

**METODO DEL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE INGENIERIA EN EL
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ATENDER NECESIDADES
ELÉCTRICAS DE ESCUELAS RURALES UBICADAS EN EL CORREGIMIENTO
DE LA GABARRA, NORTE DE SANTANDER**

FAIBER ISAIN GAMBOA PARRA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
INGENIERÍA EN ENERGÍA
BUCARAMANGA
DICIEMBRE 2013**

**METODO DEL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE INGENIERA EN EL
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ATENDER NECESIDADES
ELÉCTRICAS DE ESCUELAS RURALES UBICADAS EN CORREGIMIENTO DE
LA GABARRA, NORTE DE SANTANDER**

FAIBER ISAIN GAMBOA PARRA

U00044966

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Energía

Ing. CARLOS ALBERTO REY SOTO

Director de Proyecto

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS

INGENIERÍA EN ENERGÍA

BUCARAMANGA

DICIEMBRE 2013

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO

BUCARAMANGA, DICIEMBRE DE 2013

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN.....	11
1. MARCO TEORICO	12
1.1. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.	12
1.2. TIPOS DE MODULOS FOTOVOLTAICOS	13
1.3. EQUIPOS PARA LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	19
1.4 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE INGENIERIA.....	25
2. INGENIERIA CONCEPTUAL	28
2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO	28
2.2. PLANO GENERAL DEL PROYECTO(LAYOUT)	28
2.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES.....	30
2.4 RENTABILIDAD ESTIMADA D ELA INVERSIÓN.....	31
2.5 LISTADO INICIAL DE EQUIPOS.....	32
2.6 COSTOS ESTIMADOS DE MANTENIMIENTO.....	32
3. INGENIERIA BASICA.....	34
3.1. BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO.	34
3.2. ESPECIFICACIONES TECNICA DE EQUIPOS.	49
3.3. HOJA DE DATOS DE EQUIPOS SELECCIONADOS.....	51
3.4. VERSION PRELIMINAR DEL SOFTWARE DE SIMULACION.....	55

4.	INGENIERIA DE DETALLE.....	67
4.1.	PLANOS DE CONSTRUCCION.....	67
4.2.	MEMORIA DE CALCULO.....	71
4.3.	LISTADO DE MATERIALES.....	72
4.4.	PRESUPUESTO DEFINITIVO DE LA INVERSION.....	73
	CONCLUSIONES.....	75
	BIBLIOGRAFIA.....	77
	ANEXOS.....	78

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Célula Fotovoltaica</i>	13
<i>Figura 2. Celulas en series</i>	14
<i>Figura 3. Células en paralelo</i>	14
<i>Figura 4. Grafica de conexión serie vs paralelo</i>	14
<i>Figura 5. Panel Solar</i>	15
<i>Figura 6. Panel fotovoltaico monocristalino</i>	16
<i>Figura 7. Panel fotovoltaico policristalino</i>	17
<i>Figura 8. Panel fotovoltaico amorfo</i>	17
<i>Figura 9. Diferencia entre las clases de paneles fotovoltaicos</i>	18
<i>Figura 10. Profundidad de descarga de una batería</i>	20
<i>Figura 11. Diagrama de bloques de un inversor AC-DC</i>	24
<i>Figura 12. Ciclo de vida clásico de un Proyecto de Ingeniería</i>	26
<i>Figura 13. Plano de la Escuela</i>	29
<i>Figura 14. Plano de la Escuela vista lateral</i>	29
<i>Figura 15. Imagen exterior de la Escuela</i>	30
<i>Figura 16. Niveles de iluminación en el salón</i>	35
<i>Figura 17. Dimensiones del salón</i>	35
<i>Figura 18. Coeficiente de Utilización</i>	36
<i>Figura 19. Valor de Factor de mantenimiento CIE</i>	37
<i>Figura 20. Valores del VEEL máximos permitidos</i>	39
<i>Figura 21. Demanda actual de la escuela</i>	40
<i>Figura 22. Radiación solar anual RETSCREEN</i>	41
<i>Figura 23. Potencia pico de un panel</i>	41
<i>Figura 24. Proyección de demanda a 6700W</i>	46
<i>Figura 25. Sección del software PVSYSY</i>	55
<i>Figura 26. Pre-dimensionamiento del software PVSYSY</i>	56

<i>Figura 27. Variantes del sistema</i>	57
<i>Figura 28. Base de datos</i>	58
<i>Figura 29. Demanda de 3630W</i>	59
<i>Figura 30. Definición del sistema a 3630W por el software</i>	59
<i>Figura 31. Potencia nominal a 750W</i>	60
<i>Figura 32. Factor de rendimiento y fricción solar a 750W</i>	60
<i>Figura 33. Balance y principales resultados a 750W</i>	61
<i>Figura 34. Diagrama de pérdidas a 750W durante el año</i>	61
<i>Figura 35. Diagrama de pérdidas a 1000W durante el año</i>	62
<i>Figura 36. Demanda a 6700W en el software.....</i>	63
<i>Figura 37. Definición del sistema a 6700 por el software.....</i>	63
<i>Figura 38. Potencia nominal a 1500W.....</i>	64
<i>Figura 39. Factor de rendimiento y fricción solar a 1500W.....</i>	64
<i>Figura 40. Balance y resultados principales a 1500W</i>	64
<i>Figura 41. Diagrama de pérdidas a 1500W durante el año.....</i>	65
<i>Figura 42. Diagrama de pérdidas a 1750W durante el año</i>	66
<i>Figura 43. Plano de los paneles.....</i>	67
<i>Figura 44. Plano de soporte donde se pondrán los paneles</i>	68
<i>Figura 45. Plano de baterías.....</i>	68
<i>Figura 46. Plano del regulador de carga</i>	69
<i>Figura 47. Plano del inversor.....</i>	69
<i>Figura 48. Plano del interruptor.....</i>	70
<i>Figura 49. Plano de conexión del sistema.....</i>	70
<i>Figura 50. Imagen exterior de ubicación de los equipos.....</i>	71
<i>Figura 51. Presupuesto total a 3630W.....</i>	73
<i>Figura 52. Presupuesto total a 6700W</i>	74

INTRODUCCION

Desde hace muchos años, el mundo se está viendo enfrentado a problemas energéticos, debido al agotamiento de las reservas mundiales de petróleo, el cual es utilizado como fuente directa de energía a (motores de vehículos u otros), o bien para que a través de él se generen otras energías (eléctrica por ejemplo), este fenómeno irreversible ha sido denominado como “Crisis Energética”, frente a esta crisis ha surgido la necesidad de aprovechar de mejor forma los recursos energéticos disponibles como son: la energía solar, eólica, mareomotriz, geotérmica, etc.

Por esta razón, el impacto que produce utilizar la energía solar en forma controlada y para nuestros fines, ha permitido el desarrollo de sistemas completos de transformación, almacenamiento y distribución según convenga. Es decir, el interés general por la energía solar se ha incrementado en los últimos años. Se trata de la más atractiva de las fuentes energéticas alternativas del futuro, no solo por ser limpia y gratuita, sino también por su abundancia y su carácter inagotable a escala humana.

Con referencia de lo anterior, un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. El resto de equipos incluidos en un sistema fotovoltaico depende en gran medida de la aplicación a la que está destinado.

Cabe agregar, que para el desarrollo de este trabajo de grado se utilizara la metodología del ciclo de vida de un proyecto de ingeniería, esta metodología está dividida en dos etapas, la primera es la etapa de diseño y la segunda es la etapa de construcción. Dejando claro que la etapa de construcción se desarrollara como parte de la práctica empresarial en la empresa CENS, prevista para el primer semestre del 2014.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las escuelas es muy importante contar con el servicio de energía eléctrica, ya que los docentes se valen de esta, para reproducir materiales, proyectar información a los alumnos, utilizar y aprender a utilizar las Tecnologías de Información y Comunicación, desarrollar nuevas estrategias para el aprendizaje y en sectores calurosos el uso ventiladores. Por lo dicho anteriormente realizaremos un proyecto de energía solar fotovoltaica para la escuela Caño Guadua, la cual no cuenta con ningún tipo de energía eléctrica. Se realizó identificación de necesidades básicas de la escuela mediante el proceso de observación, donde su resultado fue el siguiente.

- No cuenta con un sistema que provea agua al establecimiento educativo ya que la gravedad no permite que llegue. el punto más cercano se encuentra aprox. A 80 metros, pero para que el agua fluya la comunidad necesita instalar una motobomba que le de fuerza al líquido.
- La institución no cuenta con material pedagógico ni ayudas audiovisuales.
- La comunidad cuenta con señal de telefonía celular de una empresa prestadora de este servicio, pero no hay servicio de energía en la vereda, pues para poder usar el celular “cargada la batería” los padres de familia envían a sus hijos a caminar largos trayectos para poder obtener una vivienda que cuente con energía eléctrica.
- La temperatura promedio del corregimiento de la Gabarra es de 40°C, cuando llega las 11 AM alcanza la temperatura más alta. En respuesta a esto los niños empiezan a sudar generando en ellos un factor distractor y con este impidiendo que se dé un buen proceso de aprendizaje.
- Esta zona es considerada en Colombia Zona Roja, sin embargo el nivel de conflictividad de la vereda es MEDIO.

En los marcos de las observaciones anteriores, realizaremos el proyecto solar fotovoltaico, el cual puede solventar muchos de los problemas que presenta la institución en la actualidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología detallada y un montaje de energía solar fotovoltaica con las debidas recomendaciones para suplir las demandas energéticas de las escuelas rurales ubicadas en la región del Catatumbo, las cuales no cuentan con suministro de energía eléctrica por parte del sistema interconectado de CENS.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir y especificar las tecnologías que se usaran en la construcción del sistema solar fotovoltaico tomando en cuenta los equipos que se necesitaran en la etapa precontractual del proyecto.
- Diagnosticar las condiciones físicas de la sede educativa Caño Guaduas para promover el desarrollo tecnológico y mejorar la calidad de vida de los estudiantes al instalar un sistema solar fotovoltaico.
- Establecer parámetros básicos de diseño, especificando los equipos que se implementaran en la instalación del sistema.
- Diseñar un sistema solar fotovoltaico, tomando como referencia de estudio la demanda actual y la proyección de demanda del centro educativo, utilizando el software PVSYST como herramienta de simulación.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

La empresa CENS¹ ha hecho grandes esfuerzos por expandir sus redes en el sector rural; no obstante existen actualmente alrededor de 13.000 familias sin suministro de energía eléctrica, las cuales generarles un suministro de energía podrían superar los presupuestos máximos aprobados por la CREG² para CENS, es decir que CENS tendría que realizar altas inversiones de capital para atender este problema, Inversiones las cuales dado el nivel de consumo esperado no serían recuperables durante la vida útil de la infraestructura.

De acuerdo con lo anterior, hay escuelas que debido a su ubicación geográfica es difícil interconectarlas al sistema de distribución, para que estas escuelas puedan cumplir el objetivo de brindar una educación digna con acceso a las tecnologías vigentes, CENS dentro de su política de responsabilidad empresarial ve la necesidad de instalar un modelo de energía alternativa que supla las demandas energéticas básicas de las escuelas, mirando siempre la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de futuras generaciones.

Este proyecto brinda la oportunidad de implementar una metodología de un sistema solar fotovoltaico piloto en la escuela caño guaduas en el corregimiento de la gabarra con el fin de brindarles energía eléctrica y se pueda replicar esta metodología en futuras instalaciones a otras escuelas rurales en el sector del Catatumbo.

¹ Centrales eléctricas del Norte de Santander.

² Comisión de regulación de Energía y Gas

1. MARCO TEORICO

1.1. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

El planeta tierra gira alrededor de una gran estrella la cual se llama Sol y se encuentra aproximadamente a 149 587 870 km, tiene una masa de 2×10^{30} kg, tiene una temperatura de 15000273 K en su interior y 6000 K en su superficie. En el interior del sol se llevan a cabo reacciones de fusión nuclear, en este tipo de reacciones se unen átomos de elementos ligeros como hidrogeno y helio para formar átomos más pesados y durante este proceso se liberan enormes cantidades de energía en todas las direcciones, llegando buena parte de energía inagotable a la tierra.

Por esta razón, los sistemas solares fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la radiación solar en electricidad. El sistema fotovoltaico es un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que captan la energía solar disponible y la transforman en energía eléctrica, la función principal de este tipo de sistemas es excitar los electrones por la radiación solar, moviéndose a través del silicio produciendo una corriente eléctrica, debido a que los fotones interactúan de modo directo sobre los electrones del captador fotovoltaico, el componente básico de este modo directo de conversión es la célula solar, los cuales proporcionan una corriente eléctrica de valor dependiente de la energía solar que incide sobre la superficie.

Los sistemas fotovoltaicos son únicos en las energías renovables y poseen las siguientes características:

- No tienen partes móviles que se desgasten.
- No contienen fluidos o gases que puedan derramarse o fugarse.
- No consumen combustibles para operar.
- No producen contaminación al generar electricidad.
- Requieren poco mantenimiento si están correctamente fabricados e instalados.

- El 85% de las celdas fotovoltaicas están fabricados de silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre.
- Tienen una eficiencia de conversión de luz solar a electricidad relativamente alta.

Estos sistemas fotovoltaicos también tienen inconvenientes al aplicarse, algunos de estos inconvenientes pueden ser:

- No son aun económicamente competitivos para la mayoría de las aplicaciones, especialmente en escalas intermedias y grandes.
- Las tecnologías de producción están controladas por los países industrializados.

1.2. TIPOS DE MODULOS FOTOVOLTAICOS

La célula fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semi-conductor, muy a menudo de silicio. La célula fotovoltaica está hecha por una placa normalmente de forma cuadrada con aproximadamente 10 centímetros de lado y con un grosor que varía desde los 0,25 y los 0,35mm, con una superficie de más o menos 100m².



FIGURA 1. Célula fotovoltaica

Un módulo fotovoltaico está constituido por varias células solares conectadas eléctricamente entre sí en serie-paralelo hasta obtener unos valores de voltaje y corriente deseados. El conjunto así definido es encapsulado de forma que quede protegido de los

agentes atmosféricos que le puedan afectar cuando esté trabajando en la intemperie³, dándole a la vez rigidez mecánica y aislándola eléctricamente del exterior. La conexión en serie de las células permitirá aumentar la tensión final en los extremos de la célula equivalente.

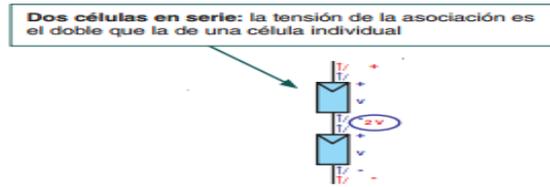


FIGURA 2. Células en serie

La conexión en paralelo permitirá aumentar la intensidad total del conjunto.

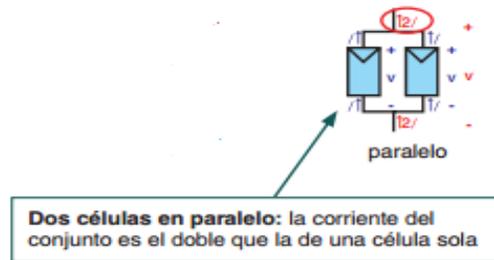


FIGURA 3. Células en paralelo

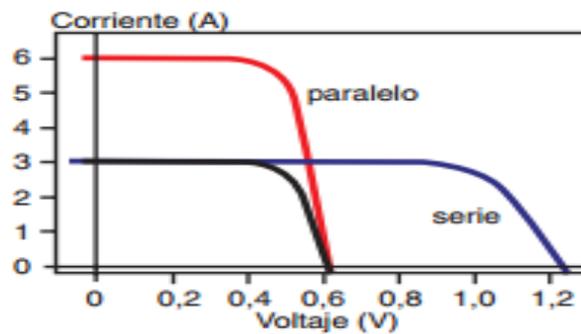


FIGURA 4. Grafica de conexión serie vs paralelo

³ Ambiente atmosférico considerado como las variaciones del tiempo que afectan a los lugares o cosas no cubiertos o protegidos.

El parámetro estandarizado para clasificar la potencia de un panel, se denomina potencia pico, y corresponde a la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas (1000 W/m², 25°C). La eficiencia de un panel se determina en función del área que este ocupe, el tipo de cristal usado y la cantidad de energía que pueda captar, de esta forma las eficiencias varían de un 10% hasta un 21%.

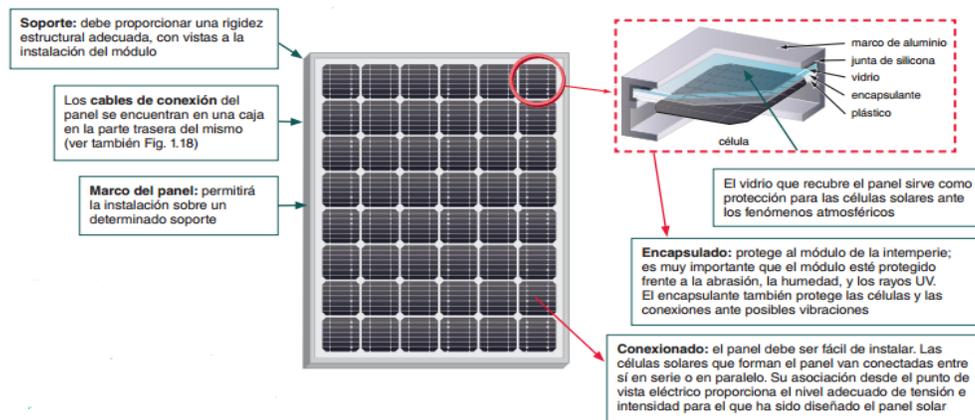


FIGURA 5. Panel Solar

Existen diferentes tipos de paneles en función de los materiales empleados, los métodos de fabricación y la forma, los cuales son monocristalinos, policristalinos y amorfos.

MONOCRISTALINOS

Este tipo de celda tiene una estructura cristalina ordenada, con cada átomo idealmente situado en una posición pre-ordenada y muestra un comportamiento predecible y uniforme. Se obtiene por el método de crecimiento de los cristales denominados CZCHRALSKY, el cual se consigue mediante silicio puro fundido al que se le agrega boro, el silicio pasa por diferentes ciclos de filtración intensiva lenta con la energía y los procesos de separación, por lo tanto es el tipo más costoso de silicio.

Estas celdas normalmente se crean en una forma circular o un "cuadrado-sin-esquinas. Esto es porque, cuando se cultivan a partir de un lingote, la única manera de crear estructuras cristalinas de alta pureza es extruido del líquido fundido y la gravedad hace el resto. Por lo general, los fabricantes dejan las células en una forma circular sin embargo, debido a los avances en el reciclaje, las células se están cortadas en cuadrados-sin-esquinas para maximizar la densidad de empaquetamiento de los módulos.



FIGURA 6. Panel fotovoltaico monocristalino

POLICRISTALINO

Este tipo de celdas contienen varias regiones de silicio cristalino que se mantienen juntas a través de un enlace covalente, los materiales son parecidos a los monocristalinos, aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente, los paneles policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales, tienen menor espesor y las células están compuestas por pequeños cristales elementales que presentan diferentes tonalidades azules.

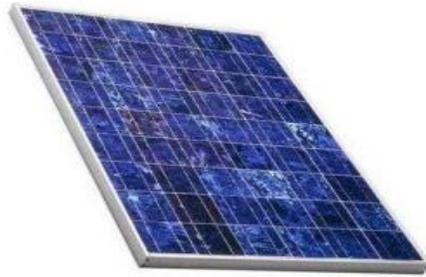


FIGURA 7. Panel fotovoltaico Policristalino

AMORFOS

Los paneles solares de silicio amorfo se forman mediante el depósito de diferentes tipos de silicio tratado sobre un sustrato de vidrio. En primer lugar, un óxido conductor transparente se aplica a un sustrato de vidrio seguido de un trazado con láser para establecer los límites de las celdas. A diferencia de los monocristalinos y policristalinos, este material no sigue estructura cristalina. Esta célula es de capa delgada lo cual permite realizar módulos fotovoltaicos flexibles y presentan un color marrón homogéneo.

Esta tecnología utiliza silicio de menor calidad y su eficiencia disminuye con el aumento de la temperatura. Está disponible en formato de módulos, tiene baja eficiencia pero a la vez, menor costo. Es el más utilizado y se encuentra en diversas aplicaciones, desde calculadoras hasta proyectos de generación eléctrica.

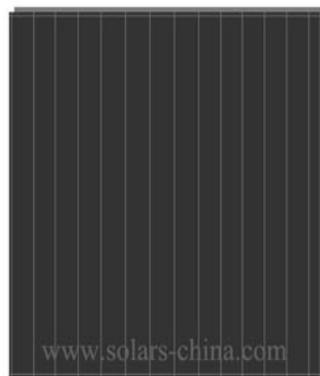


FIGURA 8. Panel fotovoltaico Amorfo

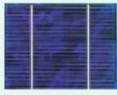
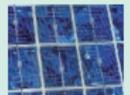
Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

FIGURA 9. Diferencias entre las clases de paneles fotovoltaicos

Los parámetros eléctricos más importantes en los paneles solares son:

- Potencia máxima (P_{max}). Indica la potencia máxima obtenida o absorbida en condiciones de máxima radiación solar, su valor corresponde a los parámetros de tensión (V) y corriente (I) máximos.
- Tensión de potencia máxima (V_{mp}). Valor de la tensión cuando el panel está suministrando la máxima intensidad de corriente.
- Intensidad de potencia máxima (I_{mp}). Corriente suministrada a la potencia máxima. Se considera este parámetro el representativo de la corriente nominal.
- Corriente de corto circuito (I_{sc}). Representa la máxima corriente que puede proporcionar el panel bajo condiciones de tensión cero.
- Corriente a circuito abierto (V_{oc}). Especifica la tensión máxima que puede proporcionar el panel sin carga.
- Coeficiente de la temperatura de la potencia. Indica el signo y valor de la alteración de la potencia con la temperatura.

