



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

IMPLEMENTACION DE PANELES SOLARES

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PRESENTA
JOSUÉ ALFREDO RIVERA HERNÁNDEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR
DOCTOR. VICENTE FLORES LARA**



APIZACO, TLAX., MARZO 2024



Apizaco, Tlaxcala, 24/abril/2024.

Oficio No. MM/348/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	JOSUÉ ALFREDO RIVERA HERNÁNDEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	14370707
Nombre del Proyecto:	IMPLEMENTACIÓN DE PÁNELES SOLARES.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

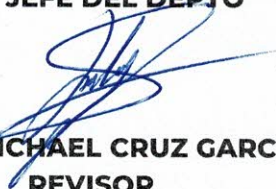
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA**

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO


VICENTE FLORES LARA
ASESOR


JOSÉ MICHAEL CRUZ GARCÍA
REVISOR


JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
REVISOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **26/abril/2024**
No. OFICIO: DEP-CT/470/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

JOSUE ALFREDO RIVERA HERNANDEZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 14370707
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado fuerza, sabiduría y valor para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres, quienes desde la distancia me brindaron de su apoyo y a lo largo de su vida me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. A mi familia que me recibió en este estado abriéndome las puertas de su casa y me brindaron de su confianza para lograr este sueño que ahora es una realidad. A mi gato, por ser mi fiel compañero a lo largo de mi vida, y brindarme siempre de su cariño y tranquilidad, pues no hay nada mas reconfortante que volver a casa y ser recibido con su alegría.

INDICE

Introducción.....	5
Problemática.....	7
Objetivos.....	8
Justificación.....	8
Marco teórico.....	10
Desarrollo de la energía solar fotovoltaica.....	10
Componentes de un sistema fotovoltaico.....	12
Tipos de corrientes.....	16
Acoplamientos de los aparatos eléctricos al sistema.....	20
Circuitos eléctricos.....	21
Recurso solar.....	23
Irradiación solar.....	25
Requisitos de cargas eléctricas.....	25
Principios de energía fotovoltaica.....	27
Desempeño de módulos fotovoltaicos.....	29
Factores de desempeño de módulos fotovoltaicos.....	31
Controladores.....	33
Estrategias de control del regulador de carga.....	34
Inversores.....	38
Cables para instalaciones fotovoltaicas.....	44
Sistemas fotovoltaicos conectados a la red.....	48
Desarrollo.....	52
Uso eficiente de la energía.....	52
Cargas eléctricas.....	53
Análisis del sitio.....	57
Resultados.....	58
Conclusión.....	63
Bibliografía.....	64

INTRODUCCIÓN

Los paneles solares fotovoltaicos generan electricidad mediante la conversión de la energía irradiada por el sol. Como el nombre sugiere foto que significa que significa “luz” y voltaico “electricidad”. Estos paneles son cada día más interesantes debido a su uso efectivo. Fuentes de energía más limpia están en gran demanda, debido a los grandes beneficios que proporcionan. La eficiencia de estas fuentes de energía renovables es cada vez mejor con el progreso de la tecnología y que son cada vez más común. La ventaja de la los paneles solares y la energía solar sobre las demás energías es que pueden ser usadas fácilmente en el hogar.

La compra de un nuevo panel solar es costosa, aunque es sólo una inversión de tiempo. Pero lo puede construir usted mismo si puede darle algo de tiempo y trabajar pacientemente en él. La energía solar le puede ahorrar mucho dinero. En primer lugar, reducir el monto de la factura de electricidad mediante el uso de ella y, en segundo lugar, usted puede vender la energía adicional generada por los paneles. Además, es una gran contribución al medio ambiente.

Los paneles solares fotovoltaicos son la energía renovable de más rápido crecimiento en el mundo. La producción de células fotovoltaicas está en constante crecimiento a una tasa del cincuenta por ciento cada dos años a partir de 2002. La cantidad esperada de la energía generada por paneles solares puede exceder de veinte mil megavatios para finales de año.

Los paneles solares fotovoltaicos utilizan celdas solares para generar energía eléctrica. Las celdas solares están fabricadas con materiales semiconductores de silicio. Los paneles solares fotovoltaicos son ampliamente utilizados para la generación de energía en lugares que reciben la luz del sol en abundancia. Los avances tecnológicos y el aumento de la escala de fabricación han hecho mucho más barato. Es muy común que los paneles solares se instalen en los tejados de las casas para aprovechar la energía solar.

La naturaleza no nos ha dado infinidad de fuentes de energía tradicionales como el carbón y el petróleo. Las energías renovables son nuestra necesidad. La tecnología en constante crecimiento ha hecho posible vivir en un mundo más verde y disfrutar de las comodidades modernas que estamos acostumbrados. (Aguirre, 2012)

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En agosto de 2019, buscando una oportunidad para realizar prácticas profesionales; se buscaron varias empresas con la finalidad de encontrar una oportunidad y enviando currículos se encontró a una empresa ubicada en el estado de Puebla, dedicada a la distribución de materiales industriales y a brindar servicios de instalación y mantenimiento de los mismos.

Wenlok, es una compañía comercializadora de equipos y suministros para la industria, el sector educativo y dependencias de gobierno, asesoramiento a sus clientes, dando una solución a su problemática con equipos y refacciones ideales para su aplicación.

Trabajamos con industrias del ramo automotriz, alimentos, metalurgia, manufactura de productos químicos, papeleras, petroleras, energía eléctrica etc...

En el sector educativo apoyamos a centros de investigación y desarrollo tecnológico, tales como el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) Equipamos laboratorios de universidades públicas, privadas y bachilleratos tecnológicos brindando una asesoría sobre Instrumentos y equipo necesarios de acuerdo al ramo de su especialidad. Brindamos entrenamiento acerca del equipo.

Asesoramos a dependencias de Gobierno como CFE y el Instituto de investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México (INIDETAM)

La empresa Wenlok se identifica por tener una visión realista y una misión alcanzable, así como tener sus objetivos claros y desempeñar sus actividades laborales con valores que los definen como una empresa formal y confiable.

Misión

Brindar soluciones en la comercialización de equipos, suministros y servicios orientados al sector industrial, gubernamental y educativo, mediante la integración de un equipo de trabajo emprendedor en constante formación para una plena satisfacción de nuestros clientes.

Visión

Ser una empresa reconocida por su liderazgo y competitividad empresarial, con tecnología de vanguardia y recursos humanos de excelencia, con orgullo de pertenecía, motivados y cualificados, que proporcionen servicios y productos con la mayor calidad en su especialidad hacia nuestros clientes.

Valores Wenlok

- **Respeto:** Reconocemos que todos somos diferentes, Todos nuestros clientes merecen nuestro respeto sin importar ideología o nivel socio cultural.

- **Servicio:** Nuestra disposición de servirle no tiene límites, Lo más importante es su satisfacción.
- **Honestidad:** Nuestra conducta recta y honrada nos lleva a observar normas y compromisos, así como a actuar con la verdad. Lo que denota sinceridad y correspondencia en lo que hacemos, en lo que pensamos y en lo que decimos.
- **Confianza:** Confiamos en nosotros mismos y en nuestra capacidad para alcanzar nuestros objetivos, Gracias porque usted también ha confiado en nosotros.
- **Trabajo en Equipo:** Uniendo esfuerzos se logra más y mejores cosas.
- **Innovación:** Nuestra Organización siempre está a la vanguardia y buscando nuevas formas de satisfacer las necesidades de sus clientes. (Wenlok, 2020)

PUESTO Y ÁREA EN EL QUE SE DESEMPEÑO

Dentro de la empresa se desarrollaron diferentes actividades administrativas, tales como registros de los insumos que se consumían dentro de la empresa, en la búsqueda de nuevos proveedores y la cotización de productos.

De igual forma, se desempeñaron actividades en el área de almacén recibiendo material y realizando inventario mensual.



PROBLEMA A RESOLVER

En el transcurso de las residencias profesionales, realizando trabajos de finanzas se detectó un gran problema basado en las tarifas elevadas debido al alto consumo de energía, por lo cual hizo un análisis de meses anteriores dando como resultado una pérdida económica debido a que cada bimestre llega un costo adicional por alto consumo ya que la empresa así lo requería, por lo cual no se podía disminuir, sino buscar una alternativa y solucionar la problemática que ayudaría a que la tarifa disminuya drásticamente y utilizar energía limpia.

Teniendo este problema, se decidió desarrollar un proyecto basado en el diseño de paneles solares, teniendo como principal objetivo la disminución de las tarifas y generando mayor beneficio dentro de la empresa, obteniendo un valor agregado y utilizando energías limpias sin generar contaminación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo el dimensionamiento de un arreglo fotovoltaico para la producción de electricidad mediante paneles solares, en la empresa Wenlok.

OBJETIVO ESPECIFICO

Obtener una disminución del costo de la factura eléctrica teniendo el mismo consumo de la energía eléctrica en el edificio de la empresa Wenlok.

JUSTIFICACIÓN

La producción y el uso de la energía suponen la principal causa, junto con el transporte, de las emisiones de gases de efecto invernadero, gases responsables del cambio climático. Por ello, una de las formas de actuar para limitar e impedir sus gravísimas consecuencias ambientales, sociales y económicas, relacionadas con el aumento de temperatura, subida del nivel del mar y disminución de precipitaciones, entre otras, consiste en reducir el consumo energético.

El modelo de generación, transporte y consumo actual, absolutamente dependiente de los combustibles fósiles, es insostenible como consecuencia del cambio climático que supone. En la actualidad, el incremento de la demanda y consumo de energía y las dificultades que existen para satisfacer esta demanda con las fuentes de energía disponibles, están prefigurando un escenario de crisis energética global. En la discusión sobre la demanda energética existe una preocupación por los efectos que el crecimiento de la población puede tener sobre ésta en las décadas futuras, discusión que refleja una inquietud general por los impactos de un alto volumen poblacional sobre los recursos naturales.

Se hizo un estudio económico dentro de la empresa para determinar el porcentaje que se paga en la actualidad, la inversión que se realizara con la elaboración del proyecto y la diferencia que tendrá la tarifa una vez implementado el proyecto, en donde se vio reflejado que la implementación de paneles solares en la empresa era factible, ya que el consumo de energía era elevado.

La empresa se dio a la tarea de dar seguimiento con la propuesta del proyecto y dio herramientas útiles para la misma, tales como capacitaciones para el dimensionamiento, dando a conocer todo lo relacionado con paneles solares, que tuvo una duración de dos semanas y se le impartió al personal del área de proyectos e ingenieros del área así como al practicante de ingeniería, a fin de que el proyecto diera el mejor rendimiento y permitiera seguir las normas de seguridad necesarias que se requerían para la instalación de los paneles solares.

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Los sistemas fotovoltaicos son sistemas que producen electricidad directamente de la luz solar. Los sistemas fotovoltaicos, producen energía limpia y confiable sin consumir combustibles fósiles y pueden ser usados en una amplia variedad de aplicaciones. Una aplicación a pequeña escala de la tecnología fotovoltaica es el suministro de energía para relojes y radios. En una escala mayor muchas redes de servicios públicos han instalado recientemente grandes arreglos de módulos fotovoltaicos para abastecer a los consumidores con electricidad de generación solar o como sistemas de respaldo para equipos críticos. Las investigaciones de la tecnología fotovoltaica comenzaron hace más de cien años. (Pérez, 2007)

En 1873 el científico británico Willoughby Smith observó que el selenio era sensible a la luz. Smith concluyó que la capacidad del selenio de conducir electricidad aumenta en proporción directa con su exposición a la luz. Esta observación del efecto fotovoltaico llevó a muchos científicos a experimentar con ese elemento relativamente excepcional, con la esperanza de usarlo para generar electricidad.

En 1880, Charles Fritts desarrolló la primera celda fotovoltaica basada en selenio. La celda producía electricidad sin consumir ninguna sustancia material y sin generar calor. Hasta 1905 cuando Albert Einstein ofreció su explicación del efecto fotoeléctrico, no había una amplia aceptación de la FV como fuente de energía. Las teorías de Einstein condujeron a un mayor entendimiento del proceso físico de generación de electricidad a partir de la luz solar. A pesar de su eficiencia y altos costos de producción, los científicos continuaron sus investigaciones sobre la celda solar de selenio durante los años 30 del siglo XX. (IBID)

A principios de la década de los 50 los laboratorios Bell comenzaron la búsqueda de una vía confiable para energizar los sistemas de comunicación remotos. Los científicos de Bell descubrieron que el silicio, es el segundo elemento más abundante en la tierra, era sensible a la luz, y que cuando se le trataba con ciertas impurezas, generaba una tensión eléctrica considerable. El primer uso de la tecnología fotovoltaica no relacionado con trabajos de laboratorio fue la electrificación de una estación de una estación repetidora de telefonía en los campos de Georgia, a finales de los años 50.

Los científicos de la NASA, al buscar una fuente de energía ligera, robusta y confiable, apropiada para ser usada en el espacio exterior, instalaron en el primer satélite artificial de EE.UU., el Vanguard I, un sistema fotovoltaico construido por 108 celdas. A principio de la década de los 60, la mayoría de los satélites y naves espaciales contaban con sistemas fotovoltaicos. Hoy en día los módulos solares brindan energía a millones de hogares en todo el mundo. (IBID)

VENTAJAS

- **Fiabilidad:** Aun en las condiciones más severas, los sistemas fotovoltaicos han demostrado su fiabilidad, evitando fallas costosas en situaciones donde una operación continua resulta crítica.
- **Durabilidad:** La mayoría de los módulos fotovoltaicos están organizados por los fabricantes para producir energía durante 25 años y pueden continuar generando más allá de ese tiempo.
- **Bajo costo de mantenimiento:** Transportar personas y materiales a las áreas remotas para el mantenimiento de los equipos resulta caro. Como como los sistemas fotovoltaicos solo necesitan inspecciones periódicas y mantenimiento ocasional, este costo resulta notablemente menor que en los sistemas convencionales.
- **No hay costo por combustible:** Como no se usan combustible, no hay costo asociado con su adquisición, almacenamiento o transporte.
- **Reducción de la contaminación sonora:** Los sistemas fotovoltaicos operan silenciosamente y con mínimas partes en movimiento, cuando las hay.
- **Modularidad:** Los módulos pueden ser añadidos gradualmente para incrementar la potencia disponible y la energía producida.
- **Seguridad:** En los sistemas fotovoltaicos no hay procesos peligrosos como combustión, ni los riesgos asociados al manejo de combustibles. Por eso son muy seguros cuando se han diseñado e instalado adecuadamente.
- **Independencia:** Muchos usuarios residenciales de sistemas fotovoltaicos enfatizan en la independencia de las redes de servicio como su motivación primaria para adoptar esta tecnología.
- **Descentralización de la red eléctrica:** Estaciones de generación pequeñas y cercanas al lugar de consumo de la energía eléctrica reducen las posibilidades de cortes de suministro por problemas de la red eléctrica.
- **Desempeño a altas elevaciones:** El incremento de la irradiación a altas elevaciones hace el uso de la energía fotovoltaica más ventajoso ya que se optimiza la producción de energía. Esto contrasta con el hecho de que un generador diésel en altas elevaciones debe descartarse debido a las pérdidas en eficiencia y potencia de salida. (Pérez, 2007)

DESVENTAJAS

- **Costo inicial:** conectarse a la red no requiere de una inversión inicial, como es el caso con la tecnología fotovoltaica, por esto, cada instalación debe ser evaluada desde la perspectiva económica y comparadas con las alternativas existente. Como el costo de los sistemas fotovoltaicos decrece y el de las fuentes convencionales de combustible se incrementa, los sistemas fotovoltaicos resultan cada vez más competitivos económicamente.

- **Variabilidad de la irradiación disponible:** El estado del clima afecta considerablemente la energía producida por cualquier sistema energético basado en el sol. Variaciones en las condiciones del lugar requerirán modificaciones en el diseño del sistema.
- **Almacenamiento de energía:** Algunos sistemas fotovoltaicos usan baterías para almacenar la energía, incrementando el tamaño, costo y complejidad del sistema.
- **Aumento de la eficiencia de las cargas:** El costo de un sistema fotovoltaico exige y es una oportunidad para mejorar la eficiencia de las cargas. Esto frecuentemente obliga a remplazar los dispositivos y aparatos ineficientes.
- **Educación:** Los sistemas fotovoltaicos presentan una tecnología todavía relativamente nueva y desconocida: pocas personas entienden sus valores y posibilidades. Esta falta de información hace más lento el crecimiento de la tecnología y el mercado. (Pérez, 2007)

1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Los sistemas fotovoltaicos se constituyen combinando los siguientes componentes fundamentales:

MEDIDOR CA SERVICIO PÚBLICO



MÓDULO FOTOVOLTAICO



PANEL FOTOVOLTAICO

CONVERTIDOR DE ENERGÍA.



