

Diseño de un sistema renovable híbrido (eólico y fotovoltaico) autónomo, con plan de gestión energética para uso en viviendas ubicadas en zonas no interconectadas

Edwin Alfonso Baquero Castillo

Asesor

Edgar Alonso Bojacá Garavito

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Automatización Electrónica

2025

Resumen

Debido a la crisis ambiental y energética que enfrentamos en la actualidad, en este proyecto se plantea el diseño de un sistema híbrido de generación de energía no convencional, lo anterior, se desarrollará metodológicamente usando un diseño de investigación no experimental de tipo descriptivo con enfoque mixto, donde se espera tener resultado satisfactorios en la presentación de un modelo de generación híbrido (Eólico - Fotovoltaico) con plan de gestión energética, que permita cubrir las necesidades básicas de hogares ubicados en zonas no interconectadas aprovechando el potencial de generación de energías limpias del departamento de La Guajira.

Lo anterior de la mano con la última tecnología en dispositivos electrónicos llevando todo a reducir la emisión de gases efecto invernadero y de esa manera aportar soluciones de falta de electricidad en zonas apartadas.

Palabras claves: Ambiental, Energía, Eólico, fotovoltaico, Híbrido, hogares, generación de energía.

Abstract

Due to the environmental and energy crisis we are currently facing, this project proposes the design of a hybrid system of non-conventional energy generation, which will be developed methodologically using a non-experimental research design of descriptive type with mixed approach, where it is expected to have satisfactory results in the presentation of a hybrid generation model (Wind - Photovoltaic) with energy management plan, which allows covering the basic needs of households located in non-interconnected areas taking advantage of the potential of clean energy generation in the department of La Guajira.

This, together with the latest technology in electronic devices, will help reduce greenhouse gas emissions and thus provide solutions to the lack of electricity in remote areas.

Keywords: Environmental, Energy, Wind, photovoltaic, Hybrid, households, power generation

Tabla de Contenido

Introducción	15
Planteamiento del Problema.....	16
Justificación.....	18
Objetivos	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	20
Antecedentes	21
Marco Teórico	22
¿Como Funciona las Turbinas o Aerogeneradores de Energía Eólica?	22
El Efecto Fotovoltaico	23
Células Solares	25
Automatización.....	26
Domótica	27
Marco Conceptual	29
Energía Eléctrica.....	29
Energía Solar	29
Energía Fotovoltaica.....	30
Energía Eólica.....	31
Eficiencia Energética.....	32

Corriente Alterna	35
Corriente Continua	36
Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE).....	37
Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER).....	37
Fuentes Convencionales de Energía.....	38
Marco Legal	39
Incentivos.....	40
Exención de IVA	40
Deducción de Impuesto sobre la Renta.....	40
Beneficios por Inversión	40
Exoneración de Impuestos locales	41
Proyectos de ERNC	41
Integración a la Red.....	41
Educación y Capacitación	41
Políticas Públicas.....	41
Sostenibilidad y Medio Ambiente	41
Metodología	43
Estudio de Tecnologías.....	44
Recursos Naturales	44
Intensidad del Viento	44

Hora solar pico (HPS).....	47
Sistema Eólico Pequeño para Generación de Electricidad.....	55
¿Cómo Funcionan las Turbinas Eólicas?	55
Partes Básicas de un Sistema Eólico Pequeño para Generación de Electricidad.....	55
Sistema Fotovoltaico Generación de Electricidad.....	63
¿Cómo Produce Electricidad un Sistema Fotovoltaico?	63
¿Cuáles son los Componentes de un Sistema Solar Fotovoltaico?	63
Potencia de la Célula Solar	65
Equipos Afines en el Sistema Hibrido.....	68
Optimizadores	68
Regulador o Controlador de Carga.	70
Inversores o Convertidores de Corriente	73
Soportes o Estructuras.....	75
Baterías	77
Cableado y Conectores Eléctricos	81
Medidores para el Almacenamiento de Energía en Batería	87
Sistema Domótico.....	89
Topología en Estrella	89
Topología en Bus	91
Topología de Anillo.....	92

Topología de Árbol	94
Topología de Malla	96
Parámetros	99
Consumo Eléctrico	99
Evaluación del Flujo el Viento y Radiación Solar.....	103
Velocidad del Viento	103
Movimiento del Aire	104
Densidad del Aire.....	106
Tipos de Conexiones a la Red Eléctrica	107
Conexión on Grid.....	108
Conexión off Grid	109
Conexión Híbrida.....	111
Almacenamiento de Energía.....	112
¿Cómo Funciona un Sistema de Almacenamiento en Batería?	113
Ventajas de las Baterías para Almacenar Energía Eléctrica.	114
Mejor Opción de Acumuladores de Energía	115
Parámetros al Elegir los Conectores Requeridos para el Sistema.	116
Arquitectura Domótica	117
Diagrama Esquemático Unifilar.....	119
Dimensionamiento y Calculo del Sistema Híbrido	120

Cantidad de Aéreo Generadores y Paneles Solares	122
Turbina Eólica.....	122
Paneles Solares.....	127
Controlador de Carga para Turbina Eólica	129
Controlador de Carga para Paneles Solares.....	131
Inversor	132
Baterías	134
Cálculo de Conductor	136
Gestión Energética.....	141
Aplicación Sonoff Domótica	141
Tipo de Arquitectura a Utilizar	143
Dispositivos de la Domótica	143
Conclusiones	145
Recomendaciones.....	146
Referencias Bibliográficas	148
Apéndices	153

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Potenciales para Diferentes Regiones del País.</i>	46
Tabla 2 <i>Promedio de Velocidad del Viento en Riohacha</i>	46
Tabla 3 <i>HPS del Municipio de Riohacha.</i>	53
Tabla 4 <i>Valores Comerciales Correspondientes.</i>	82
Tabla 5 <i>Tabla de Consumos de Energía Eléctrica de Electrodomésticos.</i>	100
Tabla 6 <i>Ley Exponencial de Hellmann.</i>	106
Tabla 7 <i>Consumo Promedio en un Hogar</i>	121
Tabla 8 <i>Parámetros Eléctricos / Desempeño de SUNE0 990.</i>	124
Tabla 9 <i>Parámetros Eléctricos / Desempeño de Magnum.</i>	127
Tabla 10 <i>Características de Panel Solar Flexible</i>	129
Tabla 11 <i>Características de Controlador Eólico Magnum</i>	130
Tabla 12 <i>Características de Controlador Solar Growatt</i>	131
Tabla 13 <i>Características de Inversor 10000W MUST</i>	133
Tabla 14 <i>Características de Panel Solar Flexible</i>	135

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Estructura de una Turbina o Aerogenerador</i>	22
Figura 2 <i>Efecto Fotovoltaico</i>	23
Figura 3 <i>Circulación del Electrón por la Celula Solar</i>	24
Figura 4 <i>Esquema de Efecto Fotovoltaico</i>	24
Figura 5 <i>Estructura de la Célula Solar</i>	26
Figura 6 <i>Vista General Domótica Aplicada</i>	28
Figura 7 <i>Energía foto Voltaica</i>	31
Figura 8 <i>Energía Eolica</i>	32
Figura 9 <i>Gráfico de Eficiencia Energética</i>	33
Figura 10 <i>Participación de Consumo kW/h/mes del Sector Residencial.</i>	34
Figura 11 <i>Representación Gráfica de la Corriente Alterna</i>	35
Figura 12 <i>Diferencia entre Corriente Continua y Corriente Alterna</i>	36
Figura 13 <i>Marco Normativo y Autoridades Competentes</i>	39
Figura 14 <i>Propósito Marco Normativo</i>	42
Figura 15 <i>Recurso Eólico en Colombia Frente al Resto del Mundo.</i>	45
Figura 16 <i>Velocidad del Viento Rioacha 21:00 a 22:00 Horas</i>	47
Figura 17 <i>Hora Solar Pico.</i>	48
Figura 18 <i>Paso 1 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	48
Figura 19 <i>Paso 2 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	49

Figura 20 <i>Paso 3 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	49
Figura 21 <i>Paso 4 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	50
Figura 22 <i>Paso 5 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	51
Figura 23 <i>Paso 6 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	51
Figura 24 <i>Paso 7 Manejo de Software NASA POWER DAV</i>	52
Figura 25 <i>Orientación de Panel Solar entre los Puntos Cardinales</i>	53
Figura 26 <i>Ángulos de Inclinación para los Paneles Solares</i>	54
Figura 27 <i>Orientación de Panel en Países con Respecto a la Línea del Ecuador</i>	55
Figura 28 <i>Principales Partes de un Generador</i>	56
Figura 29 <i>Dispositivo de Orientación de Aerogenerador</i>	59
Figura 30 <i>Torre Arriostrada</i>	60
Figura 31 <i>Tipo de Torre Basculante</i>	61
Figura 32 <i>Diferencias entre los Paneles según la Tecnología de Fabricación</i>	65
Figura 33 <i>Asociación de Células Solares</i>	65
Figura 34 <i>Asociación de Paneles Solares (Voltaje)</i>	67
Figura 35 <i>Asociación de Paneles Solares (Corriente)</i>	68
Figura 36 <i>Asociación de Paneles Solares</i>	68
Figura 37 <i>Optimizador de Potencia para Paneles Solares</i>	71
Figura 38 <i>Controlador PWM</i>	71
Figura 39 <i>Controlador MPPT</i>	72

Figura 40 <i>Conexiones del Regulador en una Instalación Fotovoltaica</i>	73
Figura 41 <i>Inversor Solar</i>	74
Figura 42 <i>Función del Inversor</i>	75
Figura 43 <i>Montaje de Paneles Solres</i>	76
Figura 44 <i>Cable Potencia Media Tensión Aluminio18/30kV N=16mm²</i>	84
Figura 45 <i>Conector MC4</i>	85
Figura 46 <i>Conector MC3</i>	86
Figura 47 <i>Conector Helios H4</i>	86
Figura 48 <i>Concetror SolarLok</i>	88
Figura 49 <i>Medidor de Corriente Continua</i>	88
Figura 50 <i>Topología en Estrella</i>	90
Figura 51 <i>Topología de Bus</i>	92
Figura 52 <i>Topología de Anillo</i>	93
Figura 53 <i>Topología de Arbol</i>	95
Figura 54 <i>Topología de Malla Completa</i>	97
Figura 55 <i>Topología Malla Parcial</i>	97
Figura 56 <i>La rosa de los Vientos</i>	103
Figura 57 <i>Irradiancia Solar</i>	104
Figura 58 <i>Variación de la Velocidad del Viento con la Altura sobre el Terreno, Ley Exponencial de Hellmann</i>	107

Figura 59 <i>Diagrama General de Conexión no Grid</i>	111
Figura 60 <i>Diagrama General de Conexión off Grid</i>	112
Figura 61 <i>Diagrama General de Conexión Híbrida.</i>	112
Figura 62 <i>Tensión Máxima para Carga de Baterías</i>	120
Figura 63 <i>Sistema Híbrido</i>	120
Figura 64 <i>Plano de Vivienda para Implementación..</i>	124
Figura 65 <i>Turbina Eólica de Eje Vertical, Turbina SUNE0 990</i>	125
Figura 66 <i>Relación entre Potencia y Viento Turbina SUNE0 990</i>	126
Figura 67 <i>Aerogenerador Horizontal Magnum</i>	128
Figura 68 <i>Relación entre Potencia y Viento, Turbina Magnum</i>	128
Figura 69 <i>Panel Solar Flexible</i>	130
Figura 70 <i>Curva de Voltaje de Panel Solar Flexible</i>	132
Figura 71 <i>Controlador de Carga para Turbina Eólica</i>	133
Figura 72 <i>Controlador 24 V Growatt</i>	135
Figura 73 <i>Inversor 10000W MUST</i>	136
Figura 74 <i>Batera de Ciclo Profundo 12LC-225 Q-Batteries</i>	137
Figura 75 <i>Cable para Corriente Continua PRYSUN H1Z2Z2-K</i>	138
Figura 76 <i>Coefficiente de Corrección por Temperatura a la Intemperie</i>	139
Figura 77 <i>Coefficiente de Corrección por Agrupamiento</i>	139
Figura 78 <i>Intensidades Admisibles</i>	140

Figura 79 <i>Valores de Conductividad</i>	139
Figura 80 <i>Caída de Tensión</i>	143
Figura 81 <i>Ficha Técnica de Conductor a Utilizar</i>	144
Figura 82 <i>Concentrador o Hub</i>	154
Figura 83 <i>Interruptor</i>	155

Introducción

La Guajira, un departamento del norte de Colombia, enfrenta desafíos significativos en cuanto al acceso a la energía eléctrica en sus zonas rurales y no interconectadas. Ante la necesidad de soluciones sostenibles y eficientes, el presente trabajo tiene como objetivo general diseñar un sistema de energía híbrido que combine fuentes eólicas y fotovoltaicas, automatizado mediante herramientas domóticas, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Este trabajo se organizará en diferentes secciones que abordan tanto la justificación del sistema propuesto como los aspectos técnicos necesarios para su implementación.

Las tecnologías actuales han avanzado a velocidades aceleradas dando origen a nuevas aplicaciones en los diferentes campos y actividades diarias que realizamos. Es por eso que el uso de los elementos naturales del entorno es aprovechable para la generación de energía eléctrica tanto en cobertura como en calidad de suministro esto hace que sea ideal para zonas retiradas o rurales en donde por su ubicación se hace difícil el uso de tecnologías alámbricas convencionales de transmisión de corriente eléctrica.

En el siguiente trabajo se implementa un Sistema Autosuficiente para la generación de energía en sectores residenciales apartados, gracias a dispositivos especializados que estarán conectados a al cometida de la residencia, con base a lo anterior se dispondrá por medio de aparatos especializados como turbinas y fotoceldas la acumulación de energía y posterior uso en la residencia formulará un plan de eficiencia eléctrica para programar de una forma rentable el uso de los electrodomésticos y así alcanzar los resultaos esperados de tener un óptimo funcionamiento de los aparatos eléctricos.

Planteamiento del Problema

Hoy en día debido a la dependencia de la explotación de hidrocarburos y combustibles fósiles (Carbón, Petróleo y Gas), se está presentando una preocupante crisis ambiental por el calentamiento global. Por otro lado, se tiene también el agotamiento de estos recursos y el incremento de los costos que se presentan en la actualidad, debido a los escasos de los mismos. El uso desmedido década tras década ha promovido justamente la crisis ambiental mencionada es por ello, que, hoy en día es de interés para Ingenieros e Investigadores trabajar en soluciones energéticas basadas en el aprovechamiento de las a energías renovables.

En relación a lo anterior, en Colombia la Ley 1715 del 2014 promueve el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), como aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, por medio de la integración al mercado eléctrico, la participación en las Zonas No Interconectadas y en otras aplicaciones energéticas como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, también la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la posibilidad de tener el abastecimiento energético continuo. Cabe añadir que la Ley 2099 de 2021 dicta disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país, junto con algunas modificaciones a la Ley 1715 del 2014. Sin embargo, en el país se está muy lejos de lo anterior debido a que la matriz energética nacional en las Zonas No Interconectadas (ZNI) es principalmente a base de combustibles fósiles. Sumado a lo anterior, en Colombia existen las fuentes disponibles de información de recurso solar indicando una irradiación promedio de 4,5 kWh/m²/d (UPME, IDEAM, 2005) lo cual evidencia la potencialidad de este recurso para generación de energía solar fotovoltaica.

De la misma forma, en ciertas zonas del país (particularmente de las ZNI) se cuenta también con buen recurso eólico (como el norte de la Guajira), por lo que soluciones basadas en

la integración de estas tecnologías con las fotovoltaicas podría representar soluciones factibles de energía limpia en regiones remotas.

Sin embargo, el contar con este tipo de tecnologías representa retos técnicos debido a su intermitencia, por lo que la gestión del consumo también debe tener un rol importante.

Debido a lo anterior, es claro que existe la necesidad de aprovechar las fuentes no convencionales para contra restar problemáticas como el cambio climático y la falta de cobertura en poblaciones de zonas no interconectadas, por lo que se puede inferir, entonces, la siguiente pregunta de investigación: *¿el diseño de un sistema híbrido (eólico, fotovoltaico) con plan de eficiencia energético aplicado es factible para beneficiar hogares ubicados en zonas no interconectadas?*

Justificación

En concordancia con la problemática global y de índole ambiental, se evidencia que el clima en el planeta está cambiando a un ritmo exponencial debido a las actividades del ser humano, relacionadas a todas las formas de extracción, producción, desplazamiento y consumo de energía, las cuales inciden negativamente en el cambio climático por las emisiones descontrolados de gases de efecto invernadero.

Colombia para reducir la huella de carbono y mejorar la eficiencia energética en el país, estableció por medio de la Ley 1715 del 13 de mayo de 2014 y la Ley 2099 de 2021, la regulación sobre la integración de las fuentes no convencionales de energía al sistema de interconexión y del sistema nacional, teniendo en cuenta los proyectos de auto generación en zonas apartadas, las políticas y legislación existentes en Colombia

Según la UPME en el periodo entre los años 2015 - 2020 la generación de energía eléctrica por radiación solar y viento fue de 9800 a 114.865 y 18.420 a 510.420 MW respectivamente, viendo así un crecimiento muy relevante en la producción de energía eléctrica en el territorio nacional, teniendo como partida estas cifras podemos abordar este crecimiento para desarrollar nuevos sistemas y llevar electricidad a sitios apartados donde hay hogares que no están conectados a una red pública de distribución eléctrica.

En este contexto, un departamento como La Guajira ubicado en el norte de Colombia, cuenta con el más alto potencial para la generación de energía eólica y solar fotovoltaica del país, por ejemplo un sistema eólico para operar satisfactoriamente requiere una velocidad del viento superior a los 10Km/h, esta zona del territorio provee velocidades estables entre 8Km/h y 21Km/h; por otro lado, la cantidad de horas solares pico oscila entre 6 a 9 horas diarias, con estos datos se puede justificar el aprovechar dicho potencial por la factibilidad que proyectos que involucren generación eólica y fotovoltaica pueden brindar, es por ello este proyecto plantea el

diseño de un sistema de generación híbrido (eólico, fotovoltaico) con un plan de automatización para ser implementado a futuro como un solución energética para una vivienda que no cuenta con acceso a la zona de interconexión nacional como lo son las viviendas donde habitan la población Wayuu, y de esta manera impactar en el desarrollo de estas comunidades vulnerables con una solución de aprovechamiento energético amigable con el medio ambiente.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de energía híbrido (eólico y fotovoltaico) automatizado mediante herramientas domóticas, para uso en viviendas ubicadas en zonas no interconectadas del departamento de la Guajira.

Objetivos Específicos

Revisar un estudio de las tecnologías en cuanto a sistemas eléctricos alternativos para encaminar la propuesta de diseño.

Definir los parámetros a tener en cuenta en el diseño y seleccionar los equipos.

Elaborar el diagrama esquemático del diseño planteado usando simbología unifilar.

Simular el sistema propuesto para analizar los resultados obtenidos.

Antecedentes

Desde que fue la primera nación en incorporar fuentes de energía renovables a su red eléctrica nacional, España ha marcado la pauta del consumo de energía limpia tanto en Europa como en el resto del mundo. Según la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA), en 2008 las energías renovables representaron el 13,9% de toda la energía primaria, ocupando el tercer lugar tras el gas natural (21,1%) y los productos petrolíferos (44,9%).

Hoy en día, la mayoría de las fuentes de energía renovables, especialmente la solar y la eólica, son inmanejables debido a su condición de generación primaria y a la falta de gestión o capacidad de almacenamiento sustancial. Por ello, su integración en el sistema eléctrico es muy complicada y resulta difícil encontrar el equilibrio adecuado entre generación y consumo debido a la fluctuación de su misma generación ya que el viento y radiación solar no son continuas. Una de las principales características de las fuentes eólica y solar fotovoltaica es que su tecnología depende exclusivamente de las condiciones meteorológicas de la región en el lugar de instalación. Esto significa que las previsiones de producción del sistema eléctrico son bastante poco fiables.

Para facilitar el cambio global hacia las energías renovables, los nuevos proyectos de energías renovables deben aspirar a integrarse en la red eléctrica, ofreciendo fiabilidad para permitir un consumo sin interrupciones. Para ello, deben desarrollarse proyectos que combinen alternativas tecnológicas en una única planta.

Un objetivo es crear una planta híbrida que pueda producir energía renovable las 24 horas del día utilizando las características de generación complementarias de la energía eólica y la fotovoltaica solar. La energía solar sólo genera durante el día, mientras que la eólica suele ser más productiva por la noche. Combinando ambas, los promotores de proyectos pueden optimizar la fiabilidad y la creación de ingresos que necesita el sistema eléctrico.

Marco Teórico

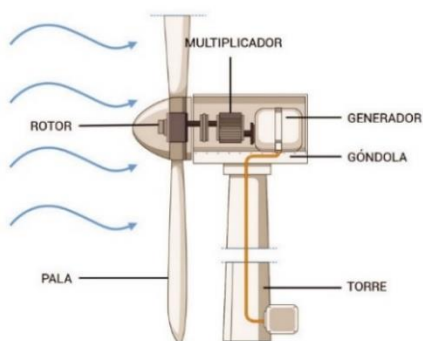
¿Como Funciona las Turbinas o Aerogeneradores de Energía Eólica?

Un embobinado convierte la energía eólica en energía de rotación constituyendo el componente mecánico primordial de las turbinas de hoy en día y las más comunes. Esta energía mecánica se convierte en energía eléctrica mediante una convergencia de piñones, que eleva la velocidad de rotación para igualarla al punto de crear inducción electromagnética el generador eléctrico. Este proceso también genera energía cinética, aprovechando el movimiento del viento. Aunque existen diversas formas de clasificar las turbinas eólicas, suelen dividirse en máquinas de eje horizontal y de eje vertical, según la orientación de su eje de rotación.

Los aerogeneradores cuentan con grandes palas que se desplazan con el viento. Este movimiento se transmite a un generador que produce electricidad, la cual es transportada a distancias mediante conductores. Un ejemplo lo observamos en la figura 1 donde se nota sus partes más importantes. Desde el punto de vista estético, los aerogeneradores se presentan como altas torres que sostienen las palas y el generador en su parte superior. *(Qué es la energía eólica y cómo funciona. (2020) RP | Material Eléctrico Y Fontanería.)*

Figura 1

Estructura de una Turbina o Aerogenerador



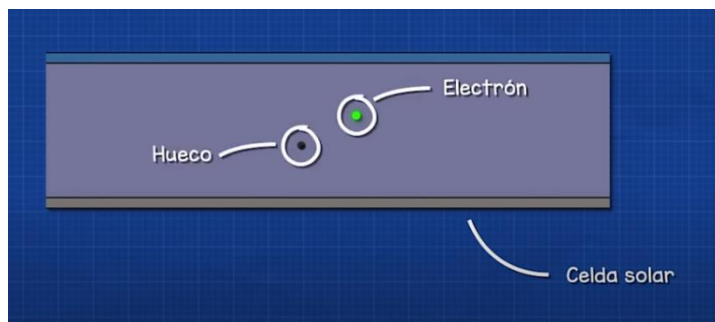
Nota. ALTTION Ronergy Wind Services.

El Efecto Fotovoltaico

La luz son partículas llamadas fotones estos al impactar la celda los absorbe y expulsa fuera de ella un electrodo hacia la capa superior dejando un hueco que se va hacia la capa inferior (figura 2), este desplazamiento se aprovecha por medio de un conductor lo que da a lugar a un flujo del electrón a tapan el hueco dejado anteriormente.

Figura 2

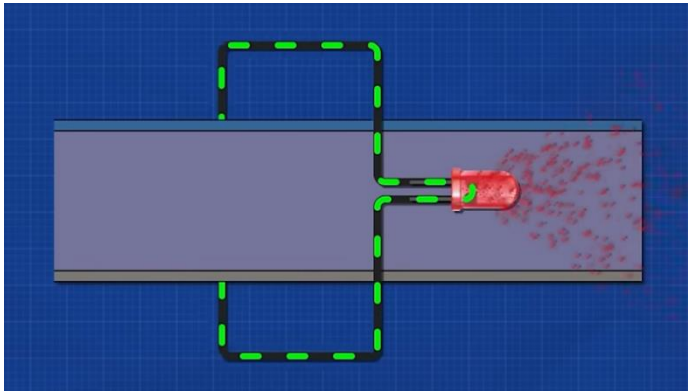
Efecto Fotovoltaico



Nota. Mentalidad de Ingeniería

Al tener un elemento semiconductor como lo es el silicio el cual es el material con que está fabricado la celda solar, y sobre este se ejerce una absorción por parte de los fotones radiados por el sol dando a cabo el llamado efecto fotovoltaico. Los extremos de esta celda al estar conectados por medio de un cable eléctrico contienen en su interior una circulación de un electrón liberado por el efecto anteriormente mencionado (figura 3).

Circulación del Electrón por la Celular Solar

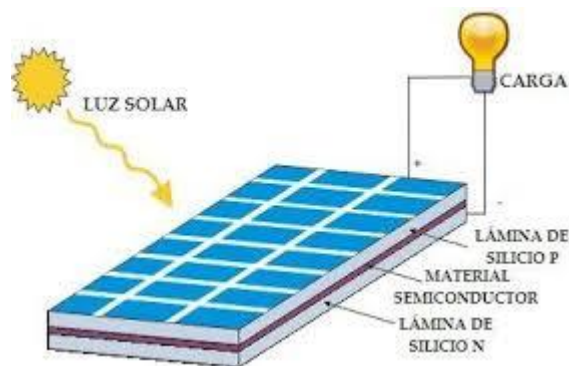


Nota. Mentalidad de Ingeniería

Así pues, se puede decir que el fotón es el encargado de iniciar la producción de corriente eléctrica al traspasar a los electrones su energía.

Figura 3

Esquema de Efecto Fotovoltaico



Nota. Eficiencia Energética y Utopía

Este proceso, que elabora energía, solo ocurre con algunos fotones, estos son capaces de variar sistemáticamente los electrones para que trasformen el silicio del que están elaboradas las células fotovoltaicas en compuesto conductor.

Teniendo en cuenta la capacidad del silicio para trasladar la electricidad, la corriente continua puede dirigirse a través de la sección fotovoltaica y llegar al inversor, que la convierte en

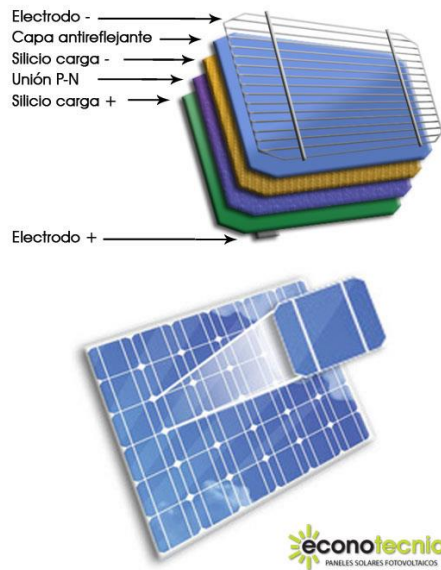
corriente senoidal que posteriormente se consumirá dentro del inmueble. (Almudena Lumeras. (2022, December 28). ¿Qué es el efecto fotovoltaico? Sunhero.com; Sunhero.)

Células Solares

Convierten la luz en electricidad, son foto-voltaicos lo que significa luz y voltaje funcionan con luz solar o artificial, al exponer una célula solar a la luz inmediatamente genera un voltaje, a medida en que es más intensa la luz produce más electricidad.

En el momento de invertir el funcionamiento de la célula, es decir si se aplica un voltaje en los cables de salida de la celda, la célula emitirá luz infrarroja.

Las células solares de silicio están compuestas por tres capas. Los elementos fundamentales son las dos capas de silicio, cada una dopada de manera diferente: una capa dopada con fósforo, denominada capa n, que tiene carga negativa debido a la presencia de electrones libres; y una capa dopada con boro, llamada capa p, que presenta carga positiva por la falta de electrones. Entre estas dos capas se encuentra una zona de unión, que permite el paso de cargas liberadas únicamente con la asistencia de la luz solar. En el núcleo de la célula solar se genera un campo eléctrico debido al movimiento de los electrones, conocido como unión p-n (2020, December 23). TRITEC.)

Figura 4*Estructura de la Célula Solar*

Nota. Ecotecnia

Automatización

El uso de la tecnología permite llevar a cabo tareas con una intervención humana mínima. Esta optimización es especialmente efectiva en actividades repetitivas, y aunque puede aplicarse en diversos sectores, es más común en la fabricación, la robótica y la industria automotriz, así como en el ámbito tecnológico. El propósito principal de esta automatización es aumentar la productividad sin comprometer la calidad del producto final. (Redhat.com. (2022) ¿qué es y qué ventajas ofrece?)

Con la ayuda de patrones matemáticos que desglosan tanto la propia tecnología como las labores humanas de observación y control, los ordenadores (instrumentos automatizados especializados que encausan los datos vertiginosamente más que los humanos) se encargan de los procedimientos racionales humanos.

El mejoramiento de los procesos especializados sin intromisión humana directa está

avalado por la existencia de sistemas automáticos de gestión. En concordancia, la obtención de productos asume las características de un número de etapas repetitivas que puede optimizarse con prontitud y rapidez efectividad.