1.3. EQUIPOS PARA LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS

BATERIAS

Las baterías son dispositivos capaces de almacenar energía eléctrica mediante una transformación en energía electroquímica, Se compone esencialmente de dos electrodos sumergidos en un electrolito donde se producen las reacciones químicas en los procesos de carga o descarga, La capacidad de una batería se mide en amperios-hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga, y se define como la cantidad de electricidad que puede obtenerse durante una descarga completa del acumulador plenamente cargado.

Las baterías son recargadas desde la electricidad producida por los paneles solares, a través de un regulador de carga y así poder dar autonomía al sistema fotovoltaico y satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, independientemente de la generación. También contribuye al buen funcionamiento del sistema al aportar picos de intensidad superiores a los que proporciona el generador fotovoltaico y al estabilizar el voltaje del sistema, evitando fluctuaciones dañinas en los equipos de consumo.

Para la aplicación de las baterías en un sistema fotovoltaico se deben tener especificaciones muy concretas de capacidad, ciclos de carga/descarga y autodescarga.

- Eficiencia de carga: es la relación entre la energía empleada para recargar la batería y la energía realmente almacenada, el valor debe ser lo más alto posible, si la eficiencia es baja será necesario aumentar el número de paneles solares para así elevar la eficiencia y obtener los resultados esperados.
- Autodescarga: Proceso mediante el cual la batería sin estar en uso, tiende a descargarse.
- Profundidad de descarga: es la cantidad de energía en porcentaje, que se obtiene de la batería durante una determinada descarga, partiendo de que está totalmente descargado y se relaciona con la duración o vida útil de la batería. Si los tiempo de descargas son cortos 20% por ejemplo, la batería tendrá una mayor duración de vida, pero si se somete a descargas profundas 80% por ejemplo la vida útil de la batería será menor.

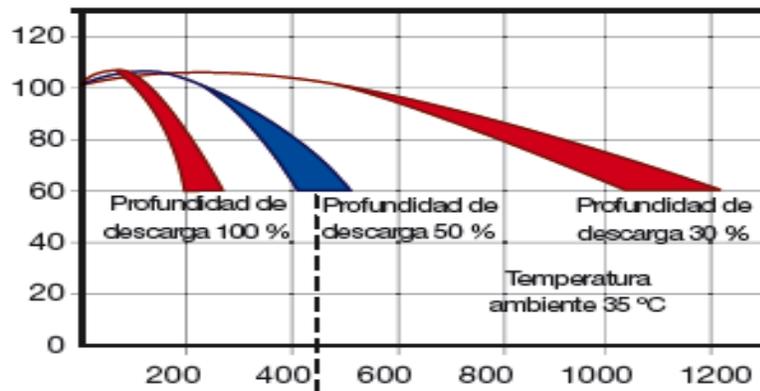


FIGURA 10. Profundidad de descarga de una batería

Las baterías se clasifican en función de la tecnología de fabricación y de los electrolitos utilizados, las baterías más utilizadas en las instalaciones solares son las de plomo ácido por las características que presentan, dentro de este tipo de baterías podemos encontrar diferentes modelos.

- Acido abiertas: Este tipo de baterías corresponden al modelo básico, con los tapones de rellenado para agua destilada, lo cual la caracteriza de las demás.
- Acido selladas (herméticas): Corresponden a las denominadas baterías estacionarias, sin mantenimiento (no es posible rellenarlas con agua destilada), producen poco oxígeno a lo que se emplean en habitáculos cerrados, estas baterías pueden tener una vida más corta porque no se le puede hacer mantenimiento.
- Gel sellado (herméticas): Estas clases de baterías tampoco requieren mantenimiento, en las que el ácido se ha hecho Gel para evitar el derrame de ácido sulfúrico en caso de rotura del envase. No son fabricadas para descargas profundas, tienen bajo desempeño a altas temperaturas. A diferencia de las baterías de plomo-ácido, en las que se produce una pérdida de agua durante el ciclo de carga, en las baterías de gel se

recombina el oxígeno liberado por las placas positivas con el hidrógeno, a través del electrolito, y por reacción electroquímica se convierte en agua. De esta manera se hace innecesaria la adición de agua durante toda la vida de la batería.

- AGM⁴ sellada (herméticas): Estas baterías tampoco requieren mantenimiento, en las que el Gel está en forma de masas esponjosas, incorporan una válvula de protección. Estas baterías reciben una denominación de VRLA⁵ y su principal característica es que presentan una vida larga.

REGULADORES DE CARGA

Para un correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica, hay que instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías, tiene como objetivo evitar situaciones de carga y sobredescarga de la batería con el fin de alargar su vida útil.

El regulador trabaja en dos zonas, en la parte relacionada con la carga, su misión es garantizar una carga suficiente a la batería evitando la sobrecarga y en la parte de descarga se ocupa en asegurar el suministro eléctrico diario suficiente evitando la descarga excesiva de la batería. Existen dos tipos de reguladores de carga.

REGULADORES PWM⁶

Un regulador PWM es un regulador sencillo que actúa como un interruptor entre los módulos fotovoltaicos y la batería. Conectados a un regulador PWM, los módulos fotovoltaicos están forzados a trabajar a la tensión de la batería, lo que resulta en pérdidas de rendimiento respecto al punto de máxima potencia (MPP) de los módulos. En

⁴ Absorbed Glass Mat: vidrio absorbente.

⁵ Valve regulated lead acid: plomo-ácido regulado por válvulas.

⁶ Pulse Width Modulation: Modulación por ancho de pulso.

cuanto llegamos a la fase de absorción de la batería, el regulador empieza a cortar parte de la posible producción de los módulos, modificando la anchura de los pulsos (es decir cortando muchas veces por segundo el contacto entre módulos y batería), para que no se sobrecargue la batería.

Las ventajas de este tipo de regulador son la sencillez, reducido peso y el precio. La desventaja principal es la pérdida de rendimiento con respecto a reguladores MPPT, es decir un regulador PWM va a extraer menos energía de un campo fotovoltaico que un regulador MPPT, por lo cual se necesitan más módulos fotovoltaicos para sacar la misma producción.

Ventajas

- Están contruidos con una tecnología probada desde hace muchos años.
- Son controladores baratos.
- Están disponibles en tamaños de hasta 60 A.
- Tienen una vida útil larga, la mayoría tienen un sistema de refrigeración de calor pasiva.
- Estos controladores de carga están disponibles en muchos tamaños y para una gran variedad de aplicaciones.

Desventajas

- El voltaje nominal debe ser el mismo que el del banco de baterías.
- No hay controladores únicos para tamaños por encima de 60 A DC.
- Los más pequeños vienen sin accesorios.
- Los controladores de carga tienen una capacidad limitada para el crecimiento del sistema.

REGULADORES MPPT⁷

Un regulador MPPT lleva incorporado un seguidor del punto de máxima potencia y un convertidor. Este regulador se encarga de trabajar en la entrada de los módulos fotovoltaicos a la tensión que más conviene (para sacar la máxima potencia o para limitar la potencia en fases de "absorción" y "flotación").

El circuito de un controlador de carga MPPT está diseñado para convertir el voltaje el arreglo fotovoltaico al voltaje óptimo para la máxima transferencia de potencia a las baterías, o a la red según sea el caso de aplicación.

Ventajas

- Los controladores de carga ofrecen un potencial de incremento en la eficiencia de carga de hasta un 30 % (típicamente podemos considerar al menos el 15 %).
- Estos controladores ofrecen la posibilidad de colocar paneles en serie a voltajes superiores al banco de baterías.
- Están disponibles de hasta 80 A.
- Las garantías de los controladores de carga MPPT son típicamente mayores que en las unidades PWM.
- Ofrecen mayor sensibilidad para el crecimiento del sistema.

Desventajas

- Los controladores de carga MPPT son más caros, costando a veces el doble que los PWM.
- Las unidades MPPT son generalmente más grandes en tamaño físico.
- El dimensionado apropiado puede ser desafiante sin las guías del fabricante.

⁷ Maximum Power Point Trackers: Seguimiento del punto máximo de potencia.

INVERSORES

Un inversor es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua DC de la instalación en corriente alterna AC. El inversor recibe la corriente continua procedente de la batería, la cual se puede emplear así mismo, para alimentar componentes o equipos de su misma características o para proporcionar a la salida corriente alterna con valores de tensión y de frecuencia correspondiente a los equipos a alimentar, lo que constituye la línea de suministro principal en las instalaciones solares para aplicaciones en los hogares.

El inversor en las aplicaciones de instalaciones fotovoltaicas está compuesto por tres bloques:

- Oscilador: es el circuito que genera la frecuencia de la corriente alterna, su valor es 60 Hz, este circuito puede estar configurado mediante un oscilador con resonador cerámico la cual se divide por el factor correspondiente hasta obtener el valor requerido. Este procedimiento proporciona una elevada estabilidad en la frecuencia de salida.
- Convertidor DC/AC: Este circuito recibe la tensión continua de entrada procedente de la batería y la frecuencia del oscilador y genera la corriente alterna de salida. La forma de onda de salida constituye la diferencia principal entre inversores ya que puede ser senoidal pura o semisenoidal.
- Protección: este circuito se encarga de la vigilancia del consumo de corriente alterna para bloquear el convertidor ante un exceso a modo de protección.

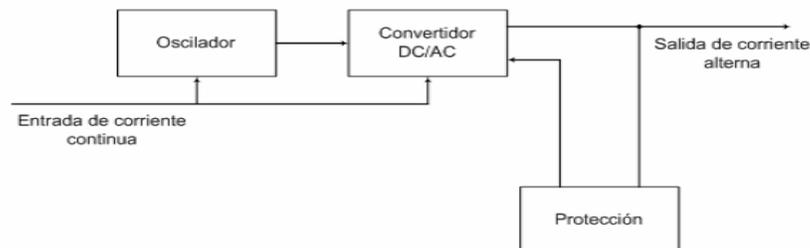


Figura 2.18. Diagrama de bloques del inversor DC/AC

FIGURA 11. Diagrama de bloques de un inversor DC/AC

Inversores senoidales: proporcionan ondas senoidales, con esta forma de onda es posible alimentar equipos con componentes de condición resistiva e inductiva.

Inversores semisenoidales: estos inversores la forma de onda es rectangular, lo que consigue con transistores conmutadores trabajando en régimen de conmutación con lo que se obtiene un alto rendimiento.

Algunos inversores funcionan también como reguladores de carga de la batería. En este caso no sería necesario incluir el regulador en la instalación. Un inversor/cargador es un sistema completo que combina un inversor, un cargador de baterías y un relé de transferencia. Además de convertir energía de DC de una fuente de energía renovable o una batería en energía de AC, un inversor/cargador permite también convertir energía de AC de un generador o de la red pública en energía de DC para recargar las baterías. Para garantizar que no se producirá ninguna interrupción en el suministro de energía, muchos modelos disponen de funciones para iniciar y detener generadores automáticamente, produciendo energía adicional de forma automática cuando es necesario. La capacidad del inversor/cargador para procesar distintas formas de energía de entrada lo convierte en una opción común para aplicaciones de energía portátil, de respaldo y sin conexión a la red.

1.4. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE INGENIERÍA

Un proyecto de ingeniería es el planteamiento, organización, ejecución y control de todas las actividades y recursos necesarios para el logro de un objetivo específico en un tiempo determinado. Las actividades se agrupan en etapas, a este conjunto de etapas se le llaman ciclo de vida de un proyecto, las cuales facilitan el control sobre los tiempos y el trabajo del proyecto.



FIGURA 12 ciclo de vida clásico de un proyecto de ingeniería

El ciclo de vida de un proyecto se divide en dos etapas, la primera es la etapa de diseño que está dividida en la ingeniería conceptual, ingeniería básica e ingeniería de detalle, la segunda es la etapa de construcción de obra está dividida en la ejecución, pruebas y puesta en marcha y el cierre del proyecto.

INGENIERIA CONCEPTUAL: Corresponde a la primera etapa del proyecto, el cual se comprende el problema o necesidad específica y se conciben diferentes alternativas de solución, las cuales se evalúan bajo criterios técnicos, económicos y sociales (seguridad y medio ambiente).

INGENIERIA BASICA: Se desarrolla la alternativa seleccionada en la etapa de ingeniería conceptual, tal que permita obtener una idea muy clara como se verá el proyecto, establece las dimensiones generales del sistema y el cálculo de presupuestos por ítems globales.

INGENIERIA DE DETALLE: Es el diseño final de un proyecto, se desarrolla con toda la documentación técnica necesaria para la construcción y montaje, desde el punto de vista técnico, económico y legal.

EJECUCIÓN: Es la materialización del proyecto, en esta etapa se adquieren (compran), construyen (fabrican) e instalan (montan) todos los componentes del sistema, de acuerdo a los diseños, especificaciones técnicas desarrolladas, dentro del tiempo y costos presupuestados.

PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA: Se realizan las pruebas de todos los equipos y sistemas que se puedan ensayar individualmente, para finalmente realizar pruebas al proceso en preparación previa a la operación.

CIERRE DEL PROYECTO: Es la etapa de transferencia del proyecto al cliente, reuniendo todos los documentos necesarios para su entrega oficial, entregando el desarrollo, manuales y planos actualizados.

2. INGENIERIA CONCEPTUAL

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

La escuela caño Guadua se encuentra ubicada en la Cordillera oriental Colombiana, en el Corregimiento de la Gabarra, municipio de Tibú Norte de Santander, a 2 km del casco urbano del Corregimiento, sus coordenadas son : Latitud: 9,00222, Longitud: -72.9061, Altitud: 75msnm, el tiempo aproximado de desplazamiento es de 45 minutos hasta la vereda.

Dadas las consideraciones anteriores, la vía de acceso a la escuela caño Guadua es a través del Río Catatumbo donde se navega durante un tiempo aproximado de 20 minutos, llegado al punto de desembarco se continúa a pie por un camino de herradura durante 25 minutos.

En la institución antes asisten 13 estudiantes de diferentes grados educativos, la metodología que utiliza la institución se denomina “Escuela Nueva” la cual permite un modelo de educación más flexible. También, cuenta con una asociación de padres de familia que se reúnen una vez al mes para tratar temas del rendimiento académico de los niños y estrategias psicopedagógicas.

2.2. PLANO GENERAL DEL PROYECTO (LAYOUT)

Para la elaboración del plano se utilizó el software SOLIDWORKS 2013, es un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico, es decir, permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otros tipos de información necesaria para el desarrollo. La escuela Caño Guaduas tiene unas dimensiones de:

Largo: 13 m
Ancho: 5m
Alto: 3m

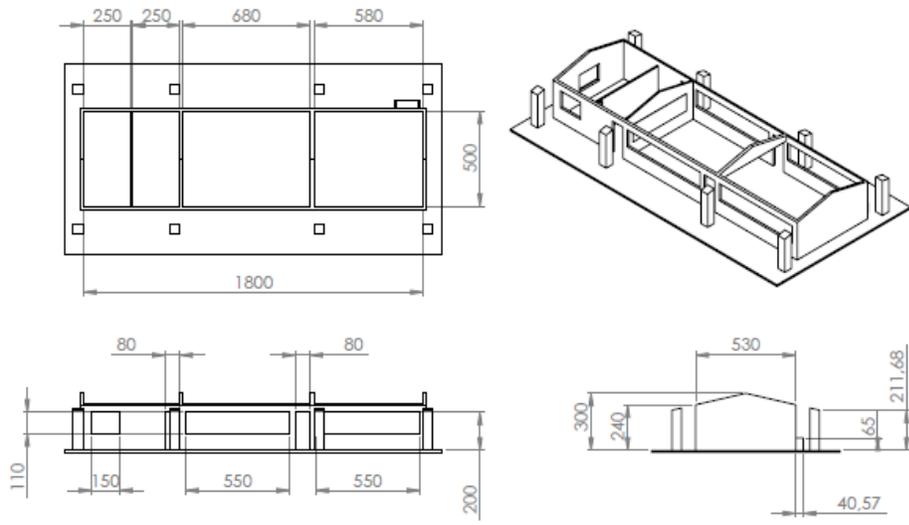


FIGURA 13. Plano de la escuela.

Esta imagen nos muestra la división interna y estructura de la escuela detallando el espacio de estudio, salón de computadores y el área de hospedaje de la docente.

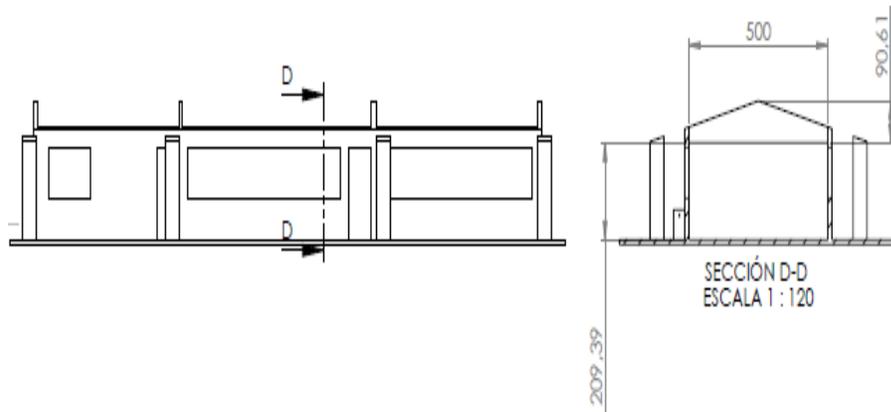


FIGURA 14. Plano de la escuela vista lateral.



FIGURA 15. Imagen exterior de la escuela

Está construida con materiales como los son; paredes de bloque, piso de cemento pulido, techo de eternit, el cual el 10% de la láminas de eternit se encuentran en estado deteriorado.

2.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

La escuela actualmente no cuenta con un sistema de energía eléctrica alguno, pero en el salón de informática tiene cuatro computadores de mesa, el resto de la instalación no posee las herramientas necesarias para el aprendizaje significativo de los estudiantes, por esta razón proyección de la comunidad es adquirir equipos necesarios para el beneficio de sus hijos, entre ellos tenemos: televisor, DVD, ventiladores, iluminación, motobomba, grabadora, licuadora y nevera.

Este sistema eléctrico se tiene pensado instalar siguiendo el código eléctrico Colombiano NTC 2050, el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, y colocar toda la demanda de la escuela en corriente alterna AC a 110V.

2.4. RENTABILIDAD ESTIMADA DE LA INVERSIÓN

Centrales eléctricas del norte de Santander ha hecho estudios para seguir expandiendo sus redes en sectores rurales para brindarles el servicio eléctrico, pero por razones económicas, poco acceso de vías y tipo de zonas en las que se encuentran ubicados sus usuarios, no han podido cumplir este objetivo.

Según el estudio y el informe entregado por CENS para expandir la red eléctrica 1 km en áreas rurales, “aprobando los principios generales y la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los sistemas de transmisión regional y distribución local”, con unidad constructiva (UC)⁸ N2L47 que es línea rural, poste de concreto vano tipo 2-2 hilos (2 fases sin neutro), conductor D-N2-1 y una duración de 30 años, su valor es de \$ 30.318.000 aproximadamente, a este precio se le deben sumar gastos de mano de obra, transporte de equipos y los gastos de mantenimiento anuales que se deben tomar en cuenta para el correcto funcionamiento, y la energía que pagaría durante los 30 años.

Para extender la red hasta la escuela se estaría hablando de un poco más de 50 millones de pesos aproximadamente a una duración de 30 años.

Por esta razón, La empresa CENS quiere desarrollar otra fuente de energía para el suministro de electricidad en la escuela Caño Guaduas, que la inversión salga al menos un 15% a un 20% más económica que extender la red, se estaría hablando de ahorrar 10 millones de pesos aproximadamente, también que sea fácil de implementar y entregue la demanda que el centro educativo necesita.

⁸ UC: Conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un sistema eléctrico, orientada a la conexión de otros elementos de la red, al transporte o transformación de energía eléctrica.

2.5. LISTADO INICIAL DE EQUIPOS

Para construcción de este proyecto se necesitaran equipos como:

- Paneles solares fotovoltaicos
- Baterías
- Regulador de carga
- Inversor
- Acometidas
- Gabinete de protección
- Estructura para el montaje

2.6. COSTOS ESTIMADOS DE MANTENIMIENTO

Las instalaciones fotovoltaicas requieren un mantenimiento mínimo y sencillo, que se reduce a las siguientes operaciones:

- **Paneles:** requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración, no tienen partes móviles y sus conexiones internas están encapsuladas en varias capas de material protector. Es conveniente hacer una inspección general 1 ó 2 veces al año, asegurarse de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión., en la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua y algún detergente no abrasivo.