INTERRUPTOR DE SEGURIDAD



INVERSOR



(Pérez, 2007)

1.1.2 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los sistemas fotovoltaicos pueden ser configurados de muchas maneras. Por ejemplo, los sistemas residenciales pueden usar almacenamiento con baterías para alimentar los aparatos durante la noche. En contraste, los sistemas de bombeo de agua pueden operar solo durante el día y no necesitan un dispositivo de almacenamiento de carga. Un sistema comercial grande puede probablemente tener un inversor para alimentar los aparatos que se alimenten con corriente alterna, mientras que un sistema de una pequeña cabaña o en una casa móvil podría energizar solamente electrodomésticos o dispositivos de corriente directa y no necesitar un inversor. Algunos sistemas están enlazados con la red pública de electricidad mientras que otros operan de forma autónoma. (Pérez, 2007)

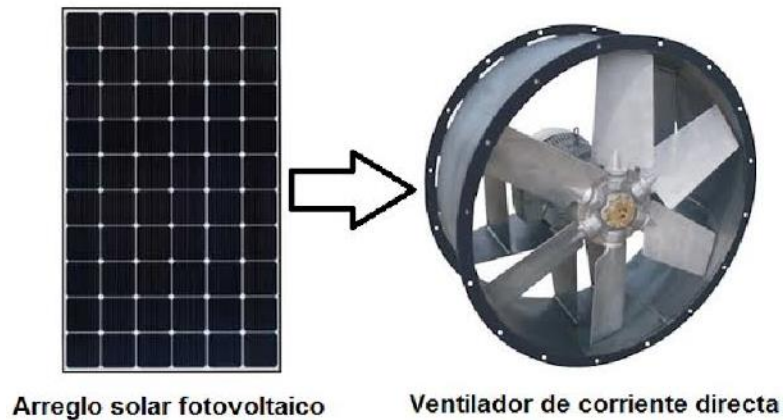
- **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CON BATERÍAS Y CONTROL DE CARGA INTEGRADO.**

Estos sistemas incorporan todos sus componentes, incluyendo los aparatos de consumo, en un solo paquete. Esta solución puede resultar económica cuando complementa o reemplaza un sistema de baterías desechables. Pequeños dispositivos complementados con una batería recargable y un cargador de baterías fotovoltaicas integrado es un ejemplo común. Linternas solares y cargadores fotovoltaicos para baterías de radios tienen un mercado potencial en todo el mundo. Juegos para linternas, relojes y radios fotovoltaicos pueden eventualmente reemplazar unidades similares que usan baterías desechables contaminantes y caras. (Pérez, 2007)

- **SISTEMAS DE USO DIURNO.**

Los sistemas fotovoltaicos más simples y menos costosos se diseñan solo para uso diurno. Estos sistemas consisten en módulos conectados directamente a una carga de corriente directa sin almacenamiento ni inversor. Cuando el sol incide sobre los módulos, se produce energía que se consume inmediatamente por la carga. Entre los sistemas de uso diurno se incluyen los siguientes ejemplos: bombeo de agua para llenar estanques de almacenamiento, en sitios remotos. Operación de ventiladores, fuelles o

circuladores para distribuir la energía térmica en sistemas de calentadores solares de agua o de ventilación. (Pérez, 2007)



- **SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA CON BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO.**

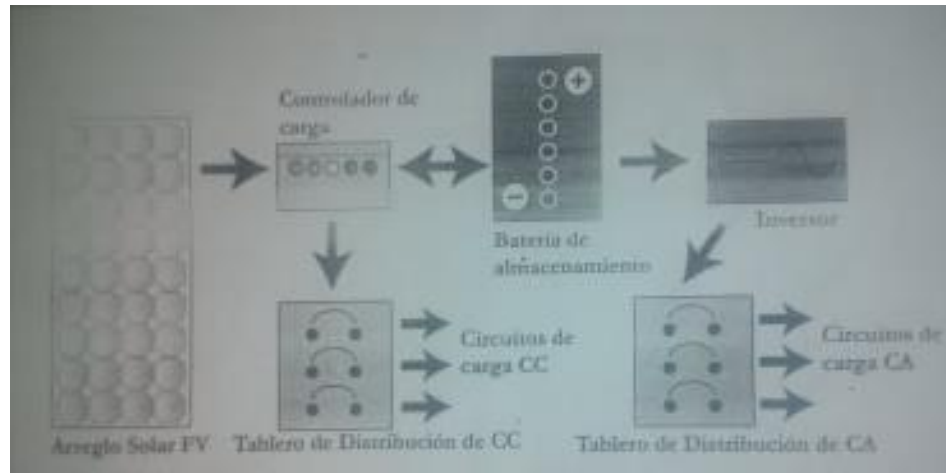
Para operar cargas durante la noche o en situaciones con muchas nubes, los sistemas fotovoltaicos deben de incluir un medio de almacenamiento de la energía eléctrica; las baterías son la solución más común para esto. Así las cargas de corriente directa pueden ser alimentadas por las baterías durante el día o la noche, de forma continua o intermitente, independientemente de la situación meteorológica. Además, un banco de baterías tiene la capacidad de suministrar altas demandas de corriente durante un periodo breve, dándole al sistema la capacidad de arrancar motores o realizar tareas de alta demanda de corriente. (Pérez, 2007)



- **SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA QUE ALIMENTA CARGAS DE CORRIENTE ALTERNA.**

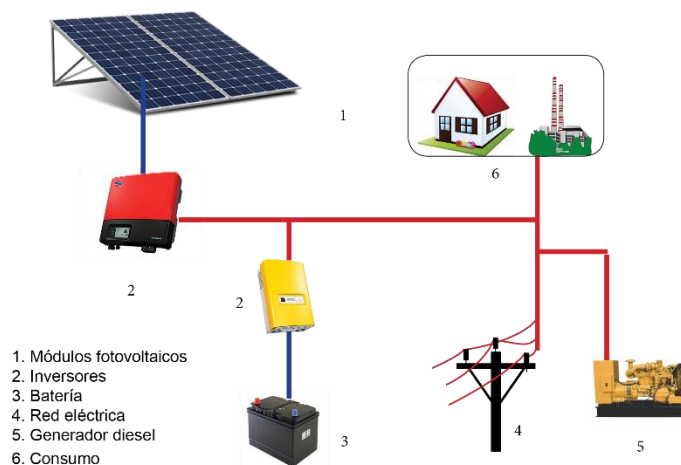
Los módulos fotovoltaicos producen corriente eléctrica directa, pero muchos aparatos comunes necesitan corriente alterna. Los sistemas de corriente directa que alimentan cargas de corriente alterna deben usar un inversor para convertir la electricidad de CC a CA. Los inversores brindan conveniencia y flexibilidad en un sistema fotovoltaico,

pero añaden complejidad y costo. Como los aparatos de corriente alterna son de producción masiva se ofrecen generalmente en una amplia gama, a precios más bajos, además de ser más confiables que los aparatos de corriente directa. Los inversores de alta calidad están disponibles comercialmente en un amplio rango de capacidades. (Pérez, 2007)



- **SISTEMAS HÍBRIDOS.**

La mayor parte de las personas no alimentan sus aparatos solo con el sistema fotovoltaico. La mayoría de los sistemas utilizan una solución híbrida al integrar otras fuentes de energía. La forma más común de un sistema híbrido incorpora un generador que funciona con diésel o gas, lo que puede reducir significativamente el precio inicial del sistema completo. (Pérez, 2007)



- **SISTEMAS INTERACTIVOS (CONECTADOS A LA RED).**

Los sistemas fotovoltaicos que intercambian energía con la red de servicios son conocidos como interactivos, interconectados o conectados a la red. No necesitan un diseño con almacenamiento en baterías, pues la red comercial actúa como una reserva de energía que no se usa durante el día, el usuario vende el exceso de energía a la red de servicio local a través de un inversor especialmente diseñado para esto. Cuando el usuario necesita más electricidad de la que produce el sistema fotovoltaico, puede extraer energía de la red comercial. (Pérez, 2007)

1.4 TIPOS DE CORRIENTE

Hay dos tipos de corrientes eléctricas que pueden atravesar alambres: corriente directa (CD) y corriente alterna (CA).

La corriente directa (CD) siempre fluye en la misma dirección en un circuito eléctrico. Los electrones fluyen continuamente en el circuito del terminal negativo de la batería al terminal positivo. Incluso cuando ninguna corriente está atravesando el conductor, los electrones en el alambre se están moviendo a velocidades de hasta 600 millas (1 000 kilómetros) por segundo, pero en direcciones al azar porque el alambre tiene una temperatura finita. Puesto que un electrón se está moviendo hacia atrás en el conductor al mismo tiempo que otro se está moviendo hacia adelante, ninguna carga neta se transporta a lo largo del circuito.

Si se conecta una batería a los extremos del alambre, los electrones son forzados a lo largo del conductor en la misma dirección. La velocidad de los electrones a lo largo del conductor es menor a una pulgada (pocos milímetros) por segundo. De manera que un electrón en específico tarda un largo tiempo en ir alrededor del circuito. Hay tantos electrones que todos están continuamente chocando entre sí, como fichas de dominó, y hay un cambio neto de cargas eléctricas alrededor del circuito que pueden llegar a alcanzar la velocidad de la luz. (Universo, 2009)

1.4.1 CORRIENTE ALTERNA

La corriente alterna es un tipo de corriente en el que el flujo eléctrico varía en cuanto a la magnitud (valor del voltaje) y sentido (dirección del voltaje), alternándose en períodos de tiempo determinados.

Estas variaciones generan distintas formas en la oscilación, siendo la más común la oscilación senoidal, con la que se obtiene una transmisión de energía mucho más eficiente y, por tanto, es una de las más utilizadas.

Otras formas de oscilación de la corriente alternan, como la triangular o la rectangular tienen aplicaciones muy específicas, como la electrónica y los estudios matemáticos.

1.4.2 ORIGEN DE LA CORRIENTE ALTERNA

En 1832, el inventor parisino Hippolyte Pixii creó un generador de corriente alterna, basado en los principios del campo magnético del físico y químico británico Michael Faraday. Esto permitió experimentar y desarrollar diferentes aplicaciones, especialmente en Europa.

Sin embargo, fue el físico e inventor Nicola Tesla quien, en 1882, construyó el primer motor de inducción de corriente alterna. Esto permitía la transformación de la corriente alterna en corriente continua, usando un motor como una suerte de convertidor.

Posteriormente, y viendo el alcance que podría tener la corriente alterna en la vida cotidiana, desarrolló un transformador que permitía elevar la tensión eléctrica y disminuir su intensidad para poder transmitir la corriente a largas distancias, y luego disminuir la tensión al llegar al punto de consumo para que pudiera ser aprovechada de manera eficiente.

La importancia de la invención del transformador radica, fundamentalmente, en un tema de eficiencia y seguridad, ya que representaba una situación de peligro que un hogar común recibiera una alta cantidad de energía eléctrica.

Además, la corriente continua no puede viajar a través de largas distancias sin generar pérdidas importantes de energía, algo que sí puede hacer la corriente alterna.

Por lo tanto, con estos desarrollos se abrían las puertas para mejorar la calidad de vida y acelerar los procesos de industrialización, especialmente en los entornos urbanos, ya que, si bien ya existía y se aplicaba la electricidad con fines prácticos, se hacía con corriente directa, que por sus características resultó ser poco práctica comparada con la corriente alterna.

Finalmente, en 1891, se pudo comprobar la eficacia no solo de la corriente alterna, sino del generador y transformador creado por Tesla, cuando se realizó la primera transmisión interurbana de corriente en Colorado, Estados Unidos.

1.4.3 COMPONENTES DE LA CORRIENTE ALTERNA

- **Ciclo:** es la variación de tensión eléctrica de cero a un valor máximo positivo, luego a cero y de allí a un valor máximo negativo.
- **Período:** el tiempo en el que ocurre un ciclo. Se expresa en segundos.
- **Frecuencia:** el número de ciclos por unidad de tiempo (segundos). Se expresa en Herzios (Hz). En el continente americano, la frecuencia estándar es de 60 Hz y en Europa y el resto del mundo, 50 Hz.

1.4.4 VENTAJAS DE LA CORRIENTE ALTERNA

- Generadores más eficientes con respecto a la corriente continua.
- Posibilidad de generar cambios de tensión e intensidad de manera segura y económica con los transformadores.
- Transporte de energía a mayores distancias y a alta tensión usando menos conductores eléctricos.
- Permite un mayor rango de voltajes con el uso del transformador.
- Se puede convertir en corriente continua con el uso de un rectificador.
- Desaparición o disminución de riesgos y fenómenos asociados al uso de la energía eléctrica, así como corrosiones electrolíticas y magnetización de piezas metálicas.

1.4.5 CORRIENTE DIRECTA

La corriente directa, también conocida como corriente continua es un flujo de carga eléctrica que no cambia su dirección, por lo que siempre va del polo positivo al polo negativo. Si bien se consideró que la corriente directa no era tan eficiente como la corriente alterna, la realidad es que hoy en día este tipo de corriente tiene aplicaciones prácticas, especialmente en el mundo de la electrónica.

Además, el desarrollo de la corriente directa de alta tensión ha reemplazado a la corriente alterna en sistemas de envergadura, como los cables submarinos de larga distancia.

1.4.6 ORIGEN DE LA CORRIENTE DIRECTA

La corriente continua fue descubierta en 1800 por el físico italiano Nicola Volta, quien desarrolló la primera pila voltaica.

Después de que el inventor francés Hippolyte Pixii desarrolló su generador de corriente alterna en 1832, y posteriormente le creara un conmutador que hacía las veces de interruptor, se obtuvo corriente continua. Con estos avances tecnológicos comenzó la

generación de electricidad en centrales eléctricas y posteriormente, el uso doméstico de las bombillas incandescentes basadas en corriente continua, de Thomas Edison.

Sin embargo, después de lograr la manipulación de los voltajes de la corriente alterna con el uso de los transformadores, la corriente continua se volvió impráctica. Fue en 1950 que la corriente directa volvió a considerarse útil con la transmisión de la corriente continua de alta tensión, lo que permitió que fuera una alternativa para los sistemas que requerían corriente alterna.

Hoy en día, se utilizan rectificadores para cambiar la tensión de la corriente continua de los dispositivos que lo ameriten, como los aparatos electrónicos.

1.4.7 VENTAJAS DE LA CORRIENTE DIRECTA

- Se puede almacenar en forma de baterías, lo que permite tener una fuente de energía a disposición para los dispositivos, aparatos, o máquinas que permitan este tipo de recursos.
- En algunos casos, las baterías pueden ser recargables.
- Su uso es más seguro que el de la corriente alterna, lo que ha permitido desarrollar múltiples soluciones, especialmente con fines domésticos.
- Permite un uso de voltajes más bajos para transmitir electricidad por medio de cables.

Corriente alterna	Corriente directa	
Definición	Es un tipo de corriente con flujo eléctrico variable.	Es un tipo de corriente cuyo flujo eléctrico se mantiene constante.
Origen	1832, por Hippolye Pixii.	1800, por Nicola Volta.
Ventajas	Mayor eficiencia de uso. El transporte de energía es más económico. Aprovechamiento con fines domésticos e industriales. Se puede convertir a corriente directa.	Se almacena en forma de baterías. Es más segura. Permite su uso en múltiples dispositivos sin depender de una conexión.
Aplicaciones	Alumbrado público.	Baterías de auto.

(diferenciador, 2018)

1.5 ACOPLAMIENTO DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS AL SISTEMA

Los diseñadores de sistemas Fotovoltaicos dimensionan sus sistemas en base al consumo de cargas. Estas se calculan usando las potencias nominales de los aparatos eléctricos, dadas por los fabricantes, junto con una estimación del tiempo durante el cual será ocupado el aparato. Se puede encontrar la clasificación nominal de frecuencia, voltaje y potencia en la placa de identificación del artefacto.

Todo lo anterior, ayudará a aprovechar la información dada en dicha placa, con el objetivo principal de ajustar correctamente el suministro de energía eléctrica a los requerimientos del equipo.

Algunos de los términos que se estudiarán más a fondo son:

1. Potencia (watts)

El vatio (en inglés, watt) es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W. Es el equivalente a 1 joule por segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad, el vatio es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA).

El watt o vatio es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades y equivale a 1 joule por segundo (1J/s). Se trata de una de sus unidades derivadas y su símbolo es W.

