticas o de oficina. Cuenta con capacidades de enrutamiento estático y dinámico, soporte para firewall y filtrado de contenido, así como características de seguridad como control de acceso y encriptación VPN. El RB750GL se puede administrar a través de una interfaz gráfica fácil de usar y ofrece herramientas de monitoreo y diagnóstico. Siendo este un equipo asequible y confiable para necesidades básicas de enrutamiento y conectividad. El equipo se puede ver en mas detalle en la figura 13 y su ficha técnica se encuentra en el anexo A.



Figura 13. RB750GL

Fuente: https://dreamsnw.com/content/images/thumbs/0000831_rb750gl.jpeg

Como tercer modelo se tiene el CCR1036-8G-2S+ que es un enrutador de alto rendimiento diseñado para redes empresariales y proveedores de servicios. Cuenta con un potente procesador Tiler de 36 núcleos a 1.2 GHz, 8 puertos Gigabit Ethernet y 2 puertos SFP+ de 10 Gbps. Ofrece un rendimiento excepcional con capacidad de enrutamiento de hasta 24 millones de paquetes por segundo. El CCR1036-8G-2S+ es compatible con enrutamiento estático y dinámico, firewall, VPN y funciones de seguridad avanzadas. Se puede administrar a través de una interfaz gráfica y línea de comandos, y cuenta con herramientas de monitoreo y diagnóstico. Lo ya mencionado lo convierte en un equipo de alto rendimiento para redes empresariales de gran escala. Dicho equipo podemos verlo en la figura 14 y su ficha técnica en el anexo A.

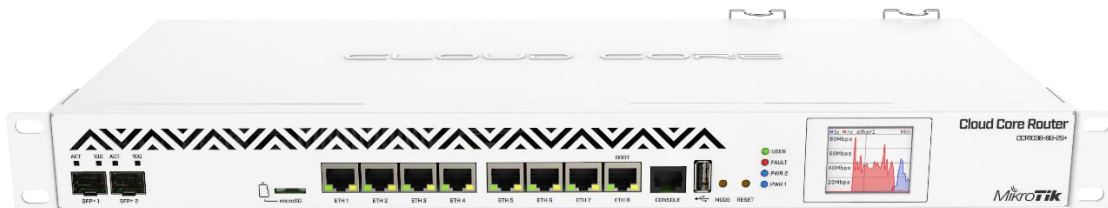


Figura 14. CCR1036-8G-2S+

Fuente: https://i.mt.lv/cdn/rb_images/1738_hi_res.png

Por último, pero no menos importante la oficina de redes posee el modelo CCR2116-12G-4S+, este es un enrutador de alto rendimiento diseñado para redes empresariales y proveedores de servicios. Está equipado con un procesador Tilera de 16 núcleos a 1.8 GHz, 12 puertos Gigabit Ethernet y 4 puertos SFP+ de 10 Gbps. Ofrece un rendimiento excepcional con una capacidad de enrutamiento de hasta 19 millones de paquetes por segundo. El CCR2116-12G-4S+ admite enrutamiento estático y dinámico, firewall, VPN y funciones de seguridad avanzadas. Puede ser administrado a través de una interfaz gráfica intuitiva y una línea de comandos, y ofrece herramientas de monitoreo y diagnóstico. Es una opción potente y escalable para redes empresariales de gran envergadura. Podemos visualizarlo en la figura 15 y su hoja de datos en el anexo A.



Figura 15. CCR2116-12G-4S+

Fuente: https://i.mt.lv/cdn/rb_images/2115_hi_res.png

Después del equipo mencionado se cuenta también con un smart switch, también conocido como switch inteligente, que es un dispositivo de red que combina las funciones de un switch convencional con características adicionales de administración y control avanzado. A diferencia de un switch no administrado, un smart switch ofrece mayor flexibilidad y control sobre la red. El modelo con el que cuenta la empresa es el CSS326-24G-2S+RM, el cual es un switch de red con 24 puertos Gigabit Ethernet y 2 puertos SFP+ (10Gbps). Diseñado para entornos empresariales y proveedores de servicios, este switch ofrece una alta capacidad de transferencia de datos y rendimiento. Cuenta con una carcasa de montaje en rack y soporte para administración remota, lo

que facilita su integración en infraestructuras de red existentes. Además, el CSS326-24G-2S+RM ofrece diversas características de seguridad y calidad de servicio para garantizar una conectividad confiable y segura. Es una solución versátil y potente para redes de alta velocidad y exigentes. El cual puede verse a más detalle en la figura 16 y para conocer sus especificaciones se puede recurrir al anexo A.

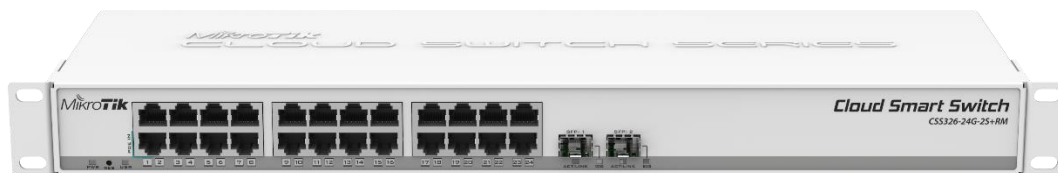


Figura 16. CSS326-24G-2S+RM

Fuente: https://i.mt.lv/cdn/rb_images/1267_hi_res.png

Luego se ubican los router switch o enrutador conmutador, que son dispositivos de red que combinan la funcionalidad de un enrutador y un conmutador en un solo dispositivo. Encargándose de enrutar el tráfico entre redes y también conectar y administrar dispositivos dentro de una red local, lo que suele ser útil en entornos de redes empresariales donde se requiere tanto la interconexión de dispositivos internos como la conexión a redes externas. La empresa posee 2 modelos distintos de estos equipos de la marca MikroTik siendo el primero de ellos el CRS326-24G-2S+RM, que cuenta con 24 puertos Gigabit Ethernet y 2 puertos SFP+ de 10 Gbps, ofrece una amplia conectividad y velocidad de transferencia de datos. Además de ser un conmutador de alto rendimiento, el CRS326-24G-2S+RM también tiene capacidades de enrutamiento estático y dinámico, VLAN, QoS y firewall integrado. Es administrable a través de una interfaz gráfica fácil de usar y cuenta con herramientas de monitoreo y diagnóstico. Es ideal para redes empresariales que requieren una solución completa y eficiente. El equipo se aprecia en la figura 17 y su ficha técnica se puede encontrar en el anexo A.



Figura 17. CRS326-24G-2S+RM

Fuente: https://i.mt.lv/cdn/rb_images/1301_hi_res.png

Y el último modelo es el CRS326-24S+2Q+RM siendo un dispositivo de red versátil y de alto rendimiento. Cuenta con 24 puertos SFP+ de 10 Gbps y 2 puertos QSFP+ de 40 Gbps, lo que permite una conectividad de alta velocidad y capacidad de transferencia de datos. Además de ser un conmutador de alto rendimiento, el CRS326-24S+2Q+RM también tiene capacidades de enrutamiento estático y dinámico, VLAN, QoS y firewall integrado. Ofrece administración y monitoreo a través de una interfaz gráfica fácil de usar y proporciona herramientas avanzadas de diagnóstico. Es ideal para implementaciones en redes empresariales y centros de datos que requieren un rendimiento óptimo y una gran capacidad de conexión. Cuyo modelo se puede ver a más detalle en la figura 18 y sus especificaciones en la hoja de datos ubicada en el anexo A.



Figura 18. CRS326-24S+2Q+RM

Fuente: https://i.mt.lv/cdn/rb_images/1831_hi_res.png

La empresa también cuenta con 19 antenas encargadas de proporcionar conectividad de larga distancia en la red inalámbrica a través de enlaces de radio punto a punto o punto a multipunto, estos modelos de antena de la marca Ubiquiti son: 5 Rocket R5AC – Lite, 4 Lite AP LAP-GPS, 3 NanoBeam NBE-5AC-Gen2, 4 PowerBeam PBE-5AC-Gen2 y 3 Air Fiber. El primero de ellos, la antena Rocket R5AC – Lite, la misma está diseñada para proporcionar conexiones inalámbricas de largo alcance y alto rendimiento en entornos exigentes. La antena Rocket se utiliza como punto de acceso o como estación base en redes inalámbricas, permitiendo la transmisión de datos a velocidades de hasta varios gigabits por segundo. Es compatible con diversas frecuencias y cuenta con tecnología avanzada de gestión de interferencias y calidad de señal. La antena Rocket de Ubiquiti es una opción popular entre los proveedores de servicios de internet y los operadores de redes inalámbricas para brindar conectividad confiable y de alta velocidad. La antena Rocket de Ubiquiti se puede ver en la figura 19 y su hoja de datos en el anexo A.



Figura 19. Antena Ubiquiti Rocket
ac R5AC – Lite

Fuente: [https://weboobjects2.cdw.com/is/image
/CDW/3618724?\\$product-main\\$](https://weboobjects2.cdw.com/is/image/CDW/3618724?$product-main$)

El modelo siguiente, la antena Lite AP LAP-GPS, es una solución inalámbrica compacta y de bajo costo que brinda conectividad Wi-Fi en entornos de tamaño pequeño a mediano. Esta antena cuenta con un diseño simple pero eficiente, ofreciendo velocidades de transmisión de datos de hasta 300 Mbps. La antena Lite AP es fácil de instalar y configurar, ideal para su uso en hogares, oficinas o espacios públicos. Proporciona cobertura inalámbrica confiable y estable, permitiendo a los usuarios conectarse a la red y disfrutar de una experiencia de Internet fluida. La antena Lite AP de MikroTik es una opción económica y conveniente para redes inalámbricas básicas. El modelo de antena Lite AP LAP – GPS de la empresa Ubiquiti se puede observar en la figura 20 y su ficha técnica en el anexo A.



Figura 20. Antena Ubiquiti Lite

Ap LAP-GPS

Fuente: <https://th.bing.com/th/id/OIP.DCq>

[ZoxLPXho-9Q_oGAgUwHaF7?pid=ImgDet&rs=1](https://th.bing.com/th/id/OIP.DCqZoxLPXho-9Q_oGAgUwHaF7?pid=ImgDet&rs=1)

La antena NanoBeam, que es otro de los modelos con el que dispone la empresa, es un dispositivo inalámbrico de alto rendimiento diseñado para aplicaciones de largo alcance. Esta antena utiliza la tecnología MIMO (Multiple Input Multiple Output) y ofrece velocidades de transmisión de datos de hasta 450 Mbps. La antena NanoBeam está disponible en diferentes modelos con diferentes opciones de frecuencia y alcance, lo que permite adaptarse a diversas necesidades de conectividad. Con su diseño compacto y resistente, la antena NanoBeam es ideal para instalaciones en exteriores, como enlaces punto a punto o redes de área extensa. Proporciona una conexión inalámbrica confiable y de alta velocidad, lo que la convierte en una opción versátil para aplicaciones de red de largo alcance. El modelo previamente explicado se puede ver en detalle en la figura 21 y su ficha técnica en el anexo A.



Figura 21. Antena NanoBeam NBE-5AC-Gen2

Fuente: <https://www.cyberpuerta.mx/img/product/XL/CP-UBIQUITINETWORKS-NBE-5AC-GEN2-1.jpg>

Otro de los modelos de antena es PowerBeam PBE-5AC-Gen2, esta antena utiliza la tecnología MIMO (Multiple Input Multiple Output) y ofrece velocidades de transmisión de datos de hasta 450 Mbps. La antena PowerBeam está disponible en diferentes modelos con opciones de frecuencia y alcance variables, lo que la hace adecuada para una amplia gama de aplicaciones. Con su diseño resistente y a prueba de condiciones climáticas adversas, es ideal para instalaciones en exteriores. Proporciona una conexión inalámbrica confiable y de alta velocidad, permitiendo enlaces estables y de largo alcance en entornos exigentes. La antena PowerBeam PBE – 5AC – Gen2 se puede ver en la figura 22 y su datasheet se puede encontrar en el anexo A.



Figura 22. Antena PowerBeam PBE-5AC-Gen2

Fuente: https://http2.mlstatic.com/antena-ubiquiti-powerbeam-m5-pbe-m5-400-5ghz-25dbi-nova-D_NQ_NP_722177-MLB28060596571_082018-F.jpg

Y el último modelo a mencionar es la antena AirFiber AF-5XHD, que utiliza tecnología avanzada para proporcionar velocidades de transmisión de datos extremadamente altas, que van desde cientos de megabits por segundo hasta varios gigabits por segundo. La serie AirFiber de Ubiquiti ofrece una variedad de modelos con opciones de frecuencia y alcance variables, permitiendo adaptarse a diversas aplicaciones y entornos. Con su diseño robusto y resistente a las condiciones climáticas adversas, las antenas AirFiber brindan una conectividad confiable y de alta velocidad para aplicaciones empresariales y proveedores de servicios de internet. La antena AirFiber AF – 5XHD de Ubiquiti con la cual cuenta la empresa Datcom Services se puede encontrar en la figura 23 y sus especificaciones en la hoja de datos ubicada en el anexo A.



Figura 23. Antena AirFiber AF-5XHD

Fuente: [https://th.bing.com/th/id/](https://th.bing.com/th/id/OIP.wK9RpO9yvVavBD_T_pu1zQHah)

[OIP.wK9RpO9yvVavBD_T_pu1zQHah](https://th.bing.com/th/id/OIP.wK9RpO9yvVavBD_T_pu1zQHah)
[a?pid=ImgDet&rs=1](https://th.bing.com/th/id/OIP.wK9RpO9yvVavBD_T_pu1zQHah)

Los últimos equipos a mencionar que se ubican dentro de la oficina son los 5 routers de los cuales 3 son de la marca ZTE modelo MF253, 1 es de la marca HUAWEI modelo B310 y por último un router TP-Link modelo Archer C20. Todos ellos cuentan con sus datos de consumo en la parte posterior, por lo que no es necesario recurrir a la ficha técnica para obtener dicha información. A continuación, se dan más detalles de cada uno comenzando con el modelo MF253 de la marca ZTE que está diseñado para uso doméstico o pequeñas oficinas, ofrece conectividad a través de redes 4G LTE, permitiendo a los usuarios acceder a internet de alta velocidad. Además, cuenta con cuatro puertos Ethernet para conexiones por cable y capacidad de conexión Wi-Fi para dispositivos inalámbricos. Y también proporciona funciones de seguridad y administración, como firewall y control de acceso, para garantizar una experiencia de conexión segura (Ver figura 24).



Figura 24. Router ZTE MOF253

Fuente: https://http2.mlstatic.com/modem-roteador-zte-mf253v-D_NQ_NP_820692-MLB31681129631_082019-F.jpg

El otro modelo de la marca Huawei, es el B310 que ha sido diseñado para uso doméstico o en pequeñas oficinas, el B310 ofrece velocidades de descarga de hasta 150 Mbps y permite la conexión de múltiples dispositivos a través de su función de enrutador inalámbrico. Además, cuenta con puertos Ethernet para conexiones por cable y capacidad para compartir dispositivos de almacenamiento a través de USB (Ver figura 25).



Figura 25. Router Huawei B310

Fuente: <https://th.bing.com/th/id/R.92010280fdd3dcc7719e89812bda9a26?rik=tyYBonpEiy6q%2fg&riu=http%3a%2f%2fwww.4gltemall.com%2fmedia%2fcatalog%2fproduct%2fcache%2f1%2fimage%2f650x650%2f9df78eab33525d08d6e5fb8d27136>

e95%2fh%2fu%2fhuawei_b310_3_.jpg&ehk=TZKXHlhx%2b3UvJ
b1OFFzzalB4t0DtIebCEfz7u2HTCNU%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0

Y el último modelo es el Archer C20 de la marca TP – Link que Ofrece velocidades de hasta 300 Mbps a través de la tecnología Wi-Fi 802.11n, lo que permite la transmisión de datos, juegos en línea y streaming de video sin interrupciones. El Archer C20 cuenta con dos antenas externas que mejoran la cobertura y estabilidad de la señal inalámbrica. También cuenta con puertos Ethernet para conexiones por cable y un puerto USB para compartir archivos y medios en la red. Se puede ver el router en la figura 26.



Figura 26. Router Archer C20 TP – LINK

Fuente: <https://th.bing.com/th/id/R.9532a24225c8ae1770ce921565017c97?rik=pw%2bePpFQbWKSsA&riu=h ttp%3a%2f%2fwww.officedepot.com.mx%2fmedias%2f82292.jpg-1200ftw%3fcontext%3dbWFzdGVyfHJvb3R8MjcwMjI0fGltYWdlL2pwZWd8aGM2L2hiZi85NjI1ODk4NzQ1ODg2LmpwZ3w0ZTJkMmMzNWY5NGQ5Y2ViYTQwNDQ3YTkzYjhlYTA3MTAxNjFiZWY5YThlYjA4Zjg4NGU4NmJlZDE3MDBmNzQ5&ehk=zGVSD7%2bwfoPT3MFi%2fgjCcsNS%2fJsXqWEamUgNd%2f4yCJE%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0>

5.1.3 Cálculo del consumo de los equipos a respaldar.

En algunos casos los equipos suministraron información del voltaje que utilizan y la cantidad de corriente que consumen, pero para efectos prácticos de éste informe de pasantía

conviene tener los datos en potencia consumida. Por lo que para el cálculo de la potencia consumida por los equipos se utilizó la ecuación de potencia dónde:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{QV}{t} = V \frac{Q}{t} = VI \text{ (watts)} \quad (1)$$

P: Potencia medida en watts.

W: Energía medida en Joules.

Q: Carga eléctrica medida en coulomb.

V: Voltaje medido en voltios.

I: Corriente medida en amperios.

Tras haber efectuado los cálculos se llevó dicho registro en el cuadro 5 en el que se observa el registro del consumo individual y total de los dispositivos de la oficina de red.

Tabla 1. Cantidad y consumo de los equipos a ser respaldados en la oficina de redes de la empresa Datcom Services.

Tipo de equipo	Modelo	Cantidad	Consumo Individual [W]	Consumo en 1h / Demanda Máxima [Wh]	Consumo en 12h [Wh]
Ethernet router	RB4011iGS+RM	2	33	66	792
Ethernet router	RB750GL	3	15	45	540
Router ZTE	MF253	3	15	45	540
Router Huawei	B310	1	12	12	144
4 Port GPON OLT	V1600G0	1	45	45	540
Router TP-Link	Archer C20	1	5,5	5,5	66
CORE ROUTER	CCR1036-8G-2S+	1	73	73	876
ROUTER SWITCH	CRS326-24S+2Q+RM	1	69	69	828
ROUTER SWITCH	CRS326-24G-2S+RM	1	24	24	288

SMART SWITCH	CSS326-24G-2S+RM	1	19	19	228
Antena	Antena	19	8	152	1824
Ethernet router	CCR2116-12G-4S+	1	80	80	960
Total		35	318,5	635,5	7626

En el cuadro 5 se puede observar que se tienen los resultados de los cálculos realizados para el consumo por hora o la potencia instantánea máxima entregada de todos los equipos, y también el consumo por el tiempo en horas de autonomía que debería poseer el sistema de respaldo para un correcto funcionamiento. Todo estos son datos teóricos importantes para el desarrollo de la siguiente fase, ya que en la parte de selección de los equipos que conformaran el sistema propuesto es de gran utilidad la información aquí obtenida.

5.1.4 Matriz FODA

Cuadro 4. Matriz FODA

	Oportunidades	Amenazas
Matriz FODA cruzada	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor demanda de energía renovable. • Eficiencia mejorada. • Innovación y desarrollo tecnológico. • Aplicaciones en diferentes escalas. • Integración con almacenamiento de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia de la precisión astronómica. • Falla en los equipos electromecánicos por desgaste en piezas. • Vulnerabilidad a condiciones climáticas adversas. • Mayores costos.
Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> • Precisión en el seguimiento solar. • Mayor generación de energía. • Adaptabilidad a la ubicación geográfica. • Menor sombreado. • Mayor versatilidad. 	Fortalezas – Oportunidades (FO): La capacidad del seguidor solar de generar más energía aprovechando la radiación solar de manera eficiente se alinea con la creciente demanda de fuentes	Fortalezas – Amenazas (FA): Aunque el seguidor solar genera más energía, también puede ser más vulnerable a daños debido a su mayor complejidad y componentes móviles. Esto representa una

	de energía renovable. Esto proporciona una oportunidad para la adopción y el crecimiento de los seguidores solares en el mercado.	amenaza para la durabilidad y confiabilidad del sistema.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor complejidad. • Mayor consumo energético. • Mantenimiento y ajustes periódicos por personal capacitado. • Requisitos de espacio. 	<p>Debilidades – Oportunidades (DO): A pesar de la complejidad y el mayor mantenimiento requerido por el seguidor solar, la integración con sistemas de almacenamiento de energía ofrece una oportunidad para optimizar la gestión y el aprovechamiento de la energía solar, mejorando la eficiencia del sistema.</p>	<p>Debilidades – Amenazas (DA): La complejidad y el mayor mantenimiento del seguidor solar pueden resultar en costos más altos en comparación con los sistemas estáticos. Esto representa una amenaza financiera y podría limitar la adopción del sistema en proyectos con presupuestos limitados.</p>

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 Análisis de la matriz FODA

Al analizar la matriz FODA, en la cual se proyecta las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del presente proyecto propuesto, que se basa en un seguidor solar de un grado de libertad con programación astronómica para el respaldo de energía en la oficina de redes de la empresa Datcom Services, se tiene la siguiente comparativa con otros tipos de sistema parecidos.

El seguidor solar de un grado de libertad con programación astronómica se diferencia de un seguidor solar de un eje convencional en que este último sigue el movimiento del sol solo en un eje horizontal. En comparación, tiene la capacidad de realizar un seguimiento más preciso y ajustado al movimiento del sol, lo que optimiza la captación de energía solar a lo largo del día. Pero el mismo requiere conocimientos astronómicos precisos y una programación adecuada para adaptarse a diferentes ubicaciones geográficas.

En cambio, el seguidor solar de un grado de libertad con sensores fotoeléctricos detecta directamente la intensidad de la luz solar y orienta el seguidor solar en función de esa información, permitiendo un seguimiento real del sol sin la necesidad de programación astronómica o ajustes manuales. Su eficiencia puede verse afectada por las condiciones de iluminación ambiental, como la presencia de sombras o la reflexión de la luz, lo que puede resultar en una menor generación de energía.

El seguidor solar de dos ejes puede seguir tanto el movimiento horizontal (este – oeste) como el movimiento vertical (norte – sur) del sol, lo que permite una orientación óptima del panel solar en todo momento, resultando en una mayor generación de energía eléctrica a lo largo del día. Sin embargo, los seguidores solares de dos ejes son más complejos y costosos de implementar y requieren un mantenimiento más intensivo.

El seguidor solar de un grado de libertad con programación astronómica ofrece una combinación de precisión y simplicidad en comparación con otros tipos de seguidores solares. Si bien los seguidores solares de dos ejes pueden lograr una mayor generación de energía también son más complejos y costosos de implementar, y los seguidores solares de un grado de libertad con sensores fotoeléctricos a pesar de ofrecer una respuesta en tiempo real, ser más económicos y simples, tienen grandes desventajas en sitios propensos a tener muchas sombras. Siendo entonces el seguidor solar de un grado de libertad con programación astronómica una opción más accesible y eficiente para aplicaciones comerciales y residenciales, puesto que maximiza la generación de energía solar al seguir el movimiento del sol de manera precisa y adaptada a la ubicación geográfica.

5.2 Fase II: Selección de los dispositivos que conformaran el sistema híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad que cumplan con los requisitos y las necesidades de la empresa Datcom Services.

El desarrollo de la siguiente fase fue realizado a través de varios pasos con la intención de que la selección de los dispositivos fuera la más acertada de acuerdo a las necesidades de la empresa, la ubicación donde sería realizada la instalación de los equipos en cuestión y el desempeño que han de tener dichos elementos para que tengan un óptimo desempeño en la labor que han de realizar. A continuación, se explica en mayor detalle cada uno de los pasos realizados.

5.2.1 Ubicación de la empresa.

Primeramente y antes de proseguir con la obtención de la información meteorológica pertinente para el desarrollo de este proyecto, se hizo el estudio necesario para hallar la ubicación exacta de la empresa Datcom Services la cual se sabe que se encuentra en el edificio Orion justo al lado de la alcaldía de Valencia del estado Carabobo, para obtener los datos de la posición geográfica se recurrió a la página web de Google Maps donde sin mayor dificultad se logró obtener la latitud y longitud que son las siguientes: **10°09'54.0"N 67°57'30.1"W**. En la figura 27 se puede ver una vista desde arriba del edificio donde se encuentran la sede principal de la empresa Datcom Services.

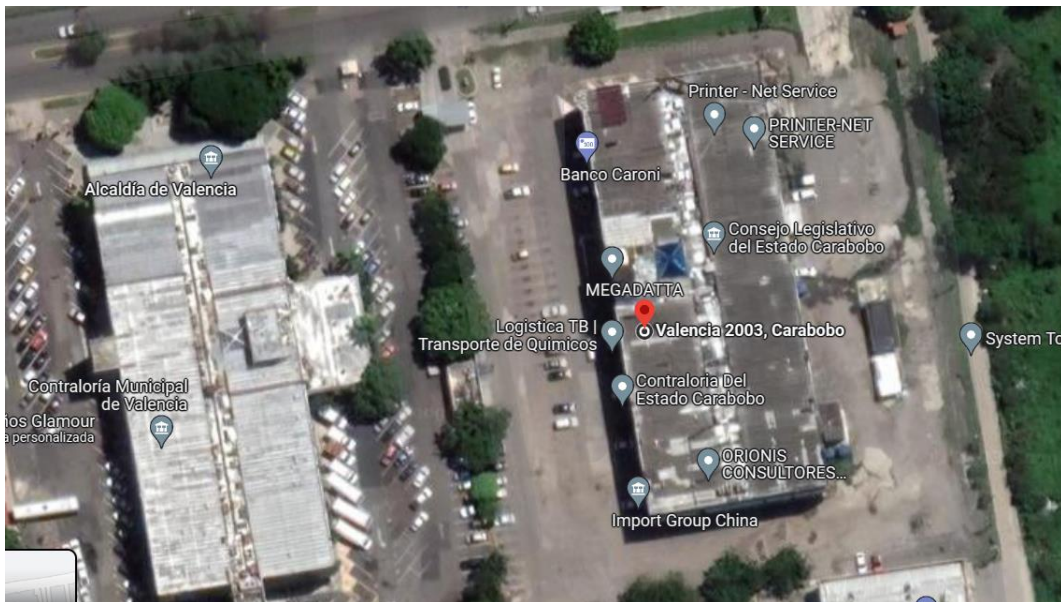


Figura 27. Vista satelital del edificio Orión donde se encuentra la sede principal de la empresa Datcom Services

Fuente: <https://www.google.co.ve/maps/dir//10.1651247,-67.9583513/@10.165281,-67.9590662,172m/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e0?hl=es-419&entry=ttu>

5.2.3 Situación del servicio eléctrico en la empresa Datcom Services

Durante el primer trimestre del presente año 2023 el sistema del servicio eléctrico en Venezuela no se vio muy afectado, sin embargo, se presentaron algunas fallas en varios estados del país (entre los cuales se encuentra el estado Carabobo) en espacios de tiempo prolongado, que a pesar de no ocurrir de manera frecuente fueron casos que afectaron el servicio de internet que ofrece la empresa Datcom Services. Para el comienzo del segundo trimestre del año en curso que son los meses donde históricamente el servicio eléctrico nacional presenta fallas con mayor

periodicidad, que son los meses de Abril, Mayo, la empresa ha presentado mayor cantidad de problemas de manera más seguida y el sistema de respaldo con el que cuenta actualmente, que al estar obsoleto, depender del sistema eléctrico nacional para cargar las baterías y contar con un banco de baterías cercano al cumplimiento de su vida útil, no es capaz de responder de manera eficiente ante un fallo en el servicio eléctrico que ocurra por un lapso amplio de tiempo. En la figura 13, en el planteamiento del problema, se puede visualizar el sistema de respaldo de energía con el que cuenta la empresa Datcom Services actualmente.

5.2.4 Determinar el arreglo que ha de tener el sistema fotovoltaico en la empresa Datcom Services.

- **Temperatura.**

La ciudad de Valencia ubicada en el estado Carabobo Venezuela, se encuentra en una región de clima tropical, caracterizado por ser cálido y húmedo durante todo el año. La temporada calurosa dura 2,3 meses, del 5 de febrero al 15 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El mes más cálido del año en Valencia es abril, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y mínima de 23 °C. La temporada fresca dura 3,2 meses, del 8 de junio al 13 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 30 °C. El mes más frío del año en Valencia es agosto, con una temperatura mínima promedio de 21 °C y máxima de 29 °C.

- **Nubosidad.**

En Valencia, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Valencia comienza aproximadamente el 6 de diciembre; dura 3,5 meses y se termina aproximadamente el 24 de marzo. El mes más despejado del año en Valencia es enero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 37 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 24 de marzo; dura 8,5 meses y se termina aproximadamente el 6 de diciembre. El mes más nublado del año en Valencia es mayo, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 81 % del tiempo.

- **Duración del día.**

La duración del día en Valencia no varía considerablemente durante el año, solamente varía 43 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2023, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 32 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 12 horas y 43 minutos de luz natural. Para el año en curso 2023 la salida del sol más temprana es a las 6:09 a. m. el 29 de mayo, y la salida del sol más tardía es 45 minutos más tarde a las 6:54 a. m. el 28 de enero. La

puesta del sol más temprana es a las 6:06 p. m. el 16 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 52 minutos más tarde a las 6:57 p. m. el 12 de julio.

