

12.0%**Diseño de un generador solar fotovoltaico de tipo domestico con almacenamiento de energia-Milton Cuchiparte-Jose Rojas.docx**

Fecha: 2021-04-01 07:42 ECT

* Todas las fuentes 100 | Fuentes de internet 49 | Documentos propios 51 |

- ☒ [0]  www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532017000300263

5.1%

92 resultados
- ☒ [1]  repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15457/2/BANDA_TOMA_ARM_EST.pdf

3.0%

39 resultados
- ☒ [2]  "ARTICULO CIENTIFICO CHIMBORAZO KEVIN ANTIPLAGIO 100_ corregido 5.0 e ingles.docx" fechado del 2021-

0.1%

9 resultados

1

 documento con coincidencias exactas
- ☒ [4]  1library.co/document/q7l6o9ny-estudio-viabilidad-tecnica-economica-sistema-fotovoltaico-autonomo-instalaciones.html

2.3%

29 resultados
- ☒ [5]  "PAPER FINAL CHAUCALA - NAZATE.docx" fechado del 2020-11-25

0.1%

11 resultados
- ☒ [6]  "ARTICULO CIENTIFICO CHIMBORAZO KEVIN ANTIPLAGIO 100_ PARA TRIBUNAL (1).docx" fechado del 2020-11-

0.1%

9 resultados
- ☒ [7]  "ARTICULO TOAQUIZA - HURTADO.docx" fechado del 2020-11-21

0.1%

9 resultados
- ☒ [8]  repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5463/PG-16-1-08 DOCUMENTO FINAL V2 OK.pdf?sequence=1&i

1.7%

31 resultados
- ☒ [9]  "ARTICULO YUCAILLA- FRAGA_CB.docx" fechado del 2020-11-21

0.0%

7 resultados
- ☒ [10]  "FLORES PEREZ EDWIN_ PAREDES REDROBAN_LOZADA SEBASTIAN.docx" fechado del 2021-02-17

0.0%

7 resultados
- ☒ [11]  "VIVAS CAIZA LENIN_ OSCAR FERNANDO NUÑEZ.docx" fechado del 2021-02-17

0.0%

6 resultados
- ☒ [12]  dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9852/RamirezLozano_M - ZambranoQuispe_R.pdf?sequence=1&isAllowed=y

1.7%

25 resultados
- ☒ [13]  repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32501/Bombeo Solar Fotovoltaico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

1.6%

27 resultados
- ☒ [14]  "PAPER AUDI.pdf" fechado del 2020-11-21

0.1%

6 resultados
- ☒ [15]  "Articulo Cientifico FINAL.....1.docx" fechado del 2021-02-17

0.1%

7 resultados

1

 documento con coincidencias exactas
- ☒ [17]  "EDGAR MARCELO ESTRELLA CELI.DOC" fechado del 2021-01-15

0.0%

5 resultados
- ☒ [18]  "Investigación Guachamboza y Guachagmira Aprobada por el Tribunal.docx" fechado del 2021-03-18

0.0%

5 resultados
- ☒ [19]  "PAPER ANGO JOSE TERMINADO revisado(1).docx" fechado del 2020-11-21

0.0%

5 resultados
- ☒ [20]  "GUAÑUNA CHAVEZ_ PILATUÑA A. FRANKLIN.docx" fechado del 2021-02-17

0.0%

5 resultados
- ☒ [21]  docplayer.es/136905505-Analisis-de-factibilidad-de-autogeneracion-de-energia-en-el-sector-residencial-del-departamento-del-atla

1.4%

19 resultados
- ☒ [22]  "Caracterización Motor DC.docx" fechado del 2021-01-27

0.0%

5 resultados
- ☒ [23]  "Articulo cientifico - Guaman - Caiza - APROBADO.docx" fechado del 2021-02-17

0.0%

5 resultados

1

 documento con coincidencias exactas
- ☒ [25]  "ARTICULO FINAL LOPEZ-TOAPANTA SCB.docx" fechado del 2020-11-21

0.0%

5 resultados

✓ [26]	 static.eoi.es/savia/documents/componente45301.pdf  1.2% 24 resultados
✓ [27]	 avermaexa.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/download/24/11/504  1.5% 16 resultados
✓ [28]	 "Paper Investigación Jara-Zurita.docx" fechado del 2021-02-17  0.0% 4 resultados
✓ [29]	 "ARTICULO simbaña sierra 1.docx" fechado del 2021-02-17  0.0% 5 resultados
✓ [30]	 "Investigacion Alvaro Rodriguez y Cesar Holguin.pdf" fechado del 2020-11-21  0.0% 4 resultados
✓ [31]	 "Investigación Nicolalde-Nicolalde.docx" fechado del 2020-11-21  0.0% 4 resultados
✓ [32]	 "CORDERO_CORO ARIAS_ TOSCANO.docx" fechado del 2021-02-17  0.0% 4 resultados
✓ [33]	 "REVISION 24-01-2021 Christian Andrade - Andy Remache .docx" fechado del 2021-02-05  0.0% 5 resultados
✓ [34]	 "ARTICULO FINAL SIMBAÑA - SIERRA.docx" fechado del 2021-02-05  0.0% 4 resultados
✓ [35]	 "REVISION 24-01-2021 Christian Andrade - Andy Remache .docx" fechado del 2021-02-05  0.0% 5 resultados
✓ [36]	 "ARTICULO CIENTIFICO (Leon, Mora).docx" fechado del 2021-02-17  0.0% 4 resultados
✓ [37]	 core.ac.uk/download/pdf/29405995.pdf  1.0% 17 resultados
✓ [38]	 core.ac.uk/download/pdf/71399232.pdf  1.0% 17 resultados
✓ [39]	 "PAPERAPROBADO-RODRIGUEZ-HOLGUIN-17-FEB-2021.docx" fechado del 2021-03-18  0.0% 4 resultados
✓ [40]	 "ARTICULO TOAQUIZA FRANKLIN 1.16.docx" fechado del 2021-02-17  0.0% 3 resultados
✓ [41]	 "PAPER FINAL APROBADO AQUINO, VASQUEZ.docx" fechado del 2021-02-05  0.0% 4 resultados
✓ [42]	 "Articulo cientifico jaya - vidal 1.6.docx" fechado del 2021-02-05  0.0% 4 resultados
✓ [43]	 "PAPER FINAL AQUINO_VASQUEZ.docx" fechado del 2021-02-05  0.0% 4 resultados
✓ [44]	 "ARTICULO TOAQUIZA FRANKLIN_CB.docx" fechado del 2020-11-21  0.0% 3 resultados
✓ [45]	 "45-Control Automático del Sistema de Iluminación Residencial y Comercial.docx" fechado del 2020-05-05  0.0% 5 resultados
✓ [46]	 oa.upm.es/47915/1/TFG_ADRIAN_VAN_HAL_BENAVIDES.pdf  0.9% 14 resultados
✓ [47]	 "Articulo Cientifico Sacan_Suquillo.docx" fechado del 2021-03-18  0.0% 3 resultados
✓ [48]	 www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf  0.9% 11 resultados
✓ [49]	 dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4383/1/Tesis.pdf  0.7% 14 resultados
✓ [50]	 "Logica Difusa.docx" fechado del 2021-01-27  0.0% 6 resultados
✓ [51]	 dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33791/3/Trabajo-de-Titulacion.pdf  0.6% 13 resultados
✓ [52]	 cadwar.blogspot.com/2011/06/  0.9% 15 resultados