El vatio, expresado en las unidades que se utilizan en electricidad, es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA). Los aparatos eléctricos de poca potencia se expresan en vatios; sin embargo, aquellos de gran potencia son expresados en kilovatios (Kw). Un Kw equivale a 1.000 vatios y a 1,35984 CV (caballos de vapor). (Digital, Electronica Digital, 2020)

2. Corriente (amperios)

La corriente no es más que el flujo o circulación de electrones o cargas a través de un circuito eléctrico. Se define como corriente al flujo de esos electrones por el conductor en un periodo de tiempo determinado. Al momento de realizar mediciones obtendremos la unidad Amperios (amperes), que no es más que Coulombs sobre segundo. (Manuel, 2018)

3. Tensión o voltaje (voltios)

El voltaje es la diferencia de potencial que existen entre dos cuerpos con carga eléctrica. Dicho en otra forma, es algo así como la fuerza necesaria para empujar a las cargas eléctricas a través de un medio conductor entre dos niveles de potencial.

La corriente eléctrica (Amperaje), es entonces ese movimiento de cargas eléctricas a través del medio conductor. Mientras más carga se mueva, más corriente estará circulando por el medio conductor.

A nivel de consumo nuestro de energía, ambos (corriente y voltaje), son dependientes entre sí, aunque puede haber ausencia de uno de los 2. En nuestro mundo tomamos como referencia el voltaje, y dejamos que la corriente sea dependiente de este voltaje y de la resistencia o carga que se va a conectar. Es por eso que siempre verás que en tu casa llegan 120 V, vas a comprar una batería de 1.5V, un radio de 9 V y así sucesivamente.

El amperio es la intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud. (Digital, 2020)

Cuando un voltaje es parte de un circuito en corriente continua, se abrevia como VCC. Cuando es parte de un circuito en corriente alterna se abrevia como VCA.

Al elegir artefactos para usarse con un sistema fotovoltaico hay dos reglas muy importantes que deben ser seguidas estrictamente:

1. el voltaje del artefacto debe coincidir con el voltaje que se le suministra. La fuente de energía, como una batería, un generador, un módulo fotovoltaico, o la red de servicios, determinan el voltaje suministrado.
2. El artefacto eléctrico debe funcionar con el tipo de corriente que se le suministre, ya sea corriente alterna o corriente continua. (Pérez, 2007)

1.6 CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

¿Qué es un circuito eléctrico?

Se denomina así a la trayectoria cerrada que recorre una corriente eléctrica. Este recorrido se inicia en una de las terminales de una pila, pasa a través de un conducto eléctrico (cable de cobre), llega a una resistencia (foco), que consume parte de la energía eléctrica; continúa después por el conducto, llega a un interruptor y regresa a la otra terminal de la pila.

1.6.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

- **Generador de corriente eléctrica** (pila o batería): Fuente de energía que genera un voltaje entre sus terminales logrando que los electrones se desplacen por el circuito.

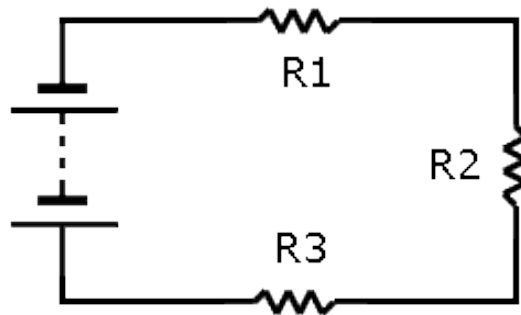
- **Conductores** (cables o alambre): Llevan la corriente a los demás componentes del circuito a través de estos cables. Los cables están formados por uno o más alambres hechos de un material conductor.
- **Interruptor**: Dispositivo de control, que permite o impide el paso de la corriente eléctrica a través de un circuito, si éste está cerrado y que, cuando no lo hace, está abierto.
- **Receptores**: Son los encargados de recibir y transformar la energía eléctrica en otro tipo de energía.
- Un receptor se caracteriza por su resistencia ohmica. Consume energía eléctrica aportada por la fuente de tensión, y la transforma en otra forma de energía, produciendo un efecto útil como puede ser luz, calor, etc.
- Un ejemplo de receptor son las **ampolletas**, que transforman la energía eléctrica en energía radiante. Otro ejemplo es un motor eléctrico, que transforma la energía eléctrica en energía cinética.
- **Resistencia eléctrica** se define como la mayor o menor oposición que presentan los cuerpos al paso de la corriente eléctrica. Es decir, la dificultad que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica. Se representa por “R” y su unidad es el Ohmio (Ω).

Los elementos de un circuito se combinan de diferentes maneras. Estos deben formar una trayectoria cerrada para que la corriente eléctrica pueda circular.

1.7 CIRCUITOS SERIE Y PARALELO EN FUENTES DE ENERGÍA

1.7.1 CIRCUITO EN SERIE

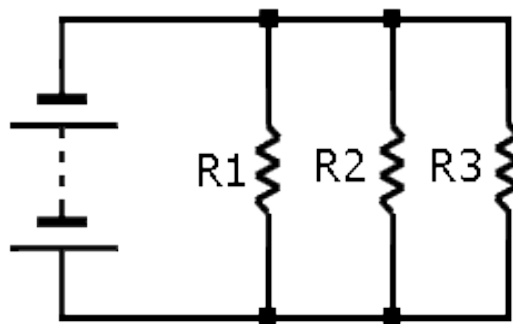
- Los componentes están conectados de modo que las cargas eléctricas circulan por un solo trayecto.
- La corriente eléctrica es la misma en cada componente
- Si conectamos varias ampolletas en serie, estamos aumentando la resistencia, por lo que, como resultado, disminuye la corriente eléctrica y la intensidad de luz en cada ampolleta baja notoriamente.
- Una desventaja es que, si se corta el paso de corriente en cualquier punto del circuito, cesa la conducción, lo que provocaría que todas ampolletas se apaguen.



CIRCUITO SERIE

1.7.2 CIRCUITO PARALELO

- Los componentes están conectados de modo que se presenta más de un camino para el paso de las cargas eléctricas.
- Cada ampolleta está conectada directamente a la pila, de modo que todas tienen el mismo voltaje.
- Al aumentar la cantidad de ampolletas en paralelo, no aumenta la resistencia, sólo disminuye la corriente, por lo que cada ampolleta brilla con igual intensidad.
- Los circuitos de nuestras casas son en paralelo, de modo de conectar distintos aparatos eléctricos que requieren distinta corriente para funcionar.
- Cada aparato eléctrico presenta a su vez un interruptor y puede prenderse o apagarse independientemente del resto. (Saavedra, 2012)



CIRCUITO PARALELO

1.8 RECURSO SOLAR

1.8.1 PRINCIPIOS DE LA RADIACIÓN SOLAR.

Radiación solar conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. El Sol se comporta prácticamente como un Cuerpo negro que emite energía siguiendo la ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K. La radiación solar se distribuye desde

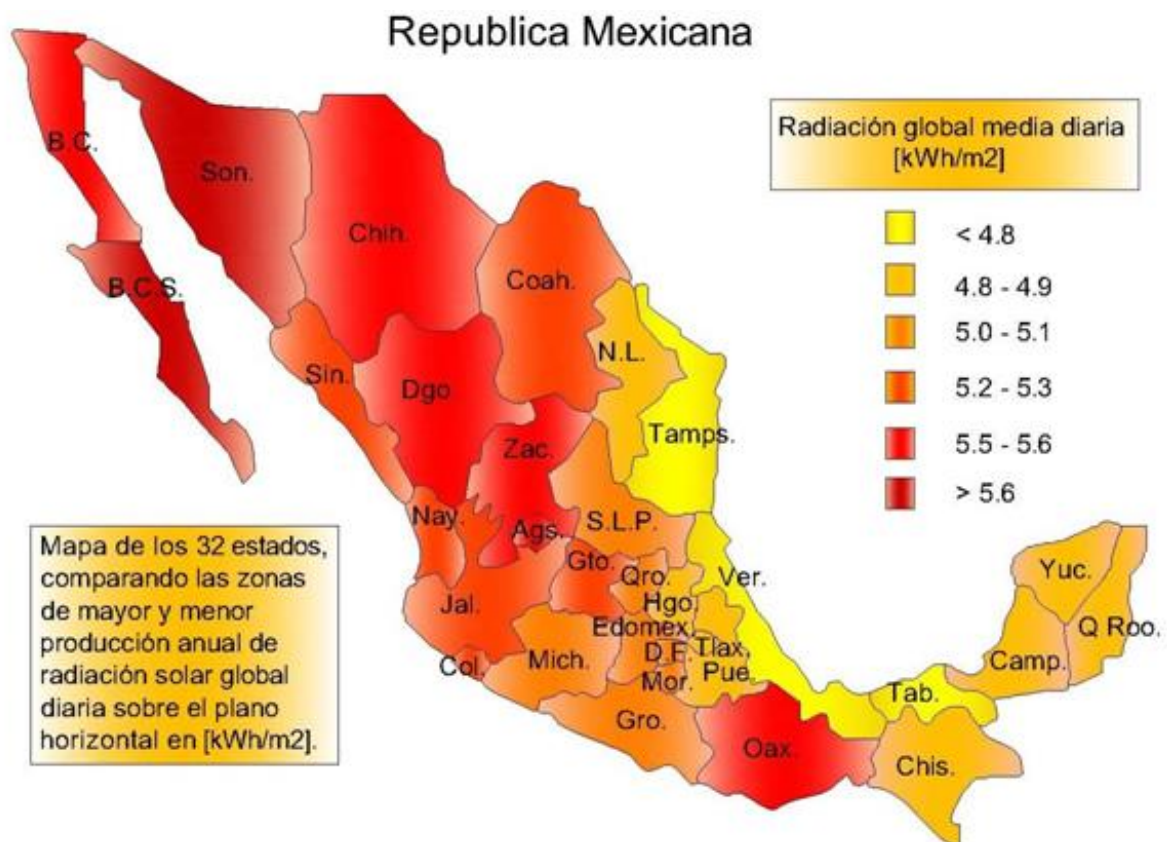
el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, pues las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m^2 (vatio por metro cuadrado).

El Sol es la estrella más cercana a la Tierra y está catalogada como una estrella enana amarilla. Sus regiones interiores son totalmente inaccesibles a la observación directa y es allí donde ocurren temperaturas de unos 20 millones de grados necesarios para producir las reacciones nucleares que producen su energía. (Anónimo, 2020)

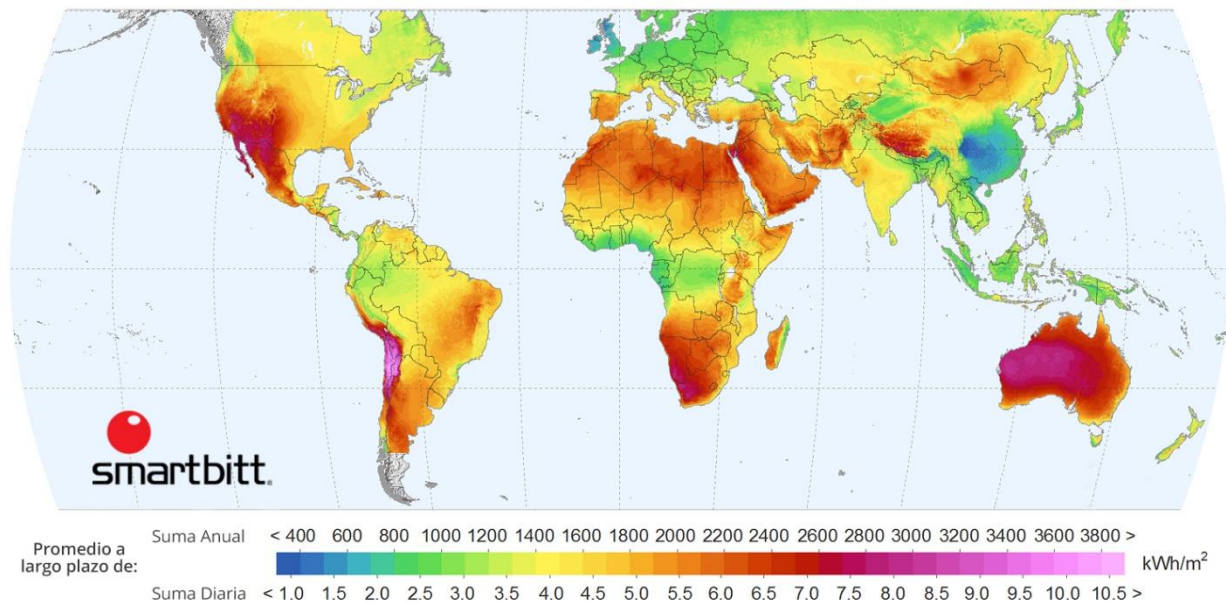
1.8.2 RECOLECCIÓN DE DATOS SOLARES.

La radiación solar terrestre, como en la atmósfera se refleja parte de la radiación que llega del sol, y otra parte se absorbe, a la superficie de la tierra llega, lógicamente una cantidad menor que la que se tiene en el exterior de la atmósfera.

Viene a ser de unos $900 W/m^2$, la cual cambia dependiendo de la hora del día, del día del mes y del mes del año; es decir, cambia cuando varían las condiciones atmosféricas (nubosidad, vapor de agua, gases, partículas, etc.).



Irradiación solar en el mundo



1.9 IRRADIACIÓN SOLAR EN KWH/M2 – DÍA EN CADA UNO DE LOS MESES EN TLAXCALA

Estado ▾	Ciudad	↕ Ene ↕	↕ Feb ↕	↕ Mar ↕	↕ Abr ↕	↕ May ↕	↕ Jun ↕	↕ Jul ↕	↕ Agos ↕	↕ Sept ↕	↕ Oct ↕	↕ Nov ↕	↕ Dic ↕	↕ Min ↕	↕ Max ↕	↕ Medida ↕
Tlax	Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.3	5.2	5.1	4.9	4.7	4	4	5.6	5.1

(Solar E. , smartbitt, 2017)

1.10 REQUISITOS DE CARGAS ELÉCTRICAS.

Normalmente la potencia en watts requerida por las cargas está indicada explícitamente en la documentación aportada por los fabricantes y en las placas informativas de los propios artefactos. Cuando no es así, por lo general usted encuentra en su lugar el voltaje en voltios por el valor en amperios. Entonces puede calcular la potencia requerida por una carga multiplicando el voltaje por la corriente en amperios.

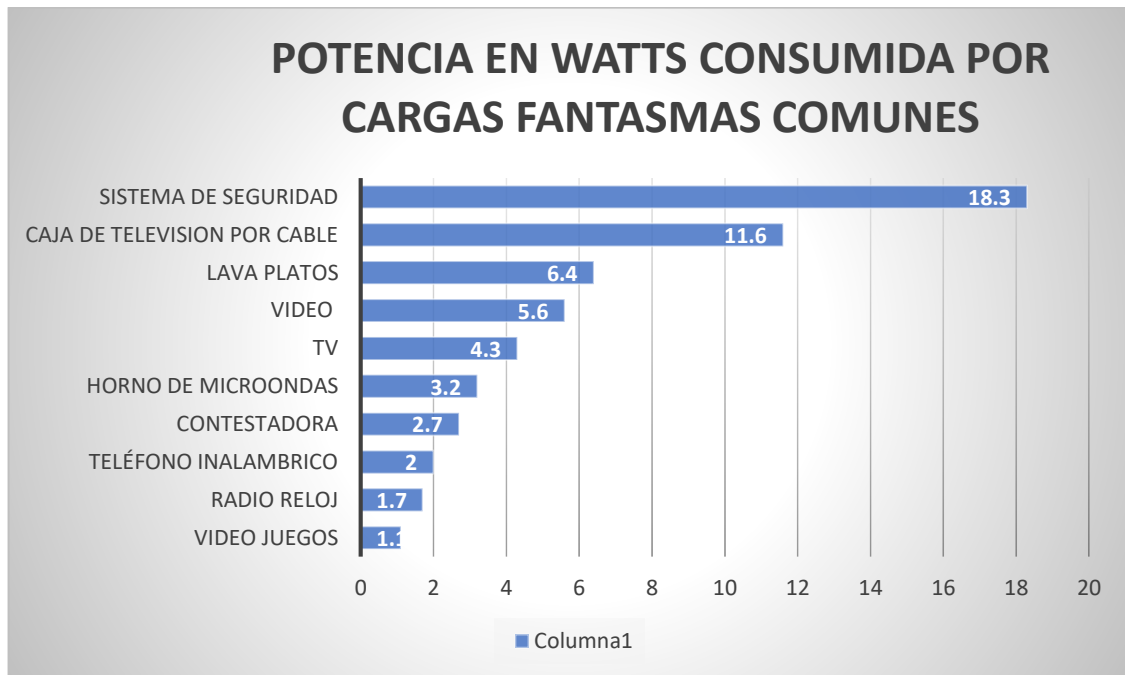
Podemos encontrar distintas cargas en la empresa que se mencionaran a continuación.