Es importante destacar que en el estado los valores estimados promedio de radiación solar anual se encuentran entre 5,53 kWh/m²/día y 5,65 kWh/m²/día, los cuales se consideran como valores excelentes para la clasificación del potencial de la energía solar. En el cuadro 5 que se presenta a continuación, se clasifica la calidad de la radiación solar dependiendo de la cantidad promedio recibida anualmente del sol.

Tabla 2. Clasificación de la radiación solar según su potencial.

Radiación solar (kWh/m ² día)	Clasificación
< 4,7	Marginal
4,7 a 4,9	Regular
4,9 a 5,2	Bueno
5,1 a 5,5	Excelente
5,5 6,1	Premium
> 6,1	Supremo

Fuente: La Cruz, 2005.

Haciendo un análisis de los datos presentados con respecto a las características del clima en Valencia estado Carabobo, se determina que la energía solar es apta en inmediaciones de la empresa Datcom Services, ya que normalmente un lugar poco soleado aún sigue siendo apto para la implementación de paneles fotovoltaicos, debido a que su objetivo es ahorrar dinero o ser usados como fuente de energía auxiliar, por lo tanto un lugar poco soleado o con malas condiciones climáticas solo indica un menor porcentaje de ahorro o eficiencia energética pero no que no sea apto, sin embargo para Valencia no es el caso, ya que cuenta con unos índices de radiación solar que la ubican entre los niveles de excelente y Premium.

- **Cálculo de irradiación solar.**

La irradiación solar se refiere a la cantidad de energía radiante del sol que llega a la superficie de la Tierra. Es medida en términos de la cantidad de radiación solar recibida por unidad de área en un periodo determinado de tiempo y se expresa en kWh/m²día. Para la posición exacta de la empresa Datcom Services en Valencia estado Carabobo, ubicado en la parte central de Venezuela, la irradiación solar horizontal promedio diaria, según los datos arrojados por la página oficial de la NASA para el año 2021 que es la información disponible en su base de datos, puede

tener unos valores que van desde 4,90 kWh/m²día en el mes menos caluroso a 6,04 kWh/m²día en el mes más caluroso.

- **Cálculo de horas solares pico**

Para este cálculo se toma como muestra las horas solares pico o HSP en el mes de noviembre por ser el mes con menor irradiación solar, debido a que el diseño del sistema fotovoltaico híbrido de un grado de libertad que se piensa proponer a la empresa Datcom Services tiene que ser capaz de suministrar la cantidad energía esperada en el mes menos caluroso. El mes escogido posee un promedio irradiación solar diaria en todo el mes de 4,90 kWh/m²día, por lo que se sustituye en la siguiente fórmula:

$$HSP = \frac{Irr_{prom}}{1kW/m^2día} = \frac{4,90 kWh/m^2}{1 kW/m^2} = 4,90h \quad (2)$$

Donde:

- HSP: Horas solares pico.
- Irr_{prom} : Irradiación solar promedio.
- **Rendimiento global de la instalación.**

En una instalación fotovoltaica autónoma con una acumulación, existen una serie de factores que provocan pérdidas en el rendimiento global, RG, de la misma. Esto conlleva a que la energía que debe entrar en los bornes del grupo de baterías, E, debe ser superior a la consumida en la instalación, E_T, de forma tal que:

$$E = \frac{E_T}{RG} \quad (3)$$

Estas pérdidas se asocian con una serie de coeficientes que se pueden considerar parámetro de diseño. El rendimiento global o RG abarca el análisis del rendimiento de cada uno de los componentes del sistema solar fotovoltaico, que se asocian con una serie de coeficientes que se pueden considerar como parámetros de diseño, a continuación, se mencionan cuáles son estos: panel fotovoltaico, regulador de carga, baterías, inversor, corriente en CA y corriente en CC y se calcula con la siguiente ecuación.

$$RG = (1 - K_b - K_c - K_v - K_r) \cdot (1 - K_a \cdot \frac{N}{P_d}) \quad (4)$$

Donde:

- K_b : coeficiente de pérdidas por rendimiento de las baterías.
- K_a : coeficiente de pérdidas por auto descarga diaria de las baterías.
- K_c : coeficiente de pérdidas por rendimiento del inversor.

- K_v : coeficiente de pérdidas varias.
- K_r : coeficiente de pérdidas por el controlador de carga.
- P_d : profundidad de descarga de las baterías.
- N : número de días de autonomía de la instalación.

Para las instalaciones fotovoltaicas conectadas directamente a la red, el rendimiento global de la instalación normalmente suele ser 1 debido a que no se ocasionan muchas pérdidas, pero, para aquellas instalaciones aisladas a la red o en el caso de ser híbridas, por tener bancos de baterías y reguladores de carga, el rendimiento global es diferente, ya que aquí se producen las mayores pérdidas. A continuación, se presenta el cuadro 8 que posee los coeficientes de cada una de las variables de la fórmula antes presentada.

Tabla 3. Coeficientes de cada una de las variables del rendimiento global de la instalación.

K_b	Pérdidas por rendimiento de las baterías.
0.05	Acumulados nuevos, sin descargas intensas.
0.1	Acumulados viejos, descargas intensas, temperaturas bajas.
K_a	Pérdidas por auto descarga diaria de la batería.
0.002	Baterías de baja auto descarga, sin mantenimiento.
0.005	Baterías estacionarias de energía solar.
0.012	Baterías de alta auto descarga.
K_c	Pérdidas por el rendimiento del inversor
0	No hay inversor en la instalación.
0.05	Rendimiento inversor 95%
0.1	Rendimiento inversor 90%
0.15	Rendimiento inversor 85%
0.2	Rendimiento inversor < 85%
K_v	Pérdidas varias.
0.15	Si no se tiene en cuenta pérdidas en cableado y equipos.
0.05	Si se ha realizado un estudio detallado de pérdidas en equipos.
P_d	Profundidad de descarga de las baterías.
0.9	Batería descargada hasta el 90%
0.8	Batería descargada hasta el 80%

0.7	Batería descargada hasta el 70%
0.6	Batería descargada hasta el 60%
0.5	Batería descargada hasta el 50%
0.4	Batería descargada hasta el 40%

Fuente: https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/ISF/ISF06/es_IEA_ISF06_Contenidos/website_12_rendimiento_global_y_energa_requerida.html

Los cálculos realizados con los coeficientes correspondientes a la propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad para la empresa Datcom Services que se pretende realizar, se presentan en el cuadro 9.

Tabla 4. Valores seleccionados de los coeficientes seleccionados y resultado del RG.

Coeficiente seleccionado	Valor de las constantes
Acumuladores nuevos, sin descargas intensas	0.05
Baterías de baja auto descarga, sin mantenimiento	0.002
Rendimiento inversor 95%	0.05
Estudio detallado de pérdidas por cableado	0.05
Batería descargada hasta el 50%	0.5
Número de días de autonomía	0.5
Rendimiento global de la instalación	0.85

Fuente: Elaboración propia

En la selección del número de días de autonomía que tendrá el sistema a proponer se colocó 0.5 días debido a que la idea es que las baterías puedan suministrar la energía suficiente para mantener en funcionamiento los dispositivos de la oficina de redes en el peor escenario posible, que en este caso sería que el servicio eléctrico falle al final del día en curso y no regrese sino hasta la mañana del día siguiente, situación en la cual los paneles solares no podrían proveer de energía a las batería ya que al ser de noche no captarían radiación alguna. Esta cantidad de tiempo fue escogida en la primera fase al realizarse la entrevista al ingeniero Allan Sierra, en la que se estipuló que sería un periodo de 12 horas para cubrir el caso en que el servicio eléctrico falle por un lapso tan largo de tiempo.

- **Consumo teórico eléctrico de la empresa Datcom Services aplicando el coeficiente de rendimiento.**

En el cuadro 5 se presentó el consumo eléctrico de los dispositivos de la oficina de red calculado para una duración de 12 horas continuas de autonomía funcionando directamente del

banco de baterías, a dicho consumo se le aplica el coeficiente de rendimiento global para obtener el nuevo consumo eléctrico que se debe satisfacer en el arreglo fotovoltaico, es decir, la cantidad de energía que deben generar los paneles para permitir un servicio sin interrupciones, tomando en cuenta las pérdidas que se generan en el sistema. Al aplicarse $RG = 0,85$, los nuevos consumos son los presentados en el cuadro 10.

Tabla 5. Consumo teórico de la empresa Datcom Services aplicando el factor de RG.

Consumo teórico total del consumo de todos los dispositivos en la oficina de redes.	Wh/RG (1h)	Wh/RG (12h)
	747,65	8971,76

Fuente: Elaboración propia

Para obtener los nuevos consumos eléctricos que debe de satisfacer la propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la empresa Datcom Services, se tomaron los cálculos del consumo total de los dispositivos ubicados en la oficina de redes realizados en la primera fase, los cuales pueden visualizarse en el cuadro 5, y se divide entre el rendimiento global ya calculado previamente. Este sobredimensionamiento del sistema se realiza con la finalidad de tomar las precauciones necesarias respecto a las pérdidas de energía que puedan presentarse por diferentes variables, y que de esta manera las baterías puedan mantenerse en funcionamiento los dispositivos en el tiempo estimado.

- **Selección del módulo fotovoltaico.**

Según las condiciones climáticas que posee la ciudad de Valencia, estado Carabobo, cualquiera de los módulos fotovoltaicos disponibles en el mercado es viable para su utilización puesto que la irradiación solar que recibe alrededor del transcurso del año es aprovechable para ambas opciones. A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los módulos fotovoltaico de silicio monocristalino y los de silicio policristalino, ver cuadro 5.

Cuadro 5. Cuadro comparativo entre los módulos de silicio monocristalino y policristalino.

Silicio monocristalino	Silicio policristalino
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor eficiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor eficiencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor resistencia a la degradación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor durabilidad.

<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación lenta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación rápida.
<ul style="list-style-type: none"> • Tienen un costo más elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de fabricación menor.
<ul style="list-style-type: none"> • Color negro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Color azul marino.

Fuente: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>

Con lo ya expuesto y teniendo en cuenta que la posición geográfica de donde se está desarrollando la propuesta tiene unos excelentes índices de irradiación solar, es indiferente del panel que se escoja. Sin embargo, se tomó la decisión de escoger los paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino por su mayor resistencia a la degradación, mejor tasa de conversión de energía solar a eléctrica y porque al ser un proyecto a baja escala no han de utilizarse mucho de ellos, por lo que, a pesar de ser más costosos, la diferencia de precios entre ellos y los de silicio policristalino no será tan grande para el beneficio que ofrecen.

Luego de haber definido el tipo de módulo con el que se piensa trabajar, se pasó a la parte de selección del modelo con el que se harán los cálculos posteriores para saber la cantidad a utilizarse. Para esto se escogió a la empresa Victron Energy encargada de la venta y distribución de equipos dedicados a la generación de energía renovable, la cual posee una lista de modelos de paneles fotovoltaicos, que de los ahí mostrados se escogió el SPM043602400 que es un panel monocristalino de 360W de potencia que posee un rendimiento excepcional con baja luminosidad y una alta sensibilidad a la luz en todo el espectro solar, también cuenta con diodos de derivación de alto rendimiento que minimizan las caídas de potencia provocadas por las sombras y una garantía limitada de 25 años en la entrega de potencia y rendimiento, se puede apreciar dicho panel en la figura 28. En el anexo C se muestra información más detallada del panel escogido.

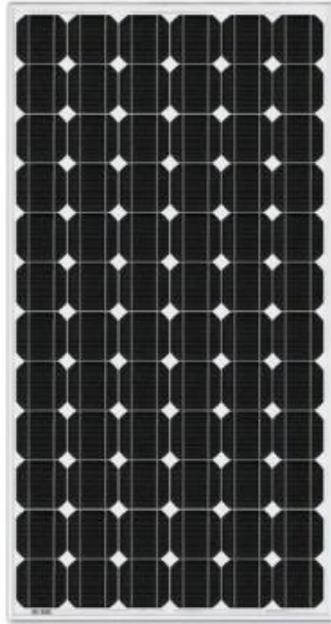


Figura 28. Panel solar BlueSolar monocristalino modelo SPM043602400.

Fuente: <https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-BlueSolar-Monocrystalline-Panels-EN.pdf>

- **Cálculo de la cantidad de paneles solares necesarios para cumplir con la demanda eléctrica de los dispositivos ubicados en la oficina de redes.**

Para un consumo eléctrico de 12 horas de funcionamiento continuo por parte de los dispositivos de la oficina de redes que se pretenden respaldar y tomando en cuenta el factor de rendimiento global de la instalación, se tiene un consumo total de 8971,76 W, también sabiendo que, para Valencia, el mes con menos irradiación solar es noviembre que presenta un promedio de 4,9 HSP diarias y que la potencia máxima del módulo escogido es de 360W, procedemos a realizar los cálculos pertinentes para conocer la cantidad de paneles a ser utilizados empleando el uso de la ecuación 5.

$$M = \frac{P_E}{P_P \cdot HSP} = \frac{8971,76W}{360W \cdot 4,9HSP} = 5,08 \text{ paneles} \quad (5)$$

De donde:

- M : Número de paneles a utilizar.
- P_E : Potencia total consumida por los equipos, ya corregido por el RG.

- P_p : Potencia nominal del panel escogido.

Como resultado se tuvo que han de ser necesarios como mínimo 5 paneles para poder satisfacer la demanda energética de los dispositivos a respaldar, pero como los arreglos de paneles con número impar no son recomendados por ser engorroso a la hora de escoger el controlador de carga debido a que al ser impares sólo podrán tener dos arreglos posibles, donde estarán todos en paralelo o en serie, ocasionando un alto voltaje a circuito abierto o una corriente de cortocircuito elevada, datos que son el punto de referencia para escoger el controlador que mejor se adapte al sistema propuesto. Entonces, por lo anteriormente expuesto para el desarrollo del proyecto se trabajará con un arreglo de 6 paneles en vez de 5.

- **Arreglo de la instalación fotovoltaica.**

Al saber ya que se trabajará con un arreglo de 6 paneles, queda es por determinar la cantidad de paneles en serie y en paralelo que se utilizaran, para ello es necesario saber el voltaje de circuito abierto y la corriente de cortocircuito del modelo de panel escogido. Se recurrió entonces, a la ficha técnica proporcionada por la empresa Victron Energy dónde se pudo obtener dichos valores que son 47,4 V en circuito abierto y 10,24 A en cortocircuito. La combinación de paneles escogido fue de un arreglo de 3 grupos en paralelo de 2 paneles en serie que produce un voltaje en circuito abierto de 94,8V y una corriente de cortocircuito de 30,72 A, valores que están en un rango aceptable y que servirán para ubicar el controlador de carga a seleccionar.

- **Selección del controlador de carga**

El controlador de carga a usar es un MPPT debido a que maximiza la eficiencia de carga de las baterías rastreando el punto de máxima potencia en los paneles solares y ajusta la corriente y voltaje de carga de la batería para aprovechar al máximo la energía generada por los paneles, lo que resulta en una carga más rápida de las baterías y un aumento en la capacidad de almacenamiento de energía. Para seleccionar el modelo que mejor se ajuste a los parámetros de la instalación fotovoltaica, es necesario conocer las dimensiones que ha de tener el mismo. Como se utilizarán 6 paneles de 360 W cada uno, se tiene entonces, que los mismos generaran una potencia de 2160 W por lo que el controlador MPPT ha de tener la capacidad de soportar dicha potencia en un arreglo de baterías de 24 V.

El modelo escogido que cumple con las características ya mencionadas es el controlador de carga Smart Solar 150/85 de Victron Energy, que cuenta con un voltaje de circuito abierto máximo de 150V y una corriente máxima de cortocircuito de 70A, es capaz de soportar una potencia máxima de 2400 W para un arreglo de baterías de 24 V, posee una eficiencia del 98%,

detección avanzada del punto de máxima potencia en caso de nubosidad parcial, amplia protección electrónica contra sobre temperatura, reducción de potencia, cortocircuito, polaridad inversa y corriente inversa en los paneles, y también posee bluetooth inteligente integrado con el que a través de la aplicación móvil o de computadora que ofrece la compañía Victron Energy se puede configurar, controlar, actualizar y sincronizar el controlador de carga, en la Figura 29 se muestra el equipo. En el anexo C se encuentra la ficha técnica detallada del equipo en cuestión.



Figura 29. Controlador de carga MPPT Smart Solar 150/85.

Fuente: https://www.solaricashop.com/media/catalog/product/cache/1/image/1000x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/v/i/victron_smart_solar_150-85_tr_solaricashop.jpg

- **Selección de la batería a utilizar.**

Al haber definido ya con qué modulo fotovoltaico se piensa trabajar y con cuál controlador de carga, es necesario ahora escoger el tipo de batería que se planea utilizar. Para ello se ha de tomar en cuenta que la tensión seleccionada en la que trabajará el banco de baterías es de 24V, y que las baterías sean de litio puesto que en general ofrecen una alta densidad de energía, vida útil prolongada, carga rápida y eficiencia energética. Teniendo esto en mente se recurrió al catálogo de Victron Energy donde ofrecen las baterías Lithium Battery Smart de 12,8V y 25,6V que son baterías de fosfato de hierro y litio, las cuales cuentan con un sistema de gestión de batería integrado que garantiza una carga y descarga equilibradas, protección contra sobrecarga y descarga excesiva, una vida útil prolongada y una alta densidad de energía lo que significa que se puede

almacenar más energía en menos espacio (ver Figura 30). De este modelo se seleccionó la presentación de 25,6V y 200Ah, el cual se puede visualizar su ficha técnica en el anexo C.



Figura 30. Lithium Battery Smart de 25,6V.

Fuente: <https://www.solar-electric.com/victron-energy-25-6v-200ah-lifepo4-smart-battery.html>

- **Dimensionamiento del banco de baterías.**

Para llevar a cabo los cálculos necesarios para conocer la cantidad de baterías que se han de necesitar, se utilizaron las ecuaciones 6 y 7 y para ello se estableció primero los siguientes parámetros:

- Días de autonomía (N): 0.5
- Profundidad de descarga (P_d): 50%
- Capacidad nominal de la batería (C_n): 200 Ah
- Voltaje del banco de baterías (V_{Bat}): 24V
- Consumo de energía de los equipos corregido con el RG (E): 8971,76Wh
- Consumo de energía medido en amperios (Q_{Ah}):

$$Q_{Ah} = \frac{E}{V_{Bat}} = \frac{8971,76Wh}{24V} = 373,83Ah \approx 374Ah \quad (6)$$

El número total de baterías que es necesario utilizar se calcula de la siguiente manera:

$$N_{Bat} = \frac{Q_{Ah} \cdot N}{C_n \cdot P_d} = \frac{374Ah \cdot 0.5}{200Ah \cdot 0.5} = 1.87 \approx 2baterias \quad (7)$$

Se puede concluir con este resultado que para mantener en funcionamiento los equipos consumiendo energía únicamente de las baterías por 12 horas ininterrumpidas, es necesario emplear un arreglo de 2 baterías de 200Ah en paralelo. Con este arreglo se tendría una capacidad

total de 400Ah, un poco por encima de lo calculado, por lo que ya tendríamos con esto el dimensionamiento de las baterías que se ha de tener para suplir la demanda de los equipos.

- **Selección del cargador de baterías conectado a la red.**

Puesto que el presente proyecto se contempla el uso del servicio eléctrico nacional para cargar el banco de baterías y que no sólo dependa de los paneles solares, se ha de escoger un cargador para un arreglo de baterías de 24V. La empresa Victron Energy cuenta con una amplia variedad de estos cargadores, entre los cuales se tomó el cargador Blue Smart IP22 que es un cargador de batería inteligente y eficiente para cargar y mantener baterías en sistemas de energía solar y aplicaciones de almacenamiento de energía. Este cargador utiliza tecnología de carga adaptativa para ajustar automáticamente el proceso de carga a las necesidades específicas de la batería, lo que maximiza la eficiencia y prolonga la vida útil de la batería en la Figura 31 se tiene el cargador en cuestión. Su ficha técnica se ubica en el anexo C.



Figura 31. Blue Smart IP22 24/16/1

Fuente: <https://www.amazon.com/Victron-Energy-24-Volt-Battery-Bluetooth/dp/B08NY27MHY>

- **Selección del inversor.**

En la selección del inversor se tomó en cuenta el hecho de que en su mayoría los equipos trabajan con un voltaje de 24V, lo que da la ventaja de que los mismos pueden trabajar conectados directamente a las baterías ahorrándose de esta manera todas las pérdidas de potencia que se tendrían por los cambios de DC – AC y luego de AC – DC. En cambio, hay equipos que trabajan con un voltaje distinto al de la tensión que ofrece el banco de baterías, o no cuentan con una entrada en DC, y para evitar la compra de convertidores DC – DC para cada uno de ellos, cosa que encarecería el proyecto, se tomó la decisión de utilizar un inversor de baja potencia para suministrarle energía a esos equipos. En el cuadro 12 se puede ver en detalle los equipos seleccionados para trabajar conectados al inversor.

Tabla 6. Equipos conectados al inversor de baja potencia.

Tipo	Modelo	Cantidad	Consumo [W]
4 Port GPON OLT	V1600G0	1	45
CORE ROUTER	CCR1036-8G-2S+	1	73
ETHERNET ROUTER	CCR2116-12G-4S+	1	80
ROUTER SWITCH	CRS326-24S+2Q+RM	1	69
Total		4	267

Fuente: Hoja de datos de los equipos.

La empresa Victron Energy posee variedad de inversores, entre los que se escogió el Phoenix Inverter VE.Direct en su presentación de 500VA, y así la empresa disponga de un equipo sobredimensionado para prever el crecimiento de la oficina de redes y se puedan conectar más equipos a dicho inversor, el cual es un inversor que utiliza la tecnología de alta frecuencia para garantizar una eficiencia energética y un funcionamiento silencioso, además de contar con una pantalla LCD integrada que proporciona información en tiempo real sobre el estado de la energía y las configuraciones del inversor. Una característica a destacar de este inversor es su compatibilidad con el sistema de control y monitoreo VE.Direct de Victron Energy que permite un monitoreo remoto y la posibilidad de ajustar y personalizar la configuración del inversor desde cualquier lugar (ver Figura 32). Para ver en más detalle las especificaciones del inversor se recomienda ir a su hoja de datos ubicado en el anexo C.



Figura 32. Phoenix Inverter VE.Direct 500 VA.

Fuente: <https://gomagcdn.ro/domains/poweracu.com/files/product/large/inverter-12v-500va-victron-energy-phoenix-ve-direct-schuko-12-500-copie-527-3360.jpg>

- **Selección del relé encargado de realizar los cambios entre el cargador IP22 y los paneles Solares.**

En el caso de que los paneles solares no estén funcionando correctamente ya sea porque es de noche o por algún motivo externo es necesario el uso de un dispositivo capaz de detectar si los paneles están trabajando y que en caso contrario haga el cambio pertinente para proveer a las baterías de un sistema alterno de carga, mientras se solventa la falla en los paneles solares el banco de baterías estaría recibiendo energía del cargador IP22 previamente escogido. Para solventar el problema se seleccionó un relé de 80 A con una tensión nominal de trabajo de 6 – 240 VAC / 5 – 110 VDC y una tensión máxima en la bobina de 250 VAC / 30 VDC, el modelo escogido es el JQX – 62F. En la figura 33 se ve el modelo de relé escogido y su hoja de datos se ubica en el anexo C.



Figura 33. Relé JQX – 62F 80A 250VAC/30VDC

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/JQX-62F-2Z-60828771714.html?spm=a2700.wholesale.0.0.61ae7809OP8Bag#>

- **Selección del protector termomagnético para los módulos solares.**

La selección del protector se hace en base a la cantidad de corriente en cortocircuito de los paneles fotovoltaicos, dicha corriente es un dato que nos da el fabricante en su ficha técnica que para el panel que se seleccionó la corriente es de 10,24 A que al trabajar con dos arreglos de 3 paneles en serie conectados en paralelo nos da una corriente de cortocircuito de 20,48 A por lo que el protector que se escogió tiene las características de trabajar a 144 VDC en su versión de 2 polos con una corriente de 25 A, es de la marca Siemens el modelo 5SL6220-7MB. En la figura 34 se puede apreciar el modelo y su ficha técnica se encuentra en el anexo C.



Figura 34. Breaker Siemens
5SL6220-7MB

Fuente: <https://www.tiendaelectrica-virtual.com/wp-content/uploads/2020/10/5SL6220-7MB.jpg>

- **Selección del protector termomagnético para el cargador IP22.**

Para la selección de esta protección se utilizó la corriente máxima que ofrece dicho cargador que es de 16 A, multiplicada por un factor del 125% que nos resulta en la selección de un protector DC que trabaje a 24 VDC con una corriente de 20 A, por lo que para este caso se tomó el mismo breaker que para los paneles fotovoltaicos puesto que éste trabaja a una tensión máxima de funcionamiento de 144 VDC y soporta hasta una corriente de 20 A, se puede apreciar el breaker en la figura 34 y su hoja de datos en el anexo D.

- **Selección de la protección entre el controlador de carga MPPT y el banco de baterías.**

En la selección de la protección para el banco de baterías de la energía suministrada por el controlador de carga MPPT se empleará un fusible que para el cálculo de el mismo es necesario dividir la cantidad de potencia total suministrada por los paneles solares que es de unos 2160 W que al dividirse entre el voltaje de carga del banco de baterías que es de 27,6 VDC nos da como resultado una corriente I_{sc} :

$$I_{sc} = \frac{2160 \text{ W}}{27,6 \text{ VDC}} = 78,26 \text{ A}$$

Si redondeamos la corriente que nos dio como resultado podemos decir que el controlador de carga suministra una corriente de unos 80 A al banco de baterías, entonces, es requerido un fusible que trabaje a 24 VDC y soporte una corriente máxima de 80 A, por lo que se seleccionó el SCHIK Disyuntor de circuito de 12 V 24 V CC a 80 A. El fusible se puede apreciar en la figura 35 y su hoja de datos en el anexo D.



Figura 35. SCHIK Disyuntor de circuito de 24 V CC 80 A

Fuente: https://m.media-amazon.com/images/I/61IYPQHT+OL._AC_SX522_.jpg

- **Selección del protector termomagnético entre las baterías y la carga en DC.**

Para la selección de esta protección fue necesario tomar el consumo de los equipos que irán directamente conectados al banco de baterías que se tomaron del cuadro 5 de la fase uno, para luego con dicho consumo calcular la cantidad de corriente suministrada por el banco de baterías para mantenerlos en funcionamiento, en el cuadro 12 se muestran los equipos que serán alimentados por el banco de baterías.

Tabla 7. Equipos que conforman la carga en DC.

Tipo de equipo	Modelo	Cantidad	Consumo Individual [W]	Consumo [W]
Ethernet router	RB4011iGS+RM	2	33	66
Ethernet router	RB750GL	3	15	45
Router ZTE	MF253	3	15	45
Router Huawei	B310	1	12	12

Router TP-Link	Archer C20	1	5,5	5,5
ROUTER SWITCH	CRS326-24G-2S+RM	1	24	24
SMART SWITCH	CSS326-24G-2S+RM	1	19	19
Antena	Antena	19	8	152
Total		31	131,5	368,5

Fuente: Hoja de datos de los equipos ubicados en la oficina de redes de la empresa Datcom Services.

Al realizar los cálculos se utiliza la potencia total consumida por los equipos P_E que es de 368,5 W y se divide dicha potencia entre la tensión del banco de baterías V_B que es de 24 VDC, lo que nos queda que la corriente I_{SC} es igual a:

$$I_{SC} = \frac{368,5 \text{ W}}{24 \text{ VDC}} = 15,35 \text{ A}$$

La corriente nos da al redondearlo por exceso una corriente de 16 amperios que al ser multiplicada por un factor del 125% nos queda una corriente de cortocircuito corregida de unos 20 A, por lo cual se utilizará el mismo disyuntor escogido tanto para los paneles como para el cargador conectado a la red eléctrica (ver figura 34).

- **Selección del protector termomagnético entre las baterías y el inversor.**

En la selección de la protección entre el banco de baterías y el inversor se toma en cuenta la potencia aparente S de la hoja de datos del inversor que es de 500 VA y se divide entre la tensión de trabajo del banco de baterías que es de 24 VDC, que sustituyendo en la ecuación de potencia no queda una corriente I_{SC} :

$$I_{SC} = \frac{500 \text{ VA}}{24 \text{ VDC}} = 20,83 \text{ A}$$

Al corregir dicha corriente por el factor de protección de 125% nos queda una corriente de cortocircuito corregida de unos 26 A, por lo que se escogió un disyuntor de la marca siemens de 2 polos 24 VDC a 25 A, específicamente el modelo 5SL6225-7MB que se puede apreciar en la figura 36 y cuya ficha técnica se ubica en el anexo D.



Figura 36. Disyuntor 5SL6225-7MB

Fuente: https://automaq.pe/w_files

[/img/producto/5sl6225_7mbhd_1595563352.jpg](https://automaq.pe/w_files/img/producto/5sl6225_7mbhd_1595563352.jpg)

- **Selección del protector termomagnético entre el inversor y la carga en AC.**

Para la selección del protector del inversor contra sobre corriente se divide la potencia aparente S que aparece en los datos de placa del inversor entre la tensión a la que va a trabajar que es de 120 VAC, al realizar dicha división nos queda que la corriente I_{SC} :

$$I_{SC} = \frac{500 \text{ VA}}{120 \text{ VAC}} = 4.16 \text{ A}$$

Para los datos arrojados se selecciona un breaker termomagnético de 1 solo polo de 10 amperios a 120 VAC, específicamente el modelo Q110 10-amp solo polo tipo QP disyuntor el cual fue el que se consiguió de manera comercial puesto que para un disyuntor de un solo polo a 120 VAC y 5 amperios no se logró ubicar alguno que cumpliera con esas características por lo que se pretende proteger el inversor de algún cortocircuito provocado en la carga AC. En la figura 37 se puede visualizar y su hoja de datos se ubica en el anexo D.