- ✓ [53]  riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/16550/Microcentral hibrida de generacion por medio de energias renovables..pdf
0.8% 13 resultados
-
- ✓ [54]  ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html
0.7% 8 resultados
-
- ✓ [55]  "DISEÑO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO TIPO DOMESTICO SIN ALMACENAMIENTO DE ENERGIA-Kleber
0.3% 11 resultados
-
- ✓ [56]  www.researchgate.net/publication/305924712_An_Integrated_AC_and_HDH_Water_Desalination_System_Assisted_by_Solar_Ener
0.4% 7 resultados
-
- ✓ [57]  "SMC en una microrred Revision_Anti plagio.docx" fechado del 2020-05-04
0.1% 7 resultados
-
- ✓ [58]  "ANÁLISIS POR MEDICIÓN TÉCNICA DE UN CIRCUITO DE TIRISTOR RESPUESTA DE CARGA, BLOQUEO Y
0.0% 3 resultados
1 documento con coincidencias exactas
-
- ✓ [60]  "35-Análisis del uso de diferentes tipos de gasolinas y aditivos en la vida útil.docx" fechado del 2020-05-05
0.0% 4 resultados
-
- ✓ [61]  www.coursehero.com/file/85276593/MATRIZ-ENERGETICAdocx/
0.0% 2 resultados
-
- ✓ [62]  www.coursehero.com/file/85276669/Parámetros-electricos-de-líneas-de-transmisióndocx/
0.0% 2 resultados
-
- ✓ [63]  www.slideshare.net/andressanchez1993/calculos-solar-fotovoltaica
0.6% 11 resultados
-
- ✓ [64]  "CRISTOPHER A POZO FARINANGO_FRANCISCO J TAPIA NARANJO_ M ALVEAR.docx" fechado del 2021-02-17
0.0% 4 resultados
-
- ✓ [65]  cadizsolarenergy.webcindario.com/marco calcula insta.htm
0.6% 11 resultados
-
- ✓ [66]  "78-Texto del artículo-456-1-2-20201026.odt" fechado del 2020-11-19
0.1% 4 resultados
-
- ✓ [67]  core.ac.uk/download/pdf/72021497.pdf
0.3% 10 resultados
-
- ✓ [68]  "64-Diseño de Optimización de Malla de Sistema de Puesta a Tierra.docx" fechado del 2020-05-21
0.1% 5 resultados
-
- ✓ [69]  docplayer.es/49089046-Curso-energia-solar-fotovoltaica-instalaciones-off-grid.html
0.5% 9 resultados
-
- ✓ [70]  riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151818/23826072G_TFG-M_1593869190347168887885746231919.pdf?sequence=1&isAllo
0.3% 7 resultados
-
- ✓ [71]  1library.co/document/q2nw55pq-modelamiento-centrales-fotovoltaicos-digsilent-factory-considerando-mecanismos-potencia.html
0.4% 7 resultados
-
- ✓ [72]  riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/5835/Estudio sobre las posibilidades de valorizacion de residuos de paneles f
0.3% 6 resultados
-
- ✓ [73]  zipalusub.weebly.com/uploads/1/3/4/3/134343211/gigizinokokimej.pdf
0.2% 6 resultados
-
- ✓ [74]  www.scribd.com/document/451170625/FORMATO-ARTICULO-CIENTIFICO-v3
0.0% 2 resultados
-
- ✓ [75]  upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26396/memoria.pdf
0.3% 7 resultados
-
- ✓ [76]  www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8944/1/T-UCE-0013-Ab-25.pdf
0.1% 4 resultados
-
- ✓ [77]  "80-Texto del artículo-458-1-2-20201028.docx" fechado del 2020-11-19
0.0% 4 resultados
-
- ✓ [78]  docplayer.es/9841627-Rae-tipo-de-documento.html
0.3% 5 resultados
-
- ✓ [79]  es.scribd.com/document/492219566/FORMATO-ARTICULO-CIENTIFICO-PARA-TITULACION-1-1
0.0% 2 resultados
-
- ✓ [80]  www.clubensayos.com/Tecnología/Análisis-del-sistema-hidráulico-de-una-caja-de/4976991.html
0.0% 2 resultados