1.10.1 CARGAS FANTASMAS

Existen numerosas cargas eléctricas que consumen energía aun cuando están apagadas. Cuando se realizan cálculos de consumo energética, deben tenerse en cuenta estas cargas fantasmas. Las cargas fantasmas son pequeñas cargas que consumen energía y requieren potencia constantemente.

Por ejemplo: televisores (o cualquier dispositivo) que se encienda con control remoto, y aparatos con relojes digitales, como los hornos de microondas, consolas de videojuegos y algunas computadoras personales. Otras cargas fantasmas son aplicaciones “cajas de pared” o transformadores externos como las contestadoras telefónicas, cargadores de baterías y recolectoras de polvo. Las cargas fantasmas pueden parecer despreciables a primera vista, pero en realidad es que ellas están consumiendo energía las 24 horas del día durante los 7 días de la semana y esto llega a sumar cantidades significativas de energía.

Se recomienda reducir las cantidades de cargas fantasmas, a un mínimo, ya sea desconectándolas o colocándolas en un circuito que se pueda desconectar como una regleta de alimentación o un interruptor.



(Pérez, 2007)

1.11 PRINCIPIOS DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Los primeros operan bajo principios semejantes a los de las centrales térmicas convencionales. Los denominados fotovoltaicos, presentan una importante simplificación respecto a los procesos energéticos usuales, debido a que transforman una energía primaria, la solar, en electricidad de un modo directo, es decir, sin transformaciones intermedias en otras formas de energía. Estos dispositivos son estáticos y en absoluto semejantes a los generadores convencionales. Los procesos que implican la dispersión o absorción de radiación por materia son tres, a saber:

- El efecto fotoeléctrico (proceso involucrado en la conversión de energía solar en energía eléctrica),
- El efecto Compton y
- La producción de pares.

Mientras la ecuación (1) es fundamental en el rendimiento de las celdas fotovoltaicas, muchos otros procesos físicos son caracterizados por el crecimiento exponencial. La celda fotovoltaica es un diseño especial de la “unión p-n” o diodo de barrera de Schottky. En una célula solar, la luz solar entrante desaloja electrones y sus contrapartes cargadas positivamente, llamados huecos, en la capa media del dispositivo. (Aguilar, 2015)

1.12 CARACTERÍSTICAS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

1.12.1 CARACTERÍSTICAS DE UN PANEL SOLAR

Las células solares se prueban en condiciones de prueba estándar (STC). La luz solar incidente de $1,000 \text{ W / m}^2$ y una temperatura de celda de 25°C son dos de las condiciones estándar.

Las células solares monocristalinas se fabrican a partir de cristales de silicio muy puro. Un cristal se cultiva en un proceso complejo para producir una barra larga (también llamada “lingote”). La barra se corta en forma de discos u obleas de 0,2 a 0,4 mm de grosor que luego se procesan en celdas individuales. Estos están conectados para crear un panel solar. En condiciones estándar, su eficiencia de conversión es muy similar a la de las células policristalinas.

Los paneles monocristalinos se destacan, sin embargo, por su calidad y se utilizan a menudo donde se necesita una alta fiabilidad. Las células solares monocristalinas (y las células policristalinas) experimentan una reducción significativa de la producción a temperaturas celulares elevadas.

Hay zonas geográficas que son muy caídas, los paneles a menudo pueden operar a una temperatura de 50°C , que está muy por encima de los 25°C utilizado para las

condiciones de prueba estándar. Como resultado, se puede esperar una reducción de entre el 12% y el 15% en la producción en un día soleado y esto debe tenerse en cuenta en un proyecto.

Los paneles fotovoltaicos hechos con células policristalinas (también llamadas células multicristalinas) son un poco más baratos y, en general, un poco menos eficientes que los compuestos por células monocristalinas. El silicio no se cultiva como una sola célula sino como un bloque de cristales. Estos bloques se cortan en obleas para producir células solares individuales. Si miras detenidamente un panel policristalino, verás un aspecto de vidrio roto en las células; esta es una indicación de los muchos cristales que componen cada celda.

Las células policristalinas tienen un factor de reducción de temperatura incluso mayor que las células monocristalinas. Una delgada capa de silicio se deposita sobre un material base como metal o vidrio para crear un panel solar amorfo. El silicio no tiene una estructura cristalina regular. El proceso de fabricación es razonablemente sencillo, lo que da como resultado paneles relativamente baratos.

Las células solares amorfas son, sin embargo, solo aproximadamente la mitad de eficientes que las células policristalinas y monocristalinas. Por lo tanto, para obtener el mismo rendimiento eléctrico que las células cristalinas, es necesario tener el doble del área de paneles amorfos. Esto podría ser un problema cuando la disponibilidad de espacio es limitada. Las células amorfas no sufren una producción reducida con una mayor temperatura celular (es decir, una disminución de la temperatura).

SISTEMAS INDEPENDIENTES

Un sistema independiente no está conectado a una red eléctrica. Normalmente se usa en sitios remotos, como granjas de interior, estaciones repetidoras de telecomunicaciones, etc. La forma más simple de un sistema independiente tiene uno o más paneles fotovoltaicos, un conjunto de baterías y, idealmente, un controlador de carga. Los paneles fotovoltaicos se seleccionan de manera que su voltaje de salida sea suficiente para cargar las baterías.

Típicamente esto significa voltajes un poco más altos que los 6, 12 o 24 voltios de las baterías estándar. Un controlador de carga asegura que las baterías no se dañen por la sobrecarga de los paneles. Las baterías se pueden usar para alimentar directamente equipos de bajo voltaje como luces.

Los inversores pueden conectarse tanto a las baterías como a los paneles fotovoltaicos para proporcionar corriente alterna (CA) para alimentar electrodomésticos

de 240 voltios, herramientas eléctricas y otros equipos de CA. Hay dos tipos principales de inversores: inversores de onda sinusoidal modificada y de onda sinusoidal pura.

Estos últimos producen AC con una onda sinusoidal casi perfecta que es muy similar a la suministrada por la red eléctrica. Por lo tanto, este tipo de inversor se puede usar para alimentar prácticamente la misma amplia gama de dispositivos que la electricidad de la red.

El inversor de onda sinusoidal modificada más barato crea una salida de onda cuadrada modificada que es adecuada para la mayoría de los equipos eléctricos comunes, pero no para todos los dispositivos electrónicos sensibles.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS CELDAS SOLARES

Las celdas solares convierten el poder de la luz solar en energía eléctrica. La potencia del sol se da en términos de la constante solar, el espectro de potencia y las pérdidas de potencia en la atmósfera terrestre expresadas por la llamada masa de aire.

Las características básicas de una célula solar son la corriente de cortocircuito (I_{sc}), la tensión de circuito abierto (V_{oc}), el factor de llenado (FF) y la eficiencia de conversión de energía solar (η). La influencia tanto de la densidad de corriente de saturación del diodo como de I_{sc} en V_{oc} , FF y η . Se analiza las células solares ideales.

Se muestra la importancia de la luz solar concentrada para aumentar η . Series tolerantes y resistencias paralelas se introducen como un criterio de evaluación para pérdidas resistivas en células solares reales. Se investiga la influencia de la resistencia en serie (R_s) y la resistencia en paralelo (R_p) en I_{sc} , V_{oc} , FF y η .

El papel específico de R_s y R_p se discute en detalle para la dependencia de η en I_{sc} . Se describen conceptos para medir las características básicas de las células solares y sus dependencias en la intensidad de la luz, la temperatura y los espectros de luz. Se presta atención al trabajo principal con varios tipos de resistencias de carga, a la función de un piranómetro, a un simulador solar y a la medición de la eficiencia cuántica de las células solares. (Solar E. , 2020)

1.13 DESEMPEÑO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos, atendiendo a estas características eléctricas, pueden ser descritos mediante varios parámetros, los cuales definimos a continuación:

1.13.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (I_{sc}).

Es la intensidad máxima de corriente que se puede obtener de un panel bajo unas determinadas condiciones. Correspondería a la medida, mediante un amperímetro de la

corriente entre bornes del panel, sin ninguna otra resistencia adicional, esto es, provocando un cortocircuito. Al no existir resistencia alguna al paso de la corriente, la caída de potencial es cero.

El término sc se refiere a las siglas en inglés short circuit.

1.13.2 VOLTAJE A CIRCUITO ABIERTO (VOC).

Es el voltaje máximo que se podría medir con un voltímetro sin permitir que pase corriente alguna entre los bornes de un panel, es decir, en condiciones de circuito abierto (resistencia entre bornes infinita).

El término OC se refiere a las siglas en inglés open circuit.

1.13.3 CORRIENTE (I) A UN DETERMINADO VOLTAJE (V).

Las dos definiciones anteriores corresponden a casos extremos. En la práctica, lo usual es que una placa solar produzca una determinada corriente eléctrica que fluye a través del circuito externo que une los bornes del mismo y que posee una determinada resistencia R , que define la característica eléctrica del circuito, cuya intersección con la propia curva del módulo fija el voltaje de operación del mismo y, en consecuencia, la intensidad que esa entrega al circuito. Si la diferencia de potencial entre los bornes es V , decimos que la corriente de intensidad I se produce a un voltaje V .

El término V_{mp} nos sirve comprender las diferencias entre módulos y es una de las características eléctricas que nos indica porque a unos los llamamos módulos de conexión a red y a otros módulos de aislada

1.13.4 POTENCIA MÁXIMA (PMP).

En unas condiciones determinadas, la intensidad I tendrá un cierto valor comprendido entre 0 e I_{sc} , correspondiéndole un voltaje V que tomará un valor entre 0 y V_{oc} . Dado que la potencia es el producto del voltaje y la intensidad, ésta será máxima únicamente para un cierto par de valores (I , V), en principio desconocidos. Decimos que una placa solar trabaja en condiciones de potencia máxima cuando la resistencia del circuito externo es tal que determina unos valores de I_M y V_M tales que su producto sea máximo. Normalmente un módulo fotovoltaico no trabaja en condiciones de potencia máxima, ya que la resistencia exterior está fijada por las características propias del circuito, aunque existe la posibilidad de utilizar dispositivos electrónicos conocidos como “seguidores del punto de máxima potencia”.

1.13.5 EFICIENCIA TOTAL DEL PANEL.

Es el cociente entre la potencia eléctrica producida por éste y la potencia de la radiación incidente sobre el mismo. Otras consideraciones adicionales a las características eléctricas.

También podemos encontrar en las fichas técnicas de cada módulo características como:

- Parámetros térmicos, veremos los coeficientes de temperatura para tensión y corriente.
- Rango de funcionamiento, temperatura de uso, máxima tensión del sistema y cargas de viento y nieve, así como la máxima corriente inversa que pueden admitir.

Características físicas, donde además de indicarnos las dimensiones del panel y su peso, nos pueden indicar el tipo de marco, caja de conexiones, cables, conectores y sobre todo el número de células en serie de la placa solar.

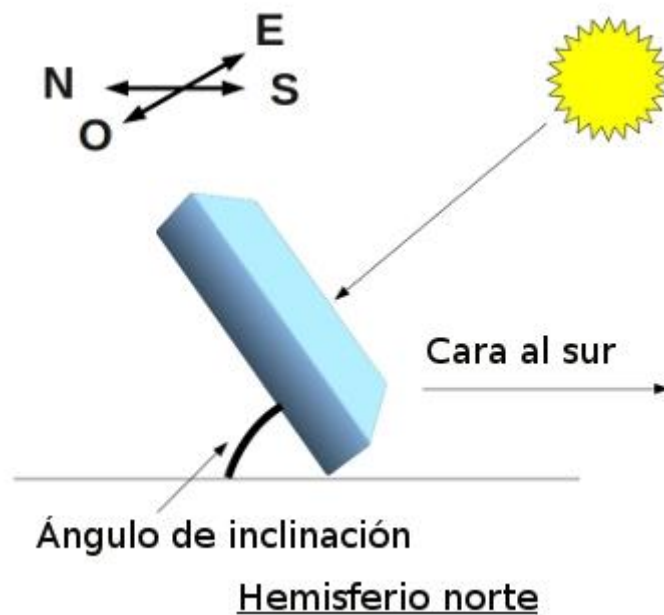
1.14 FACTORES DE DESEMPEÑO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Durante varios años se han analizado los factores que afectan el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, esto con el fin de mitigar sus efectos y lograr mejoras en término de eficiencia para el sistema. Los factores se clasifican en propios o externos de acuerdo con su naturaleza de operación o de entorno respectivamente.

Factores propios: Son condiciones internas propias con las que cuenta el panel fotovoltaico, podrían considerarse los más importantes: -Temperatura de funcionamiento del panel solar - Efectos de reflexión.

La temperatura del panel fotovoltaico es muy importante, de esta depende la conversión de energía tanto en el rendimiento energético, así como en la potencia de salida del módulo. En promedio un panel fotovoltaico absorbe el 80% de la irradiación, parte de ésta se convierte en electricidad y la restante en calor. La parte que se convierte en calor reduce la eficiencia del módulo. A mayor temperatura menor voltaje, lo cual afecta directamente la generación de cada panel y en sí la del sistema. Una de las técnicas más utilizadas para regular la temperatura de un panel fotovoltaico es la ventilación natural que se refiere al aire que sopla entre los paneles.

La reflexión ocurre cuando los rayos del sol que inciden en el panel solar chocan y se desvían regresando al medio atmosférico y con esto se pierde potencia, la reflexión se podría evitar utilizando una película anti reflexión, la cual ayuda a que los paneles solares tengan mayor eficiencia.



Factores externos: Son condiciones externas que afectan el rendimiento del panel fotovoltaico, podrían considerarse los más importantes:

- Ángulo de Inclinación.
- Orientación
- Sombreados
- Suciedad.

El ángulo de inclinación es muy importante, regularmente se utiliza 20° , esto con el objetivo de lograr mejor y mayor rendimiento de energía proveniente del sol, la orientación más adecuada será colocando los módulos hacia el sur geográfico. Para determinar de forma exacta esta posición se puede utilizar una brújula o bien determinar según la hora del día, ya que el sur corresponde con las 12 del mediodía hora solar

El sombreado en el lugar de la instalación genera desajustes de voltaje y corriente. Un panel solar que está bajo los efectos de sombreado recolecta energía de forma desigual, lo que conlleva a presentar fluctuaciones en la potencia entregada ocasiona daños en los componentes del sistema fotovoltaico como el inversor, es por eso que antes de realizar dicho proyecto se realizan diseños con los cuales se evita al máximo las sombras que pueden afectar al sistema.

La reducción de eficiencia del panel a causa de la suciedad es muy común, para mitigar este efecto se recomienda realizar mantenimiento de los paneles por lo menos una vez al mes limpiado con un trapo seco en las mañanas aprovechando el rocío para que se caiga fácilmente la suciedad o polvo adherido.

Con esto podemos decir que, para mejorar el funcionamiento de los paneles solares, así como su vida útil se debe de tener en cuenta estos factores para tener una generación constante y adecuada del sistema, en caso de que te interese instalar algún sistema fotovoltaico en tu casa, negocio, industria, o agroindustria ya tienes noción de que es lo que debes realizar y evitar al momento de tener tu sistema. Las energías renovables son el futuro de la humanidad apostemos por ellas. (Cruz, 2020)

1.15 CONTROLADORES

Los controladores o reguladores de carga son equipos que controlan el voltaje y la corriente de un panel solar o generador eólico, entregados al parque de baterías. Un regulador de carga limita la velocidad a la que la corriente eléctrica se añade o extrae de eléctricas baterías. Evita la sobrecarga y puede proteger contra sobretensión. La sobrecarga de las baterías puede reducir el rendimiento de la batería o la vida útil, y puede suponer un riesgo de seguridad.

El regulador de carga se puede suministrar en forma de un dispositivo separado (por ejemplo, una unidad electrónica en un aerogenerador eólico o en un sistema de energía solar fotovoltaica) o en forma de un microcircuito para su integración en una batería o cargador. (Solar E. , 2019)



¿Qué función tiene el regulador de carga?

- Suministrar corriente mayor que la corriente de autodescarga (para compensar la autodescarga, pero inferior a la corriente de carga máxima para evitar la destrucción de la batería).
- Implementación de un algoritmo de descarga / carga efectiva para un tipo dado de batería (NiMH, Ni-Cd o Li-Ion) con una composición química dada de los componentes.
- Compensación de las diferencias en los flujos de energía cuando se suministra energía al consumidor al mismo tiempo que se carga la batería (por ejemplo, cargar la batería cuando la computadora portátil se alimenta de la red).