Domótica

La domótica comprende el conjunto de redes y aparatos que proveen un porcentaje de autogestión en el interior del recinto, por lo cual, una vivienda domótica como proponen José Manuel Huidobro y Ramón Millán es: el poder maniobrar en el mayoría, la ejecución de dispositivos que necesitan del flujo de electrones para su funcionamiento, entre estos aparatos se encuentran los clasificados como robótica, electricidad, electrónica, telecomunicaciones e informática, con un solo propósito de entregar individuo un nivel de confort en conjunto al entretenimiento, al ahorro de energía, seguridad y una comunicación confiable y rápida. Estos aparatos deberán estar interconectados a través de conexiones tanto externas como internas de comunicación, inalámbricas o cableadas donde la operación se realiza así sea en el exterior como en el interior del lugar donde este implementado estos sistemas.

Una vivienda domótica tiene dos criterios relevantes, los criterios con respecto al usuario final y los criterios desde el punto de vista técnico. Los criterios con respecto al usuario final se precisan a partir de un sistema de gestión técnico conformado por: modularidad e integridad, simplicidad y facilidad de uso, flexibilidad, es indispensable un sistema que se adapte a variaciones y tenga la capacidad de intercambiar información y comunicación entre las diferentes partes existentes en el hogar. Viendo otros puntos, los criterios desde otra perspectiva técnica son los que se relacionan con, el tipo de arquitectura, la topología de red, los medios de transmisión, el tipo de protocolo y la velocidad de transmisión es decir todos los criterios relacionados con la comunicación para realizar la interconexión entre aparatos que pretende una vivienda domótica. (Lopez, M., Vannier, J.-C., & Sadarnac, D. (2007). *Sistemas de Conversión de Energía Eólica*

Control y Diseño.)

Figura 5

Vista General Domótica Aplicada



Nota. E-ficiencia

Marco Conceptual

Energía Eléctrica

Al neutralizar cargas positivas y negativas que existen en la materia se deriva en si la energía eléctrica, esta energía se pueden transformar por medio de métodos químicos o mecánicos en otros tipos energía, como energía mecánica, energía lumínica o energía térmica.

La electricidad en la actualidad es una de las energías más ampliamente usadas en el desarrollo tanto tecnológico como social debido a su facilidad de generación, conservación y distribución siendo así de vital importancia en el desarrollo de las actividades diarias del hombre. (Essa.com.co. (2021). ¿Qué es la energía eléctrica?)

Energía Solar

Una de las principales formas de energía renovable y que más contribuye a la transición energética es la energía solar. Promueve economías más limpias que salvaguardan la sostenibilidad de las empresas, mejoran el bienestar de las personas y protegen el medio ambiente.

Al proceder del sol y ser captada por paneles y espejos, es infinitamente renovable y puede utilizarse para generar electricidad o calor mediante energía fotovoltaica o energía solar térmica. La cantidad anual de calor que recibe el globo equivale a 116.760 calorías por hora y por centímetro cuadrado de superficie; este calor puede generar 136 vatios de potencia, es decir, 0,19 caballos de fuerza.

La energía solar se convierte en una de las opciones más populares en cuanto a las fuentes de energía renovable con un alto retorno económico y aprovechable gracias a la aplicación de últimas tecnologías. Como consecuencia, este provisionamiento infinito de hace sostenible la vida en el planeta sin comprometer el medio ambiente como si lo es el consumo de hidrocarburos, acarreado también la inversión en proyectos alternativos, generando fuentes de trabajo nuevos y

competitividad entre las manufactureras. (Fundación Aequae. (2021, June 22). ¿Qué es la energía solar?)

Energía Fotovoltaica

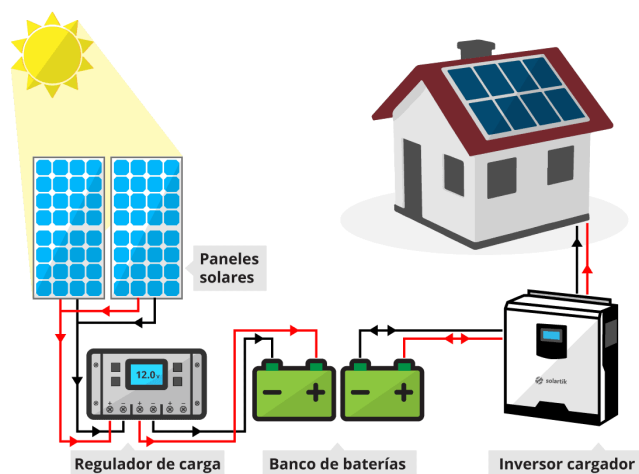
Esta electricidad se toma directamente de la transformación de la luz solar, por medio del efecto fotoeléctrico se transforma directamente la energía solar o radiación (ya sea directa o difusa) en energía eléctrica continua, utilizando una tecnología basada en el llamado efecto fotoeléctrico por el que determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas de luz) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. Esto ocurre cuando la radiación solar incide sobre la superficie de una célula fotoeléctrica (paneles solares), donde se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones se desplacen de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica

Los dispositivos unidades solares o paneles fotovoltaicos es donde se realiza este cambio. El semiconductor que se encuentra en un panel solar excita los electrones por la radiación solar, dando a la creación de una pequeña diferencia de potencial. Estos artilugios suelen empalmarse en serie para obtener mayor voltaje, lo que aumenta el potencial eléctrico de los paneles solares.

Sin embargo, los semiconductores se utilizan con frecuencia, especialmente el silicio. La celda solar es el componente fundamental. Estas están compuestas de silicio amorfo, policristalino o monocristalino. Para aprovechar la radiación solar, los conjuntos de celdas están orientados hacia el sol. Están conectados a un sistema de almacenamiento (baterías y acumuladores) y convierten la corriente continua en corriente alterna. (APPA Renovables, (2021, September 13).¿Qué es la energía fotovoltaica?)

Figura 6

Energía Foto Voltaica



Nota. Icarus desarrollo solar.

Energía Eólica

Esta energía se obtiene del viento; la palabra "viento" proviene del latín "aeolicus," que se refiere o está asociada con el dios mitológico griego de los vientos, Eolo. Es una de las fuentes de energía renovable más desarrolladas y efectivas que existen hoy en día, y también es uno de los recursos energéticos más antiguos que los humanos han logrado aprovechar. Actualmente, es una fuente vital de generación de electricidad para la transición hacia un paradigma energético más verde y sostenible.

Se denomina como la energía producida por el viento, o movimiento del aire. Su razón es una forma de transformar energía cinética surgida por el paso de las corrientes de aire. Un mecanismo inductivo (generador electromagnético) puede convertir esta energía en energía eléctrica, que puede almacenarse en bancos de acumuladores y enviarse a un punto como corriente alterna después pasar por un inversor. Esta fuente de energía renovable, limpia e infinita es utilizada para reemplazar la energía creada por los combustibles fósiles y no genera gases

nocivos para el medio ambiente. (Repsol. (2023, septiembre 11). *Todo sobre la energía eólica.*)

Figura 7

Energía Eólica



Nota. RP | Material Eléctrico Y Fontanería.

El viento se crea por la absorción irregular de la radiación solar por parte de la atmósfera, lo que genera masas de aire de diferentes temperaturas que se trasladan de áreas de alta presión a áreas de baja presión. La energía eléctrica se produce al convertir la energía cinética en energía mecánica rotacional mediante el efecto de la fuerza del viento sobre palas inclinadas unidas a un eje. El viento impulsa las palas de una turbina eólica, que a su vez mueven un rotor (a menudo un alternador) que transforma la energía mecánica en energía eléctrica a través de un sistema mecánico.

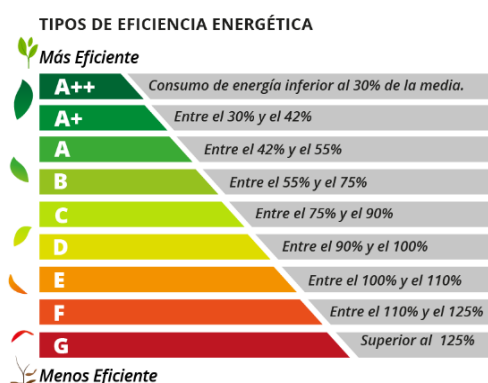
Eficiencia Energética

Es el uso eficiente de la energía, medido como la relación entre la energía utilizada y la energía total consumida en cualquier proceso de cadena de energía. Su objetivo es ser maximizado a través de buenas prácticas de sustitución de combustibles o reconversión tecnológica, implicando ahorros sin sacrificar la calidad de la producción o la calidad de vida. También enfatiza la capacidad de obtener los mejores resultados en cualquier actividad o trabajo utilizando la menor cantidad de recursos energéticos. Esto nos permite reducir el consumo de energía de todo tipo y los efectos ambientales potenciales que conlleva. Se emplea desde la

generación de dicha energía hasta su consumo final buscando obtener el mayor provecho de la energía, ya sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las distintas formas de energía, en el marco del desarrollo sostenible y respetando la normativa vigente en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables. (¿Qué es la eficiencia energética y qué ventajas tiene? | Repsol. (2022, March 29. REPSOL)

Figura 8

Gráfico de Eficiencia Energética



Nota. Statista

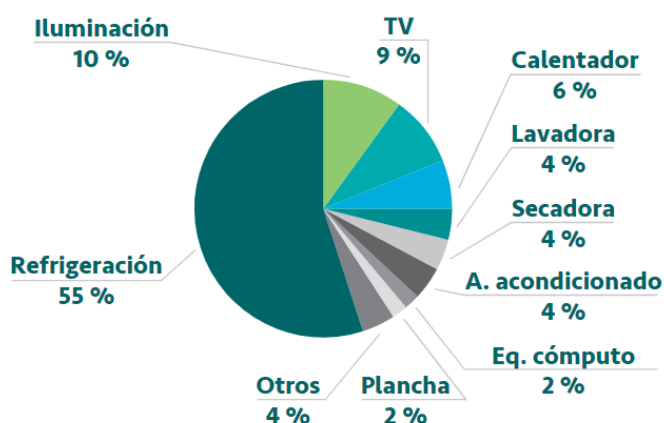
El artículo de la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú) comprueba que los electrodomésticos que más energía necesita para funcionar son el televisor, el termo eléctrico, las lavadoras, etc. Cabe decir que, prescindir la observación más cercana de 2018-2019, según el cual el uso de congeladores y refrigeradores el más alto consumo de energía en el sector residencial, con un 55,3%, seguido de los dispositivos de iluminación, con un 9,6%, esto debido a que las personas prolongan sus actividades en el hogar por más tiempo en horas de la noche, tal como se aprecia en la figura 11 donde se observa los porcentajes del uso de los artefactos en u hogar promedio.

Todos los escalones socioeconómicos NSE (nivel o estatus socioeconómico) de la

población opinaron en las 2500 encuestas que se hicieron en la zona residencial de la ciudad para este estudio (Consortio Corpoema Hincio, 2019). El 90,4% de los encuestados manifestó tener un refrigerador, y si bien hubo variaciones en la tenencia del equipo por NSE del hogar, también las hay en cuanto a la capacidad, ya que los NSE más elevados indicaron una mayor tenencia de refrigeradores con consumos mayores a 300 L, debido a que la capacidad está directamente correlacionada con el costo del electrodoméstico. En cuanto la clasificación energética de los frigoríficos, están en primer puesto en las categorías A y B del mercado, lo que encamina a una buena eficiencia energética.

Figura 9

Participación de Consumo kW/h/mes del Sector Residencial.



Nota. Consortio Corpoema Hincio (2019). Torres, Y.

En el contorno del 31% de los individuos no es capaz de identificar la clase de luminarias que tienen, lo que implica que la mayoría de las familias, al igual que las de otras naciones latinoamericanas, no tiene conocimiento del tipo de bombillas que existen en la actualidad. Teniendo en cuenta los datos de los artilugios llegados al país, un porcentaje significativo de hogares posee bombillas de bajo consumo (de tecnología de gas fluorescente compactas), con un 40% de hogares que las poseen. Posteriormente siguen las iluminarias de tipo LED, con un 12% de hogares que las tienen. Es de apreciar que la importación de fluorescentes compactos se ha

multiplicado por tres con diferencia con la tecnología LED, lo que nos lleva a ver que no se ha incentivado lo suficiente el reemplazo de las luminarias en los hogares por lámparas de bajo consumo. Torres, Y. (2020). «La eficiencia energética y el ahorro energético residencial», South Sustainability, 1 (1), p. e011

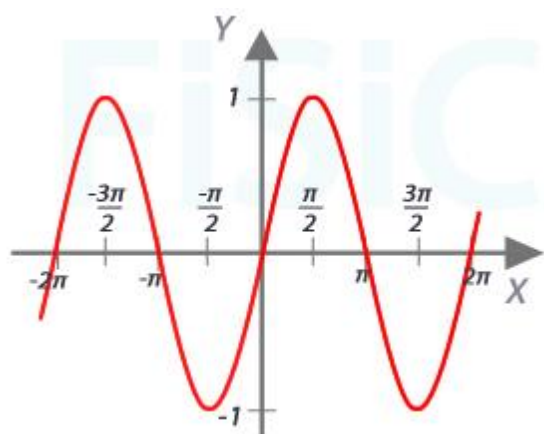
Corriente Alterna

El tipo de corriente eléctrica más común en los hogares es la corriente alterna (CA), que oscila tanto en magnitud como en dirección de forma cíclica y regular. Se puede representar de una forma habitual por medio de un gráfico en forma de ondas sinusoidales sobre un eje x/y.

En el tema sobre la corriente alterna se identifica por poseer unas características del flujo eléctrico, donde su manipulación es más fácil, como el de transformar y trasportar de un lugar a otro, todo ello gracias a la oscilación cíclica tanto en magnitud como en polaridad (representada como ondas sinusoidales en un eje x/y).

Figura 10

Representación Gráfica de la Corriente Alterna



Nota. FiCiCALAB

Los alternadores y generadores de motor, como los que se encuentran en los automóviles, utilizan corriente continua de baterías y otros acumuladores para crear corriente alterna mediante

inducción magnética, que es el proceso de cambios continuos de polaridad en el campo eléctrico del material conductor. También se produce en plantas de energía (hidroeléctricas, eólicas, nucleares, etc.). La transformación de corriente alterna es más sencilla y se puede lograr con solo un transformador. Estefania Coluccio Leskow. (2018, August 9)

Corriente Continua

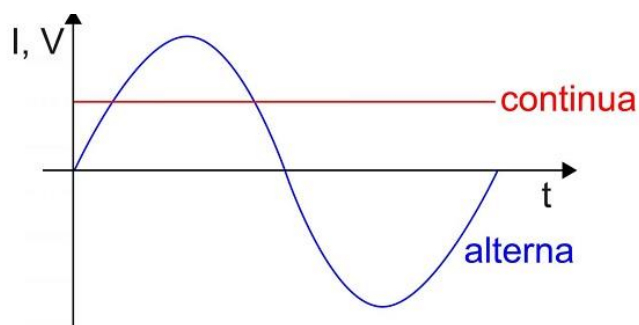
El paso de una carga eléctrica a través de una sustancia conductora como resultado de un número específico de electrones que se desplazan a lo largo de su estructura molecular se conoce como corriente continua (CC). El flujo de electrones en una situación de corriente continua se distingue por su dirección de flujo constante.

En otras palabras, la corriente continua denota el movimiento constante y no variable en el tiempo de una carga eléctrica entre dos puntos de conductor con distintos potenciales y cargas eléctricas.

El voltaje de una corriente continua se representa como una línea recta sin cambios en absoluto en un eje x/y (voltaje a lo largo del tiempo) en términos físicos (teóricos).

Figura 11

Diferencia entre Corriente Continua y Corriente Alterna



Nota. JD Eléctricos

En esta corriente se debe evitar que la fuente eléctrica se introduzca al revés e invierta la polaridad, esto haría que el circuito se dañara, los circuitos eléctricos en donde se aplica la

corriente continua poseen polaridad (positivo y negativo) y se identifican por colores (negro y rojo, respectivamente). Estefania Coluccio Leskow. (2018, August 9)

Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)

El nombre se refiere específicamente al hecho de que son métodos de producción de energía que utilizan fuentes no convencionales que se encuentran en el mundo. Mientras que el uso de la combustión de carbón o el flujo de agua para generar energía es más común, el uso de la luz solar o el movimiento del viento para generar energía es menos frecuente. Entre las llamadas energías no convencionales se encuentran estas últimas. Otra característica de ellas es que su uso ha estado severamente limitado a lo largo del tiempo debido a los altos costos de generación; sin embargo, esto está cambiando como resultado de los avances técnicos utilizados en su investigación y aplicación.

A pesar de ser globalmente accesibles y ambientalmente sostenibles, estas fuentes de energía están subutilizadas o apenas se utilizan en Colombia y generalmente no se comercializan. Las fuentes no convencionales de energía (FNCE) y la energía nuclear o atómica se consideran fuentes no convencionales de energía (FNCE). Según la UPME, otras fuentes pueden ser consideradas FNCE.

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCE)

Los recursos naturales sostenibles desde donde se ven medioambiental que están a disposición en todo el planeta, se utilizan poco en el ámbito y nacional se conocen como recursos energéticos renovables. Esto se adopta ya que el elevado coste de producir electricidad impide que estos recursos se implementen ampliamente. Algunas de estas energías son, la solar, la eólica, la geotérmica, la biomasa, las pequeñas centrales hidroeléctricas y las marinas, se consideran FNCE. Según lo determina la UPME, hay otras fuentes energéticas que se pueden considerar.

Fuentes Convencionales de Energía

Son los recursos energéticos no renovables, muy aprovechables y considerablemente difundidos en el comercio que se localiza en la naturaleza de forma restringida. Los combustibles por fusión nuclear y los combustibles a base de hidrocarburos son los dos tipos de energía más convencionales. El carbón, el petróleo y el gas natural son ejemplos de combustibles fósiles. Estos recursos proceden de biomasa que se descubrió en bóvedas a grandes profundidades hace millones de años y que adquirió cualidades energéticas en circunstancias específicas de presión y temperatura. Las ventajas de los combustibles fósiles son su relativa asequibilidad, su alta disponibilidad temporal y su facilidad de extracción en comparación con la energía atómica. Los inconvenientes son las grandes emisiones de gases tóxicos al aire, el suelo y el agua, y, con el paso de los años, sus reservas son cada día menores.

Marco Legal

A través de su integración al mercado eléctrico, participación en Zonas No Interconectadas y otros usos energéticos, la Ley 1715 de 2014 busca promover el desarrollo y uso de Fuentes No Convencionales de Energía principalmente renovables en el sistema energético nacional como medio necesario para lograr el desarrollo económico sostenible, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y garantizar la seguridad del suministro energético.

Una vez cumplidas las normas y procedimientos definidos por los organismos competentes, los interesados en invertir en proyectos relacionados con las fuentes de energía no convencionales y la gestión eficiente de la energía podrán acogerse a los incentivos fiscales previstos en la ley.

Figura 12

Marco Normativo y Autoridades Competentes



Nota. UPME

Como actualización a la ley anteriormente mencionada la Ley 2099 de 2021 en Colombia establece un marco normativo para el fomento y desarrollo de las energías renovables no convencionales (ERNC).

Busca impulsar el desarrollo de las energías renovables en Colombia a través de incentivos, simplificación de procesos, y la integración de estas energías en el sistema eléctrico, promoviendo así un modelo energético más sostenible y diversificado.

A continuación, se presentan los puntos más relevantes y como objetivo general es de promover el uso de energías renovables no convencionales para diversificar la matriz energética del país y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Incentivos

Se introducen incentivos fiscales y financieros para las inversiones en proyectos de energías renovables, facilitando el acceso a créditos y reducciones en impuestos.

La Ley 2099 de 2021 Colombia incluye varios incentivos tributarios para promover el uso y desarrollo de energías renovables no convencionales (ERNC). A continuación, se describen algunos de los principales incentivos:

Exención de IVA

Se establece la exención del Impuesto al Valor Agregado (IVA) para la venta de equipos y tecnología utilizados en proyectos de energías renovables, facilitando su adquisición.

Deducción de Impuesto sobre la Renta

Se permite una deducción adicional sobre el impuesto a la renta para los contribuyentes que inviertan en proyectos de ERNC, lo que reduce su carga tributaria.

Beneficios por Inversión

Los proyectos que cumplan con ciertos requisitos pueden acceder a beneficios adicionales, como la depreciación acelerada de los activos relacionados con energías renovables.

Exoneración de Impuestos locales

En algunas jurisdicciones, se pueden ofrecer exenciones o reducciones en impuestos de carácter local para proyectos

Proyectos de ERNC

Se establecen procedimientos simplificados para la implementación de proyectos de energías renovables, con el fin de reducir la burocracia y acelerar su desarrollo.

Se promueve la conexión de proyectos de energías renovables no convencionales a la red eléctrica nacional, garantizando su participación en el mercado energético y fomentando la competencia.

Integración a la Red

Se promueve la conexión de proyectos de ERNC a la red eléctrica nacional, asegurando que estos puedan participar en el mercado energético.

Educación y Capacitación

Se incentiva la formación y capacitación en tecnologías de energías renovables, buscando desarrollar talento humano en el sector.

Políticas Públicas

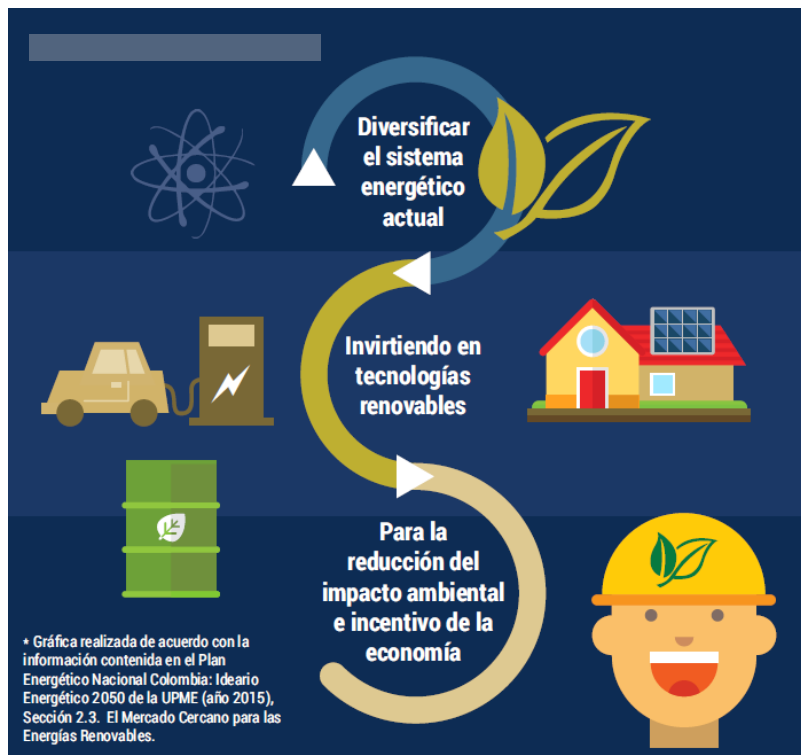
La ley establece la necesidad de diseñar políticas públicas que propicien un entorno favorable para la inversión en energías renovables, así como la promoción de investigación y desarrollo en este ámbito.

Sostenibilidad y Medio Ambiente

Se da relevancia a la importancia de las ERNC para aminorar las emisiones de gases de efecto invernadero y llevar a cabo las diferentes obligaciones mundiales en materia de cambio climático y reducción del consumismo.

Figura 13

Propósito Marco Normativo



Nota. UPME

Metodología

El proyecto se desarrolla con un diseño de investigación no experimental de tipo descriptivo con enfoque mixto.

Investigación no experimental aplicada: (Roberto Hernández Sampieri, 2003), explica que son “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”; así mismo, en este tipo de investigaciones no se genera ninguna situación, si no que se observan situaciones ya existentes.

Las variables independientes suceden y no pueden modificarse; ni sus causas ni sus consecuencias pueden controlarse directamente porque ya han sucedido.

Enfoque mixto: (Medina, 2011) menciona en su trabajo la explicación de este tipo de enfoque, quien también extrae la definición dada por (Roberto Hernández Sampieri, 2003), indicando que “es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento, y justifica la utilización de este enfoque en su estudio considerando que ambos métodos (cuantitativo y cualitativo) se entremezclan en la mayoría de sus etapas, por lo que es conveniente combinarlos para obtener información que permita la triangulación como forma de encontrar diferentes caminos y obtener una comprensión e interpretación, lo más amplia posible, del fenómeno en estudio”.

Fase 1: Estudio de Tecnologías.

Fase 2: Definición de parámetros para diseño y selección de equipos.

Fase 3: Elaboración de Diagrama Esquemático y Diagrama Unifilar.

Fase 4: Simulación del Diseño Propuesto.

Estudio de Tecnologías

Recursos Naturales

Las tecnologías que actualmente permiten la generación de energía final en forma de electricidad y son diversas, pero sólo un pequeño número de ellas se han perfeccionado y desarrollado en los últimos 15 a 40 años hasta convertirse en las más avanzadas, ampliamente utilizadas y reconocidas internacionalmente, según el balance de la UPME sobre la integración de las energías renovables no convencionales (FNCER) en Colombia.

Colombia no se considera un país desarrollador de tecnología debido a la composición de su industria y su economía. Pero a lo largo de las tres últimas décadas, ha conseguido asemejar cierta experiencia con las tecnologías solar fotovoltaica y solar térmica, así como con el desarrollo de al menos unos pocos proyectos de demostración de energía eólica y el aprovechamiento energético de biomásas específicas, como el bagazo de caña de azúcar, para fines de cogeneración.

Sin embargo, en comparación con países de otras latitudes del mundo, los recursos disponibles a nivel nacional como una irradiación solar media de 194 W/m² para el territorio nacional y vientos localizados con velocidades medias de unos 9 m/s a una altura de 80 m en el departamento de La Guajira representan potenciales atractivos.

Intensidad del Viento

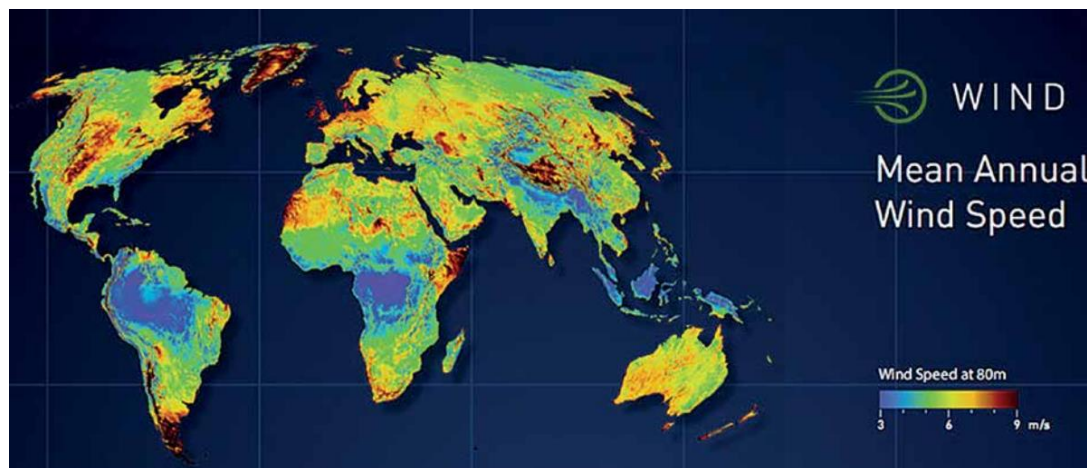
Sabemos que, el recurso eólico en Colombia no es considerado entre unos de los mejores. Las principales dificultades que existen sobre la energía eólica son su intermitencia o poca regularidad y diseminación, teniendo en cuenta su superioridad y aprovechamiento incalculable, gratuita y benigna para el medio ambiente.

Sobresaliendo, el departamento de La Guajira y una zona primordial de la región Caribe, así como lugares de los departamentos de Santander y Norte de Santander, se aseguran con

recursos energéticos limpios estimado como uno de los mejores de Sudamérica. Algunas zonas de los departamentos de Risaralda, Tolima, Valle del Cauca, Huila y Boyacá también se priorizan entre los mejores. (figura 15).

Figura 14

Recurso Eólico en Colombia Frente al Resto del Mundo.



Nota. 3TIER, 2014

Los regímenes de vientos alisios más altos de la nación se concentran en el departamento de La Guajira. Estos regímenes eólicos tienen una velocidad media cercana a los 9 m/s (a 80 m de altitud) y una dirección predominante este-oeste (Huertas et al., 2007). Se estima que tienen un potencial energético que puede traducirse en una capacidad instalable de unos 18 GW eléctricos (Pérez et al., 2002), lo que supone casi 1,2 veces la capacidad de generación instalada en el SIN (Sistema Interconectado Nacional) a diciembre de 2014 (15. 465 MW).

Adicionalmente, bajo los supuestos de factibilidad técnica de Huertas y Pinilla (2007), el potencial de toda la zona Caribe colombiana ascendería a una capacidad instalada de 20 GW, mientras que los potenciales para otras regiones del país corresponderían a las cifras mostradas en la Tabla 1. Esto se debe a que el resto de la costa Caribe tiene velocidades ligeramente inferiores a las de La Guajira, a pesar de contar con zonas costeras igualmente atractivas.