- **Regulador:** la simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes: observación visual del estado y funcionamiento del regulador; comprobación del conexionado y cableado del equipo; observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro.

- **Batería:** es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención, en su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Para este

sistema se buscaran baterías que no requieran mantenimiento alguno durante el ciclo de vida, esto se hace para evitar mal funcionamiento en el sistema.

- **Inversor:** Los inversores no necesitan de mantenimiento. Sin embargo Verifique que el área de ubicación del inversor se mantenga limpia, seca y bien ventilada, también que estén protegido de los rayos solares, además se debe comprobar que el inversor funcione adecuadamente y que no produzcan ruidos extraños dentro de él.

- **Acometidas:** Verifique que todos los empalmes y conexiones estén fuertemente apretados para evitar falsos contactos, y protegidos adecuadamente con cinta aislante.

Por lo tanto, al tener presente las recomendaciones dadas anteriormente, los costos de mantenimiento serían muy bajos, aproximadamente un 5 % del costo total del sistema a lo largo de toda su vida útil.

3. INGENIERIA BASICA

3.1. BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Para este proyecto se tomaran dos criterios en la elaboración del diseño; el primero es la demanda actual con la que cuenta la escuela, el segundo es una proyección de demanda que la institución tiene programada a corto plazo.

En la demanda actual de la escuela se tomó en cuenta las siguientes características en la selección de los equipos.

ILUMINACIÓN⁹

La determinación del número de lámparas necesarias para la iluminación del salón de clases y el salón de computadores, se utilizó la metodología de iluminación de interiores el cual está definida por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, señalando las exigencias y especificaciones mínimas para que la instalación de iluminación garantice seguridad y confort, inculcando el uso racional y eficiente de energía URE. Además, en la aplicación de este método se deben cumplir dos objetivos fundamentales los cuales son:

Iluminancia promedio [Ix]: Es el objetivo principal de diseño, el cual consiste en el nivel de iluminancia promedio que se debe garantizar en toda el área a iluminar.

Valor de Eficiencia Energética de la Instalación [VEEI]: Este valor indica la eficiencia energética de la instalación de iluminación; es decir, cuantos luxes se produjeron con la potencia eléctrica de las lámparas, y lo que se busca es la mayor producción de luz (luxes) con la menor cantidad de energía eléctrica (Vatios).

⁹ <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Iluminacion/IFR.pdf>,
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2663/1/621322LL791.pdf>



- Lámpara fluorescente T8
- Potencia por lámpara 32W
- Flujo luminoso por lámpara 2950 lm
- Eficacia 92,2 lm/W

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Colegios y centros educativos.				
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Figura 16. Niveles de iluminancia en el salón

Lo primero que se hace es determinar la cavidad del salón (K), este factor es muy importante porque nos permite determinar el coeficiente de utilización (CU), el cual es la relación entre el flujo luminoso que cae en el plano de trabajo y el flujo luminoso suministrado por las luminarias.

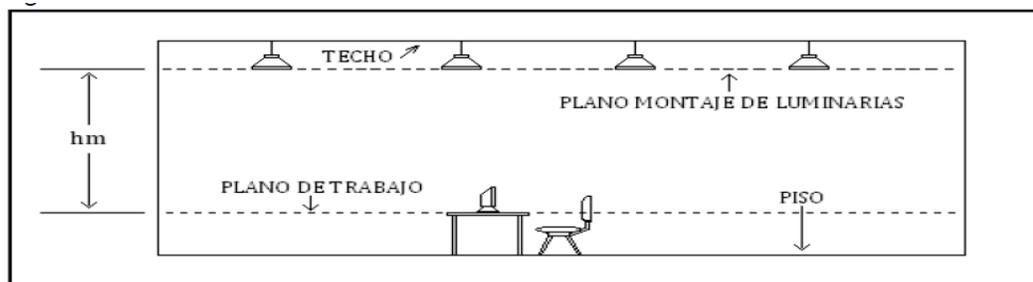


FIGURA 17. Dimensiones del salón

$$hm = h - (PT + PML) [m]$$

$hm = \text{altura de la cavidad del salon}$

$PT = \text{plano de trabajo} = 0.8m$

$PML = \text{plano de montaje de luminarias} = 0.1m$

$h = \text{altura del salon} = 3m$

$$hm = 3 - (0.8 + 0.1) = 2.1m$$

$$K = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a}$$

$l = \text{longitud del salon} = 13m$

$a = \text{ancho del salon} = 5m$

$$K = \frac{5 * 2.1 * (13 + 5)}{13 * 5} = \frac{189}{65} = 2.9$$

K	ρ Techo	0,8		0,5		0,2	
	ρ Pared	0,8	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
1		0,94	0,85	0,52	0,65	0,42	0,39
2		0,91	0,87	0,65	0,75	0,53	0,38
3		0,89	0,71	0,50	0,62	0,42	0,37
4		0,81	0,72	0,53	0,60	0,41	0,25

FIGURA 18. Coeficiente de utilización

Reflectancia del techo = 0.8

Reflectancia pared = 0.4

Se asumieron esos valores para el techo y pared, ya que el techo no incide mucho en la iluminación del salón porque es de eternit, pero las paredes influyen considerablemente porque el salón cuenta con ventanales grandes que permiten buena iluminación, para hallar el coeficiente de utilización (CU), tenemos que interpolar el $K = 2.9$

0.87 (a) → 2 (b)

CU (c) → 2.9 (d)

0.71 (e) → 3 (f)

$$CU = \left[\frac{(a - e) * (d - f)}{(b - f)} \right] + e$$

$$CU = \left[\frac{(0.87 - 0.71) * (2.9 - 3)}{(2 - 3)} \right] + 0.71$$

$$CU = 0.016 + 0.71 = 0.726$$

Después se calcula el factor de mantenimiento (FM), es la iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso y se escoge por la tabla otorgada por la comisión nacional de iluminación CIE.

Frecuencia de limpieza.(años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones ambientales.								
Luminarias abiertas.	0,96	0,93	0,89	0,83	0,93	0,89	0,84	0,78
Reflector parte superior abierta.	0,96	0,90	0,86	0,83	0,89	0,84	0,80	0,75
Reflector parte superior cerrada.	0,94	0,89	0,81	0,72	0,88	0,80	0,69	0,59
Reflectors cerrados.	0,94	0,88	0,82	0,77	0,89	0,83	0,77	0,71
Luminarias a prueba de polvo.	0,98	0,94	0,90	0,86	0,95	0,91	0,86	0,81
Luminarias con emision indirecta.	0,91	0,86	0,81	0,74	0,86	0,77	0,66	0,57

FIGURA 19. Valor de factor de mantenimiento CIE

Donde P = Puro o muy limpio

C = Limpio

N = Normal

D = Sucio

Se asume que la escuela es de limpieza normal y que cuenta con un ciclo anual de mantenimiento

FM= 0.89

Para calcular el flujo luminoso total requerido se necesita la luminancia del lugar requerida en la primera tabla

$$\varphi_{tot} = \frac{E * A}{CU * FM} \quad [lm]$$

E = luminancia media requerida [lx]

A = Área del local [m²]

CU= coeficiente de utilización

FM = factor de mantenimiento.

Se toma 150lx como iluminancia media medida ya que la escuela cuenta con buena iluminación natural.

$$\varphi_{tot} = \frac{300 * 65}{0.726 * 0.89} = \frac{19500}{0.64614} = 15089.6 \text{ lm}$$

Teniendo el flujo luminoso total requerido se obtiene el número de luminarias requeridas.

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_l * n}$$

φ_{tot} = flujo luminoso total requerida [lm]

φ_l = flujo luminoso por bombilla [lm]

n = numero de bombillas por luminaria

$$N = \frac{15089.6}{2950 * 2} = 2.5 = \text{se utilizaran 2 luminarias}$$

Se calcula el flujo luminoso real

$$\varphi_{real} = N * n * \varphi_l \quad [lm]$$

$$\varphi_{real} = 2 * 2 * 2950 = 11800 \text{ lm}$$

Al obtener el flujo luminoso real se obtiene la iluminancia promedio.

$$E_{prom} = \frac{\varphi_{real} * CU * FM}{A} \quad [lx]$$

$$E_{prom} = \frac{11800 * 0.726 * 0.89}{65} = 117.29 \text{ lx}$$

Por último se calcula el valor de eficiencia energética en la instalación (VEEI)

$$VEEI = \frac{P * 100lx}{S * E_{prom}} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

P = Potencia activa requerida por el número de iluminaria a utilizar [w]

S = superficie del salón [m²]

$$VEEI = \frac{32 * 4 * 100}{65 * 117.29} = 1.67 \frac{W}{m^2}$$

Grupo	Actividad de la zona	VEEI máximo
1. Zonas de baja importancia Lumínica.	Administrativa en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnostico	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios	4
	Habitaciones de hospital	4,5
	Zonas comunes	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Parqueaderos	5
	Zonas deportivas	5
2. Zonas de alta importancia lumínica	Administrativa en general	6
	Estaciones de transporte	6
	Supermercados, hipermercados y almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (tiendas excluidas)	8
	Hostelería y restauración	10
	Centros de culto religioso en general	10
	Salones de reuniones, auditorios, convenciones	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes	10
	Habitaciones de hoteles	12

FIGURA 20. Valores del VEEI máximos permitidos

Esta tabla indica los valores límites de VEEI¹⁰ que se debe cumplir los recintos en las aulas de clases la cual es 4w/m² y estaría localizado en el grupo 1, en este caso el valor obtenido es menor al valor máximo permitido, por lo tanto el diseño es eficiente desde el punto de vista energético.

¹⁰ Valor de eficiencia energética de la instalación.

COMPUTADORES

El computador se ha transformado en una herramienta indispensable en la educación, especialmente en el aprendizaje de materias abstractas, el uso de recursos digitales en el aula permite que el profesor se acerque más al estudiante y se forme un punto de encuentro entre las dos partes, que permite a uno transmitir contenidos y enseñanzas y al otro recibirlas de forma más amena y entretenida, pues a los niños le llama la atención que los docentes hagan uso de la virtualidad ya que es un terreno donde se sienten seguros y a gusto..

La escuela cuenta con cuatro computadores de mesa HP Compaq con las siguientes características:

- Procesador Intel Penntium 4
- Windows XP profesional.
- 512 MB de memoria RAM (expandible)
- Pantalla CRT¹¹
- Consumo total promedio 250W

La demanda actual de la escuela es:

DEMANDA ESCUELA CENTRO EDUCATIVO RURAL CAÑO GUADUAS								
Electrodomesticos	Cantidad	Consumo (w)	Potencia (w)	Horas por dias	Dias por semana	Energia semana (W)	Energia semana (KWh)	Energia dia (KWh)
Computador	4	250	1000	2	7	14000	14	2
Bombillos exteriores	4	20	80	3	7	1680	1,68	0,24
Bombillo computado	1	64	64	6	7	2688	2,688	0,384
Bombillos salon	2	64	128	3	7	2688	2,688	0,384
Reflector	1	70	70	4	7	1960	1,96	0,28
Televisor	1	95	95	3	7	1995	1,995	0,285
DVD	1	50	50	1	7	350	0,35	0,05
			1487					3,623

FIGURA 21. Demanda actual de la escuela

¹¹ Pantalla de rayos catódicos: son tubos de vacío de vidrio los cuales emiten una corriente de electrones hacia una pantalla cubierta de pequeños elementos fosforescentes.

Demanda 3623W

La demanda total del sistema es 3,623 KWh/día y utilizara un sistema de 24V con dos días de autonomía.

Utilizando las coordenadas en las que se encuentra ubicada la escuela, se utilizó el software RETScreen para conocer el promedio de radiación anual que tiene ese sector, los resultados fueron:

Month	Air temperature °C	Relative humidity %	Daily solar radiation - horizontal kWh/m ² /d
January	25.3	64.8%	5.15
February	26.5	59.2%	5.32
March	27.4	58.2%	5.49
April	26.2	72.2%	5.24
May	25.5	78.7%	5.15
June	25.3	76.4%	5.34
July	25.5	72.1%	5.57
August	25.7	72.0%	5.58
September	25.2	76.4%	5.38
October	24.7	80.0%	4.99
November	24.4	79.6%	4.71
December	24.4	74.8%	4.77
Annual	25.5	72.0%	5.22
Measured at (m)			

FIGURA 22. Radiación solar anual RETSCREEN

Conociendo que el promedio de la radiación solar anual es de 5.22KWh/m²/d y tomando la potencia pico del panel, que es la potencia de salida en watts que produce un panel fotovoltaico en condiciones de máxima iluminación solar, con una radiación de aproximadamente 1 kW/m².

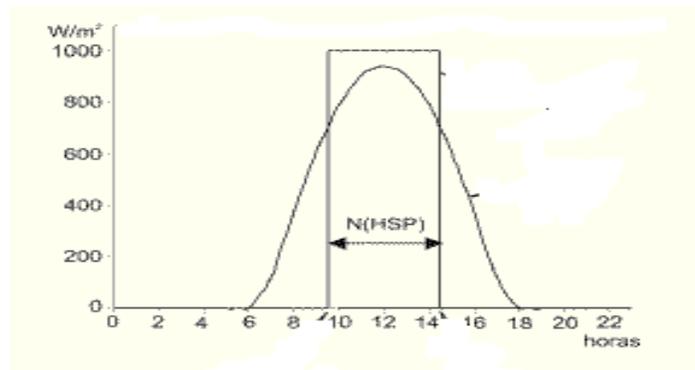


FIGURA 23. Potencia pico de un panel

Tenemos:

$$\text{horas de maxima radiacion al dia} = \frac{5220 \text{ Wh/m}^2 / \text{d}}{1000 \text{ W/m}^2} = 5.2 \text{ h/d}$$

Como resultado se obtuvo 5.2 horas al día en el cual el panel solar produce una potencia máxima de salida, pero para los cálculos del dimensionamiento se tomara 4 horas al día como máxima radiación solar.

Paneles

Energía del sistema 3.623KWh/día

Dividimos la energía total del sistema con el número de horas promedio de sol al día que se tomó 4 horas, esto se hace para saber cuánta potencia al día se dimensiona el sistema.

$$\frac{3623 \text{ wh/dia}}{4 \text{ h/dia}} = 905.7 \text{ W} = 0.905 \text{ KW}$$

Para conocer el número de paneles que necesitamos en nuestro sistema se divide la energía de día del sistema sobre la potencia del panel.

$$N_{\text{paneles}} = \frac{905.7 \text{ w}}{250 \text{ w}} = 3.623 = \text{ se utilizaran 4 paneles de 250w}$$

Se necesitan 4 paneles de 250W de tecnología Policristalina

Capacidad Banco de Baterías

$$C_{BB} = 1.2 * D_{tot} * D_{aut}$$

1.2 = Factor de corrección de la batería de carga/descarga

D_{aut} = Días de autonomía.

D_{tot} = Demanda total de energía en Ah/día (Se obtiene dividiendo los Wh/día sobre el voltaje del sistema).

$$W = A * V$$

$$A = \frac{W}{V} = \frac{3623wh/dia}{24v} = 150.95 Ah/dia$$

$$C_{BB} = 1.2 * 150.95Ah * 2 = 362.28 Ah/día$$

Utilizando la batería a un 40% de descarga para garantizar mayores ciclos de carga y descarga y así tener mayor vida útil de la batería tenemos:

$$C_{BB} = (1.2 * 150.95)/0.4 = 452.85Ah/dia$$

Para elegir la batería adecuada se tiene en cuenta el voltaje al cual está el sistema y la capacidad del banco de baterías.

Numero de baterías en serie:

$$B_{serie} = \frac{V_{sistema}}{V_{operacion}} = \frac{24}{12} = 2 \text{ Baterias en serie}$$

Numero de baterías en Paralelo:

$$B_{paralelo} = \frac{Ah_{Suministrado BB}}{Ah_{Bateria}} = \frac{452.85}{255} = 1.77 = 2 \text{ Baterias en paralelo}$$

Se necesitara 4 baterías a 12v, de 255Ah y que sean de tecnología Gel

Regulador

El regulador de carga se dimensiona a partir del arreglo solar fotovoltaico, para esto necesitamos saber la corriente de corto circuito (Isc), el voltaje de circuito abierto (Voc) y saber si los paneles van a ser instalados en serie o paralelo, para este montaje instalaremos los paneles en paralelo ya que aumenta la energía absorbida del sol.

Características del panel solar.

$$I_{sc} = 8,84 \text{ A}$$

$$V_{oc} = 37,54 \text{ V}$$

$$A = I_{sc} * N_{\text{panel}}$$

$$A = 8,84 * 4 = 35,36 \text{ A}$$

Se necesita un regulador de 50A a 24V, que sea de tecnología MPPT

Inversor

Para escoger el inversor se tiene en cuenta la carga instalada de la escuela la cual es 0.905KWh, saber el voltaje y la frecuencia a la que va a funcionar.

Se necesita un inversor de 1000 a 1800W, de voltaje nominal AC de 120V. de frecuencia 60Hz y de categoría off-grid

PROYECCION DE DEMANDA

En la proyección de demanda en la escuela se tomó en cuenta las siguientes características en la selección de los equipos.

Bombillos ahorradores de energía

- 2700 k blanco fresco (coolwhite)
- 120 v
- 1150 lumens
- Horas de vida 6000

- Potencia 20W

Ventilador turbo silenciador Samurai

- Tres veces más silencioso.
- Dos veces mayor de flujo de aire para mayor frescura.
- Novedoso sistema de inclinación para mayor estabilidad
- Piezas plásticas que no se oxidan.
- Oscilación horizontal para mayor distribución de aire.
- 80 watts de potencia

Grabadora sony cdf-s350

- CD radio cassette-corder
- DC flashlight battery
- 14 watts potencia

Televisor samsung 21" pantalla plana

- Ajuste de temperatura de color
- Turbo Sound
- Conexiones análogas (RGB 480i), S-VHS, RCA
- Salida de audífonos y de Monitor (A/V Integrado)
- 47,3 cm alto x 60,4 cm ancho x 34,0 cm profundidad
- 95 watts potencia

Licuada Oster cromada 4655 3 vel

- Pulveriza hielo con la cuchilla trituradora de hielo
- Control giratorio de 3 velocidades
- Sistema de impulsión totalmente metálico
- Motor de 600 watts

Refrigerador domestico 2871 mabe

- Carga refrigerante gas R-134^a
- Cong:24L refig: 254L
- 115v a 60 HZ
- Potencia nominal : 138W

Reproductor de DVD Sony

- Reproducción de múltiples discos y formatos: CD-R/RW, DVD+RW/+R/+R DL, DVD-RW
- Reproducción rápida y lenta con sonido.
- 50 Watts

Reflector BR-FL-20W-01

- Led chip Epistar
- 1500-1600 lumenes
- IP 65 - 70 Watts

Bomba de Agua ½ HP

- Modelo QB-60
- Voltaje 110v – 60 Hz
- Velocidad 3450 rpm
- 373 Wh

DEMANDA ESCUELA CENTRO EDUCATIVO RURAL CAÑO GUADUAS								
Electrodomesticos	Cantidad	Consumo (w)	Potencia (w)	Horas por dias	Dias por semana	Energia semana (KW)	Energia semana (KWh)	Energia dia (KWh)
Ventilador	4	80	320	5	7	11200	11,2	1,6
Computador	4	250	1000	2	7	14000	14	2
Bombillos exteriores	4	20	80	3	7	1680	1,68	0,24
Bombillo computado	1	64	64	6	7	2688	2,688	0,384
Bombillos salon	2	64	128	3	7	2688	2,688	0,384
Reflector	1	70	70	4	7	1960	1,96	0,28
Grabadora	1	14	14	2	7	196	0,196	0,028
Televisor	1	95	95	3	7	1995	1,995	0,285
licuadora	1	600	600	0,16	7	672	0,672	0,096
Nevera	1	138	138	8	7	7728	7,728	1,104
DVD	1	50	50	1	7	350	0,35	0,05
Motobomba	1	373	373	0,5	7	1305,5	1,3055	0,1865
celular	3	5	15	3	7	315	0,315	0,045
TOTAL			2947					6,6825

FIGURA 24. Proyección de demanda a 6700W

Demanda 6682W

Paneles

Energía del sistema 6682.5KWh/día

$$\frac{6682.5wh/dia}{4h/dia} = 1670 W = 1.7KW$$

$$N_{paneles} = \frac{1909w}{250w} = 6.68 = \text{se utilizaran 7 paneles de 250w}$$

Se necesitan 7 paneles de 250W de tecnología Policristalina

Capacidad Banco de Baterías

$$C_{BB} = 1.2 * D_{tot} * D_{aut}$$

1.2 = Factor de corrección de la batería de carga/descarga

D_{aut} = Días de autonomía.