Figura 37. Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P

Fuente: https://m.media-amazon.com/images/I/71Kq+XaV6RL._AC_SL1500_.jpg

5.2.5 Circuito esquemático del sistema fotovoltaico.

Al haber escogido todos los equipos que conformaran el sistema fotovoltaico se procede a realizar un esquema (el cual se muestra en la figura 38), de cómo irían interconectados los equipos en el cual se detallan las conexiones entre el arreglo de los paneles y el controlador de carga MPPT, entre el cargador IP22 y el relé que se encargará de realizar la conmutación en caso de que los paneles fotovoltaicos fallen o no funcionen de forma correcta, entre el banco de baterías y la carga DC y el inversor, todas las conexiones con sus protecciones previamente calculadas. De esta manera se puede tener una visualización previa de como quedaría conectado finalmente el sistema fotovoltaico, cabe destacar que en este esquema no se contempló el sistema de control cuyo circuito esquemático se realizó a parte.

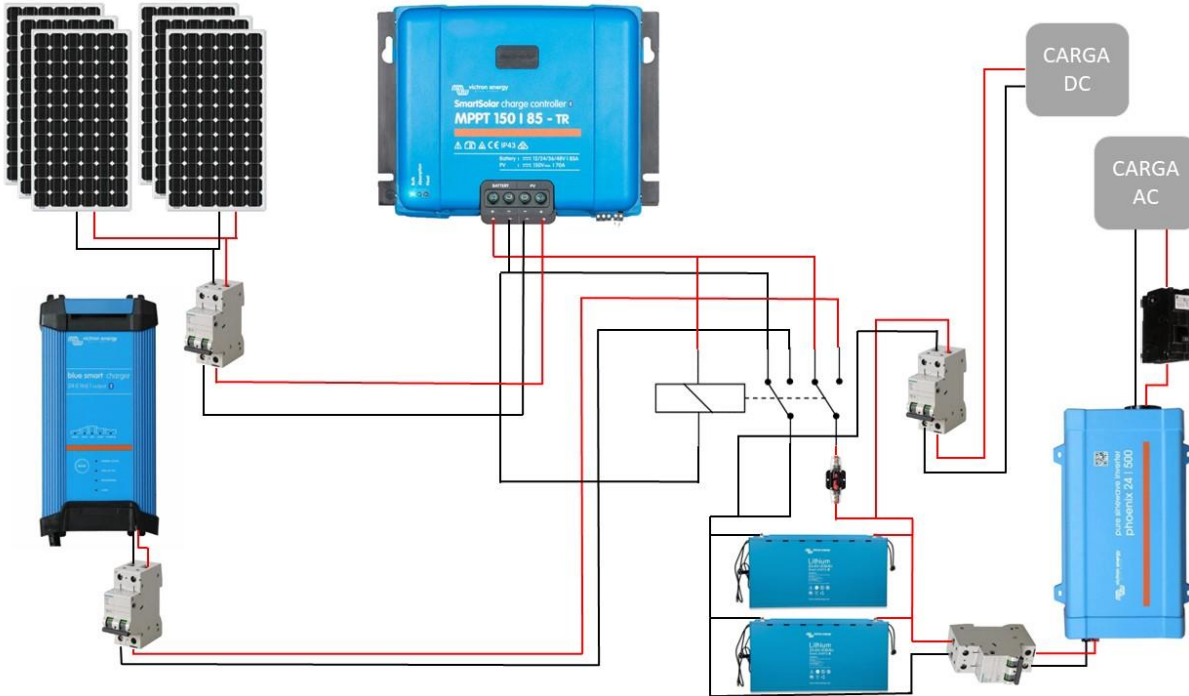


Figura 38. Circuito esquemático del sistema fotovoltaico.

Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Selección del hardware para implementación del sistema de control automático.

El diseño del seguidor solar fotovoltaico consistirá en un circuito electrónico capaz de calcular matemáticamente la posición del sol, realimentado con un GPS que brindará las variables necesarias para realizar el cálculo y un inclinómetro para conocer la posición en la que se encuentra la estructura, junto con un módulo de relés para controlar el actuador y que este se oriente con la posición del sol calculada en tiempo real. Antes de desarrollar la lógica y el funcionamiento que tendrá el sistema de control automático, en este apartado se pretende seleccionar y describir el hardware de libre distribución a ser utilizado en el diseño, teniendo para ello consideraciones respecto a la parte estructural y mecánica de este. Debido a que deben estar complementados para evitar limitaciones en el diseño.

- **Red Board de Sparkfun (Arduino uno)**

Es un producto original del fabricante estadounidense Sparkfun, es una versión modificada y mejorada de la popular placa Arduino Uno. La RedBoard utiliza el mismo microcontrolador ATmega328p, lo que significa que es compatible con la mayoría de los proyectos y código desarrollado para Arduino Uno. Ofrece una conexión USB – B integrada, alimentación de 5V y 3,3V, mayor corriente en pines de salida, y una serie de mejoras adicionales que la hacen más

conveniente y fácil de usar en proyectos electrónicos. Se escogió gracias a su versatilidad al momento de la programación y que es compatible con los demás periféricos seleccionados. En la figura 39 se puede apreciar la Red Board e hoja de datos en el anexo E.

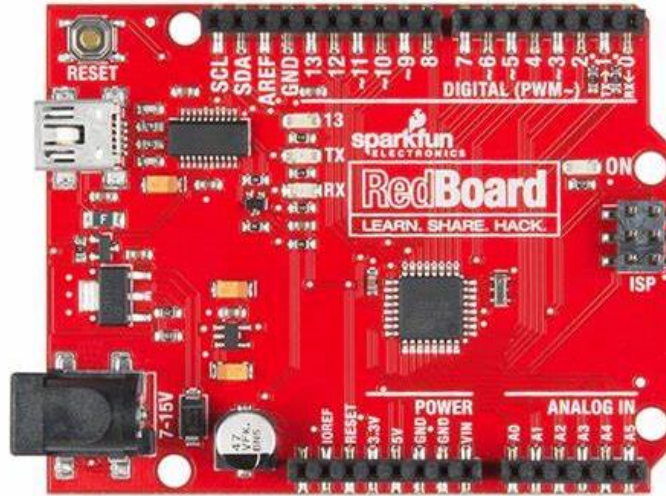


Figura 39. Red Board de Sparkfun (Arduino uno)

Fuente: <https://www.taiwansensor.com.tw/wp-content/uploads/2018/03/13975-04.jpg>

- **Módulo GPS GY – GPS6MV2**

El sistema de control debe ser capaz de calcular la posición del sol en tiempo real, es necesario que datos como la fecha, hora y coordenadas sean adquiridos constantemente, para ello se emplea un módulo GPS. El módulo GPS en su modelo GY – GPS6MV2 Es un dispositivo que utiliza el sistema de posicionamiento global (GPS) para determinar la ubicación geográfica con precisión. Cuenta con una antena de cerámica incorporada que proporciona una buena recepción de señal GPS, también ofrece soporte para diversos protocolos de comunicación, como NMEA, RTCM y UBX, lo que permite una comunicación flexible con otros dispositivos. Además, incluye una serie de funciones adicionales, como la adquisición rápida de señales GPS, el seguimiento continuo de múltiples satélites y la actualización de la posición en tiempo real, lo cual lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones, como navegación, seguimiento de vehículos y proyectos IoT.

El sistema GPS opera a través de un conjunto de satélites que viajan a través de la atmósfera terrestre cuya posición es conocida dentro de un margen de tolerancia aceptado. Estos dispositivos transmiten sus coordenadas hacia la tierra, señal que es capturada por los dispositivos pasivos en la tierra. Los dispositivos pasivos se encargan de recibir la señal y calcular con respecto a la

posición del GPS en el espacio, las coordenadas globales en 'x' y 'y' de los dispositivos con respecto al eje global terrestre. Esto tiene la ventaja de permitir, a diferencia del caso de acelerómetros y codificadores ópticos, el obtener una referencia absoluta que puede ser usada para mantener la posición con respecto al planeta y sin error acumulado. El dispositivo utilizado para esta práctica es el sensor escogido GY – GPS6MV2, que consiste en un módulo GPS de alta resolución y permite la captura de coordenadas absolutas con respecto al eje terrestre. Se puede apreciar dicho módulo en la figura 40 y su hoja de datos en el anexo E.

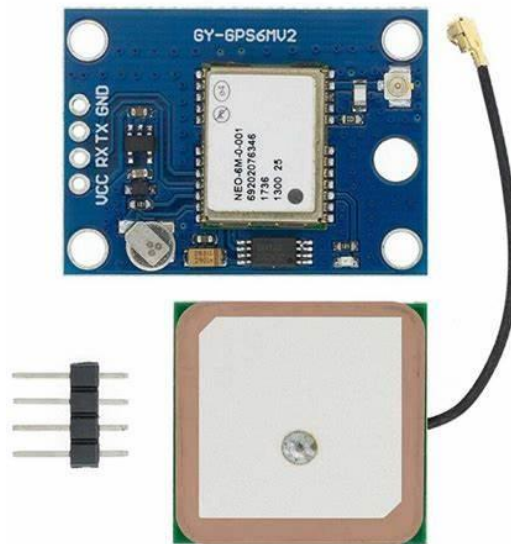


Figura 40. Módulo GPS GY – GPS6MV2

Fuente: https://www.tienda8.cl/5313-thickbox_default/modulo-gps-gy-gps6mv2-con-antena-compatible-con-arduino-raspberry-pi-etc.jpg

- **Acelerómetro de triple eje MMA8452Q SparkFun**

El acelerómetro de triple eje MMA8452Q de SparkFun es un sensor de movimiento compacto y de alta precisión que ofrece mediciones en tres ejes: X, Y y Z. Posee una alta resolución y una amplia gama de sensibilidad, lo que permite detectar incluso los movimientos más sutiles, mide la aceleración en unidades de gravedad (g) y proporciona una salida digital fácilmente interpretable. Este acelerómetro también incluye una serie de características adicionales, como una interfaz de comunicación I2C para una fácil integración con microcontroladores, un modo de bajo consumo para prolongar la vida útil de la batería y una capacidad de detección de movimiento y orientación programable. Para un correcto funcionamiento el acelerómetro necesita ser interconectado a un convertidor de niveles lógicos o convertidor de niveles de voltaje para que las

E/S digitales operen de manera segura, ya que el módulo MMA8452Q trabaja a niveles lógicos diferentes, uno a 5V y el otro a 3,3V. En la figura 41 se tiene el acelerómetro y se puede consultar su ficha técnica en el anexo E.

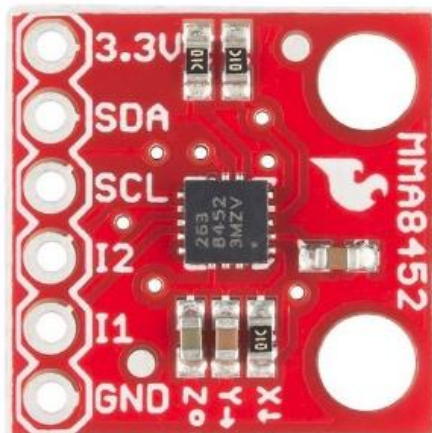


Figura 41. Acelerómetro de triple eje MMA8452Q SparkFun

Fuente: <https://solectroshop.com/6287>

-large_default/sparkfun-acelerometro

-3-ejes-breakout-mma8452q-sin-headers.jpg

- **Módulo convertidor de nivel de voltaje**

El convertidor de nivel de voltaje es muy fácil de usar. Y necesario para el correcto funcionamiento del acelerómetro, ya que este necesita ser alimentado por dos fuentes de voltaje (de alta tensión y de baja tensión). El alto voltaje (5V) para el pin “HV”, el bajo voltaje (3,3V) para “LV” y la tierra del sistema para el pin “GND”. Para entender el porqué del uso del convertidor hay que comprender primero el cambio de nivel lógico, para lo cual es conveniente tener clara la diferencia entre electrónica digital y analógica; se llama electrónica digital a aquella basada en dos estados únicos (verdadero o falso) obtenidos a través de dos niveles de voltaje diferenciados que pueden variar en función del circuito. Estos niveles de voltaje son tratados como 1 o 0, e interpretados por un circuito controlador que usando una estructura algebraica conocida como “lógica binaria”, la cual es capaz de realizar operaciones complejas. La electrónica analógica por su parte no considera dos únicos niveles de tensión, estos por el contrario son infinitos.

Sin embargo, no es tan sencillo como conectar un circuito con otro y listo, primero es conveniente explicar con más profundidad el concepto de “niveles lógicos” para comprenderlo. Dependiendo del tipo de circuito electrónico, el valor máximo de tensión que determina la escala

a través de la que se obtendrá un 1 o un 0 (HIGH o LOW voltaje) puede variar (1.5, 3.3, 5, etc.), además se puede trabajar con lógica positiva o negativa donde la primera el estado lógico alto se representa con “1” y el estado bajo con “0” y la segunda sería lo contrario donde el estado alto se representa con “0” y el bajo con “1”, para este proyecto se trabajará con lógica positiva.

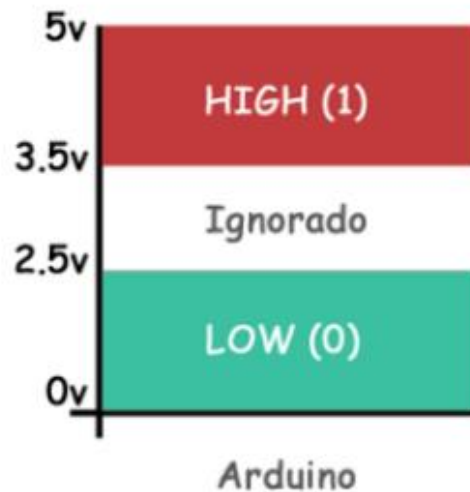


Figura 42. Representación gráfica de los niveles lógicos.

Fuente: <https://electroniacompleta.com/wp-content/uploads/2020/02/image0021-300x114-6470587.jpg>

En la figura 42 se observa que existe una franja en la que el valor del voltaje se desprecia; no se considera un 1 ni un 0, de este modo se filtran posibles datos erróneos producidos por el fenómeno conocido como “histéresis” o posibles rebotes de tensión provenientes de dispositivos externos. Ya que la tensión máxima del MMA8452Q es de 3.6V, se tendrá que hacer algún cambio de nivel de voltaje entre la placa del Arduino Uno y el acelerómetro para poder ponerlo a funcionar. El convertidor de nivel de voltaje o level shifter seleccionado para el proyecto es el TXS0108E que acepta un rango de voltaje entre 1,4 V – 3,6 V en el puerto A y de 1,65 V – 5,5 V en el puerto B, se suma también el hecho de que puede transmitir información a una velocidad máxima de 110Mbps (push/pull) o 1,2Mbps (open drain) por lo que se pueden utilizar dispositivos SPI a 3,3 V con microcontroladores que trabajen a 5 V sin sacrificar velocidad en la transmisión de información. En la figura 43 se puede ver el dispositivo elegido y su hoja de datos en el anexo E.

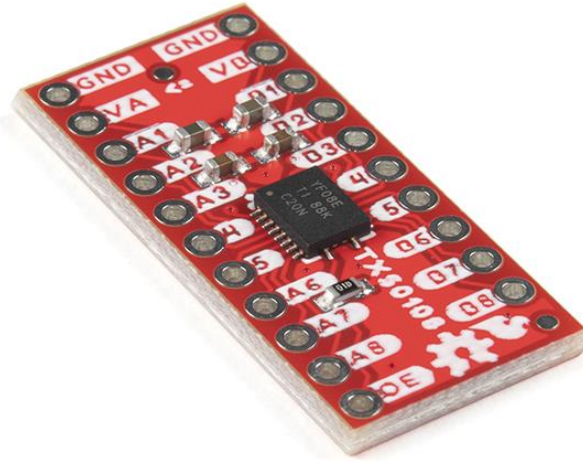


Figura 43. Level Shifter TXS0108E de 8 canales

Fuente: https://cdn.sparkfun.com//assets/parts/1/9/2/9/6/19626-SparkFun_Level_Shifter_-_8_Channel_TXS01018E_-_SparkFun_Level_Shifter_-_8_Channel_TXS01018E_-01.jpg

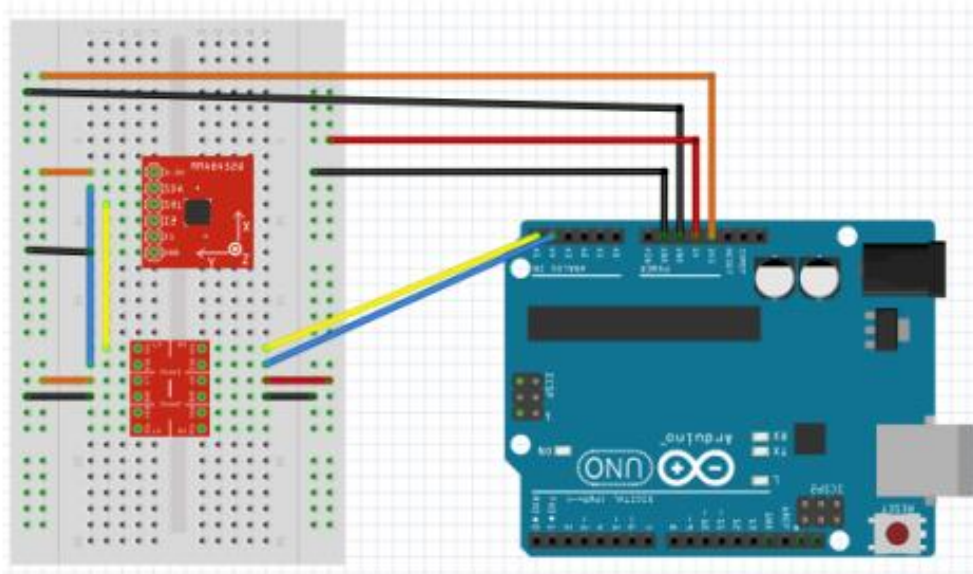


Figura 44. Conexión eléctrica del acelerómetro, convertidor lógico y la placa Arduino Uno.

Fuente: <https://www.tinkercad.com/things/8euAv65gmMV-stunning-tumelo/editel?tenant=circuits>

En la figura 44 se presenta una imagen de como sería la conexión del acelerómetro, convertidor lógico y la placa Arduino Uno. En la ilustración se puede apreciar la conexión utilizando un bidireccional de nivel lógico Shifter entre el Arduino Uno y el acelerómetro, el

circuito es capaz de funcionar con 5V, sin embargo, internamente funciona con 3.3V por lo que se utiliza como referencia para el convertidor Análogo – Digital lo que permitirá tener mayor precisión a la hora de leer los cambios de voltaje en las salidas análogas del acelerómetro.

- **Acelerómetro utilizado como inclinómetro**

Se debe tener en cuenta que para existir una aceleración debe de haber una fuerza tal y como lo indica la segunda ley de movimiento de Newton, que establece lo siguiente “Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, este se acelera. La dirección de aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por la aceleración”. Su ecuación es la siguiente:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (8)$$

Para la aplicación del acelerómetro, como inclinómetro no se tomará en cuenta la magnitud del vector de aceleración si no su dirección, y esto lo hará utilizando la idea de que todo cuerpo está sometido bajo la influencia de la fuerza de gravedad y el acelerómetro permitirá conocer la dirección de la fuerza y mediante la trigonometría calcular la inclinación de la superficie donde este montado el acelerómetro, para este caso será la superficie del panel solar que conforma el sistema móvil. En la figura 45 se muestra el acelerómetro en posición horizontal sin ninguna inclinación y con un 1g de aceleración en el plano Z.

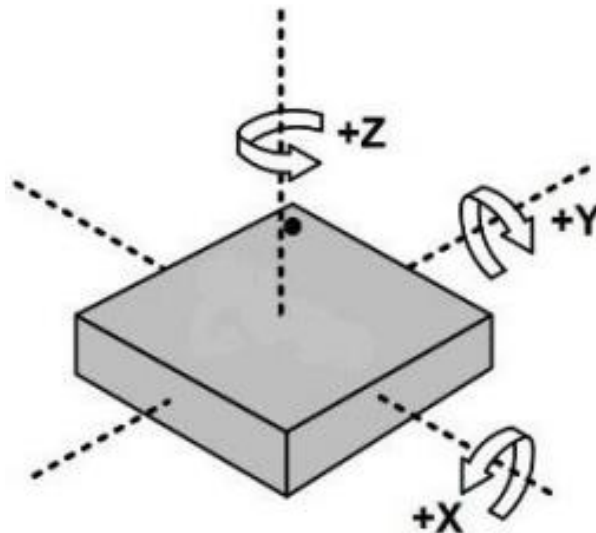


Figura 45. Acelerómetro en posición horizontal sin ninguna inclinación experimentando 1g de aceleración en el plano Z

Fuente: <https://www.prometec.net/imu-mpu6050/>

Si se considera que el acelerómetro es visto perpendicularmente hacia el plano X, y al mismo tiempo realiza movimiento giratorio alrededor del eje Y, se observa que el eje Z y el eje X, se han desplazado a nuevos puntos renombrados como X' y Z'. La aplicación de las componentes de la fuerza de gravedad en cada eje se puede visualizar en la figura 46 que se muestra a continuación.

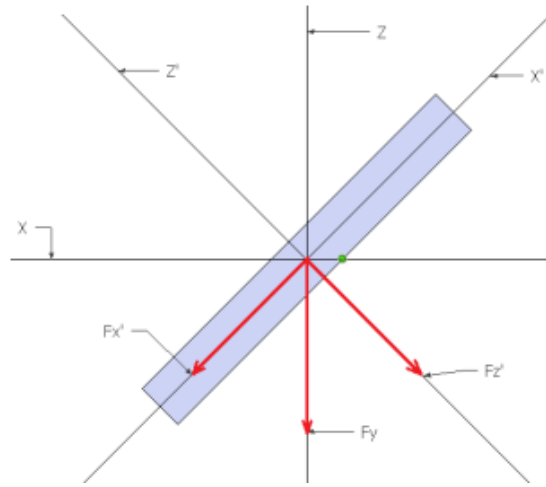


Figura 46. Vista perpendicular al plano X con componentes de la fuerza de gravedad.

Fuente: <https://www.prometec.net/imu-mpu6050/>

En la inclinación en el plano XZ el acelerómetro como tal no conoce en ningún momento su posición. Sin embargo, conoce los componentes de la fuerza de gravedad expresados en un valor de tensión proporcional a dicha fuerza, si se utilizan estos valores de fuerza expresados en el voltaje aplicado a los componentes se puede conocer el ángulo de inclinación ya sea para el plano XZ o el plano YZ. Utilizando la función trigonométrica inversa y por ángulo complementario se tiene lo siguiente (Ver figura 47).

$$\alpha = ARCTan\left(\frac{F_{x'}}{F_{z'}}\right) \quad (9)$$

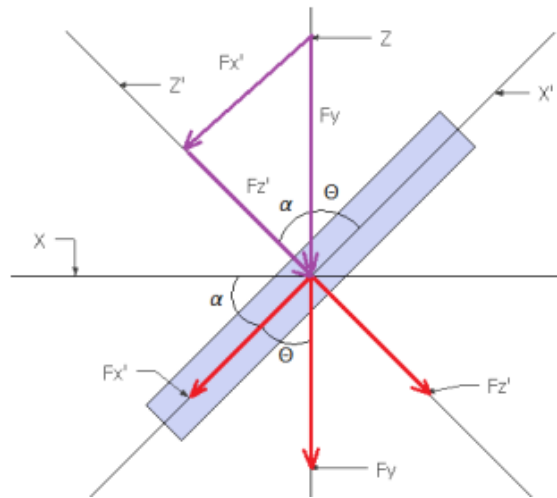


Figura 47. Diagrama vectorial para el cálculo del ángulo de inclinación plano XZ.

Fuente: <https://www.prometec.net/imu-mpu6050/>

En la inclinación en el plano YZ al realizar el mismo procedimiento anterior, pero con la diferencia de que ahora el acelerómetro es visto perpendicularmente al plano Y, y con un movimiento giratorio alrededor del eje X, de esta manera se obtiene el ángulo de inclinación del plano YZ, como se muestra a continuación en la figura 48.

$$\alpha = \text{ARCTan}\left(\frac{F_{y'}}{F_{z'}}\right)$$

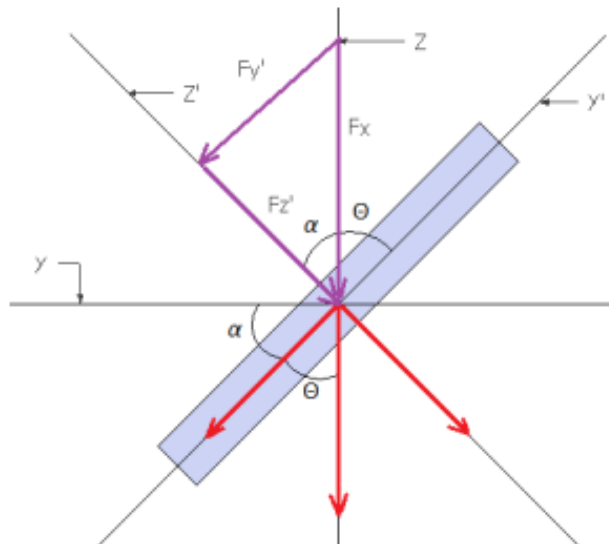


Figura 48. Diagrama vectorial para el cálculo del ángulo de inclinación plano YZ.

Fuente: <https://www.prometec.net/imu-mpu6050/>

- **Módulo de relevadores.**

Ya se han seleccionado todas las partes del sistema de control automático encargada de calcular la posición del sol a lo largo del día, pero para que el sistema fotovoltaico siga al sol a lo largo del día es necesario que se mantenga en constante movimiento lo cual se consigue a través de un actuador lineal eléctrico, que se pretende describir más adelante. Dicho actuador lineal funciona con voltaje AC por lo cual se tiene que emplear un relevador o relé electromecánico que sea capaz de ser controlador mediante la tarjeta Arduino Uno, para ello se seleccionó un módulo de 4 relevadores opto acoplados con control independiente, que dispone de un jumper para seleccionar el aislamiento completo del circuito de mando y fuerza. Cada uno de los relés soporta 10 A a 220 VAC, o 10 A a 30 VDC y se realiza el control con una tensión DC entre 3 V y 6 V. En la figura 49 se muestra módulo de relevadores elegido y su ficha técnica en el anexo E.



Figura 49. Módulo de relevadores

Fuente: <https://www.prometec.net/optoacopladores/>

- **Actuador lineal**

Un actuador lineal es un dispositivo mecánico que convierte la energía en movimiento lineal, es decir, los movimientos de empuje y halado. Funcionan utilizando una fuente de energía, ya sea electricidad, hidráulica o neumática, para impulsar un pistón o una varilla hacia delante y hacia atrás. De esta manera es posible elevar, ajustar, inclinar, empujar o halar objetos pesados de manera controlada en una dirección lineal, ofreciendo precisión y fuerza en cada movimiento realizado. Sumado a todo esto, los actuadores brindan seguridad, desplazamientos de forma silenciosa y larga vida útil con poco mantenimiento. Para el presente proyecto se escogió un actuador lineal eléctrico gracias a su fácil instalación debido a la carencia de bombas o mangueras en el caso de los hidráulicos o neumáticos, el mismo consta de un motor, un engranaje y una rosca

de eje que incluye una tuerca, el modelo escogido fue HD24B026-0100CNO1EMS que posee la característica de tener un amplio recorrido el cual va de los 100 mm hasta los 1000 mm, y cuenta con una fuerza equivalente a 2600 N, teniendo en cuenta que serían 6 paneles con un peso de 22 Kg cada uno se escogió dicho convertidor para que sea capaz de mover los 132 Kg totales sin meter aún el peso de la estructura, la cual no compete al desarrollo de este proyecto puesto que la selección del material para el desarrollo de la estructura y los cálculos mecánicos debería hacerlo un especialista en el área. En la figura 49 se muestra el actuador lineal eléctrico escogido y sus especificaciones en más detalle en el anexo E.



Figura 50. Convertidor lineal eléctrico.

Fuente: <https://www.thomsonlinear.com/es/productos/actuadores-lineales/electrak-hd#drawings>

Adicionalmente, los actuadores ofrecen seguridad, movimiento silencioso, limpio de control preciso. Los mismos poseen energía eficiente con una larga vida útil con poco o ningún mantenimiento. La instalación de un actuador eléctrico es muy fácil en comparación con los sistemas hidráulicos y el espacio que requieren es mucho menor, debido a que no poseen bombas o mangueras. La capacidad que tienen de adaptarse a necesidades específicas garantiza soluciones eficaces en una amplia gama de aplicaciones y productos. Constan de un motor, un engranaje y una rosca de eje que incluye una tuerca.

5.3 Fase III: Diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía para la empresa DATCOM SERVICES.

Para llevar a cabo el diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad para la empresa Datcom Services se procede primero a evaluar la orientación e inclinación óptima. Por lo que a continuación se presenta en más detalle los pasos a seguir para llevar a cabo el desarrollo de la presente fase.