- ✓ [81]  repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/4485/BC-TES-TMP-3306.pdf?sequence=1&isAllowed=y
0.4% 3 resultados

- ✓ [82]  www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext
0.2% 5 resultados

- ✓ [83]  "55-Vehicle Labeling In Ecuador, Based On Fuel Consumption.docx" fechado del 2020-05-15
0.0% 3 resultados

- ✓ [84]  www.slideshare.net/JUANANTONIORAMOSMANS/conceptos-basicos-sobre-baterias-de-uso-solar-125075346
0.3% 5 resultados

- ✓ [85]  www.researchgate.net/publication/326918242_Sistema_fotovoltaico_para_abastecimiento_energetico_rural_residencial
0.2% 6 resultados

- ✓ [86]  "59 Implementación de alerta al sobrecalentamiento de frenos.docx" fechado del 2020-05-05
0.1% 3 resultados

- ✓ [87]  www.researchgate.net/publication/327000655_Sistema_hibrido_fotovoltaico_FV_con_interaccion_a_la_red_para_zonas_rurales_d
0.1% 4 resultados

- ✓ [88]  "Articulo GUALOTUÑA -LATA.docx" fechado del 2021-02-17
0.0% 2 resultados

- ✓ [89]  autosolar.es/reguladores-de-carga-mppt
0.3% 4 resultados

- ✓ [90]  "41-Influencia de la marca automotriz GreatWall.docx" fechado del 2020-05-05
0.0% 3 resultados

- ✓ [91]  1library.co/subject/generador-fotovoltaico
0.3% 5 resultados

- ✓ [92]  slidetodoc.com/defensa-del-proyecto-de-titulacion-para-ingeniera-en/
0.2% 3 resultados

- ✓ [93]  "84-Texto del artículo-465-1-2-20201031.docx" fechado del 2020-11-19
0.0% 2 resultados

- ✓ [94]  bibing.us.es/proyectos/abreproy/70172/fichero/Resumen.pdf
0.3% 4 resultados

- ✓ [95]  core.ac.uk/download/pdf/29406459.pdf
0.3% 5 resultados

- ✓ [96]  la.mathworks.com/solutions/power-electronics-control/mppt-algorithm.html
0.2% 4 resultados

- ✓ [97]  "ARMIJOS - JIMENEZ.docx" fechado del 2021-04-01
0.2% 1 resultados

- ✓ [98]  "83-Texto del artículo-464-1-2-20201030.docx" fechado del 2020-11-19
0.1% 3 resultados

- ✓ [99]  edii.uclm.es/~arodenas/Solar/componentes2.htm
0.2% 2 resultados

- ✓ [100]  idoc.pub/documents/manual-de-procesos-quimicos-en-la-industria-tomo-iii-george-t-austinpfd-d49ggjvr8n9
0.1% 3 resultados

- ✓ [101]  "INFLUENCIA DE LA FORMA DEL ELECTRODO EN LA.pdf" fechado del 2020-03-28
0.2% 3 resultados

- ✓ [102]  www.scribd.com/document/458844861/RamirezLozano-M-ZambranoQuispe-R-pdf
0.2% 1 resultados

- ✓ [103]  "EMULACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL ÁNGULO DE INSTALACIÓN DEL PANEL SOLAR EN LA E
0.2% 3 resultados

25 páginas, 9850 palabras

Nivel del plagio: 12.0% seleccionado / 21.3% en total

199 resultados de 104 fuentes, de ellos 49 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios, Comparar con mis documentos en el repositorio de la organización, Comparar con el repositorio de la organización*

Sensibilidad: *Media*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: 3 - secure.plagscan.com; secure.plagscan.com/2/4959ddaa-0d88-438e-999e-61f27076eb36;
www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica

^[100]►
RESUMEN

El desarrollo tecnológico de la generación eléctrica ha ido creciendo a medida de las necesidades de la población, tales como la generación solar fotovoltaica que prevé cumplir con las demandas energéticas y también cuidar del medio ambiente que por años se ha venido deteriorando por el excesivo uso de sus recursos no renovables.

^[55]► El presente artículo tiene como objetivo el diseño de un generador solar fotovoltaico de tipo doméstico con almacenamiento de energía, que cumpla con las determinaciones técnicas para un funcionamiento eficiente. En base a una revisión sistemática de la literatura y recabación de datos del laboratorio SMART GRID, los resultados de esta investigación determinaron que es viable el realizar un diseño de generador solar fotovoltaico dado que el Ecuador por su posición geográfica es de los lugares más aptos para este tipo de generación eléctrica, en un panel inclinado a 10^0 se tiene como irradiación 156.34 (kWh/m²) mes, esto en el mes más desfavorecido del punto de estudio. También en la actualidad la tecnología de los dispositivos que conforman un generador han ido evolucionando de manera significativa dando mayores prestaciones para su implementación.

Palabras clave— Generación; Solar; Fotovoltaica; Energía; paneles; eficiente.

ABSTRACT

The technological development of electricity generation has been growing according to the needs of the population, such as photovoltaic solar generation that provides for meeting energy demands and also taking care of the environment that for years has been deteriorating due to the excessive use of its non-renewable resources.

The objective of this article is the design of a domestic photovoltaic solar generator with energy storage, which complies with the technical determinations for efficient operation. Based on a systematic review of the literature and data collection from the SMART GRID laboratory, the results of this research determined that it is feasible to carry out a photovoltaic solar generator design since Ecuador, due to its geographical position, is one of the most suitable places for This type of electricity generation, in a panel inclined at 100, the irradiation is 156.34 (kWh / m2) month, this in the most disadvantaged month of the study point. Also today the technology of the devices that make up a generator have evolved significantly, giving greater benefits for its implementation.