D_{tot} = Demanda total de energía en Ah/día (Se obtiene dividiendo los Wh/día sobre el voltaje del sistema).

$$W = A * V$$

$$A = \frac{W}{V} = \frac{6682.5wh/dia}{24v} = 278.43 Ah/dia$$

$$C_{BB} = 1.2 * 278.43Ah * 2 = 668.25 Ah/día$$

Utilizando la batería a un 40% de descarga para garantizar mayores ciclos de carga y descarga y así tener mayor vida útil de la batería tenemos:

$$C_{BB} = (1.2 * 278,43)/0.4 = 835.29Ah/dia$$

Numero de baterías en serie:

$$B_{serie} = \frac{V_{sistema}}{V_{operacion}} = \frac{24}{12} = 2 \text{ Baterias en serie}$$

Numero de baterías en Paralelo:

$$B_{paralelo} = \frac{Ah_{Suministrado BB}}{Ah_{Bateria}} = \frac{835,29}{255} = 3.2 = 3 \text{ Baterias en paralelo}$$

Se necesitara 6 baterías a 12V, de 255Ah y que sean de tecnología Gel

Regulador

Características del panel solar.

$$I_{sc} = 8,84 \text{ A}$$

$$V_{oc} = 37,54 \text{ V}$$

$$A = I_{sc} * N_{panel}$$

$$A = 8,84 * 7 = 61.88 \text{ A}$$

Se necesita un regulador de 80A a 24V, que sea de tecnologia MPPT

Inversor

Para escoger el inversor se tiene en cuenta la carga instalada de la escuela la cual es 1.7KWh.

Se necesita un inversor de 2400W, de voltaje nominal AC de 120V. de frecuencia 60HZ y de categoria off-grid.

3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS

PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

La diferencia de estos tres tipos de tecnologías de paneles solares fotovoltaicos radica básicamente en la cristalización del silicio, Actualmente se consiguen rendimientos muy parecido, Pero para este proyecto se eligió el panel de tecnología policristalina ya que estos paneles a comparación de los monocristalinos son un poco más baratos pero al mismo tiempo ofrecen una mejor relación calidad-precio, y en comparación de los amorfos tienen más durabilidad y rendimiento

Después de las consideraciones anteriores, se tomaran paneles de 250W de potencia de tecnología policristalina.

PANEL SOLAR	FABRICANTE	MODELO	TECNOLOGIA	EFICIENCIA %	DIMENSIONES (cm)	CELDA POR MODULO
	Kyocera	KD250GX-LFB US	Policristalino	15.29	166.1 X 99 X 4.57	60

BATERIAS

Se eligió batería de electrolito captivo (GEL) a 12V, el cual usan ácido sulfúrico en forma de Gel, estas baterías son selladas de fábrica sin goteos o fugas, debido a estas características no requieren mantenimiento y son fáciles de transportar.

BATERIA	FABRICANTE	MODELO	TECNOLOGIA	VOLTAJE	DIMENSIONES (cm)	CAPACIDAD
	Trojan Battery Company	8D-Gel	Bateria GEL	12 V	53.8x 27.9 x 27.4	255 Ah

REGULADOR DE CARGA

El sistema se dimensionara a 24V. el regulador de carga se dimensiona a partir del arreglo solar fotovoltaico, para esto necesitamos saber la corriente de corto circuito (Isc), el voltaje de circuito abierto (Voc), saber si los paneles van a ser instalados en serie o paralelo, y saber el Amperaje del sistema.

En referencia a la clasificación anterior, se buscaran reguladores de carga a 24V y a un amperaje un poco mayor que el amperaje del sistema

Regulador	FABRICANTE	MODELO	VOLTAJE	Corriente
	Xantrex	XW-MPPT60-150	24	60A

INVERSOR

El inversor se utiliza en estos sistemas solares fotovoltaicos para cambiar un voltaje de entrada de corriente continua que proviene de los paneles a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna el cual se puedan conectar los electrodomésticos de uso final.

Para escoger el inversor se tiene en cuenta la carga instalada.

INVERSOR	FABRICANTE	MODELO	VOLTAJE A.C	EFICIENCIA %	POTENCIA DE SALIDA
	Xantrex	806-1840	120V	87	1800 W

ACOMETIDA

En cuanto a las acometidas, se tendrá por un lado el cableado desde los paneles hasta el inversor, y del inversor a la demanda, se recomienda utilizar tubos de metal o de plásticos que ofrezcan protección para los cables, el conducto más utilizado en los sistemas fotovoltaicos es el cloruro de polivinilo (PVC), el cual es un tubo rígido, no metálico y puede ser enterrado o sujeto a las paredes para proteger los cables.

El tamaño del cable se da en términos de American Wire Gauge (AWG). Estándar norteamericano usado en la designación del calibre (Diámetro) de los alambres y cables eléctricos, también se incorporaran elementos de protección adecuados para sobrecargas y cortocircuitos en una caja de protección, así como diodos by-pass en los paneles.

3.3. HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS SELECCIONADOS

PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Como pionero con 35 años en el solar, Kyocera demuestra el liderazgo en el desarrollo de productos de energía solar. Kyocera Kaizen Filosofía, el compromiso con la mejora continua, se muestra mediante la consecución de récords mundiales en varias ocasiones en eficiencia de las células.

General Information

Manufacturer: [Kyocera](#)
Model ID/Number: KD250GX-LFB US

Safety Ratings & Certifications:



Compliance: Buy American ARRA

Mechanical Data & Components

Technology: Poly
Panel Dimensions: 65.4 × 39 × 1.8 inches
Panel Weight: 46.3 pounds
Cells Per Module: 60
Frame Material: Black
Module Connector: MC4
Output Cables: PV Wire

Electrical Characteristics

System Rating: 250 Watts
Watts (PTC): 223.7 Watts
Max Power Voltage (Vmpp): 29.8 Volts
Max Power Current (Impp): 8.39 Amps
Open Circuit Voltage (Voc): 36.9 Volts
Short Circuit Current (Isc): 9.09 Amps
Max System Voltage: 600 Volts

<http://www.civicsolar.com/product/kyocera-kd250gx-lfb-us-250watt-solar-panel>

BATERIAS

Investigaciones independientes han demostrado que las baterías Trojan son la más resistente y duradera, están certificadas y sus productos son sometidos a cerca de 200 puntos de inspección antes de salir de la plantas de fabricación.

Technical Specifications

Battery Technology:	Gel Battery
Voltage:	12Volts
C/20 capacity:	225Ah
Group Class:	8D
Terminal Type:	5

Mechanical Data & Components

Dimensions:	21.175 × 11 × 10.8125 inches
Weight:	157 pounds

General Information

Category:	Battery
Manufacturer:	Trojan Battery Company
Model ID/Number:	8D-Gel

<http://www.civicsolar.com/product/trojan-8d-gel-12v-225ah-gel-battery>

REGULADOR DE CARGA

El controlador de carga solar Xantrex, realiza el seguimiento del punto de máxima potencia eléctrica de un generador fotovoltaico y suministrar la corriente máxima disponible para la carga de baterías.

Technical Specifications

Technology:	MPPT
System Voltage:	12Volts 24Volts 36Volts 48Volts 60Volts
Max Input Voltage:	150Volts
Max. PV Input Current:	60Ampers
Max. Output Current:	60Ampers

Mechanical Data & Components

Dimensions:	10.75 × 14.5 × 5.75
Weight:	5.5

General Information

Manufacturer:	Xantrex
Model ID/Number:	XW-MPPT60-150

<http://www.civicsolar.com/product/xantrex-xw-mppt>

INVERSOR

Las características del Inversor / Cargador es modificar la salida de onda sinusoidal y está disponible en tres modelos: 1000 vatios con un cargador de 20 amperios, 1000 vatios con un cargador de 55 amperios y 1800 watts con un cargador de 40 amperios.

Electrical Specifications

Peak Inverter Efficiency:	87%
AC Nominal Voltage:	120 V
AC Frequency:	60Hertz
Continous AC Power Output:	1800Watts

Mechanical Data & Components

Dimensions:	18 × 9.5 × 4.2 inches
Weight:	12.8 pounds

General Information

Category:	Off Grid
Manufacturer:	Xantrex
Model ID/Number:	806-1840
Product Line:	Freedom

<http://www.civicsolar.com/product/xantrex-xantrex-806-1840-freedom-hf-1800>

3.4. VERSIÓN PRELIMINAR DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN

PVSYST V6.12¹² es un software personal para el estudio, Permite el estudio de sistemas fotovoltaicos, pueden ser conectados a la red, autónomos, bombeo solar, y redes en DC (Sistemas de transporte público). En este software se incluye extensas bases de datos de meteorología y componentes de sistemas fotovoltaicos, así como diversas herramientas para ingeniería en energía solar.

El software proporciona secciones como pre-dimensionamiento, diseño del proyecto, base de datos y herramientas.



FIGURA 25. Secciones del software PVsyst

Pre-dimensionamiento: En esta sección se evalúa rápidamente el rendimiento del sistema en valores mensuales, utilizando pocas características generales del sistema o parámetros, se puede pre-dimensionar en sistemas conectados a la red, sistemas aislados o de bombeo.

¹² <http://www.pvsyst.com/en/download>



FIGURA 26. Pre-dimensionamiento del software PVsyst

En los sistemas conectados a la red, se requiere información sobre la ubicación de la superficie, la tecnología fotovoltaica (colores, la transparencia, etc), el poder de inversión requerida o deseada.

En los sistemas autónomos permite dimensionar la potencia fotovoltaica necesaria y la capacidad de la batería, dado el perfil de la carga y la probabilidad de que el usuario no se dará por satisfecho ("Pérdida de carga" probabilidad, o de forma equivalente a la "fracción solar" deseada).

En los sistemas de Bombeo, evalúa la potencia de la bomba y el tamaño necesario del sistema. En cuanto a los sistemas independientes, este tamaño tiene la probabilidad de que las necesidades de agua no se cumplan en el año.

Diseño del proyecto: su objetivo es llevar a cabo un diseño de sistema a fondo en el uso de simulaciones detalladas por hora. En el marco de un "proyecto", el usuario puede realizar diferentes simulaciones del sistema y compararlas, se tiene que definir la orientación del plano, la necesidad del usuario y elegir los componentes específicos del sistema. Para un proyecto dado, siempre es recomendable construir un proyecto primero con las variables y parámetros con valores propuestos por default. Como segunda variante de simulación es recomendable incluir aspectos más detallados del proyecto.

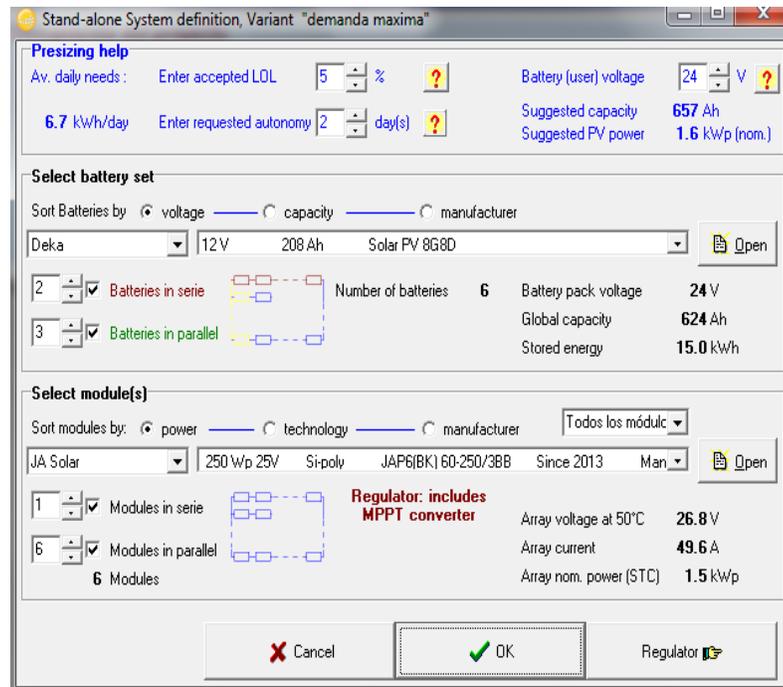


FIGURA 27. Variantes del sistema

En un segundo paso, el usuario puede especificar los parámetros más detallados y analizar los efectos como el comportamiento térmico, calidad del módulo, ángulo de incidencia, pérdidas y sombras parciales cercanos al sistema. Para los sistemas de bombeo, varios diseños de sistemas pueden ser probados y comparados entre sí, con un análisis detallado de los comportamientos y las eficiencias.

Los resultados incluyen varias docenas de variables de simulación, que pueden visualizarse en valores mensuales, diarios o por hora, e incluso transferir a otro software. La "pérdida Diagrama" es particularmente útil para la identificación de los puntos débiles del diseño del sistema. Un informe técnico se puede imprimir para cada ejecución de simulación, incluyendo todos los parámetros utilizados para la simulación y los resultados principales.

Una evaluación económica detallada se puede realizar utilizando precios de los componentes reales, los costes adicionales y las condiciones de inversión.

Base de datos: Esta parte (que se encuentra en la parte de "Herramientas") permite la importación de datos de medición en casi cualquier formato, para mostrar tablas y gráficos de los rendimientos reales, y para realizar comparaciones cercanas con las variables simuladas. Análisis los parámetros de funcionamiento reales del sistema.

Las bibliotecas de PVsyst incluyen definiciones de sitios geográficos (Latitud, longitud, altitud, y zona horaria), así como datos mensuales de irradiación global, temperatura y velocidad de viento para 330 sitios en todo el mundo. Es posible importar estos datos a partir de bases de datos como la NASA o Meteonorm, o manualmente si se ha hecho un estudio riguroso en un sitio en particular.

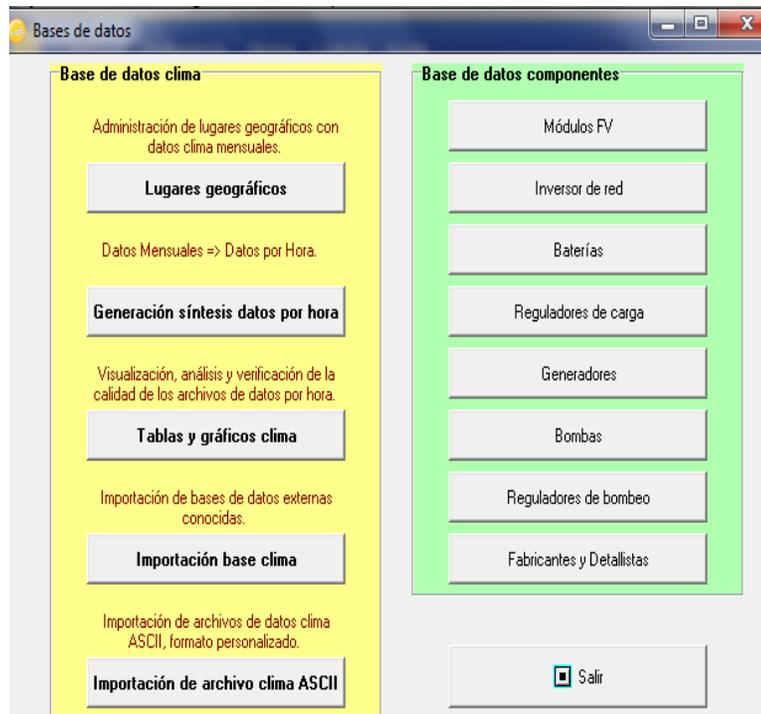


FIGURA 28. Base de datos

Simulación de la demanda 3630 con el software

Definition of Daily Household consumptions

Number		Power	Mean Daily use	Daily energy
0	Fluorescent lamps	0 W/lamp	0.0 h/day	0 Wh
0	TV / Magnetoscope / PC	0 W/app.	0.0 h/day	0 Wh
0	Domestic appliances	0 W/app.	0.0 h/day	0 Wh
0	Fridge / Deep-freeze		0.00 kWh/day	0 Wh
0	Dish-washer, Cloth-washer		0.00 kWh/day	0 Wh
	Other uses	363 W tot	10.0 h/day	3630 Wh
	Stand-by consumers	0 W tot	24h/day	0 Wh

Total daily energy 3630 Wh/day
Total monthly energy 108.9 kWh/month

Consumption definition by: Year Seasons Months

Week-end use: Use only during 7 days in a week

Model:

FIGURA 29. Demanda de 3630W

Stand-alone System definition, Variant "Carga media"

Presizing help
Av. daily needs: Enter accepted LOL 5 %
3.6 kWh/day Enter requested autonomy 2 day(s)

Battery (user) voltage 24 V
Suggested capacity 356 Ah
Suggested PV power 866 Wp (nom.)

Select battery set
Sort Batteries by: voltage capacity manufacturer
Deka 12 V 208 Ah Solar PV 8G8D

Batteries in serie Batteries in parallel
Number of batteries 4
Battery pack voltage 24 V
Global capacity 416 Ah
Stored energy 10.0 kWh

Select module(s)
Sort modules by: power technology manufacturer Todos los módulos
JA Solar 250 Wp 25V Si-poly JAP6(BK) 60-250/3BB Since 2013 Man.

Modules in serie Modules in parallel
3 Modules
Regulator: includes MPPT converter
Array voltage at 50°C 26.8 V
Array current 24.8 A
Array nom. power (STC) 750 Wp

Regulator

FIGURA 30. Definición del sistema a 3630W por el software

Colocando parámetros como días de autonomía del sistema, voltaje del sistema, tipo de baterías y paneles solares los cuales fueron los mismos que se tomaron anteriormente, el software toma 4 horas de radiación pico al día y da como resultado que necesitaremos de 4 baterías (dos en serie y dos en paralelo) y 3 paneles solares, el regulador se toma por default.

Informe:

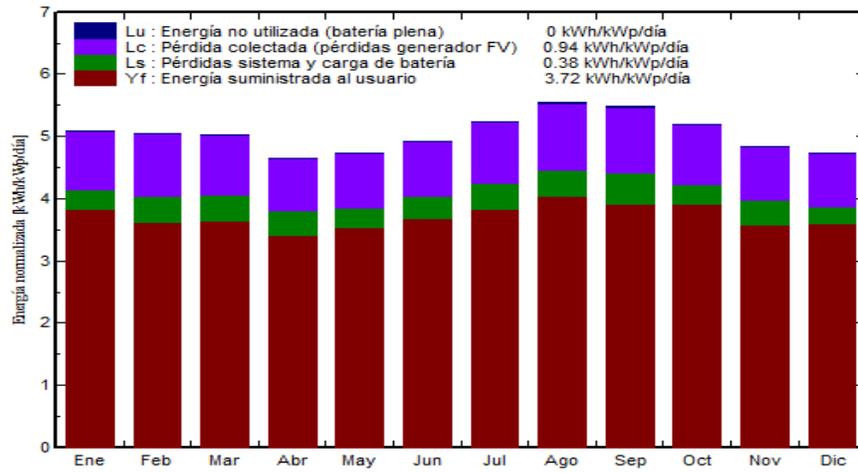


FIGURA 31. Potencia nominal a 750W

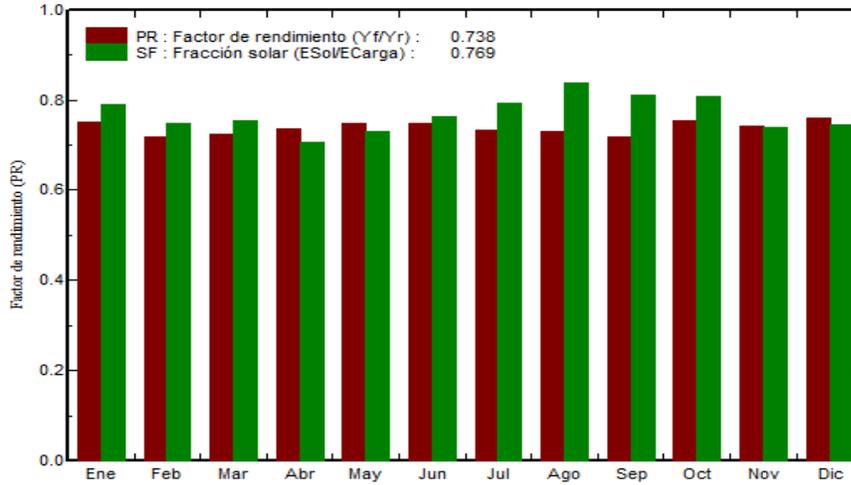


FIGURA 32. Factor de rendimiento y fricción solar a 750w

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E Avail kWh	EUnused kWh	E Miss kWh	E User kWh	E Load kWh	SolFrac
Enero	144.8	153.0	91.85	0.055	23.57	88.96	112.5	0.791
Febrero	133.8	136.8	80.88	0.041	25.63	76.01	101.6	0.748
Marzo	152.2	151.0	89.94	0.024	27.86	84.67	112.5	0.752
Abril	141.9	134.8	81.63	0.009	32.03	76.87	108.9	0.706
Mayo	153.8	141.2	85.50	0.009	30.44	82.09	112.5	0.729
Junio	157.5	142.2	86.65	0.020	25.99	82.91	108.9	0.761
Julio	172.1	156.3	94.42	0.018	23.43	89.10	112.5	0.792
Agosto	177.6	166.0	99.27	0.021	18.38	94.15	112.5	0.837
Septiembre	163.2	159.2	95.18	0.066	20.65	88.25	108.9	0.810
Octubre	154.4	155.8	94.08	0.068	21.52	91.01	112.5	0.809
Noviembre	134.1	140.4	85.76	0.023	28.34	80.56	108.9	0.740
Diciembre	133.9	142.2	86.03	0.066	28.75	83.78	112.5	0.745
Año	1819.3	1779.1	1071.18	0.421	306.59	1018.36	1324.9	0.769

Legendas: GlobHor Irradiación global horizontal E Miss Energía faltante
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E User Energía suministrada al usuario
 E Avail Energía Solar Disponible E Load Necesidad de energía del usuario (Carga)
 EUnused Pérdida de energía no utilizada (batería plena) SolFrac Fracción solar (EUtilizada/ECarga)

FIGURA 33. Balances y resultados principales a 750W

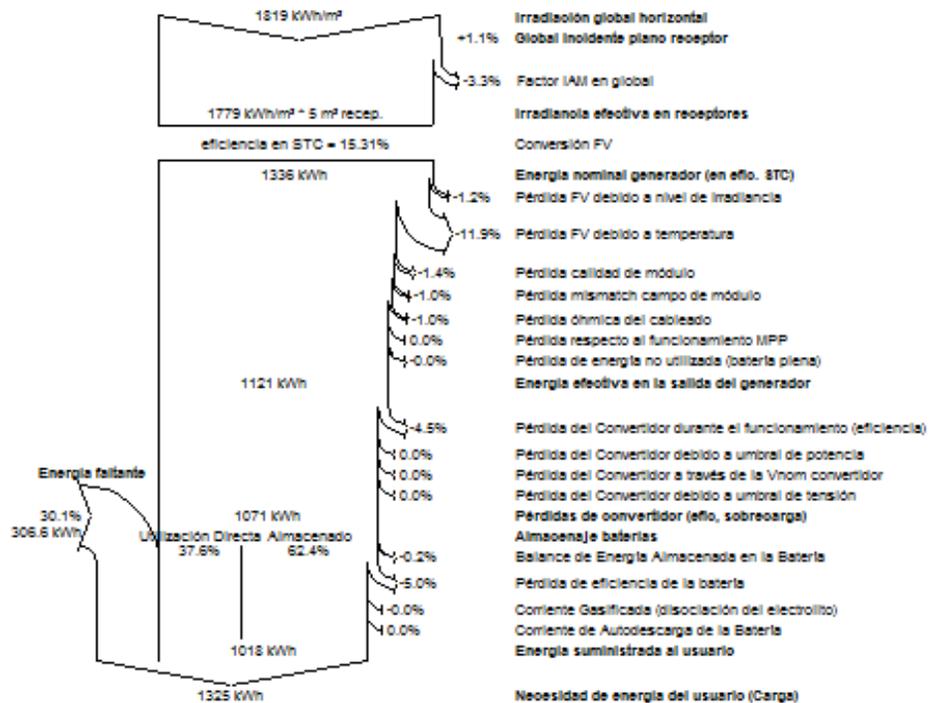


FIGURA 34. Diagrama de pérdidas a 750W durante el año

De acuerdo con el informe arrojado por el software, podemos observar que las pérdidas del sistema durante el año es de un 30.1%, lo cual es 306.6KWh/año y toda la energía se almacena en el banco de baterías sin saber si la energía que entra en el sistema carga totalmente el banco de baterías teniendo un 0% de energía perdida.