- Medición de temperatura (usando un sensor de temperatura) para el apagado de emergencia de la carga en frío o durante el sobrecalentamiento (para evitar daños a la batería).
- Medición de presión (usando un sensor de presión) para el apagado de emergencia de la carga en caso de fuga de gas (para evitar explosiones y fugas)

De todos modos, no todos los controladores implementan estas funciones. La complejidad del algoritmo de descarga / carga depende del costo del cargador. De acuerdo con el algoritmo las principales funciones que realizan son las siguientes:

- Medición del tiempo desde el comienzo de la carga.
- Medición de voltaje y corriente en la entrada de la batería.
- Cambio en corriente y voltaje de carga dependiendo de los valores medidos.
- Repetición de ciclos de descarga / carga (para restaurar la capacidad de la batería).
- Cargar la batería hasta el 90% de la capacidad de la batería (para aumentar la vida útil).

1.16 ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL REGULADOR DE CARGA

El regulador de carga tiene la misión de regular la corriente que absorbe la batería para que nunca se sobrecargue peligrosamente. Por este motivo, detecta y mide constantemente el voltaje de la batería y estado de carga. Si estos parámetros llegan a un determinado valor previamente establecido que corresponda al valor de tensión máxima admitida, actúa de dos formas posibles:

- Cortando el flujo de corriente hacia la batería
- Dejando pasar sólo una parte para mantenerla en estado de plena carga, sin sobrepasarse.

Esta corriente mínima se denomina corriente de flotación y se da cuando la batería está a plena carga y recibe sólo la energía suficiente para mantenerla en ese estado (que, en periodos largos, compensará la autodescarga).

1.16.1 PARÁMETROS DE UN REGULADOR DE CARGA

Los parámetros que definen un regulador son:

- Voltaje máximo admitido o voltaje máximo de regulación: es el valor de la tensión nominal máxima que el regulador permite aplicar a la batería.
- Intervalo de histéresis superior: es la diferencia entre el voltaje máximo de regulación y el voltaje al que el regulador permite el paso de toda la corriente producida por los paneles solares. Para un valor de voltaje intermedio, el regulador deja pasar una fracción de la corriente producida por los paneles fotovoltaicos, que es más pequeño cuanto más se acerca el voltaje de los terminales de la batería al valor máximo de regulación.

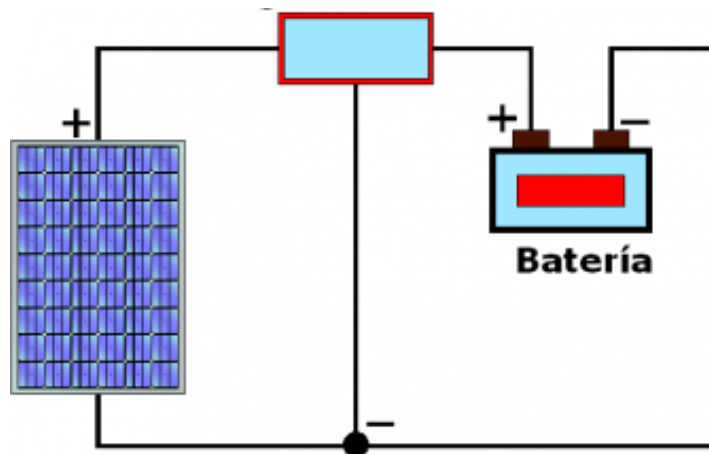
- Voltaje de desconexión: voltaje al que se desconectan automáticamente las cargas de consumo a fin de evitar un sobre descarga de la batería.
- Intervalo de histéresis inferior: es la diferencia entre el voltaje de desconexión y el voltaje al que se permite que los consumos se conecten de nuevo a la batería.

1.16.2 TIPOS DE REGULADORES DE CARGA

En función del principio de funcionamiento hay los siguientes tipos de reguladores de carga:

- Reguladores de carga tipo paralelo (shunt).
- Reguladores de carga tipo serie.

REGULADORES DE CARGA TIPO PARALELO (SHUNT)



Los reguladores de carga shunt basan su funcionamiento en un transistor que deriva la corriente procedente de los módulos hacia una carga resistiva de disipación. Permite establecer valores de voltaje de batería para los que esta desviación se hace de manera intermitente a fin de lograr mantener el acumulador en el nivel de máxima carga (flotación).

Este sistema provoca calentamiento del mismo regulador, lo que provoca desgaste y pérdidas y, por tanto, los reguladores de este tipo tienen limitado la corriente de trabajo a pocos amperios y, por tanto, serán válidos para instalaciones fotovoltaicas pequeñas.

REGULADORES DE CARGA TIPO SERIE

Este tipo de reguladores basan su funcionamiento en la interrupción de la corriente hacia la batería, en función de su voltaje. Gracias a las tecnologías actuales, este

interruptor es progresivo, por lo que se puede mandar para poder tener diferentes niveles de carga.



La corriente de flotación se puede hacer manteniendo un nivel bajo de intensidad de carga o bien conmutando momentos de carga y momentos de no-carga para favorecer la no gasificación de la batería.

Este tipo de reguladores se conectan en serie entre los paneles y la batería y, como no disipan calor, pueden ser más bien pequeños y pueden ir montados en lugares cerrados si fuera necesario.

Otros modelos de reguladores de este mismo tipo, usados en grandes instalaciones, desvían la corriente de los paneles en otros circuitos cuando las baterías están cargadas para utilizar esta energía para otros usos.

Otros modelos desconectando automáticamente los paneles solares o grupos de paneles fotovoltaicos a medida que la tensión de la batería crece, para dejar pasar sólo la corriente necesaria y nunca en exceso.

Muchos reguladores de carga llevan incorporadas otras funciones para la visualización y control del funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica como pueden ser:

- voltio milímetros y amperímetros;
- alarmas por baja tensión de batería;
- sensor de temperatura que regula automáticamente el valor de la tensión máxima de carga;
- desconectores automáticos del circuito de consumo por baja tensión; contadores de amperios por hora; visualizadores digitales;

- módulo de adquisición de datos; módulo de regulación con seguidor de punto de máxima potencia, etc.

1.16.3 REGULADORES DE CARGA CON SEGUIMIENTO DE MÁXIMA POTENCIA

Los reguladores de carga con seguimiento de máxima potencia son controladores de carga que incorporan un convertidor de corriente continua corriente alterna la salida de los módulos solares.

Este convertidor de corriente permite aislar el voltaje de trabajo de los módulos fotovoltaicos del voltaje de las baterías . De esta manera, los módulos pueden trabajar en su punto de máxima potencia y, por tanto, el máximo rendimiento posible.

1.16.4 CONTROLADORES DE CARGAS INDEPENDIENTES

Los controladores de carga se venden a los consumidores como dispositivos separados, a menudo junto con generadores de energía solar o energía eólica, para usos como sistemas de almacenamiento de baterías domésticas.

En aplicaciones solares, los controladores de carga también pueden llamarse reguladores solares.

Algunos controladores de carga / reguladores solares tienen características adicionales, como una desconexión de bajo voltaje (LVD), un circuito separado que apaga la carga cuando las baterías se descargan excesivamente (algunas químicas de la batería son tales que la descarga excesiva puede arruinar la batería).

Los controladores pueden ser en serie o de desviación:

Un regulador de carga en serie o un regulador en serie deshabilita el flujo de corriente hacia las baterías cuando están llenas.

Un controlador de carga de derivación o regulador de derivación desvía el exceso de electricidad a una carga auxiliar o de "derivación", como un calentador de agua eléctrico, cuando las baterías están llenas.

Los reguladores de carga simples dejan de cargar una batería cuando exceden un nivel de alto voltaje establecido y vuelven a habilitar la carga cuando el voltaje de la batería cae por debajo de ese nivel. Las tecnologías de modulación de ancho de pulso (PWM) y rastreador de punto de máxima potencia (MPPT) son más sofisticadas electrónicamente, ajustando las tasas de carga según el nivel de la batería, para permitir la carga más cerca de su capacidad máxima.

Los controladores de carga también pueden controlar la temperatura de la batería para evitar el sobrecalentamiento. Algunos sistemas de regulación de carga también muestran datos, transmiten datos a pantallas remotas y registran datos para rastrear el flujo eléctrico a lo largo del tiempo.

1.17 INVERSOR FOTOVOLTAICO

Sin entrar en muchos detalles relacionados con la electrónica que incorporan, un inversor fotovoltaico es un dispositivo electrónico que realiza la conversión de la corriente continua, que proviene de los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna para su consumo.

Podemos encontrar inversores para paneles solares, para conexión a red y para sistemas aislados que no tienen acceso a la red eléctrica. Los que se usan para autoconsumo y balance neto son del tipo inversor solar de conexión a red, que son, a fin de cuentas, los que más se instalan actualmente.

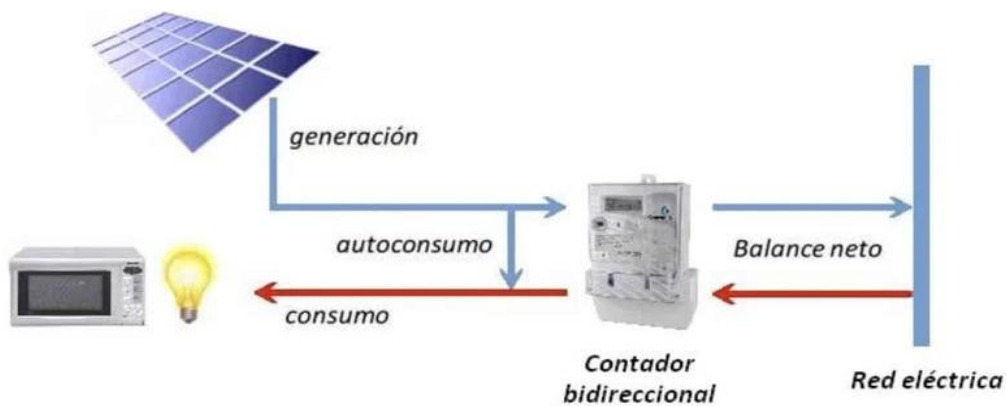
¿Sirven para cualquier tipo de panel solar?

Los inversores para placas solares, también llamados inversor de energía solar a eléctrica, como hemos comentado, están pensados precisamente para eso, para conectar los paneles solares a ellos y convertir la corriente continua en alterna.

Bien es cierto que, si bien los inversores de conexión a red sirven para todo tipo de panel solar, los de aislada suelen usarse para paneles más pequeños. Aunque con la disponibilidad actual de reguladores MPPT, prácticamente ese requisito ha dejado de ser tan restrictivo y se utilizan paneles de conexión a red en todos los casos. Por lo que no debes preocuparte.

¿Cómo es el esquema eléctrico básico de conexión?

El modo de conectar el inversor fotovoltaico con los paneles fotovoltaicos, la red y el consumo, es relativamente sencillo. Lo puedes comprobar en la siguiente imagen, que es el esquema típico de una instalación de autoconsumo con balance neto:



¿Qué tamaños hay disponibles?

Con un inversor fotovoltaico, hay prácticamente cualquier potencia disponible. Desde los pequeños micro inversores de 250W, hasta los grandes inversores centrales de 1MW, o más, pensados para grandes plantas solares.

En cualquier caso, los tamaños más habituales son los que van de 5kW a 25kW, por su modularidad que los hacen perfectos para instalaciones de pequeño, medio y gran tamaño.

1.17.1 TIPOS DE INVERSORES SOLARES

Los tipos de **inversor de corriente solar** se clasifican generalmente atendiendo a dos criterios: su aplicación y su forma de onda. Y más ampliamente, podemos hablar de esta clasificación de inversores solares:

- **Inversores monofásicos:** Para instalaciones con tipo de red monofásica. Más habituales en viviendas para autoconsumo con balance neto.
- **Inversores trifásicos:** Para instalaciones con red trifásica. Más habituales en instalaciones de autoconsumo de tamaño medio y grande.

Eso en relación a su configuración eléctrica, pero si atendemos a sus aplicaciones, también podemos clasificarlos como:

1.17.2 INVERSORES SOLARES CENTRALES, DE CADENA (STRING) Y MICROINVERSORES:

Atendiendo a como se conectan los paneles al inversor, podemos encontrarnos con estas opciones de inversores solares:

1. **Inversores centrales:** Son los de mayor potencia, eficiencia, simplicidad y además su precio es siempre más bajo en relación a su potencia. Tienen la desventaja de que, al ser un solo inversor, y éste falla, caerá la producción de la instalación.

2. **Inversores de cadena o string:** A la entrada del inversor se conecta un string (una cadena de paneles conectados en serie), de este modo el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) es independiente para cada string. Tiene la gran ventaja que permite no todos los strings tengan la misma orientación o donde hay complicaciones de sombreado, por lo que es muy ventajoso en tejados de viviendas, donde es habitual ese problema. Como desventaja, es que el precio es más elevado que los anteriores, si lo referimos €/Wp.
3. **Microinversores:** Similares a los primeros, pero se conectan a cada panel o cada dos paneles. Tiene ventajas en caso de sombras en los paneles y que se puede ir ampliando la instalación gradualmente, pero la desventaja de ser más caro.

1.17.3 ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE LOS INVERSORES SOLARES

Antes de afrontar el diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo, debemos tener en cuenta que en el mercado podemos encontrar, fundamentalmente, dos tipos de inversores solares.

Hablamos de inversores fotovoltaicos para instalaciones aisladas (es decir, con baterías) e inversores para conexión a red o autoconsumo. Este último tipo de inversor, el de instalaciones de autoconsumo y conexión a red, es al que hacemos referencia en esta sección de nuestra web.

Las especificaciones eléctricas fundamentales para cualquier instalación inversor fotovoltaico existentes en el mercado son:

- **Tensión Nominal:** Es la tensión que se debe aplicar a los terminales de entrada del inversor.
- **Potencia Nominal:** Es la potencia que puede suministrar el inversor de forma continuada.
- **Capacidad de sobrecarga:** Se refiere a la capacidad del inversor para suministrar una potencia considerablemente superior a la nominal, así como el tiempo que puede mantener esta situación.
- **Tensión de entrada de arranque:** Tensión de entrada a partir de la cual el inversor empieza a verter energía a la red.
- **Tensión máxima del MPP:** tensión máxima de seguimiento de máxima potencia.
- **Tensión mínima del MPP:** tensión mínima de seguimiento de máxima potencia.
- **Corriente máxima de entrada:** máxima corriente a la cual puede funcionar el inversor. Si el inversor tiene múltiples MPPT (seguimientos del punto de máxima potencia), $I_{ccm\acute{a}x}$ se relaciona con cada una de las entradas individuales.
- **Eficiencia (ó rendimiento):** Es la relación, expresada en tanto por ciento, entre las potencias presentes a la salida y a la entrada del inversor. Su valor depende de las condiciones de carga del mismo, es decir de la potencia total de los aparatos de consumo alimentados por el inversor en relación con su potencia nominal.

1.17.4 FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR SOLAR

Te explicamos qué es un inversor solar y que aplicaciones tienen dentro de una instalación solar fotovoltaica. Básicamente, los inversores estáticos son circuitos que producen tensión o intensidad alterna a partir de una fuente de corriente continua. Es decir, los inversores de onda senoidal que se usan para autoconsumo y conexión a red, se encargan de transformar la corriente continua en corriente alterna.

Funcionamiento:

El funcionamiento de un inversor de energía solar es sencillo. En primer lugar, la función de un inversor solar es la de transformar la corriente continua que procede de un panel solar en corriente alterna. Los inversores estáticos utilizan, para efectuar la conmutación, dispositivos semiconductores de potencia, los cuales funcionan únicamente de dos modos: modo corte (off) y modo saturación (on). Por ello, la señal alterna de salida que se obtiene es cuadrada.



Una señal cuadrada puede convertirse en sinusoidal mediante filtros de potencia. El proceso de filtrado de los armónicos más cercano al fundamental requiere voluminosos condensadores y bobinas que reducirán el rendimiento del sistema, así como dispositivos de conexión / desconexión de los mismos.

Por esto, un objetivo a tener en cuenta cuando se diseñan inversores fotovoltaicos es obtener señales de salida, en las cuales los armónicos que aparezcan sean de pequeño valor y estén lo más lejos posible del fundamental. Esto se conseguirá aumentando la frecuencia de conmutación de los semiconductores y filtrando adecuadamente la señal obtenida.

Una de las funciones que debe cumplir cualquier inversor solar es la de regular el valor de la tensión de salida. Esto se consigue básicamente de tres distintas formas:

- regulando la tensión antes del inversor (convertidores DC/DC).
- regulando la tensión en el propio inversor mediante un sistema de control (variando el ángulo de fase, mediante modulación de ancho de pulso (PWM)).
- regulando a la salida del inversor (mediante un auto-transformador).