Key Words— Generation; Solar; Photovoltaic; Energy; panels; efficient.

1. INTRODUCCION

^[100]▶ El desarrollo tecnológico de la generación eléctrica ha ido creciendo a medida de las necesidades de la población. A lo largo de los años el desarrollo de la población genera una dependencia a la utilización de combustibles fósiles para la obtención de energía, lo que con el paso del tiempo llega a provocar un gran impacto negativo al medio ambiente todo esto por causa de las emisiones de (CO_2) a la atmosfera” (Mehdi & Slim, 2017).

^[73]▶ La energía solar fotovoltaica en el Ecuador no se aprovechado adecuadamente al grandes proyectos verse estancados según (Araujo, 2014). Y por lo que se ha observado el impulso de este tipo de generación al sector residencial ha sido casi inexistente y por eso es que el conocimiento del tema es casi nulo en las personas.

^[76]▶ El consumo de energías renovables en el ámbito de utilización y de producción de estas no supera ni el 20% en la actualidad” (Gasparatos et al., 2017; Wahyuni et al., 2015). De igual manera día con día la demanda incrementa excesivamente por el aumento de la sociedad y por el desarrollo industrial por este motivo se promueven formas de suplir la demanda energética en el mundo.

^[0]▶ Las energías renovables que tienen un impacto casi nulo al medio ambiente son: la eólica, la hidroeléctrica, la bioenergía y también la energía solar (Kannan & Vakeesan, 2016), en la cual haremos énfasis para dar a conocer sus beneficios.

^[0]▶ La energía solar puede ser una de las mejores opciones para largo plazo, sabiendo que es el recurso más abundante de energía alternativa. ^[86]▶

Esta investigación tiene como objetivo el diseño de un generador solar fotovoltaico de tipo domestico con almacenamiento de energía que pueda abastecer de manera correcta al sector o carga para el que fue diseñado. También reforzar e ^[76]▶

incentivar el uso de las energías renovables, aportando con un diseño viable que satisfaga la demanda energética del usuario como también un beneficio económico.

^[0]▶ Con el pasar del tiempo diversos estudios concretos sobre este tema han demostrado que la demanda de la población global de energía puede ser proporcionada por el sol. (Tiago Filho et al., 2016).

^[0]▶ La razón más concreta por el cual la energía solar es considerada como la energía del futuro porque su utilización no tiene represarías contra el medio ambiente y por ende no afecta el equilibrio de los ecosistemas naturales, por el contrario, en comparación con la explotación de los recursos fósiles que claramente podemos ver el daño que esta causa al medio ambiente (Ghasemi Mobtaker et al., 2016; Kannan & Vakeesan, 2016; Tiago Filho et al., 2016).

1.1. Sistemas Fotovoltaicos

^[0]▶ La energía solar fotovoltaica en si trata de una fuente de energía que producirá electricidad, todo esto mediante la obtención directa de la radiación solar mediante determinados dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas o también actualmente mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina” (Aguilar et al., 2016).

“Un módulo fotovoltaico es un número de células solares interconectadas eléctricamente entre sí. De igual manera dependiendo del arreglo que le demos a los módulos pueden variar entre conexión paralelo o serie dependiendo de la corriente o potencia requerida” (Islam et al., 2016).

^[0]▶ Los sistemas fotovoltaicos en los últimos años se han convertido en una forma de producir energía limpia y por tanto efectiva y más aún en ubicaciones geográficas que presenten un alto

nivel de radiación solar” (Yahyaoui et al., 2015). “También teniendo como dato importante que su montaje de instalación es en tanto fácil y posteriormente el mantenimiento es de bajo costo económico lo que al final nos ayuda a que este tipo de sistemas sea usando con una mayor frecuencia” (Abella, 2017).

1.2. Sistema híbrido fotovoltaico

^[87] ▶ Un sistema híbrido fotovoltaico es aquel que tiene como generador principal de energía al campo solar fotovoltaico (conjunto de paneles o módulos solares), un banco de baterías para el almacenamiento y posterior abastecimiento a la carga y un generador (eólico, moto generadora, red eléctrica) como fuente de respaldo” (Candial Benavente, 2015).

1.3. Etapas del sistema PV

La etapa del bloque de generación está conformada por los paneles fotovoltaicos.

La etapa acumulación es importante en sistemas aislados y sistemas híbridos que es el caso actual de investigación, lo que comprende el uso de baterías.

La etapa de control y carga determina la acumulación de energía en las baterías y el paso de energía al inversor para que este lo distribuya a la carga.

^[53] ▶ La función específica del inversor es transformar la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA). Con el avance tecnológico existen cierto tipo de inversores que omiten el uso de un controlador ya que dichos inversores cuentan con un sistema más sofisticado que les permite realizar esa función y también conectarse a la red como una entrada auxiliar de energía.

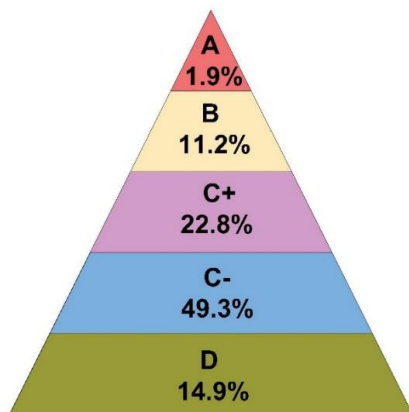
^[0] ▶ El sistema de cableado es lo más básico del sistema fotovoltaico, pero de igual manera el dimensionamiento del mismo tendrá un rol

importante del cual dependerá la reducción de pérdidas de energía en el conductor como en cualquier instalación eléctrica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó de dos maneras las cuales ayudaron a que el objetivo de la investigación se cumpla, las cuales son: por medio de la revisión sistemática de la literatura (Definir objetivos de la revisión – búsqueda bibliográfica de artículos científicos, libros, tesis, páginas web, etc. ^[97] ▶ - organización de la información – redacción del artículo) la cual abarca un gran porcentaje de la investigación y también se realizó la investigación por la obtención de datos en el laboratorio por medio de los módulos fotovoltaicos donde se utilizaron los siguientes dispositivos (módulo fotovoltaico CO3208-1B - Inversor trifásico fotovoltaico de uso industrial CO3208-1N - Emulador de planta de energía solar CO3208-1P de 1,5 kW / 500 V – dispositivo de alimentación de tensión eléctrica AC CO3212-5U* - Unidad de medición CO5127-1S – Módulo Multímetro analógico/digital CO5127-1Z8 -).