Este sistema no es muy bueno ya que hace falta mucha energía durante el año y el sistema en condiciones críticas no trabajaría en óptimas condiciones lo que significa que ese 30.1% podría aumentar.

Para solucionar este problema es necesario colocar otro panel solar para que le dé más energía anual al sistema y la energía faltante sea menor a 30.1%.

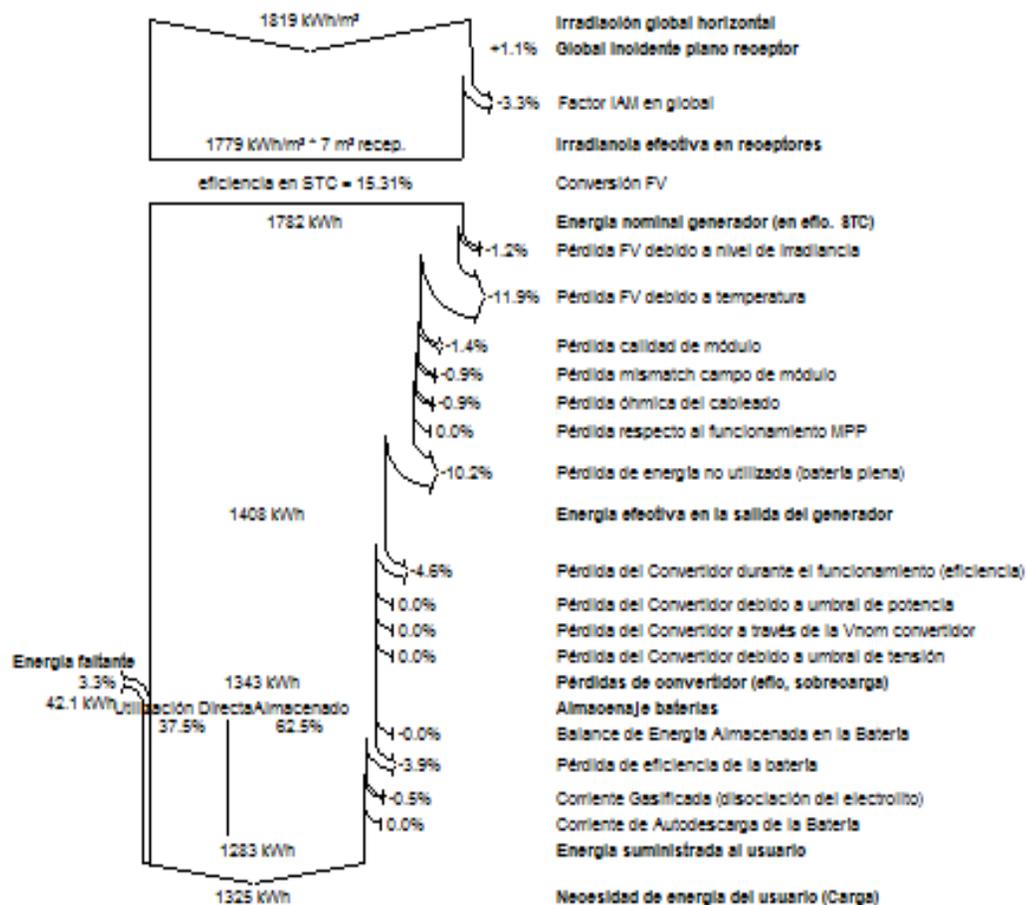


FIGURA 35. Diagrama de pérdidas a 1000W durante el año

Al suministrarle un panel al sistema se observa que la energía faltante bajo de 30.1% a 3.3%, esto quiere decir que el sistema mejoro un 26.8% anual, también podemos observar que este sistema carga totalmente el banco de baterías y se pierde un 10,2% de energía que no se puede guardar.

Simulación de la demanda 6700 con el software

Definition of Daily Household consumptions

Number		Power	Mean Daily use	Daily energy
0	Fluorescent lamps	0 W/lamp	0.0 h/day	0 Wh
0	TV / Magnetoscope / PC	0 W/app.	0.0 h/day	0 Wh
0	Domestic appliances	0 W/app.	0.0 h/day	0 Wh
0	Fridge / Deep-freeze		0.00 kWh/day	0 Wh
0	Dish-washer, Cloth-washer		0.00 kWh/day	0 Wh
	Other uses	670 W tot	10.0 h/day	6700 Wh
	Stand-by consumers	0 W tot	24h/day	0 Wh

Total daily energy 6700 Wh/day
Total monthly energy 201.0 kWh/month

Appliances info Hourly distribution

Consumption definition by
 Year
 Seasons
 Months

Week-end use
 Use only during 7 days in a week

Model

FIGURA 36. Demanda a 6700w en el software

Stand-alone System definition, Variant "demanda maxima"

Presizing help
 Av. daily needs : Enter accepted LOL 5 %
 6.7 kWh/day Enter requested autonomy 2 day(s)

Battery (user) voltage 24 V
 Suggested capacity 657 Ah
 Suggested PV power 1.6 kWp (nom.)

Select battery set
 Sort Batteries by: voltage | capacity | manufacturer
 Deka 12V 208 Ah Solar PV 8G8D

2 Batteries in serie Number of batteries 6 Battery pack voltage 24 V
 3 Batteries in parallel Global capacity 624 Ah
 Stored energy 15.0 kWh

Select module(s)
 Sort modules by: power | technology | manufacturer
 JA Solar 250 Wp 25V Si-poly JAP6(BK) 60-250/3BB Since 2013 Man

1 Modules in serie Regulator: includes MPPT converter Array voltage at 50°C 26.8 V
 6 Modules in parallel Array current 49.6 A
 6 Modules Array nom. power (STC) 1.5 kWp

 Regulator

FIGURA 37. Definición del sistema a 6700w por el software

Para este dimensionamiento se tomaron los mismo parámetros como son 2 días de autonomía del sistema, los mismos paneles y baterías, lo único que se cambio fue la demanda del sistema la cual es mayor debido a futuras instalaciones de electrodomésticos necesarios en la escuela.

El resultado del software es que se necesitan 6 baterías y 6 paneles solares fotovoltaicos

El software me arroja los siguientes resultados

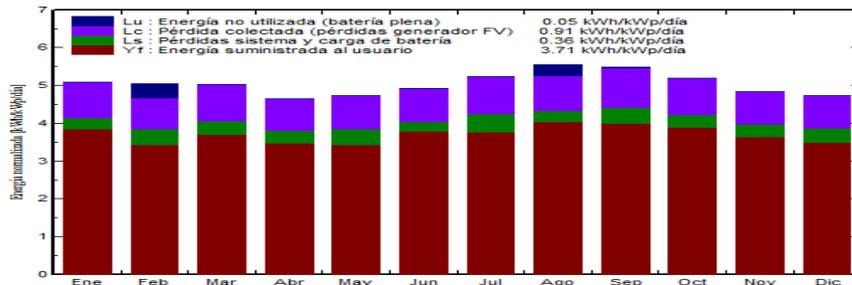


FIGURA 38. Potencia nominal a 1500W

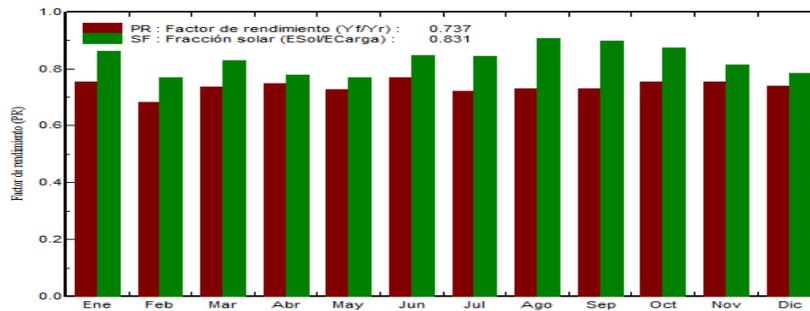


FIGURA 39. Factor de rendimiento y fricción solar a 1500W

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E Avail kWh	EUnused kWh	E Miss kWh	E User kWh	E Load kWh	SolFrac
Enero	144.8	153.0	183.7	0.11	28.84	178.9	207.7	0.861
Febrero	133.8	136.8	169.9	15.82	43.25	144.3	187.6	0.769
Marzo	152.2	151.0	179.9	0.05	35.73	172.0	207.7	0.828
Abril	141.9	134.8	163.3	0.02	44.68	156.3	201.0	0.778
Mayo	153.8	141.2	171.0	0.02	48.02	159.7	207.7	0.769
Junio	157.5	142.2	173.3	0.04	30.59	170.4	201.0	0.848
Julio	172.1	156.3	188.9	0.04	32.47	175.2	207.7	0.844
Agosto	177.6	166.0	205.7	13.37	19.45	188.2	207.7	0.908
Septiembre	163.2	159.2	190.4	0.13	20.85	180.1	201.0	0.896
Octubre	154.4	155.8	188.2	0.14	26.27	181.4	207.7	0.874
Noviembre	134.1	140.4	171.5	0.05	37.39	163.6	201.0	0.814
Diciembre	133.9	142.2	172.1	0.13	44.96	162.7	207.7	0.784
Año	1819.3	1779.1	2157.6	29.90	412.51	2033.0	2445.5	0.831

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal E Miss Energía faltante
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E User Energía suministrada al usuario
 E Avail Energía Solar Disponible E Load Necesidad de energía del usuario (Carga)
 EUnused Pérdida de energía no utilizada (batería plena) SolFrac Fracción solar (Eutilizada/ECarga)

FIGURA 40. Balances y resultados principales a 1500W

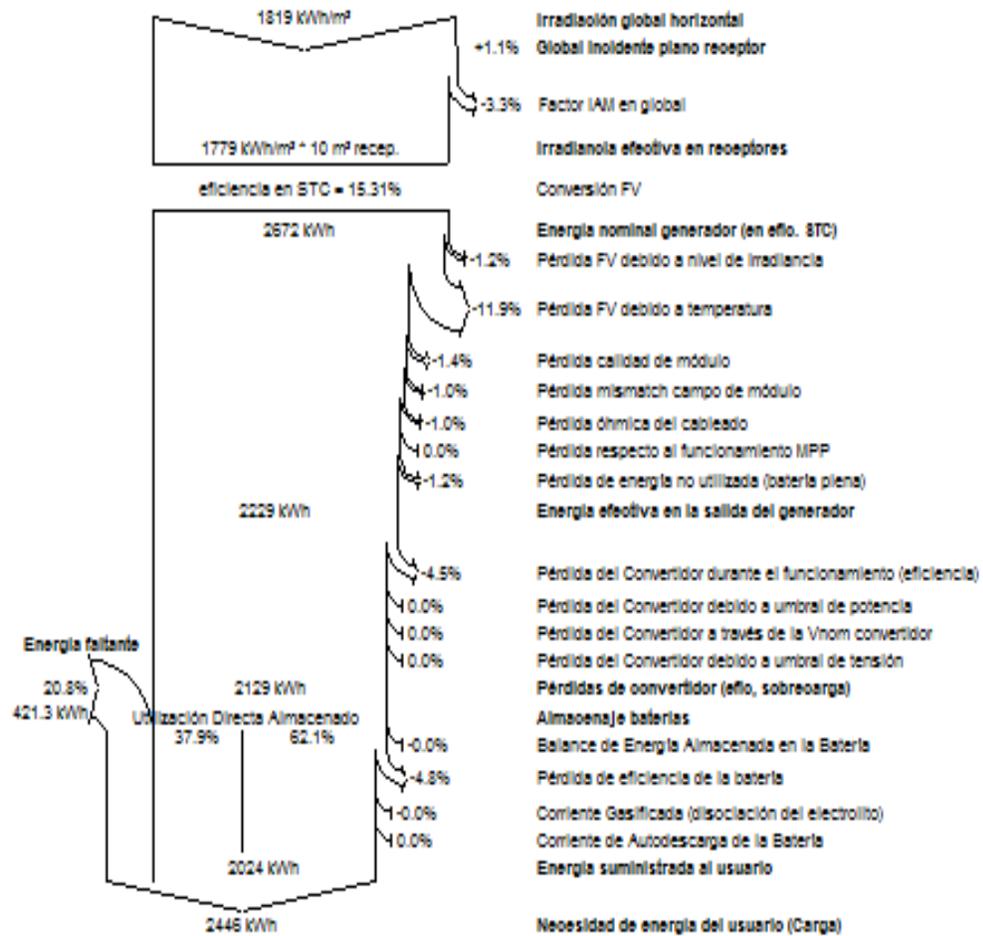


FIGURA 41. Diagrama de pérdidas a 1500W durante el año

De acuerdo con el informe arrojado por el software, podemos observar que las pérdidas del sistema durante el año es de un 20.3%, lo cual es 421.3KWh/, esta energía alcanza a llenar en su totalidad el banco de batería y solo se desperdicia un 1.2% de energía que no puede ser guardada.

Este sistema no es muy bueno ya que hace falta mucha energía durante el año, para solucionar este problema es necesario colocar otro panel solar para que le dé más energía anual al sistema.

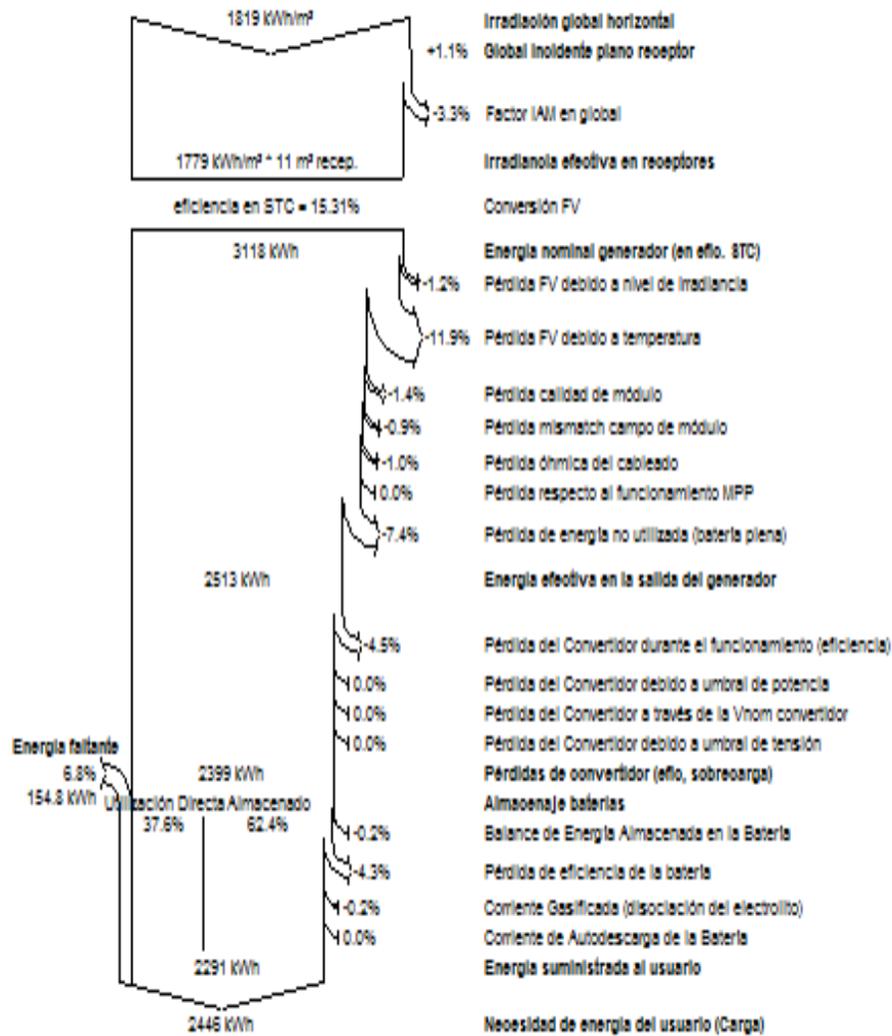


FIGURA 42. Diagrama de pérdidas a 1750W durante el año

Al aumentarle al sistema un panel solar se puede ver que la energía faltante bajo de 20.8% a 6.8%, esto quiere decir que el sistema mejoro un 26.8% anual de energía, también podemos observar que este sistema carga totalmente el banco de baterías pierde -6.2% más de energía que no se puede guardar de -1.2% a -7.4%.

4. INGENIERIA DE DETALLE

4.1. PLANOS DE CONSTRUCCION

En este proyecto se tomaran en cuenta características como el ángulo de inclinación a la que deben ir los paneles, el cual es 10 grados.

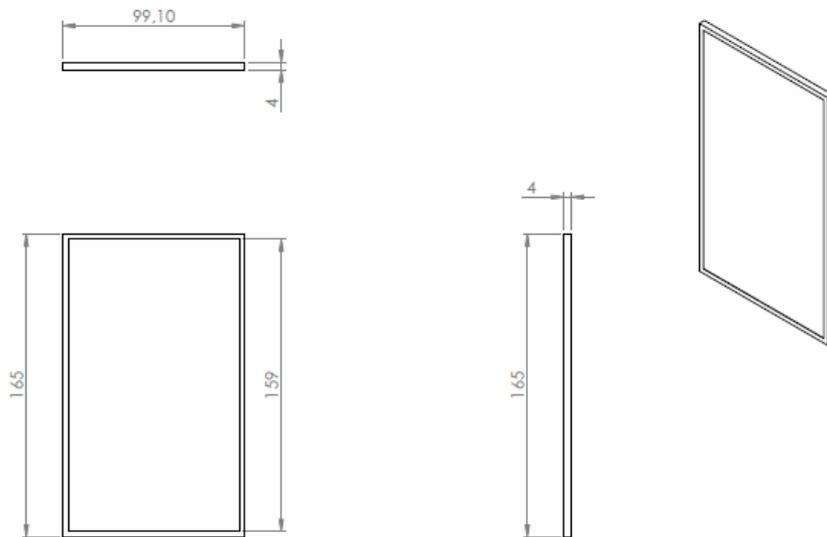


FIGURA 43. Plano de los paneles

Los paneles se colocaran en el techo de la escuela, esta sería una ubicación ideal ya que el sol sale por esa zona y no hay ningún obstáculo que haga sombra o impida una buena radiación.

Se colocara un soporte para los paneles solares en el techo, esto debido a que el material del techo no puede soportar el peso de los paneles, para evitar que el calor se concentre en el espacio techo-panel y también para darle el ángulo de inclinación al panel.