Tabla 1*Potenciales para Diferentes Regiones del País.*

Área	Potencial Eólico (MW de capacidad instalable)
Costa Norte	20 000
Santanderes	5 000
Boyacá	1 000
Risaralda - Tolima	1 000
Huila	2 000
Valle del Cauca	500

Nota. * (MW) Megavatios. Autoría propia

A continuación, utilizamos una herramienta web en tiempo real

<https://www.ventusky.com/> la cual proporciona información aproximada sobre la incidencia del viento en la ubicación en donde se implementará del sistema híbrido.

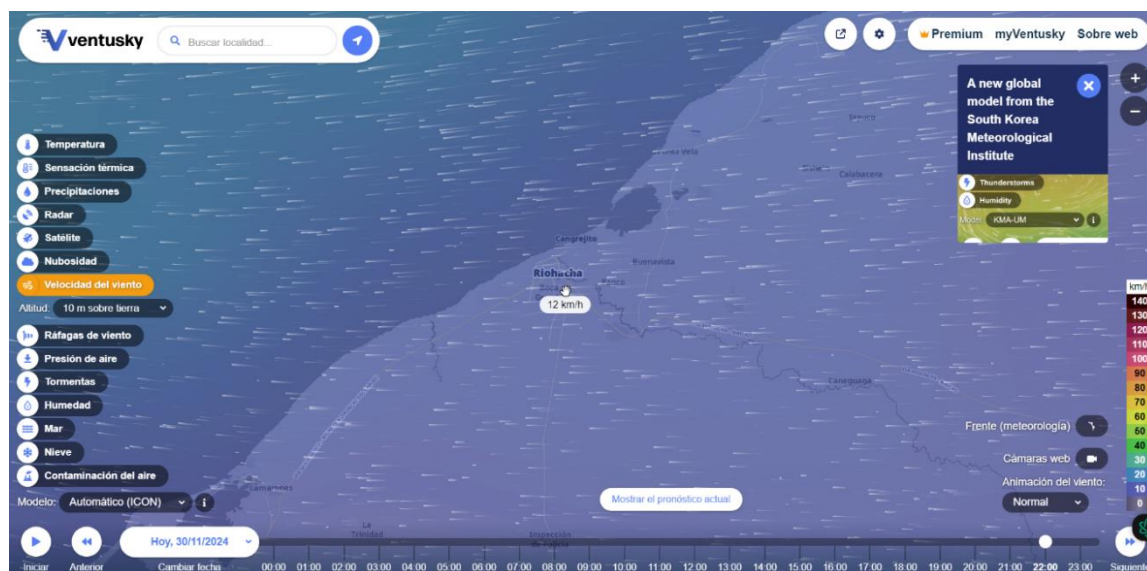
Tabla 2*Promedio de Velocidad del Viento en Riohacha*

Hora de toma de Dato	Velocidad promedio Del viento m/s
04 : 00	5
10 : 00	14
16 : 00	13
21 : 00	16
02 : 00	6
Promedio diario	10.8

Nota. Se promedia tomando la lectura en un lapso de cada 6 horas durante el transcurso del día y se registra el promedio, para el municipio de Riohacha se tiene 10.8 m/s. Autoría propia

Figura 15

Velocidad del Viento Rioacha 21:00 a 22:00 Horas



Nota. Ventusky - Previsión del tiempo en el mapa.

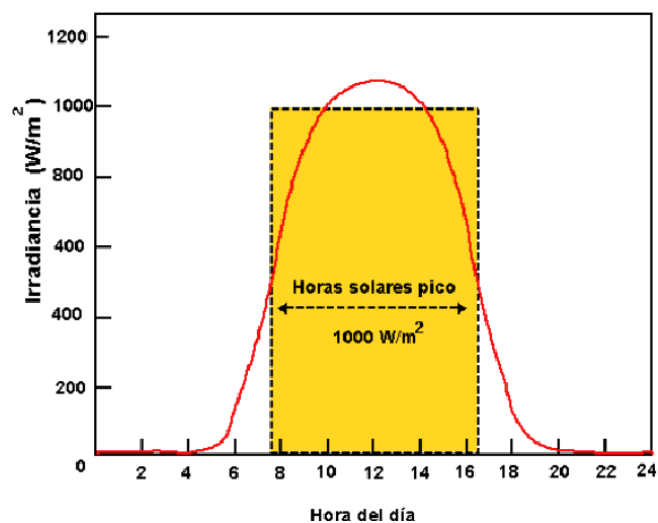
Hora Solar Pico (HPS)

La proporción de radiación solar que incurre sobre un espacio en un lapso de tiempo calculado, a menudo un año.

La mejor radiación se calcula en el transcurso de las horas punta, que se determinan al ser las más soleadas del día. Los niveles de radiación son diferentes entre países ecuatoriales y hemisféricos, esta duración varía según la región.

Figura 16

Hora Solar Pico.



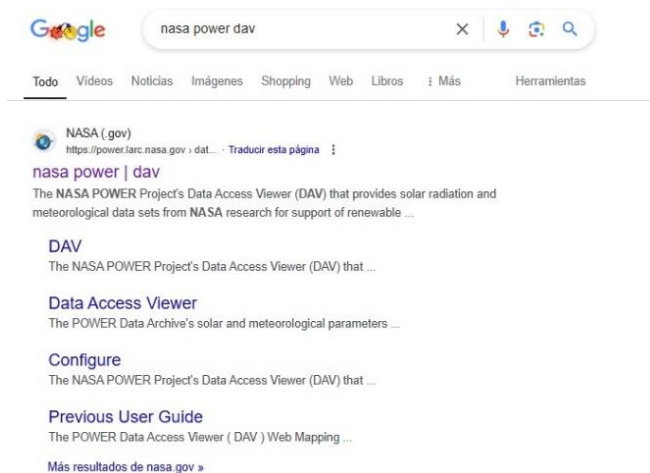
Nota. Semantic Scholar

En este caso se toma como punto de referencia el municipio de Riohacha en el Departamento de la Guajira y se toman los datos arrojados por el software NASA POWER DAV (figura 24) para ello se llevan a cabo los siguientes pasos:

En el motor de búsqueda tipeamos Nasa Power Dav.

Figura 17

Paso 1 Manejo de Software NASA POWER DAV



Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov.

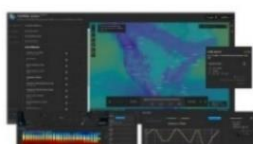
Ubicamos la sección Data Access Viewer (figura 19),

Figura 18

Paso 2 Manejo de Software NASA POWER DAV



Multiple Data Access Options



Data Access Viewer

Responsive web mapping application providing data subsetting, charting, and visualization tools in an easy-to-use interface.

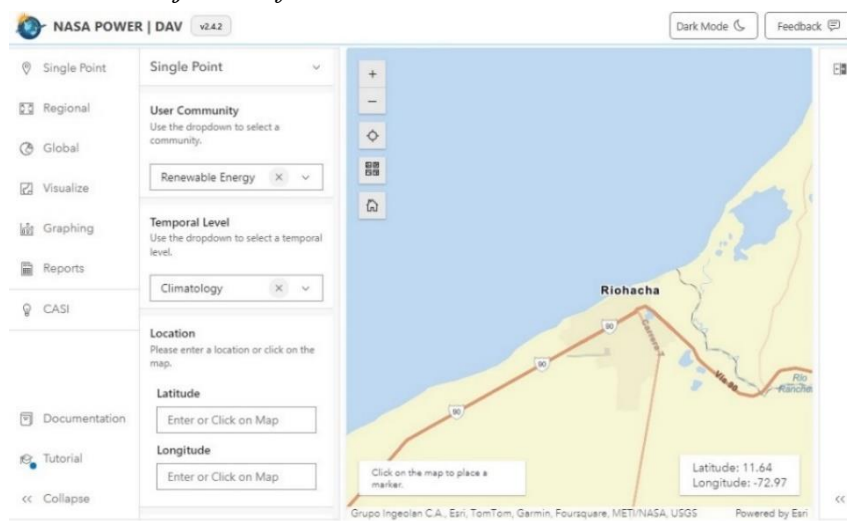
DATA ACCESS TUTORIAL

Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov.

Abrimos el icono Single Point (figura 20),

Figura 19

Paso 3 Manejo de Software NASA POWER DAV

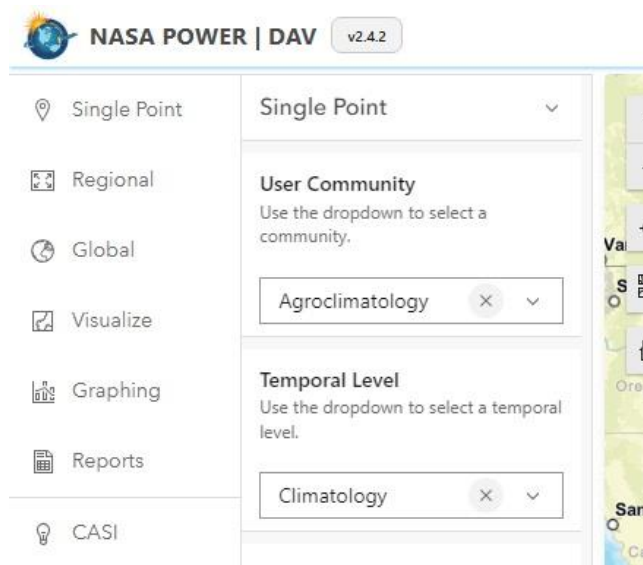


Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov

Luego en la pestaña User Community, elegimos sucesivamente Renewable Energy (Energías Renovables) y en la pestaña Temporal Level seleccionamos Climatology (climatología) y simplemente se ubica la zona en que queremos instalar el sistema híbrido (figura21).

Figura 20

Paso 4 Manejo de Software NASA POWER DAV

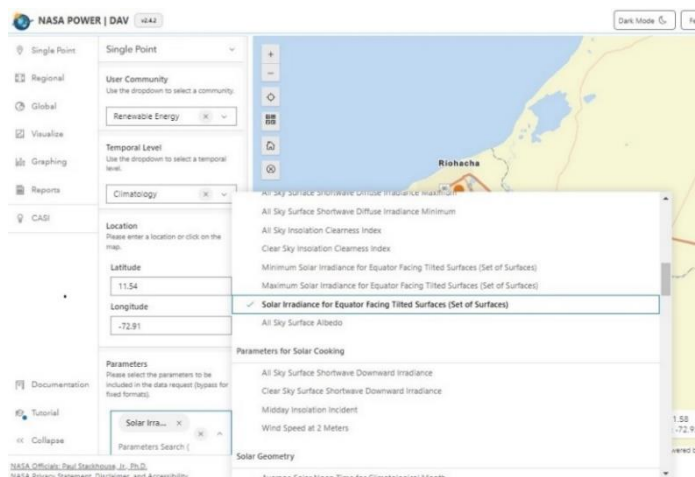


Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov

Para descargar los datos de irradiación solar se abre la pestaña de parámetros y seleccionamos solar irradiance for ecuador (figura 22)

Figura 21

Paso 5 Manejo de Software NASA POWER DAV

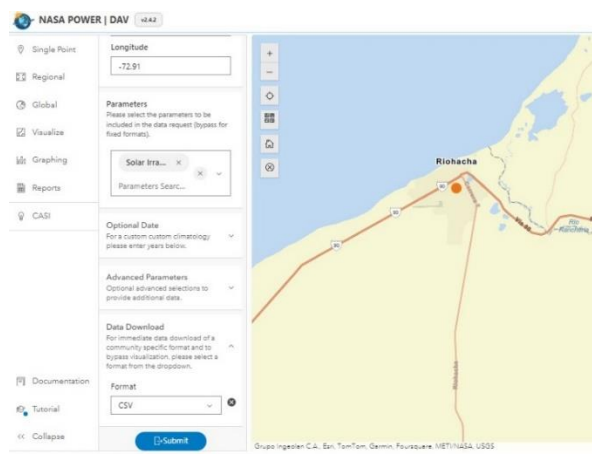


Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov

Por último, elegimos el tipo de archivo en que queremos descargar los datos en la pestaña Data Download – Format y seleccionamos CSV y se pica en el botón Submit (figura 23)

Figura 22

Paso 6 Manejo de Software NASA POWER DAV



Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov

El archivo Excel descargado, se muestra 12 horas picos que corresponden a cada mes del año iniciando en el mes de enero y culminando en diciembre, teniendo en cuenta la posición del

panel en forma horizontal y vertical (figura 24),

Figura 23

Paso 7 Manejo de Software NASA POWER DAV

Parameter(s)	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Horizontal Surface (kW-hr/m ² /day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	5.27,5.74,5.75,5.51,5.28,5.66,5.94,5.89,5.53,5.02,4.75,4.89,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	5.09,5.61,5.69,5.51,5.31,5.72,5.99,5.91,5.4,95,4.63,4.72,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	7.6,6.04,5.83,5.42,5.09,5.38,5.65,5.72,5.53,5.15,5.04,5.37,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	15.6,12.6,16.5,6.9,5.08,4.63,4.77,5.03,5.25,5.28,5.11,5.2,5.73,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	4.01,3.36,2.49,1.74,1.66,1.6,1.6,1.57,1.97,2.57,3.16,3.89,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	6.17,6.16,5.83,5.51,5.32,5.79,6.05,5.91,5.55,5.17,5.2,5.79,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	32.0,22.0,9.0,3.5,13.0,17.5,16.5,9.0,4.0,14.5,24.5,33.0,999.0
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORI	S,S,S,N,N,N,N,N,S,S,S,

Nota. Stackhouse, P. (2025). POWER | DAV. Nasa.gov

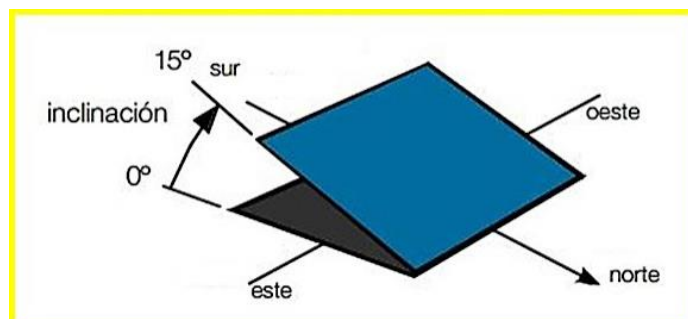
Con estos datos podemos hacer un promedio de los 12 meses o podemos tomar el resultado menor para que desde de ahí hagamos los cálculos y elegir la cantidad de celdas solares acorde al consumo del inmueble en que se instalara el sistema hibrido, también nos ayuda a ver si es rentable la utilización de este sistema en la zona elegida (tabla 3).

Tabla 3*HPS del Municipio de Riohacha.*

Meses del año	Superficie Inclinada Horizontal en horas	Superficie Inclinada Vertical en horas
Enero	5,27	4,01
Febrero	5,74	3,36
Marzo	5,75	2,49
Abril	5,51	1,74
Mayo	5,28	1,66
Junio	5,66	1,6
Julio	5,94	1,57
Agosto	5,89	1,97
Septiembre	5,53	1,69
Octubre	5,02	2,57
Noviembre	4,75	3,16
Diciembre	4,89	3,89
Promedio Total	5.43	2.47

Nota. * (HPS) horas solar picor. Autoría propia

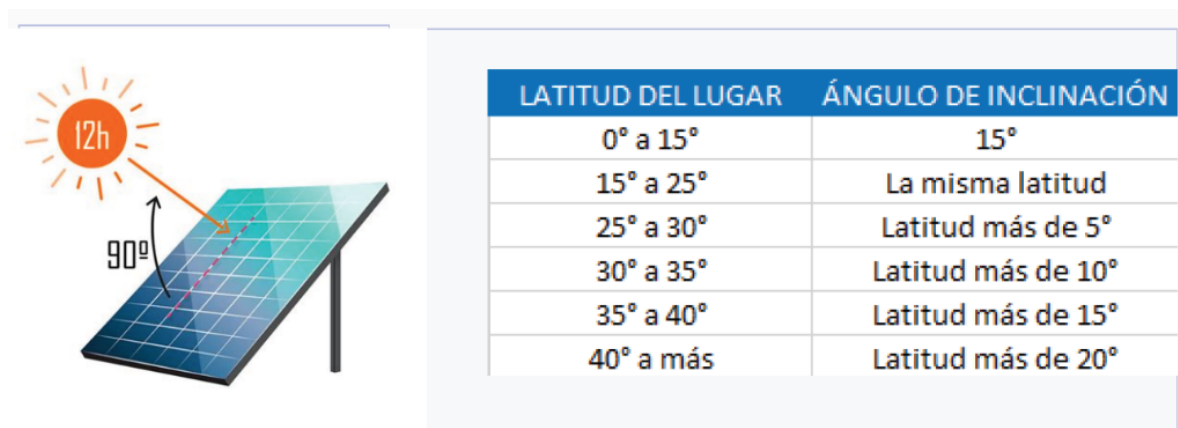
Cabe añadir que los paneles solares estén inclinados 15 grados (figura 25,26) hacia la línea del ecuador de forma horizontal con respecto al nivel del mar para tener un aprovechamiento máximo sobre la irradiación del sol.

Figura 24*Orientación de Panel Solar entre los Puntos Cardinales*

Nota. Autosolar

Figura 25

Ángulos de Inclinación para los Paneles Solares



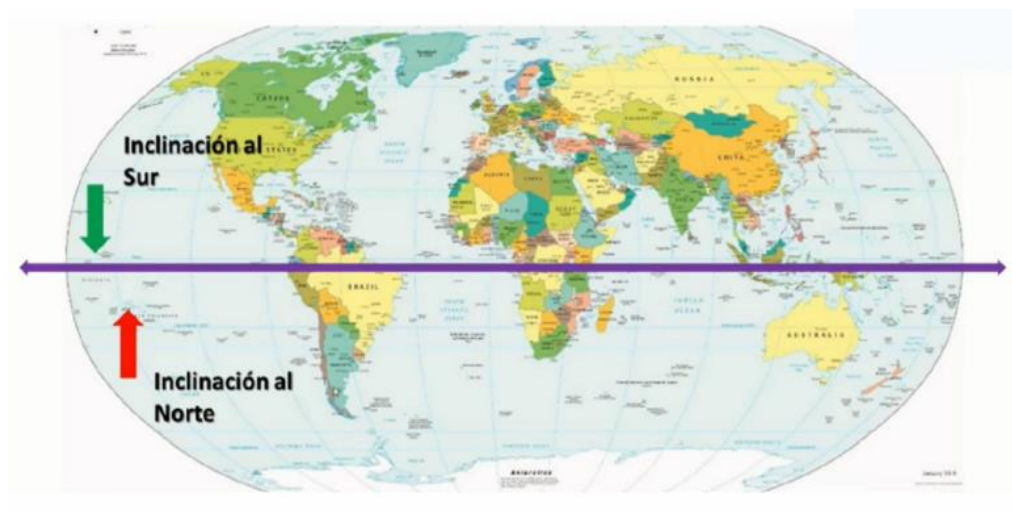
Nota. Autosolar

Objetivamente Colombia se sitúa en el hemisferio norte, la mejor ubicación de inclinación para los paneles solares es mirando hacia el sur. Estos paneles deben dirigirse hacia la Línea del Ecuador para captar la mejor cantidad de luz solar durante el transcurso del día.

En términos de transformación de energía solar, el posicionamiento hacia el sur es su más elevado abrochamiento a la saturación diurna al sol optimizando su labor. Acorde de la orientación, es importante tener en cuenta el ángulo de inclinación de los paneles solares, ya que esta situación varía en función de la región y las condiciones geográficas donde se implementará el sistema fotovoltaico.

Figura 26

Orientación de Panel en Países con Respecto a la Línea del Ecuador.



Nota. Autosolar

Sistema Eólico Pequeño para Generación de Electricidad

¿Cómo Funcionan las Turbinas Eólicas?

Según el texto, *Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad Energía Eficiencia y Energía Renovable.* (n.d.). Muestra que un aumento del calor variable en la superficie causado por la incidencia del sol es lo que genera el viento. Cuando se pone en marcha un dinamo, es el ejemplo más palpable donde se representa los aerogeneradores transformando la energía cinética del aire en movimiento por energía mecánica y producen electricidad. Hoy en día, las turbinas eólicas conforman diversas fuentes de energía limpia; estas a su vez gracias a su forma aerodinámica hace rotar e impulsar sus palas las cuales son capaces de extraer la mayor cantidad de energía del aire en movimiento y producir electricidad.

Partes Básicas de un Sistema Eólico Pequeño para Generación de Electricidad

El centro primordial de un sistema eólico consiste en un rotor, generador o alternador instalado en un chasis, una cola o timón (guía del viento), una torre, el cableado y los

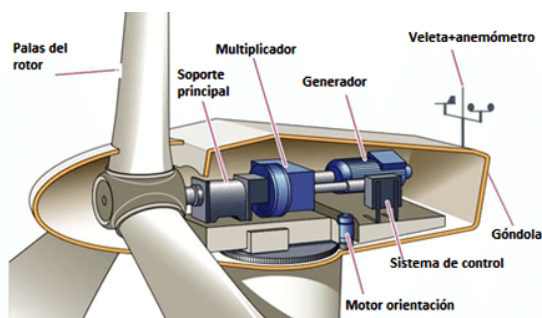
componentes del «sistema de equilibrio» -controladores, inversores y baterías- constituye las partes más importantes de este grupo de componentes. El movimiento giratorio de las palas sobre la turbina transforma la energía cinética del viento en un movimiento de rotación que alimenta el generador.

Turbina eólica: la gran parte de las turbinas que se construyen hoy en día son de eje horizontal (Figura 28), denominadas por su fabricación como «contra el viento», y tienen de dos a siete palas dependiendo del tamaño y su capacidad de generación. Estos alerones suelen estar construidas con materiales compuestos como lo son la fibra de vidrio, de carbono o aluminio.

En el primer caso, el diámetro del rotor establece la cantidad de flujo de aire que capta para así suplir el rotor y determina la cantidad de electricidad que puede convertir una turbina. Este parámetro fija el área barrida (es el área del círculo que describe el rotor al girar perpendicularmente al viento) de la turbina, o el volumen de viento que puede captar. El rotor, el generador y la guía (cola) están montados en la carcasa de la turbina. La cola funge como timón, gracias a ella la turbina siempre está orientada (perpendicular) al viento.

Figura 27

Principales Partes de un Generador



Nota. Download scientific diagram

Sistemas de orientación: todos los aerogeneradores de eje horizontal requieren un sistema mecánico que oriente el rotor, es decir, que adquiera de algún modo la dirección del aire y

coloque el rotor en la misma dirección, minimizando así las tensiones y las pérdidas de potencia, aunque hay otros tipos de aerogeneradores, los cuales por su infraestructura son denominados de eje vertical y carecen de dispositivo de orientación.

Cuando la dirección y la velocidad del viento convergen, los aerogeneradores de eje horizontal son vulnerables a fuertes tensiones. Por esto, cuando la dirección del viento transmuta rápidamente, el conjunto de dirección debe ser capaz de orientar el rotor hacia el viento sin generar cambios relevantes en la dirección del rotor.

Hay una gran variedad de artilugios de orientación, se seleccionan teniendo en cuenta la potencia del aerogenerador.

El componente más apropiado para las máquinas de pequeña potencia (por debajo de 50 kW) con un rotor orientado hacia el viento suele ser una cola, este tiene que ser de superficie plana en el extremo del soporte que se sujeta al cuerpo del aerogenerador. De forma parecida a un velero, la cola produce un empuje al momento de desviar y cambiar la posición de equilibrio, del mismo modo tiende a devolver la turbina a su posición inicial. Es importante que la zona de turbulencias del rotor no pueda alcanzar la cola.

Figura 28

Dispositivo de Orientación de Aerogenerador



Nota. EBAYTV

Los aparatos de baja potencia también aplican el sistema de rotor auxiliar, formado por pequeñas palas puestas perpendicularmente y detrás del rotor. El paso que el viento crea en las hélices auxiliares actúa sobre el conjunto que desplaza toda la turbina hasta que vuelve a orientarse. El viento sólo afecta a las hélices cuando el rotor no está orientado.

El rotor de los aerogeneradores más grandes (de más de 20 m de diámetro) suele ir detrás de la torre o a sotavento de ella. Para este caso se emplea el efecto cónico. Por consecuencia de la pequeña inclinación hacia atrás, las aspas forman un cono cuando entran en funcionamiento. El rotor tiende a cambiar de dirección hasta alcanzar la posición de equilibrio, en la que todas las palas asumen el mismo empuje, ya que cuando el rotor no está orientado, las palas situadas en donde no viene el viento reciben un empuje aerodinámico más fuerte.

En la mayoría de los casos, el rotor de los aerogeneradores más grandes (diámetros superiores a 20 m) va detrás de la torre, o a sotavento de ella. Aquí se aplica el efecto cónico. Las hélices forman un cono cuando giran debido a su pequeña inclinación hacia atrás. Las palas situadas más a sotavento reciben un mayor empuje aerodinámico mientras el rotor no está gobernado, lo que hace que éste cambie de orientación hasta alcanzar la posición de equilibrio, en la que todas las palas reciben el mismo empuje.

El inconveniente de la orientación del rotor en las turbinas eólicas es más complejo que las soluciones dispuestas aquí. Estos aparatos suelen tener mecanismos eléctricos auxiliares que se encargan de orientar el rotor en la dirección conveniente. Estos mecanismos trabajan automáticamente mediante servomecanismos (una veleta detecta y compara la dirección del viento con respecto a las aspas y el rotor). Concepto extraído de (Díez, P. F. (1993). *Energía eólica*. Servicio Publicaciones, Universidad de Cantabria).

La potencia generada por la maquina (PGM) se describe a continuación con las ecuaciones correspondientes:

$$PGM = C_p * \frac{1}{2} * (\rho * V^3 * A$$

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$C_p = \text{Coeficiente de potencia } C_p = 0 - 0.5$$

$$C_p = PGM / \text{Potencia del viento}$$

C_p depende de:

$$\text{Baja velocidad de la maquina} = 0.05 - 0.2$$

$$\text{Velocidad media} = 0.2 - 0.4$$

$$\text{Velocidad alta} = 0.4 - 0.5$$

PGM es proporcional al D^3 y V^3

A = área

D = diámetro

Turbina eólica vertical: hoy en día la tecnología nos ha entregado nuevos artefactos entre los que se encuentran un diseño vanguardista con sistema de eje vertical capaz de aprovechar el último vatio de cada ráfaga de viento circundante, y su trabajo es de alto rendimiento, con relevancia para el uso en zonas de vientos moderados. Al no tener en su carcasa un sistema de orientación, los aerogeneradores de eje vertical funcionan con una baja emisión de ruido. También son convenientes al tener una proyección que respeta la fauna silvestre por su persistente huella visual.

Su transmisión directa es gracias a la tecnología sin engranajes, elimina la necesidad de mantenimiento prolongados costosos y/o las piezas que deben sustituirse periódicamente.

Torre: al aprovechar los sitios elevados la turbina se instala en lo alto de una torre, normalmente el viento es más fuerte por ende genera más electricidad. Además, la torre por su diseño evita las turbulencias de aire que pueden provenir al interactuar cerca del suelo debido a barreras como colinas, árboles y determinadas construcciones.

Generalmente por norma se recomienda instalar la turbina en un poste, en el cual la parte inferior del rotor está a una altura de 30 pies (9 metros), y a una distancia de cualquier obstáculo que se encuentre a 300 pies (90 metros) de la torre. Es decir, construir una turbina a 100 pies (30,4 metros) en lugar de 60 pies (18,2 metros) puede dar como resultado en un aumento del 10% en la generación de electricidad, pero se puede elevar la generación de energía hasta en un 25%.

En la actualidad, las torres se presentan en dos tipos: torres arriostradas (figura 30), que son las más utilizadas utilizan para fines residenciales.

Figura 29

Torre Arriostradas



Nota. Steeltowerchn

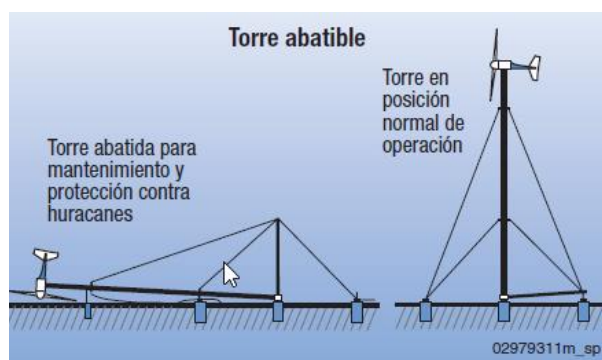
Y torres autoportantes (independientes), estas torres son las más rentables, dependiendo del diseño del cable tensor que tiran hacia los soportes, a la vez poseen partes estructurales o tubulares. La superficie en donde va montado los soportes debe tener un radio de la mitad o tres cuartos de la altura total de la torre. Aunque las torres con basculantes son más costosas, permiten al usuario mantener más fácilmente una accesibilidad a las turbinas tanto pequeñas y livianas, generalmente de 5 kW o menos (figura 31).

En caso de presentarse fenómenos meteorológicos como huracanes, las torres pueden retraerse. Se deben evitar las torres hechas de aluminio ya que no son adecuadas debido a su fragilidad y tienden a romperse.