5.3.1 Orientación e inclinación de los sistemas fotovoltaicos

Al finalizar el estudio sobre los movimientos del sol, surgen dudas e interrogantes, acerca de cómo conseguir la mejor captación de luz y sacar el máximo rendimiento del sistema fotovoltaico, por lo que es importante que se encuentren bien orientados y con el grado de inclinación más adecuado a la ubicación geográfica de la instalación fotovoltaica. Los sistemas fotovoltaicos necesitan de una adecuada instalación, para ello se deberá tener en cuenta la ubicación geográfica y la variante entre los hemisferios norte y sur de la tierra al instalar un panel solar, ya que en el hemisferio norte puede ser de mañana, mientras que en el sur está anocheciendo.

Por esta razón se recomienda que los módulos fotovoltaicos en el hemisferio norte, que comprende a Norteamérica, el Ártico, parte de África, Asia y cualquier otro país arriba de la línea del ecuador, estén orientados hacia el sur. Mientras que, en las regiones de Sudamérica, el sur de África, Australia, Oceanía y todo país por debajo de la línea del ecuador, que son parte del hemisferio sur, se recomienda orientar los paneles solares al norte. Además de la orientación, es necesario establecer el ángulo de inclinación del sistema fotovoltaico híbrido, existen diversas formas de calcular la inclinación óptima que han de tener los paneles, uno de los más utilizados es el método de la inclinación óptima anual para conseguir la mayor radiación solar anual posible sobre un captador solar. Este es basado en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, por lo que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar, se tiene la ecuación 10:

$$\beta_{Opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\phi| \quad (10)$$

Siendo:

- β_{Opt} : ángulo de inclinación óptima (grados)
- $|\phi|$: ángulo del lugar, sin signo (grados)

(Lamigueiro, 2013)

Las coordenadas geográficas promedio donde se plantea realizar la instalación del sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad son: **10°09'54.0"N 67°57'30.1"W**, que si procedemos a sustituir en la ecuación 10 la latitud promedio de la ubicación de la oficina de la empresa Datcom Services en Valencia, estado Carabobo, Venezuela, que es aproximadamente 10.09° nos queda lo siguiente:

$$\beta_{Opt} = 3,7 + 0,69 \cdot 10,09^\circ = 10,7^\circ$$

Gracias a que la ubicación geográfica que posee Venezuela, cercana a la línea del Ecuador, con un grado de inclinación óptima de $10,7^\circ$ que sería aproximadamente unos 11° en dirección Sur ya que se encuentra por encima de la línea del ecuador para que de esta forma capte la mayor cantidad de radiación solar posible durante todo el año. Por lo antes explicado, la orientación escogida se debe al ángulo de inclinación de la tierra hacia el sol, el máximo de radiación solar es hacia la línea ecuatorial o hacia el Sur.

Le elección de una buena orientación e inclinación es cuestión de geometría y de considerar que el movimiento del sol en el cielo es de Este a Oeste y se debe de dirigir los paneles fotovoltaicos en un ángulo perpendicular al sol en su posición al medio día en un sistema fijo, y el objetivo de un sistema con seguimiento solar es el de lograr que los rayos solares estén siempre perpendiculares a los paneles en el transcurso del día para que se pueda aprovechar al máximo la energía proveniente del sol. Por lo que, para el presente proyecto, es ideal colocar los paneles orientados al sur con un ángulo de inclinación comprendido entre 10° y 12° con un margen de error de un grado para el ideal que es de 11° , y de esta manera asegurar que incidan los rayos solares de manera perpendicular.

5.3.2 Desarrollo del sistema de control automático por hardware y software libre para el sistema de seguimiento solar.

Existen dos tipos de seguidores solares según el algoritmo de seguimiento; de punto luminoso el cual posee un sensor que les indica cual es el punto del cielo más radiante y al que deben apuntar; y los seguidores con programación astronómica, es decir, se trata de seguidores que mediante un programa y de acuerdo con las ecuaciones solares conocen en qué punto debería estar el sol a cada hora y apuntan a dicha posición, este último será el tipo de seguidor a implementarse. Debido a que se utilizará el seguidor astronómico se han de usar como base ecuaciones matemáticas para el desarrollo del algoritmo matemático y la lógica de programación del sistema de control automático, todo esto se ha de realizar con los equipos previamente escogidos en la fase anterior que conformarán la parte de control del sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad.

5.3.3 Desarrollo del algoritmo matemático y lógica de programación del sistema de control automático.

- **Ecuación del Tiempo.**

El movimiento aparente del Sol no es uniforme y la duración del día solar no es constante a lo largo del año. La diferencia entre el movimiento aparente del Sol y el movimiento medio se denomina ecuación del tiempo (ET) y su ecuación (11) es la siguiente:

$$ET = 229,18 \cdot (0.000075 + 0.001868 * \cos(x) - 0.032077 * \sen(x) - 0.014615 * \cos(2 * x) - 0.040849 * \sen(2 * x)) \quad (11)$$

(NOAA)

Expresión de la ecuación del tiempo en minutos, donde “x” se define en función del número de día “N” y la hora “h” la ecuación 12 se define:

$$x = \frac{2\pi}{365} \cdot (N - 1 + \frac{h-12}{24}) \quad (12)$$

Donde:

- N: Día del año.
 - h: Hora del día.
- **Hora solar verdadera**

La hora solar se fundamenta en que la Tierra da una vuelta completa en 24 horas y que a las 12:00 h el Sol se encuentra exactamente sobre el observador. La hora solar verdadera se calcula mediante las dos ecuaciones 13 y 14 que son las siguientes:

$$TimeOffset = ET - 4 \cdot longitud + 60 \cdot timezone \quad (13)$$

Donde:

- ET: tiempo en minutos
- Longitud: se refiere a la longitud del lugar en grados.
- Timezone: tiempo en horas desde UTC (tiempo universal coordinado).

La hora solar verdadera HSV, en minutos, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$HSV = hr \cdot 60 + min + \frac{seg}{60} + TimeOffset \quad (14)$$

Donde:

- hr: es la hora (0 – 23)
- min: es el minuto (0 – 60)
- seg: son los segundos (0 – 60)

- **Ángulo de hora solar (ω)**

El ángulo horario es cero al mediodía (cuando el Sol alcanza la máxima altura en el cielo) y negativo para la mañana, positivos en la tarde, el ángulo horario se incrementa 15 grados por cada hora y se calcula el ángulo de hora solar (ω), en grados quedando la ecuación 15 así:

$$\omega = \left(\frac{HSV}{4}\right) - 180^\circ \quad (15)$$

5.3.4 Flujograma para el desarrollo del software

Ya definidas las ecuaciones a utilizar en el algoritmo aritmético a desarrollar para el seguimiento solar, queda es por desarrollar el sistema de control automático por hardware y software libre para el sistema de seguimiento solar que se desea implementar en el presente proyecto. Primeramente, se construyó el flujograma que muestra el funcionamiento lógico del software, y a continuación se ilustra el funcionamiento de este:

Como primer paso se inicializan los periféricos que conforman el sistema de control, y se verifica e inicia el funcionamiento del GPS (sistema de posicionamiento global), del cual se adquiere la lectura de la hora y la fecha, esta lectura se procesa para calcular la variable “x” de la Ec. 12 y la ecuación del tiempo, Ec. 11. Luego de desarrollar la ecuación del tiempo, Ec. 11, se lee la posición geográfica y se obtienen las coordenadas (Latitud y Longitud) del lugar por medio del GPS, para así luego calcular el TimeOffset o cálculo de desfase de tiempo entre la hora local y la hora solar, Ec. 13.

Una vez obtenido el TimeOffset se procede con el cálculo de la hora solar verdadera HSV en minutos, la cual se obtiene mediante la Ec. 14, que es necesaria para lograr calcular finalmente el ángulo de hora solar (ω) de la Ec. 15, que permite determinar la posición del sol referente a la ubicación geográfica, con el valor del ángulo solar que varía con respecto del tiempo. En la figura 44 se puede observar el rango del ángulo de hora solar ω que se desea utilizar.

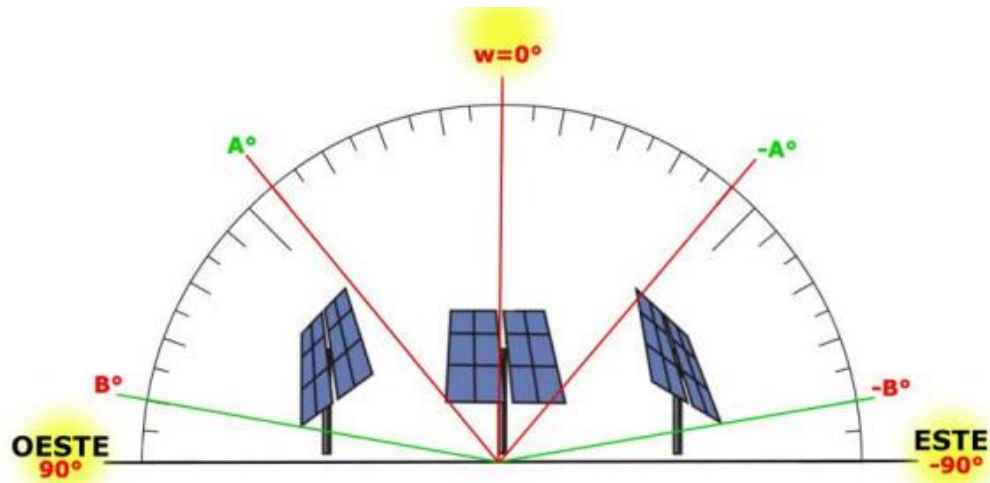


Figura 51. Rango del ángulo de hora solar ω deseado.

Fuente: <https://th.bing.com/th/id/OIP.XUTRNHyXHd2hVZOX7qZpYgHaEL?pid=ImgDet&rs=1>

Ya conocida la posición del sol a lo largo del día, se debe comparar si el ángulo de hora solar “ ω ” se encuentra dentro del rango de movimiento deseado, para ello se ha establecido dos rangos de movimiento real, el primero se denominará “GradosMovimiento”, que serán los que el seguidor solar tendrá, dicho rango se encuentra entre $-A^\circ$ y A° , y el rango de movimiento ideal se conocerá como GradosTrabajo entre $-B^\circ$ y B° , se eligen dos rangos de movimiento ya que al momento de construirse la estructura donde se ubicarán los paneles solares, pueden surgir dificultades que no permitirán cumplir con el rango que se estimó en su diseño.

Debido a esto el seguimiento solar se realiza dentro del rango real de movimiento, entonces ¿A qué se debe el establecer dos rangos de movimientos, real (GradosMovimiento) e ideal (GradosTrabajo)? Esto es bastante simple, y es que dentro del rango de movimiento ideal se ha considerado que los rayos solares son más aprovechables, y como se desea maximizar la generación a lo largo del día, entonces las sentencias que deberá ejecutar el software con respecto a ω serán:

- Cuando ω sea menor que $-B^\circ$ y mayor que B° , el seguidor solar debe posicionarse perpendicular a $\omega = 0^\circ$, es decir, el seguidor tiene que estar en posición horizontal.
- En el caso de que ω se encuentre entre los valores de $-B^\circ$ y $-A^\circ$, el seguidor deberá de posicionarse en $-A^\circ$ hasta que ω sea mayor o igual que $-A^\circ$.
- Si ω está entre A° y B° , el seguidor tiene que tener la posición de A° hasta que ω sea mayor que B° .

- Cuando ω se encuentre entre $-A^\circ$ y A° , se realiza el seguimiento solar hasta que no sea válido.

Una vez ω (ángulo de hora solar) cumpla una de las sentencias explicadas anteriormente se comienza a hacer el seguimiento solar, posicionando el sistema por medio del actuador lineal eléctrico, de forma tal que la radiación solar esté perpendicular a la superficie de los paneles fotovoltaicos en la mayor parte del día, todo el sistema de control del seguidor solar será totalmente autónomo y el movimiento de todo el sistema será controlado mediante un inclinómetro que se mantendrá constantemente leyendo la posición en la que se encuentra la estructura, mandará luego la señal correspondiente al Arduino para que iguale la posición con respecto a ω , el ángulo de hora solar, todo el sistema debe de detenerse en el momento en que el ángulo de hora solar sea igual al ángulo de inclinación del seguidor solar, por lo que se mantendrá realizando constantemente los cálculos pertinentes para determinar la posición del Sol en todo momento a medida que transcurra el día. En la figura 45 se puede apreciar el flujograma utilizado para la creación del software en el sistema de control automático, el código implementado se puede visualizar en el Anexo F.

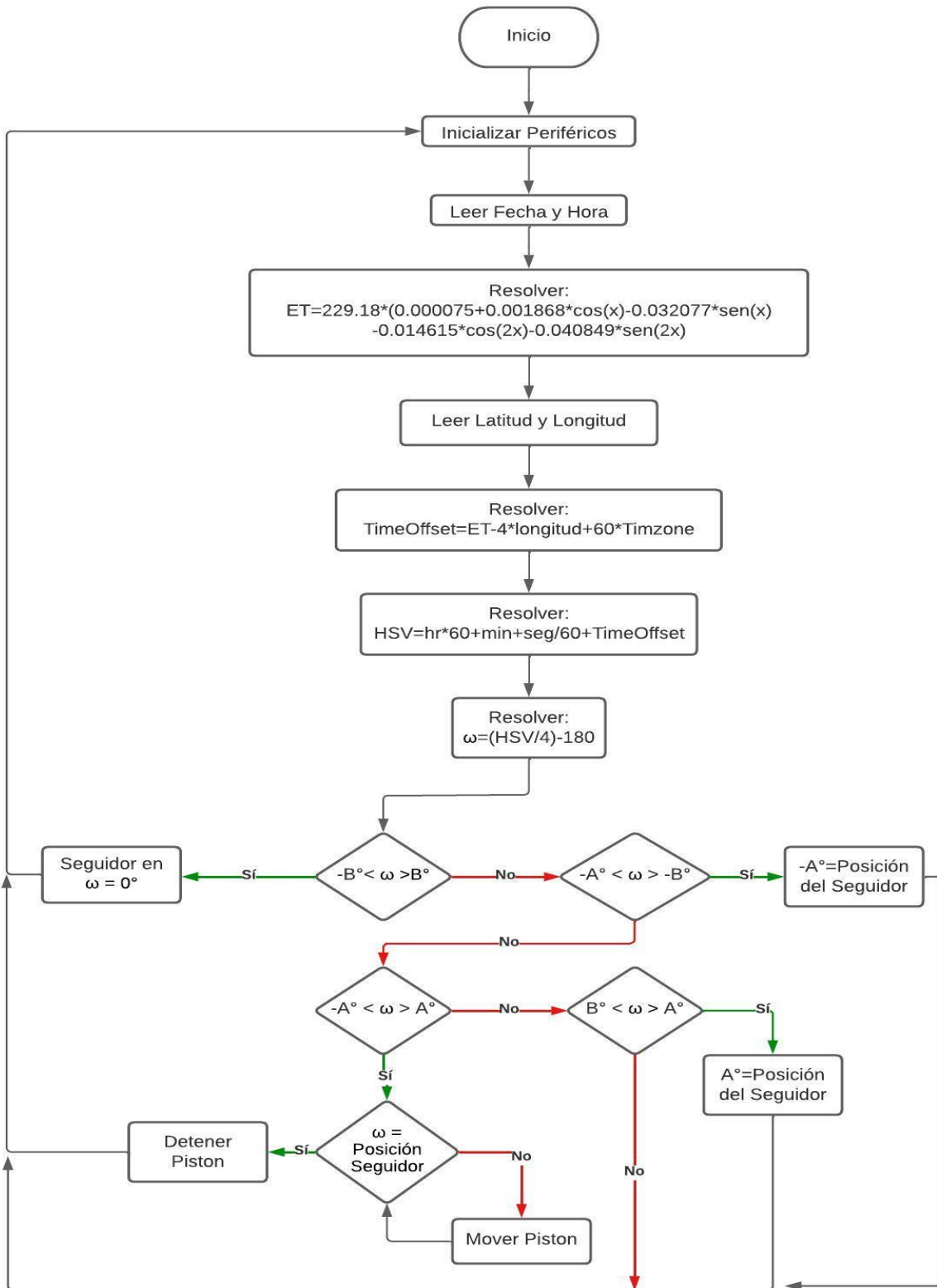


Figura 52. Flujograma del programa de control astronómico para automatizar el sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5 Diseño final del circuito de control automático

Ya escogidos todos los dispositivos que conformaran el circuito de control encargado de hacer seguimiento al sol a lo largo del día y culminado el código con el que funcionará el Arduino Uno mediante el cual realizará los cálculos necesarios para activar los convertidores lineales encargados de mover la estructura donde se ubicarán los paneles solares se procede a realizar un esquema conceptual con el programa Proteus (Fig. 46), en el que se muestra como irían interconectados todos los elementos que conformaran el circuito final de control.

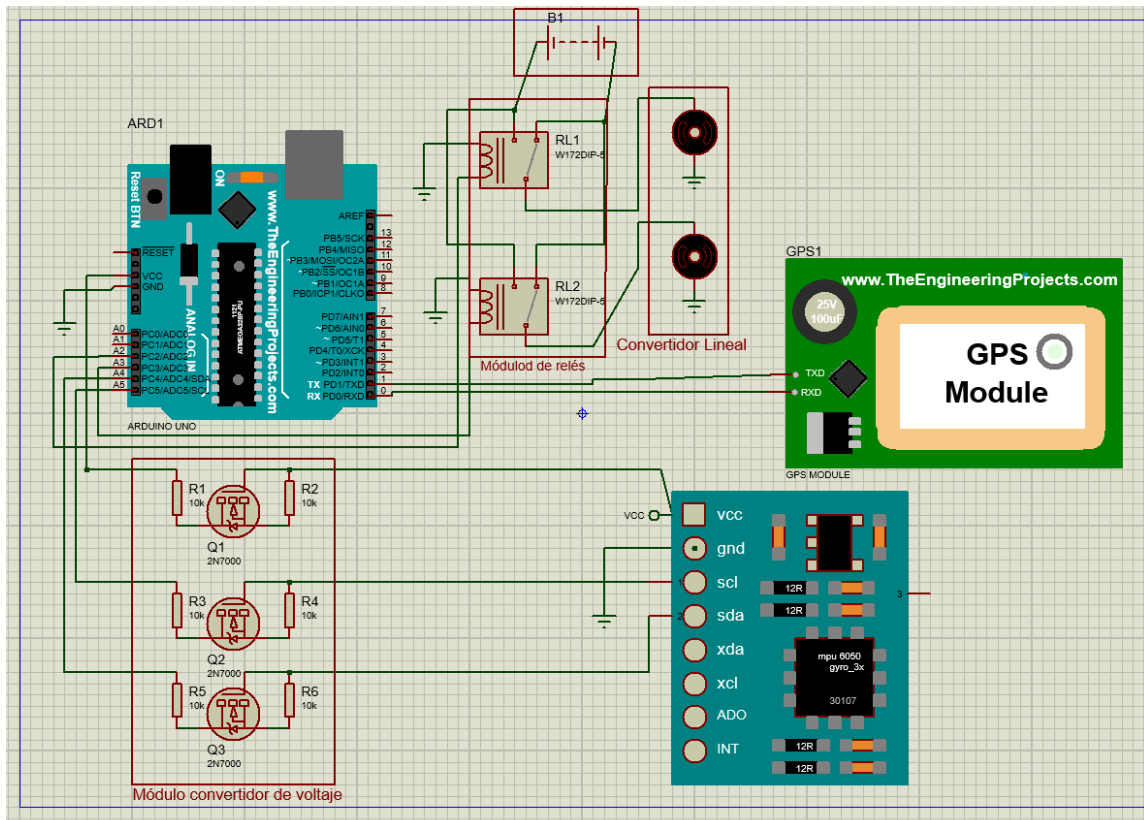


Figura 53. Esquema conceptual del circuito de control automático propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 51 se puede apreciar la conexión que ha de haber entre el Arduino Uno y el GPS que se encargará de enviarle a la placa la ubicación geográfica exacta del sistema, luego de ello se pasa a verificar la posición de la estructura a través del acelerómetro que es alimentado por el convertidor de voltaje ya que, como se explicó en más detalle anteriormente, el acelerómetro trabaja con unos niveles de voltaje distintos al Arduino, por lo que es necesario el uso del convertidor para poder mantener una buena comunicación entre ambos y así conocer el grado de inclinación que poseen los paneles al momento. Por último, se tiene la conexión de la tarjeta donde

se ubican los relés encargados de activar y desactivar el actuador para que se movilice la estructura al punto al cual se desea llegar.

5.3.6 Diseño conceptual de la estructura mecánica.

Tras haber conocido la ubicación, para el diseño de la estructura se tomará como primera etapa el análisis del actuador lineal que será el encargado de mover todo el sistema, por lo que se analizará para dos posiciones que son críticas, el mínimo que es la posición de inicio donde el actuador lineal se encuentra retraído por lo que su longitud es mínima. En pro de simplificar los cálculos se procede a elaborar un diagrama (Fig. 47) asignando aleatoriamente un valor a ω (ángulo de movimiento), se escoge un ángulo en un rango de entre 20° para el mínimo y de 160° para el máximo y el valor de $C = 31,4$ cm que es lo que mide el actuador retraído.

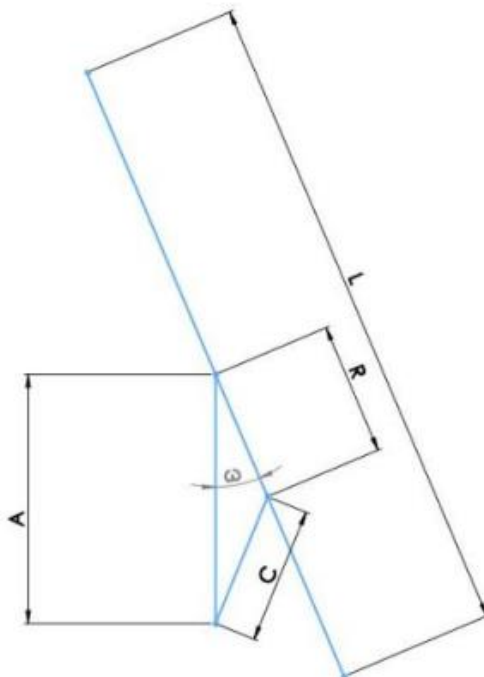


Figura 54. Esquema de la estructura con el actuador lineal retraído.

Fuente: <https://th.bing.com/th/id/OIP.5JzBJtyLg8-t45Bscf9BQAAAA?pid=ImgDet&w=191&h=134&c=7&dpr=1,3>

Por la ley de cosenos se genera la ecuación 16 del sistema, tomando a “C” cuando el actuador lineal se encuentre completamente retraído, la altura “A” en la que se quiere instalar el actuador lineal y así alcanzar el ángulo de movimiento que se desea alcanzar. Por lo que de la siguiente ecuación:

$$C^2 = A^2 + R^2 - 2AR\cos(20^\circ) \quad (16)$$

Donde:

- ω : ángulo de movimiento.
- A: altura de soporte del actuador lineal.
- C: distancia del actuador lineal retraído.
- R: brazo de palanca.

Continuando el análisis de las posiciones críticas del actuador lineal ahora se muestra este en su máxima extensión (C+X), donde se aprecia un barrido completo en el ángulo de movimiento que se desea obtener, esto se puede apreciar en la figura 48 en la que se muestra la posición que tendría la estructura donde se ubicarán los paneles al momento de que el actuador llegue a su rango máximo de movimiento. Este análisis previo del rango de acción que tendrá el diseño de la estructura a proponer sirve para conocer el comportamiento que tendrá la estructura en el transcurso del día, a medida que el sol vaya cambiando de ubicación.

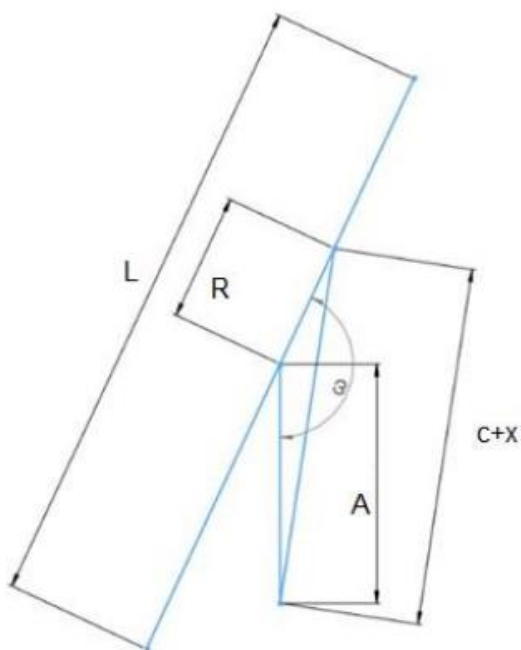


Figura 55. Esquema de la estructura con el actuador lineal en su máxima extensión.

Fuente: <https://th.bing.com/th/id/OIP.5JzBJtyLg8-t45Bscf9BQAAAA?pid=ImgDet&w=191&h=134&c=7&dpr=1,3>

Se genera entonces la ecuación 17 para el sistema cuando el actuador lineal se encuentra completamente extendido, teniendo en cuenta que el actuador se piensa instalar a una distancia de 60 cm entre el eje que realiza el pivote y la base de la estructura, tomando como punto de referencia al eje, siendo la distancia igual para cuando se encuentre retraído. Entonces la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$(C + X)^2 = A^2 + R^2 - 2AR\cos(160^\circ) \quad (17)$$

Donde:

- ω : ángulo de movimiento.
- A: altura del soporte del actuador lineal.
- X: carrera del actuador lineal
- R: brazo de palanca

Sustituyendo los valores de $A = 72,2$ cm, que es la medida a la que se pretende ubicar el convertidor lineal, y de $C = 31,4$ cm, que es la medida que tiene el convertidor lineal con el brazo retraído en la ecuación 16, y con esto podemos hallar el valor que ha de tener R para el diseño de la estructura y así luego poder calcular el recorrido que tiene que realizar el convertidor lineal para realizar un desplazamiento de 20° a 160° . Por lo que al sustituir valores nos queda lo siguiente:

$$31,4^2 = 72,2^2 + R^2 - 2 \cdot (72,2)R\cos(20^\circ)$$

$$R = 48,45 \text{ cm}$$

Luego nos queda es calcular el valor que ha de tener X cuando el sistema tiene un grado de 160° , para lo cual se utilizó la ecuación 17 y así poder saber la extensión que ha de realizar el convertidor lineal. Sustituyendo los valores nos queda:

$$(31,4 + X)^2 = 72,2^2 + 48,45^2 - 2(72,2)(48,45)\cos(160^\circ)$$

$$X = 87,49 \text{ cm}$$

En base a lo planteado en las figuras conceptuales 51 y 52 y los cálculos de trigonometría efectuados, se procedió a realizar mediante el programa de Autocad una estructura mecánica en 3 dimensiones donde se ubicarían los paneles solares y cuyo movimiento sería realizado, como se explicó anteriormente, mediante el actuador electromecánico que cuenta con un tornillo sin fin con un recorrido que va desde los 100 mm hasta los 1000 mm. La estructura mostrada en la figura 53 no es más que una propuesta diseñada para ser funcional, por lo que para el diseño de la misma no se realizaron cálculos pertinentes a repartición de fuerza o se seleccionó el material del cual estará

hecho la estructura, limitándose exclusivamente la funcionalidad de la misma. El plano realizado se puede ver en el anexo D.

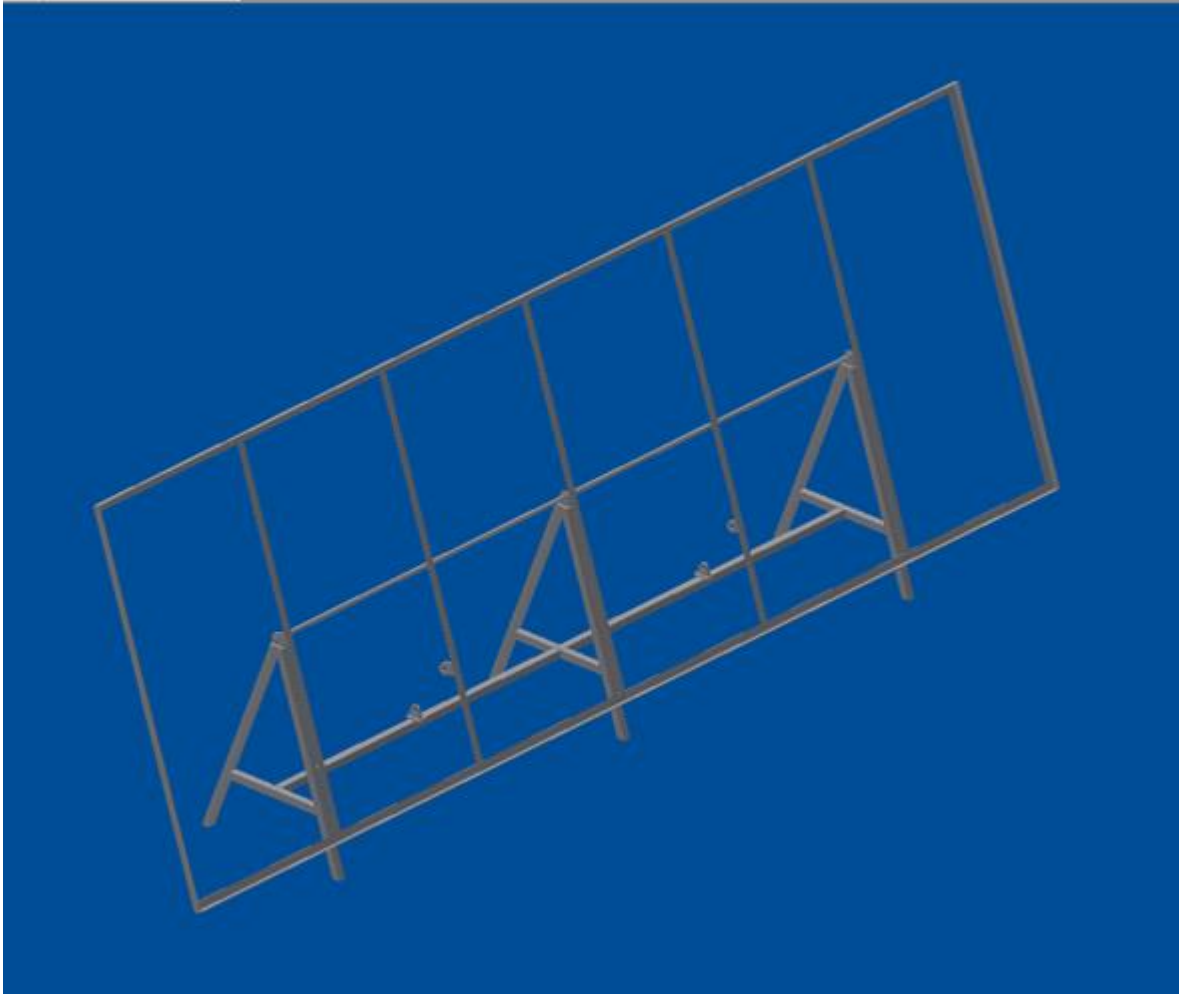


Figura 56. Estructura móvil en 3D para el sistema propuesto de seguimiento solar.