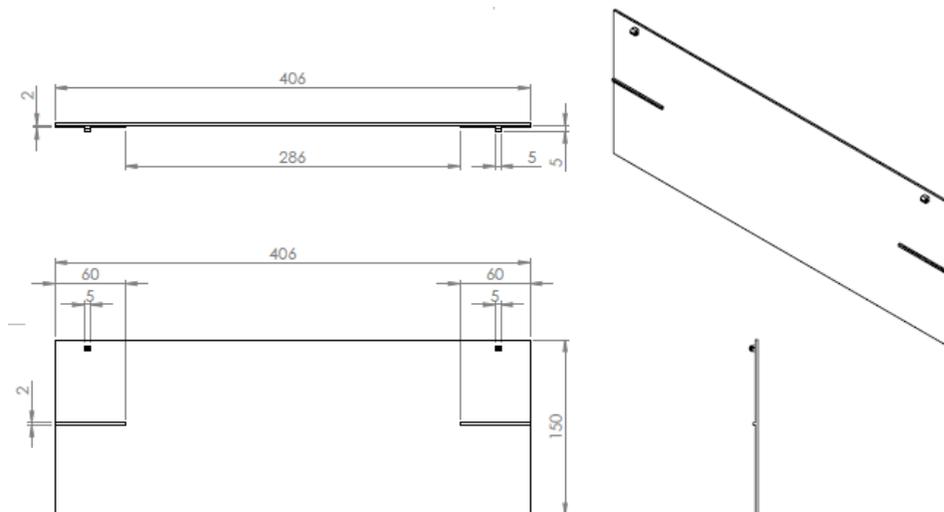


FIGURA 44. Plano del soporte donde se pondrán los paneles

Los equipos del sistema fotovoltaico y la caja de protección estarán ubicados en la zona del pasillo para evitar al máximo condiciones ambientales que pueda afectar su funcionamiento.

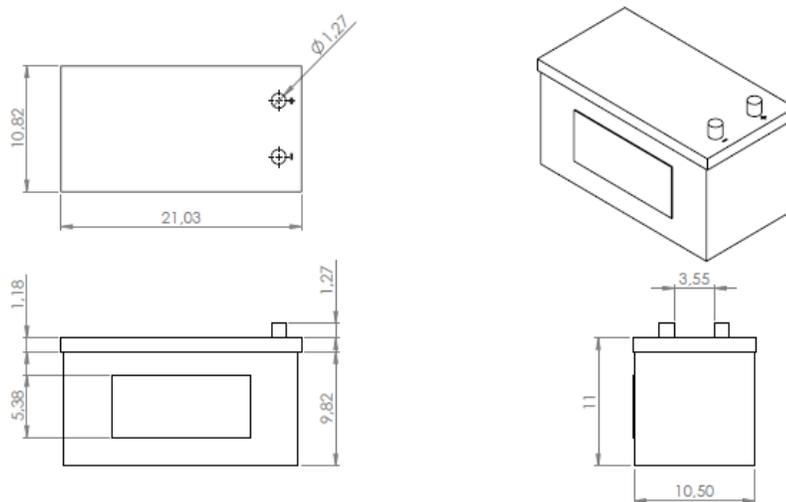


FIGURA 45. Plano de baterías

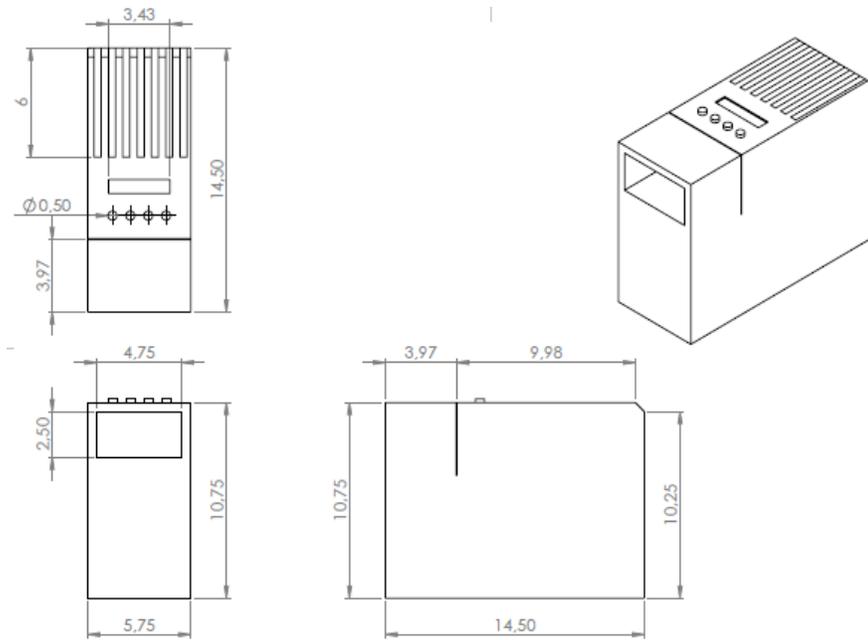


FIGURA 46. Plano del regulador de carga

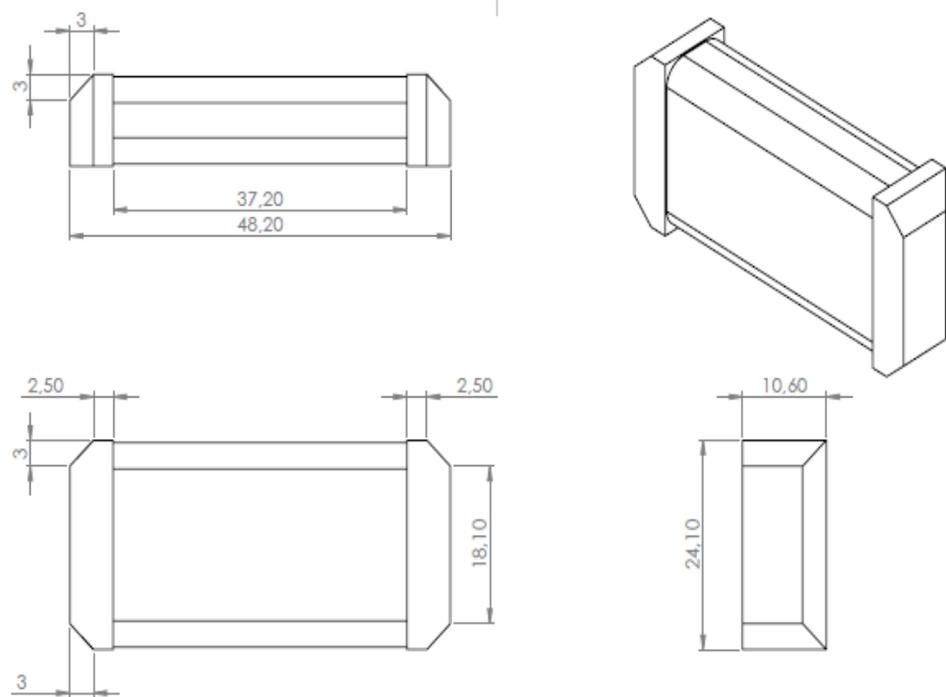


FIGURA 47. Plano del Inversor

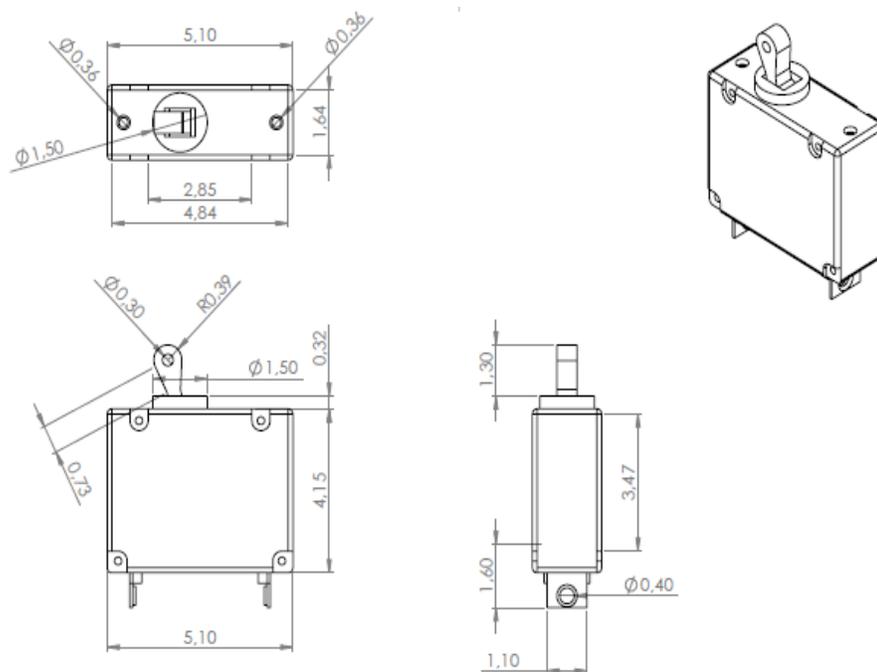


FIGURA 48. Plano del Interruptor

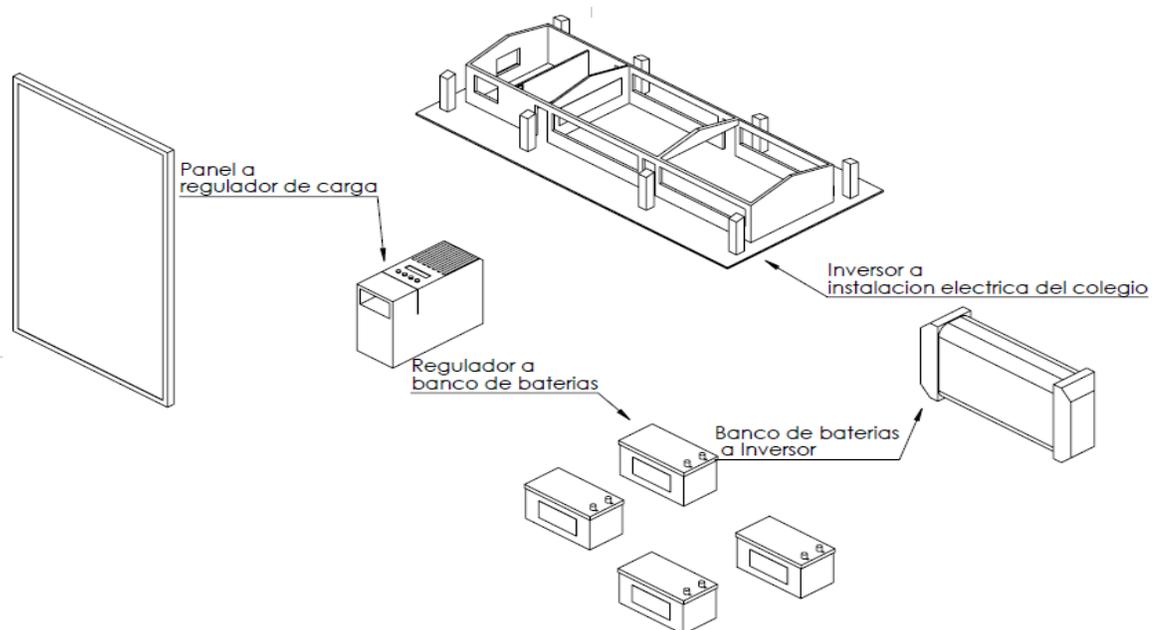


FIGURA 49. Plano de conexión del sistema

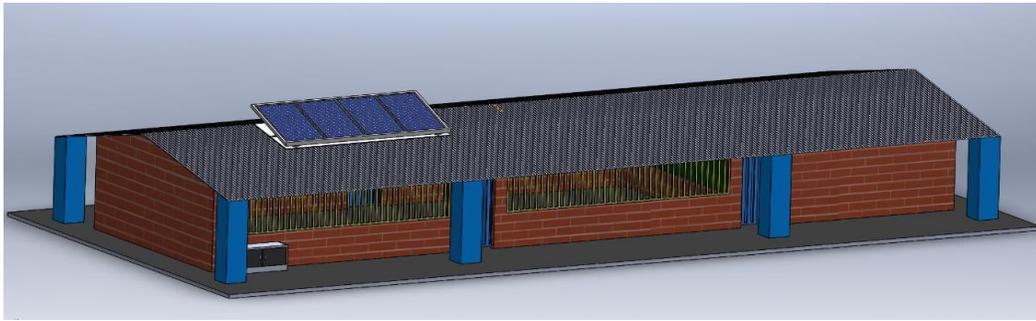


FIGURA 50. Imagen exterior de ubicación de los equipos

4.2. MEMORIA DE CALCULO

Demanda 3630W

Panel: El sistema está a una potencia de 0.905 KW, Se utilizaran 4 paneles a 250W lo cual supliría el sistema, dando como resultado 1kW de potencia.

Baterías: El banco de baterías está a 452.85Ah/día, y el sistema está a 24V, por lo tanto utilizaremos 4 baterías de 255Ah a 12V, dos baterías en serie y dos en paralelo a lo que nuestro sistema en el banco de batería quedaría a 510Ah.

Regulador: El regulador de carga se dimensiona a partir del arreglo solar fotovoltaico, el Isc del panel seleccionado es de 8,84A, la suma de los 4 paneles es 35,36A, el cual se escogió un regulador de 50A a 24V.

Inversor: Para escoger el inversor se tuvo en cuenta la carga instalada de la escuela la cual es 0.905KWh, también saber el voltaje y la frecuencia a la que va a funcionar, por lo que se seleccionó un inversor de 1000 a 1800W de 120V a 60Hz

Demanda 6700W

Panel: El sistema está a una potencia de 1,7 KW, Se utilizaran 7 paneles a 250W lo cual supliría el sistema, dando como resultado 1,75kW de potencia.

Baterías: El banco de baterías está a 835.29Ah/día, y el sistema está a 24V, por lo tanto utilizaremos 6 baterías de 255Ah a 12V, dos baterías en serie y tres en paralelo a lo que nuestro sistema en el banco de batería quedaría a 765Ah.

Regulador: El regulador de carga se dimensiona a partir del arreglo solar fotovoltaico, el Isc del panel seleccionado es de 8,84A, la suma de los 7 paneles es 61.88A, el cual se escogió un regulador de 80A a 24V.

Inversor: Para escoger el inversor se tuvo en cuenta la carga instalada de la escuela la cual es 1,7KWh, por lo que se seleccionó un inversor de 2400W de 120V a 60Hz.

4.3. LISTADO DE MATERIALES

LISTADO DE EQUIPOS DE LA DEMANDA 3630Wh				
Cantidad	Equipo	Descripcion	valor unidad	valor total
4	Panel solar	Kyocera KD250GX-LFB, tecnologia policristalino a 250W	\$ 1.220.000	\$ 4.880.000
4	Bateria	Trojan Battery Company 8D GEL, de 12V a 255A	\$ 1.405.000	\$ 5.620.000
1	Regulador	Xantrex XW MPPT60, de 24V a 50A	\$ 1.320.000	\$ 1.320.000
1	Inversor	Xantrex 806-1840, 1800W a 120V	\$ 1.450.000	\$ 1.450.000
20 metros	Cable	Cable solar 6mm	\$ 16.000	\$ 320.000
1	Tablero AC	Tablero AC automatico	\$ 800.000	\$ 800.000
1	Acometidas (terminales y conectores)	Hembra, Macho Mc4	\$ 180.000	\$ 180.000
1	Estructura montaje panel	Se recomienda de aluminio para soportar el panel	\$ 380.000	\$ 380.000
1	Proteccion bateria	Se recomienda un rack de aluminio para las baterias	\$ 600.000	\$ 600.000
TOTAL				\$ 15.550.000

Para construcción del sistema solar fotovoltaico en la demanda de 6700W, se necesitara:

LISTADO DE EQUIPOS DE LA DEMANDA 6700Wh				
Cantidad	Equipo	Descripcion	valor unidad	valor total
7	Panel solar	Kyocera KD250GX-LFB, tecnologia policristalino a 250W	\$ 1.220.000	\$ 8.540.000
6	Bateria	Trojan Battery Company 8D GEL, de 12V a 255A	\$ 1.405.000	\$ 8.430.000
1	Regulador	Xantrex XW MPPT60, de 24V a 50A	\$ 1.320.000	\$ 1.320.000
1	Inversor	Xantrex 806-1840, 1800W a 120V	\$ 1.450.000	\$ 1.450.000
25 metros	Cable	Cable solar 6mm	\$ 16.000	\$ 400.000
1	Tablero AC	Tablero AC automatico	\$ 800.000	\$ 800.000
1	Acometidas (terminales y conectores)	Hembra, Macho Mc4	\$ 180.000	\$ 180.000
1	Estructura montaje panel	Se recomienda de aluminio para soportar el panel	\$ 380.000	\$ 380.000
1	Proteccion bateria	Se recomienda un rack de aluminio para las baterias	\$ 600.000	\$ 600.000
TOTAL				\$ 22.100.000

4.4. PRESUPUESTO DEFINITIVO DE LA INVERSIÓN

El presupuesto de la inversión está ajustado a la empresa americana CIVICSOLAR, por sus bajos precios y disponibilidad de equipos necesarios, también se tuvo en cuenta especificaciones como son el valor de importación puestos en Bogotá, y valores individuales de equipos.

TABLA DE PRESUPUESTO AHORRO INVERSION PROYECTO ESCUELA CAÑO GUADUA			
Demanda 3630Wh/dia a 24V			
Equipo	Cantidad	Valor Unidad	Valor Total
Panel Solar	4	\$ 1.220.000	\$ 4.880.000
Bateria	4	\$ 1.405.000	\$ 5.620.000
Regulador	1	\$ 1.320.000	\$ 1.320.000
Inversor	1	\$ 1.450.000	\$ 1.450.000
Tablero AC Automatico	1	\$ 800.000	\$ 800.000
Estructura aluminio montaje panel	1	\$ 380.000	\$ 380.000
Acometida (terminales, conectores)	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Proteccion bateria	1	\$ 600.000	\$ 600.000
Transporte a Cucuta	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Mano de obra	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000,00
Cable solar 6mm (metros)	20	\$ 16.000	\$ 320.000,00
Valor del sistema			\$ 20.550.000,00
Iva	20%		\$ 4.110.000,00
Valor total Sistema			\$ 24.660.000,00

FIGURA 51. Presupuesto total a 3630W

EXTENSION DE LA RED 1km	\$ 30.318.000
	PRECIO
Extencion red 1,3 Km	\$ 39.413.400
Transporte	\$ 2.000.000
Mano de obra	\$ 5.000.000
TOTAL	\$ 46.413.400

AHORRO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	
DEMANDA DE 3630Wh/dia	\$ 21.753.400,00

TABLA DE PRESUPUESTO AHORRO INVERSION PROYECTO ESCUELA CAÑO GUADUA			
Demanda 6700Wh/dia a 24V			
Equipo	Cantidad	Valor Unidad	Valor Total
Panel Solar	7	\$ 1.220.000	\$ 8.540.000
Bateria	6	\$ 1.405.000	\$ 8.430.000
Regulador	1	\$ 1.320.000	\$ 1.320.000
Inversor	1	\$ 1.450.000	\$ 1.450.000
Tablero AC Automaticos	1	\$ 800.000	\$ 800.000
Estructura aluminio montaje panel	1	\$ 380.000	\$ 380.000
Acometida (terminales, conectores)	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Transporte a Cucuta	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Mano de obra	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000,00
Cable solar 6mm (metros)	26	\$ 16.000	\$ 416.000,00
Valor total del sistema			\$ 26.516.000,00
Iva	20%		\$ 5.303.200,00
Valor total del sistema			\$ 31.819.200,00

Figura 52. Presupuesto total a 6700W

EXTENSION DE LA RED 1km	\$ 30.318.000
	PRECIO
Extencion red 1,3 Km	\$ 39.413.400
Transporte	\$ 2.000.000
Mano de obra	\$ 5.000.000
TOTAL	\$ 46.413.400

AHORRO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	
DEMANDA DE 6700Wh/dia	\$ 14.594.200,00

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se han encontrado al final del proyecto, se pueden resumir en cinco principales:

1. La propuesta metodológica implementada, es una guía para el desarrollo de proyectos de ingeniería, ya que ésta conecta el inicio de un proyecto con su fin y presenta una secuencia de pasos dirigidos al cumplimiento de un objetivo, por lo que el uso correcto de éste brindará la documentación, estudio y recursos necesarios para la ejecución de un proyecto.
2. La metodología utilizada en el desarrollo del proyecto fue de gran importancia porque permite hacerle un seguimiento con precisión a las distintas etapas para la implementación de un proyecto de ingeniería, haciendo el proceso más eficiente y ordenado.
3. Las tecnologías en los equipos fotovoltaicos fueron seleccionadas en términos de producción, eficiencia y costos, pero se recomienda hacer un análisis en los paneles de silicio amorfo ya que son una buena opción de implementación debido a las características ambientales de la zona.
4. El análisis en el costo de la inversión entre el sistema fotovoltaico y extender la red para la escuela Caño Guaduas, muestra que el sistema fotovoltaico cumple con los requerimientos de ahorro entre un 15 a 20% exigidos por CENS, además es de más fácil acceso a la zona y al ser una energía renovable estamos preservando el medio ambiente, y dando a conocer diversos tipos de energías alternativas diferentes a la energía convencional.