Dado que todas las turbinas tiemblan por la rotación de las aspas esta vibración se transfieren a la estructura en el que están montados, no se recomienda ser montados en los techos ya que provocarían daños. A la vez los techos pueden crear una turbulencia excesiva, lo que acorta la vida útil de la turbina además de generar ruido y problemas estructurales en la construcción.

Figura 30

Tipo de Torre Basculante



Nota. Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad

Equilibrio del sistema. Adicionalmente de la turbina y la torre, serán necesarios componentes de equilibrio del sistema, que pueden variar según su aplicación. Los componentes también variarán dependiendo de si el sistema está aislado, conectado a la red o es un sistema híbrido. Los componentes de equilibrio del sistema para un hogar conectado a la red consistirán en un cable, una unidad rectificadora de señal (inversor), baterías de almacenamiento y un controlador. Un proceso de dar certificado por parte de un organismo como Underwriters Laboratories puede aborbar ciertos controladores, inversores y otros dispositivos eléctricos, en cuyo caso deben estar etiquetados adecuadamente.

Sistemas aislados: las baterías son necesarias para estos sistemas eólicos fuera de la red con el fin de almacenar el exceso de electricidad generada y utilizarla más adelante cuando allá ausencia de viento. Para evitar que los acumuladores sufran de sobrecarga tendrán conectados controladores de carga que se encargaran de mantener un nivel de tensión adecuado para que la vida útil de las misma se prolongue. En los carros de golf se ve como una opción viable lo mismo para sistemas remotos de energía renovable, ya que pueden recargar y descargar cientos de veces hasta el 80% de su capacidad. Debido al desgaste causado por la carga y descarga continuos se describe así los ciclos profundos, que van reduciendo su vida útil, por otro lado, las baterías automotrices no deben utilizarse en sistemas de energía renovable porque no son de ciclo profundo, de lo contrario la vida útil de las baterías de automóvil se degradarían prematuramente al no ser de ciclo profundo.

Se produce energía eléctrica de corriente continua mediante pequeñas turbinas eólicas. Se utiliza corriente continua para extraer energía directamente de la batería en unidades relativamente pequeñas. La corriente continua que guarda las baterías posteriormente se convierte corriente alterna mediante un inversor para que así el sistema la utilice en aplicaciones típicas de corriente alterna, aunque se reduce marginalmente la eficiencia total del sistema. Este el componente permite que la instalación eléctrica de la casa esté diseñada al estándar de las normas oficiales eléctricas globales agregando un ítem a favor para los futuros compradores de viviendas.

Debe instalarse lejos de dispositivos electrónicos y áreas habitacionales por razones de seguridad. Las elevadas temperaturas deben evitarse en los sitios donde se encuentren lo mismo se aplica al utilizar acumuladores de plomo-ácido.

Para el sistema eólico se incorporan piezas comparables incluidos optimizadores, controladores de carga, inversores de corriente, baterías, aparatos de seguridad y puesta a tierra, cables para la conexión de todo el sistema.

Sistema Fotovoltaico Generación de Electricidad

¿Cómo Produce Electricidad un Sistema Fotovoltaico?

Según la empresa *Enel X. (2024)* Un panel fotovoltaico (PV), Comúnmente conocido como panel solar, está formado por células que están conectadas entre sí y absorben la luz solar y la convierten en energía eléctrica, interiormente que están compuestas por un semiconductor transmisor de energía (como el silicio), se crea un Se crea conectando estas células, que están compuestas de un semiconductor transmisor de energía (como el silicio).

Los bloques son hechos de componentes en donde los electrones se liberan de su posición al ser golpeados por la luz del sol pasando a través del semiconductor en los paneles fotovoltaicos creando de esta forma electricidad. A lo anterior dicho el desequilibrio de carga se produce entre las superficies frontal y posterior de la célula, como resultado de estos electrones liberados, cada uno de estos tiene carga negativa y positiva, moviéndose a través de ella hacia los extremos creando un potencial de tensión en los paneles.

Los terminales negativos y positivos de una batería producen un potencial de voltaje. Después de esto, se traslada la corriente por las líneas y se utiliza inmediatamente o se almacena en un acumulador ya complementado en el sistema fotovoltaico. No sólo cuando el sol brilla estas células solares funcionan como días nublados, pero su desempeño baja al mínimo de su funcionamiento. Las células solares funcionan al máximo cuando la incidencia del sol sobre ellas es plena como en horas pico.

¿Cuáles son los Componentes de un Sistema Solar Fotovoltaico?

Los siguientes, son los más importantes componentes de un sistema fotovoltaico teniendo en cuenta la experiencia de E4e Grupo Espacio Industrial. (2021, November 23).

Módulos o paneles fotovoltaicos: un módulo fotovoltaico capta la energía que irradia el sol gracias al uso de componentes especiales llamados unidades fotovoltaicas, capaces de


producir electricidad cuando les llega la luz solar o artificial; Estos los encontramos en tres grupos principalmente:

Monocristalinos: en situaciones de radiación máxima, superan a otros tipos de paneles teniendo los mejores índices de eficiencia. Los paneles solares monocristalinos están contruidos a partir de bloques enteros de silicio, como su nombre lo indica. Debido a estas características, sus costos de fabricación son más elevados. Sin embargo, la vida útil y los ahorros por su durabilidad ofrecen acelera el retorno de la inversión. Destacan por su tonalidad oscura casi negro.

Policristalinos: este tipo de panel utiliza silicio que no es uniforme esto da como resultado una estructura cristalina variada a lo largo de su longitud. Los paneles policristalinos requieren más cantidad de radiación solar para alcanzar una potencia determinada de ahí son menos eficientes que los paneles monocristalinos. Se reconocen Fácilmente por su color azulado matizado.

Paneles solares amorfos o de capa fina: aunque son más rentables en el momento de su compra, son de los menos óptimos la generar electricidad que sus predecesores y tienen menos horas útiles de funcionamiento, la ventaja que poseen a comparación de los paneles monocristalinos y paneles policristalinos es su estructura flexible que se ajustan a diferentes superficies.

Figura 31*Diferencias entre los Paneles Según la Tecnología de Fabricación.*

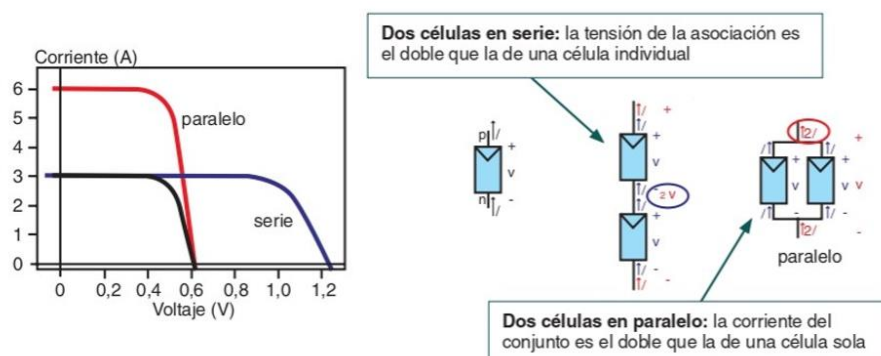
Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12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

Nota. SolarReviews

Potencia de la Célula Solar

En la manufactura es necesario agrupar varias células para suministrar la potencia necesaria al sistema del panel fotovoltaico, ya que una célula de tamaño normal (10 cm x 10 cm) sólo proporciona una cantidad de potencia muy modesta (alrededor de 1 o 2 vatios) al agruparlos suministran la potencia requerida al sistema fotovoltaico de la instalación. La idea de un panel solar surge del hecho de mejorar el potencial eléctrico de ahí el agrupamiento de estos.

Existen múltiples opciones en función de cómo están conectadas eléctricamente las células como se muestra en la (figura 33).

Figura 32*Asociación de Células Solares*

Nota. SESlab

Se tiene en cuenta que la potencia resultante es directamente proporcional tanto al aumentar el voltaje o la corriente.

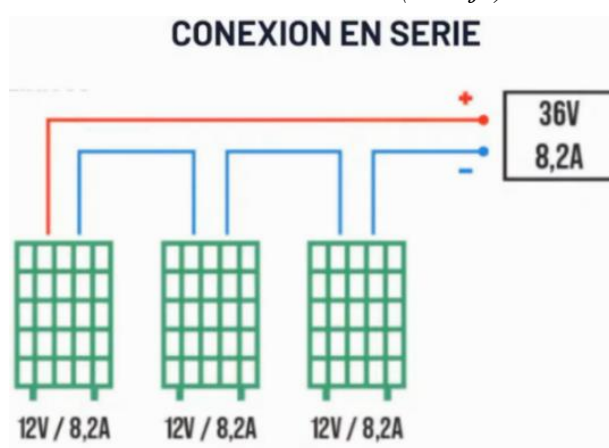
De igual forma a continuación se hace referencia a los tipos de conexión que se pueden lograr con los paneles solares:

La conexión en serie: con las células conectadas en esta forma permitirá elevar la tensión al final en los extremos de la célula equivalente manteniendo la corriente de cada una de ellas.

Ahí mismo hablamos que un grupo de células solares da como resultado un panel solar, este está caracterizado por un voltaje y una corriente descrito por el fabricante, así podremos aprovechar ya sea su diferenciación de potencial eléctrico o intensidad, como se demuestra en la figura 37 en donde se eleva el voltaje y se mantiene la corriente de cada panel solar tomando el punto positivo del panel como inicio del circuito seguido de conectar el punto negativo del mismo hacia el punto positivo del segundo panel solar y repitiendo dicha conexión con los demás paneles siguientes, llegando a un punto negativo el cual finaliza el circuito de conexión en serie de los paneles, dando como resultado la sumatoria de los voltajes de todos.

Figura 33

Asociación de Paneles Solares (voltaje)



Nota. Autosolar

La conexión en paralelo: permitirá aumentar la intensidad total del conjunto de células solares.

A continuación, en la figura 35 se observa la conexión en paralelo de los paneles solares que da como resultado la suma de las corrientes de cada panel solar y se logra conectando cada punto respectivo a la polaridad en una sola línea.

Figura 34

Asociación de Paneles Solares (corriente)

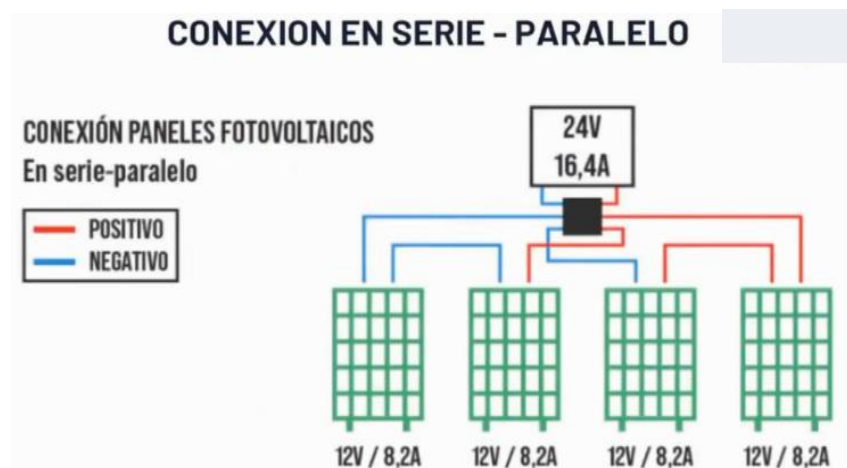


Nota. Autosolar

Conexión serie – paralelo: con los paneles solares se puede realizar los dos tipos de conexiones, esta conexión sirve para mantener la corriente del circuito, pero elevando el voltaje y no comprometer el condicionamiento de un cableado más robusto ya que elevaría los costos de la instalación (figura 36).

Figura 35

Asociación de Paneles Solares



Nota. Autosolar

Equipos Afines en el Sistema Híbrido

Optimizadores

En el trayecto que hay entre los paneles solares y el inversor hay dispositivos en un sistema fotovoltaico llamados optimizadores de potencia y su propósito es mejorar el rendimiento de cada panel para que pueda trabajar a su máxima capacidad. Los grupos de paneles solares conectados en serie presentan problemas de rendimiento, en este caso se utilizan optimizadores esto logra que los demás paneles funcionen a la misma potencia limitada que los paneles defectuosos; es decir, como resultado, los módulos restantes funcionan con el mismo bajo consumo que los paneles defectuosos permitiendo la independencia del panel sin comprometer el rendimiento general de la instalación.

Figura 36

Optimizador de Potencia para Paneles Solares



Nota. AutoSolar Blog

A diferencia del inversor, que a menudo funciona en conjunto con toda la instalación, el optimizador debe ubicarse en cada panel para maximizar la eficiencia, de esta manera, puede mejorar al punto de potencia máxima de cada panel.

A continuación algunos de los beneficios y desventajas:

Es compatible con todo tipo de paneles solares, cuando los paneles solares no pueden colocarse con la inclinación y orientación adecuadas debido a las restricciones del techo, esto tiene un impacto en la intensidad de radiación que recibe cada módulo y varía entre paneles.

Optimiza el punto de máximo de potencia por panel que se ve afectado por elementos climáticos externos o problemas provocados por sombras u obstrucciones mejorando la eficiencia total de la instalación.

Su compatibilidad es alta con sistemas de almacenamiento, es decir, puede funcionar perfectamente en instalaciones eólicas, fotovoltaicas o híbridas que utilicen acumuladores.

Identifican aquellos paneles que funciona mal en la instalación y requieren menos mantenimiento.

Debido a diferencias de potencia entre paneles evita las pérdidas de energía causadas por diversas anomalías.

Los paneles están conectados en serie, por lo que el uso de optimizadores puede limitar la cantidad de cadenas (un conjunto de paneles solares fotovoltaicos conectados en serie, a veces denominados cajas de cadenas) que se pueden conectar. Los optimizadores evitan este problema, lo que mejora la funcionalidad general del sistema.

Los optimizadores están hechos específicamente para aumentar la eficiencia de los paneles solares y hacerlos más seguros y productivos, en estos dispositivos es difícil identificar cualquier inconveniente para no utilizarlos.

Además el aparato está optimizado para compensar la energía que consume por la eficiencia aplicada a su función. Su precio puede ser su principal inconveniente, pero es fundamental tener en cuenta que el uso de esta tecnología puede mejorar la optimización y la confiabilidad de los paneles, en última instancia ya agregará valor al sistema en conjunto.

Regulador o Controlador de Carga

Se debe instalar un regulador de carga en la conexión entre los paneles solares y las baterías del sistema para que la instalación funcione correctamente. Este componente, funciona para prolongar la vida útil de las baterías y evitar el deterioro prematuro debido a la sobre carga.

Controladores de carga PWM: estos reguladores de carga que utilizan la modulación por ancho de pulsos, o reguladores PWM PWM para la carga. Los reguladores de carga más fáciles de utilizar y más accesibles son los reguladores de carga (Figura 38). Este tipo de cargador de baterías solares suministrará corriente a los acumuladores siempre que la tensión producida por los paneles solares esté dentro del rango de carga de las baterías.

El rango de voltaje práctico de las baterías de 12 V es de aproximadamente 10 V a 13,5 V, la batería está completamente cargada a 13,5 V y se descarga a 10 V. Sólo cuando el voltaje convertido por los paneles solares cae dentro de este parámetro entra a trabajar este elemento dentro de este rango proporcionando carga PWM corriente a la batería.

Los controladores PWM sólo se encargan de gestionar el suministro eléctrico, lo que implica detener o cortar la corriente que fluye de los paneles a las baterías. Dicho de otro modo, para que un sistema de controlador PWM funcione correctamente, el voltaje de los paneles debe coincidir con el rango de voltaje de las baterías. En pocas palabras, las baterías deben ser de 12 V si los paneles funcionan a 12 V o de 24 V si los paneles funcionan a 24 V.

Figura 37

Controlador PWM



Nota. ASC Electrónica

Controladores de carga MPPT: MPPT significa Seguimiento del Punto de Máxima Potencia (por sus siglas en inglés, Maximum Power Point Tracking), estos cargadores de batería solar son tecnología más avanzada y de mejor eficiencia (figura39).

El algoritmo de la tecnología MPPT se encarga de gestionar la entrega de potencia de los paneles fotovoltaicos, maximizando su producción para liberar de forma constante la mayor cantidad de energía posible, incluso en ausencia de radiación solar adecuada. La potencia máxima obtenida varía en función de la radiación solar, la temperatura del panel y la temperatura ambiente. La producción disminuye como consecuencia de las sombras inducidas por las nubes, que reducen la cantidad de energía generada por los paneles.

La ventaja de los reguladores de carga MPPT es que, independientemente del entorno, siempre dan a las baterías su punto de máxima potencia, independientemente de que coincidan los voltajes de la batería y de los paneles solares.

Antes de optimizar la salida de los paneles solares ajustando su tensión y alterar la tensión de salida a la tensión ideal para la carga de la batería, la primera etapa de su funcionamiento consiste en comparar la tensión de salida del panel fotovoltaico con la tensión óptima de la batería.

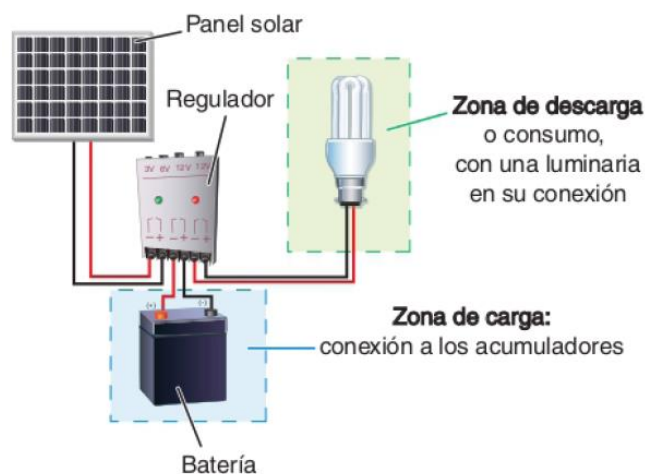
Figura 38

Controlador MPPT



Nota. ASC Electrónica

Por lo tanto, el regulador aplica sus características en ambas zonas, en un lado su misión es asegurar una tensión adecuada para alimentar las baterías y evitar índices de sobrecarga, y por el lado de la descarga en donde asegurará una salida de flujo de energía diario evitará una descarga excesiva del acumulador por debajo del porcentaje de seguridad para no afectar la vida útil del acumulador. (figura 40).

Figura 39*Conexiones del Regulador en una Instalación Fotovoltaica*

Nota. Cymasol

Controlador de carga de aerogenerador: este controlador de carga es un aparato eléctrico que se conecta a un sistema entre una turbina eólica y un sistema de almacenamiento de electricidad basado en acumuladores. El controlador apaga la turbina a velocidades de viento más altas para evitar daños a diferentes partes de la turbina. Controla constantemente el nivel de voltaje de la batería, asegurándose de que no supere niveles peligrosos.

El controlador permite que el dispositivo arranque a velocidades de viento de aproximadamente 7 a 11 millas por hora (mph) y apaga la máquina cuando la velocidad del viento supera las 55 a 65 mph.

Inversores o Convertidores de Corriente

La función del dispositivo eléctrico es convertir la energía generada por los módulos o paneles solares conocida como corriente continua, o CC, entre los 12 y 48 voltios y transformarla en el tipo de energía que necesitan los hogares y las empresas habitualmente, conocida como corriente alterna, o CA, a 110 voltios (figura 41). Los convertidores también disponen de dispositivos de protección que los desconectan del

circuito del sistema en caso de fallo de la red o fluctuaciones de la energía, lo que amplía aún más la seguridad del sistema.

Las principales funciones de un inversor solar son:

Testear el funcionamiento del circuito del sistema fotovoltaico

Mantiene Estable las ondas eléctricas y proporcionar un fluido constante de la energía optimizando el funcionamiento del sistema en general.

Trasformar la energía continua en alterna, que es el tipo de energía más utilizada comúnmente.

Figura 40

Inversor Solar



Nota. Autosolar

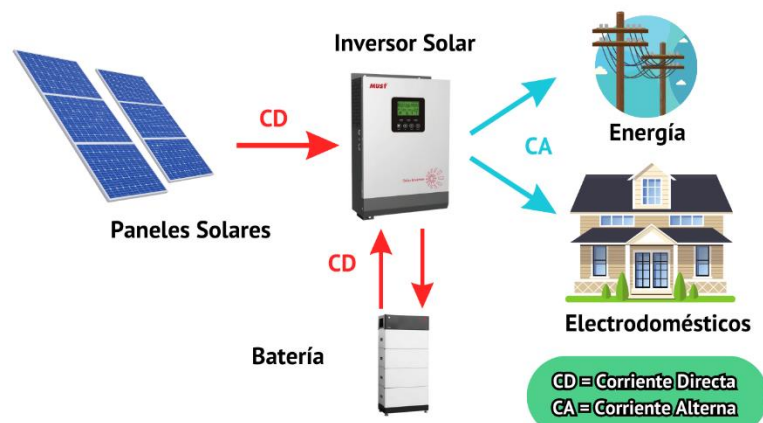
Existen dos tipos de inversores de potencia:

Para Sistemas Directos Conectados a la red Eléctrica Convencional: y que interactúan con esta. Estos inversores no están conectados a los acumuladores y transfieren la potencia eléctrica directamente a los electrodomésticos y maquinas que funcionan a 110 o 220 voltios.

Inversores para Instalaciones Fuera de la Red o Híbridas: del mismo modo que el anterior, su función es transformar la corriente para el consumo, pero se guarda en pilas para su uso en momentos subsiguientes.

Figura 41

Función del Inversor



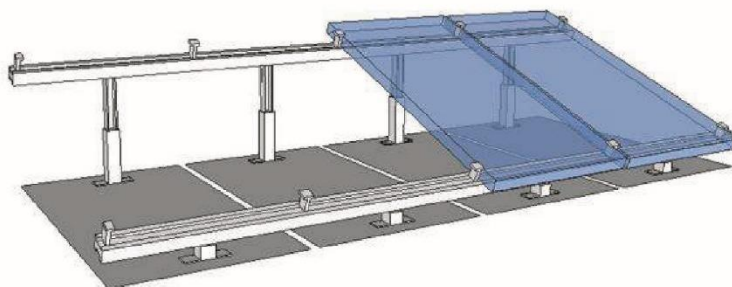
Nota. Globalpay

Soportes o Estructuras

Los módulos se apoyan en estas bases que los sujetan al tejado o suelo, dependiendo en la zona en que se implementa el sistema (Figura 43). Los herrajes de sujeción para techos planos también pueden dirigir la orientación de los paneles, inclinándolos en la dirección apropiada hacia los rayos solares para maximizar la exposición a la radiación solar.

Figura 42

Montaje de Paneles Solares



Nota. Save Energy

Los sistemas realizados para soportar adecuadamente los módulos fotovoltaicos se conocen como estructuras de paneles solares. Además de fijar los elementos, estos perfiles ayudan a determinar la inclinación ideal para maximizar la cantidad de energía solar captada.

La arquitectura en que va montados los paneles solares es crucial, en este sentido porque la orientación de los módulos afecta mucho a la eficacia de un sistema de paneles solares.

Dependiendo de la cantidad de módulos que se instalen, la orientación prevista y la ubicación, existe una amplia gama de soportes y estructuras. En resumen, una estructura de panel solar puede adoptar muchas formas diferentes, pero las más populares son planas y en ángulo hacia el suelo.

A la hora de elegir los soportes de los paneles solares debe tenerse en cuenta el tipo de superficie sobre la que se van a instalar. La estructura puede adaptarse a las condiciones particulares del emplazamiento gracias a los distintos tipos de herrajes que se adecuan a la superficie de instalación.

Las estructuras para paneles solares son cruciales en las instalaciones solares porque cumplen una doble función: permiten ajustar la orientación y/o inclinación de los módulos para

mejorar el rendimiento de la instalación y garantizan la correcta fijación de los módulos fotovoltaicos.

Baterías

Las baterías son un componente crucial de las instalaciones aisladas de la red y resultan esenciales para el almacenamiento de energía tanto en sistemas fotovoltaicos autónomos como híbridos. Facilitan el acceso a la electricidad por la noche y en días nublados, cuando la radiación solar es mínima o inexistente. La capacidad de almacenamiento de estas baterías se expresa en amperios. Aunque hoy en día existen muchos tipos diferentes de baterías para sistemas fotovoltaicos e híbridos, a continuación, se ofrece un rápido resumen de las tecnologías de baterías más utilizadas:

Los tipos de baterías para instalaciones híbridas (eólicas y fotovoltaicas). *Atersa Shop*. (2024) considera explicar las diferencias entre las distintas baterías, las especificaciones y los usos para los que está recomendada cada una.

Baterías OPzS: dado que OPzS es un acrónimo del alemán Ortsfest PanZerplatte Flüssig, o placa de blindaje líquida estacionaria, este tipo de batería estacionaria tiene este peculiar nombre.

Estos modernos acumuladores destacan por su capacidad para satisfacer eficazmente elevadas demandas de consumo, su capacidad de carga (que oscila entre los 200 y los 4.500 amperios por hora) y los numerosos ciclos (el proceso de carga y descarga por el que pasa la batería) que pueden soportar cuando funcionan a pleno rendimiento. Por ello, su vida útil puede superar los veinte años.

A pesar de tener dos subtipos con sus especificaciones diferenciadas, estas baterías están pensadas para instalaciones robustas de alta demanda debido a sus características:

OPzV: al estar selladas, no necesitan mantenimiento como las OPzS, lo que las hace

perfectas para instalaciones que no pueden revisarse con regularidad.

TOPzS: en comparación con sus predecesores, creados con un método que sólo podía automatizarse parcialmente, son más rentables gracias a su producción en serie. Sin embargo, su material de fabricación translúcido es un inconveniente, ya que para su mantenimiento dificulta la detección del nivel de ácido, por ello, requieren un cuidado adicional durante las inspecciones de seguridad para garantizar el correcto funcionamiento del acumulador.

Baterías ENERSOL: este tipo de pila estacionaria es una opción para sistemas eólicos o fotovoltaicos que necesitan un almacenamiento fiable a largo plazo por su bajo coste, longevidad, eficiencia y ciclos graduales lentos de carga y descarga. También pueden funcionar a 12 o 24 voltios según como se dispongan en el sistema de generación de electricidad, lo que permite flexibilidad a la hora de configurar el sistema fotovoltaico de autoconsumo para alcanzar determinadas necesidades energéticas. Para permitir una selección basada en los índices de carga y consumo requeridos para cada instalación, también se ofrecen en una variedad de características.

Por lo tanto, este tipo de acumuladores son una opción flexible, rentable, y ajustable para una gran variedad de parámetros de instalación.

De plomo-ácido: estas baterías, uno de los primeros tipos de pilas en comercializarse en el mundo, utilizan un electrolito de solución de ácido sulfúrico, se emplean en sistemas eólicos y fotovoltaicos (aunque no son aconsejables), así como en automóviles. Las baterías de plomo-ácido son sin duda una de las opciones más asequibles por ser comunes, con una fabricación sencilla y a gran escala, tienen una capacidad de carga respetable, aproximadamente entre el 80% y el 85% por cada kW producido por paneles solares o turbinas eólicas. La descarga de estos

acumuladores de energía no debe ser superior al 20% ya de lo contrario compromete la vida útil, a su vez requieren un mantenimiento rutinario.

Baterías de gel: las baterías de gel, que utilizan un electrolito gelificado tixotrópico para el almacenamiento de energía solar, destacan por su asequibilidad y su alta calidad en términos de rendimiento, es óptima en diversas condiciones ambientales, incluidas las condiciones extremas. (Las propiedades de gel blando del gel tixotrópico TSJ3175 le permiten actuar como disipador térmico y un revestimiento de protección contra los impactos y vibración para piezas y dispositivos electrónicos), esto posibilita que sean inmóviles en su posición única, lo que además evita los derrames de ácido cuando son movidas o se colocan en diferentes posiciones.

Por ello, estas pilas resultan extremadamente prácticas como opción flexible y segura para su instalación en cualquier lugar, sin tener que preocuparse por la contaminación o las fugas y las hace factibles para utilizarse en una amplia gama de instalaciones interiores en empresas, hogares, residencias rurales, etc.

Además de todas las ventajas mencionadas, requieren un mantenimiento mínimo y su inspección de nivel de ácido no es primordial. Sin embargo, se aconseja revisar periódicamente los bornes metálicos para evitar la sulfatación y degradación, que afecta en mayor o menor medida a las baterías de gel, las de plomo y las AGM. Además, los acumuladores no tienen inconveniente se recargan durante un largo periodo de tiempo después de descargarse gracias a sus propiedades.

Su vida útil varía, pero suele superar los 12 años que es un periodo muy aceptable en el mercado de energías limpias. Pueden tener una durabilidad de 400 a 2.000 ciclos de carga y descarga, según el modelo.

Baterías AGM: son acumuladores sellados que no necesitan mantenimiento y pueden funcionar en cualquier posición ya sea horizontal o verticalmente sin preocuparse por derrames

de electrolito. Al tener una válvula permite el paso de los gases producidos por las reacciones químicas en el interior de la batería, son seguros y herméticas gracias al uso de la tecnología VRLA (Valve Regulated Lead Acid - Plomo ácido regulado por válvula), en caso de sobrepresión, disponen de una válvula que remueve automáticamente los gases de su interior. Sus horas de vida útil son altas, superando a las baterías anteriormente mencionadas con un mínimo de mantenimiento y de ventilación.