^[73] ▶ El desarrollo de esta investigación se adecuo a las características de vivencia que se tiene en promedio en el Ecuador, siendo que la mayor parte de la población del Ecuador tiene una condición socio-económica media. Lo cual se indica continuación. “Se establecieron rangos de puntuación para cinco grupos socioeconómicos, como resultado el 1,9% de los hogares pertenecen al estrato A, el 11,2% en el estrato B, el 22,8% en el C +, el 49,3% en el C – y el 14,9% en el D, entendiéndose que el estrato A es el grupo de hogares de un mayor nivel socioeconómico y el D el de menor” (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011)



IMG. 1 Pirámide nivel socio-económico.

Fuente: ^[0]propia, 2020

Existen varias metodologías en las cuales se puede destacar el diseño intuitivo, analítico y el diseño basado en métodos numéricos. ^[0]En este diseño el método más efectivo y recomendado es el diseño basado en métodos numéricos, ya que parte de un diseño intuitivo y la intervención de metodología relaciona al cálculo se permitirá determinar una configuración óptima (Muhsen et al., 2016). ^[56]

Teniendo en cuenta que dependiendo de la necesidad de energía que se va a suplir, será muy importante seleccionar la configuración más económica (Fouda et al., 2016; Valer et al., 2016).

Hoy en día el gran desarrollo tecnológico y sistemas de métodos numéricos, nos da muchas iteraciones con la que podemos solucionar problemas, y permitir escoger un lo más adecuado y óptimo para un buen rendimiento en el sistema (Cao et al., 2016).

2.1. Teoría del diseño

Según (Alvarez Lozano, 2017; Roitman et al., 2015). ^[0]

En el proceso de diseño se tiene que tener en cuenta la implicación que tiene el calcular la energía total necesaria a generar (teniendo en cuenta la estimación de pérdidas), todo esto tomando como base la irradiación de la localidad

geográfica.

2.1.1. ^[0]Determinación del perfil de carga

La determinación del perfil de carga proporciona información sobre la simultaneidad del consumo de esta manera ayudara a ser diversos cálculos en los sistemas de acondicionamiento de potencia y distribución. ^[0] También para realizar el perfil de consumo es necesario tener en cuenta los hábitos del lugar donde se realizará el estudio, pero también es fundamental que se presente una guía oral o escrita de un consumo eficiente por parte del usuario.

Se tomó como referencia un punto en concreto en el país (instalaciones del ISTCT Quito- Ecuador) en las coordenadas latitud -0.153 y longitud -78.479 las cuales serán referenciales para toda la provincia de pichincha.

2.1.2. ^[4 8] Estimación del consumo

En este apartado se tomó en cuenta la demanda que deberá suplirse con la producción energética que nos brindara nuestro generador fotovoltaico, teniendo en cuenta que nuestras cargas necesitaran energía alterna (AC).

$$E_{AC} = \sum \# Equip * Horas * P_{Eq}$$

- E_{AC} : estimación de consumo por equipos AC.
- $\sum \# Equip$: ^[0]número de equipos de las mismas características.
- $Horas$: cantidad de horas que se considera que estará en funcionamiento.
- P_{Eq} : ^[0]potencia nominal de cada equipo conectado.

En la ecuación ve las variables que se aplican en equipos AC.

Para el estudio de carga de nuestro generador tomamos en cuenta una carga solo con dispositivos

que funcionan con CA ya que es lo predominante en el Ecuador.

Los dispositivos eléctricos y electrónicos utilizados en este estudio son deducidos por un método intuitivo y analítico de acuerdo al sector dirigido y también por un estudio de carga de una residencia.

2.1.3. Rendimiento del sistema

La energía que se genera por el sistema de paneles fotovoltaicos tendrá pérdidas que afectan al rendimiento que se deberá tomar en consideración anticipadamente al montaje del mismo, pérdidas serán por: cableado, control de carga, inversor y baterías según (Roitman et al., 2015), que también determina la siguiente fórmula para obtener el rendimiento del sistema.

$$R = \left(1 - Kb - Kc - Kv\right) \left(1 - \frac{Ka}{P} N\right)$$

Consideración de los factores de corrección por pérdidas:

Kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

- 0.05 para sistemas que no demanden descargas intensas.
- 0.1 para sistemas con descargas profundas

Kc: Coeficiente de pérdidas en el inversor:

- 0.05 para inversores con onda sinusoidal pura, en régimen óptimo de trabajo.
- 0.1 para inversores en otras condiciones de trabajo.

Kv: Coeficiente de pérdidas varias.

Se consideran pérdidas como efecto joule, rendimiento global de la red, etc.

- Temperatura
- Pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- Pérdidas por el cableado.

- 0.05 a 0.15 (valores de referencia)
- Ka: Coeficiente de auto descarga diaria:
- 0.002 para baterías de baja auto descarga (ej. Ni-Cd)
 - 0.005 para baterías estacionarias de plomo-ácido
 - 0.012 para baterías de elevado auto descarga (ej. de automotores)

Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería.