5. La comunidad de la vereda Caño Guaduas, manifestó que a pesar de los conflictos internos y distancia en la que se encuentra ubicada la escuela, están dispuestos a colaborar y cuidar el sistema fotovoltaico, ya que ven la importancia para el desarrollo y aprendizajes de sus hijos, es decir, se puede implementar este sistema solar piloto en esta comunidad.

BIBLIOGRAFIA

- [1] RODRIGUEZ Julian. *Guía para el diseño de iluminación, Universidad de Pereira-Colombia 2012*
- [2] UPME. *Caracterización de los bombillos para el uso interior comercializadas en Colombia. Colombia Abril 2008.*
- [3] C.A Rey Soto. *Fundamentos de instrumentación y control de procesos utilizando MATLAB. UNAB 2013. En proceso de edición.*
- [4]RETSscreen.<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets@nrcan.gc.ca>.
- [5] DIAZ. Jaime. *Prospectiva de las tecnologías solar fotovoltaicas para la generación de electricidad. México, Anexo 7*
- [6] LAMIGUEIRO. Oscar. *Energía solar fotovoltaica. Colombia, Marzo 2011*
- [7] PAREJA A. Miguel. *Energía Solar fotovoltaica, cálculo de una instalación aislada. Marcombo ediciones técnicas. Barcelona – España 2009.*
- [8] LOPEZ. Adolfo. *Estudio de factibilidad de la implementación de paneles fotovoltaicos para alimentar un sistema de bombeo, Instituto Politécnico Nacional. México, Noviembre 2007.*
- [9] RENEWABLE ENERGY. *Renewable Energy Design Guide & Catalog. 2008-2009.*
- [10] CIVICSOLAR. <http://www.civicsolar.com/>
- [11] CENS. *Metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los sistemas de transmisión regional y distribución local. Colombia 2013.*
- [12] PVSYST. *Software de simulación para sistemas fotovoltaicos V 6.12.*
<http://www.pvsyst.com/en/download>

ANEXOS

Desarrollo de un proyecto de ingeniería

El desarrollo de un proyecto de ingeniería, es el *planeamiento, organización, ejecución y control* de todas las actividades y recursos necesarios para el logro de un objetivo específico en un *tiempo determinado*, mediante la aplicación de las ciencias físico-matemáticas, económicas y las técnicas que ofrece la ingeniería industrial. La construcción, ampliación o modificación de una planta o instalación industrial implica el manejo de recursos diversos y valiosos de tipo humano, material y económico, mediante la aplicación de procedimientos que ofrece la ingeniería, para lograr que la planta o instalación industrial sea productiva.

El uso de la ingeniería permite generar los documentos necesarios para la construcción de la planta objeto del proyecto, lográndose además las siguientes ventajas:

- reducción de los tiempos de ejecución y costos del proyecto
- adecuación del proyecto a las normas vigentes
- coordinación entre las diferentes partes involucradas
- eliminación de problemas con proveedores y constructores
- seguimiento del proyecto en su etapa de construcción

Normas para el desarrollo de proyectos

Las normas son procedimientos o reglas creadas para ser aplicadas en la ejecución de un proyecto. Se trata de recomendaciones basadas en la experiencia. La aplicación de normas mejora la seguridad y confiabilidad, ofrece experiencia y tecnología actualizada, garantiza reducción de costos en equipos y seguros, evita complicaciones con aspectos legales.

Las siguientes normas son las más utilizadas en el desarrollo de proyectos de ingeniería de control:

- ANSI: American National Standard Institute
- ISA: Instrument Society of America
- IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineering
- NEMA: National Electrical Manufacturers Association
- SAMA: Scientific Apparatus Makers Association
- ASME: American Society of Mechanical Engineers
- API: American Petroleum Institute
- ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas
- RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia)
- NTC-250: Código Eléctrico Colombiano

Ciclo de vida de un proyecto de ingeniería

Se reconoce como el conjunto de las fases en las que los Directores de Proyectos o la misma organización pueden dividir el desarrollo de los proyectos, con los enlaces correspondientes a las operaciones de cada ente responsable. Muchas organizaciones identifican un modelo de *ciclo de vida específico*, para utilizar en el desarrollo todos sus proyectos de ingeniería.

El ciclo de vida del proyecto permite responder a las siguientes preguntas:

- ¿qué trabajo técnico y profesional debe realizarse en cada fase del proyecto? Por ejemplo: ¿en qué fase debe participar el arquitecto?
- ¿cuándo y qué tipo de documentos (entregables) se deben generar en cada fase del proyecto y cómo se revisa, verifica y valida cada uno?
- ¿quiénes están involucrados en cada etapa del proyecto? Por ejemplo, la ingeniería concurrente requiere que los implementadores estén involucrados en las fases de requisitos y de diseño.
- ¿cómo controlar y aprobar cada fase?

La descripción de las fases del ciclo de vida del proyecto puede ser muy general o muy detallada. La descripción muy detallada puede incluir formularios, diagramas de control y listas de tareas, para facilitar la supervisión de cada tarea.

La mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes:

- generalmente las *fases son secuenciales* y normalmente están asociadas con la transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
- el costo y el personal requerido son bajos al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su terminación.
- el riesgo de no cumplir con los objetivos esperados es más elevado al inicio del proyecto. La certeza de terminar con éxito aumenta gradualmente a medida que avanza el proyecto.



Tal como se muestra en la figura 1.42, en el análisis estructurado (Top-Down) del ciclo de vida de un proyecto de ingeniería, pueden identificarse dos etapas generales:

- planeación y diseño del proyecto
- desarrollo y construcción del proyecto

Fases del desarrollo de un proyecto de ingeniería

Cuando se inicia un proyecto de ingeniería, sin importar el tipo de aplicación se puede abordar el mismo a través de las siguientes etapas:

- Ingeniería Conceptual
- Ingeniería Básica
- Ingeniería de Detalle

La *Ingeniería Conceptual* corresponde a la primera etapa de un proyecto de ingeniería, en la cual se comprende el problema o necesidad específica que plantea el Cliente y se conciben diferentes alternativas de solución, se evalúan estas alternativas bajo criterios técnicos, económicos y sociales (seguridad y medio ambiente), y se presentan los resultados dando un orden de prelación a las alternativas analizadas. Por su parte el Cliente en forma unilateral o conjuntamente con el Contratista, opta por la *alternativa más conveniente*.

La *Ingeniería Básica* desarrolla la alternativa seleccionada en la etapa de ingeniería conceptual a un nivel de resolución, tal que permita obtener una idea muy clara de cómo se “verá” el proyecto, establecer las dimensiones generales del sistema, la programación de las etapas constructivas y el cálculo de presupuestos por conceptos globales.

La *Ingeniería de Detalle* es la etapa de diseño final de un proyecto, se desarrolla con toda la documentación técnica necesaria para la construcción y montaje en todas las especialidades involucradas en el proyecto, desde el punto de vista técnico, económico, temporal y legal.

Elementos de la Ingeniería conceptual

En esta etapa del proyecto se establecen metas y necesidades del proyecto y se fijan las premisas para el desarrollo de la ingeniería de detalle, con base en la definición inicial algunos aspectos, como:

1. Viabilidad técnica.
2. Cronograma inicial del proyecto.
3. Recopilación de requerimientos del Cliente.
4. Reunión en sitio con el Cliente para evaluar las instalaciones.
5. Costos de inversión.
6. Rentabilidad de la inversión.
7. Costos de mantenimiento.

Dependiendo del tipo del proyecto estos aspectos podrán ser más específicos, pero en general la ingeniería conceptual, como lo indica su nombre es una etapa donde solo se plantean conceptos o ideas básicas del proyecto a realizar.

Los documentos que se generan (entregables) de esta fase son generalmente los siguientes:

1. Memoria descriptiva del proyecto.
2. Plano general de planta (layout).
3. Especificaciones Técnicas Generales.

4. Diagrama de Flujo de Procesos (PFD).
5. Estudios técnicos básicos (estudios ambientales, estudios de riesgos).

Al concluir la ingeniería conceptual se tienen los medios para hacer un estimado de Costos Clase III, que se genera utilizando curvas de inversión o técnicas de prorrateo equivalentes, las cuales se basan en definiciones de componentes importantes de equipos. La probabilidad de que los costos finales resulten dentro de un 10% del costo estimado, es del 60%.

Muchos proyectos pueden venirse abajo solo en esta etapa de ingeniería, porque la rentabilidad es muy baja, la relación costo beneficio no es lo que espera el Cliente o por cualquier otro motivo.

Elementos de la Ingeniería básica

En esta fase de desarrollo del proyecto se genera información necesaria para *fixar las especificaciones* y datos necesarios para el desarrollo de la ingeniería de detalle. Se busca un grado de precisión que permita la toma de decisiones.

En esta etapa se desarrollan actividades o tareas como:

1. Realizar el estudio de instalaciones físicas (planta) y revisión de planos de equipos en función de medidas para que cumpla con normas y estándares de seguridad industrial.
2. Revisar el diagrama de flujo de los procesos (PFD) y elaboración preliminar de los diagramas P&ID (Piping and Instrumentation Diagram), diagramas unifilares para las instalaciones eléctricas, diagramas de control entre otros.
3. Dimensionar los equipos a utilizar según la disponibilidad en planta.
4. Seleccionar el software y el hardware que hará parte del proyecto.
5. Realizar los cálculos preliminares de cada sistema que hace parte del proyecto (mecánico, hidráulico, eléctrico, neumático, electrónico, etc.).
6. Realizar la lista inicial de equipos: PLC, AC Drives, sensores, válvulas, tubería, cable, fuentes de alimentación, motores y en general todo lo que hará parte del proyecto.
7. Realizar el estudio para la selección de proveedores de equipos desde el punto de vista financiero y técnico.

Los documentos que se generan (entregables) en esta etapa del proyecto son:

1. Bases y criterios de diseño.
2. Actualización del listado de instrumentos.

3. Hojas de datos de equipos e instrumentos.
4. Balance de masa y energía.
5. Especificación de equipos o sistemas de control: panel de control, sistemas SCADA, DCS, PLC, analizadores, etc.
6. Diagramas de Flujo de Procesos revisados (PFD).
7. Versión preliminar de Diagramas de Procesos e Instrumentación (P&ID).
8. Estudios técnicos específicos (batimetría, geotecnia, geofísica, oceanográfica, estudios ambientales, estudios de riesgos).

Al concluir la ingeniería básica se tienen los medios para hacer un estimado de costos clase II y la probabilidad de que los costos finales resulten dentro de un $\pm 10\%$ del valor estimado, es del 80%

Elementos de la Ingeniería de detalle

Durante esta fase del proyecto se genera la información para ejecutar la construcción del proyecto y en su desarrollo juegan un papel muy importante las disciplinas de mecánica, electricidad, civil e instrumentación.

Los documentos que se generan (entregables) en esta fase del proyecto son:

1. Planos de Detalle final para construcción y/o fabricación (cortes, secciones, elevaciones).
2. Memorias detalladas de cálculo.
3. Especificaciones técnicas revisadas. Procedimientos técnicos y operativos.
4. Protocolos de prueba de equipos.
5. Actualización de P&ID
6. Actualización de listado de instrumentos.
7. Diagramas de lazos de control.
8. Planos de ubicación de instrumentos.
9. Plano de rutas de señales de instrumentación.
10. Detalles de instalación de instrumentos.
11. Lista de cables y ductos o canalizaciones de instrumentos.
12. Planos de alimentación de aire a instrumentos.
13. Planos de arreglo de equipos en la Sala de Control.

14. Lista de materiales.
15. Cronograma de ejecución obras del proyecto.
16. Especificaciones de construcción.
17. Memoria descriptiva o especificaciones generales, que incluya
 - cálculos métricos.
 - manual de operación y mantenimiento
 - estimado de costos
18. Licencias, licitaciones y contratos.

Al concluir la ingeniería de detalle se tienen los medios para hacer un estimado de costos clase I. La probabilidad de que los costos finales resulten dentro de un 10% del valor estimado, es del 90%.

Etapas finales para el desarrollo del proyecto

Una vez concluidas las 3 fases de la Ingeniería del Proyecto, es necesario programar 3 etapas finales, que guardan relación con la administración global del proyecto:

- ejecución del proyecto
- pruebas y puesta en marcha.
- cierre del proyecto

La *ejecución del proyecto* es la materialización del mismo. En esta etapa se adquieren (compran), construyen (fabrican) e instalan (montan) todos los componentes y sistemas, de acuerdo a los diseños y especificaciones técnicas desarrolladas en la etapa de Ingeniería de Detalle, dentro del tiempo y costo presupuestado.

En la *ejecución del proyecto* se realizan las *pruebas de arranque* de todos los equipos y sistemas que se puedan ensayar individualmente, para finalmente realizar pruebas al proceso, como preparación previa a la operación. Esta etapa es también conocida como la *Interventoría* a la ejecución del proyecto.

El *cierre del proyecto* es la etapa de transferencia del sistema al Cliente, reuniendo todos los documentos necesarios para su entrega oficial: historia, desarrollo, manuales y planos actualizados, *finiquitando* todos y cada uno de los contratos.



KD 200-60 F Series

KD240GX-LFB KD245GX-LFB KD250GX-LFB

CUTTING EDGE TECHNOLOGY

As a pioneer with over 35 years in the solar energy industry, Kyocera demonstrates leadership in the development of solar energy products. Kyocera's Kaizen Philosophy, commitment to continuous improvement, is shown by repeatedly achieving world record cell efficiencies.

QUALITY BUILT IN

- UV stabilized, aesthetically pleasing black anodized frame
- Supported by major mounting structure manufacturers
- Easily accessible grounding points on all four corners for fast installation
- Proven junction box technology with 12 AWG PV wire to work with transformerless inverters
- Quality locking MC4 plug-in connectors to provide safe and quick connections

RELIABLE

- Proven superior field performance
- Tight power tolerance
- Only module manufacturer to pass rigorous long-term testing performed by TÜV Rheinland

QUALIFICATIONS AND CERTIFICATIONS

UL Listing
QIGUE173074



Registered to ISO 9001-2000

NEC 2008 Compliant, UL 1703, ISO 9001, and ISO 14001

UL 1703 Certified and Registered, UL Fire Safety Class C, CEC, FSEC



QUALIFIED FOR "BUY AMERICAN"
Manufactured in San Diego, California

• Available Upon Request •



ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Standard Test Conditions (STC)
*STC = 1000 W/m² irradiance, 25°C module temperature, AM 1.5 spectrum**

	KD240GX-LFB	KD245GX-LFB	KD250GX-LFB	
P _{mp}	240	245	250	W
V _{mp}	29.8	29.8	29.8	V
I _{mp}	8.06	8.23	8.39	A
V _{oc}	36.9	36.9	36.9	V
I _{sc}	8.59	8.91	9.09	A
P _{tolerance}	+5/-3	+5/-3	+5/-3	%

Nominal Operating Cell Temperature Conditions (NOCT)
*NOCT = 800 W/m² irradiance, 20°C ambient temperature, AM 1.5 spectrum**

	KD240GX-LFB	KD245GX-LFB	KD250GX-LFB	
T _{NOCT}	45	45	TBD	°C
P _{max}	172	176	TBD	W
V _{mp}	26.7	26.8	TBD	V
I _{mp}	6.45	6.58	TBD	A
V _{oc}	33.7	33.7	TBD	V
I _{sc}	6.95	7.21	TBD	A
PTC	217.3	219.1	TBD	W

Temperature Coefficients

P _{max}	-0.46	-0.46	TBD	%/°C
V _{mp}	-0.52	-0.52	TBD	%/°C
I _{mp}	0.0064	0.0065	TBD	%/°C
V _{oc}	-0.36	-0.36	TBD	%/°C
I _{sc}	0.060	0.060	TBD	%/°C
Operating Temp	-40 to +90	-40 to +90	TBD	°C

System Design

Series Fuse Rating	15 A
Maximum DC System Voltage (UL)	600 V
Hailstone Impact	1in (25mm) @ 51mph (23m/s)

* Subject to simulator measurement uncertainty of +/- 3%.
 KYOCERA reserves the right to modify these specifications without notice.

NEC 2008 COMPLIANT
 UL 1703 LISTED

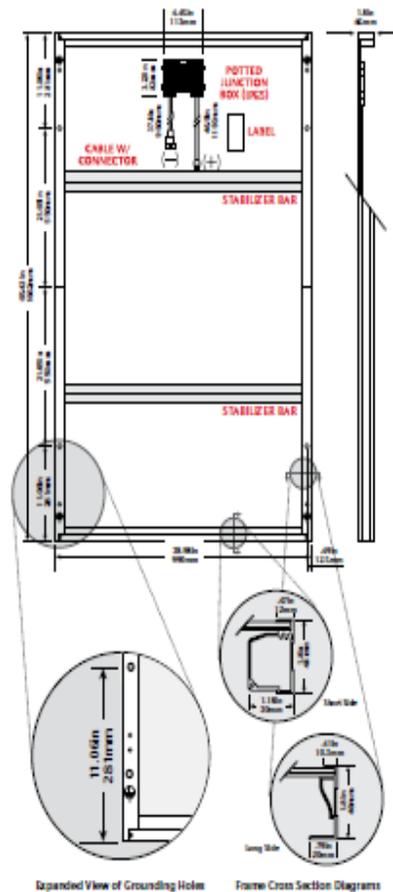


MODULE CHARACTERISTICS

Dimensions:	65.43in(38.98in)1.8in length/width/height (1662mm/990mm/46mm)
Weight:	46.3lbs (21.0kg)

PACKAGING SPECIFICATIONS

Modules per pallet:	20
Pallets per 53' container:	36
Pallet box dimensions:	66in(40in)47in length/width/height (1675mm/1005mm/1175mm)
Pallet box weight:	1040 lbs (470kg)



Legend
 ○ MOUNTING HOLES .35in (9mm) ● DRAINAGE HOLES ⊕ GROUND SYMBOL .35in (9mm)

PRODUCT SPECIFICATION GUIDE

A Comprehensive Battery Selection Guide



Before getting started:

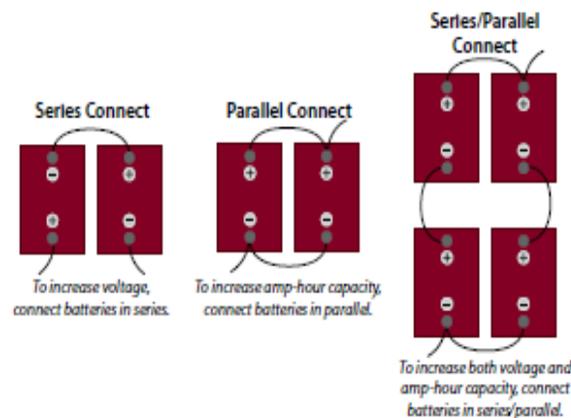
- Make sure you know your system voltage, battery compartment size (length, width and height) and your energy needs
- Determine whether you want to use a deep cycle flooded, Deep-Cycle Gel or Cycling AGM battery

Step 1: Determine your battery voltage and how many to use

1-1 Based on your system voltage, you must first decide which battery is needed and how many to use in order to meet your requirements. For example, you may connect a series of eight 6V batteries, six 8V batteries or four 12V batteries for a 48-volt system. The size of your battery compartment, your performance requirements and costs may limit your options.

1-2 Make sure there is enough space between batteries to allow for minor battery expansion that occurs during use and to allow proper airflow to keep battery temperature down in hot environments.

TIP: Connecting batteries in series does not increase the capacity of the batteries; it simply increases the overall voltage to meet your system requirements. Once your voltage requirements are met, if space allows you can double the batteries in a parallel connection—thereby doubling your battery capacity. See diagrams below.



Step 2: Choose your best battery model

2-1 When choosing your battery model, first consider your battery compartment space as this may limit your options. Within your size restrictions you may have several battery options to choose from. For example, you can use a T-605, T-105 or T-125 in the same space, as they are the exact same physical size. The difference between these batteries is the amount of energy they have to offer.

2-2 Next consider your energy needs. If replacing an existing battery, use it as a reference point. If your old battery provided enough energy, it can be replaced with a similar capacity battery. If you need more energy you can size up, or if you need less energy you can size down.

TIP: If you do not know what battery to use, contact your equipment manufacturer for their recommended battery specification. Trojan Battery also offers outstanding technical support provided by full-time applications engineers to help you select your ideal batteries.

Step 3: Select your best terminal

3-1 Finally determine which terminal option best meets your needs based on the type of cable connections you plan to use. Look for the terminal(s) available for the battery you have selected.

(Please see the back page of this guide for available terminals to make your selection.)

TIP: Make sure you use the proper cable size when connecting your batteries so that you do not overheat your connections. For information regarding correct wire sizes you can refer to the National Electric Code, Trojan Battery User's Guide, or contact Trojan's live technical support at 800.423.6569.