Las baterías de ácido líquido tradicionales tienen una menor tasa de ratio (magnitud) de autodescarga, así mismo para prolongar su vida útil, es necesario una recarga más rápidamente después de descargas completas. Estos acumuladores son óptimos para instalaciones donde se acoplarán equipos tecnológicos donde conforman circuitos accionados por motor.

Baterías estacionarias: están destinados a un uso estacionario, para uso continuo con consumos medios-altos y pequeños picos de corriente, como sus características lo indica para uso inmóvil.

Estos acumuladores tienen componentes o copas de dos voltios conectados en serie, el número de copas variará según el voltaje de funcionamiento previsto para la aplicación en que se quiere poner en servicio, es decir, seis copas para 12 V o 12 para 24 V. Existen además baterías con componentes de GEL, que son más costosas, pero tienen mayor rendimiento y una longevidad de hasta 20 años, y las baterías plomo-ácido abiertas, tienen una vida útil de unos 15 años.

Baterías de litio: su prolongada vida útil y gran eficiencia de carga (entre el 95% y el 99%) las hacen las más recomendables. Su compuesto electrolito es sales de litio que gracias a las reacciones químicas le permite liberar y retener energía eléctrica en forma de electrones. No posee efecto memoria que existe en otros tipos de baterías, de esta manera, se pueden activar y desactivar su ciclo de carga o descarga según sea necesario sin afectar su funcionamiento.

Los acumuladores solares de litio son increíblemente eficaces y adaptables, tanto para sistemas eólicos y fotovoltaicos conectados a la red como fuera de ella. También funcionan con una variedad de inversores solares. Cuando se necesita una gran capacidad de descarga energética no tiene problemas, claro está, dependiendo de su máximo potencia nominal a la que está construida.

Existen versiones de 48 V, son la opción ideal porque pueden instalarse en paralelo para aumentar la capacidad y autonomía de los proyectos fotovoltaicos, pueden proporcionar hasta un 200% más de suministro de energía para un tamaño comparable a otros tipos de pilas y son significativamente proporcional más ligeros debido a su alta densidad energética.

Con un regulador apropiado se pueden prolongar su vida útil hasta 20 años sin mantenimiento regular y pueden soportar cargas de hasta 6.000 ciclos. Esta alta durabilidad solo se puede lograr evitando condiciones duras como dejarlas a la intemperie o cerca a fuentes de calor.

Sus atributos las hacen ideales para cualquier tipo de instalación donde se necesite un rendimiento óptimo con exigencia de descarga altos.

Cableado y Conectores Eléctricos

Para el sistema híbrido de generación de energía se utiliza la misma referencia de cables dependiendo de la potencia generada los cuales llevan la electricidad del sistema a los usuarios, algunas de las características a tener en cuenta son diámetro, flexibilidad, número de filamentos.

En la tabla 4 contiene los valores de características técnicas comerciales correspondientes, que son valores aproximados.

Tabla 4*Valores Comerciales Correspondientes*

# AWG	Sección del cable mm ²	Diámetro del cable Ø mm	Resistencia cond. en Ohm/km
1000 MCM	507	29,3	0,036
900	456	27,8	0,04
750	380	25,4	0,048
600	304	22,7	0,061
550	279	21,7	0,066
500	253	20,7	0,07
450	228	19,6	0,08
400	203	18,5	0,09
350	177	17,3	0,1
300	152	16	0,12
250	127	14,6	0,14
4/0	107,2	11,68	0,18
3/0	85	10,4	0,23
2/0	67,4	9,27	0,29
0	53,4	8,25	0,37
1	42,4	7,35	0,47
2	33,6	6,54	0,57
3	26,7	5,83	0,71
4	21,2	5,19	0,91
5	16,8	4,62	1,12
6	13,3	4,11	1,44
7	10,6	3,67	1,78
8	8,34	3,26	2,36
9	6,62	2,91	2,77
10	5,26	2,59	3,64
11	4,15	2,3	4,44
12	3,31	2,05	5,41
13	2,63	1,83	7,02
14	2,08	1,63	8,79
15	1,65	1,45	11,2
16	1,31	1,29	14,7
17	1,04	1,15	17,8
18	0,823	1,024	23
19	0,653	0,912	28,3
20	0,519	0,812	34,5
21	0,412	0,723	44

# AWG	Sección del cable mm ²	Diámetro del cable Ø mm	Resistencia cond. en Ohm/km
22	0,324	0,644	54,8
23	0,259	0,573	70,1
24	0,205	0,511	89,2
25	0,163	0,455	111
26	0,128	0,405	146
27	0,102	0,361	176
28	0,0804	0,321	232
29	0,0646	0,286	282
30	0,0503	0,255	350
31	0,04	0,227	446
32	0,032	0,202	578
33	0,0252	0,18	710
34	0,02	0,16	899
35	0,0161	0,143	1125
36	0,0123	0,127	1426
37	0,1	0,113	1800
38	0,00795	0,101	2255
39	0,0632	0,8097	2860

Nota. * AWG es el valor exacto correspondiente en mm² + diámetro en mm.

4/0 es también conocido como 0000; 1 mil = inch = 0.0254 mm *Indicado en MCM (circular mills) para secciones más altas 1 CM = 1 Circ. mil = 0,0005067 mm² 1 MCM = 1000 Circ. mils = 0,5067 mm². Autoría propia

Figura 43

Cable Potencia Media Tensión Aluminio 18/30kV N=16mm²



Nota. Centelsa by Nexans

En proyectos de energía eólica y proyectos de energía solar fotovoltaica son ideales por sus características de resistencia a la intemperie, van acorde al funcionamiento de circuitos de baja tensión, se facilita su colocación en tuberías de conducción, bandejas de cables (CT, cable tray), en áreas secas, húmedas o mojadas o pueden enterrarse o dejarse a la intemperie.

Los conectores de paneles solares y sistemas eólicos son esenciales para el funcionamiento eficaz de los sistemas eléctricos. Facilitan que los paneles solares se conecten de forma segura y fiable, permitiendo el flujo ininterrumpido de electricidad.

Permiten conectar paneles solares, generadores y otros elementos del sistema como baterías o inversores. Estos conectores garantizan la integridad de la conexión eléctrica al tiempo que ofrecen un medio seguro y eficaz de transferir la energía eléctrica producida por diversos dispositivos. Los conectores fiables reducen las pérdidas de energía, mejoran la funcionalidad del sistema y preservan la seguridad de la instalación. Al permitir que los paneles solares se separen y se vuelvan a unir según sea necesario, también facilitan el mantenimiento y la resolución de problemas. Actualmente existen en el mercado varios tipos de conectores para paneles solares.

Los conectores MC4: (Multi-Contact 4) Para conectar paneles solares, los conectores MC4 (Multi-Contact 4) suelen considerarse el estándar del sector. Tienen fama de ser compatibles, fiables y duraderos. La arquitectura plug-and-socket de los conectores MC4 hace que la conexión sea rápida y sencilla.

Debido a su eficiencia y amplia disponibilidad, estos conectores solares mc4 se han vuelto indispensables en la industria solar. Conector MC4 (figura 45), son Clasificación de impermeable IP67 (IP67 indica que está protegido contra el contacto con agua hasta un metro de inmersión por un tiempo de 30 minutos y un dispositivo es hermético al polvo) y IP68 (grado de protección que indica la resistencia de un equipo electrónico o eléctrico al agua y al polvo).

Figura 44

Conector MC4



Nota. Oro Solar

Conector MC3: conexión para MC3. tecnología obsoleta. Aunque se utilizaron en su día, los conectores MC3 (figura 46) ya no se encuentran con frecuencia en las instalaciones solares contemporáneas. Aunque no eran tan compatibles ni fiables como los conectores solares MC4, los conectores MC3 compartían muchas de sus características.

Figura 45*Conector MC3**Nota. Manufacturas*

Conector Helios H4: el diseño robusto y la gran capacidad de transporte de corriente de las conexiones Helios H4 (Figura 47) son bien conocidos. Están diseñadas para soportar aplicaciones pesadas y sistemas solares de mayor tamaño. Los conectores Helios H4 permiten conexiones seguras y una resistencia excepcional a condiciones climáticas adversas.

Figura 46*Conector Helios H4**Nota. Newark*

Conector SolarLok amphenol: es el fabricante y desarrollador de los conectores SolarLok (figura 48), famosos por sus características de alto rendimiento y su diseño. Ofrecen conexiones fiables, un tamaño reducido y facilidad de instalación. Las conexiones SolarLok soportan condiciones meteorológicas adversas y son adecuadas para una amplia gama de aplicaciones solares.

Figura 47

Conector SolarLok



Nota. TE Connectivity

Conector Radox: en esencia, los conectores Radox de HUBER+SUHNER están hechos para operaciones severas en sistemas solares. Son apropiados para instalaciones que requieren fiabilidad a largo plazo debido a su alto grado de longevidad mecánica y eléctrica. Los conectores Radox permiten realizar conexiones seguras en condiciones exigentes.

Medidores para el Almacenamiento de Energía en Batería

Los sistemas de almacenamiento de energía en acumuladores se clasifican principalmente en dos categorías: los sistemas "detrás del contador" (BTM, por sus siglas en inglés), que están más orientados al consumidor y se denominan también como "almacenamiento en baterías a pequeña escala", en este punto se ubican los medidores para el almacenamiento (figura 49). Estos

albergan instalaciones fotovoltaicas, eólicas, híbridas residenciales con almacenamiento, que ayudan a aliviar la carga sobre la red pública, especialmente en momentos en que la producción solar es insuficiente, como en días nublados o de poca radiación solar. Por el contrario, los sistemas frente al medidor (FTM) funcionan en el lado de la empresa de distribución de energía. Las centrales eléctricas, granjas solares, los parques eólicos y los sistemas de almacenamiento de gran capacidad son ejemplos de instalaciones de producción y almacenamiento de energía a gran escala.

Figura 48

Medidor de Corriente Continua



Nota. WEG

Los sistemas detrás del contador: generalmente son más pequeños que los dispositivos frontales de medición de corriente alternan y se instalan en la ubicación del usuario. El propósito es reducir los gastos y aumentar la estabilidad del suministro de energía de sus propietarios, la corriente de las baterías también se puede utilizar para retornar energía a la red pública, lo que podría generar ingresos adicionales si las regulaciones locales lo permitieran.

Los sistemas delante del contador: por su tamaño y su conexión directa a la red eléctrica

maneja corriente alterna, normalmente son propiedad de una empresa de servicios públicos y sirven como alternativa a la instalación de nuevas líneas eléctricas o como solución a problemas de congestión de la red.

Sistema Domótico

Una red es un conjunto de interconexiones entre los dispositivos de un sistema. Existen redes de comunicación las cuales permiten que los elementos se comuniquen entre sí, por ejemplo: por medio de redes locales se posibilita la conexión de múltiples dispositivos dentro de una zona. La información transferida por una red de comunicación se transfiere en forma de mensajes unidades lógicas entre tareas que controlan un dispositivo particular, caracterizados por el tiempo de respuesta: rapidez, cantidad de información y fiabilidad. La domótica adecua cableado para la comunicación entre los diferentes dispositivos conectados a la red, sin embargo, en muchas ocasiones también se hace uso de redes separadas e independientes. Para el entendimiento completo de las redes de comunicación en una vivienda con asistencia domótica, es necesario inicialmente la comprensión de lo que es una topología de red, también denominada como topología de cableado. La topología de red es la distribución física de los elementos con respecto al medio de comunicación, esta permite una organización estructurada de manera que todos los dispositivos en la casa tengan la posibilidad de comunicarse entre sí ya sea a través de un dispositivo de control o varios. A continuación, se describen las topologías de red más comunes, en la siguiente sección se profundizará en las topologías utilizadas en una vivienda domótica.

Topología en Estrella

Todos los elementos del sistema están unidos a través de un controlador principal (figura 50).

Funcionamiento: se basa en pasar por el concentrador o centro de la red, que controla la

redistribución de la información a otros nodos, su idea básica es crear un mayor nivel de supervisión y control de la información.

Se permite la comunicación entre los dispositivos sin que estén conectados entre sí físicamente. Cuando uno o varios dispositivos desean transferir datos a otro envía los datos al controlador (hub), que a su vez los reenvía al dispositivo final. Este hub también funciona como intercambiador de los datos. El orden está conectado independientemente del concentrador (un concentrador es un dispositivo de red que conecta diferentes nodos), la incompatibilidad, ausencia o avería de una sola computadora no afecta a la red en su conjunto, lo que hace que este tipo de red sea confiable.

Figura 49

Topología en Estrella



Nota. Topologías físicas de red

Ventajas

Simpleza en su entramado.

Las unidades de cómputo son independientes con respecto a las demás computadoras.

Se facilita la detección de aquellos dispositivos que estén causando inconvenientes en la red.

Por ser centralizado es controlable el flujo de datos e información.

Este sistema es ideal para integrar nuevos computadores con facilidad.

En caso de falta de algún dispositivo la red opera con normalidad sin alterar su funcionamiento.

Desventajas

La red queda inoperante al fallar el Hub (repetidor) y por lo tanto todos los computadores quedan sin comunicación entre si.

Debido a su topología se requiere más material físico y de allí su costo elevado en comparación a las topologías de bus o anillo.

La comunicación entre cada dispositivo no es posible sin que exista un concentrador.

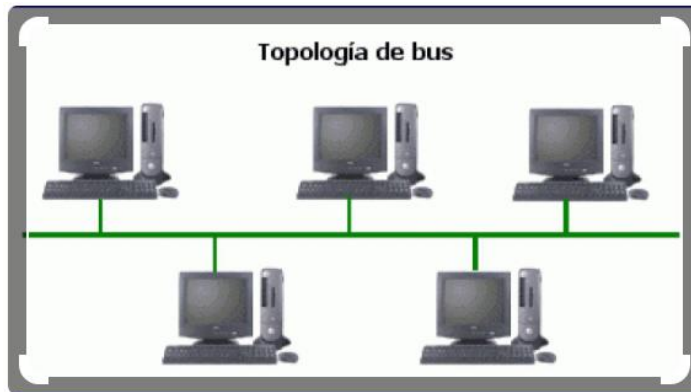
El servicio de la red depende principalmente del servidor central.

Topología en Bus

Los elementos se unen a través de una misma línea llamada bus, la información se transmite a través del bus (figura 51).

Funcionamiento: una topología de bus es una línea que recorre todos los nodos dispositivos de la red, sirviendo de pasillo por el que viaja una señal para encontrar el nodo que necesita recibir la información.

Para evitar que la señal se desplace constantemente de un extremo a otro de la red, la topología de bus la amortigua. Su topología es elogiada por ser más sencilla de utilizar y más asequible que otras topologías, lo que la convierte en una implementación más sensata.

Figura 50*Topología de Bus*

Nota. Pin Page

Ventajas

Los dispositivos se pueden conectar a la red de manera fácil.

Su implementación de construcción es económica.

Su funcionamiento no es centralizado.

Por sus características la red puede crecer sin costos elevados.

Los extremos de la red no requieren energía.

Desventajas:

Su extensión no puede ser ilimitada.

A mayor número de computadores disminuye la velocidad de trabajo de la red.

Su seguridad se limita.

Para sus dos extremos es necesario dos terminadores.

Al tener un único cable central se colapsa la red si este se avería.

Tiende a fallar la transmisión de información por ausencia de coordinación.

Topología de Anillo

Conecta todos los equipos en torno a un anillo físico (figura 52).

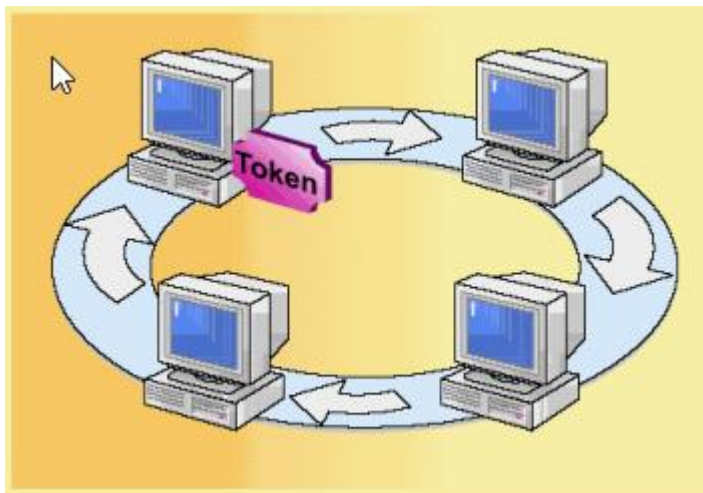
Funcionamiento: la idea básica es que, a diferencia de la topología de bus, utiliza un único cable en forma de círculo para conectarse a las computadoras, los extremos de este cable no están unidos a un terminal y la información trascurre por todos los dispositivos en la red y solo van en una dirección.

Para mejorar la señal sin dejar que se deteriore, las computadoras retransmiten a la computadora siguiente la señal sin dejar que se deteriore, La capacidad de esta red para funcionar puede verse seriamente perjudicada por una falla de una sola máquina.

La comunicación en este Este tipo de red se produce a través de la transferencia de un token, que puede considerarse como un cartero que viaja reuniendo la información por paquetes de cada dispositivo y al mismo tiempo dejando información, evitando posibles pérdidas de datos por colisiones.

Figura 51

Topología de Anillo



Nota. new-prestige

Ventajas:

La estructura permite un equilibrio de acceso para cada una de las computadoras.

Posee una arquitectura robusta y firme.

Su capacidad y velocidad se mantiene así estén todos los dispositivos en uso por la red.

Su cableado es menor que otras topologías de red.

Desventajas

La avería o ausencia de una computadora perjudica considerablemente la funcionalidad toda la red.

Al momento de agregar otro equipo se complica su instalación ya que la red trabaja en un círculo cerrado y en algún tramo hay que cortar un punto en la red para poder incluir el nuevo dispositivo.

Se puede que dar incomunicada la red si una computadora o tramo de cable falla, las demás quedan incomunicadas (circuito unidireccional).

Lentitud en la transferencia de datos.

Topología de Árbol

La topología en árbol funciona a través de jerarquías (figura 53).

Funcionamiento: Un hub o switch se conecta a uno o más hosts (una computadora u otro dispositivo conectado a una red informática), cuenta con un nodo que puede ser un concentrador desde allí, puede conectarse a otros hosts de manera jerárquica en la red teniendo así acceso a los demás equipos siempre conservando la posición jerárquica de la red.

Su estructura contiene concentradores secundarios a cada otro nodo de la red, los datos y las señales se distribuyen por toda la red.

La topología de árbol se compara con las topologías de bus y estrella, se afirma que es comparable a la topología en estrella en que consta de múltiples redes en estrella interconectadas; la única distinción es que la red en árbol se completa con un único centro central para todas las demás redes estrella, comparable a la topología en estrella en que consta de múltiples redes en estrella interconectadas, con el centro neurálgico se difunde en la red en árbol pero no en la red

en estrella, lo que constituye otra forma en la que las dos redes se diferencian entre sí.

Figura 52

Topología de Arbol



Nota. Ajax Sistem

Ventajas

Por medio del Hub central se amplifica las señales y aumenta la cobertura en que se transmite la información.

Se puede insertar a la red más dispositivos con facilidad.

Si alguna computadora necesitase prioridad en la comunicación no tendría inconvenientes.

Al poseer concentradores secundarios permite conectar más dispositivos.

Permite priorizar y aislar las comunicaciones de distintas computadoras.

Cableado punto a punto para segmentos individuales.

Compatibilidad con multitud vendedores de software y de hardware.

Desventajas

Su costo estructural es más elevado al requerir más cableado.

Se determina por el tipo de cable utilizado según la medida de cada segmento.

Si algún concentrador secundario se avería todas las computadoras de caen junto con él.

Su programación es más compleja.

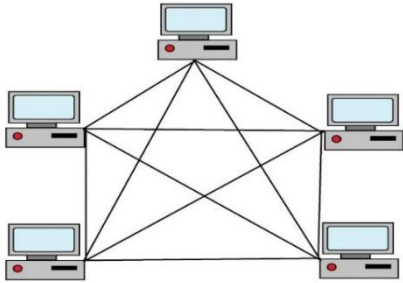
Topología de Malla

Cada Nodo o computadora en una arquitectura de malla está conectada a cualquier otro ordenador. Por poder Transferir datos a través de varios canales entre los demás dispositivos la de comunicación es más sencilla. (figura 54,55).

Funcionamiento: el dispositivo en esta topología está conectado a todos los demás dispositivos a través de un mazo de cables, este propósito se proporciona ya que hay cables de respaldo para mantener la comunicación en caso de que uno falle.

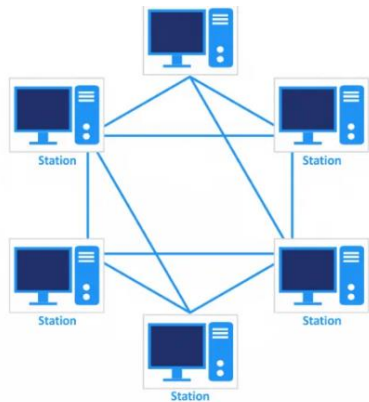
Para lograr crear una topología híbrida de une a otra topología malla frecuentemente se conecta a otra topología. Las redes de esta topología malla se refieren a la concentración del tráfico de comunicaciones porque todas las computadoras están conectadas entre sí, lo que evita que ninguna computadora tenga ventaja sobre otra, es decir no hay jerarquía.

En las redes de mallas sus dispositivos se auto-enrután, además si un nodo deja de funcionar o falla la conexión los nodos restantes evitan pasar por ese punto y la red puede seguir funcionando incluso si una computadora está ausente. Como resultado, la red de malla se vuelve extremadamente confiable.

Figura 53*Topología de Malla Completa*

Nota. Issuu

Malla completa: las redes completas son de alta velocidad y alta capacidad que pueden conectan redes más pequeñas a través de largas distancias, suelen ser las únicas redes que utilizan esta estructura. Debido a que cada nodo de la red está conectado a todos los demás nodos, los costos de instalación son altos. En esta arquitectura se puede desviar la comunicación fácilmente en caso de falla de un nodo y ofrece una excelente redundancia.

Figura 54*Topología Malla Parcial*

Nota. Nakivo

Malla parcial: en esta topología se interconecta los nodos principales de la red. Es aconsejable es tipo de conexión para unirse a mallas más complejas. Resulta su montaje más

economico pero baja se redundancia.

Ventajas

La información es puede transferir entre los diferentes dispositivos gracias a que existen varios canales.

Es inexistente la posibilidad de interrupción en la comunicación.

El intercambio de datos de cada servidor tiene su independencia de comunicación con los demás dispositivos.

No importa la falla o ausencia de un cable ya que habrá otro que se encargue de la transferencia de la información.

En esta topología no es necesario la inflación de un servidor lo cual el mantenimiento no se hace regular.

La falta de algún dispositivo en la red no afecta demasiado a la red.

Desventajas

La diferencia a otras topologías en costos sobre la construcción es muy elevada si se hace con base a cableado ya que implica el uso de más recursos.

La complejidad en cuanto a su construcción y programación es más elevada por tener todos sus dispositivos comunicados entre sí.

Parámetros

Consumo Eléctrico

La cantidad de energía utilizada por el cliente durante un periodo de facturación específico se conoce como consumo eléctrico. Los kilovatios horas (kWh) se utiliza para cuantificar el consumo de electricidad, esto está relacionado con una serie de factores que afectan lo que se cancela, incluido el tamaño de la propiedad, el número de personas que la habitan, el uso de electrodomésticos y los patrones de consumo. Además de estos factores, también se debe considerar la región del país en donde reside.

Los resultados de cualquier acción que utilice aparatos eléctricos muestran que podemos aumentar nuestra eficiencia energética. Además, se puede reducir el impacto ambiental y al mismo tiempo reducir el consumo de energía de cualquier tipo.

Con el fin de determinar el equipo apropiado para la implementación del sistema de producción de energía no convencional, se llevan a cabo estos cálculos para dimensionar el consumo total en el tiempo.

En la siguiente tabla se observa varios ítems donde se indica un aproximado en el consumo de electrodomésticos que se utilizan hoy en día en un hogar.

Tabla 5*Tabla de Consumos de Energía Eléctrica de Electrodomésticos.*

Aparato	Potencia (Promedio) Watts	Tiempo de uso al día (Períodos Típicos)	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo mensual Kilowatts-hora (Watts/1000) x Hora
Abrelatas	60	15 min/semana	1	0,06
Exprimidores de críticos	30	10 min/día	5	0,15
Video cassetera o DVD	25	3hr 4 vec/sem	48	1,2
Extractores de frutas y legumbres	300	10 min/día	5	1,6
Batidora	200	1hr 2 vec/sem	8	1,8
Licuadaora baja potencia	350	10 min/día	5	1,75
Licuadaora mediana potencia	400	10 min/día	5	2
Máquina de coser	125	2hr 2vec/sem	16	2,3
Tocadiscos de acetatos	75	1 hr/día	30	2,5
Licuadaora alta potencia	500	10 min/día	5	2,5
Bomba de agua	400	20 min/día	10	4
Tostadora	1000	10 min/día	5	5
Radio grabadora	40	4hr/día	120	4,8
Secadora de pelo	1600	10 min/día	5	8
Estéreo musical	75	4 hr/día	120	9
Tv color (13-17 pulg)	50	6hr/día	180	9
Horno eléctrico sobre mesa	1000	15 min/día	7,5	7,5
Horno de Microondas	1200	15 min/día	7,5	9
Lavadora automática	400	4hr 2vec/sem	32	12,8
Tv color (19-21 Puig)	70	6hr/día	180	12,6

Aspiradora horizontal	800	2hr 2vec/sem	16	12,8
Aspiradora vertical	1000	2hr 2vec/sem	16	16
Ventilador de mesa	65	8hr/día	240	1,56
Ventilador de techo sin Lámparas	65	8hr/día	240	1,56
Ventilador de pedestal o torre	70	8hr/día	240	1,68
Foco fluorescente (32 W)	32	5hr/día	150	5
TV Color (24 - 29pulg)	120	6hr/día	180	21,6
TV Color (32 - 43pulg)	150	6hr/día	180	27
TV Color (47 - 55pulg)	170	6hr/día	180	31
Cafetera	750	1hr/día	30	23
Plancha	1000	3hr 2vec/sem	24	24
Ventilador de piso	125	8hr/día	240	30
Estación de juegos	250	4hr/día	120	30
Equipo de cómputo	300	4hr/día	120	36
Refrigerador (11 - 12 pies cúbicos)	250	8hr/día	240	60
Refrigerador (14 - 16 pies cúbicos)	290	8hr/día	240	70
Focos incandescentes 100W	100	5hr/día	150	15
Refrigerador (18 - 22 pies cúbicos)	375	8hr/día	240	90
Secadora de ropa eléctrica	5600	4hr/sem	16	90
Congelador	400	8hr/día	240	96
Refrigerador de más de 10 años	500	9hr/día	240	120

Refrigerador (25 - 27 pies cúbicos)	650	8hr/día	240	156
Calentador de aire	1500	4hr/día	120	180
Aire lavado (cooler) mediano	400	12hr/día	360	144
Aire lavado (cooler) grande	600	12hr/día	360	216
Ducha Eléctrica	3500	40 min/día	20	70
Horno eléctrico estufa	3000	2hr/sem	8	24
Cargador Celular	12	2hr/día	60	7
Proyector	800	2hr/sem	8	7
Computador portátil	100	3hr/día	90	9

Nota. Autoría propia

Acierto.com. (2022). Según su artículo el realizar el cálculo del consumo energético de un aparato puede resultar fácil teniendo en cuenta unos sencillos puntos:

Potencia (promedio) Wats: es la cantidad de energía necesaria para que un electrodoméstico funcione en un momento determinado se mide en vatios de potencia (media).

Conocer la potencia también nos permite clasificar los electrodomésticos que más electricidad consumen en términos de consumo eléctrico, con el frigorífico, el congelador y el televisor a la cabeza de la lista. Los electrodomésticos pequeños consumen menos electricidad individualmente porque requieren menos potencia, pero colectivamente representan el mayor porcentaje de consumo eléctrico.

Tiempo de uso al día (Períodos Típicos): es la cantidad de tiempo en que el aparato entra en funcionamiento, hay que tener en cuenta que algunos electrodomésticos con echo de estar solo enchufados consumen corriente como televisores, neveras inteligentes, equipos de sonido entre otros.

Tiempo de uso al mes Horas: es la suma del periodo comprendido de 30 días calendario.

Kilowatts: Los kilovatios no son sino el resultado de aplicar esta fórmula $W/1000$.

Porque los aparatos eléctricos consumen potencia y se mide en vatios, para hacer el cálculo de consumo eléctrico podemos hacer el cambio eléctrico de los W a kW. Esta será la unidad de medida de referencia para calcular el importe de ese consumo.