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Fase IV: Elaborar la factibilidad económica, técnica y operativa del diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la Empresa DATCOM SERVICES.

5.4.1 Factibilidad Económica

El sistema se trata del diseño para una posible implementación de nuevas tecnologías para el respaldo de energía de los servidores de la empresa DATCOM SERVICES con un sistema fotovoltaico. Con la implementación del nuevo diseño de respaldo de energía mejorará la calidad del servicio de Internet entregado a los usuarios.

- **Costos**

Se requiere de una inversión inicial para conseguir los recursos necesarios para la compra de los materiales que se necesitan para una posible implementación del sistema de respaldo de energía.

La siguiente tabla muestra una lista de materiales a utilizar los cuales fueron escogidos por especificaciones técnicas en la fase II de este proyecto de grado, es por esto que se detallara el costo de los equipos a utilizar los cuales fueron obtenidos mediante la página de Amazon ya que la empresa Vitron Energy es una empresa Holandesa, sin embargo se hizo una pregunta de presupuestos nacionales por empresas contratas las cuales los precios aumentan un 40% estipulado por la página de Amazon, así que para mayor rentabilidad del proyecto se tomaron estos precios.

Tabla 8. Lista de Materiales

Ítem	Cant.	Nombre	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	6	Panel Solar Marca: Blue Solar	Monocristalino Modelo SPM043602400 24V	320\$	1920\$
2	2	Baterías Marca: Lithium Batery Smart	12,8V y 25,6V	1895\$	3790\$
3	1	Controlador de Carga Marca: Vitron Energy	Smart Solar 150/85	700\$	700\$
4	1	Cargador de batería	Blue Smart IP22 24/16/1	210\$	210\$

5	1	Breaker	Siemens 5SL6220-7MB	78\$	78\$
6	1	Fusible Interruptor de circuito	12V 80 A	40\$	40\$
7	1	Disyuntor	5SL6225-7MB	50\$	50\$
8	1	Disyuntor	Q110 10A 120VAC 1P	10\$	10\$
9	1	Arduino Uno	Redboard de Sparkfun	22\$	22\$
10	1	Módulo GPS GY	GPS6MV2	20\$	20\$
11	1	Acelerómetro de triple eje	MMA8452Q SparkFun	13\$	13\$
12	1	Módulo de relevadores 4 canales	10amp a 220VAC	40\$	40\$
13	1	Convertidor lineal eléctrico		30\$	30\$
14	1	Inversor	Phoenix Inverter VE.Direct 500 VA	165\$	165\$
15	1	Relé de alta potencia		12\$	12\$
16	1	SparkFun	8 Canales	5\$	5\$
				TOTAL:	7. 105\$

Para los costos de la mano de obra tomamos en cuenta un Ingeniero en telecomunicaciones para el diseño, planificación y organización de este proyecto, un supervisor técnico y dos ayudantes que se encargarán de las instalaciones eléctricas, montaje de los paneles solares y todos los componentes que están en este proyecto de grado, a continuación, observamos la siguiente tabla con los costos del mano de obra

Tabla 9. Costo del personal

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Días	PRECIO (DÍA\$)	TOTAL (\$)
1	Ing. Electricista	Horas	5	200	1000\$
2	Sup. Técnico	Horas	5	25	125\$
3	Ayudante	Horas	5	15	75\$

4	Ayudante	Horas	5	15	75\$
				TOTAL	1275 \$

En la tabla se observa que Ingeniero en telecomunicaciones estará realizando y planificando el proyecto en un tiempo de 3 días, y 2 días adicionales para la supervisión del montaje y puesta en marcha del sistema de panel solar, por otro lado, el supervisor y ayudante se encargará de realizar todo el montaje y puesta en marcha del equipo.

En la siguiente tabla se mostrará un 10% adicional de gastos los cuales estos serán incluidos como transporte, comidas del equipo, hidratación y otros gastos que puedan salir no incluidos en el presupuesto esto llamado gastos operativos.

Tabla 10. Gastos Operativos

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (\$)
1	Costo de los materiales	7.105\$
2	Costo del personal	1275\$
		8380\$

Gastos Operativos = $8380\$ \times 0.10 = 838\$$

Tabla 11. Costo Total del Proyecto

Costo total de materiales	Costo total de mano de obra	Gastos operativos	Costo total del proyecto
7.105 \$	1275\$	838\$	9218\$
Costo Total del Proyecto con 16% (IVA)			10.692,88\$

5.4.2 Evaluación Económica

- **Perdidas por falta de energía eléctrica en la Empresa DATCOM SERVICES**

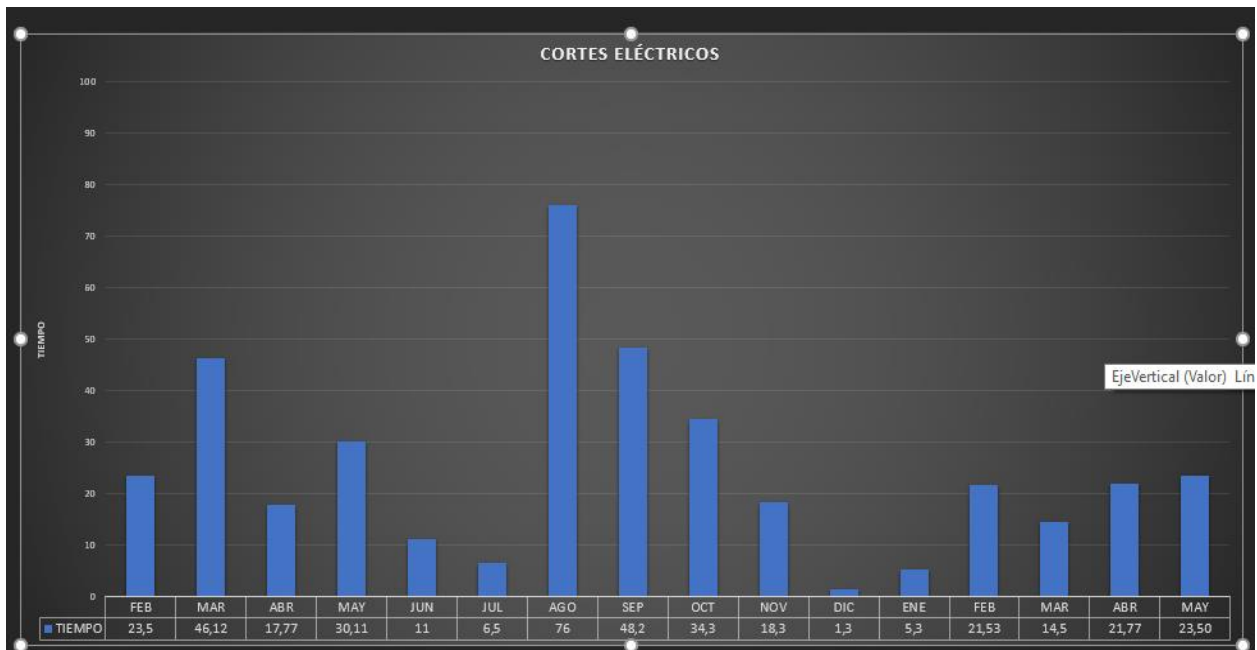
Hoy en día existe bastante información al respecto de los sistemas de respaldo de energía fotovoltaico ya que varias Empresas grandes han empezado a implementarlos, esto debido a la situación actual que está viviendo el país, como se demostró en las encuestas realizadas al personal de DATCOM SERVICES que la energía eléctrica falla de dos a 4 días de la semana y este mismo se ha incrementado en los últimos 3 meses, esta falla de energía eléctrica es inversamente

proporcional a servicio que ofrece la empresa ya que mientras haya más fallas de energía eléctrica la calidad del servicio empeora y los usuarios se ven más afectados constantemente.

Es por esto que se llevó a cabo con la empresa DATCOM SERVICES una base de datos de los últimos 16 meses de reportes de idas de luz, en el cual se realizó una gráfica para ver exactamente por mes cuanto es la perdida de energía eléctrica por horas (Ver figura), y se indica también una tabla que se muestra exactamente por mes las pérdidas de energía eléctrica.

Tabla 12. Cortes Eléctricos en los últimos 15 meses

ITEM	MES	HORAS
1	Febrero	23,5
2	Marzo	46,12
3	Abril	17,77
4	Mayo	30,11
5	Junio	11
6	Julio	6,5
7	Agosto	76
8	Septiembre	48,2
9	Octubre	34,3
10	Noviembre	18,3
11	Diciembre	1,3
12	Enero	5,3
13	Febrero	21,53
14	Marzo	14,5
15	Abril	21,77
16	Mayo	23,50



Gráfica 1. Cortes eléctricos

Entonces este estudio de los últimos 16 meses podemos observar que la energía eléctrica siempre ha estado fallando recurrentemente, y que los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio sus fallas aumentan, entonces vamos a sacar un promedio de fallas de luz por los últimos 4 meses de la gráfica.

$$\text{Horas de falta de energía eléctrica \%} = \frac{21,53+14,5+21,77+23,50}{4} = 20,325 \text{ H/m}$$

Esto quiere decir que en promedio por mes la luz falla 20 horas lo que a la semana se traduce en 5 horas semanales un aproximado entre dos y tres días a la semana se va la luz, lo que para la empresa DATCOM SERVICES es algo fatal ya que su estabilidad como empresa depende de la calidad de servicios que entrega a sus usuarios, por lo que los usuarios pierden aproximadamente 5 horas de luz semanales y esto es un descontento con el servicio para ellos. Entonces se habló con el Ingeniero de la empresa el cual comenta que ellos aplican un descuento a los usuarios cuando reportan caídas de Internet, el equipo de soporte técnico de la empresa verifica si no tuvieron Internet en la hora que reportaron y si es así, el equipo de administración se encarga de realizar un descuento del 10% de los usuarios al mes. Actualmente la empresa cuenta con 2000 usuarios los cuales pagan una cuota mensual de 20\$, y el Ingeniero a cargo reporta un descontento por perdidas de Internet del 60% de los usuarios lo que se traduce en la siguiente tabla:

Tabla 13. Ganancias mensuales de la Empresa DATCOM SERVICES

Usuarios	Mensualidad	TOTAL (\$)
2000	20\$	40.000\$

Tabla 14. Pérdidas mensuales de la Empresa DATCOM SERVICES

60 % Usuarios	Descuento de 10%	TOTAL (\$)
1200	2\$	2.400\$

Si seguimos el estudio por el promedio de anual podemos notar que las pérdidas se incrementan a un valor de 28.800\$ lo cual es una pérdida grande para la Empresa DATCOM SERVICES, el promedio se hace anual ya que con la gráfica de datos quedo demostrado que el servicio de energía eléctrica se va constantemente en todo el año.

- **Ahorro**

Con el estudio anterior podemos decir que si la Empresa DATCOM SERVICES realiza una inversión de 10.693\$ por el proyecto de respaldo de energía a través de paneles solares en un promedio del 1 año se estaría ahorrando:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro}_{1 \text{ año}} &= \text{Perdidas}_{1 \text{ año}} - \text{Inversión} \\ \text{Ahorro}_{1 \text{ año}} &= 28.800\$ - 10.693\$ = 18.107\$ \end{aligned}$$

Lo que indica que en un año la empresa se estaría ahorrando 18.107\$ esto quiere decir que aproximadamente en 5 meses se estaría pagando la inversión del proyecto y el resto del año queda en ahorro a la empresa lo que significa una rentabilidad más alta.

Esto sin contar que quedan los equipos de respaldo de energía no solo cuando el servicio eléctrico se vea afectado, sino también para un menor gasto de luz ya que si estos equipos fueran usados normalmente 2 veces a la semana el gasto de luz disminuiría y generaría otro tipo de ahorro a la empresa, sin embargo, estos números no fueron calculados por no poseer el monto exacto de gasto de luz mensual.

5.4.3 Factibilidad Técnica

Gracias a los avances de las telecomunicaciones y de la tecnología en general, los sistemas se han ido simplificando y ofreciendo mejores respuestas ante las constantes demandas del mundo actual. En este caso concreto, la implementación y configuración de esta nueva tecnología no representa alta complejidad. Cualquier persona con conocimientos técnicos es capaz de instalar el sistema sin problema, si solo tiene el diseño, ya que el desarrollo del diseño debido a los cálculos es importante que los realice un Ingeniero en Telecomunicaciones. Por otro lado, en cuanto a los

usuarios involucrados y empleados este nuevo diseño de un sistema fotovoltaico de respaldo de energía será de gran ayuda para poder realizar un trabajo eficaz, así como asegurar que los usuarios puedan disfrutar del Internet sin tener interrupciones por alguna caída en la empresa ya que como sabemos la energía eléctrica en el país es algo que genera bastante incertidumbre, es por esto que la realización de este proyecto es altamente viable ya que consta de un modelo funcional y completamente inteligente por lo que se estaría abriendo un abanico de posibilidades para los empleados como usuarios ya que estos mismo pueden hacer uso del servicio sin ningún inconveniente.

5.4.4 Factibilidad Operativa

La viabilidad operativa de este trabajo de grado, consiste en el diseño del sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad en la Empresa DATCOM SERVICES, el cual este diseño mejora la productividad en la empresa puesto que contar con un respaldo de energía se permitirá que el servicio a los usuarios sea constante y sin interrupciones esto mejora la calidad del servicio y las quejas por el mismo disminuiría, aparte de que por no generar descuentos a los usuarios ya que los mismos contarán con un servicio continuo y esto traerá más rentabilidad para la Empresa.

El trabajo de grado cumple con la viabilidad operativa, ya que habrá menor caída del servicio de Internet y esto mejora la calidad de servicio para los usuarios que hacen vida en la Empresa DATCOM SERVICES.

CONCLUSIONES

- Con la implementación del seguidor solar se logra un incremento en la generación de energía eléctrica con respecto a los sistemas fijos, sin embargo, la eficiencia de este sistema propuesto se puede ver afectado en días nublado y esto se debe a que la radiación difusa es mayor que la radiación directa durante estos días.
- El software empleado en el sistema de control, resulto ser muy versátil, este permite configurar los rangos de movimiento del seguidor solar y los datos a realizar en el algoritmo se efectúan a partir de la información obtenida del GPS (hora, fecha, latitud y longitud), esto hace que el seguimiento sea preciso puesto que en todo momento y a lo largo del día el sistema de control realiza los cálculos para conocer el ángulo de hora solar.
- Si se desea instalar más paneles con seguimiento solar es necesario profundizar en el tema para establecer cuanto sería la distancia mínima entre los seguidores para evitar pérdidas por sombreado mutuo. La elección entre sistemas con seguimiento se debe tener en cuenta, además de la mayor productividad, otros condicionantes como el coste del sistema, el mantenimiento asociado, así como la ocupación del terreno.
- La implementación de un sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad ofrece una solución eficiente y versátil para la generación de energía sostenible. El sistema combina la capacidad de generación de energía solar fotovoltaica con una fuente de respaldo, como baterías o generadores, lo que garantiza un suministro continuo de energía en caso de fluctuaciones o falta de luz solar.
- La implementación de un sistema fotovoltaico híbrido con un grado de libertad ofrece una solución eficiente y versátil para la generación de energía sostenible. El sistema combina la capacidad de generación de energía solar fotovoltaica con una fuente de respaldo, como baterías o generadores, lo que garantiza un suministro continuo de energía en caso de fluctuaciones o falta de luz solar.

RECOMENDACIONES

- En caso de llevar a cabo la propuesta aquí desarrollada se recomienda evaluar la eficiencia y el rendimiento del sistema fotovoltaico híbrido: Es importante realizar mediciones y monitoreo del rendimiento del sistema durante un período de tiempo significativo. Esto permitirá evaluar la eficiencia de los paneles solares, la capacidad de almacenamiento de las baterías, el rendimiento del sistema de respaldo y la cantidad de energía generada y consumida. Los datos recopilados serán fundamentales para realizar mejoras y optimizaciones en el sistema.
- Antes de diseñar e implementar el sistema fotovoltaico híbrido, es crucial comprender el entorno, las condiciones climáticas, la demanda energética y las limitaciones técnicas y económicas. Esto permitirá dimensionar adecuadamente el sistema y seleccionar las tecnologías y componentes apropiados.
- Profundizar más en la realización de la estructura donde irán ubicados los paneles fotovoltaicos, se recomienda que el estudio en el desarrollo y el diseño de la estructura, así como la selección de los materiales a utilizar para el armado de la misma y la cantidad de fuerza mínima necesaria para moverlo, sea llevado a cabo por un especialista en el tema como lo puede ser un ingeniero mecánico.
- Tomar en consideración el consumo de los equipos electrónicos de la parte de la empresa dedicada a la atención al cliente, para que en los casos donde falle el servicio eléctrico se mantengan atendiendo cualquier inconveniente presentado en los nodos.

REFERENCIAS

- Álvarez Ayrtón, Balza Daniela, Espósito Daniel, Freicher Darianny, Hansen Anaymar y Vásquez Aviel (2021). **Manual para el diseño de un sistema híbrido eólico y solar para comunidades rurales.**
- Arias, Fidas. (2012). **El Proyecto de Investigación.** 6ta Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Arias, F. (2016). **El proyecto de investigación.** Editorial Episteme.
- Arribas, M. (2004). **Diseño y validación de cuestionarios.** *Matronas profesión*, 5(17), 23-29.
- Bernal, C. (2010). **Metodología de la investigación (3ra edición ed.).** Colombia: Pearson Educación. doi:ISBN E-BOOK 978-958-699-129-2
- Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (2002). **Energía Solar Fotovoltaica: Grupo de Nuevas Actividades Profesionales.**
- Folgueiras Bertomeu, P. (2016). **La entrevista.**
- Hidalgo, L. (2016). **Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas.** *Sinopsis Educativa. Revista venezolana de investigación*, 5(1-2), 225-243.
- Hurtado, J. (2008) **Metodología de la investigación** Caracas, Editorial Quirón.
- Jamjachi Rojas, J. J. (2021). **Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial.**
- Juárez, A. S., Martínez, D., Escobar, R. D. L. L. S., & Magdaleno, J. O. C. (2017). **Aplicaciones fotovoltaicas de la energía solar.**
- Lata García, J. C. (2019). **Mejoras al dimensionamiento óptimo de sistemas híbridos con energías renovables.**
- Márquez Gabriel (2020). **Estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de celdas fotovoltaicas como fuente de energía eléctrica alternativa en la UCAB Guayana.**
- Martínez, T. Y. F. (2012). **COLECTOR TÉRMICO FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED.**
- Mijares, H. y García, L. (2007). **Manual de Investigación para trabajo especial de grado de la UJAP.** San Diego. Editorial UJAP.

- Molina, A., & Martínez, F. (2017). **Modelo de generación fotovoltaica. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago, Chile.**
- Padilla Carquez, N. R. (2017). **Implementación de un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del comando de la Guardia Nacional “Escuadron Montado Guatopo”, ubicado en el Parque Nacional Guatopo del estado Miranda (Master's thesis).**
- Pallela, Santa. (2006). **Metodología de la Investigación Cuantitativa.** 2da Edición. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas, Venezuela
- Pallela, S. y Martins F. (2012). **Metodología de la investigación cuantitativa Caracas, Editorial FEDUPEL.**
- Quispe Acevedo, L. H. (2021). **Diseño del sistema híbrido para lograr autoabastecer de energía eléctrica a las instalaciones de la Granja Experimental Agropecuaria de Yauris.**
- Reyna-Martínez, R., & Díaz-Blanco, M. D. I. **Breve panorama sobre el estado actual de la tecnología de plasma frío como herramienta para el desarrollo de energías renovables: solar, eólica y biomasa.**
- Ron P. Alfredo J. y Velásquez F. Henry J. (2021). **Evaluación del potencial fotovoltaico en los embalses de Venezuela, con énfasis en el embalse de la central hidroeléctrica Juan Antonio Rodríguez Domínguez.**
- Sabino, C (1992). **El proceso de investigación Buenos Aires, Editorial PANAPO.**
- Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., & Unamunzaga Falcón, P. (2008). **Energías renovables y eficiencia energética.**
- Schmerler, D., Velarde, J. C., Rodríguez, A., & Solís, B. (2019). **Energías renovables: experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética. Lima: Grafica Biblos SA.**
- Zambrano, J., Zambrano, A., Franklin, B., & Fumo, N. (2012). **Propuesta de implementación de energía solar fotovoltaica en instalaciones pesqueras en Venezuela.**

APENDICES

APENDICE A



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CUADRO TÉCNICO METODOLÓGICO

OBJETIVO GENERAL: Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido de respaldo de energía con un grado de libertad para el respaldo de los servidores a través de un banco de batería en la empresa DATCOM SERVICES.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Diagnosticar el consumo de los dispositivos de red que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES.	Diagnóstico del consumo de los dispositivos de red.	Carga	Dispositivos a respaldar	1	Técnica: Entrevista
		Tiempo	Cantidad de Tiempo que funcionaran los equipos	2,3	
			Consumo de los dispositivos	4,5	



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

INSTRUCCIONES PARA LA GUIA DE ENTREVISTA

- Indique su función dentro de la empresa
- Proceda a leer detenidamente cada una de las preguntas
- Responda de manera objetiva
- En caso de dudas, consulte con la persona encargada de aplicar el cuestionario

N°	Guión de entrevista
1	En el tiempo que posee trabajando para la empresa Datcom Services podría decir, ¿Cuáles dispositivos de la oficina de redes se desean respaldar?
2	Hablando en base a los últimos meses laborando para la empresa Datcom Services puede responder, ¿Con qué frecuencia ha fallado la red eléctrica en las instalaciones de la empresa en esos meses?
3	En las ocasiones en que ha fallado la red eléctrica en la compañía es Ud. capaz de decir, ¿Qué promedio de tiempo al día ha estado la compañía sin electricidad en los últimos meses?
4	En su periodo dentro de las instalaciones de la empresa Datcom Services está al tanto de saber, ¿Qué cantidad de tiempo al día se mantienen en funcionamiento los dispositivos que serán respaldados?
5	Posee Ud. alguna información de, ¿Cuánto es el tiempo en promedio que se desea que los equipos funcionen en caso de fallar la red eléctrica?

APENDICE B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ESTIMADO PROFESOR (A):

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Empresa DATCOM SERVICES, ubicada en el edificio Orión en la Alcaldía de Valencia, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos va a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar el consumo de los dispositivos de red que necesitan el respaldo de energía en caso de una falla en la red eléctrica principal de la empresa DATCOM SERVICES, de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que se solicita a usted de sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industrial y académico.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

AUTOR (A):

González, Mauricio

C.I.: 24.644.994

TUTOR (A):

Sanchez, Gerson

C.I.: 7.143.386



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

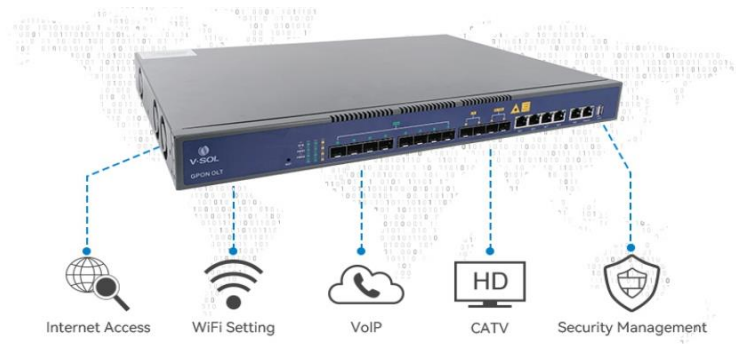
Fecha: / /2022

Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	
----------------------------------------------------------	--

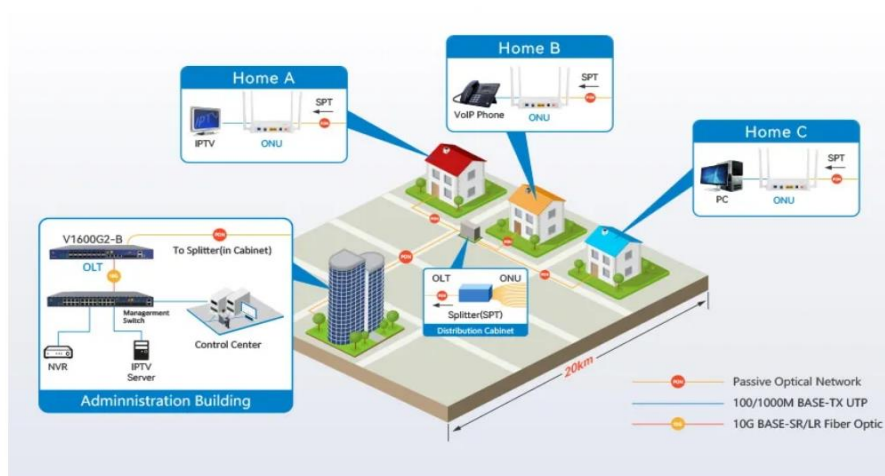
ANEXOS

**ANEXO A: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS A SER RESPALDADOS
ÚBICADOS EN LA OFICINA DE REDES**



FTTH Application

V-SOL GPON OLT



Item	V1600G0	V1600G1	V1600G2
Dimension (L*W*H)	442mm*220mm*43.6mm	442mm*320mm*43.6mm	
GE/10GE Uplink Port	QTY	4	8
	RJ45(GE)	2	4
	SFP(GE)	/	2
	SFP+(10GE)	2	4
GPON Port	QTY	4	16
	Physical Interface	SFP Slots, Class C+/Class C+++ Connector Type, Max splitting ratio ≤ 1:128	
Management Ports	1*FE out-band port, 1*CONSOLE port, 1*USB2.0, 1*Type-C USB(For console, G2-B)		
PON Port Specification (Class C+++ Module)	Transmission Distance	20KM	
	GPON port speed	Upstream 1.244Gbps, Downstream 2.488Gbps	
	Wavelength	TX 1490nm, RX 1310nm	
	Connector	SC / UPC	
	Fiber Type	9/125μm SMF	
	TX Power	+4.5 ~ +10dBm	
Weight (Single AC Power)	Net Weight	2.95kg	4.05kg
	Gross Weight	4.15kg	5.65kg
Power Supply	AC: 100 ~ 240V, 47/63Hz or/and DC: -48V,		
Power Consumption	35W	45W	85W
Operating Environment	Working Temperature	0°C ~ +50°C	
	Storage Temperature	-40 ~ +85°C	
	Relative Humidity	5 ~ 90% (non-conditioning)	
Management Mode	EMS, TR069 VACS, WEB, SNMP, Telnet, CLI		

Figura 57. Hoja de datos del 4 Port GPON OLT - V1600G0

Specifications

Product code	RB4011iGS+RM
CPU	4 core AL21400 1.4 GHz
Size of RAM	1 GB
Storage	NAND 512 MB
10/100/1000 Ethernet ports	10
SFP+ port	1
Switch chip model	RTL8367SB
Power Jack	1
PoE in	Yes (port 1), passive, 18 - 57 V
PoE out	Yes (port 10), passive, up to 57 V
Max power consumption	18 W without PoE out, 33 W with PoE out
Supported input voltage	12 V - 57 V (jack)
Voltage Monitor	Yes
PCB temperature monitor	Yes
Operating temperature	-40 C .. +45 C
Dimensions	228 x 120 x 30 mm
Serial port	RJ45
License level	5
Operating System	RouterOS