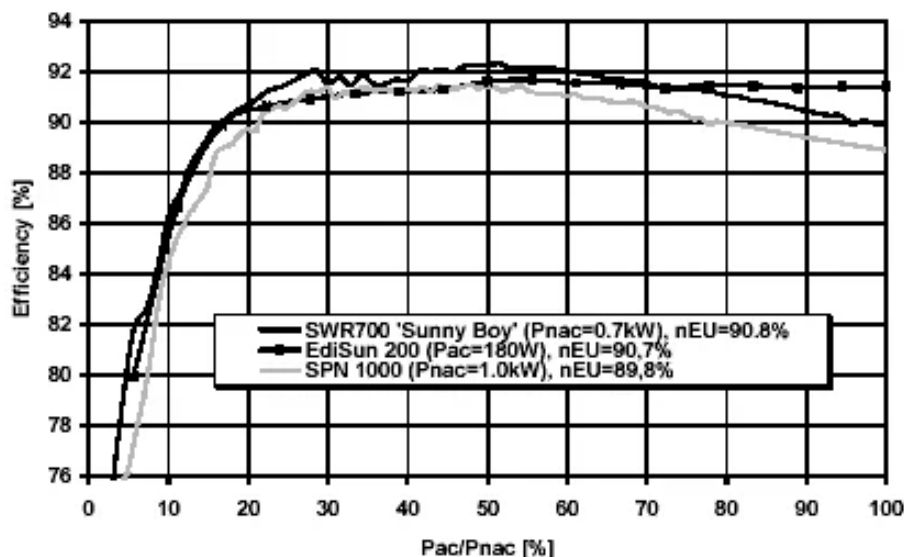
¿Qué inversor necesito para una instalación de autoconsumo?

Si eres profesional y necesitas ayuda para determinar el inversor fotovoltaico más adecuado para tu proyecto, contacta con nosotros y te orientamos.

Rendimiento:

La eficiencia de todos los inversores se ve afectada no sólo por las pérdidas producidas por la conmutación, sino también por las pérdidas debidas a elementos pasivos, como son los transformadores, filtros, condensadores, etc. Así la eficiencia de la conversión del sistema completo, el cual incluye filtros de entrada, dispositivos de conmutación, filtros de salida y transformador es más apropiada que únicamente la eficiencia del inversor.

Los inversores fuente de tensión generalmente tienen una eficiencia a plena carga de entre el 90 y 94% para sistemas de baja tensión de entrada (400 V). La siguiente imagen muestra, por ejemplo, la eficiencia de uno de los modelos de inversores SMA.



En general la eficiencia de un inversor es mayor en los inversores con bajas pérdidas en vacío, y la eficiencia crece si la tensión continua de entrada de las placas solares crece.

Calidad de la señal:

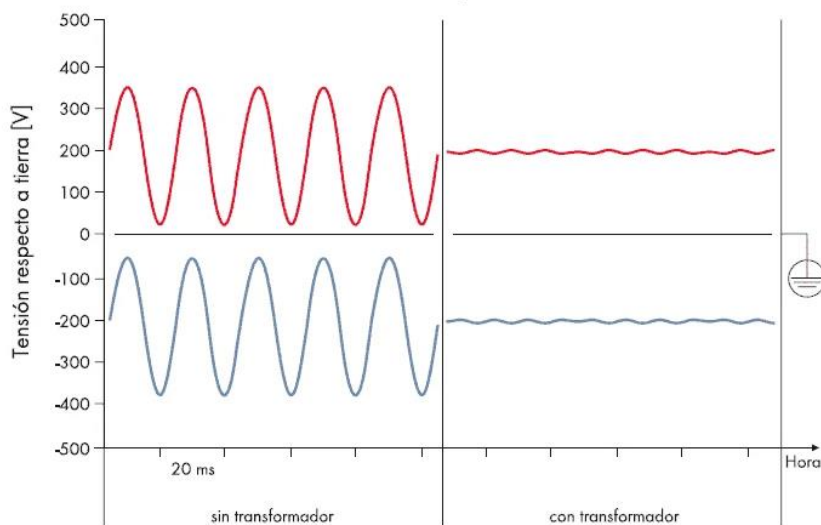
Las dos principales cuestiones técnicas a tener en cuenta en un inversor desde el punto de vista de calidad de la señal son: el factor de potencia y la distorsión armónica. El contenido armónico en la señal de salida de un inversor para uso fotovoltaico es difícil de fijar debido a que no hay mucha información disponible. Los efectos de la distorsión armónica en la propia red eléctrica y en las cargas conectadas a ella no están suficientemente estudiados y además existen múltiples dificultades para medir la distorsión obtenida.

Dentro de todas las especificaciones, las de la corriente se deben tener más en cuenta que las de voltaje, ya que los armónicos de corriente son los que más problemas causan y porque es más fácil para el fabricante de equipos demostrar el total cumplimiento de la especificación de inyección de corriente. Esta especificación normalmente se da en términos de distorsión armónica total (THD). La magnitud que representa a cualquiera de los armónicos por separado se denomina distorsión armónica simple (SHD) y es igualmente interesante para las compañías eléctricas.

Los valores normalmente utilizados para ambas distorsiones son el 5% y el 3% respectivamente.

Aislamiento eléctrico de un inversor:

Otra necesidad de considerable importancia en la conexión con la red eléctrica es la obtención de un adecuado aislamiento. Este se puede obtener mediante un transformador situado entre la red y el inversor (aunque algunos ya lo incorporan de serie). El aislamiento galvánico es obligado por motivos de seguridad.



En principio, varios reglamentos de países de la UE indican que no se puede conectar inversores a la red a menos que se prevea alguna forma de aislamiento. La instalación fotovoltaica y la compañía eléctrica deberán utilizar protecciones que logren interrumpir corrientes de fallo en continua. Un fallo en el inversor con niveles de continua puede saturar el transformador de distribución de la compañía eléctrica y causar mal funcionamiento del servicio a otros abonados.

PROTECCIONES

Los inversores actuales suelen incluir el control de todo el sistema. Esto incluye detectar que el campo fotovoltaico tenga suficiente potencia como para poder conectarse a la red, cerrando en ese momento un contactor y comenzando a operar tan pronto como haya luz solar. Por la noche el inversor deberá estar totalmente desconectado.

La lógica de control del inversor fotovoltaico incluirá un sistema de protección que detecte situaciones de funcionamiento anormales como son:

- Falta a tierra en continua.
- Condiciones anormales en la red eléctrica (tensión, frecuencia, etc.)
- Pérdidas en una fase.
- Parada del inversor solar.

El inversor solar deberá estar protegido contra transitorios de tensión mediante varistores en el lado de continua y alterna. (Sunfields, 2015)

1.18 CABLES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Los cables solares son un elemento indispensable en una instalación fotovoltaica, bien sea en grandes instalaciones en huertas solares o en instalaciones de menor dimensión en sistemas fotovoltaicos domésticos.



1.18.1 CABLES DE ALTO RENDIMIENTO DISEÑADOS PARA INSTALACIONES SOLARES.

Índice de contenidos

1. Cables de alto rendimiento diseñados para instalaciones solares.
2. Cables solares para instalación desde el panel fotovoltaico al concentrador (o stringbox)
3. Cables de media tensión y cables de aluminio para huertas solares:
4. Cables auxiliares para instalación en huertas solares:
5. Cables fotovoltaicos para instalaciones solares domésticas:
6. Top cable, un proveedor integral para aplicaciones fotovoltaicas de cualquier tamaño

En las grandes huertas solares se transforma directamente la energía del sol en energía eléctrica. Son cables aptos para uso bajo temperaturas elevadas y todo tipo de condiciones climáticas.

El volumen de cables en este tipo de instalaciones es muy alto, con lo que es fundamental el uso de los cables adecuados y con las máximas prestaciones, que cumplan el nuevo estándar a 1500V en 50618.



1.18.2 CABLES SOLARES PARA INSTALACIÓN DESDE EL PANEL FOTOVOLTAICO AL CONCENTRADOR (O STRINGBOX)

El cable **TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K** 1,5/1,5 (1,8) kV DC ha sido específicamente diseñado para soportar las condiciones más exigentes entre los paneles y la red de BT en corriente continua de una instalación solar.

El cable **TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K** está formado a partir de un conductor de cobre estañado (obligado por norma), un aislamiento libre de halógenos (LSZH) y cubierta de goma libre de halógenos (LSZH). Éstas son sus prestaciones más representativas:

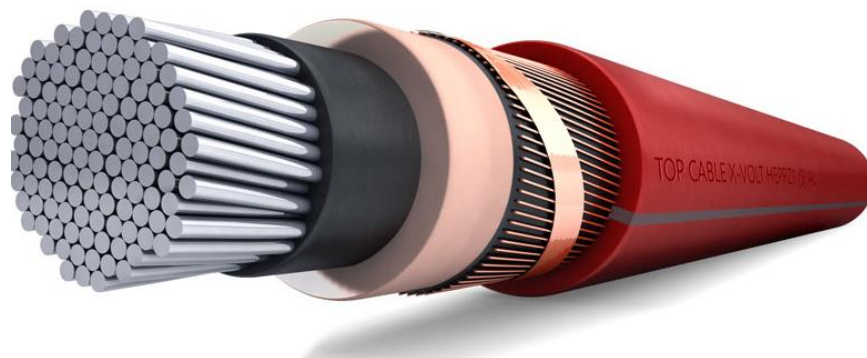
- Cables solares resistentes a los rayos ultravioleta.
- Cables libres de halógenos (Certificación CPR: Dca -s2a, d2, a2).
- Certificación TÜV y EN.
- Tienen una vida útil de 30 años a 90°C.
- Su intensidad admisible es superior, a igualdad de sección, a los cables convencionales, permitiendo llegar a temperaturas hasta 120°C en el conductor, lo que supone importantes incrementos de intensidades admisibles respecto a secciones similares de los cables convencionales.
- Su extraordinaria flexibilidad y reducido diámetro facilita la instalación.
- Cables solares aptos para servicio móvil. Es frecuente la utilización de seguidores para aprovechar al máximo la radiación solar. En estos casos, los cables de conexión entre las estructuras móviles y las partes fijas están sometidos a movimiento, por lo que los cables convencionales no son aptos.
- Cables solares compatibles con la mayoría de conectores.
- Se pueden instalar sumergidos en agua permanentemente (AD8).



1.18.3 CABLES DE MEDIA TENSIÓN

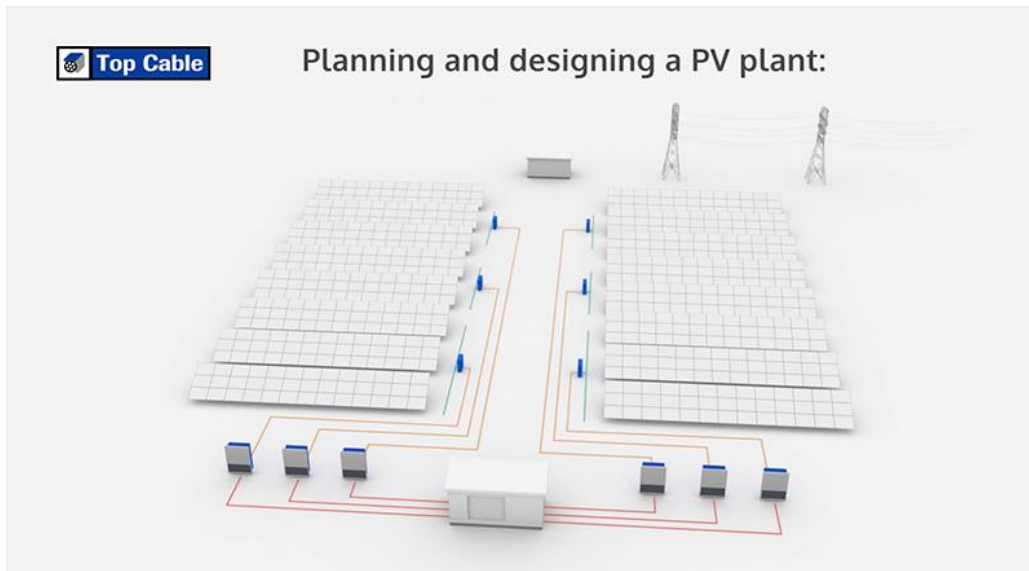
Son cables que van desde el transformador hasta conectar con la red de distribución eléctrica. Top Cable ofrece dos familias de cables de Media Tensión aptos para huertas solares, ambos certificados por las principales compañías eléctricas:

- Los aislados en polietileno reticulado (XLPE), como los cables X-VOLT RHZ1, que se caracterizan por una buena rigidez dieléctrica, un bajo factor de pérdidas y altas resistencia de aislamiento.
- Los aislados con etileno propileno (HEPR), como los cables X-VOLT HEPRZ1, que soportan temperaturas de funcionamiento continuo de 105°C, presentando muy buena resistencia al envejecimiento térmico y a las descargas parciales.



En ambos casos, los cables de MT pueden incluir elementos obturadores en la pantalla, que impiden la propagación longitudinal de la humedad en caso de perforación de la cubierta y/o los elementos para la obturación longitudinal del conductor.

- **Cables de Aluminio**, como el **Powerhard RV-AL 1500V**. Está formado por un conductor de aluminio clase 2, aislamiento de XLPE y cubierta de PVC. Se trata de un cable resistente a los rayos ultravioleta, con una temperatura de servicio de 90°C y posibilidad de instalación sumergido en agua (AD8).



(Cable, 2020)

1.19 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED

El uso de sistemas fotovoltaicos para generación de electricidad es una práctica cada vez más común en el ámbito internacional. Durante los últimos 30 años el desarrollo tecnológico en este campo ha permitido una reducción de 95 % en el costo de los módulos fotovoltaicos comerciales, a la par de un incremento cercano al 200% en su eficiencia. Un dato que puede servir como referencia para dimensionar el nivel de penetración de esta tecnología en estos últimos años son los más de 1200 MW de potencia pico instalada a nivel mundial, con un crecimiento anual del orden de 16%.

En países industrializados, gracias a la maduración alcanzada en las tecnologías de dispositivos fotovoltaicos y convertidores estáticos de potencia, así como a la reducción en sus costos de fabricación, la generación fotovoltaica ligada a la red se ha venido convirtiendo gradualmente en una alternativa viable en el esquema de generación distribuida. En él, una combinación de plantas centrales y un gran número de pequeños generadores dispersos en la red eléctrica satisfacen la demanda de electricidad; esto es hoy en día una realidad en algunos países como Dinamarca, Holanda, Alemania y Japón.

En términos generales, los generadores fotovoltaicos distribuidos conectados a la red pueden aportar importantes beneficios a los sistemas de distribución, dependiendo de las características y condiciones operativas de red de distribución, así como de la localización de éstos dentro de la misma. Los beneficios potenciales más importantes son:

- Suavización de picos de demanda cuando existe cierto grado de coincidencia entre el perfil de generación fotovoltaica y el perfil de consumo del inmueble o alimentador.
- Alivio térmico a equipos de distribución, lo que implica también la posibilidad de postergar inversiones de capital para incrementar su capacidad o reemplazo.
- Disminución de pérdidas por transmisión y distribución.
- Soporte de voltaje en alimentadores de distribución.
- Compensación de potencia reactiva en el alimentador.

1.19.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Las principales componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red son: el arreglo fotovoltaico, que es el elemento encargado de transformar la luz del sol en electricidad; y un elemento acondicionador de la potencia producida (un inversor c.d./c.a.), cuya función es adecuar la energía generada por el arreglo a las características eléctricas de la red para su conexión a ésta.

Un arreglo fotovoltaico está constituido por un determinado número de módulos o unidades fotovoltaicas individuales. El número de unidades depende de la potencia nominal requerida en el arreglo y de la potencia pico de los módulos seleccionados. El voltaje de salida del arreglo, que corresponde al voltaje de operación del inversor se obtiene mediante la conexión serie de un número determinado de módulos; y la potencia, a través de la conexión paralelo de dichas series. La potencia nominal de los módulos normalmente está entre 50 y 200 Wp, aunque hoy en día algunos fabricantes ofrecen módulos arriba de 200 Wp.

El material más comúnmente usado en la fabricación de los módulos fotovoltaicos es el silicio; la eficiencia típica de estos módulos en condiciones estándar de irradiancia y temperatura (i.e., 1,000W/m², 25°C, AM1.5) se encuentra entre 12 y 15% para silicio monocristalino, entre 11 y 14 %, para silicio policristalino; y entre 5 y 7 % para los de silicio amorfo.