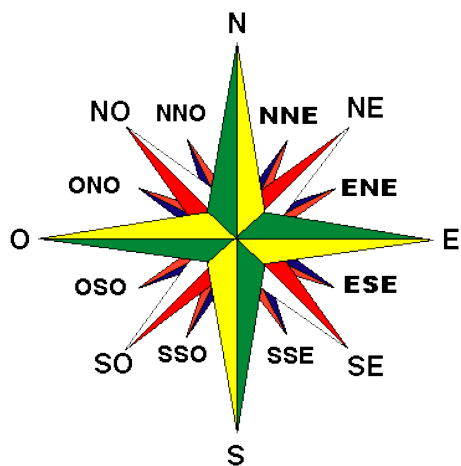
Evaluación del Flujo del Viento y Radiación Solar

Velocidad del Viento

Dirección y velocidad del aire son las dos características fundamentales que describen el viento. La llamada rosa de los vientos se refiere al aumento del viento y aplica con función de la dirección del mismo y su evaluación en el tiempo.

Figura 55

La Rosa de los Vientos



Nota. Escuela náutica Neptuno

El fenómeno meteorológico que se produce cuando el aire se ve obligado a ascender por una montaña y luego descender por la vertiente opuesta es denominado efecto Fohn. Es elevado en las costas, a más de 6 m/s, y en algunos valles más o menos estrechos. La velocidad promedio del viento varía entre 3 y 7 m/s, según las condiciones atmosféricas, dependiendo de la geografía

y la altitud, continuamente es de 3 a 4 m/seg en otras zonas y significativamente aumenta más en las montañas.

Antes de la noche, la velocidad media del viento es más suave y fluctúa menos, comienza a aumentar antes del amanecer y alcanza su punto máximo entre las 12 y las 16 horas solares.

Utilizando las estadísticas del software especializado con un promedio de 20 años desde enero de 2001 hasta diciembre de 2020, se evalúa el potencial energético con respecto al viento de la región donde se implementará el sistema de generación de energía autónoma.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> - (Data Access Viewer)

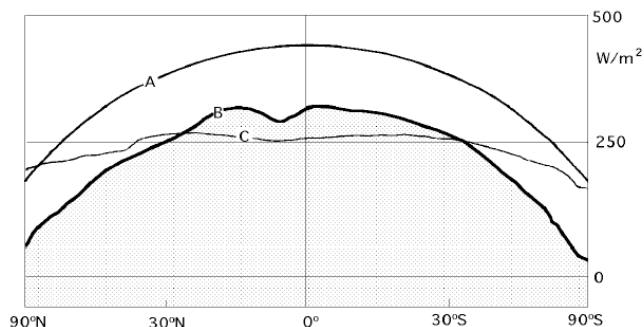
Movimiento del Aire

El viento se define como cualquier masa de aire en movimiento que resulta de variaciones del mismo aire y la temperatura de la superficie terrestre. La energía eólica es en realidad la energía mecánica que impulsa el aire en movimiento en forma de energía cinética.

La energía que el Sol proporciona a la Tierra puede alcanzar los 2000 kW/m² anuales y solo el 2% se convierte en energía eólica, esta energía puede producir una potencia de entre 10¹⁷ kW, todo lo anterior en condiciones ideales.

Figura 56

Irradiancia Solar



A) Irradiancia solar sobre una superficie horizontal; B) Irradiancia solar absorbida por la Tierra
C) Irradiancia radiada al espacio exterior

Nota. fjarabo.webs

La proporción de aire que se mueve a una la distancia y la duración del vuelo se conoce como velocidad del viento. Una Parte del calor solar se convierte en energía eólica por la Tierra, que trabaja como un enorme aparato térmico.

La zona ecuatorial y otras regiones con niveles más elevados de radiación solar hacen que la superficie terrestre retenga calor en el océano, mientras que los polos lo esa energía se pierden. A pesar de ello, ni el ecuador ni los polos suelen ser las regiones más cálidas o más frías de la superficie terrestre.

La ráfaga: se caracteriza por comportamientos para las tormentas y borrascas, es un aumento violento y breve de la velocidad del viento.

El golpe de viento: sucede cuando la velocidad media del viento supera los 34 nudos, o 62 km/h y constituye una señal de alerta, sobre todo para la navegación marítima. La velocidad media del viento de 75 a 88 km/h equivale a un golpe de viento.

Las más significativas fuentes eólicas se sitúan a lo largo de las playas y en varios pasos de montañosos; en algunos lugares la producción eólica anual supera los 3.000 kWh/m², mientras que en otros es de sólo 200 kW/m².

La ley exponencial de Hellmann se puede utilizar para calcular la velocidad del viento, que varía con la altura. Por ejemplo, la ley exponencial de Hellmann es una ecuación estadística de la siguiente forma.

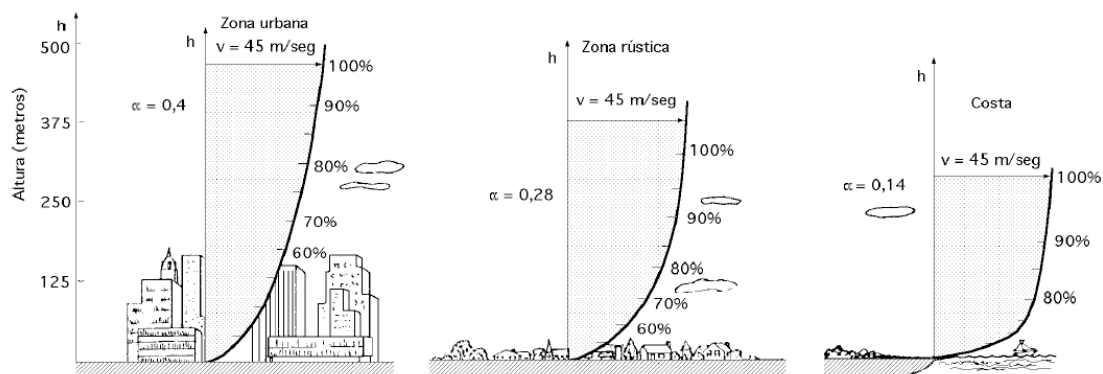
$$v_h = v_{10} + \left(\frac{h}{10}\right)^\alpha$$

en la que v_h es la velocidad del viento a la altura h , v_{10} es la velocidad del viento a 10 metros de altura y α es el exponente de Hellmann que varía con la rugosidad del terreno, y cuyos valores vienen indicados en la Tabla 2, se indican las variaciones de la velocidad del viento con la altura según la ley exponencial de Hellmann.

Tabla 6*Ley Exponencial de Hellmann.*

Valores del exponente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno	
Lugares llanos con hielo o hierba	$\alpha = 0,08 \div 0,12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0,14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0,13 \div 0,16$
Zonas rústicas	$\alpha = 0,2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0,2 \div 0,26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$\alpha = 0,25 \div 0,4$

Nota. Autoría propia

Figura 57*Variación de la Velocidad del Viento con la Altura Sobre el Terreno, Ley Exponencial de**Hellmann**Nota.* Departamento de Ingeniería Eléctrica y energética Universidad de Cantabria***Densidad del Aire***

O también llamada masa atmósfera denominada con ρ , es la masa por unidad de volumen de la Tierra atmósfera terrestre. Se conoce como densidad del aire o densidad atmosférica esta aumenta al disminuir la altitud. De manera similar las variaciones de temperatura, humedad y presión influye a la presión del aire.

El viento es creado por el movimiento del aire en la atmósfera a diferentes velocidades

debido a la presión. La Rotación de la tierra afecta el movimiento del gradiente de velocidad, que aumenta con la diferencia de presión.

Las causas principales del origen del viento son:

En el Ecuador incide más la radiación solar que la que predomina en ellos polos.

Las desviaciones hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur, son provocadas por la rotación de la Tierra.

Las perturbaciones atmosféricas.

La energía cinética de un cuerpo en movimiento es proporcional a su masa o peso; Entre más pesado sea el aire más energía recibirá una turbina.

A presión normal nivel del mar, y a C° el aire pesa $1,225 \text{ Kg/m}^3$, a grandes altitudes como en las montañas la presión del aire es más baja y el aire menos denso y aun menos denso cuando hace frío. Teóricamente solo se puede aprovechar el 59% de la potencia total del viento según la ley de Betz, solo se puede convertir menos del 16/27 de la energía cinética en energía mecánica.

Tipos de Conexiones a la Red Eléctrica

Solcor Chile. (2021, May 5) en el ámbito empresarial chileno, se utilizan métodos de producción de energía limpia a través de proyectos fotovoltaicos; los sistemas fuera de la red son totalmente autosuficientes, mientras que los sistemas en red se apoyan en la red eléctrica.

Estas instalaciones se emplean normalmente cuando no hay acceso directo a la red pública o donde se necesitan ahorro de energía. En estos casos se produce energía por uno mismo para consumo propio como solución a corto y mediano plazo.

Los siguientes tipos de conexiones aplican tanto para los sistemas eólicos y fotovoltaicos cambiando únicamente sus fuentes de energía como lo son el viento (movimiento electromecánico) o el sol (irradiación solar).

Conexión on Grid

El término on grid describe un tipo concreto de instalación que está conectada a la red de distribución pública, lo que permite a los usuarios producir y utilizar energía solar mientras la red eléctrica interviene como respaldo en caso de que su hogar o lugar de trabajo necesite más energía de la que pueden proporcionar los paneles (Figura 56). Pero cuando ocurre lo contrario y existe un sobrante de energía, el sistema en red permite transferir este exceso de energía a la red pública. Esto se ve reforzado gracias a la legislación que ofrece a los consumidores la opción de cobrar por cada kWh facturado en el contador, lo que contribuye a reducir sustancialmente sus costes de electricidad.

Debe quedar claro que la instalación on grid al ser fotovoltaica siempre necesitará de la red eléctrica pública para funcionar, en caso de que la red de distribución sufra un corte, su planta se apagará instantáneamente porque depende totalmente de ella. En estas condiciones, un sistema conectado a la red sólo puede funcionar con una instalación híbrida o con una instalación de almacenamiento conectada a la red, de lo contrario, no puede hacerlo.

Dado que este sistema depende de la red, como ya se ha explicado, siempre será necesario su mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Esto implica que el consumidor podrá utilizar la energía producida durante el día y que obtendrá energía en la noche de la red.

Cuatro componentes principales reúnen esta instalación: paneles solares, inversores, un cuadro de distribución y un contador bidireccional que, a diferencia de un contador convencional, puede medir tanto la energía producida por los paneles como la consumida.

Los beneficios de instalar este tipo de proyectos son:

Su costo de implementación es bajo en comparación al sistema off grid, al ser sistemas dependientes de la red pública.

Se ve un alivio en la facturación, de ahí un ahorro importante en la cuenta eléctrica mensual.

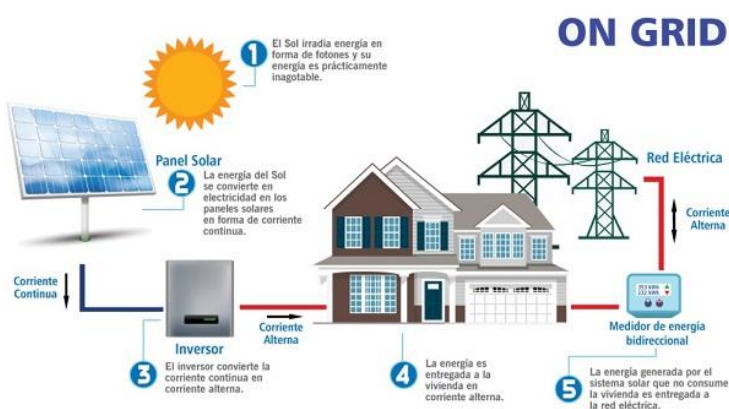
La inversión económica toma un retorno a corto plazo ya que estos proyectos de energía limpia solventan considerablemente el consumo del predio.

Se suprime un gasto adicional al no poseer baterías en su sistema y por ende necesita que la red solventa el consumo nocturno.

Se puede transferir a la red pública el exceso de energía producida.

Figura 58

Diagrama General de Conexión no Grid



Nota. CasasSolares.org

Conexión off Grid

Este sistema tiene un conjunto de acumuladores que pueden almacenar toda la energía generada durante el día, debido a esta característica relevante el concepto off-grid se refiere al tipo de instalación que no necesita estar conectada a la red pública (Figura 57). Esta modalidad se utiliza frecuentemente en zonas remotas porque se trata de un sistema completamente independiente y autónomo que puede utilizar la electricidad almacenada en cualquier momento, por esta misma razón el sistema no necesita estar conectada a la red.

El punto de generación de energía se establece con la instalación de aerogeneradores o paneles solares, este tipo de sistemas son los más utilizados en lugares remotos donde el acceso a una red pública es imposible. Esto permite al cliente autoconsumir energía limpia a cualquier hora del día, incluso cuando el sol no brilla con una radiación significativa.

Esto es posible a que este sistema contiene baterías que almacenan toda la energía producida al momento de recibir la radiación del sol, por lo que estos componentes o acumuladores deben ser capaces de soportar un tiempo de consumo calculado (descarga) y otro tiempo de almacenamiento (recarga), su ficha técnica así lo exige y que sean reemplazados periódicamente una vez finalizado su ciclo de vida útil.

Los beneficios de instalar este tipo de proyectos son:

Al ser totalmente autónomo no será necesario que dependa de la red pública.

Ya que el sol y el viento son recursos naturales e inagotables y a su vez es la fuente principal del sistema, vuelven al sistema seguro y confiable.

El sistema da un aporte a la economía ya que se ahorra en el corto y largo plazo.

Los aerogeneradores y plantas fotovoltaicas no producen contaminantes al aire, no emiten Co₂, por consiguiente, reciben la denominación de energías renovables no convencionales.

Figura 59*Diagrama General de Conexión off Grid*

Nota. CasasSolares.org

Conexión Híbrida

Araucanía Fotovoltaica. (2024). Según la experiencia de la empresa chilena nos indica que las conexiones híbridas serían del tipo on grid, pero también incluirían baterías. De esta manera, cuando produzcan energía, podrán utilizarla para sus propias necesidades, cargar sus baterías y luego devolver el excedente de energía a la red (Figura 61). Pueden funcionar con sus baterías en caso de que se interrumpa el suministro eléctrico. Decimos que estos sistemas obviamente son más costosos porque requieren equipos especializados y requieren baterías.

Las principales distinciones entre estos tipos de proyectos se encuentran en las siguientes áreas: a) requiere dispositivos especializados, b) las ventajas que ofrece cada uno es adaptabilidad en ambos sistemas c) los gastos derivados de las características de los componentes esenciales del equipo.

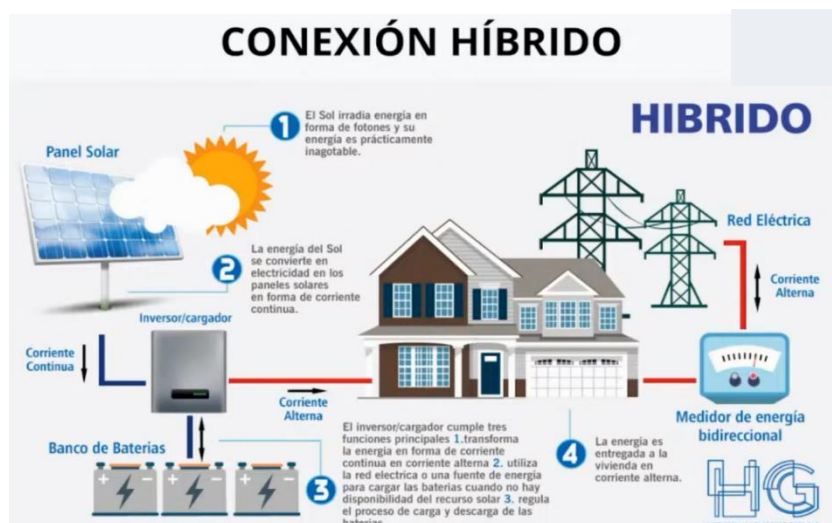
El sistema híbrido funciona de forma similar a una conexión aislada, pero también tiene la capacidad de «vender» electricidad a la red en caso de generación de energía excesiva y que cargar las baterías.

En este caso, el sistema híbrido satisface las expectativas, ya que carga las baterías que

actúan como reserva en caso de apagón, suministra energía directamente del sol para el consumo y pasa energía a la red cuando la producción de los paneles supera el consumo.

Figura 60

Diagrama General de Conexión Híbrida



Nota. CasasSolares.org

Almacenamiento de Energía

Teniendo como referencia los datos de la empresa ENEL X, Sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS). (2024). Los acumuladores pueden utilizarse para guardar energía para su uso posterior. Una sofisticada solución tecnológica que permite almacenar energía de diversas formas de generación para su uso posterior, es lo que se conoce como sistema de provisión de energía eléctrica mediante pilas. Los sistemas de baterías son esenciales y cruciales para que los hogares y fabricas consuman de una forma fluida la energía debido a la posibilidad de que se presenten variaciones en el suministro energético por motivos meteorológicos, de racionamiento eléctrico o geopolíticas.

En lugar de ser una innovación que se adoptó tardíamente, un banco de almacenamiento de energía en baterías es ahora un componente crucial de cualquier plan energético,

especialmente de uno que haga uso de la energía eólica y solar autosostenible. Tanto el viento como el sol fuentes de energía únicas e irremplazables, pero tienen sus límites, si no hay circulación de aire o emisión de radiación solar, no habrá producción esa electricidad. Al reunir esa energía generada durante el transcurso del día para utilizarla por la noche, las baterías de almacenamiento pueden ayudar a compensar la naturaleza intermitente de las fuentes de energía renovables integrando el almacenamiento de energía en baterías con soluciones eólicas y fotovoltaicas. Esto garantiza un suministro constante de energía en todo momento.

¿Cómo Funciona un Sistema de Almacenamiento en Batería?

El principio de funcionamiento de un sistema de almacenamiento de energía en batería BESS (son sistemas en los que las baterías, más a menudo en conjunto o individualmente se utilizan para almacenar la energía producida por las centrales generadoras y ponerla a disposición cuando se necesite) es sencillo.

Las fuentes de energía limpia, como los paneles solares, los aerogeneradores y otras fuentes, aportan energía a las baterías, que la guardan en forma de corriente antes de transferirla cuando lo requiera el usuario. En el momento de interactuar con una aplicación o programa de PC, un BESS se trasfigura en una plataforma que aprovecha el aprendizaje automático, la inteligencia artificial y las conclusiones apoyadas en información para proponer una inspección de primera línea sobre el consumo de energía al tiempo que combina la capacidad de almacenamiento de energía de los acumuladores.

Por lo consiguiente permiten un uso más flexible de la energía al permitir al usuario hacer frente a las fluctuaciones de la oferta y la demanda, las pilas de almacenamiento son, en concordancia a lo anterior es un elemento muy relevante para combatir el cambio climático. En resumen, los sistemas de almacenamiento de energía mediante baterías fomentan la adopción de fuentes de energía renovables no

convencionales, lo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero e incluso los gastos de usuarios particulares y empresas.

Los niveles máximos recomendados de tensión de carga de la batería son los siguientes (figura 58).

Figura 61

Tensión Máxima para Carga de Baterías.

SPECIFICATIONS		
12 V	24 V	48 V
13.8 - 14.2 Volts	27 - 28.4 Volts	52 - 58 Volts

Nota. Tesup

Ventajas de las Baterías para Almacenar Energía Eléctrica.

Los sistemas que poseen baterías para guardar corriente tienen varias ventajas. Aumentan la viabilidad y fiabilidad de las fuentes de energía renovables limpias. Dado que el suministro de energía solar y eólica pueden variar, los sistemas de almacenamiento de baterías son cruciales para reducir este flujo y garantizar que siempre se disponga de una fuente constante de energía almacenada cuando se necesite, independientemente de los factores climatológicos. Se suma a estas ventajas el poder proteger todos los artefactos conectados al final de este, (debido a las oscilaciones de la red de corriente alterna) con un suministro eléctrico controlado. Estas son algunas de las ventajas del almacenamiento en baterías:

Suministro permanente: La radiación solar no siempre es óptima. Como los sistemas de almacenamiento en baterías funcionan las 24 horas del día, pueden almacenar energía extra para compensar las variaciones de la fuente solar ya que esta no está en ejercicio en horas nocturnas y días nublados.

Menor dependencia de la red: los dispositivos de almacenamiento en baterías garantizan

un suministro constante de electricidad, incluso cuando la red no es fiable debido a una fuerte demanda o a condiciones meteorológicas desfavorables.

Resiliencia: un sistema de almacenamiento en batería ofrece una solución de emergencia en caso de corte del suministro eléctrico por parte de la red pública, garantizando la continuidad de las actividades que requieran usos de dispositivos eléctricos.

Medio ambiente: instalar un sistema de almacenamiento de baterías en una casa o un sitio de trabajo que utilice fuentes de energía renovables no convencionales reduce los contaminantes, ayudando a la transición energética y minimizando las consecuencias del calentamiento global.

Mejor Opción de Acumuladores de Energía

Esta pila construida a base de plomo-ácido está diseñada para suministrar energía continua de forma segura durante un tiempo prolongado hasta que se agote del 80 % al 45 %, que es cuando es más conveniente cargarla y da mejor resultado. Es fundamental recordar que estas baterías de ciclo profundo tienen una capacidad de descarga crucial del 45%. La mayoría de los fabricantes desaconsejan la descarga del acumulador por debajo de este porcentaje límite. La batería no prolonga su vida útil por debajo del 45 %.

Estas baterías de ciclo profundo versus otros tipos de baterías que solo proporcionan breves ráfagas de energía antes de necesitar recargarse, éstas tienen una característica que consiste en que cada vez que se utiliza un periodo de arranque, solo se descarga un porcentaje muy pequeño, a menudo entre el 2 y el 5%.

Las baterías para automóvil son bastante similares, pero también son muy distintas. Mientras que las baterías de automóviles están diseñadas para proporcionar energía constante durante periodos prolongados, las baterías de ciclo profundo están diseñadas para soportar una gran cantidad de ciclos de carga y descarga con niveles elevados.

Parámetros al Elegir los Conectores Requeridos para el Sistema

A la hora de seleccionar conectores y cables para paneles solares, hay que tener en cuenta varios factores para garantizar la fiabilidad y el rendimiento del sistema. Estas son algunas de las consideraciones relevantes:

Corriente máxima: al seleccionar un conector, asegúrese de que su corriente nominal máxima sea superior a la del panel solar para evitar posibles problemas de conductividad corriente sea superior a la del panel solar para evitar posibles problemas de conductividad.

Tensión máxima: es fundamental verificar la tensión máxima que puede soportar el conector del panel solar sin sufrir daños ni averías. Asegúrate de que la tensión máxima del conector es superior a la tensión máxima de salida del panel solar para evitar problemas de tensión.

Temperatura máxima: El uso prolongado de paneles solares requiere la exposición a altas temperaturas. Se aconseja seleccionar cables para paneles solares que puedan soportar el calor extremo y las inclemencias meteorológicas durante periodos prolongados.

Material de contacto: El material elegido tiene un impacto significativo en la longevidad y el rendimiento de los conectores. dependen principalmente de la sustancia. Son preferibles los cables para paneles solares fabricados con materiales resistentes y de alta calidad, como los PC.

Resistencia de contacto: Para optimizar la eficiencia de salida del panel solar, elija cables con baja resistencia de contacto. resistencia de contacto para optimizar la eficiencia de salida del panel solar.

Asegúrate de que el conector del panel solar tiene suficiente protección contra el agua y el polvo comprobando su certificación Ingress Protection (IP); cuanto mayor sea la clasificación IP, mejor para condiciones más duras.

Arquitectura Domótica

Otro elemento primordial en una vivienda domótica son los tipos de arquitecturas, es decir, el modo en que los elementos de un sistema se van a ubicar.

Entre las arquitecturas más utilizadas se encuentran: la arquitectura centralizada, la arquitectura descentralizada y la arquitectura distribuida.

La arquitectura centralizada es aquella que tiene un centro de control, todos los dispositivos del sistema deben enviar la información al controlador para la toma de decisiones, de manera que este se las comunique a otras partes.

La arquitectura descentralizada es en la que todos los elementos del sistema poseen inteligencia propia, es decir, son elementos totalmente independientes, no existe ningún tipo de conexión entre ellos.

Finalmente, la arquitectura distribuida es la que posee varios dispositivos de control, en esta arquitectura, todos los elementos se comunican a través de su respectivo nodo - el elemento de control - para la ejecución de tareas. Los factores más influyentes para la utilización de estos tipos de arquitectura son los medios de transmisión, la velocidad en las comunicaciones y el tipo de protocolo.

El medio de transmisión es el soporte físico que utilizan los elementos para intercambiar la información. Las corrientes portadoras son un medio de transmisión que funciona a través de líneas de distribución, ya existentes en una vivienda, así como las líneas de distribución eléctrica o la línea de telefonía tradicional. Por otro lado, se encuentran los soportes metálicos, cables de cobre los cuales dan soporte de transmisión de las señales eléctricas.

Existen dos tipos de soportes metálicos, el par metálico y el par coaxial, sin embargo, hoy en día es posible agregar la fibra óptica y la conexión sin hilos: transmisión infrarroja y transmisión por radiofrecuencia. para la comunicación entre dispositivos son necesarios

protocolos de comunicación.

Un protocolo de comunicación es el idioma o el formato que utilizan los aparatos de control para intercambiar información de manera coherente con otros elementos.

La primera clasificación que se puede realizar de protocolos se divide en dos: los protocolos estándar y los protocolos propietarios. Los protocolos estándar son protocolos desarrollados por fabricantes para que puedan ser utilizados abiertamente por terceros, ya sean personas o empresas que manejen elementos compatibles entre sí. Por otro lado, los protocolos estándar son protocolos desarrollados por empresas en la que los dispositivos son compatibles con otros productos y sistemas del mismo fabricante, es decir, no es abierto a terceros.

Diagrama Esquemático Unifilar

Figura 62

Sistema Híbrido



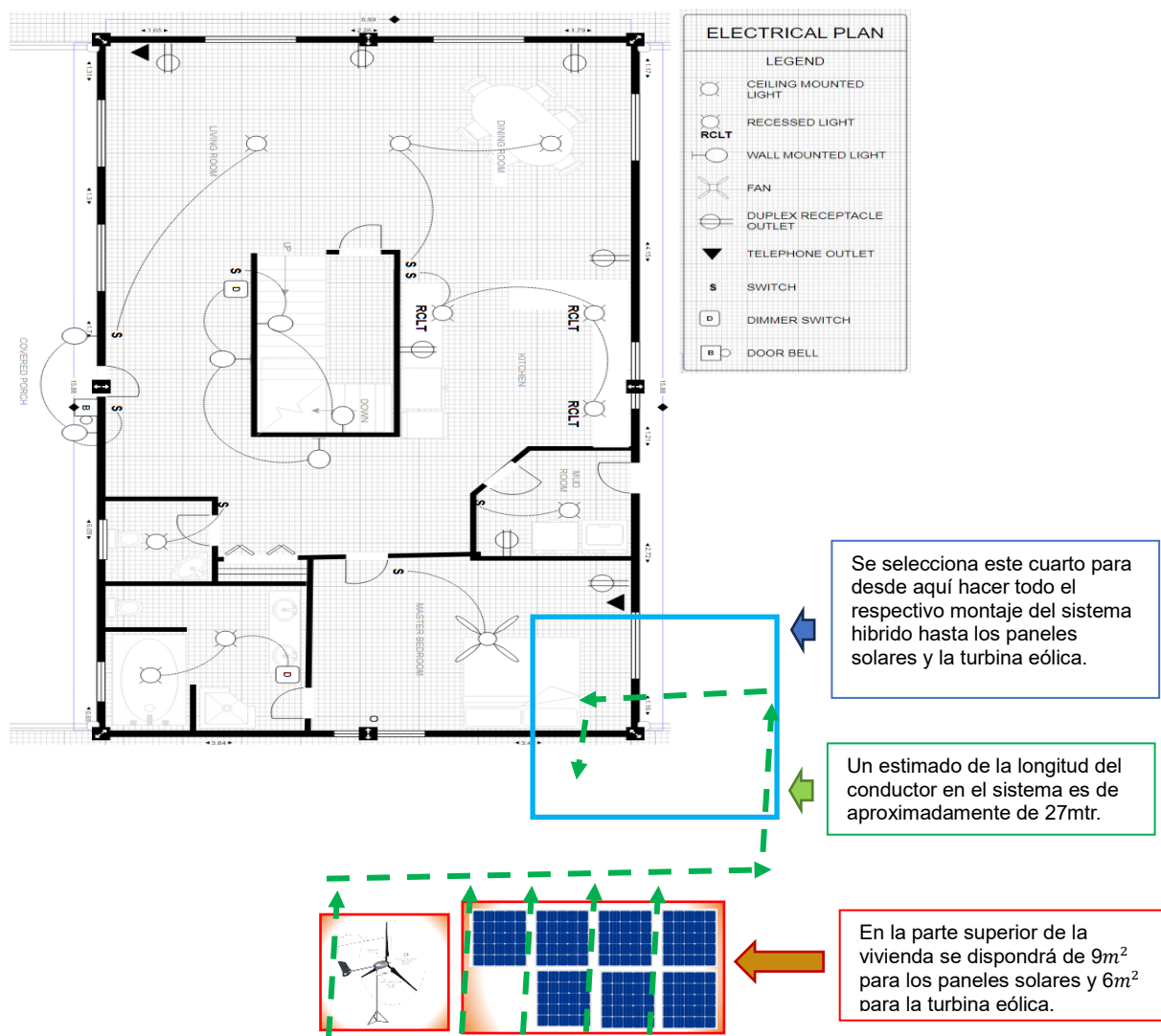
Nota. Autoría propia

Dimensionamiento y Calculo del Sistema Hibrdo

Para la implementación del sistema híbrido se toma como referencia una vivienda de 16m de frente por 9m de profundidad (figura 64), este sistema a su vez va a estar diseñada para conexión off grid, con una temperatura estimada de 29.5C°.