Included



24 V 1.5 A
power adapter



Rack mount

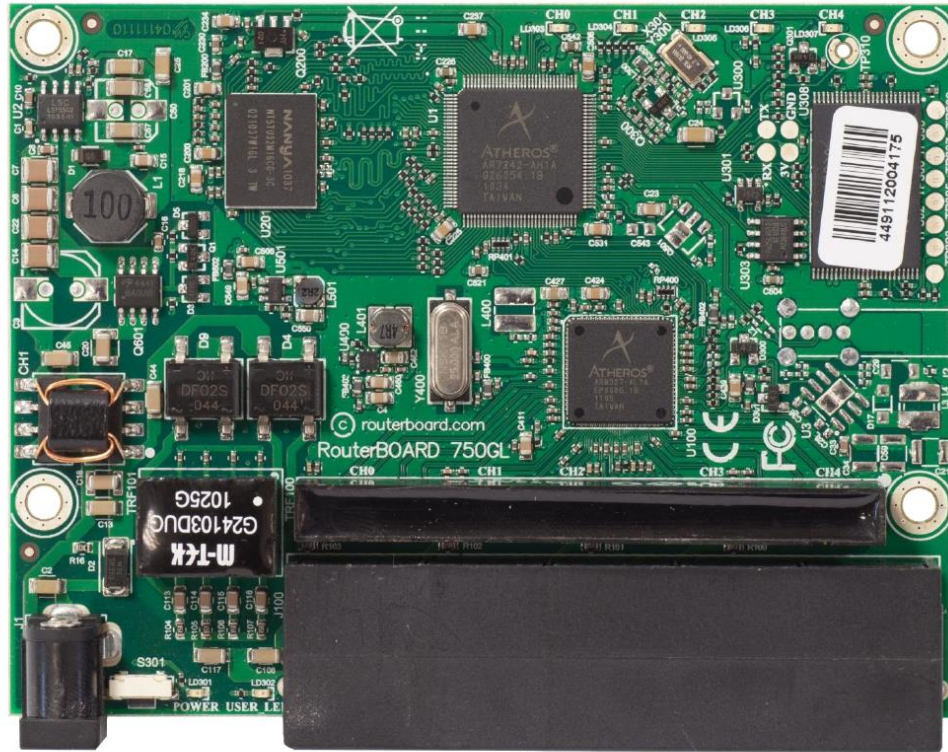
Ethernet test results

RB4011iGS+RM		Max possible throughput					
Mode	Configuration	1518 byte		512 byte		64 byte	
		kpps	Mbps	kpps	Mbps	kpps	Mbps
Bridging	none (fast path)	806.4	9,792.9	2,312.9	9,473.6	5,509.7	2,821.0
Bridging	25 bridge filter rules	806.4	9,792.9	1,037.4	4,249.2	1,153.2	590.4
Routing	none (fast path)	806.4	9,792.9	1,923.3	7,877.8	5,092.3	2,607.3
Routing	25 simple queues	806.4	9,792.9	1,046.6	4,286.9	960.3	491.7
Routing	25 ip filter rules	593.7	7,209.9	625.2	2,560.8	564.6	289.1

RB4011iGS+RM

Figura 58. Hoja de datos del router RB4011iGS+RM

System Board View and Layout



You can download the board dimensions and case design files (PDF and DXF) from www.routerboard.com

Specifications

CPU	RB750: AR7240 400MHz RB750GL: AR7242 400MHz
Memory	RB750: 32MB DDR SDRAM onboard RB750GL: 64MB SDRAM onboard
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	64MB onboard NAND memory chip
Ethernet	RB750: Five 10/100 Mbit/s Ethernet ports with Auto-MDI/X RB750GL: Five 10/100/1000 Gigabit Ethernet ports with Auto-MDI/X
LEDs	Power, NAND activity, 5 Ethernet and 1 wireless LEDs
Power at the device	DC power jack (5.5mm outside and 2mm inside diameter, female, pin positive plug) accepts 8-30V DC
Power over Ethernet	Ether 1 requires 8-30V DC (non 802.3af), to compensate for losses, it's recommended to use 12V or more
Power consumption	Up to 6W
Dimensions	113x89x28mm. Weight without packaging and cables: 129g
Temperature	Indoor device. Operational temperature: -20°C to +50°C
Humidity	Operational: up to 70% relative humidity (non-condensing)
RouterOS	RouterOS v5, Level4 license

Figura 59. Hoja de datos del router RB750GL

Specifications

Product code	CCR1036-8G-2S+	CCR1036-8G-2S+EM
CPU	36 cores TLR4-03680 1.2 GHz	
RAM	4 GB	8 GB
Storage	NAND 1 GB	
Dimensions	443 x 193 x 44 mm	
Operating temperature	-20°C .. +60°C tested	
Operating system	RouterOS	
License level	6	

Interfaces

10/100/1000 Ethernet ports	8
1G/10G SFP+ ports	2
M.2 slots	1 PCIe x4
Memory card slots	1 microSD
USB ports	1 USB type A
Serial ports	1 RJ45

Powering

Supported input voltage	100 V - 240 V
Number of AC inputs	2
Max power consumption	73 W

Other

CPU temperature monitor	Yes
PCB temperature monitor	Yes

Figura 60. Hoja de datos del router CCR1036-8G-2S+

Specifications

Product code	CCR2116-12G-4S+
CPU	AL73400 2 GHz
CPU architecture	ARM 64bit
CPU core count	16
Size of RAM	16 GB
RAM type	DDR4
Storage	128 MB, NAND
Number of 1G Ethernet ports	13
Number of 10G SFP+ ports	4
Number of M.2 slots	1
Operating system	RouterOS (License level 6)
Switch chip model	98DX3255
Dimensions	443 x 199 x 44 mm
Operating temperature	-20°C to +60°C

Powering

Number of AC inputs	2
AC input range	100-240 V
Power adapter nominal voltage	12 V
Power adapter nominal current	10.8 A
Max power consumption (without attachments)	60 W
Max power consumption	72 W

Certification & Approvals

Certification	CE, FCC, IC
---------------	-------------

Included parts



2 Power cords

Rackmount bracket white

Fastening set

Figura 61. Hoja de datos del router CCR2116-12G-4S+

CSS326-24G-2S+RM

SwOS powered 24 port Gigabit Ethernet switch with two SFP+ ports, wire speed connectivity with several new switching features.

The device is powered by a Marvell DX switch chip. The device is running an operating system designed specifically for MikroTik switch products - SwOS. SwOS is configurable from your web browser. It gives you all the basic functionality for a managed switch, plus more: allows to manage port-to-port forwarding, apply MAC filter, configure VLANs, mirror traffic, apply bandwidth limitation and even adjust some MAC and IP header fields. SFP cage supports both 1.25 Gb SFP and 10 Gb SFP+ modules.

Specifications

Product code	CSS326-24G-2S+RM
Switch chip model	98DX3216A1
Storage type	Flash
Storage size	2 MB
10/100/1000 Ethernet ports	24
SFP+ cages	2
Operating system	SwOS
Supported input voltage	10 - 30 V (jack or passive PoE)
Dimensions	443 x 144 x 44 mm
Operating temperature	-20°C .. +70°C tested
Max power consumption	19 W

Features

- Non-blocking Layer 2 switching capacity
- 16K host table
- IEEE 802.1Q VLAN
- Supports up to 250 VLANs
- Port isolation
- Port security
- Broadcast storm control
- Port mirroring of ingress/egress traffic
- Rapid Spanning Tree Protocol
- Access Control List
- MikroTik neighbor discovery
- SNMP v1
- Web-based GUI

Included



Figura 62. Hoja de datos del Smart Switch CSS326-24G-2S+RM

CRS326-24G-2S+RM

We are announcing a special version of the CSS326-24G-2S+RM switch, with added RouterOS as a second boot option, the new CRS326-24G-2S+RM.

This is a SwOS/RouterOS powered 24 port Gigabit Ethernet switch with two SFP+ ports, wire speed connectivity with several new switching features!

The “Dual boot” feature that allows you to choose which operating system you prefer to use, RouterOS or SwOS. If you prefer to have a simplified switch only OS with more switch specific features, use SwOS. If you are used to Winbox and would like the ability to use routing and other Layer 3 features on some ports in your CRS, boot and use RouterOS. You can select the desired operating system from RouterOS, from SwOS or from the RouterBOOT loader settings.

It gives you all the basic functionality for a managed switch, plus more: allows to manage port-to-port forwarding, apply MAC filter, configure VLANs, mirror traffic, apply bandwidth limitation and even adjust some MAC and IP header fields. SFP cage supports both 1.25 Gb SFP and 10 Gb SFP+ modules.

Specifications

Product code	CRS326-24G-2S+RM
CPU	98DX3236A1 800 MHz
RAM	512 MB
Storage type	Flash, 16 MB
Switch chip model	98DX3236A1
10/100/1000 Ethernet ports	24
SFP+ cages	2
Operating system	SwOS /RouterOS (Dual boot)
Supported input voltage	9 - 30 V (jack or passive PoE)
Dimensions	443 x 144 x 44 mm
Operating temperature	-40°C .. +60°C tested
Max power consumption	24 W
Serial port	RJ45

Features

- Non-blocking Layer 2 switching capacity
- 16K host table
- IEEE 802.1Q VLAN
- Supports up to 4K VLANs
- Port isolation
- Port security
- Broadcast storm control
- Port mirroring of ingress/egress traffic
- Rapid Spanning Tree Protocol
- Access Control List
- MikroTik neighbor discovery
- SNMP v1
- Web-based GUI

Included



Figura 63. Hoja de datos del Router Switch CRS326-24G-2S+RM

Specifications

Product code	CRS326-24S+2Q+RM
CPU	QCA9531, 650 MHz
Size of RAM	64 MB
Storage	16 MB flash
10/100 Ethernet ports	1
10G SFP+ ports	24
40G QSFP+ ports	2
Supported input voltage	AC power supply 100 - 240 V
Redundant supply	Yes
USB port	USB type A
Serial port	RJ45
Dimensions	443 x 200 x 44 mm
Operating temperature	-20°C .. +60°C
Operating system	RouterOS or SwitchOS, License level 5
Max power consumption	69 W

Included parts



2 IEC cords



Screw and feet
kit (K10)



Rack ears

Figura 64. Hoja de datos del Router Switch CRS326-24S+2Q+RM

Specifications

R5AC-Lite					
Dimensions	162 x 84 x 37 mm (6.38 x 3.31 x 1.46")				
Weight	250 g (8.81 oz)				
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE Adapter				
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)				
Max. Power Consumption	8.5W				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Processor	Atheros MIPS 74Kc, 720 MHz				
Memory	128 MB DDR2 SDRAM, 16 MB NOR FLASH				
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Mbps				
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)				
LEDs	Power, LAN, (4) Signal Strength				
Channel Sizes	PtP Mode			PtMP Mode	
	10/20/30/40/50/60/80 MHz			10/20/30/40 MHz	
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Supported Voltage Range	20-26VDC				
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact				
Operating Temperature	-40 to 80° C (-40 to 176° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Modes	Access Point, Station				
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet, Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing				
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test				
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode				
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CL				
Security	WPA2 AES Only				
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low				
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate				
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 256QAM				
Ubiquiti Specific Features	30/50/60 MHz Channels, airMAX ac Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode				

R5AC-Lite Output Power: 27 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (1/2)	27 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (1/2)	-96 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (1/2)	27 dBm	± 2 dB		2x QPSK (1/2)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (3/4)	27 dBm	± 2 dB		2x QPSK (3/4)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (1/2)	27 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (1/2)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (3/4)	27 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (3/4)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (2/3)	27 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (2/3)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (3/4)	26 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (3/4)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (5/6)	25 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (5/6)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (3/4)	23 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (3/4)	-69 dBm	± 2 dB
8x 256QAM (5/6)	22 dBm	± 2 dB	8x 256QAM (5/6)	-65 dBm	± 2 dB		

* Some frequencies may require activation; visit: <https://www.ubnt.com/fcclabelrequest>

Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: www.ubnt.com/support/warranty
 ©2014-2017 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airMAX, airOS, airView, Rocket, and RocketDish are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.



www.ubnt.com

Figura 65. Hoja de datos de la antena Ubiquiti Rocket ac R5AC – Lite

LAP-GPS	
Dimensiones	360.98 x 124.57 x 71.28 mm (14.21 x 4.90 x 2.81")
Peso	752 g (1.66 lb)
Ganancia	25 dBi
Interfaz de red	(1) puerto Ethernet 10/100/1000
Ganancia de la antena	17 dBi
Consumo máximo de energía	7.1W
Potencia de salida	25 dBm
Fuente de alimentación	Adaptador Gigabit PoE de 24 Vcc, 0.3 A (incluido)
Método de alimentación	PoE pasivo (pares 4, 5+ para la ida y 7, 8 para el retorno)
Rango de tensión admitido	De 20 a 26 V CC
Carga de viento	77 N @ 200 km/h (17.3 lbf @ 125 mph)
Resistencia al viento	200 km/h (125 mph)
Protección ESD/EMP	± 24 kV contacto/aire
Temperatura de funcionamiento	De -40 a 70 °C (de -40 °F a 158 °F)
Humedad de funcionamiento	5 a 95 % sin condensación
Impactos y vibraciones	ETSI300-019-1.4
Certificaciones	CE, FCC, IC



Rango de frecuencia operativa (MHz)				
En todo el mundo	5150 - 5875			
EE. UU. / CA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Rango de frecuencia de Radio de Administración (MHz)	
En todo el mundo	2412 - 2472
EE. UU. / CA	2412 - 2462



Figura 66. Hoja de datos de la antena Ubiquiti Lite Ap LAP-GPS

Specifications

NBE-5AC-Gen2		
Dimensions (Mount Included)	189 x 189 x 125 mm (7.44 x 7.44 x 4.92")	
Weight (Mount Included)	0.530 kg (1.17 lb)	
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Max. Power Consumption	8.5W	
Gain	19 dBi	
Networking Interface	(2) 10/100/1000 Ethernet Ports Wi-Fi for Management	
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 720 MHz	
Memory	128 MB DDR2, 8 MB Flash	
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength	
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels	
Max. VSWR	1.5:1	
Channel Sizes	PtP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
Polarization	Dual Linear	
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic	
Mounting	Pole-Mount (Kit Included), Wall-Mount	
Wind Loading	45.4 N @ 200 km/h (10.2 lbf @ 125 mph)	
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV	
Operating Temperature	-40 to 80° C (-40 to 176° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
Certifications	CE, FCC, IC	
RoHS Compliance	Yes	
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5	
Vibration Test	IEC 68-2-6	
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14	
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4	
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5	

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
USA	2412 - 2462

NBE-5AC-Gen2 Output Power: 25 dBm							
Modulation	TX Power Specifications			Modulation	RX Power Specifications		
	Data Rate	Avg. TX	Tolerance		Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	25 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (½)	25 dBm	± 2 dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (¾)	25 dBm	± 2 dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (½)	25 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (¾)	25 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (½)	24 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (½)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	22 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	21 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-65 dBm	± 2 dB

Figura 67. Hoja de datos de la Antena NanoBeam NBE-5AC-Gen2

Specifications

PBE-5AC-Gen2		
Dimensions	420 x 420 x 230 mm (16.54 x 16.54 x 9.06")	
Weight	2.22 kg (4.89 lbs)	
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Max. Power Consumption	8.5W	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Supported Voltage Range	20 to 26VDC	
Gain	25 dBi	
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port	
Processor Specs	MIPS 74Kc	
Memory	64 MB	
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength	
Channel Sizes	PtP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
Enclosure Characteristics	Antenna Feed	Dish Reflector
	Outdoor UV Stabilized Plastic	Powder-Coated SPCC
Mounting	Pole-Mounting Kit (Included)	
Wind Loading	380 N @ 200 km/h (85.4 lbf @ 125 mph)	
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV	
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
RoHS Compliance	Yes	
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5	
Vibration Test	IEC 68-2-6	
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14	
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4	
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5	
Certifications	CE, FCC, IC	

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
USA	2412 - 2462

PBE-5AC-Gen2 Output Power: 24 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (1/2)	24 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (1/2)	-96 dBm Min.	± 2 dB
	2x QPSK (1/2)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (1/2)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (3/4)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (3/4)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (1/2)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (1/2)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (3/4)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (3/4)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (2/3)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (2/3)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (3/4)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (3/4)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (5/6)	22 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (5/6)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (3/4)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (3/4)	-69 dBm	± 2 dB
8x 256QAM (5/6)	20 dBm	± 2 dB	8x 256QAM (5/6)	-65 dBm	± 2 dB		

Figura 68. Hoja de datos de la Antena PowerBeam PBE-5AC-Gen2

Specifications

Antenna Characteristics					
Model	AF-2G24-S45	AF-3G26-S45	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45
Dimensions*	ø 650 x 295 mm (ø 25.59 x 11.61")	ø 650 x 300 mm (ø 25.59 x 11.81")	ø 378 x 290 mm (ø 14.88 x 11.42")	ø 650 x 386 mm (ø 25.59 x 15.20")	ø 1050 x 421 mm (ø 41.34 x 16.57")
Weight**	9.8 kg (21.61 lb)	9.8 kg (21.61 lb)	3.4 kg (7.50 lb)	7.4 kg (16.31 lb)	13.5 kg (29.76 lb)
Frequency Range	2.3 - 2.7 GHz	3.3 - 3.8 GHz	5.1 - 5.9 GHz	4.9 - 5.9 GHz	4.9 - 5.8 GHz
Gain	24 dBi	26 dBi	23 dBi	4.9 GHz: 26 dBi 5 - 5.9 GHz: 30 dBi	4.9 GHz: 30 dBi 5 - 5.8 GHz: 34 dBi
+ 45° Beamwidth	6.6° (3 dB)	7° (3 dB)	10° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
- 45° Beamwidth	6.8° (3 dB)	7° (3 dB)	10° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
F/B Ratio	28 dB	33 dB	30 dB	30 dB	42 dB
Max. VSWR	1.6:1	1.4:1	1.5:1	1.6:1	1.4:1
Wind Loading	787 N @ 200 km/h (177 lbf @ 125 mph)	787 N @ 200 km/h (177 lbf @ 125 mph)	190 N @ 200 km/h (43 lbf @ 125 mph)	790 N @ 200 km/h (178 lbf @ 125 mph)	1,779 N @ 200 km/h (400 lbf @ 125 mph)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)				
Polarization	Dual-Linear				
Cross-pol Isolation	35 dB Min.				
ETSI Specification	EN 302 326 DN2				
Mounting	Universal Pole Mount, airFiber X Radio Bracket, and Weatherproof RF Connectors Included				

* Dimensions exclude pole mount and airFiber X radio (airFiber X radio sold separately)
 ** Weight includes pole mount and excludes airFiber X radio (airFiber X radio sold separately)

Figura 69. Hoja de datos de la Antena AirFiber AF-5XHD

**ANEXO B: GRÁFICAS DE NUBOSIDAD, DURACIÓN Y CANTIDAD DE HORAS DE
LUZ EN EL DÍA**

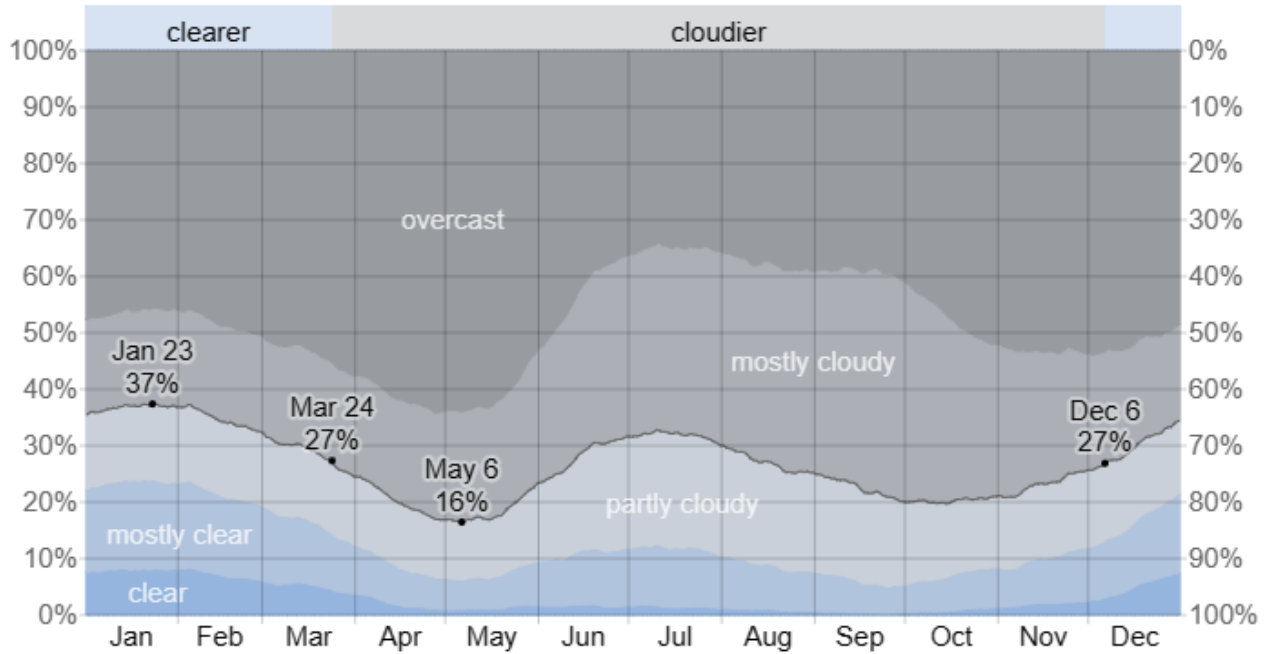


Figura 70. Categorías de nubosidad en la Ciudad de Valencia 2023

Fuente: <https://weatherspark.com/y/27392/Average-Weather-in-Valencia-Venezuela-Year-Round>

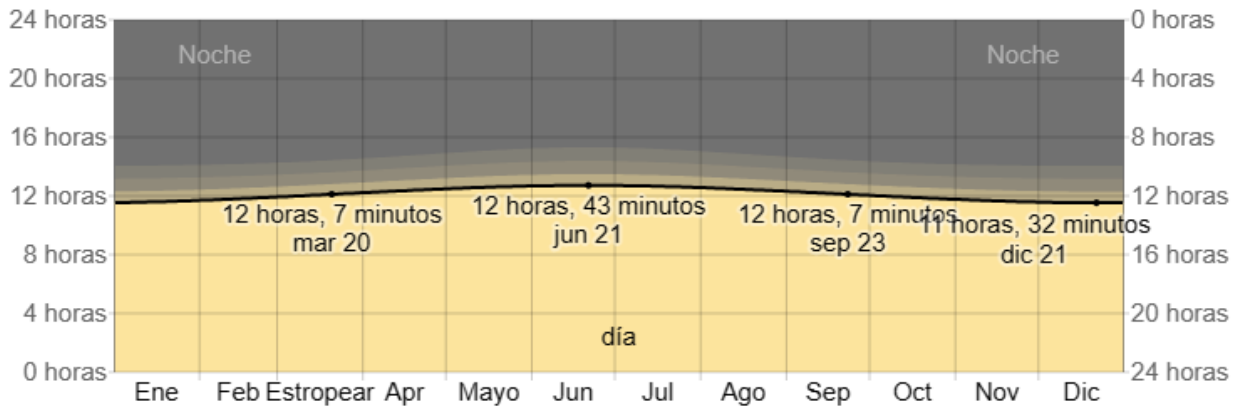


Figura 71. Cantidad de horas de luz natural en la Ciudad de Valencia para el año 20203

Fuente: <https://weatherspark.com/y/27392/Average-Weather-in-Valencia-Venezuela-Year-Round>

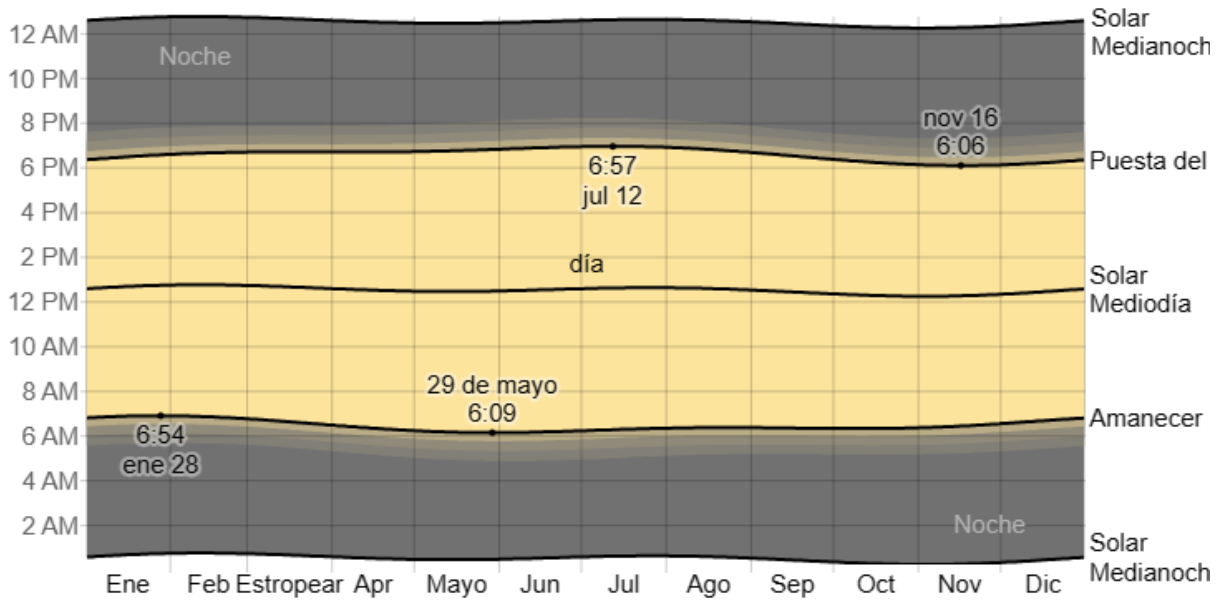


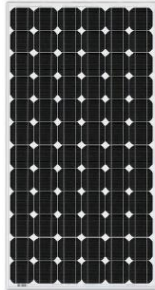
Figura 72. Salida del sol y puesta del sol en la Ciudad de Valencia para el año 2023.

Fuente: : <https://weatherspark.com/y/27392/Average-Weather-in-Valencia-Venezuela-Year-Round>

**ANEXO C: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMARAN EL
SISTEMA FOTOVOLTAICO**

BlueSolar Monocrystalline Panels

www.victronenergy.com



BlueSolar Monocrystalline 305W

- 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.
- 5-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 aluminium 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.
- High power models with pre-wired quick-connect system with MC4 (PV-ST01) connectors.