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY * Minutes			CAPACITY * Amp-Hours (AH)				KILOWATT (kWh)	TERMINAL Type	DIMENSIONS † Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		@25 Amps	@56 Amps	@75 Amps	5-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate			Length	Width	Height †	
2 VOLT DEEP CYCLE BATTERIES - with T2 TECHNOLOGY™														
903	L16RE-2V*	-	-	-	909	1110	1235	2.47	5	11-5/8 (295)	7 (178)	17-11/16 (450)	119 (54)	
6 VOLT DEEP CYCLE BATTERIES - with T2 TECHNOLOGY™														
GC2	T-60S	383	-	105	175	210	232	1.39	1, 2, 3, 4	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	58 (26)	
GC2	T-10S	447	-	115	185	225	250	1.50	1, 2, 3, 4, 5	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	62 (28)	
GC2	T-10S Plus	447	-	115	185	225	-	-	1, 2, 3, 4	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-11/16 (272)	62 (28)	
GC2H	T10S-RE	-	-	-	185	225	250	1.50	5	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	11-3/4 (299)	67 (30)	
GC2	T-12S	488	-	132	195	240	266	1.60	1, 2, 3, 4	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	66 (30)	
GC2	T-12S Plus	488	-	132	195	240	-	-	1, 2, 3, 4	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-11/16 (272)	66 (30)	
GC2H	T-14S	530	-	145	215	260	287	1.72	1, 2, 3, 4	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	11-5/8 (295)	72 (33)	
GC2H	T-14S Plus	530	-	145	215	260	-	-	1, 2, 3, 4	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	11-1/2 (292)	72 (33)	
DIN	TE3S	500	-	135	200	245	271	1.63	8	9-5/8 (244)	7-1/2 (191)	10-7/8 (276)	68 (31)	
901	J250G	475	-	130	195	235	-	-	7	11-1/2 (292)	7 (178)	11-7/8 (302)	67 (30)	
901	J250P*	540	-	135	215	250	-	-	6	11-11/16 (297)	7 (178)	11-1/2 (292)	72 (33)	
902	J305E-AC	645	-	160	250	305	-	-	7	12-1/4 (311)	7 (178)	14-3/8 (365)	83 (38)	
902	J305G-AC	678	-	175	258	315	-	-	7	12-1/4 (311)	7 (178)	14-3/8 (365)	88 (40)	
902	J305P-AC*	711	-	195	271	330	367	2.20	6	11-5/8 (295)	7 (178)	14-3/8 (365)	96 (44)	
902	J305H-AC*	781	-	215	295	360	400	2.40	6	11-5/8 (295)	7 (178)	14-3/8 (365)	98 (45)	
903	L16E-AC	766	-	185	303	370	-	-	7	12-1/4 (311)	7 (178)	16-3/8 (417)	100 (46)	
903	L16G-AC	789	-	200	320	390	-	-	7	12-1/4 (311)	7 (178)	16-3/8 (417)	107 (49)	
903	L16P-AC*	850	-	220	344	420	467	2.80	6	11-5/8 (295)	7 (178)	16-3/4 (424)	114 (52)	
903	L16H-AC*	935	-	245	357	435	483	2.89	6	11-5/8 (295)	7 (178)	16-3/4 (424)	125 (57)	
903	L16RE-A*	-	-	-	267	325	360	2.16	5	11-5/8 (295)	7 (178)	17-11/16 (450)	115 (52)	
903	L16RE-B*	-	-	-	303	370	410	2.46	5	11-5/8 (295)	7 (178)	17-11/16 (450)	118 (54)	
8 VOLT DEEP CYCLE BATTERIES - with T2 TECHNOLOGY™														
GC8	T-860	260	90	-	125	150	-	-	1	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	58 (26)	
GC8	T-875	295	117	-	145	170	-	-	1, 2, 3	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	63 (29)	
GC8	T-890	340	132	-	155	190	-	-	1, 2, 3	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	69 (31)	
12 VOLT DEEP CYCLE BATTERIES - with T2 TECHNOLOGY™														
24	24TAX	140	-	36	70	85	94	1.13	5, 9	11-1/4 (286)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	47 (21)	
27	27TAX	175	-	45	85	105	117	1.40	5, 9	12-3/4 (324)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	55 (25)	
27	27TMH	200	-	51	95	115	128	1.54	5, 7, 8, 9	12-3/4 (324)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	61 (28)	
30H	30XHS	225	-	57	105	130	144	1.73	5, 7, 8, 9	13-15/16 (355)	6-3/4 (171)	10-1/16 (256)	66 (30)	
30H	31XHS	225	-	57	105	130	-	-	11	13 (330)	6-3/4 (171)	9-1/2 (241)	67 (30)	
N/A	T-1260 Plus	260	90	60	113	140	-	-	1	12-7/8 (327)	7-1/8 (181)	10-11/16 (272)	78 (35)	
N/A	T-1275	280	102	70	120	150	-	-	1	12-7/8 (327)	7-1/8 (181)	10-7/8 (276)	82 (37)	
N/A	T-1275 Plus	280	102	70	120	150	-	-	1	12-7/8 (327)	7-1/8 (181)	10-11/16 (272)	82 (37)	
N/A	J150	280	-	70	120	150	166	1.99	1, 2	13-13/16 (351)	7-1/8 (181)	11-1/8 (283)	84 (38)	
N/A	J150 Plus	280	-	70	120	150	-	-	1, 2, 3	13-13/16 (351)	7-1/8 (181)	11-1/8 (283)	84 (38)	
921	J185E-AC	312	-	82	144	175	-	-	7, 9	15-1/2 (394)	7 (178)	14-5/8 (371)	102 (46)	
921	J185G-AC	324	-	93	152	185	-	-	7, 9	15-1/2 (394)	7 (178)	14-5/8 (371)	106 (48)	
921	J185P-AC*	380	-	104	168	205	226	2.71	6	15 (381)	7 (178)	14-5/8 (371)	114 (52)	
921	J185H-AC*	440	-	121	185	225	249	2.99	6	15 (381)	7 (178)	14-5/8 (371)	128 (58)	
N/A	DC-500ML**	1050	-	272	361	450	500	6.00	5, 8	19-1/4 (489)	10-5/8 (270)	16-3/4 (425)	332 (151)	
36 VOLT DEEP CYCLE BATTERIES														
N/A	18DC-500ML**	1050	-	272	361	450	-	-	12	35-1/4 (895)	19-1/8 (486)	16-3/4 (425)	986 (447)	

BO GROUP SIZE	TYPE	VOLTAGE	CAPACITY ¹ Minutes		CAPACITY ² Amp-Hours (AH)				KILOWATT (kWh)	TERMINAL Type	DIMENSIONS ³ Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
			@25 Amps		5-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate			Length	Width	Height ⁴	
DEEP-CYCLE GEL BATTERIES														
G2	6V-GEL	6 VOLT	394	154	189	191	1.19	7	10-1/4 (260)	7-1/8 (181)	11-7/8 (276)	68 (31)		
DN	12S-GEL	6 VOLT	-	180	210	221	1.32	5, 8	9-5/8 (244)	7-1/2 (191)	11-7/8 (276)	69 (31)		
80	8D-GEL	12 VOLT	500	188	225	245	3.18	5	21-1/16 (534)	11 (279)	11-13/16 (233)	157 (71)		
24	24-GEL	12 VOLT	147	66	77	85	1.82	6, 7	10-7/8 (276)	6-3/4 (171)	9-5/16 (236)	52 (24)		
27	27-GEL	12 VOLT	179	76	91	101	1.28	7	12-3/4 (324)	6-3/4 (171)	9-1/4 (234)	63 (29)		
31	31-GEL	12 VOLT	200	85	102	111	1.31	7	12-15/16 (329)	6-3/4 (171)	9-5/8 (245)	69 (31)		
DN	SSH-6GEL	12 VOLT	-	110	125	137	1.64	5, 8	13-9/16 (345)	6-3/4 (171)	11-1/8 (283)	85 (39)		

BO GROUP SIZE	TYPE	VOLTAGE	CAPACITY ¹ Minutes		CRANKING Performance		CAPACITY ² Amp-Hours (AH)				KILOWATT (kWh)	TERMINAL Type	DIMENSIONS ³ Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
			@25 Amps	@75 Amps	C.C.A. ⁵ @9°F	C.A. ⁶ @32°F	5-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate			Length	Width	Height ⁴	
MARINE/RV DEEP CYCLE BATTERIES - with T2 TECHNOLOGY™																
24	SCS150	12 VOLT	150	36	520	650	80	100	-	-	11	11-1/4 (286)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	50 (23)	
27	SCS200	12 VOLT	200	52	620	760	95	115	-	-	11	12-3/4 (324)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	60 (27)	
30H	SCS225	12 VOLT	225	57	665	820	105	130	-	-	11	13-15/16 (355)	6-3/4 (171)	9-7/8 (251)	66 (30)	
CYCLING AGM BATTERIES																
24	24-AGM	12 VOLT	137	-	500	600	67	76	84	1.81	6	10-3/4 (274)	6-13/16 (174)	8-11/16 (221)	54 (24)	
27	27-AGM	12 VOLT	158	-	550	660	77	89	99	1.19	6	12-9/16 (318)	6-13/16 (174)	8-3/4 (221)	64 (29)	
31	31-AGM	12 VOLT	177	-	600	720	82	100	111	1.33	6	13-7/16 (341)	6-13/16 (174)	9-3/16 (233)	69 (31)	
31	OverDrive™ AGM 31	12 VOLT	180	-	600	720	84	102	-	-	11	13-7/16 (341)	6-13/16 (174)	9-1/4 (234)	69 (31)	
DUAL PURPOSE AGM BATTERIES																
G2	6V-AGM	6 VOLT	385	-	1100	1411	154	200	221	1.33	6	10-1/4 (260)	7-1/8 (181)	10-3/4 (274)	65 (29)	
80	8D-AGM	12 VOLT	460	-	1450	1851	179	230	254	3.85	6	20-1/2 (521)	10-9/16 (269)	9-3/16 (233)	167 (76)	

* Polym™ Case



- A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75V/cell. Capacities are based on peak performance.
- B. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) for the 20-Hour and 80°F (27°C) for the 5-Hour rate and maintain a voltage above 1.75V/cell. Capacities are based on peak performance.
- C. Dimensions are based on maximum size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal. Batteries to be mounted with .5 inches (12.7mm) spacing between terminals.
- D. C.C.A. (Cold Cranking Amps) - the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 0°F at a voltage above 1.2 V/cell.
- E. C.A. (Cranking Amps) - the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 32°F at a voltage above 1.2 V/cell. This is sometimes referred to as marine cranking amps @ 32°F or M.C.A. @ 32°F.
- F. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.

Terminal Configurations



- | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|---------------|--------------|
| 1 ELPT | 2 EHPT | 3 EAP | 4 EUT™ | 5 LT | 6 OT | 7 UT | 8 AP | 9 WNT | 10 DWNT | 11 ST | 12 |
| Embedded Low Profile Terminal | Embedded High Profile Terminal | Embedded Automotive Post Terminal | Embedded Universal Terminal | L-Terminal | Automotive Post & Stud Terminal | Universal Terminal | Automotive Post Terminal | Wingnut Terminal | Dual Wingnut Terminal | Stud Terminal | Cable & Plug |

*UT Terminal Available Fall 2010



Xantrex™ Solar Charge Controller XW-MPPT60-150



The Xantrex XW Solar Charge Controller is a photovoltaic (PV) charge controller that tracks the electrical maximum power point of a PV array to deliver the maximum available current for charging batteries. When charging, the XW Solar Charge Controller regulates battery voltage and output current based on the amount of energy available from the PV array and state-of-charge of the battery.

The XW Solar Charge Controller can be used with 12, 24, 36, 48, and 60-volt DC battery systems and is able to charge a lower nominal-voltage battery from a higher nominal-voltage array. For example, the XW Solar Charge Controller can charge a 12-volt battery from a 36-volt array. This provides flexibility for installers to use longer wiring runs without compromising efficiency. The XW Solar Charge Controller can be installed in single or multi-unit configurations with a Xantrex XW Hybrid Inverter/Charger or can be used in other solar energy systems where a solar charge controller is needed.

The XW Solar Charge Controller incorporates a dynamic Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm designed to maximize energy harvest from the PV array. The MPPT constantly adjusts the operating points of the array to ensure it stays on the maximum power point. It does not stop energy harvest to sweep the array like some other competing products. This feature is beneficial in all sunlight conditions, especially in areas with fast moving cloud cover and quickly changing solar conditions.

Product features

- ▶ Maximum Power Point Tracking (MPPT) delivers maximum available power from PV array to battery bank
- ▶ Integrated PV ground-fault protection
- ▶ Ultra-reliable, convection-cooled design does not require a cooling fan – large, aluminum, die-cast heat-sink allows full output current up to 45°C without thermal derating
- ▶ Selectable two or three stage charging algorithms with manual equalization to maximize system performance and improve battery life
- ▶ Configurable auxiliary output
- ▶ Two-line, 16-character liquid crystal display (LCD) and four buttons for configuration and system monitoring
- ▶ Input over-voltage and under-voltage protection, output over-current protection, and backfeed (reverse current) protection (warning and fault messages appear on LCD when unit shuts down as a protective measure)
- ▶ Over-temperature protection and power derating when output power and ambient temperature are high
- ▶ Battery Temperature Sensor (BTS) included – automatically provides temperature-compensated battery charging
- ▶ Xantrex™-enabled network communications protocol (developed by Xantrex)
- ▶ Communicates settings and activity to other Xantrex-enabled devices, such as the XW Hybrid Inverter/Charger, the XW System Control Panel (XW SCP), XW Automatic Generator Start (XW AGS), and other XW Solar Charge Controllers
- ▶ Five-year warranty (10 year warranty optional)

Xantrex Technology Inc.

Headquarters

8999 Nelson Way
Burnaby, British Columbia
Canada V5A 4B5
+1 800 670 0707 Toll Free
+1 604 420 1591 Fax
pysales@xantrex.com

Europe

Xantrex Technology GmbH
Steinheimer Str. 117
63500 Seligenstadt, Germany
+49 (0) 6182 81 6000 Tel
+49 (0) 6182 81 6001 Fax

Xantrex Technology S.L.
Bac de Roda, 52 edificio A
08019 Barcelona, Spain
+34 93 433 8350 Tel
+34 93 433 8351 Fax
europesales@xantrex.com



Our evolution to Schneider Electric, the global specialist in energy management, re-affirms our commitment to provide you with innovative solutions, best-in-class customer service, and exceptional quality in everything we do. We are proud to be your partner, and we are dedicated to helping you make the most of your energy.

www.xantrex.com

Xantrex™ XW Solar Charge Controller

Electrical Specifications

Nominal battery voltage	12, 24, 36, 48, 60 Vdc
Maximum PV array voltage (operating)	140 Vdc
Maximum PV array open circuit voltage	150 Vdc
Array short-circuit current	60 Adc maximum
Maximum and minimum wire size in conduit	#6 AWG to #14 AWG
Total power consumption while operating	2.5 W (tare)
Charger regulation method	Three-stage (bulk, absorption, float) Two-stage (bulk, absorption)

Mechanical Specifications

Dimensions (H x W x D)	14 ½ x 5 ¾ x 5 ½" (368 x 146 x 138 mm)
Weight (controller only)	10.75 lb (4.8 kg)
Weight (shipping)	17.6 lb (8 kg)
Shipping dimensions (H x W x D)	19 x 9 x 9 ¾" (483 x 229 x 350 mm)
Mounting	Vertical wall mount
Standard warranty	Five years (10 years optional)
Part number	865-1030-1

Environmental Specifications

Enclosure type	Indoor, ventilated, sheet metal chassis with 7/8" and 1" (22.22 mm and 27.76 mm) knockouts and aluminum heat-sink
Operating temperature range (full power)	-4 to 113 °F (-20 to +45 °C)
Storage temperature	-40 to 185 °F (-40 to +85 °C)
Altitude limit (operating)	Sea level to 15,000 feet (4572 m) @ 15 °C

Regulatory Approvals

CSA certified to CSA 107.1, UL 1741 FCC Class B and Industry Canada, CE

Optional Accessories

XW System Control Panel	865-1050
XW Automatic Generator Start	865-1060
Network cables:	
3 feet (0.9 m)	809-0935
25 feet (7.6 m)	809-0940
50 feet (15.2 m)	809-0941
75 feet (22.9 m)	809-0942

Specifications subject to change without notice.

NEW

12V



FREEDOM HF
INVERTER/CHARGERS

FREEDOM HF REDEFINED.

No Messy Wiring. Quick Installation. Minimal Battery Drain

The Freedom HF Inverter/Charger is one of the smallest, lightest, and most affordable Inverter/chargers in the market. The new generation Freedom HF is equipped with quick-connect AC terminals and ignition lockout capability. The quick-connect AC terminal on both AC input and output enables incredibly installation eliminating the need for strain relief clamps. The Ignition lockout feature helps to minimize battery drain by disabling the Inverter when the Ignition is turned off.

The Freedom HF Inverter/Charger features modified sine wave output and is designed to operate entertainment systems and small appliances in boats, RV's and trucks. The Freedom HF is available in three models: 1000 watts with a 20-amp charger, 1000 watts with a 55-amp charger and 1800 watts with a 40-amp charger.

Multistage charging helps ensure that batteries are recharged quickly and efficiently. All models are equipped with a built-in automatic transfer switch and dual GFCI receptacle. Detachable digital remote control panel display provides precise system information and can be mounted at a convenient location for remote monitoring.



Quick-connect, UL-approved, strain-relief AC terminal block on both input & output sides enables incredibly easy installation



1000 W
20 A

1000 W
55 A

1800 W
40 A



Certified to
CSA Standard
C22.2 No. 107.1
UL 458 with marine
supplement
FCC Class B



Product Features

- ▶ Designed to power demanding loads such as microwave ovens, TVs, DVD players, small appliances and other electronic equipment
- ▶ Ignition lockout feature helps to minimize battery drain
- ▶ Digital, detachable remote panel pre-attached with 25' extension cable for remote system monitoring
- ▶ Automatic three-stage battery charger
- ▶ Designed to be hardwired using quick-connect AC terminals or by connecting AC through GFCI receptacles (Included)
- ▶ Built-in 30-amp relay to automatically transfer between Inverter power and Incoming AC utility power

Protection Features

- ▶ Battery over-voltage and under-voltage protection
- ▶ Over-temperature shutdown
- ▶ Automatic overload protection
- ▶ Short-circuit protection
- ▶ Ground-fault protection
- ▶ ETL certified to UL458 for use in mobile RV, marine and commercial applications

Xantrex Technology Inc.

3700 Gilmore Way
Burnaby, British Columbia
Canada V5A 4B5
800 670 0707 Toll Free
604 420 1591 Fax

541 Roske Drive, Suite A
Elkhart, Indiana
USA 46516
800 446 6180 Toll Free
574 294 5989 Fax

Freedom HF 1000, 1055 & 1800 Inverter/Chargers

Electrical Specifications - Inverter

Models	HF 1000	HF 1055	HF 1800
Output power (continuous)	1000 W	1000 W	1800 W
Surge power	2000 W	2000 W	3600 W
Output frequency regulation	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Inverter voltage regulation	115 +/-10 Vrms	115 +/-10 Vrms	115 +/-10 Vrms
Output wave form	Modified sine wave	Modified sine wave	Modified sine wave
Efficiency (full load)	> 80%	> 80%	> 80%
Peak efficiency	> 87%	> 87%	> 87%
No-load input power (producing output voltage)	< 10 W	< 10 W	< 10 W
Off mode current draw (display off)	< 1 mA	< 1 mA	< 1 mA

Electrical Specifications - Charger

Charge rate	20 A	55 A	40 A
AC input voltage range	90 – 130 Vac	90 – 130 Vac	90 – 130 Vac
AC transfer relay	30 A	30 A	30 A
Battery voltage (nominal)	12 Vdc	12 Vdc	12 Vdc
Operating voltage range	10.5 – 15.5 Vdc	10.5 – 15.5 Vdc	10.5 – 15.5 Vdc
Low battery cut-out (low limit / high limit)	10.5 Vdc / 11.8 Vdc	10.5 Vdc / 11.8 Vdc	10.5 Vdc / 11.8 Vdc
AC input (max. charge)	5 Aac	10 Aac	7.5 Aac
Default bulk charge voltage setting	14.2 Vdc	14.2 Vdc	14.2 Vdc
Default float charge voltage setting	13.5 Vdc	13.5 Vdc	13.5 Vdc
Battery charge outputs	One	One	One
Charge control	Three-stage	Three-stage	Three-stage
Battery type settings	Flooded / Gel / AGM / Fixed 13.5 Vdc	Flooded / Gel / AGM / Fixed 13.5 Vdc	Flooded / Gel / AGM / Fixed 13.5 Vdc
Equalization	No	No	No
Internal temperature-sensitive charging	Yes	Yes	Yes

General Specifications

Optimal operating temperature range	32°F to 104°F (0°C to 40°C)	32°F to 104°F (0°C to 40°C)	32°F to 104°F (0°C to 40°C)
Optional remotes	Detachable display	Detachable display	Detachable display
Unit weight	10 lb (4.5 kg)	10 lb (4.5 kg)	12.8 lb (5.8 kg)
Unit dimensions (H x W x L)	4.2 x 9.5 x 15.5" (106 x 241 x 393 mm)	4.2 x 9.5 x 15.5" (106 x 241 x 393 mm)	4.2 x 9.5 x 18.0" (106 x 241 x 457 mm)
Warranty	Two year	Two year	Two year
Part number	806-1020	806-1055	806-1840

Regulatory & Environmental Compliance

ETL Certified to CSA Standard C22.2 No. 107.1, UL458 with marine supplement (drip shield, part # 808-9531).