Figura 63

Plano de Vivienda para Implementación



Nota. Autoría propia

Con base a los parámetros del consumo eléctrico podemos crear un listado (tabla 6) con los artefactos más comunes que se emplean en un hogar promedio para empezar a desarrollar la

implementación del sistema híbrido con plan gestión.

Para calcular el consumo eléctrico, debe tener en cuenta lo siguiente:

Dividir los vatios (W) entre 1.000 para obtener los kW: $W / 1.000 = kW$

Multiplicar los kW por las horas de uso en un día para obtener los kWh del aparato: $kW \times$
horas de uso = kWh diarios consumidos por el aparato

Multiplicar los kWh por los días del mes para obtener el consumo mensual: $kWh \times$ días
del mes = consumo energético mensual

Tabla 7

Consumo Promedio en un Hogar

Aparato	Potencia (Promedio) Watts	Tiempo de uso al día (Períodos Típicos)	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo mensual Kilowatts-hora (Watts/1000) x Hora
Licuadaora baja potencia	350	10 min/dia	5	1,75
Radio grabadora	40	4hr/dia	120	4,8
Lavadora automática	400	4hr 2vec/sem	32	12,8
Horno de Microondas	1200	15 min/dia	7,5	9
Foco Led (18 W)* (5Und)	90	5hr/dia	150	125
TV Color (32 - 43pulg)	150	6hr/dia	180	27
Plancha	1000	3hr 2vec/sem	24	24
Refrigerador (14 - 16 pies cúbicos)	290	8hr/dia	240	70
Cargador Celular * (2 Und)	24	2hr/dia	60	28
Computador portatil	100	3hr/dia	90	9
Secadora de pelo	1600	10 min/dia	5	8
Estéreo musical	75	4 hr/dia	120	9
Estación de juegos	250	4hr/dia	120	30
Equipo de cómputo	300	4hr/dia	120	36
Aspiradora vertical	1000	2hr 2vec/sem	16	16

Ventilador de techo sin Lámparas	65	8hr/día	240	15,6
Total Promedio	6934		1529,5	425,95

Nota. Autoría propia

Según los resultados de la tabla 6 se tiene un consumo de 6934 Wh diarios y mensual de 425,95 kW, para este resultado hallaremos el potencial eólico y fotovoltaico donde se implementará el sistema híbrido.

Tenemos la siguiente ecuación para hallar consumo diario:

$$\text{Demanda} = \text{carga utilizada por día} * 1.2$$

$$\text{Demanda} = 6934 \text{ Wh} * 1.2 = 8321 \text{ Wh}$$

En concordancia a lo anterior el consumo diario para el sistema híbrido es de 8321 Wh.

Nota. (*1.2) se toma como factor de corrección o protección de pérdidas para dar un margen de error ya que los valores de carga y demanda no van a hacer ideales para los cálculos que se necesita desarrollar.

Cantidad de Aéreo Generadores y Paneles Solares

La corrección factor, un ajuste matemático que se aplica a los resultados de las mediciones para tener en cuenta los errores sistemáticos del instrumento utilizado, es uno de los cálculos. Se multiplica por toda la serie de datos por la acción anterior que se desea corregir y es 1,2 para la tensión y 1,25 para la corriente. Un ajuste matemático aplicado a los resultados de las mediciones para tener en cuenta los errores sistemáticos del instrumento utilizado es uno de los cálculos. Se multiplica por toda la serie de datos por la acción anterior que se desea corregir y se 1,2 para voltaje y 1,25 para corriente.

Turbina Eólica

En concordancia con la tabla 2, se observa un viento promedio de 10.8 m/s en el

municipio de Riohacha, se elige la turbina eólica la cual tendrá una capacidad nominal, que es la potencia máxima que puede producir en las mejores circunstancias. Aunque esta clasificación es esencial para evaluar el potencial de la turbina, el rendimiento real puede variar en función de las condiciones del viento en la región.

En el mercado existen varios tipos y modelos de aerogeneradores domésticos de los cuales hacemos referencia en los siguientes apartes teniendo en cuenta el desempeño de cada máquina con respecto a la demanda y su producción de electricidad:

Para el sistema híbrido podemos elegir entre dos tipos de aerogeneradores, uno vertical (figura 65) y otro horizontal (figura 67).

Figura 64

Turbina Eólica de Eje Vertical, Turbina SUNE0 990.



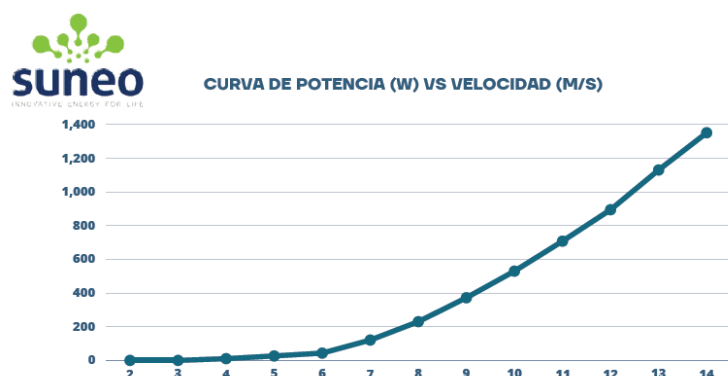
Nota. suneo

En relación con los parámetros mecánicos de la turbina eólica *SUNEO 990* tiene una altura de 2 metros, con un diámetro de un metro, un peso de 50 kilos y su material mayormente fabricado en aluminio.

El aerogenerador funciona silenciosamente porque no necesita un mecanismo de orientación. También es amigable y respetuoso con la vida silvestre debido también a su huella visual persistente. Esta tecnología no requiere mantenimiento continuo ni piezas que deban reemplazarse periódicamente.

Figura 65

Relación Entre Potencia y Viento Turbina SUNEO 990.



Nota. suneo

Tabla 8

Parámetros Eléctricos / Desempeño de SUNEO 990.

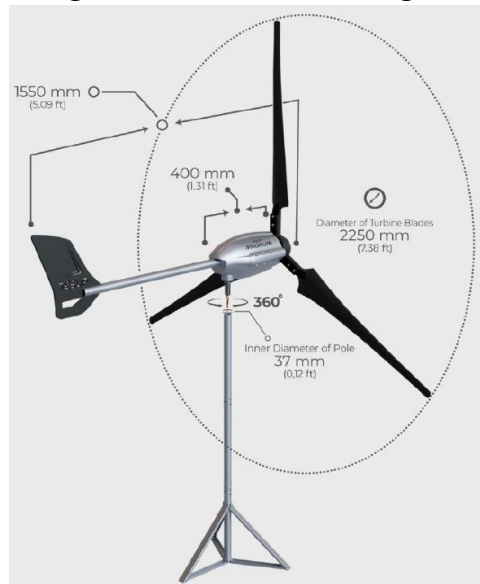
Descripción	Desempeño
Velocidad de arranque (m/s)	10 m/s
Rango de generación energía (m/s)	2,5 - 15 @ 12 VDC 3,0 - 15 @ 24 VDC 3,5 - 15 @ 48 / ON GRID
Potencia nominal (W)	990 W @ 12,25 m/s
Voltaje de carga de baterías (VDC)	12 / 24 / 48
Compatible con sistema ON GRID	SI
Control de carga	W-MPPT

Compatibilidad baterías	Plomo, Litio, Gel, Húmedas
Generación mensual de energía estimada	18,48 KWh - mes @ 3 m/s 45,56 KWh - mes @ 4 m/s 88,22 KWh - mes @ 5 m/s 140,46 KWh - mes @ 6 m*s
Reducción anual de huella de carbono (t CO2)	4,68 t
Incluido en tablero de control	Protección automática contra sobre velocidad para picos muy altos de viento.
Clasificación IEC	DPS tipo II para protección por descargas atmosféricas. Parada de emergencia manual. Clase 3 (Low Wind) promedio hasta 7,5 m/s pico anual de 39,4 m/s Fase savonius basada en patente de modelo de utilidad SIC # 37745
Patente	
Conectividad	Monitoreo IoT con red wifi 2.4 Ghz (Un año de plataforma gratis)

Nota. Autoria propia

Figura 66

Aerogenerador Horizontal Magnum



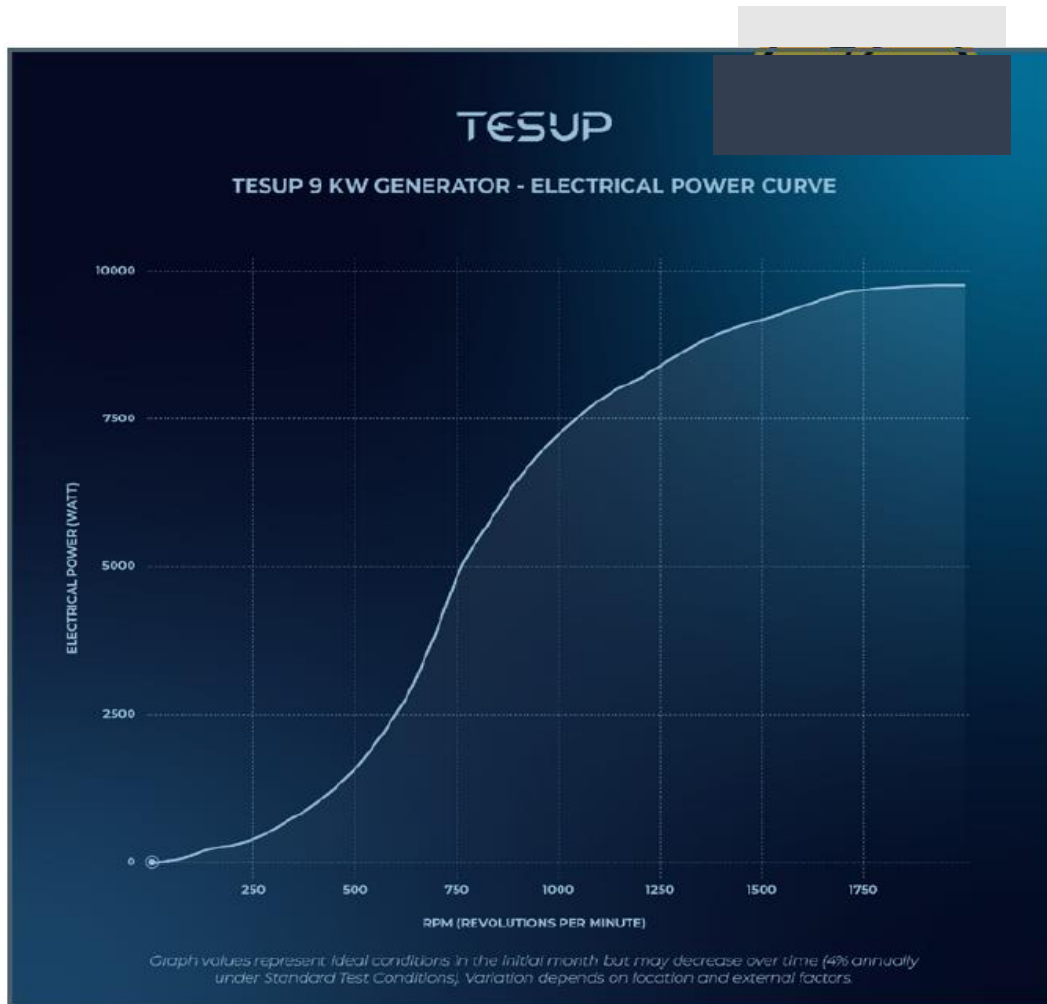
Nota. TESUP

Los parámetros mecánicos de la turbina eólica Magnum tiene una altura de 2.5 metros de

la base a la punta del aspa superior, con un diámetro de 2.5 metros, un peso de 24 kilos aproximadamente y su material mayormente fabricado en chapa de silicio.

Figura 67

Relación entre Potencia y Viento, Turbina Magnum



Nota. TESUP

Tabla 9*Parámetros Eléctricos / Desempeño de Magnum.*

Descripción	Desempeño
Velocidad de arranque (m/s)	3 m/s
Rango de generación energía (m/s)	3 - 50 @ 24 VDC
Potencia Max (W)	9 KW @ 1750 RPM
Voltaje de carga de baterías (VDC)	24 / 48
Compatible con sistema ON GRID	SI
Control de carga	La tensión puede ajustarse mediante el Controlador de carga
Compatibilidad baterías	Plomo, Litio, Gel, Húmedas
Generación mensual de energía estimada	10 KWh - mes @ 3 m/s
Reducción anual de huella de carbono (t CO2)	2,4 t
Incluido en tablero de control	Protección automática contra sobre velocidad para picos muy altos de viento.
Clasificación IEC	Clase 3 (Low Wind) promedio hasta 2000 RPM
Velocidad operativa del vien	De 3 a 50 m/s
Conectividad	Monitoreo IoT con red wifi 2.4 Ghz (Un año de plataforma gratis)

Nota. Autoría propia

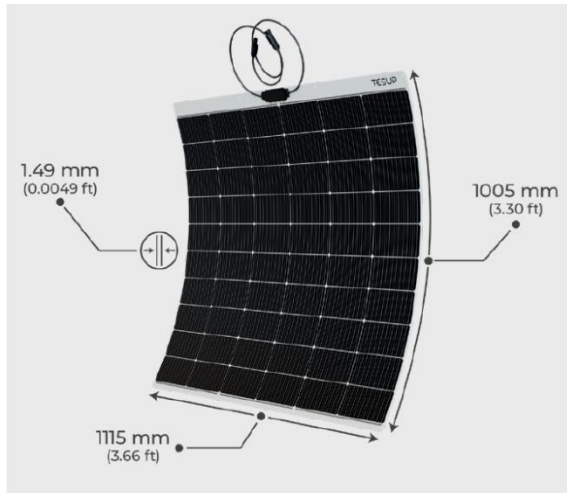
Esta última turbina horizontal nos servirá como respaldo para mantener un fluido constante de corriente en el sistema hibrido con sus 9 kW día alcanza a cubrir las necesidades de consumo de energía en la vivienda ya que el promedio de demanda es de 6934 Wh diarios.

Paneles Solares

Saber cuántos paneles solares necesitaremos instalar para de esta forma maximizar el ahorro de electricidad y minimizar el gasto inicial de inversión.

Figura 68

Panel Solar Flexible

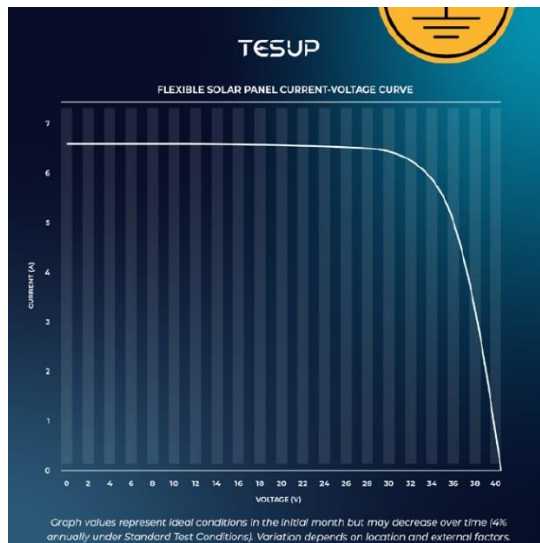


Nota. TESUP

Las dimensiones del panel flexible son de un metro cuadrado aproximadamente, con un espesor de 2 mm y un peso de 5.8 kilos.

Figura 69

Curva de Voltaje de Panel Solar Flexible



Nota. TESUP

Tabla 10*Características de Panel Solar Flexible*

Especificaciones	Valores
Tipo	Panel solar flexible de 230 W
Potencia máx. nominal Potencia (Pmax)	230 W
Tipo de Corriente	Corriente continua
Corriente máxima	6,94 A
Voltaje máximo	33,15 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7,4 A
Tensión en circuito abierto	40,6 V
Celda de funcionamiento nominal Temp.	-35 to +30 °C

Nota. Autoría propia

Ecuación para hallar la cantidad de paneles solares con una irradiación promedio de 5.43 (tabla 3) y tomando la potencia máxima nominal del panel de 230 W desarrollamos lo siguiente:

$$\text{Watts Pico} = \text{Demanda/hora solar pico}$$

$$\text{Watts Pico} = 8321 \text{ Wh} / 5.43 = 1532 \text{ Wh}$$

$$\# \text{ Módulos} = 1532 \text{ W} / 230 = 6.66$$

Módulos se aproxima a 7 paneles solares

Estos 7 paneles van situados sobre la vivienda en un espacio de 8 metros cuadrados con sus respectivos soportes, reguladores y cableado correspondiente.

Controlador de Carga para Turbina Eólica

Está diseñado para convertir CA (Corriente Alterna) en CC (Corriente Continua) mientras gestiona la carga de la batería y el inversor. Ofrece el mejor controlador de su clase con protección totalmente automática de la turbina y un freno de emergencia manual. Este controlador mejora significativamente la vida útil y la estabilidad de todo el sistema, especialmente de las baterías.

Tabla 11*Características de Controlador Eólico Magnum*

Especificaciones	Valores
Tipo	Panel solar flexible de 230 W
Potencia máx. nominal Potencia (Pmax)	9000 W
Tipo de Corriente	AC - DC
Voltaje de trabajo	24 - 48 V
Voltaje ajustable	Ajustar mediante el botón giratorio en el panel frontal.
Conectividad IoT	Monitoreo y control remoto a través de teléfonos móviles.
Compatibilidad	Redes on grid y off grid

Nota. Autoría propia

Figura 70*Controlador de Carga para Turbina Eólica Magnum*

Nota. TESUP

Controlador de Carga para Paneles Solares

En la siguiente Ecuación se utiliza para hallar tipo de controlador o regulador para el sistema, donde (Amp) son los amperios y (Isc) es la corriente de corto circuito del panel solar, desarrollamos lo siguiente:

$$\text{Amp} = \text{Isc} * \# \text{ paneles solares}$$

$$\text{Amp} = 7,4 * 7 = 51.8 \text{ Amp}$$

Se considera aproximar el amperaje calculado a un rango próximo que posea el dispositivo, como se observa a continuación (tabla 12).

Tabla 12

Características de Controlador Solar Growatt

Especificaciones	Valores
Tensión de alimentación	34~100Vdc@24V 1250W@12V
Tensión de circuito abierto máx.	2500W@24V 5000W@48V
Tipo de Corriente	DC
Corriente de carga máx.	80A
Autoconsumo	2 W
Eficiencia MPPT	99.5%
Protección	Sobrecarga, alta tensión, protección contra alta temperatura
Compatibilidad	Redes on grid y off grid

Nota. Autoría propia

El Controlador MPPT SC4880 80A 24V Growatt está diseñado para admitir un máximo de 80A de carga hacia las baterías. Una de las características que puede proporcionar estos modelos de controladores MPPT es la compatibilidad para trabajar en instalaciones de 12V, 24V o 48V, así como una detención de tensión de trabajo.

Figura 71

Controlador 24V Growatt



Nota. GeoTrust

Inversor

Con los resultados que nos da a continuación se busca acercar su capacidad al inversor que este acorde a los parámetros necesitados.

Para calcular el inversor requerido tomamos la siguiente formula teniendo en cuenta el consumo diario del predio:

$$\text{Watts} = \text{consumo diario} * 1.2 = (\text{Demanda})$$

$$\text{Watts} = (6934 * 1) = 8321 \text{ W}$$

Para nuestro propósito apuntamos a un inversor de 10kW.

Figura 72*Inversor 10000W MUST*

Nota. emergente

Tabla 13*Características de Inversor 10000W MUST*

Especificaciones	Valores
Potencia nominal	10.0KW
Índice de sobretensión (20 ms)	30KW
Tensión nominal del sistema de baterías	24VDC
Capaz de arrancar un motor eléctrico.	5HP
Tensión nominal de salida RMS	240V / 120V
Eficiencia del inversor (pico)	>88%
Eficacia del modo de línea	>95%
Factor de potencia	1.0
Tiempo típico de transferencia	20ms(max)
Tensión de salida	Depende del tipo de batería

Nota. Autoría propia

Baterías

En el sistema híbrido acá sugerido se utilizan baterías de ciclo profundo, en las que el mercado ofrece numerosas variedades en el mercado. Los dos tipos más utilizadas son las denominadas baterías de ciclo profundo reguladas por válvulas (VRLA).

Es necesario un monitoreo frecuente para las baterías de ciclo profundo inundadas. Este tipo de batería que requiere una correcta inspección ya que cuando los niveles de electrolito son bajos se compromete su rendimiento.

En las baterías selladas de ciclo profundo no implica mantenimiento. Esto implica que añadir electrolitos no es necesario por medio del agua destilada ni verificar el nivel de electrolitos. Sin embargo, es fundamental revisar rutinariamente para desgaste o daño en sus conectores.

Debido al desgaste que se produce durante los ciclos de carga y descarga profundas, que reduce su vida útil, las baterías de automóviles no deben utilizarse en sistemas de energía renovable porque no son de ciclo profundo.

Se recomienda un voltaje de 24 V para este sistema residencial ya que es más efectivo para controlar la intensidad del circuito.

Figura 73*Batera de Ciclo Profundo 12LC-225 Q-Batteries*

Nota. Andupil

Tabla 14*Características de Panel Solar Flexible*

Especificaciones	Valores
Código/modelo	12LC-225
Fabricante/marca	Q-Batteries
Tecnología	Plomo ácido AGM VRLA sellada hermética
Voltios	24 V
Capacidad nominal	243Ah C20
Tipo de terminal	Insertado M8
Corriente máxima de descarga	2250 A (5 segundos)
Resistencia interna	3,7 mΩ
Aplicaciones	Cíclicas, Ciclo profundo
Dimensiones	522x240x223 mm
Peso	65 Kg
Rango de temperatura de funcionamiento	Carga: de -10°C a +50°C Descarga: de -15°C a +50°C
Vida útil	Hasta 1450 ciclos al 30% de descarga D.O.D. a 25°C Hasta 350 ciclos al 100% de descarga D.O.D. a 25°C Hasta 500 ciclos al 80% de descarga D.O.D. a 25°C Hasta 850 ciclos al 50% de descarga D.O.D. a 25°C

Nota. Autoría propia

Para este propósito de calcular las baterías necesarias usamos la siguiente ecuación donde Ah son los amperios hora y el % de descarga de las baterías se recomienda al 50% para para que no sufran un desgaste prematuro y su vida útil se prolongue:

$$\text{Ah} = (\text{Demanda} * \text{días de autonomía}) / (\text{voltaje del sistema} * \% \text{ de descarga})$$

$$\text{Ah} = (8321 * 1) / (24 * 05) = 8321/12 = 693,4 \text{ Ah}$$

$$\# \text{ de Baterías} = \text{Ah} / \text{Ah de Batería}$$

$$\# \text{ de Baterías} = 693,5 / 243 = 2.85$$

de Baterías se aproxima a 3

Cálculo de Conductor

Están especialmente diseñados para soportar las condiciones extremas específicas de cada proyecto eólico y solar (figura 75).

Figura 74

Cable para Corriente Continua PRYSUN H1Z2Z2-K



Nota. PRYSMIAN

El Cable utilizado para sistemas eólicos-fotovoltaicos sistemas también se puede utilizar para instalaciones solares móviles y fijas, incluyendo autoconsumo, plantas flotantes, incluido el autoconsumo, parques solares e instalaciones solares en tejados, parques solares e instalaciones solares en cubiertas. Este cable es increíblemente flexible e ideal para conectar paneles fotovoltaicos y paneles turbinas eólicas, así como para conectar los diferentes dispositivos que comprende el sistema híbrido como el inversor.

Las prestaciones de sus materiales permiten su instalación directamente bajo tierra o en el exterior con total seguridad. Funciona con la mayoría de conectores, se puede desplegar directamente bajo tierra o en el exterior con total seguridad. El mejor cable es el cable CC de 1,5/1,5 (1,8) kV. También aporta otras características favorables como:

Aporta flexibilidad externa gracias a sus características y fabulosas prestaciones eléctricas fotovoltaicas.

Por su fabricación libre de halógenos el cable es óptimo para instalaciones de energía limpias, y cumple con la Norma Europea Construction Products Regulation (Certificación CPR: Cca -s1b, d2, a1).

Posee la certificación TÜV (garantiza que el producto tiene pruebas de seguridad y cumplir con las normas de regulación internacionales).

Su vida útil supera los 30 años a 90°C.

Tomamos los coeficientes de corrección como de (0.9) por acción solar directa, (1.4) por instalación generadora fotovoltaica, estos coeficientes más los expuestos a continuación (figura 76 a la 78) son utilizados para hallar los resultados para el cálculo de los conductores tipo XLPE o EPR (termoestables).

Figura 75

Coefficiente de Corrección por Temperatura a la Intemperie

AISLAMIENTO	TEMPERATURA AMBIENTE (θ _a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78



Nota. Prysmian

Figura 76

Coeficiente de Corrección por Agrupamiento

PUNTO	DISPOSICIÓN	NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES									INSTALACIÓN TIPO
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Agrupados al aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente.	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	A a F
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	C
3	Capa única fijada al techo.	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales.	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	E y F
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, soportes, bridas de amarre, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	

Nota. Prysmian

Normalmente la conectorización de las turbinas eólicas y paneles están hechas para cables de 4 y 5mm.

Tomamos los datos base para los cálculos de los paneles solares:

Tensión cada string (panel solar) = 33.15 V

Intensidad de corto circuito (Isc) = 7.4 A

Intensidad en el punto de máxima potencia = 6.94 A

Potencia de todo el sistema (230 * 7) = 1610 W

Longitud de línea del sistema = 27 m(*)

Coeficiente por acción solar directa = 0.9

Coeficiente por instalación generadora fotovoltaica = 1.4

Coeficiente de corrección por temperatura a la intemperie 40c° = 1

Coeficiente de corrección por agrupamiento = 0.7

(*) Longitud del cable hasta el módulo más lejano del inversor.

Ecuacion para calculo del cable:

$$I' = I_{sc} * 1.4 / (0.9 * 1 * 0.7) =$$

$$I' = 7.4 * 1.4 / (0.9 * 1 * 0.7) = 16.4 \text{ a tabla de intensidades admisibles}$$

Tomamos en la tabla de intensidades admisibles (figura 77), por la fila B1 que corresponde a los sistemas de instalación tanto interior como para exterior, ubicamos la casilla XLEP2 (porque es corriente continua y cable termoestable) y bajamos donde se supera la cifra de 16,4, como resultado tenemos un cable de 1.5 mm² de sección.

Figura 77

Intensidades Admisibles

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																	
A1		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)								
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)								
B1				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)						
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)						
C										PVC3 (70 °C)		PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)			PVC2 (90 °C)		
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
E										PVC3 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)	
F											PVC3 (70 °C)						PVC2 (70 °C)	XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)
	mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5
	2.5	15	15.5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
Cobre	50	86	94	103	116	121	127	138	143	149	155	161	167	174	184	194	204	220	230

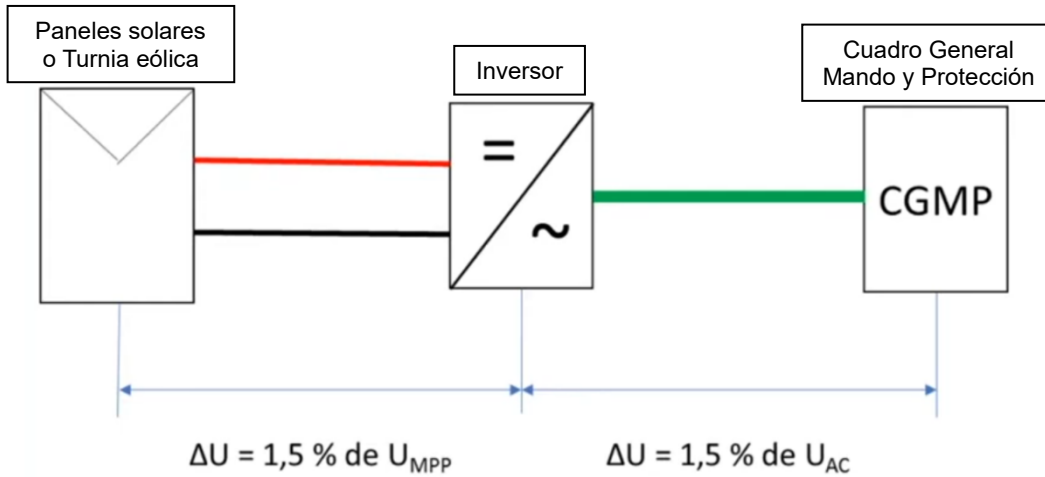
Nota. Autoría propia

Figura 78

Valores de conductividad

	TEMPERATURA DEL CONDUCTOR		
	20 °C	TERMOPLÁSTICOS 70 °C	TERMOESTABLES 90 °C
Cu	58,00	48,47	45,49
Al	35,71	29,67	27,8

Nota. Prysmian

Figura 79*Caída de Tensión*

Nota. Autoría propia

Para la caída de tensión usamos las siguientes formulas, donde:

I_{MPP} = intensidad nominal = 6.94 A

U_{MPP} = tensión de máxima potencia = 33.15V

L = longitud del cable

Y = conductividad (Cu)

$\Delta U = 1.5/100 * 33.15 = 0.497$ V

Aplicamos la fórmula de caída de sección por la caída de tensión:

$$S = \frac{2 * L * I}{Y * \Delta U} = \frac{2 * 27 * 6.94}{45.5 * 0.497} = 23.7 \text{ mm}^2$$

Tomamos la siguiente cifra 2.5 mm² de la tabla (figura 81)

Figura 80

Ficha Técnica de Conductor a Utilizar

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1.5	1,8	4,5	31	13,3	24	30	30,48
1 x 2.5	2,4	5	43	7,98	34	41	18,31
1 x 4	3	6,6	61	4,95	46	55	11,45
1 x 6	3,9	7,4	80	3,30	59	70	7,75
1 x 10	5,1	8,8	124	1,91	82	98	4,60
1 x 16	6,3	10,1	186	1,21	110	132	2,89
1 x 25	7,8	12,5	286	0,780	140	176	1,83
1 x 35	9,2	11,3	374	0,554	182	218	1,32
1 x 50	11	12,8	508	0,386	220	276	0,98
1 x 70	13,1	15,6	709	0,272	282	347	0,68
1 x 95	15,1	16,4	900	0,206	343	416	0,48
1 x 120	17	18,6	1153	0,161	397	488	0,39
1 x 150	19	20,4	1452	0,129	458	566	0,31
1 x 185	21	22,4	1713	0,106	523	644	0,25
1 x 240	24	24,0	2245	0,0801	617	775	0,20

Nota. Prysmian

Gestión Energética

Una casa domótica es un hogar donde la tecnología se integra y se utiliza para funcionar de forma coordinada, eficiente y óptima.