Article Number	Description	Net Weight	Electrical data under STC ⁽¹⁾				
			Nominal Power	Max-Power Voltage	Max-Power Current	Open-Circuit Voltage	Short-Circuit Current
			P _{MPP} W	V _{MPP} V	I _{MPP} A	V _{oc} V	I _{sc} A
SPM040201200	20W-12V Mono 440 x 350 x 25mm series 4a	1.9	20	18.5	1.09	22.6	1.19
SPM040301200	30W-12V Mono 560 x 350 x 25mm series 4a	2.2	30	18.7	1.61	22.87	1.76
SPM040401200	40W-12V Mono 425 x 668 x 25mm series 4a	3.1	40	18.3	2.19	22.45	2.40
SPM040551200	55W-12V Mono 545 x 668 x 25mm series 4a	4	55	18.8	2.94	22.9	3.22
SPM040901200	90W-12V Mono 780 x 668 x 30mm series 4a	6.1	90	19.6	4.59	24.06	5.03
SPM041151200	115W-12V Mono 1015 x 668 x 30mm series 4a	8	115	19.0	6.04	23.32	6.61
SPM041151202*	115W-12V Mono 1030 x 668 x 30mm series 4b	8	115	19.0	6.04	23.32	6.61
SPM041401200	140W-12V Mono 1250 x 668 x 30mm series 4a	9	140	19.4	7.22	23.6	8.05
SPM041751200	175W-12V Mono 1485 x 668 x 30mm series 4a	11	175	19.4	9.03	23.7	9.89
SPM042152400	215W-24V Mono 1580 x 808 x 35mm series 4a	15	215	37.4	5.75	45.82	6.30
SPM043052000	305W-20V Mono 1640 x 992 x 35mm series 4a	18	305	32.5	9.38	39.7	10.27
SPM043052002*	305W-20V Mono 1658 x 1002 x 35mm series 4b	19	305	32.5	9.38	39.7	10.27
SPM043602400	360W-24V Mono 1956 x 992 x 40mm series 4a	22	360	38.4	9.38	47.4	10.24
SPM043602402*	360W-24V Mono 1980 x 1002 x 40mm series 4b	23	360	38.4	9.38	47.4	10.24

Module	SPM 040201200	SPM 040301200	SPM 040401200	SPM 040551200	SPM 040901200	SPM 041151200	SPM 041151202	SPM 041401200	SPM 041751200	SPM 042152400	SPM 043052000	SPM 043052002	SPM 043602400	SPM 043602402		
Nominal Power (±3% tolerance)	20W	30W	40W	55W	90W	115W	115W	140W	175W	215W	305W	305W	360W	360W		
Cell type	Monocrystalline															
Number of cells in series	36						72		60		72					
Maximum system voltage	1000V															
Temperature coefficient of MPP (%)	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C	-0.45/°C		
Temperature coefficient of Voc (%)	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C	-0.35/°C		
Temperature coefficient of Isc (%)	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C	+0.04/°C		
Temperature Range	-40°C to +85°C															
Surface Maximum Load Capacity	200 kg/m²															
Allowable Hail Load	23 m/s, 7.53 g															
Junction Box Type	PV-LH0805			PV-LH0806		PV-LH0801		PV-LH0808		PV-LH0701			PV-JB002			
Length of Cables / Connector Type	No cable						900 mm MC4									
Output tolerance	+/-3%															
Frame	Aluminium															
Product warranty	5 years															
Warranty on electrical performance	10 years 90% + 25 years 80% of power output															
Smallest packaging unit	1 panel															
Quantity per pallet	380	260	200	140	72	72	36	48	42	42	42	42	37	37		

*New dimensions: will replace 4a model 1) STC (Standard Test Conditions: 1000 W/m², 25°C, AM (Air Mass) 1.5

Figura 73. Hoja de datos del panel solar BlueSolar

SmartSolar Charge Controller with VE.Can interface	150/70 VE.Can	150/85 VE.Can	150/100 VE.Can (also available without Bluetooth)
Battery voltage	12/24/48 V Auto Select (36 V: manual)		
Rated charge current	70 A	85 A	100 A
Nominal PV power, 12 V 1a,b)	1000 W	1200 W	1450 W
Nominal PV power, 24 V 1a,b)	2000 W	2400 W	2900 W
Nominal PV power, 36 V 1a,b)	3000 W	3600 W	4350 W
Nominal PV power, 48 V 1a,b)	4000 W	4900 W	5800 W
Max. PV short circuit current 2)	50 A (max 30 A per MC4 conn.)	70 A (max 30 A per MC4 conn.)	
Maximum PV open circuit voltage	150 V absolute maximum coldest conditions 145 V start-up and operating maximum		
Maximum efficiency	98 %		
Self-consumption	Less than 35 mA @ 12 V / 20 mA @ 48 V		
Charge voltage 'absorption'	Default setting: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (adjustable with: rotary switch, display, VE.Direct or Bluetooth)		
Charge voltage 'float'	Default setting: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (adjustable: rotary switch, display, VE.Direct or Bluetooth)		
Charge voltage 'equalization'	Default setting: 16,2 V / 32,4 V / 48,6 V / 64,8 V (adjustable)		
Charge algorithm	multi-stage adaptive (eight preprogrammed algorithms) or user defined algorithm		
Temperature compensation	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C		
Protection	PV reverse polarity / Output short circuit / Over temperature		
Operating temperature	-30 to +60 °C (full rated output up to 40 °C)		
Humidity	95 %, non-condensing		
Maximum altitude	5000m (full rated output up to 2000m)		
Environmental condition	Indoor, unconditioned		
Pollution degree	PD3		
Data communication	VE.Can, VE.Direct and Bluetooth		
Remote on/off	Yes (2 pole connector)		
Programmable relay	DPST AC rating: 240 VAC / 4 A DC rating: 4 A up to 35 VDC, 1 A up to 60 VDC		
Parallel operation	Yes, parallel synchronised operation with VE.Can (max. 25 units) or Bluetooth (max. 10 units)		
ENCLOSURE			
Colour	Blue (RAL 5012)		
PV terminals 3)	35 mm ² / AWG2 (Tr models) Two pairs of MC4 connectors (MC4 models)	35 mm ² / AWG2 (Tr models) Three pairs of MC4 connectors (MC4 models)	
Battery terminals	35mm ² / AWG2		
Protection category	IP43 (electronic components), IP22 (connection area)		
Weight	3 kg	4,5kg	
Dimensions (h x w x d) in mm	Tr models: 185 x 250 x 95 mm MC4 models: 215x 250 x 95 mm	Tr models: 216 x 295 x 103 MC4 models: 246 x 295 x 103	
STANDARDS			
Safety	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
STORED TRENDS			
Data stored	Battery voltage,current and temperature, as well as load output current, PV voltage and PV current.		
Number of days trends data is stored	46		
1a) If more PV power is connected, the controller will limit input power. 1b) The PV voltage must exceed Vbat + 5 V for the controller to start. Thereafter the minimum PV voltage is Vbat + 1 V. 2) A PV array with a higher short circuit current may damage the controller. 3) MC4 models: several splitter pairs may be needed to parallel the strings of solar panels Maximum current per MC4 connector: 30 A (the MC4 connectors are parallel connected to one MPPT tracker)			



With VE.Can or Bluetooth up to 25 respectively up to 10 Charge Controllers can be daisy-chained for synchronous charging and connected to a Color Control GX or other GX device. Each Controller can be monitored individually, for example on a Color Control GX and on the VRM website (VE.Can) or on a smartphone or iPad (Bluetooth)

Figura 74. Hoja de datos del controlador de carga MPPT Smart Solar 150/85

12,8 V & 25,6 V Lithium SuperPack batteries

www.victronenergy.com

Integrated BMS and safety switch

The SuperPack batteries are extremely easy to install, needing no additional components. The internal switch will disconnect the battery in case of over discharge, over charge, low or high temperature.

Abuse proof

A lead-acid battery will fail prematurely due to sulfation:

- If it operates in deficit mode during long periods of time (i.e. if the battery is rarely, or never at all, fully charged).
- If it is left partially charged or worse, fully discharged.

A Lithium-Ion battery does not need to be fully charged. Service life even slightly improves in case of partial charge instead of a full charge. This is a major advantage of Li-ion compared to lead-acid.

The SuperPack batteries will cut-off the charge or discharge current when the maximum ratings are exceeded.

Efficient

In several applications (especially off-grid solar), energy efficiency can be of crucial importance.

The round-trip energy efficiency (discharge from 100 % to 0 % and back to 100 % charged) of the average lead-acid battery is 80 %.

The round-trip energy efficiency of a Li-ion battery is 92 %.

The charge process of lead-acid batteries becomes particularly inefficient when the 80 % state of charge has been reached, resulting in efficiencies of 50 % or even less in solar systems where several days of reserve energy are required (battery operating in 70 % to 100 % charged state).

In contrast, a Li-ion battery will still achieve 90 % efficiency even under shallow discharge conditions.

Can be connected in parallel

The batteries can be connected in parallel. Series connection is not allowed.

Use in upright position only.



Lithium SuperPack	12,8/20	12,8/60	12,8/100	12,8/100 High current	12,8/200	25,6/50
Chemistry	LiFePO4					
Nominal voltage	12,8 V					25,6 V
Nominal capacity @ 25 °C	20 Ah	60 Ah	100 Ah		200 Ah	50 Ah
Nominal capacity @ 0 °C	16 Ah	48 Ah	80 Ah		160 Ah	40 Ah
Nominal energy @ 25 °C	256 Wh	768 Wh	1280 Wh		2560 Wh	1280 Wh
Cycle life @ 80 % DoD and 25 °C	2500 cycles					
CHARGE and DISCHARGE						
Max. cont. discharge current ⁽¹⁾	30 A	30 A	50 A	100 A	70 A	50 A
Peak discharge current (10 sec)	80 A	80 A	100 A	150 A	100 A	100 A
End of discharge voltage	10 V					20 V
Charge voltage, absorption ⁽²⁾	14,2 V – 14,4 V					28,4 V – 28,8 V
Charge voltage, float	13,5 V					27 V
Max. cont. charge current	15 A	30 A	50 A	100 A	70 A	50 A
OPERATING CONDITIONS						
Parallel configuration	Yes, unlimited					
Series configuration	No					
Operating temperature	Discharge: -20 °C to +50 °C Charge: +0 °C to +45 °C ⁽³⁾					
Storage temperature	-40 °C to +65 °C					
Max. storage time when fully charged	1 year ≤ 25 °C 3 months ≤ 40 °C					
Humidity (non-condensing)	Max. 95 %					
Protection class	IP 43					
OTHER						
Power connection (threaded inserts)	M5	M6	M8		M8	M8
Dimensions (h x w x d) mm	167 x 181 x 77	213 x 229 x 138	220 x 330 x 172		208 x 520 x 269	220 x 330 x 172
Weight	3,5 kg	9,5 kg	14 kg		21 kg	14 kg
1. The battery may disconnect when a load with a high input capacitance is connected, such as an inverter. The battery will however retry and connect after approximately 10 seconds. 2. The absorption period should preferably not exceed 4 hrs. A longer absorption period may slightly reduce service life. 3. Serial number HQ2040 and newer: charge is automatically blocked when the cell temperature decreases below 0±3 °C. It will accept charging again when increased above 3±3 °C. Discharge is automatically blocked when cell temperature decreases below -20±3 °C. This protection resets when temperature above -15±3 °C.						

Figura 75. Hoja de datos de Lithium Batery Smart de 25,6V

Blue Smart IP22 Charger	12 V, 1 output 15 / 20 / 30 A	12 V, 3 outputs 15 / 20 / 30 A	24 V, 1 output 8 / 12 / 16 A	24 V, 3 outputs 16 A
Input voltage range	100 – 130 VAC		100 – 130 VAC	
Charge current, normal mode	15 / 20 / 30 A		8/12/16 A	
Charge current, NIGHT or LOW	7,5 / 10 / 15 A		4 / 6 / 8 A	
Efficiency	93 %		94 %	
No load power consumption	0.5 W		0.5 W	
Frequency	45 – 65 Hz		45 – 65 Hz	
Number of outputs	1	3	1	3
Charge voltage 'absorption'	Normal: 14,4 V	High: 14,7 V Li-ion: 14,2 V	Normal: 28,8 V	High: 29,4 V Li-ion: 28,4 V
Charge voltage 'float'	Normal: 13,8 V	High: 13,8 V Li-ion: 13,5 V	Normal: 27,6 V	High: 27,6 V Li-ion: 27,0 V
Charge voltage 'storage'	Normal: 13,2 V	High: 13,2 V Li-ion: 13,5 V	Normal: 26,4 V	High: 26,4 V Li-ion: 27,0 V
Charge algorithm	6-stage adaptive			
Can be used as power supply	Yes			
Protection	Battery reverse polarity (fuse)		Output short circuit	Over temperature
Operating temp. range	-40 to +60 °C (full rated output up to 40 °C)		0 to + 140 °F (full rated output up to 90 °F)	
Humidity (non-condensing)	Max 98 %			
ENCLOSURE				
Material & Colour	Aluminium (blue RAL 5012)			
Battery connection	Screw terminals 16 mm ² / AWG6			
120 VAC connection	Cable of 1.8 meter (6 feet) with US NEMA 5-15 plug			
Protection category	IP22			
Weight	1,3 kg (3lbs)			
Dimensions (h x w x d)	235 x 108 x 65 mm (9.7 x 4.3 x 2.6 inch)			
STANDARDS				
Safety	EN 60335-1, EN 60335-2-29			
Emission	EN 55014-1, EN 61000-6-3, EN 61000-3-2			
Immunity	EN 55014-2, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-3-3			
Automotive	ECER10-5			



Smart Battery Sense
Enables temperature and voltage compensated charging.



BMV-712 Smart Battery Monitor



SmartShunt

BMV-712 Smart Battery Monitor or SmartShunt enables temperature and voltage compensated charging.
The battery charge current information can for example be used to switch from absorption charging to float charging at a set battery tail current.

Notes

1. The VE.Smart Network feature is enabled on all IP22 chargers with serial number HQ2024xxxxx and later.
2. Models with different current ratings can be paralleled and synchronized.

Figura 76. Hoja de datos del cargador Blue Smart IP22 24/16/1

Phoenix Inverter	12 Volt 24 Volt 48 Volt	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Cont. power at 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Cont. power at 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Peak power		400W	700W	900W	1500W	2200W
Output AC voltage / frequency (adjustable)		230VAC or 120VAC +/- 3% 50Hz or 60Hz +/- 0,1%				
Input voltage range		9,2- 17 / 18,4- 34,0 / 36,8- 62,0V				
DC low shut down (adjustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dynamic (load dependent) DC low shut down (fully configurable)		Dynamic cut-off, see https://www.victronenergy.com/live/ve.direct.phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
DC low restart and alarm (adjustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Battery charged detect (adjustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Max. efficiency		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Zero-load power		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Default zero-load power in ECO mode (default retry interval: 2,5 s, adjustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W
ECO mode stop and start power setting		Adjustable				
Protection (2)		a - f				
Operating temperature range		-40 to +65°C (fan assisted cooling) Derate 1,25% per °C above 40°C				
Humidity (non-condensing)		max 95%				
ENCLOSURE						
Material & Colour		Steel chassis and plastic cover (blue Ral 5012)				
Battery-connection		Screw terminals				
Maximum cable cross-section		10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25 / 10 / 10mm ² / AWG4 / 8 / 8	35 / 25 / 25mm ² / AWG2 / 4 / 4
Standard AC outlets		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (male plug included) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R, GFCI				
Protection category		IP 21				
Weight		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensions (h x w x d, mm) (h x w x d, inch)		86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3.4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V model: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V model: 117 x 232 x 362)
ACCESSORIES						
Remote on-off		Yes				
Automatic transfer switch		Filax				
STANDARDS						
Safety		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1 / UL 458 (3)				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Automotive Directive		ECE R10-4				
1) Nonlinear load, crest factor 3:1 2) Protection key: a) output short circuit b) overload c) battery voltage too high d) battery voltage too low e) temperature too high f) DC ripple too high		3) UL 458 only for inverters with GFCI output socket				



Battery Alarm
An excessively high or low battery voltage is indicated by an audible and visual alarm, and a relay for remote signalling.



VE.Direct Bluetooth Smart dongle
(must be ordered separately)



BMV Battery Monitor
The BMV Battery Monitor features an advanced microprocessor control system combined with high resolution measuring systems for battery voltage and charge/discharge current. Besides this, the software includes complex calculation algorithms to exactly determine the state of charge of the battery. The BMV selectively displays battery voltage, current, consumed Ah or time to go. The monitor also stores a host of data regarding performance and use of the battery.

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | The Netherlands
General phone: +31 (0)36 535 97 00 | E-mail: sales@victronenergy.com
www.victronenergy.com



Figura 77. Hoja de datos del Phoenix Inverter VE.Direct 500 VA

Detalles del producto

Perfil de la compañía

Transacciones

Reportar actividad sospechosa

Lugar de origen: Zhejiang, China	Marca: JQX/NEEL
Número de Modelo: 62F	Teoría: Relé electromagnético
Aplicación: Propósito General	Talla: Miniatura
Característica de protección: Foca	Carga de contacto: Alta potencia
Tensión de: 12v 24v 220v	Actual: 80A... 100A... 120A
Material: Plata cobre	Tamaño: 84*68,2*65,5mm
Max potencia de funcionamiento: 20 000VA/2.000 W	Max tensión de funcionamiento: 250VAC/30VDC

Embalaje y envío

Unidades de venta: Un solo artículo

Tamaño de paquete único: 10X10X10 cm

Peso bruto único: 0.500 kg

Tipo de paquete: Embalaje estándar de la exportación

Lead time

Cantidad(Unidades)	1 - 1000	>1000
Hora del Est.(días)	7	Se negociará

1 Los atributos de producto

Modelo	62F/2Z
Tamaño: L * W * H (mm)	84*68,2*65,5
Formulario de contacto	2H 2D... 2Z (2A... 2B... 2C)
Material	De aleación de plata de cobre
Max corriente de funcionamiento	2Z(2C):80A... 100A... 120A
Max tensión de funcionamiento	250VAC/30VDC
Max potencia de funcionamiento	20 000VA/2.000 W
Carga nominal (carga resistiva)	80A 250VAC/30VDC
Tensión nominal	6 ~ 240VAC/5 ~ 110VDC
Funcionamiento Normal de	10VA/2,0 W
Resistencia de aislamiento (MΩ)	1.000
Fuerza dieléctrica (entre la bobina y el contacto)	2,500VAC
La temperatura ambiente	-40°C + 70°C
Tiempo de funcionamiento/tiempo de liberación	25ms/25ms
Vida mecánica (Min.)	1*10 ⁶
Vida útil (Min.)	1*10 ⁵
Los certificados de seguridad	CE
Tipo de Terminal	Línea de tornillo tipo de terminal

2 pantalla del producto

2 Unid
Tiempo

Envío
UPS I

Total

Hablar ahora

Yueqin
Manufa
CN
Tiempo
≤9h
207 Tra
190,00

Historial de búsquedas

Figura 78. Hoja de datos del relé JQX – 62F 80A 250VAC/30VDC

**ANEXO D: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA EL
SISTEMA FOTOVOLTAICO**



La versión	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Pequeño interruptor automático
tipo de producto	PIA magnetotérmico 5SL
Datos técnicos generales	
número de polos	2
número de polos / observación	2P
clase de característica de disparo	C
interruptor automático / tipo básico	5SL6
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / típico	10 000
categoría de sobretensión	3
grado de contaminación	2
Voltaje	
tensión de aislamiento	250 V
<ul style="list-style-type: none"> • con funcionamiento monofásico / con AC / valor asignado 	250 V
<ul style="list-style-type: none"> • con funcionamiento polifásico / con AC / valor asignado 	440 V

Figura 79. Hoja de datos del Breaker Siemens 5SL6220-7MB

La tensión de alimentación	
tipo de corriente	AC
intensidad de empleo / con AC / valor asignado	20 A
tensión de alimentación / con AC / valor asignado	400 V
tensión de empleo	
• con funcionamiento polifásico / con AC / máx.	440 V
• con DC / valor asignado / máx.	72 V
frecuencia de la tensión de alimentación	
• valor asignado	50 Hz
Clase de protección	
grado de protección IP	IP20, con conductores conectados
Capacidad de conmutación	
poder de corte, corriente	
• según EN 60898 / valor asignado	6 kA
Disipación	
pérdidas [W] / con valor asignado de la intensidad / con AC / en estado operativo caliente / por polo	1,7 W
aptitud de uso	Residencial / infraestructuras
Detalles del producto	
función del producto / neutro maniobrable	No
equipamiento del producto / protección contra contactos directos	Sí
propiedad del producto	
• libre de halógenos	Sí
• precintable	Sí
• sin silicona	Sí
ampliación del producto / incorporable / dispositivos complementarios	Sí
Conexiones	
sección de conductor conectable / monofilar	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	25 mm ²
sección de conductor conectable / multifilar	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	25 mm ²
sección de conductor conectable / alma flexible / con preparación de los extremos de cable	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	25 mm ²
par de apriete / con bornes de tornillo	
• mín.	2,5 N·m

Figura 80. Continuación de la hoja de datos del Breaker Siemens 5SL6220-7MB



• máx.	3 N·m
Diseño Mecánico	
altura	90 mm
anchura	36 mm
profundidad	76 mm
profundidad de montaje	70 mm
número de módulos de anchura	2
posición de montaje	según las necesidades del usuario
peso neto	252 g
Condiciones ambientales	
temperatura ambiente	
• mín.	-25 °C
• máx.	45 °C
temperatura ambiente / durante el almacenamiento	
• mín.	-40 °C
• máx.	75 °C
Certificados	
designaciones de referencia	
• según EN 61346-2	F
• según IEC 81346-2:2009	F
General Product Approval	Declaration of Conformity
	
Miscellaneous	EG-Konf.
Más información	
Information- and Downloadcenter (Catálogos, Folletos,...)	
http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs	
Industry Mall (sistema de pedido online)	
https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/product?mlfb=5SL6220-7MB	
Service&Support (Manuales, certificados, características, FAQ,...)	
https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/ps/5SL6220-7MB	
Base de datos de imágenes (fotos de producto, dibujos acotados 2D, modelos 3D, esquemas de conexiones, ...)	
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=5SL6220-7MB	
CAX-Online-Generator	
http://www.siemens.com/cax	
Tender specifications	
http://www.siemens.com/specifications	

Figura 81. Continuación de la hoja de datos del Breaker Siemens 5SL6220-7MB



La versión	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Pequeño interruptor automático
tipo de producto	PIA magnetotérmico 5SL
Datos técnicos generales	
número de polos	2
número de polos / observación	2P
clase de característica de disparo	C
interruptor automático / tipo básico	5SL6
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / típico	10 000
categoría de sobretensión	3
grado de contaminación	2
Voltaje	
tensión de aislamiento	
<ul style="list-style-type: none"> • con funcionamiento monofásico / con AC / valor asignado 	250 V
<ul style="list-style-type: none"> • con funcionamiento polifásico / con AC / valor asignado 	440 V

Figura 82. Hoja de datos del Disyuntor 5SL6225-7MB

La tensión de alimentación	
tipo de corriente	AC
intensidad de empleo / con AC / valor asignado	25 A
tensión de alimentación / con AC / valor asignado	400 V
tensión de empleo	
• con funcionamiento polifásico / con AC / máx.	440 V
• con DC / valor asignado / máx.	72 V
frecuencia de la tensión de alimentación	
• valor asignado	50 Hz
Clase de protección	
grado de protección IP	IP20, con conductores conectados
Capacidad de conmutación	
poder de corte, corriente	
• según EN 60898 / valor asignado	6 kA
Disipación	
pérdidas [W] / con valor asignado de la intensidad / con AC / en estado operativo caliente / por polo	2,2 W
aptitud de uso	Residencial / infraestructuras
Detalles del producto	
función del producto / neutro maniobrable	No
equipamiento del producto / protección contra contactos directos	Sí
propiedad del producto	
• libre de halógenos	Sí
• precintable	Sí
• sin sílica	Sí
ampliación del producto / incorporable / dispositivos complementarios	Sí
Conexiones	
sección de conductor conectable / monofilar	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	25 mm ²
sección de conductor conectable / multifilar	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	25 mm ²
sección de conductor conectable / alma flexible / con preparación de los extremos de cable	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	25 mm ²
par de apriete / con bornes de tornillo	
• mín.	2,5 N·m

Figura 83. Continuación de la hoja de datos del del Disyuntor 5SL6225-7MB



• máx.	3 N·m
Diseño Mecánico	
altura	90 mm
anchura	36 mm
profundidad	76 mm
profundidad de montaje	70 mm
número de módulos de anchura	2
posición de montaje	según las necesidades del usuario
peso neto	252 g
Condiciones ambientales	
temperatura ambiente	
• mín.	-25 °C
• máx.	45 °C
temperatura ambiente / durante el almacenamiento	
• mín.	-40 °C
• máx.	75 °C
Certificados	
designaciones de referencia	
• según EN 61346-2	F
• según IEC 81346-2:2009	F
General Product Approval	Declaration of Conformity
	 EG-Konf.
Más información	
Information- and Downloadcenter (Catálogos, Folletos,...) http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs	
Industry Mall (sistema de pedido online) https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/product?mlfb=5SL6225-7MB	
Service&Support (Manuales, certificados, características, FAQ,...) https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/ps/5SL6225-7MB	
Base de datos de imágenes (fotos de producto, dibujos acotados 2D, modelos 3D, esquemas de conexiones, ...) http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=5SL6225-7MB	
CAX-Online-Generator http://www.siemens.com/cax	
Tender specifications http://www.siemens.com/specifications	

Figura 84. Continuación de la hoja de datos del del Disyuntor 5SL6225-7MB

Mini Circuit Breaker

QP 125A Frame Circuit Breaker

1 - 2 and 3-pole; 10A -125A



Catalog Numbers

Amperage	Poles	QP	QPH	HQP
10	1	Q110	–	–
15	1	Q115 Ⓢ	Q115H Ⓢ	Q115HH Ⓢ
20	1	Q120 Ⓢ	Q120H Ⓢ	Q120HH Ⓢ
25	1	Q125	Q125H	Q125HH
30	1	Q130	Q130H	Q130HH
40	1	Q140	Q140H	Q140HH
45	1	Q145	Q145H	Q145HH
50	1	Q150	Q150H	Q150HH
60	1	Q160	Q160H	Q160HH
70	1	Q170	Q170H	Q170HH
Amperage	Poles	QP	QPH	HQP
10	2	Q210	–	–
15	2	Q215	Q215H	Q215HH
20	2	Q220	Q220H	Q220HH
25	2	Q225	Q225H	Q225HH
30	2	Q230	Q230H	Q230HH
40	2	Q240	Q240H	Q240HH
45	2	Q245	Q245H	Q245HH
50	2	Q250	Q250H	Q250HH
60	2	Q260	Q260H	Q260HH
70	2	Q270	Q270H	Q270HH
80	2	Q280	Q280H	Q280HH
90	2	Q290	Q290H	Q290HH
100	2	Q2100	Q2100H	Q2100HH
110	2	Q2110	Q2110H	Q2110HH
125	2	Q2125	Q2125H	Q2125HH

usa.siemens.com/resibreakers

Figura 85. Hoja de datos del Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P

UL 489 Interrupting Ratings

Breaker Type	UL A.I.R. (kA) RMS Symmetrical Amperes Volts AC (50/60 Hz)		
	120	120/240	240
QP	10	10	-
	-	-	10
	-	10	-
	-	-	10
QPH	22	22	-
	-	22	-
	-	-	22
HQP	65	65	-
	-	65	-
	-	-	65

Standards:
 UL 489
 CSA C22.2 NO. 5-16
 NMX-J-266-ANCE

Amperage	Poles	QP	QPH	HQP
15	2	Q215R	-	-
20	2	Q220R	-	-
25	2	Q225R	-	-
30	2	Q230R	-	-
40	2	Q240R	-	-
45	2	Q245R	-	-
50	2	Q250R	-	-
Amperage	Poles	QP	QPH	HQP
15	3	Q315	Q315H	Q315HH
20	3	Q320	Q320H	Q320HH
25	3	Q325	Q325H	Q325HH
30	3	Q330	Q330H	Q330HH
40	3	Q340	Q340H	Q340HH
45	3	Q345	Q345H	Q345HH
50	3	Q350	Q350H	Q350HH
60	3	Q360	Q360H	Q360HH
70	3	Q370	Q370H	Q370HH
80	3	Q380	Q380H	Q380HH
90	3	Q390	Q390H	Q390HH
100	3	Q3100	Q3100H	Q3100HH

① UL Listed for frequent switching applications (SWD).

All QP, QPH and HQP are UL listed for use with 60/75° wire through 40 amps, UL listed for use with 75° wire only for 50 amps and above, HACR rated.

Special Application Breakers

Type	Amperage	Poles	Catalog Number
HID	15	1	Q115HID
	20	1	Q120HID
	30	1	Q130HID
	15	2	Q215HID
	20	2	Q220HID
	30	2	Q230HID
Molded Case Switch	100	1	Q1100S
	30	2	Q230S
	50	2	Q250S
	60	2	Q260S
	125	2	Q2125S
No-Noise	50	2	Q250NN
	60	2	Q260NN
Switching Neutrals	15	2	QG215
	20	2	QG220
	20	3	QG320

Figura 86. Continuación de la hoja de datos del Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P

External Accessories

Description	Catalog Number	No. of Poles
Padlocking Device	ECPLD1	1
	ECPLD1R	1
	ECPLD2	2
	ECPLD2R	2
	ECPLD3	3
	ECPLD3R	3
	ECQLD4	1
Handle Tie	ECQTH2	1
	ECQTH3	2
Handle Blocking Device	ECQTH2	1
	ECQTH3	1

Shunt Trip

Description	Catalog Number	Field/Factory Installed
120VAC	add suffix...00S01	Factory
24VAC	add suffix...00S07	Factory

Auxiliary Switch

Description	Catalog Number	Field/Factory Installed
120VAC	add suffix...01	Factory

Description	Catalog Number
non-UL 50C calibration	add suffix...M
400 Hz Calibration ①	add suffix...Y
Fungus Proofing	add suffix...F

① UL listed 5kA max A.I.R.

Pressure Wire Connectors

Load Side terminal factory installed only

Breaker Type	Ampere Rating	Cables per Lug	No. of Poles	Wire Range
QP, QPH & HQP	15 - 20	1	1, 2, 3	#14 - #10 AWG Cu
		1	1, 2, 3	#12 - #10 AWG Al.
	25 - 35	1	1, 2, 3	#10 - #8 AWG Cu.
		1	1, 2, 3	#10 - #6 AWG Al.
	40 - 50	1	1, 2, 3	#8 - #6 AWG Cu.
		1	1, 2, 3	#8 - #4 AWG Al.
QP	55 - 60	1	1, 2	#6 - #4 AWG Cu.
		1	1, 2	#6 - #4 AWG Al.
	55 - 60	1	3	#6 - #3 AWG Cu.
		1	3	#6 - #3 AWG Al.
QPH & HQP	55 - 60	1	1, 2, 3	#6 - #3 AWG Cu.
		1	1, 2, 3	#6 - #3 AWG Al.
QP, QPH & HQP	70 - 100	1	1, 2, 3	#4 - #3 AWG Cu.
		1	1, 2, 3	#3 - #1 AWG Al.
	110 - 125	1	2	#2 - #1/0 AWG Cu.
		1	2	#1/0 - #2/0 AWG Al.