El acondicionamiento de la potencia eléctrica generada por el arreglo fotovoltaico (c.d.) indispensable para la conexión de éste a la red eléctrica convencional– se realiza mediante un inversor (c.d./c.a.) que convierte la corriente directa producida por el generador fotovoltaico a corriente alterna, en fase y a la frecuencia de la red para una

conexión segura y confiable del sistema a ésta. La eficiencia de los inversores es generalmente mayor a 90% cuando éstos operan arriba del 10% de su potencia nominal.

Para extraer siempre la máxima potencia disponible en el arreglo fotovoltaico, el inversor incorpora entre sus funciones un elemento de control que sigue permanentemente el punto de máxima potencia del arreglo (MPPT, por sus siglas en inglés) mediante un ajuste continuo de la impedancia de la carga.

En relación con los aspectos de seguridad y de calidad de la energía producida, las compañías suministradoras del servicio eléctrico requieren de los fabricantes y usuarios de estos equipos el cumplimiento de normas y disposiciones aplicables que garanticen que la instalación y operación del inversor, y del sistema fotovoltaico en su conjunto, sea segura y no afecte adversamente la calidad de la energía.

Tradicionalmente, es un sólo inversor (de la capacidad adecuada) el que maneja la potencia nominal de todo un arreglo fotovoltaico. Sin embargo, cada vez es más común el uso de varios inversores conectados en paralelo y cada uno maneja una parte proporcional de la potencia del arreglo. Incluso, en algunos casos, el inversor viene directamente montado en el respaldo del módulo de manera individual (módulos c.a.). El uso de estas dos últimas configuraciones, inversores en paralelo y 'módulos c.a.', muy probablemente se verá incrementado en el futuro en aplicaciones de sistemas fotovoltaicos integrados a los edificios. Pues esta característica facilita más la expansión de la capacidad de los sistemas, que opera independiente y emplea una instalación más sencilla.

Con el rápido crecimiento de los sistemas distribuidos conectados a la red, hoy en día existe una amplia variedad de productos desarrollados específicamente para la instalación de los módulos fotovoltaicos en las edificaciones. Éstos incluyen estructuras de montaje para fachadas fotovoltaicas, perfiles para tejados, techos planos, incluso algunas tejas fotovoltaicas que pueden ser utilizadas para reemplazar tejas convencionales. Cada uno de estos nuevos productos facilita la integración de los sistemas fotovoltaicos a la fachada y/o techo de los edificios, sin detrimento de la apariencia estética del inmueble.

1.19.2 CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA CONECTADO A RED

En el caso particular de los sistemas fotovoltaicos ligados a la red, cuya principal aplicación se da en viviendas o edificaciones dentro de las zonas urbanas, los elementos conversores (módulos fotovoltaicos) encargados de transformar la luz del sol en electricidad se instala sobre el techo de las construcciones para proveer a éstos una mayor y mejor exposición a los rayos solares. En cuanto a la

conexión eléctrica del sistema a la red, ésta se lleva a cabo a través de un inversor.

Como cualquier otra instalación eléctrica, estas instalaciones se habilitan con los medios apropiados para realizar, adecuadamente y en forma segura, la conexión y la desconexión eléctrica del sistema fotovoltaico de la red; y para proporcionar la adecuada protección al equipo y a las personas contra condiciones de operación no deseadas. Para tales efectos, se siguen las normas y recomendaciones de carácter general; y las establecidas en particular para este tipo de aplicaciones, como es la norma IEEE Std 1547 (IEEE, Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems).

En una instalación como la mostrada, la electricidad para alimentar las cargas en el inmueble puede venir (total o parcialmente) del sistema fotovoltaico o de la red eléctrica convencional indistintamente. En este esquema la fuente de energía que provee la electricidad a las cargas es transparente en todo momento para el usuario, dado que la calidad de la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico es similar a la de la red eléctrica convencional. Cuando existe un déficit entre la demanda de electricidad en el inmueble respecto a la generación fotovoltaica, este diferencial es cubierto con electricidad proveniente de la red eléctrica convencional.

En caso contrario, cuando se presenta un excedente entre la demanda respecto a la generación fotovoltaica, éste es directamente inyectado a la línea de distribución del proveedor del servicio eléctrico

1.19.3 POTENCIAL DE PENETRACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Como ya se mencionó anteriormente, el uso masivo de sistemas fotovoltaicos con conexión a la red como una alternativa de generación distribuida ofrece beneficios potenciales tanto al sistema eléctrico como a los usuarios individuales. Se prevé que las primeras aplicaciones económicamente competitivas de esta tecnología, desde el punto de vista de los costos directos de inversión y generación (sin involucrar los costos ambientales), serán aquellas que provean beneficios adicionales o 'valor agregado' para el usuario y la empresa eléctrica.

Estos posibles beneficios adicionales de la generación fotovoltaica ligada a la red se pueden clasificar en tres grupos: beneficios relacionados con la producción de la energía eléctrica, beneficios en la integración arquitectónica y beneficios ambientales. Dentro de los beneficios derivados de la generación eléctrica existe un gran potencial en la reducción de la demanda pico y del consumo eléctrico en horas pico, que se pueden aplicar en inmuebles comerciales, industriales o habitacionales, y en los edificios públicos en general.

Esto debido a que el perfil de generación fotovoltaica tiene un buen grado de coincidencia con el perfil de la demanda eléctrica en el inmueble.

CAPÍTULO 2 DESARROLLO

Una vez encontrada la problemática dentro de la empresa, se dio a la tarea de ejecutar la solución, para ello, fue necesario, primero hacer el análisis de las cargas eléctricas para un diseño óptimo, se debe que mejorar la eficiencia en el uso de la energía que se generará, se debe analizar las necesidades energéticas para poder identificar las oportunidades de ahorro energético.

2.1 USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Para dar a conocer a la empresa el consumo de energía eléctrica se realizó una comparación de comprobantes de luz, obteniendo datos anteriores y comparándolos con los actuales, así como asesorando a los empleados para ayudar a la reducción del consumo.

- ❖ El primer punto que se llevó a cabo fue el realizar campañas de información y formación entre los empleados para promover el ahorro energético, dando a conocer las causas del alto consumo de energía eléctrica y a cómo reducir esas tarifas.
- ❖ Posteriormente se realizó un estudio de consumo eléctrico para conocer cuáles son las medidas de ahorro más adecuadas, así como utilizar equipos con sistemas de ahorro energético.
- ❖ Se optaron medidas como apagar equipos que no vayan a ser usados durante más de una hora y desconectar aquellos que no tengan uso (fotocopiadoras, impresoras, etc.)
- ❖ Se configuraron las salvapantallas del ordenador en modo “Pantalla en negro” evitando así que funcione mientras no es utilizado. Se configuraron las salvapantallas de su ordenador para que se active a los 10 minutos de no utilizar el PC. El color idóneo es el negro, ya que es el que menor energía consume.
- ❖ Aprovechar al máximo la luz natural adecuando a la misma los puestos de trabajo (no encender luces para evitar reflejos de la luz natural sobre los equipos: es mejor cambiar la posición del lugar de trabajo).
- ❖ Se realizaron cambios físicos como sustituir focos por fluorescentes (se reduce el consumo hasta una quinta parte), utilizar siempre luminarias y aparatos con la máxima eficiencia energética o de la clase “A” o “A+”. Instalar interruptores con

temporizadores en baños, zonas comunes, etc., utilizar interruptores independientes para las áreas que así lo requieran.

- ❖ Otro aspecto que afectaba al alto consumo fue el dejar encendidas las luces de algunas áreas y por ello se recomendó evitar el “olvido crónico” de apagar las luces innecesarias.
- ❖ Usar los sistemas de climatización únicamente cuando sea necesario y siempre ajustando el termostato en unos 21°C -23°C en invierno y 24°C-25°C en verano.
- ❖ Limpiar los filtros del aire acondicionado para mejorar la salida de aire.
- ❖ Aislar térmicamente las instalaciones para que los sistemas de climatización sean más eficientes.

2.2 CARGAS ELÉCTRICAS.

Al analizar las cargas eléctricas en el edificio donde se llevará acabo el diseño, se realizó el conteo de cargas que son las siguientes:

Cargas eléctricas:

1. 1 televisión
2. 10 computadoras
3. 2 laptops
4. 15 focos
5. 6 teléfonos
6. 2 impresoras
7. 2 modem

CONSIDERACIONES PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE CARGAS

La estimación del consumo de cargas es una tarea difícil debido a la variedad y multiplicidad de factores que deben tomarse en cuenta nos servirá para la seguridad del arreglo tomando las instrucciones de cada material que vayamos a utilizar tomando en cuenta las siguientes sugerencias:

- Usar los consumos correctos para cada carga.
- Tener en cuenta los ciclos de trabajo cuando estime el consumo de equipos que se encienden y apagan cíclicamente.
- Usar los datos del fabricante siempre que estén disponibles.
- Usar referencias generalizada como última opción.

- Revisar los números y recordar que son estimaciones que pueden variar con el uso.
- Considerar todas las oportunidades de ahorro energético.

Las estimaciones pueden variar en el futuro debido a las siguientes causas:

- Cambian los usuarios o hábitos de vida.
- Cambian las condiciones ambientales estacionalmente.
- La eficiencia de las cargas puede decrecer por envejecimiento.
- Los dispositivos fallan y serán reemplazados.
- Las personas olvidan apagar los dispositivos o los usan desconsideradamente.
- Se pueden adicionar cargas.

Por último, es importante tener en cuenta que no todos los artefactos disponibles en corriente alternan lo están en corriente directa; del mismo modo, asegurarse de que pueden obtener los aparatos que ha incluido su diseño y que estos sean lo más eficientes posibles.

¿CÓMO ESTIMAR EL CONSUMO DE CARGAS?

A continuación, se mostrará una tabla, para realizar cálculos del promedio diario de energía eléctrica consumida, expresada en Watts-Horas (Wh), y de la potencia total conectada. Para utilizarla, primero se deberán enumerar las cargas eléctricas que se van a estimar.

Segundo: se deberá definir la cantidad de cada carga y sus especificaciones eléctricas incluyendo el voltaje, la corriente y potencia de cada carga cuidando categorizarlas por corriente alterna o corriente continua.

Tercero: definir el uso continuo, tanto horas por día como días por semana. Dependiendo la información de la que se disponga, se podrá calcular o estimar todos estos datos. Estando seguro de tomar en cuenta variaciones estacionales y variaciones en los usos de las cargas. Algunas cargas el usuario o el diseñador que se quisiera incluir en estas estimaciones podrían tener un consumo que sea positivo para un sistema fotovoltaico. Aplicando reemplazo de cargas y aumentos en eficiencia de dispositivos, se puede reducir significativamente el costo de los sistemas fotovoltaicos. Es usual tener que realizar la estimación de consumo de cargas varias veces antes de que se dimensionen eficientemente el sistema.

Hoja de cálculo de carga eléctrica

	X	X	=	X	X	÷ 7	=			
Cargas individuales	Qty	Volts	Amps	Watts		Uso	Uso	días	Watt	Horas
				CA	CC	Hrs/día	Día/sem		CA	CC
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		
								7		

Potencia CA total conectada W: _____

Potencia CC total conectada W: _____

Carga CA promedio diaria: _____

Carga CC promedio diaria: _____

Una vez teniendo la tabla completa podemos recabar los datos para hacer el diseño del controlador y así nos podemos ayudar con la siguiente hoja de cálculo, y así buscar el controlador con especificaciones correctas para el diseño fotovoltaico.

Hoja de cálculo del controlador

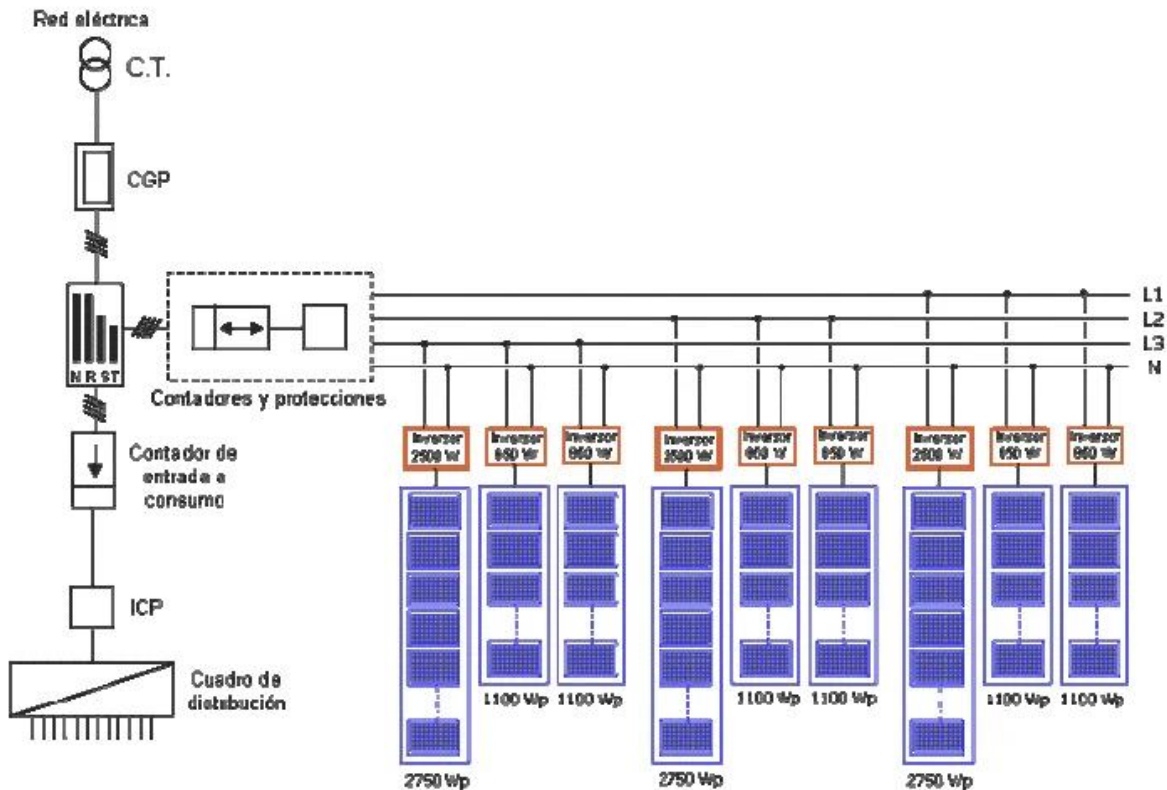
Corriente de corto circuito del modulo	X	Módulos en paralelo	X	1.25	=	Corriente de cortocircuito del arreglo	Corriente del arreglo en el controlador	Lista de características deseadas
	X		X	1.25	=			
Potencia total conectada CC	÷	Voltaje CC del Sistema	=	Corriente máxima en cargas CC			Corriente de carga en el controlador	
	÷		=					
Especificación de la batería:				Marca:			Modelo:	

Teniendo la hoja de cálculo del controlador nuevamente nos arrojará datos necesarios para buscar el inversor deseado, ahora al escoger el inversor deben leerse y entenderse las especificaciones y elegir bien las características deseadas, nos podemos apoyar con la siguiente hoja de cálculo.

Hoja de cálculo del inversor

Potencia CA total conectada	Voltaje CC del sistema	Potencia de sobretensión Estmiada W	Lista de características deseas
Especificación de la batería:		Marca:	Modelo:

Una de los requisitos mínimos y fundamentales para todo inversor, sabiendo que el flujo de energía eléctrica normalmente siempre va en el sentido de las cargas, cuando se produce un corte en la red eléctrica, el inversor se tiene que parar y dejar de inyectar a la red eléctrica.



Los requerimientos básicos exigidos a los inversores solares para autoconsumo y conexión a red son, entre otros:

- La instalación fotovoltaica debe considerarse como parte de un componente de la red eléctrica.
- El inversor debe cumplir las especificaciones exigidas de la red eléctrica.
- La seguridad de los operadores debe tenerse siempre en cuenta (pueden existir partes activas desconocidas).
- Las instalaciones fotovoltaicas no deberán entregar energía a una línea eléctrica sin protecciones.
- La desconexión del inversor debe ser automática en cuanto aparezca un fallo.
- Deberá existir un punto de fácil desconexión (interruptor frontero) que sea accesible a los empleados de la compañía eléctrica en cualquier momento.
- Los inversores deberán operar con factor de potencia igual a uno.
- Se deberá efectuar aislamiento eléctrico entre la instalación fotovoltaica y la red.
- Si la señal de salida del inversor excede de las condiciones predefinidas para la operación (sobre/subtensión, sobre/subfrecuencia) el inversor debe desconectarse automáticamente de la red.
- Se posibilitará la nueva conexión después de un cierto tiempo (3 minutos normalmente), tiempo que el sistema de control y protección de red espera para intentar una nueva conexión.

2.3 ANALISIS DEL SITIO

Primeramente, tendremos que investigar las horas sol pico en el estado de Tlaxcala, ubicar la orientación para el ángulo en la instalación.