La profundidad de descarga no deberá exceder el 80% de la capacidad nominal de la batería ya que ello conllevaría al decrecimiento en la eficiencia de la misma provocada por los ciclos de carga-descarga.

N: Número de días de autonomía de la instalación:

Se consideran los días en que la instalación deberá operar bajo una mínima irradiación (ej. días nublados continuos) y se consumirá más energía de la que el sistema FV pueda generar.

- Valores de referencia de 2 a 5.

Al ser un sistema híbrido OFF GRID el tiempo de autonomía puede reducirse a horas considerando el sistema de backup.

2.1.4. Inclinação optima de paneles

Mediante las coordenadas geográficas del lugar a instalar y la fórmula para obtener el ángulo de inclinación optimo obtenemos el resultado

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * |\phi|$$

Donde.

β_{opt} : Ángulo de inclinación óptimo.

ϕ : latitud de la ubicación.

Y las constantes de la formula son datos estadísticos según (Fiallos Chamorro, 2020)

2.1.5. Tensión nominal del sistema

El voltaje determinado para el funcionamiento se puede determinar a partir de la potencia de la

instalación en sí, que está directamente relacionada con el consumo energético.

(Salamanca-Avila, 2017) Afirma que existen valores recomendados a instalar según la potencia.

- 12 V para cargas que demanden una potencia menor a 1.5 kW.
- 24 V o 48 V para cargas que demanden una potencia de 1.5 kW y 5 kW.
- 48 V o 120 V para cargas que demanden una potencia mayor a 5 kW

2.1.6. Energía del campo fotovoltaico

La energía que el campo fotovoltaico deberá entregar se ve condicionada por el rendimiento lo cual mitigará pérdidas por factores ya determinados en el apartado de rendimiento, para así dar garantía del funcionamiento del generador, según (Roitman et al., 2015; Salamanca-Avila, 2017)

$$E_R = \frac{E_{CT}}{R}$$

Donde:

E_R : Energía real a generar por el bloque generador.

E_{CT} : Energía consumo total.

R : Rendimiento del sistema.

2.1.7. Hora Solar Pico.

Un factor muy importante para el diseño y funcionamiento adecuado es la variable de la radiación solar (Muhsen et al., 2016; Zhou et al., 2017).

^[72] La hora solar pico indica la cantidad de tiempo en horas que tendremos de irradiación al día, lo cual ayuda a determinar la viabilidad de la instalación de un generador solar fotovoltaico en una determinada locación y para el cálculo de la hora solar pico se utiliza la siguiente formula según, (Pérez Martínez et al., 2017; Salamanca-Avila, 2017)

$$HSP = \frac{\left(\frac{\text{Irradiacion global por mes}}{\text{Días del mes}} \right)}{\text{Irradiancia en el día}}$$

2.1.8. Cálculo de la energía de los paneles fotovoltaicos

La fórmula para determinar la energía del panel es la siguiente según (Salamanca-Avila, 2017).

$$E_{panel} = W_{p(T)} * HSP * \frac{V_{np}}{V_p}$$

- E_{panel} : energía diaria generada por el panel fotovoltaico.
- $W_{p(T)}$: potencia nominal o potencia pico del panel fotovoltaico corregida por temperatura.
- HSP : hora solar pico.
- V_{np} : tensión nominal del panel.
- V_p : tensión pico del panel fotovoltaico.

Normas que avalan la calidad del panel fotovoltaico. En este caso tomaremos de referencia la norma IEC 60904-2: 2015; IEC 61215-2:2021

2.1.9. Cantidad de paneles a implementar

El número total de los paneles fotovoltaicos que se empleó en este montaje, tendrá que ser una cantidad exacta para que esta pueda suplir con la demanda diaria requerida.

$$N_{TPF} = \frac{E_R}{E_{panel}}$$

- N_{TPF} : número total de paneles del campo fotovoltaico.
- E_R : energía diaria real generada por el campo fotovoltaico.
- E_{panel} : energía diaria generada por un panel.

2.1.10. Cantidad de paneles en conexión serie

Esta conexión se la realiza con el motivo de poder

determinar la tensión del campo fotovoltaico con la tensión del sistema.

$$N_{PS} = \frac{V_S}{V_{np}}$$

- $N_{PS}^{[13]}$: número de paneles en conexión serie.
- V_S : voltaje nominal de sistema.
- $V_{np}^{[38]}$: voltaje nominal del panel.

2.1.11. Cantidad de paneles en conexión paralelo^[0]

Esta conexión se la realiza con el motivo de poder aumentar la capacidad de corriente del campo fotovoltaico una vez que la tensión nominal se alcanzó.

$$N_{pp} = \frac{\frac{E_R}{V_S}}{I_{pp} * HSP}$$

- N_{pp} : número de paneles en conexión paralelo
- E_R : energía diaria real generada por el campo fotovoltaico.
- V_S : voltaje nominal de sistema.
- I_{pp} : intensidad nominal del panel

2.1.12. Análisis real del campo fotovoltaico.^[13]

Al determinar el número de paneles en conexión serie y paralelo se puede determinar la cantidad exacta de paneles fotovoltaicos a implementar ya que al realizar el cálculo preliminar en el apartado 2.1.9. este puede arrojar un resultado no conveniente.

^[21] (Salamanca-Avila, 2017), afirma que al tener el número exacto de paneles a implementar se puede realizar el cálculo de la energía que el campo fotovoltaico podrá entregar diariamente.

$$E_{CF} = N_{TPF} * E_{panel} = N_{TPF} * W_p(T) * HSP$$

Donde:

- $E_{CF}^{[8]}$: energía del campo fotovoltaico
- $N_{TPF}^{[38]}$: número total de paneles fotovoltaicos.
- E_{panel} : energía diaria generada por un panel.