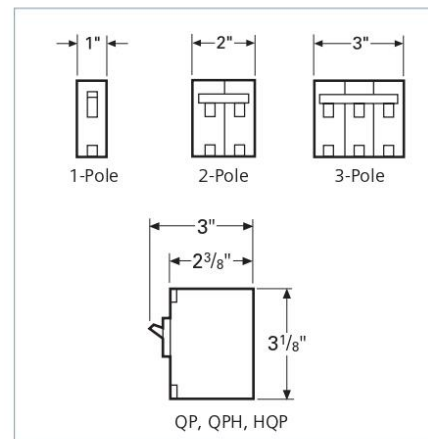


Figura 87. Continuación de la hoja de datos del Disyuntor Q110 10A 120VAC 1P

CZKE

Solution A :
Fit the wires of 5~15 AWG (Inner core)
6 mm (0.236inch)
7.6mm screw (0.299inch)

Solution B :
Fit the wires of 4~10 AWG (No inner core)
8.53 mm (0.336inch)
6mm screw (0.236inch)

You can take in/out the inner core easily
Pasa el ratón por encima de la imagen para ampliarla

34,75 €
 1 opción a partir de 34,75 €

34,75 €
 1 opción a partir de 34,75 €

34,75 €
 1 opción a partir de 34,75 €

34,75 €
 1 opción a partir de 34,75 €

- Fabricado con piezas de alta calidad. Fácil de usar y duradero
- Función: evita el exceso de corriente, protege el aparato eléctrico. Adecuado para protección de sobrecarga del sistema de audio/video del coche
- Aplicar en la conexión de la línea de alimentación de audio
- El botón de reinicio único también se puede utilizar como un interruptor de apagado, carcasa resistente al agua de alta tecnología
- Uso en lugar de un portafusibles en línea

[Ver más detalles](#)

Disyuntor, 50Amp -100Amp Disyuntor Restablecer Portafusibles Coche Barco Portafusibles Impermeable 12-24V Nuevo(100A)
 ★★★★★ 4 | 13,69 €
[Comprar ya >](#)

Patrocinado

Información de producto

Detalles técnicos

Marca	SCHIK
Número de modelo	SCHIK
Color	80 A
Peso del producto	500 gramos
Peso del producto	500 g

Información adicional

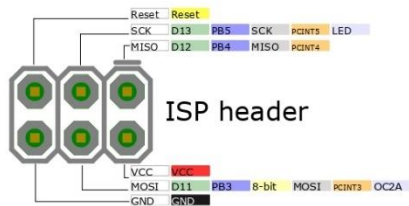
ASIN	B0C39NZH63
Producto en Amazon.es desde	23 abril 2023

Ayúdanos a mejorar

¿Quieres [informarnos sobre un precio más bajo?](#)

Figura 88. Hoja de datos del SCHIK Disyuntor de circuito de 24 V CC 80 A

**ANEXO E: FICHAS TÉCNICAS DEL HARDWARE LIBRE QUE CONFORMARÁ EL
SISTEMA DE CONTROL**



RedBoard (DEV-13975)

Programmed with Arduino (Uno)
16MHz

Name	ADC
Power	PWM
GND	Serial
Control	Ext Interrupt
Arduino	PC Interrupt
Port	Misc

MiniB USB

Reset Button

NC	
IOREF	IOREF
Reset	RST
3.3V	3.3V
5V	5V
GND	GND
GND	GND
Vin	Vin

PCINT8	ADC0	PC0	A0/D14	A0
PCINT9	ADC1	PC1	A1/D15	A1
PCINT10	ADC2	PC2	A2/D16	A2
PCINT11	ADC3	PC3	A3/D17	A3
PCINT12	SDA	ADC4	A4/D18	A4
PCINT13	SCL	ADC5	A5/D19	A5

SCL	A5/D19	PC5	ADC5	SCL	PCINT13	
SDA	A4/D18	PC4	ADC4	SDA	PCINT12	
AREF	AREF					
GND	GND					
13	D13	PB5	SCK	PCINT5	LED	
12	D12	PB4	MISO	PCINT4		
11	D11	PB3	8-bit	MOSI	PCINT3	OC2A
10	D10	PB2	8-bit	SS	PCINT2	OC1B
9	D9	PB1	8-bit	PCINT1	OC1A	
8	D8	PB0	PCINT0	ICP1	CLKO	
7	D7	PD7	PCINT23	IN1		
6	D6	PD6	8-bit	PCINT22	OC0A	AIN0
5	D5	PD5	8-bit	PCINT21	OC0B	T1
4	D4	PD4	PCINT20	TO	XCK	
3	D3	PD3	8-bit	INT1	PCINT19	OC2B
2	D2	PD2	INT0	PCINT18		
TX0->1	D1	PD1	TXD	PCINT17		
RX<->0	D0	PD0	RXD	PCINT16		

ISP header

Power
VIN: 7V-15V
VCC: 5V
Maximum current: 800mA on 5V line
150mA on 3.3V line

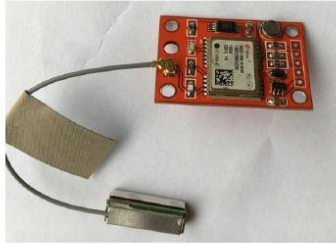
ATMega328
Absolute maximum VCC: 6V
Maximum current for chip: 200mA
Maximum current per pin: 40mA
Recommended current per pin: 20mA
8-bit Atmel AVR
Flash Program Memory: 32kB
EEPROM: 1kB
Internal SRAM 2kB
ADC: 10-bit
PWM: 8bit

LEDs
Power: Green
User (D13): Blue
RX: Yellow
TX: Red



Figura 89. Hoja de datos del Red Board de Sparkfun (Arduino uno)

Arduino GY-NEO6MV2 GPS Module c/w Antenna & Flight Control EEPROM



GY-NEO6MV2 board features the u-blox NEO-6M GPS module with antenna and built-in EEPROM. This is compatible with various flight controller boards designed to work with a GPS module.

Technical Specifications:

- Power Supply Range: 3 V to 5 V
- Model: GY-GPS6MV2
- Ceramic antenna
- EEPROM for saving the configuration data when powered off
- Backup battery
- LED signal indicator
- Mounting Hole Diameter: 3 mm
- Default Baud Rate: 9600 bps
- Module size 23mm * 30mm
- Antenna size 12 * 12mm
- Cable:20mm

Features:

- Use XM37-1612 module, MTK Platform, with high-gain active antenna
- TTL level, compatible with 3.3V/5V system
- The default baud rate: 9600
- With rechargeable backup battery, can save the ephemeris data when it power down, and make the warm start.
- Suitable for RC quad copter, navigator

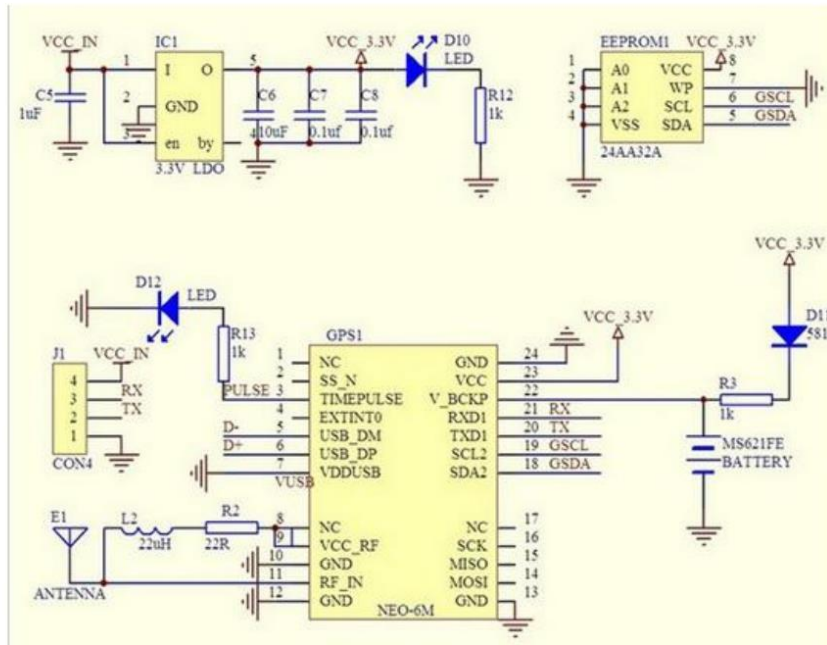
For purchase & enquiries, please contact sales@synacorp.com.my or call 04-5041617

Figura 90. Hoja de datos del Módulo GPS GY – GPS6MV2

Pin out:

VCC: Connect 3.3V/5V
 GND: Connect GND
 TXD: Connect MCU.RX
 RXD: Connect MCU.TX

Schematic:



For purchase & enquiries, please contact sales@synacorp.com.my or call 04-5041617

Figura 91. Continuación de la hoja de datos del Módulo GPS GY – GPS6MV2

SONGLE RELAY

	RELAY ISO9002	SRD
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------	------------



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

5. DIMENSION (unit:mm) DRILLING (unit:mm) WIRING DIAGRAM

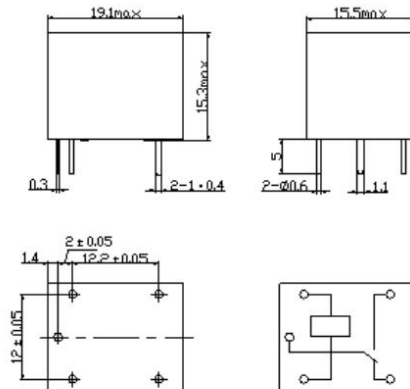


Figura 92. Hoja de datos del Módulo de relevadores

6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) $\pm 10\%$	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity		7A 28VDC	10A 28VDC
Resistive Load ($\cos\Phi=1$)		10A 125VAC	10A 240VAC
		7A 240VAC	
Inductive Load ($\cos\Phi=0.4$ L/R=7msec)		3A 120VAC	5A 120VAC
		3A 28VDC	5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100m Ω Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength	Between coil & contact	1500VAC 50/60HZ (1 minute)
	Between contacts	1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 M Ω Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 ⁷ operations. Min. (no load)
Electrically		10 ⁵ operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

9. REFERENCE DATA

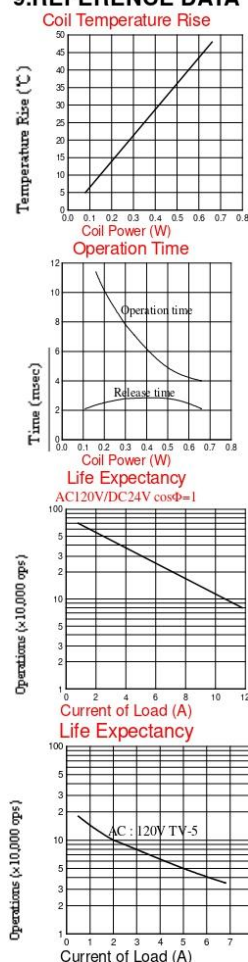


Figura 93. Continuación de la hoja de datos del Módulo de relevadores

Electrak HD Technical Specifications

Mechanical Specifications			Electrical Specifications		
Parameter		Electrak HD	Parameter		Electrak HD
Max. static load ⁽¹⁾	[kN (lbs)]	18 (4050)	Available input voltages ⁽⁵⁾	[Vdc]	12, 24, 48
Max. dynamic load (Fx)	[kN (lbs)]		Input voltage tolerance	[Vdc]	
HDxx-B017		1.7 (382)	HD12 (12 Vdc input voltage)		9 - 16
HDxx-B026		2.6 (585)	HD24 (24 Vdc input voltage)		18 - 32
HDxx-B045		4.5 (1012)	HD48 (48 Vdc input voltage)		36 - 64
HDxx-B068		6.8 (1529)	Current draw @ no load/max. load	[A]	
HDxx-B100		10 (2248)	HD12-B017		3/18
HDxx-B160		16 (3584)	HD24-B017		1.5/9
Speed @ no load/max. load ⁽²⁾	[mm/s (in/s)]		HD48-B017		0.75/4.5
HDxx-B017		71/58 (2.8/2.28)	HD12-B026		3/18
HDxx-B026		40/32 (1.6/1.3)	HD24-B026		1.5/9
HDxx-B045		24/19 (0.94/0.75)	HD48-B026		0.75/4.5
HDxx-B068		18/14 (0.71/0.55)	HD12-B045		3/18
HDxx-B100		11/9 (0.43/0.35)	HD24-B045		1.5/9
HDxx-B160		7/5 (0.27/0.21)	HD48-B045		0.75/4.5
Min. ordering stroke (S) length	[mm]	100	HD12-B068		3/20
Max. ordering stroke (S) length ⁽³⁾	[mm]	1000	HD24-B068		1.5/10
Ordering stroke length increments	[mm]	50	HD48-B068		0.75/5
Operating temperature limits	[°C (F)]	-40 - 85 (-40 - 185)	HD12-B100		3/18
Full load duty cycle @ 25 °C (77 °F)	[%]	25 ⁽⁴⁾	HD24-B100		1.5/9
End play, maximum	[mm (in)]	1.2 (0.047)	HD48-B100		0.75/4.5
Restraining torque	[Nm (lbs)]	0	HD12-B160		3/20
Protection class - static		IP67 / IP69K	HD24-B160		1.5/10
Protection class - dynamic		IP66	HD48-B160		0.75/5
Salt spray resistance	[h]	500	Motor leads cross section	[mm ² (AWG)]	2 (14)
			Signal leads cross section	[mm ² (AWG)]	0.5 (20)
			Standard cable lengths (Ca1) ⁽⁶⁾	[m (in)]	0.3, 1.5, 5 (11.8, 59, 197)
			Cable diameter (Ca2) ⁽⁶⁾	[mm (in)]	7.5 (.295)
			Flying lead length (Ca3) ⁽⁶⁾	[mm (in)]	76 (3)
			Stripped lead length (Ca4) ⁽⁶⁾	[mm (in)]	6 (0.25)

¹ Max. static load at fully retracted stroke.

² For units with the synchronization option, the speed is 25% lower at any load.

³ 500 mm max. for 16 kN

⁴ For HDxx-B100 and HDxx-160 load, the duty cycle is 15%.

⁵ Do not use PWM voltage for speed control to avoid damaging the onboard electronics

⁶ See previous page for cable definitions

Maximum Dynamic Load (Fx) [kN (lbs)]	Ordering Stroke (S) [mm]																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
1.7 (382)	6.5	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	8.0	8.2	8.5	8.7	9.0	9.2	9.5	9.7	10.0	10.2	10.5	10.7	11.0
2.6 (585)	6.5	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	8.0	8.2	8.5	8.7	9.0	9.2	9.5	9.7	10.0	10.2	11.6	11.9	12.2
4.5 (1012)	6.5	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	8.0	8.2	8.5	8.7	9.0	9.2	10.4	10.7	11.0	11.3	11.6	11.9	12.2
6.8 (1529)	6.5	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	8.0	8.2	8.5	9.5	9.8	10.1	10.4	10.7	11.0	11.3	11.6	11.9	12.2
10 (2248)	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	8.0	8.2	9.1	9.4	9.7	10.0	10.3	10.6	10.9	11.2	11.5	11.8	12.1	12.4
16 (3584)	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.7										

Conversion Factors: Millimeter to inch: 1 mm = 0.03937 in, kilogram to pound: 1 kg = 2.204623 lbs

Figura 94. Hoja de datos del Convertidor lineal eléctrico HD24B026

TXS0108E 8-Bit Bi-directional, Level-Shifting, Voltage Translator for Open-Drain and Push-Pull Applications

1 Features

- No direction-control signal needed
- Maximum data rates
 - 110 Mbps (push pull)
 - 1.2 Mbps (open drain)
- 1.4 V to 3.6 V on A port and 1.65 V to 5.5 V on B port ($V_{CCA} \leq V_{CCB}$)
- No power-supply sequencing required – either V_{CCA} or V_{CCB} can be ramped first
- Latch-up performance exceeds 100 mA per JESD 78, Class II
- ESD protection exceeds JESD 22 (A Port)
 - 2000-V human body model (A114-B)
 - 150-V machine model (A115-A)
 - 1000-V charged-device model (C101)
- IEC 61000-4-2 ESD (B port)
 - ± 8 kV contact discharge
 - ± 6 kV Air-gap discharge

2 Applications

- Handsets
- Smartphones
- Tablets
- Desktop PCs

3 Description

This device is an 8-bit non-inverting level translator that uses two separate configurable power-supply rails. The A port tracks the V_{CCA} pin supply voltage. The V_{CCA} pin accepts any supply voltage between 1.4 V and 3.6 V. The B port tracks the V_{CCB} pin supply voltage. The V_{CCB} pin accepts any supply voltage between 1.65 V and 5.5 V. Two input supply pins allows for low Voltage bidirectional translation between any of the 1.5 V, 1.8 V, 2.5 V, 3.3 V, and 5 V voltage nodes.

When the output-enable (OE) input is low, all outputs are placed in the high-impedance (Hi-Z) state.

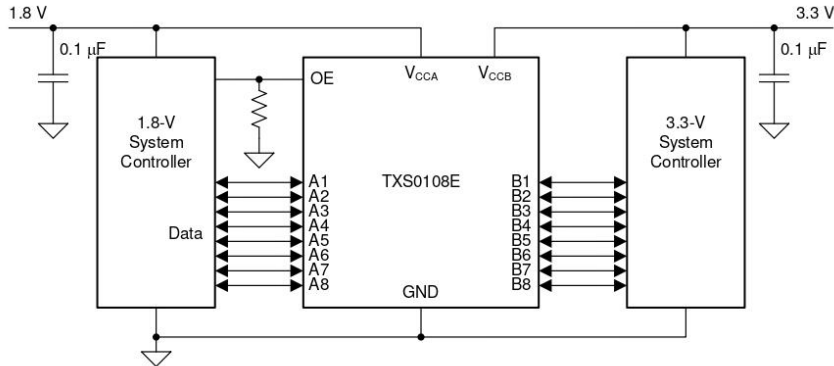
To ensure the Hi-Z state during power-up or power-down periods, tie OE to GND through a pull-down resistor. The minimum value of the resistor is determined by the current-sourcing capability of the driver.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
TXS0108EPW	TSSOP (20)	6.50 mm × 6.40 mm
TXS0108ERGY	VQFN (20)	4.50 mm × 3.50 mm
TXS0108EZXY	UFBGA (20)	3.00 mm × 2.50 mm
TXS0108ENME	NFBGA (20)	3.00 mm × 2.50 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Simplified Application




 An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

Figura 95. Hoja de datos del Level Shifter TXS0108E de 8 canales

Xtrinsic MMA8452Q 3-Axis, 12-bit/8-bit Digital Accelerometer

The MMA8452Q is a smart, low-power, three-axis, capacitive, micromachined accelerometer with 12 bits of resolution. This accelerometer is packed with embedded functions with flexible user programmable options, configurable to two interrupt pins. Embedded interrupt functions allow for overall power savings relieving the host processor from continuously polling data.

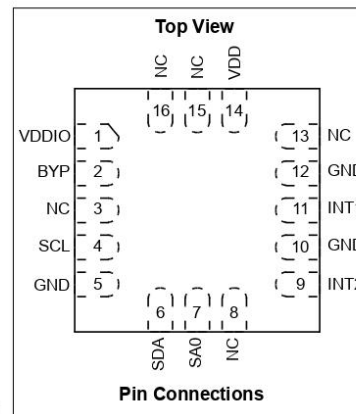
The MMA8452Q has user selectable full scales of $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g$ with high-pass filter filtered data as well as non-filtered data available real-time. The device can be configured to generate inertial wakeup interrupt signals from any combination of the configurable embedded functions allowing the MMA8452Q to monitor events and remain in a low power mode during periods of inactivity. The MMA8452Q is available in a 3 mm x 3 mm x 1 mm QFN package.

Features

- 1.95V to 3.6V supply voltage
- 1.6V to 3.6V interface voltage
- $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g$ dynamically selectable full-scale
- Output Data Rates (ODR) from 1.56 Hz to 800 Hz
- 99 $\mu g/\sqrt{Hz}$ noise
- 12-bit and 8-bit digital output
- I²C digital output interface
- Two programmable interrupt pins for six interrupt sources
- Three embedded channels of motion detection
 - Freefall or Motion Detection: 1 channel
 - Pulse Detection: 1 channel
 - Transient Detection: 1 channel
 - Orientation (Portrait/Landscape) detection with set hysteresis
 - Automatic ODR change for Auto-WAKE and return to SLEEP
 - High-Pass Filter Data available real-time
 - Self-Test
 - RoHS compliant
 - Current Consumption: 6 μA to 165 μA

Typical Applications

- E-Compass applications
- Static orientation detection (Portrait/Landscape, Up/Down, Left/Right, Back/Front position identification)
- Notebook, e-reader, and Laptop Tumble and Freefall Detection
- Real-time orientation detection (virtual reality and gaming 3D user position feedback)
- Real-time activity analysis (pedometer step counting, freefall drop detection for HDD, dead-reckoning GPS backup)
- Motion detection for portable product power saving (Auto-SLEEP and Auto-WAKE for cell phone, PDA, GPS, gaming)
- Shock and vibration monitoring (mechatronic compensation, shipping and warranty usage logging)
- User interface (menu scrolling by orientation change, pulse detection for button replacement)



ORDERING INFORMATION

Part Number	Temperature Range	Package Description	Shipping
MMA8452QT	-40°C to +85°C	QFN-16	Tray
MMA8452QR1	-40°C to +85°C	QFN-16	Tape and Reel

Figura 96. Hoja de datos del Acelerómetro de triple eje MMA8452Q SparkFun

**ANEXO F: CÓDIGO REALIZADO EN SOFTWARE LIBRE PARA EL SISTEMA DE
CONTROL DEL SEGUIDOR SOLAR ASTRONÓMICO**

```
//Librerías por defecto

#include <AltSoftSerial.h>

#include <TinyGPS.h>

//Librería Extra

#include <SFE_MMA8452Q.h>

//Objetos de clase asociados al GPS

TinyGPS gps;

AltSoftSerial serieSoftware;

//Objeto Asociado con el Acelerometro

MMA8452Q Acelerometro;

//Configuración de la zona horaria local

const signed char zonaHoraria = -4.00;

//Variables con la posición local tomada del GPS

float lat, lon;

//Variables con la fecha y hora obtenidas del GPS

byte fecha_d, fecha_m, fecha_a;

byte hora_h, hora_m, hora_s; //hora_h es la hora UTC

byte hora_local;

//Variables con la posición solar calculada

float anguloSolarCenit;

float anguloSolarAzimut;

float anguloDeseadoPanel;

float AnguloX = 0;
```

```
float AnguloSolar = 0;

Int Motores[2] = {A2, A3}; //Pin 2 subida y pin 3 bajada

float DefaseError = 1.5; //Grados de desfase permitida por el sistema

float GradosMovimiento[2] = {53, 140};

float GradosTrabajo[2] = {10, 170};

const int totalDiasMes[12] {

    0, //Enero

    31, //Febrero

    31 + 28, // Marzo

    31 + 28 + 31, //Abril

    31 + 28 + 31 + 30, //Mayo

    31 + 28 + 31 + 30 + 31, //Junio

    31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30, //Julio

    31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31, //Agosto

    31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31, //Septiembre

    31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30, //Octubre

    31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30 + 31, //Noviembre

    31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30 + 31 + 30, //Diciembre

};

void setup()

{

    //Se inicializa la terminal serie a 9600 baudios

    Serial.begin(9600);
```

```
//Se inicializa el puerto serie del gps a 9600 baudios
serieSoftware.begin(9600);

//Inicializar el acelerómetro
Acelerometro.init();

pinMode(Motores[0], OUTPUT);
pinMode(Motores[1], OUTPUT);

digitalWrite(Motores[0], 0);
digitalWrite(Motores[1], 0);

Serial.println("Esperando datos del GPS...");
}

void loop()
{
  bool nuevoDato = false;

  char cadena[64];

  //Los datos del GPS se procesan durante un segundo completo,
  //antes de reportar los valores que regresa
  for (unsigned long tInicio = millis(); millis() - tInicio < 1000;)
  {
    //Se verifica si hay datos disponibles en el puerto serie
    //del GPS

    while (serieSoftware.available())
    {
      //Si los hay, se leen y se pasan a la clase de GPS
```

```
char c = serieSoftware.read();

if (gps.encode(c))

//Si se completo una sentencia, se marca la bandera

nuevoDato = true;

}

}

if (Acelerometro.available()) {

Acelerometro.read();

CalcularAnguloAcele();

}

//A continuacion se verifica si hay datos nuevos del GPS

if (nuevoDato) {

leerPosicion();

Serial.print("LAT=");

Serial.print(lat * 180.0 / PI, 6);

Serial.print(" LON=");

Serial.print(lon * 180.0 / PI, 6);

Serial.print("\n");

leerFechaHora();

sprintf(cadena, " Fecha: %i/%i/%i", fecha_d, fecha_m, fecha_a);

Serial.print(cadena);

sprintf(cadena, " Hora: %i:%02i:%02i", hora_local, hora_m, hora_s);
```

```
Serial.println(cadena);

calcularPosicionSol();

Serial.print(" Angulo Panel Solar : ");

Serial.println(AnguloX);

//GradosDeTrabajo

if (AnguloSolar > GradosTrabajo[1] + DefaseError) {

AnguloSolar = 90;

}

else if ( AnguloSolar < GradosTrabajo[0] - DefaseError) {

AnguloSolar = 90;

}

else if (AnguloSolar > GradosMovimiento[1] + DefaseError) {

AnguloSolar = GradosMovimiento[1];

}

else if ( AnguloSolar < GradosMovimiento[0] - DefaseError) {

AnguloSolar = GradosMovimiento[0];

}

if ( AnguloSolar > AnguloX + DefaseError) {

digitalWrite(Motores[0], 1);

digitalWrite(Motores[1], 0);

Serial.println(" Subiendo piston");

}

else if ( AnguloSolar < AnguloX - DefaseError) {
```

```

digitalWrite(Motores[0], 0);
digitalWrite(Motores[1], 1);
Serial.println(" Bajando piston");
}
else {
digitalWrite(Motores[0], 0);
digitalWrite(Motores[1], 0);
Serial.println(" Detenido piston");
}
Serial.print("\n ");
}
}

// AL MOMENTO DE ALINEAR EL ACELEROMETRO.
// El eje X la flecha esta hacia el este donde sale el sol ->
// El eje Y la flecha esta hacia el norte <-
void CalcularAnguloAcele() {
AnguloX = ((atan(Acelerometro.cz / Acelerometro.cx
)) * (180 / PI)) ;
if (AnguloX < 0) {
AnguloX = 180 + AnguloX;
}
}
}

void leerPosicion() {

```

```

gps.f_get_position(&lat, &lon);

lat = lat * PI / 180.0;

lon = lon * PI / 180.0;

}

void leerFechaHora() {

unsigned long fecha, hora;

gps.get_datetime(&fecha, &hora);

fecha_d = (fecha / 10000) % 100;

fecha_m = (fecha / 100) % 100;

fecha_a = fecha % 100;

hora_h = (hora / 1000000) % 100;

hora_m = (hora / 10000) % 100;

hora_s = (hora / 100) % 100;

hora_local = (hora_h + zonaHoraria + 24) % 24;

}

void calcularPosicionSol() {

float gamma;

float declinacionSolar;

float ecTiempo;

float difTiempo;

float horaSolarVerdadera;

float anguloHoraSolar;

//Se calcula el factor gamma que indica la fraccion del año

```

```

//en radianes

gamma = calcularGamma();

//A continuacion se calcula el angulo de declinacion solar

//en radianes

declinacionSolar = 0.006918

- 0.399912 * cos(gamma)

+ 0.070257 * sin(gamma)

- 0.006758 * cos(2.0 * gamma)

+ 0.000907 * sin (2.0 * gamma)

- 0.002697 * cos(3.0 * gamma)

+ 0.00148 * sin (3.0 * gamma);

//Luego se calcula la ecuacion de tiempo que mide la

//diferencia entre la hora solar y la hora del reloj local

//en minutos

ecTiempo = 229.18 * (0.000075

+ 0.001868 * cos(gamma)

- 0.032077 * sin(gamma)

- 0.014615 * cos(2.0 * gamma)

- 0.040849 * sin(2.0 * gamma));

//Se calcula la diferencia de tiempo, que agrega a la

//ecuacion de tiempo la diferencia de minutos entre el

//meridiano de greenwich y la longitud local, asi como la

//diferencia de horas de esta zona horaria. Todo en unidades

```

```

//de minutos.

difTiempo = ecTiempo - 4.0 * (lon * 180.0 / PI)

+ 60.0 * zonaHoraria;

//Se obtiene la hora solar verdadera, la cua toma la hora

//local y la ajusta con la diferencia de tiempo. Unidades

//de minutos.

horaSolarVerdadera = float(hora_local) * 60.0 + float(hora_m)

+ float(hora_s) / 60.0 + difTiempo;

//A continuacion se obtiene el angulo de la hora solar a

//partir de la hora solar verdadera. Unidades de radianes.

anguloHoraSolar = ((horaSolarVerdadera / 4.0) - 180)

* PI / 180;

//Se inicia el calculo de la posicion solar calculando el

//angulo cenital en radianes

anguloSolarCenit = acos(sin(lat) * sin(declinacionSolar)

+ cos(lat) * cos(declinacionSolar)

* cos(anguloHoraSolar));

// Serial.print("Gamma: ");

// Serial.println(gamma);

// Serial.print("Declinacion: ");

// Serial.println(declinacionSolar * 180.0 / PI);

// Serial.print("Ecuacion Tiempo: ");

// Serial.println(ecTiempo);

```

```

// Serial.print("Diferencia de tiempo: ");

// Serial.println(difTiempo);

// Serial.print("Hora solar verdadera: ");

// Serial.println(horaSolarVerdadera);

AnguloSolar = (anguloHoraSolar * 180 / PI) + 90;

Serial.print(" Angulo Hora Solar: ");

Serial.println(AnguloSolar);

}

float calcularGamma() {

bool bisiesto;

int totalDiasAño;

int diaDelAño;

//Los años bisiestos son aquellos que son multiples de 4,

//pero que no son multiples de 100 (con excepcion de los que

//son multiplo de 400, los cuales si son bisiestos pero no

//se toman en cuenta porque el GPS solo tiene una vida util

//de 100 años a partir de 1980 hasta 2079).

if (fecha_a % 4 == 0 && fecha_a % 100 != 0)

bisiesto = true;

else

bisiesto = false;

//Si el año es bisiesto tiene 366 dias, caso contrario solo

//tiene 365

```

```

if (bisiesto)

totalDiasAño = 366;

else

totalDiasAño = 365;

//El día del año se computa a partir de los días acumulados

//por los meses anteriores al actual mas la fecha de este mes

diaDelAño = totalDiasMes[fecha_m - 1] + fecha_d;

//Si el año es bisiesto, se suma un día a partir de marzo,

//pues con febrero se acumulo un día adicional

if (bisiesto && fecha_m >= 3)

diaDelAño++;

if (bisiesto); //Serial.println(F("Este Año es Bisiesto"));

else ; //Serial.println(F("Este Año NO es Bisiesto"));

//Serial.print(F("Total de días en este año: "));

//Serial.println(totalDiasAño);

// Serial.print(F(" Día del año: "));

// Serial.println(diaDelAño);

//Finalmente se retorna el factor gamma

return 2.0 * PI / float(totalDiasAño) *

(float(diaDelAño) - 1.0 +

(float(hora_h) - 12.0) / 24.0);

}

```