Cada instalación fotovoltaica representa para los diseñadores e instaladores un desafío único ya que cada sitio es único. Por eso se debe visitar el sitio antes de la instalación. Durante esa visita inicia se debe de hacer una lista de todos los materiales y herramientas que serán necesarios para instalar el sistema. Debe llevar papel y lápiz para registrar todas las observaciones y mediciones. Para la mayoría de las tareas de medición una cinta de medir de 15m será normalmente suficiente para evaluar y medir rápidamente las pendientes de superficies inclinadas es de utilidad usar un inclinómetro. Un instrumento de ubicación de trayectoria solar es útil para determinar las sobras del sitio de instalación. Para esto existe varias en el mercado, como el solar pathfinder y el solmetric sun eye, por mencionar algunos. Una cámara fotográfica ligera y una brújula también resultara de gran valor.

La visita inicial al sitio debe ser suficientemente detallada para brindar la información precisa necesaria para plantear y diseñar la instalación. Cualquier detalle que falte podrá significar viajes adicionales al sitio, selección inadecuada de equipos, tiempo adicional, demoras en la instalación y pérdidas de ganancia

CAPITULO 3 RESULTADOS

3.1 PANEL FOTOVOLTAICO.

Seguidamente se analizaron diferentes modelos de paneles solares, ya que hay una amplia variedad, y posteriormente a la búsqueda se decidió proponer el panel solar GINTUNG monocristalino modelo GTEC-360G6S debido a que tiene una buena eficiencia y buena potencia nominal. Y con esta propuesta la empresa tomo en cuenta un panel solar y de este modo fue autorizado para que en un futuro temprano sea colocado el panel en las instalaciones de la misma.

Modelo	GTEC-340G6S	GTEC-345G6S	GTEC-350G6S	GTEC-355G6S	GTEC-360G6S
Potencia Nominal-PMAX	340wp	345wp	350wp	355wp	360wp
Potencia máxima de voltaje-VMPP (V)	36.76	37.02	37.23	37.49	37.89
Corriente máxima-IMPP (A)	9.25	9.32	9.40	9.47	9.50
Voltaje en circuito abierto-VOC (V)	46.02	46.21	46.39	46.52	47.03
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	9.67	9.76	9.85	9.95	9.98
Eficiencia del módulo (%)	17.58%	17.83%	18.09%	18.35%	18.61%
Coeficiente de Temperatura PMAX[%/K]	-0.4213				
Coeficiente de Temperatura VOC[%/K]	-0.2972				
Coeficiente de Temperatura ISC[%/K]	0.0499				
Capacidad máxima del fusible[A]	15				
Voltaje máximo del sistema[V dc]	1000				
NOCT	45±2°C				

Measured at Standard Test Condition (STC) : Irrandiance 1000W/m², AM1.5, Moudle Temperature 25°C ✖ Normal Operating Cell Temperature (NOCT) : Irradiance 800W/m², Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

DATOS MECÁNICOS	
Celdas solares	6 inch (4BB)
Distribución de celdas	72 inseries
Cable (mm)	1000
Dimensiones del módulo (mm)	1956 x 989 x 45
Peso(kg)	22.5
Color de superficie	White /Black
Color de base	Silver /Black
Conector	MC4 compatible

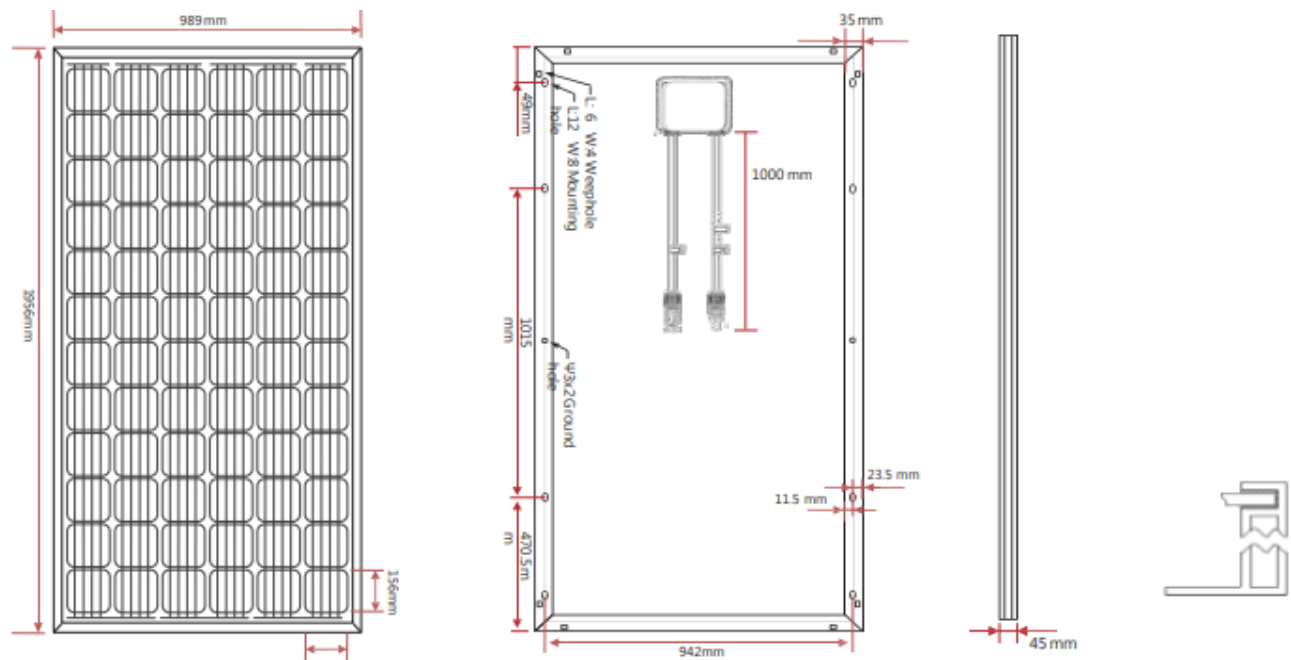
- ✖ Color of backsheet and frame can be customized.
- ✖ Dimension tolerance +/-1.5mm.

LÍMITES OPERATIVOS	
Temperatura de operación	-40°C to +85°C
Estática	5400pa
Contra impacto	25mm hail at 23m/s

GARANTÍA	
Potencia	12 años de garantía de potencia de 90%
	25 años de garantía de potencia de 80%

Certificantes	
	
	
	

DIBUJO TÉCNICO



Una vez obteniendo la ficha técnica se pueden tomar los datos para las operaciones correspondientes al diseño fotovoltaico.

Se realizó una hoja de cálculo para el dimensionamiento de la estimación del consumo de cargas:

Cargas individuales	Ctd	Volts	Amps	Watts		Uso	Uso	días	Watt		Horas
				CA	CC				CA	CC	
Computadora	10	110	3.18	31.80		10	5	7	227.14		
Monitor	2	110	0.45	.90		10	5	7	6.42		
Foco	15	110	0.9	13.50		3	5	7	28.92		
Teléfono	6	110	0.01	.06		12	5	7	5.14		
Impresora	2	110	0.6	1.20		8	5	7	6.85		
Modem	2	110	0.5	1.0		12	5	7	8.57		
Regulador de voltaje	5	110	0.8	4.0		12	5	7	34.28		
Microondas	1	110	9.44	9.44		1	5	7	6.7		
Televisión	1	110	2.0	2.0		1	5	7	1.4		
Laptop	2	110	1.5	3.0		10	5	7	21.42		
Potencia CA total conectada W: 66.7 W				Carga CA promedio diaria: 346.84 Wh							

3.1.1 IRRADIACIÓN SOLAR EN KWH/M2 – DÍA EN CADA UNO DE LOS MESES EN TLAXCALA

Estado ▾	Ciudad	↕ Ene ↕	↕ Feb ↕	↕ Mar ↕	↕ Abr ↕	↕ May ↕	↕ Jun ↕	↕ Jul ↕	↕ Agos ↕	↕ Sept ↕	↕ Oct ↕	↕ Nov ↕	↕ Dic ↕	↕ Min ↕	↕ Max ↕	↕ Medida ↕
Tlax	Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.3	5.2	5.1	4.9	4.7	4	4	5.6	5.1

(Solar E. , smartbitt, 2017)

3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

3.2.1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE CARGAS

1. Primero se realizará un listado de todas las cargas que hay en el edificio y recabar los datos de cada uno para obtener un promedio diario aproximado de energía consumida y promedio diario de energía que deberá ser generada por el sistema FV, ambos en kWh/día:

Promedio anual de consumo de energía: **5813 KW/año**

5813 KW/año ÷ 365 días del año = **15.92** promedio KWh/día

Promedio diario de consumo de energía: **15.92 KWh/Dia**

15.92 X 100% de energía desde el sistema fotovoltaico – 15.92 kW/día

3.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO

2. Se determinará potencia necesaria del sistema fotovoltaico (incluyendo los factores de reducción por pérdidas por temperatura, pérdidas de misceláneas del sistema y pérdidas por el inversor):

Promedio diario de horas pico: **5.0**

15.92 KWh/dia sistema fotovoltaico ÷ **5.0** promedio diario de horas sol pico ÷ 0.88
pérdidas por temperatura ÷ **0.84** factor de reducción ÷ **0.94** eficiencia del inversor

= **4.58 KW** potencia necesaria desde el arreglo fotovoltaico

4.58 potencia en (KW) del arreglo fotovoltaico X (**1000** watt/kilowatt) = **4,580w** potencia (Watt) del arreglo fotovoltaico.

3. Modulo fotovoltaico:

Marca: Gintung

Modelo: GTEC- 360G6S

Potencia nominal: 360 w

Vcc: 47.03v

Vmax: 37.89v

Isc: 9.98A

Imp: 9.50^a

4,580w potencia del arreglo fotovoltaico ÷ **360w** nominal = **13#** módulos necesarios.

Notas:

1. Las STC no son muy realistas al estar los módulos expuestos al sol, para cuantificar las pérdidas por temperatura en las situaciones más realistas puede usarse un factor de corrección por temperatura de 0,88. Esto supone una temperatura ambiente promedio durante el día de 20°C. Cada módulo tiene un coeficiente de temperatura ligeramente diferente, el cual no se toma en consideración para este proceso de diseño básico.
2. Existe perdidas adicionales en la totalidad del sistema, como perdidas por la tolerancia de potencia del módulo, por módulos disimiles, por resistencia y por suciedad, etc. Para tomar todo esto en cuenta en el dimensionamiento, se aplica un factor de pérdidas de 0,84. El desglose de los factores de perdida individuales de donde se calcula este 0.84 se puede apreciar a continuación.
3. Habitualmente se utiliza 0,9 como la eficiencia de un inversor, pero esto es un estimado conservador.

3.2.3 DIMENSIONADO DEL INVERSOR

4. Se elige un inversor que tenga una potencia continua nominal apropiada.

En un sistema fotovoltaico interactivo se elige una capacidad de inversor basado en la potencia máxima que pasa a través de este desde el arreglo fotovoltaico.

13# de módulos necesarios X **360** de potencia nominal = **4,680w** de potencia máximo que debe pasar por el inversor.

Fabricante: Marca Solis

Modelo: Solis-5K-2G

Potencia continua nominal: **5000w**

5. Calcular cuántos de estos inversores necesitara el sistema y cuantos módulos por cada inversor.

4680w potencia máxima que pasa a través del inversor ÷ **5000w** potencia nominal del inversor = **1#** de inversores.

12# de módulos fotovoltaicos ÷ **1#** de inversores = **13#** de módulos por cada inversor.

CONCLUSIÓN

En conclusión, puedo decir que mi estancia en la empresa Wenlok me ayudo a conocer más acerca de los paneles solares y la importancia que estos tienen en una empresa, tanto en el ahorro económico, así como en la disminución de contaminación. La energía fotovoltaica es una buena opción como alternativa a las energías tradicionales que además de tener un límite generan daños al medio ambiente, la energía solar fotovoltaica es limpia, además de que es una fuente de energía inagotable, es de gran utilidad en zonas donde es muy difícil el acceso de la red eléctrica.

No genera mayores gastos después de su instalación, los gastos que surgen después son de simple mantenimiento y son mínimos este tipo de sistemas nos pueden brindar energía de 25 a 30 años en promedio, usando este tipo de energía contribuimos a la conservación del medio ambiente debido a que por medio del sol se logra mejor la calidad de vida, a través de su transformación para la formación de electricidad, calor etc., obtenemos vida gracias a la luz solar ya que es una fuente de vida indispensable

Ahora bien, recomiendo a todas las instituciones aplicar este método que beneficiara en muchos aspectos y darle un valor agregado a la vista de nuevos clientes

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. Z. (24 de Febrero de 2015). *Overleaf*. Obtenido de <https://es.overleaf.com/articles/principios-de-la-energia-solar-fotovoltaica/wzhydpgwckhw>
- Aguirre, A. (Enero de 2012). *GSTRIATUM*. Obtenido de <https://gstrium.com/2012/01/31/introduccion-a-los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- ance. (2020). *ance*. Obtenido de ance:
<https://www.ance.org.mx/NormalizacionOnLine/DocsOnn/Documentos/DOC-29072011125810574.pdf>
- Anonimo. (17 de Marzo de 2020). *EcuRed*. Obtenido de
https://www.ecured.cu/Controlador_de_dispositivo
- Anónimo. (2 de Enero de 2020). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Radiaci%C3%B3n_solar
- Battery, A. (25 de Noviembre de 2015). *AD Battery*. Obtenido de
https://www.hdibattery.com/blog/caracteristicas-da-las-baterias-de-plomo_n170
- Cable, T. (5 de Enero de 2020). *Top Cable*. Obtenido de <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/category/cpr-3/>
- cceea. (2020). *cceea*. Obtenido de cceea: <https://cceea.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/cuales-son-las-normas-para-instalaciones-fotovoltaicas-en-mexico>
- CFE. (agosto de 2008). *comision federal de electricidad*. Obtenido de comision federal de electricidad:
<https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/f/G0100-04.pdf>
- Cruz, E. D. (5 de Marzo de 2020). *Global Solare*. Obtenido de
<https://globalsolare.com/2018/03/01/factores-que-influyen-en-la-eficiencia-del-modulo-solar-2-2-2/>
- diferenciador. (10 de Marzo de 2018). *diferenciador*. Obtenido de
<https://www.diferenciador.com/corriente-alterna-y-corriente-directa/>
- Digital, E. (17 de Marzo de 2020). Obtenido de
<https://sites.google.com/site/misitioelectronicadigital/home/tareas/voltaje-o-tension-electrica>
- Digital, E. (17 de Marzo de 2020). *Electronica Digital*. Obtenido de
<https://sites.google.com/site/misitioelectronicadigital/home/tareas/voltaje-o-tension-electrica>
- Europe, S. (15 de Marzo de 2015). Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/equipos-fotovoltaicos-baterias-solares-parte-iii/>
- González R., M. C. (2002). *Pequeños Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red electrica*. Mexico.
- Insa, J. (12 de Marzo de 2012). *monsolar*. Obtenido de <https://www.monsolar.com/blog/no-conectar-baterias-en-paralelo/>
- Manuel. (26 de Junio de 2018). *Plantas Electricas*. Obtenido de <https://www.luzplantas.com/como-medir-la-corriente-electrica/>

- Pérez, B. H. (2007). *FOTOVOLTAICA Manual de diseño e instalación*. Cánada: Paperback ISBN.
- Saavedra, C. (6 de Abril de 2012). *Portal Educativo*. Obtenido de <https://www.portaleducativo.net/sextobasico/761/circuitos-electricos>
- Solar, E. (2017). *smartbitt*. Obtenido de <http://energiasolar.smartbitt.com/radiacion-solar/>
- Solar, E. (27 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://solar-energia.net/definiciones/regulador-de-carga.html>
- Solar, E. (17 de Marzo de 2020). *Energías Solar* . Obtenido de <https://energiasolarfotovoltaica.org/caracteristicas-de-los-paneles-solares-fotovoltaicos>
- Sunfields. (2015). *Sunfields Europe*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/inversores-solares-fotovoltaicos/>
- Universo, V. a. (Febrero de 17 de 2009). *Ventanas al Universo*. Obtenido de https://www.windows2universe.org/physical_science/physics/electricity/ac_and_dc_current.html&lang=sp
- Urbanos, T. S. (2020). *Linea Verde Ceuta*. Obtenido de <http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/consejos-ambientales/buenas-practicas-ambientales-en-la-oficina/medidas-para%20ahorrar-energia-en-la-oficina.asp>
- Wenlok. (28 de Julio de 2020). *Wenlok Automatizaciones*. Obtenido de www.wenlok.com.mx