2.1.13. Dimensionamiento del inversor híbrido

Este dispositivo cumple con varias funciones del sistema siendo un inversor cargador, ya que nuestro diseño al ser un sistema híbrido necesita que el inversor a más de convertir la energía DC en AC y cargar las baterías, alimente al sistema con la conexión (red, motogenerador, etc) de respaldo y lo cual garantiza el funcionamiento de todo el sistema si el generador principal (campo fotovoltaico) llegara a tener dificultades.

Lo cual aumenta la eficiencia del generador y garantiza una continua entrega de energía salvo situaciones inesperadas. (Tisalema Culqu, 2018)

2.1.13.1. Cálculo del controlador o regulador de carga

Con el antecedente de que se utilizará un inversor híbrido se considera solo aspectos de seguridad en la parte del controlador del inversor híbrido. Y con este dato se determina el mayor voltaje de entrada y potencia al regulador.

$$V_{in} = 1.25 * N_{PS} * V_{oc}$$

Donde:

$V_{in}^{[46]}$: Voltaje de entrada al inversor regulador.

N_{PS} : número de paneles en conexión serie.

$V_{oc}^{[51]}$: voltaje en circuito abierto del panel fotovoltaico.

$$P_{in} = N_{TPF} * Wp$$

Donde:

$P_{in}^{[46]}$: potencia de entrada al inversor regulador.

N_{TPF} : número total de paneles fotovoltaicos.

$Wp^{[0]}$: potencia de un panel fotovoltaico.

2.1.13.2. Dimensionamiento del inversor

De acuerdo al sistema a implementar y el lugar se tiene en cuenta las características del inversor.

2.1.13.2.1. Demanda de potencia máxima

En este apartado se tendrá en cuenta que, para obtener el valor de la demanda de potencia máxima, determinaremos si existen dispositivos que en el arranque para su funcionamiento tengan un consumo elevado sobre su potencia nominal (ej.: motores)

$$D_{max} = 1.25 * (\Sigma P_{CA} + (\Sigma P_{CA_L} * 3))$$

$D_{max}^{[49]}$: demanda máxima de la carga.

$\Sigma P_{CA}^{[5]}$: sumatoria de potencia de carga en CA.

ΣP_{CA_L} : sumatoria de potencia de cargas inductivas en CA.

3: constante de aumento de corriente en una carga inductiva.

$^{[26]}$ Con la potencia de demanda máxima y el voltaje de operación de la carga definimos el inversor.

2.1.14. Dimensionamiento del banco de baterías

En este apartado es importante saber que el banco de baterías va a tener que suministrar la energía demandada por la carga cuando no haya sol y también en el caso de que exista días nublados en general si existiese factores adversos.

$^{[0]}$ Según (Salamanca-Avila, 2017), para un óptimo

dimensionamiento del banco de baterías tenemos que tener presente ciertos aspectos muy importantes los cuales son:

- $\eta D^{[0]}$: eficiencia de descarga. En este apartado se tendrá que tener en cuenta que se debe contemplar la eficiencia del inversor, del regulador en caso de que tenga salida (CC), la eficiencia de descarga de la batería, pérdidas en cables. En este apartado se suele utilizar un valor del 75%.

- $PD_{max}^{[0]}$: profundidad máxima de descarga de la batería, en este apartado se escoge un valor por defecto de 60% o 80%.

- $D_{aut}^{[0]}$: días de autonomía con baja o nula insolación.

Con respecto a esta variable, al sistema ser híbrido se puede determinar un menor tiempo de días de autonomía.

$$C_{nb} = \frac{E_{CT} * (D_{out})}{V_S * PD_{max} * \eta D}$$

Donde:

- $C_{nb}^{[0]}$: capacidad nominal del banco de baterías en Ah/día.
- E_{CT} : consumo de energía diario.
- D_{out} : días de autonomía con baja o nula insolación.
- $V_S^{[26]}$: voltaje nominal del sistema.
- $PD_{max}^{[54]}$: profundidad máxima de descarga de la batería.
- $\eta D^{[0]}$: eficiencia de la descarga.

2.1.15. Cantidad de baterías

$$N_{BT} = \frac{V_S * C_{nom\ banco}}{V_{nom_bat} * C_{nom_bat}}$$

Donde:

- $N_{BT}^{[0]}$: número total de baterías del banco.

- V_S : voltaje nominal del sistema.
- $C_{nom\ banco}^{[0]}$: capacidad nominal del banco.
- $V_{nom_bat}^{[26]}$: voltaje nominal de una sola batería.
- $C_{nom_bat}^{[0]}$: capacidad nominal de una batería.

2.1.15.1. Cantidad de baterías en serie

Con este cálculo se determinó el número de baterías para cumplir con la carga en Ah requerida, que será la capacidad que tenga el banco de baterías para alimentar el inversor híbrido.

$$N_{BS} = \frac{V_S}{V_{nom_bat}}$$

Donde:

- $N_{BS}^{[0]}$: Número de baterías en serie.
- V_S : voltaje nominal del sistema.
- V_{nom_bat} : voltaje nominal de una sola batería.

2.1.15.2. Cantidad de baterías en paralelo

Con este cálculo se determinó que el voltaje del banco de baterías sea igual al voltaje nominal del sistema.

$$N_{BP} = \frac{N_{BT}}{N_{BS}}$$

Donde:

- $N_{BP}^{[0]}$: Número de baterías en paralelo.
- $N_{BT}^{[0]}$: Número total de baterías del banco
- N_{BS} : Número de baterías en serie.

2.1.16. Conductores en conexión DC

Según la norma IEC 62930: 2017 se aplica a cables de alimentación aislados reticulados de un solo núcleo con cubierta reticulada. Estos cables se utilizan en el lado de corriente continua (DC) de sistemas fotovoltaicos, con una tensión DC

nominal de hasta 1,5 kV.