La palabra deriva de las palabras domos, que significa casa, y tica, que significa que opera por sí mismo, según su etimología. En otras palabras, son recintos que operan por sí mismo.

La automatización hace posible que muchos sistemas tecnológicos que están conectados en toda la casa realicen todas sus funciones de forma sencilla. Su energía, confort, seguridad, y la comunicación están todos controlados por esta operación.

Podemos decir que los sistemas domóticos para viviendas consiguen integrar la tecnología en todos los aspectos del diseño inteligente de un hogar.

Es realmente útil entender la teoría, porque nos ayuda a comprender los componentes de los sistemas de automatización del hogar. Demostramos prácticamente cómo la integración de la tecnología en los hogares puede ayudar a los usuarios.

Por ejemplo, sólo utilizaremos dos puntos o aplicaciones: los interruptores de las

lámparas o bombillas y los enchufes. En concreto, la domótica se utilizará para programar las luces para que se apaguen cuando la casa esté vacía o para asegurarnos de que hemos apagado todas las luces antes de salir, aunque no estemos en casa.

Disponer de domótica para automatizar las luces de la casa es una gran ventaja, al igual que las luces exteriores. Siguiendo con el tema de la iluminación, se puede utilizar la domótica para encender o apagar tus distintos electrodomésticos además de controlar las luces de tu casa.

Por ejemplo, puedes programar la iluminación exterior para que se encienda cuando detecte movimiento o una hora específica del día. Para las luces de tu casa es una gran ventaja, al igual que las luces exteriores. Otro ejemplo a implementar más acertados de domótica es la posibilidad de configurar la cafetera para que prepare café todas las mañanas al levantarte, siempre que tengas un buen sistema instalado.

Aplicación Sonoff Domótica

Para ello, se utiliza una aplicación WiFi propia para operar los sistemas de automatización del hogar Sonoff. De esta manera, se controlan elementos como bombillas en los distintos ambientes de sus edificios.

Para operar dispositivos domóticos Sonoff con WiFi en la casa, es necesario utilizar la aplicación Ewelink Smart Home. Es gratuito y accesible en ambos, tanto en los sistemas operativos iOS como Android. También se distingue por tener un diseño sencillo y ser fácil de usar en dispositivos móviles.

Es fundamental recordar que algunos de estos aparatos domóticos utilizan tecnología de 433 MHz (módulos de radiofrecuencia), lo que les permite funcionar como transmisores y receptores inalámbricos.

Home, Alexa y Nest son compatibles con los productos de Sonoff Dootics. Son simples de utilizar para las personas porque se integran rápida y eficaz para los usuarios.

Tipo de Arquitectura a Utilizar

Arquitectura centralizada: un controlador central se encarga de enviar datos a los distintos periféricos, a partir de información proveniente de sensores. En el supuesto de que el controlador central dejase de trabajar, sucedería lo mismo con el resto del sistema domótico, pues el controlador central representa la "columna vertebral" de éste sistema.

Dispositivos de la Domótica

A continuación, se describe a grosso modo el grupo de elementos que integra el sistema domótico:

Bus: Se trata del transmisor que trasporta la información entre los dispositivos

Controlador: Gestiona el sistema según la programación que se le haya establecido y la información específica dada, en este caso se utiliza otro tipo de señal *zig-b* que es otro tipo diferente al *wifi* pero deja el router libre y potencializa el desarrollo de la red domótica (figura 82), este va conectado al router con un menor consumo de energía.

Figura 81

Concentrador o Hub



Nota. Maquetecelas

Sensor: Se ocupa de la monitorización del entorno. La información que capten se transmite al sistema domótico.

Interfaz: Dispositivos y formatos que te muestran la información, ya sea con teléfonos, pantallas de teléfono, en audio o en formato binario.

Actuador: Realiza las órdenes del controlador. Por ejemplo, apagar las luces de un dormitorio (figura 83).

Figura 82

Interruptor



Nota. Sampler

Conclusiones

Todos tienen la oportunidad de emplear energías no convencionales, energías con el equipo adecuado y una orientación profesional, se puede producir energía de forma sostenible. Estos sistemas híbridos permitirán en Colombia diversificar su red energética pública, haciendo el consumo más confiable, segura y eficiente, al tiempo que generara energía limpia avanzando en los objetivos de descarbonización del país.

En las zonas no interconectadas como en el departamento de La Guajira, la construcción de un sistema híbrido de energía eólica y fotovoltaica combinado con un consumo apoyado con instrumentos domóticos puede brindar una solución viable y sostenible. Además de mejorar la disponibilidad de energía, este sistema apoyaría el crecimiento económico regional y la sostenibilidad ambiental. Para garantizar que el sistema sea adecuado y eficiente según las demandas energéticas de los usuarios, se necesita una estrategia multidisciplinaria que involucre la cooperación entre ingenieros, diseñadores y la comunidad local para su implementación.

Dado que los sistemas multifuncionales pueden conectarse tanto a redes interiores como exteriores y entre sí, es concebible llegar a la conclusión de que la domótica es el resultado de la integración de los servicios en la vivienda, teniendo como objetivo primordial ser garante al usuario en el ahorro de dinero consumiendo menos energía, que esté cómodo mediante la mejor gestión técnica de la vivienda y que esté seguro al tener toda la casa interconectada.

Recomendaciones

Dado que las dos tecnologías pueden cooperar para mejorar la producción de energía en diversas circunstancias meteorológicas, la instalación de un sistema híbrido de energía solar y eólica puede ser un enfoque viable para maximizar la producción de energía renovable. Las principales acciones sugeridas para empezar a implantar un sistema híbrido son las siguientes:

Se puede iniciar haciendo una evaluación del Sitio, observando la oferta de radiación solar, para saber más sobre la radiación solar anual de la zona se efectúan mediciones directas o mapas que muestren la radiación solar donde se instalara el sistema. Al igual el suministro eólico se puede examinar la dirección y velocidad del viento en el emplazamiento. Se aconseja medir el viento durante al menos un año utilizando un anemómetro.

Investigar cuánta energía necesita el lugar donde se va a instalar el sistema, esto ayudará a determinar el tamaño de los aerogeneradores y los paneles solares para abastecer la carga en función de la producción prevista de cada Nota.

Tener en cuenta la utilización de paneles de alta eficiencia que puedan soportar diversas temperaturas, junto con aerogeneradores que funcionen eficazmente con las velocidades de viento típicas de la zona, enlazados con un circuito de componentes como inversores y controladores que puedan gestionar tanto la electricidad solar como la eólica; Maximizando el rendimiento con un sistema de monitoreo acorde.

Para almacenar la energía producida y utilizarla más tarde, sobre todo en momentos de baja producción energética, piensa en implantar un banco de pilas de ciclo profundo optimizado por una buena gestión de la carga, para cooperar y aumentar la eficiencia global, asegurarse de que los sistemas solar y eólico están correctamente conectados por medio de un control inteligente que pueda gestionar eficazmente el consumo de energía de ambas fuentes, dando prioridad en todo momento a la producción más rentable.

Las Leyes locales y ordenanzas se aplican a la instalación de sistemas de energía renovable en la zona. Esto abarca el cumplimiento de la normativa medioambiental, la conexión a la red y los permisos, como también los Incentivos sobre cualquier programa gubernamental que pueda ayudarle a financiar el proyecto.

Es importante llevar un calendario de mantenimiento para garantizar que los aerogeneradores y los paneles solares funcionan de forma óptima, estableciendo un programa de mantenimiento rutinario con un apoyo de datos sobre el rendimiento del sistema en tiempo real y realizar los ajustes necesarios utilizando tecnologías de monitorización.

Informar a los clientes finales sobre cómo maximizar su uso de la energía y cómo funciona el sistema híbrido explicando claramente las ventajas económicas y medioambientales del proyecto para promover su aprobación, que a continuación al financiamiento, préstamos verdes o asociaciones público-privadas y el presupuesto claro, siendo este detallado que incluya todos los costos de instalación, operación y mantenimiento.

Finalmente implementar un sistema híbrido solar-eólico puede requerir un esfuerzo considerable, pero con una planificación cuidadosa, puede resultar en una solución de energía sostenible y eficiente que reduzca la dependencia de combustibles fósiles y el impacto ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Acierto.com. (2022). Acierto.com. <https://www.acierto.com/energia/luz/calculo-consumo-electrico/>
- Almudena Lumeras. (2022, December 28). ¿Qué es el efecto fotovoltaico? Sunhero.com; Sunhero. <https://www.sunhero.com/blog/que-es-el-efecto-fotovoltaico/>
- Así es vivir sin electricidad en La Guajira urbana – Tierra Grata. (2021, September). Tierragrata.org. <https://tierragrata.org/asi-es-vivir-sin-electricidad-en-la-guajira-urbana>
- Bustos, J. (2020, October 29). La mejor superficie para instalar placas solares en tu comunidad. E4e Soluciones. <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/cual-es-la-mejor-superficie-para-instalar-las-placas-solares-de-tu-comunidad>
- Cálculo de conductores para instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo. (2024). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=HgDhELmb2IU>
- CamScanner, World Bank Group, J. Heeter and T. Nicholas: NREL, Fabio Andrés Avella, WILLIAM, PREPrensa-WILLIAM, Robert Springer: NREL, & ANDRES. (2015). new doc 1. http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVABLES_WEB.pdf
- Capacci A, Mangano S. Las catástrofes naturales. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. 2015;24(2):35-51. doi:10.15446/rcdg.v24n2.50206
- Colombia D. Principales resultados Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) 2021. YouTube. Published online April 28, 2022. Accessed May 17, 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=8d5pJVKgwFY>
- Colaboradores. (2020, March 27). Ahora más que nunca, La Guajira necesita ayuda.

PARES. <https://www.pares.com.co/post/ahora-m%C3%A1s-que-nunca-la-guajira-necesita-ayuda>

Cruz, M., Molina Castañeda, D., Jaramillo Benavides, J., & Camila, M. (n.d.). Domótica, el hogar digital. Retrieved November 13, 2024, from

Díez, P. F. (1993). Energía eólica. Servicio Publicaciones, Universidad de Cantabria
e-Ficiencia - Revista Digital sobre Eficiencia Energética y Sostenibilidad. (2022, May 5).

Eficiencia Energetica. <https://e-ficiencia.com/domotica-que-es-y-como-funciona/>

El Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica – PIECSistema
Interconectado Nacional (SIN), ZNI, Zona no Interconectada

Estefania Coluccio Leskow. (2018, August 9). Corriente alterna - Concepto, ejemplos y corriente Continua. Concepto. <https://concepto.de/corriente-alterna/>

Francisco, J. (2015, March 18). EFECTO FOTOVOLTAICO. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y UTOPIA; EFICIENCIA ENERGÉTICA Y UTOPIA.

<https://juanfrancisco207.wordpress.com/2015/03/18/efecto-fotovoltaico/>

Iberdrola. Acuerdos Internacionales Sobre El Cambio Climático. Iberdrola. Published
December 2, 2019. Accessed July 3, 2022.

<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/acuerdos-internacionales-sobre-el-cambio-climatico>

Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. (n.d.).

https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVABLES_WEB.pdf

Invierta y Gane con Energía Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. (n.d.).

https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf

f

La célula solar: tipos, función y eficiencia. (2020, December 23). TRITEC.

<https://www.tritec-energy.com/es/gu%C3%ADa/eficiencia-de-la-funci%C3%B3n-de-la-c%C3%A9lula-solar/>

Las catástrofes relacionadas con el clima se quintuplican en 50 años, pero la mejora de los sistemas de alerta salva más vidas. Noticias ONU. Published September 2021.

Accessed July 3, 2022. <https://news.un.org/es/story/2021/09/1496142>

Lopez, M., Vannier, J.-C., & Sadarnac, D. (2007). SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA EÓLICA CONTROL Y DISEÑO. Hal.science.

<https://centralesupelec.hal.science/hal-00243098>

Los, A., & Vol. (2017). Perspectivas de Comunidades Indígenas de La Guajira Frente al Desarrollo Sostenible y el Abastecimiento Energético Perspectives of Native Community in La Guajira Facing Sustainable Development and Energy Supply
Contenido. Pág, 38(11), 25.

<https://www.revistaespacios.com/a17v38n11/a17v38n11p25.pdf>

Ortega, S., Ojeda C, Edgar, & Candelo, J. E. (2017). Perspectivas de Comunidades Indígenas de La Guajira Frente al Desarrollo Sostenible y el Abastecimiento Energético. Cuc.edu.co. <https://doi.org/07981015>

Pau. (2020, November 14). ¿Qué son los controladores de carga PWM y MPPT?

DIREENERGY. <https://www.direnergy.net/index.php/blog/cargador-bateria-solar-pwm-mppt/>

Proyectos On Grid, Off Grid e Híbrido. – Araucania Fotovoltaica. (2024).

[Araucaniafotovoltaica.com. https://araucaniafotovoltaica.com/proyectos-on-grid-off-grid-e-hibrido/](https://araucaniafotovoltaica.com/proyectos-on-grid-off-grid-e-hibrido/)

¿Qué es la eficiencia energética y qué ventajas tiene? | Repsol. (2022, March 29).

REPSOL. <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/cambio-climatico/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/index.cshtml#:~:text=El%20concepto%20de%20eficiencia%20energ%C3%A9tica,impactos%20ambientales%20asociados%20a%20ella>

Qué es la energía eólica y cómo funciona. (2020). RP | Material Eléctrico Y Fontanería.

<https://gruporp.es/blog/que-es-energia-eolica-como-funciona-n24>

¿Qué es un optimizador de potencia? | AutoSolar Blog. (2024). Autosolar.co.

<https://autosolar.co/aspectos-tecnicos/que-es-un-optimizador-de-potencia?srsIid=AfmBOoqILyohlTUC4qdwgMv0pF9rLKsK7JPHNmSf8FxV3Q9Go2hWOHG>

¿Qué es un sistema fotovoltaico y cómo funciona? | Enel X. (2024). Enel X.

<https://corporate.enelx.com/es/question-and-answers/how-does-a-photovoltaic-system-work>

¿Qué son los proyectos On Grid y Off Grid? - Solcor Chile. (2021, May 5). Solcor Chile.

<https://solcorchile.com/on-grid-off-grid/>

Redacción. (2021, November 23). 8 elementos que componen una instalación fotovoltaica - E4e

Soluciones. E4e Soluciones. <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/8-elementos-que-componen-una-instalacion-fotovoltaica>

Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad Energía Eficiencia y Energía

Renovable. (n.d.). <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/42070.pdf>

Stackhouse, P. (2024). POWER | DAV. Nasa.gov. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Torres, Y. (2020). Eficiencia energética y ahorro de energía residencial. South

Sustainability, 1–4. <https://doi.org/10.21142/ss-0101-2020-011>

Topología de Estrella. (2024). Topologías Físicas de Red. <https://new-prestige.weebly.com/topologigravea-de-estrella.html>

Vivas, J. (2019, February 12). El mapa de 1.710 poblados que aún se alumbran con velas en Colombia. *El Tiempo*; *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/los-lugares-que-aun-viven-sin-energia-electrica-en-colombia-325892>

Apéndices

Apéndice A

Equipos de Seguridad y Conexiones a Tierra

El cableado y otras partes de una instalación solar están protegidos de subidas de tensión, contra sobrecargas de energía y otras fallas del sistema mediante estas desconexiones de seguridad manuales o automáticas. También garantizamos la desconexión segura de la infraestructura para mantenimiento y reparaciones. Estos componentes cortan la conexión en sistemas conectados a la red para proteger a operadores que trabajan en las redes de distribución y transmisión. Para sistemas eólico y fotovoltaico con sobrecargas provocadas por rayos u otros errores de instalación al ofrecer un conducto de baja resistencia desde su sistema a tierra

Apéndice B

Protecciones para Instalaciones Eólicas y Fotovoltaicas

También llamados fusibles solares son elementos que protegen los circuitos eólicos y solares de las sobrecorrientes.

Su trabajo es interrumpir el flujo de corriente cuando se produce una sobrecorriente, evitando que los dispositivos eléctricos del sistema se averíen, que se produzcan episodios de riesgos como incendios y evitar corrientes inversas.

Para calcular el tamaño del fusible de un sistema solar, se puede usar la siguiente fórmula:
Tamaño del fusible = $1,56 \times I_{sc}$, donde I_{sc} es la corriente máxima de cortocircuito de los paneles o cadenas de paneles.

El componente encargado de proteger el fusible interno se llama potafusible. Este Dispositivo es encargado de salvaguarda el fusible junto con otros componentes eléctricos del sistema destinados a proteger de sobrecargas, se caracteriza por actuar base o soporte donde se fijará un fusible para brindar una protección segura contra factores ambientales y mecánicos.

Portafusible - fusible



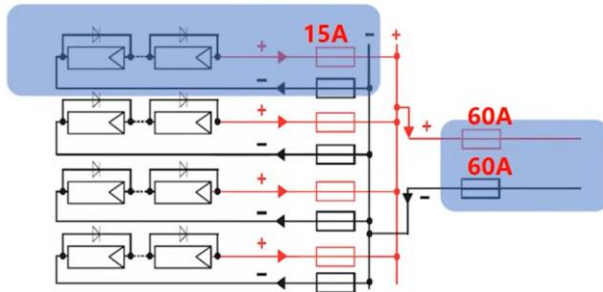
1000V, 1500V

gNota. Solar Fácil

Los fusibles son especiales para corriente continua están fabricados de 1000 voltios hasta 30 amperios de capacidad, es recomendable utilizar fusible en todas las series de paneles solares

conectados, y que estén conectados estos en paralelo para evitar la corriente inversa debido a un panel defectuoso de la instalación.

Protecciones para Paneles Solares



Nota. Solar Fácil

Un tipo de disyuntor, es un magnetotérmico, artefacto capaz de cortar el flujo de la corriente eléctrica en un sistema si este alcanza un margen máximo de consumo o sobre corrientes, esto gracias a sus mecanismos internos equipo o mecanismo que puede cortar la corriente eléctrica de un circuito si ha superado ciertos umbrales máximos de consumo o sobrecorriente, especialmente limitando los picos de corriente (figura 86).

Cabe agregar que esta protección es totalmente diferente a la protección en corriente alterna, igual que el fusible estos van instalados entre el aerogenerador o los paneles solares y el inversor, poseen una polaridad para su conexión explicada por el fabricante en la placa de características.

Magnetotérmico



300V,600V,900,1200V
 Rated Current: 10A 13A 16A
 20A 25A 32A 40A 50A 63A

Nota. Solar Fácil

Los interruptores-seccionadores fotovoltaicos han sido especialmente fabricados para aislar la Corriente Continua de las instalaciones de las turbinas eólicas y placas solares.

Funcionan incluso en condiciones extremas, conmutan la CC hasta 1500 V de CC en varios circuitos eléctricos para aplicaciones con aerogeneradores y fotovoltaicas (flotantes o bipolares), facilitan el trabajo a la hora de realizar reparaciones o mantenimiento; tanto los fusibles como los magnetotérmicos no son elementos de corte de energía de ahí que es indispensable integrar un seccionador en el sistema de generación de energías limpias.

Seccionador



500V,600V,800V,1000V
 Rated Current 9A-40A

Nota. Solar Fácil

Los Descargadores o protecciones de sobretensión son protecciones que se ejecutan frente a picos de voltaje no requeridos. En los sistemas eólicos y solares fotovoltaicos, el descargador de

sobretensiones se aplica sobre cada una de las líneas de paneles solares que se tengan y aerogeneradores, que bajan hasta el regulador de carga del inversor.

Protección de Sobretensiones



600Vdc, 1000Vdc

Nota. Solar Fácil

El uso de este dispositivo se acopla con las instalaciones de fusibles para garantizar una protección por intensidad adecuada, ya que el descargador contra sobretensiones se encarga de proteger frente a voltajes excesivos producidos tanto por las turbinas, palcas solares o los impactos de rayos. Cuando se supera el umbral de protección, en este caso como ejemplo, 1000V, se realiza una derivación a tierra para que la sobretensión no llegue hasta el inversor de la instalación. Es necesario instalar una conexión a puesta a tierra que sea independiente de la que ya se usa en la instalación de corriente alterna del hogar, el dispositivo de sobretensiones indica su borne que va conectado a tierra.

Borne Puesta a Tierra



Nota. Solar Fácil

En la figura 90 se observa la correcta conexión de las protecciones y puesta a tierra partiendo de una serie de paneles solares donde se destaca la polaridad para cada elemento allí expuesto y su correspondiente línea de energización, iniciando con los fusibles o Magnetotérmico, posteriormente el protector de sobretensiones de descargar atmosféricas, seguido del seccionador llegando al final al inversor.

Conexión de Protecciones Fotovoltaicas



Nota. Solar Fácil

Los cálculos de las protecciones se hacen con base a las fichas técnicas de cada dispositivo como lo son los aerogeneradores y paneles solares.

Apéndice C

Mantenimiento

El correcto funcionamiento de estos sistemas energéticos de autoconsumo se garantiza mediante el mantenimiento rutinario de las instalaciones en los equipos eólicos y solares. Es fundamental que los paneles solares de alta calidad tengan una vida útil de más de 25 años; sin embargo, esto dependerá de una serie de elementos, incluido el mantenimiento continuo de toda la infraestructura y de los componentes que lo comprende.

El usuario de la instalación puede, por un lado, realizar una limpieza sencilla de los paneles solares usando una fibra suave preferiblemente de algodón. Realizar otras formas de mantenimiento más técnicas se realizan por expertos en turbinas eólicas y paneles solares que solo son posibles con empresas especializadas. Ponemos mucho énfasis en este tipo de cuidado porque, en la mayoría de las situaciones, un mantenimiento bien realizado o inacabado provoca una diferencia del porcentaje entre la eficiencia del sistema bien cuidado o las pérdidas de energía por inconvenientes de elementos en el circuito, en la mayoría de las situaciones, un mantenimiento mal efectuado o incompleto provoca una reducción del 30% en la eficacia del sistema.

En las siguientes líneas se describe brevemente en qué consisten todas estas opciones:

Mantenimiento básico de aerogeneradores: cualquier turbina eólica necesita un mantenimiento rutinario y regular realizado por técnicos profesionales a fin de evitar posibles daños en los componentes y sus consiguientes reparaciones no programadas.

Este mantenimiento planeado se realiza una o dos veces al año y puede durar hasta un día por aerogenerador. El técnico de turbinas eólicas inspeccionará todo el equipo para verificar si se necesita reparar alguno de los componentes, que incluyen filtros de aire, el eje del rotor, el sistema de giro, la caja de engranajes o el armario eléctrico.

Otra importante tarea de mantenimiento de aerogeneradores es comprobar y reponer piezas ya desgastadas y lubricación. Un engrase correcto es vital para minimizar la probabilidad de avería, elevar la vida útil de los equipos y reducir los costes operativos.

En general, el mantenimiento planificado realizado por técnicos expertos en turbinas eólicas es fundamental para evitar que se produzcan averías en sus componentes y reducir los costes de su vida útil.

Mantenimiento básico de instalaciones fotovoltaicas: los paneles solares eficientes instalados de forma profesional y con todos sus requerimientos apenas necesitan una limpieza periódica. Es importante seguir las siguientes recomendaciones:

Usar una fibra blanda y agua templada sin mucha presión limpiar las placas solares más accesibles. No usar esponjas duras ni materiales rugosos o ásperos. De esta forma evitas que se deterioren los paneles.

Aplicar muy poco jabón. El exceso de detergente dificulta la remoción del mismo y por lo tanto aclarar la superficie será más difícil.

Revisar una vez al año el depósito de acumulación de la placa fotovoltaica y comprobar si hay grietas o fugas, tanto en la superficie como en las gomas aislantes del perímetro.

Asegurar de quitar todo el polvo, que es el verdadero causante de ineficiencias en la generación de energía solar.

Esta operación puede realizarse unas tres veces al año para que tu instalación fotovoltaica pueda cumplir con eficacia todos sus años de vida útil.

La efectividad de los paneles solares por estar en una zona donde suele nevar mucho se puede solventar con una inclinación apropiada asegurándose de que el personal técnico los haya instalado con una inclinación superior a los 15°. Con esta disposición se podrá evitar la acumulación de nieve en las placas solares.

Mantenimiento preventivo: para que los sistemas funcionen correctamente, el mantenimiento preventivo es esencial. Además de verificar rutinariamente los componentes esenciales, estas acciones incluyen la inspección visual y física del sistema. La frecuencia de estas acciones se considerará en ambas situaciones, teniendo en cuenta las directrices proporcionadas por los fabricantes de sistemas de aerogeneradores y paneles solares, así como los manuales de funcionamiento. El objetivo del servicio de mantenimiento es disminuir desviaciones de potencia, rendimiento errático o deterioro y prever futuros fracasos antes de que ocurran.

El mantenimiento preventivo aborda procedimientos en diferentes ámbitos. He aquí un resumen de los mismos:

En los módulos fotovoltaicos:

Observar las condiciones de los módulos.

Limpieza y mantenimiento de placas solares, retirando las partículas que afecten su funcionamiento o causen la elevación de la temperatura.

Constatar la potencia instalada.

Verificar el estado de las conexiones.

Revisar las estructuras de apoyo.

En los inversores:

Evaluar las funcionalidades del inversor.

Medir la frecuencia de arranques y paradas.

Comprobar el estado de las protecciones eléctricas.

En el cableado: verificación del estado físico de las líneas de conexión, extremos de cables, puestas a tierra y aseguramiento de tornillos finales, etc.

La temperatura, radiación y otros datos ingresados remotamente en el software estarán

visibles en la pantalla, como también cualquier condición de variación en la transmisión de corriente en el sistema que pueda afectar la forma en que se trata y recibe la información del generador de energía, para así monitorear todo el proceso.

Frecuencia de mantenimiento preventivo: Debe estar bien familiarizado con los paneles solares y otros elementos de la infraestructura. Así sabrá con qué frecuencia hay que comprobar determinados componentes y qué matices requieren más atención.

Cada elemento tiene su requerimiento particular de mantenimiento para asegurar su buen funcionamiento. De esto depende la periodicidad de la intervención presencial de los profesionales de servicios energéticos.

Mantenimiento correctivo: el mantenimiento correctivo, como su nombre indica, reúne las tareas necesarias para reparar un sistema fotovoltaico o alguna de sus partes comprometidas en el mal funcionamiento del circuito. La meta principal es lograr que el elemento o elementos que han dejado de funcionar debido a un mal trabajo o avería vuelvan a proporcionar desenvolvimiento óptimo. El mantenimiento correctivo, a diferencia del mantenimiento preventivo, evalúa y detecta una anomalía en el trascurso de las inspecciones periódicas, monitoreo remoto o en el sitio.

Hay tres tareas primordiales que se tiene en cuenta al proceder con respecto al mantenimiento correctivo:

Por medio de la observación y un historial de revisiones se compara el estado del sistema para ubicar la causa de la avería.

Para no parar el trabajo de la instalación se puede aplicar una reparación temporal, para más adelante ejecutar un saneamiento definitivo sobre la causa del problema.

Llevar a la optimización de funcionamiento del sistema mediante una pronta ejecución de la reparación definitiva.

Asimismo, el mantenimiento correctivo se divide en tres categorías de intervención:

Para reemplazar la funcionalidad de un componente sin necesidad de sustituir una o varias de sus partes.

Intervención para restaurar la funcionalidad de un dispositivo sustituyendo alguna de sus piezas. Por ejemplo, cambiar el ventilador del inversor.

La acción para modificar el software del dispositivo para restaurar su configuración con el fin de restaurar su funcionalidad. Es decir, la reparación de un dispositivo mediante actualizaciones de software o reconfiguración cae dentro de la tercera categoría de mantenimiento correctivo.