2.1.16.1. Cálculo para conductores del campo fotovoltaico al inversor híbrido

Se determina el calibre del conductor con el cálculo de la corriente que circulara en el tramo conectado.

Corriente del campo fotovoltaico

$$I_{CF} = N_{pp} * I_{pp}$$

Donde:

- I_{CF} : corriente del campo fotovoltaico.
- $N_{pp}^{[0]}$: Número de paneles en paralelo.
- I_{pp} : corriente nominal del panel fotovoltaico.

Cálculo del conductor

$$S = \frac{2 * L * I_{CF}}{C * u}$$

Donde:

- S : Sección del conductor.
- 2: Numero conductores.
- L : Longitud.
- I_{CF} : Corriente del campo fotovoltaico.
- C : Conductividad del cobre.
- u : Caída de tensión.

2.1.16.2. Cálculo para conductores del banco de baterías al inversor híbrido

- Corriente demanda máxima

$$I_{D_{max}} = D_{max}/V_S$$

Donde:

- $I_{D_{max}}$: Corriente de demanda máxima.
- D_{max} : Demanda de potencia máxima.
- $V_S^{[26]}$: Voltaje nominal del sistema.

- Cálculo del conductor

La caída de tensión en esta parte del circuito no puede superar el 1% ya que esto causaría una gran ineficiencia del

generador. Puesto que la conducción de energía de la batería al inversor regulador debe ser más estable, de otro caso se perdería energía y afecta directamente a la alimentación de las baterías hacia el generador.

$$S = \frac{2 * L * I_{D_{max}}}{C * u}$$

Donde:

- S : Sección del conductor.
- 2: Número conductores.
- L : Longitud.
- $I_{D_{max}}$: Corriente de demanda máxima.
- C : Conductividad del cobre.
- u : Caída de tensión.

2.1.17. Protecciones

2.1.17.1. Protecciones del campo fotovoltaico al inversor híbrido

Sobretensión en DC

Las protecciones definidas deben cumplir con la norma IEC 60898-3: 2019, que contempla a interruptores automáticos con una tensión de CC nominal que no excedan los 440 V, una corriente nominal que no excedan los 125 A y una capacidad nominal de cortocircuito que no exceda los 10000 A.

Determinar el tipo de sistema para la elección del tipo de DPS (supresor de sobretensión transitoria).

Sobre corrientes en DC

En este punto del sistema la protección a utilizar puede ser un fusible o interruptor termo magnético. Siempre y cuando cumpla con la norma IEC 60898-3: 2019.

Calculo de la tensión en circuito abierto del campo fotovoltaico para determinar el interruptor termo magnético.

$$V_{OC\ C-F} = N_{PS} * V_{OC}$$

Donde:

- $V_{OC\ C-F}$: ^[53] Voltaje en circuito abierto del campo fotovoltaico.
- N_{PS} : ^[13] Número de paneles en serie.
- V_{OC} : ^[51] Voltaje en circuito abierto del panel fotovoltaico.

Calculo de corriente del campo fotovoltaico para determinar interruptor termo magnético

$$I_{SC\ CF} = N_{pp} * 1.25 * I_{sc}$$

Donde:

- $I_{SC\ CF}$: ^[26] Corriente de cortocircuito del campo fotovoltaico.
- N_{pp} : Numero de paneles en paralelo.
- I_{sc} : Corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico.

2.1.17.2. Protecciones del banco de baterías al inversor híbrido

En este apartado lo más recomendable es la utilización de fusibles y breakers.

Para determinar los valores de la protección se reconoce datos de los cálculos como el voltaje nominal del sistema y corriente máxima de control por parte del inversor controlador.

2.1.18. ^[53] Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra comprende un aspecto importante en cuanto a la seguridad y garantía se trata, ya que sea de servicio o seguridad garantiza una medida contra riesgos potenciales en el sistema en general.

Un aspecto importante además del cálculo a realizar de acuerdo el sitio donde se realice esta práctica es que la resistividad de la tierra debe ser menor a 20 ohms según la norma NEC2011. Los conductores a utilizar en la conexión de este

sistema deben estar adecuadamente dimensionados ya que de otra forma no se lograr cumplir con la garantía de seguridad necesaria.

2.1.19. Estructura para paneles fotovoltaicos.

Sin ahondar en el tema se realiza un análisis de los requerimientos básicos para la elección de una estructura adecuada que garantice la seguridad de los paneles fotovoltaicos según la norma UL 2703,2017.

2.1.20. Consumo eficiente

También es importante fomentar un consumo eficiente por parte de la población, ya que esto ayudará que el generador trabaje de forma eficiente durante toda su vida útil fundamentando así la viabilidad. También fortalece la preservación del medio ambiente.

Para lo cual distintas entidades realizan propuestas para un correcto consumo de la energía eléctrica determinado consumo energético eficiente.

3. Aplicación del caso de la investigación

El sistema fotovoltaico que se dimensionó para esta vivienda en específico tendrá en carga: electrodomésticos e iluminación. Teniendo en cuenta que la finalidad de esta instalación fotovoltaica abastecerá las cargas instaladas, pero por otro lado al ser un sistema híbrido debe estar conectado a un sistema de backup que en este caso será la red misma, pero cabe recalcar que será un sistema OFF GRID.

3.1. Análisis detallado del consumo eléctrico

- Carga en electrodomésticos:

Tabla 1

Estimación de consumo de electrodomésticos.

Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (W)	Horas (h)	Consumo (Wh/día)
Licuada	1	600,0	600,0	0,1	60,0
Microondas	1	950,0	950,0	0,1	95,0
Router	1	24,0	24,0	24,0	576,0
Lavadora	1	450,0	450,0	1,0	450,0
Nevera	1	168,0	168,0	10,0	1680,0
Cargador móvil	4	25,0	100,0	1,3	130,0
Impresora	1	20,0	20,0	0,2	4,0
PC	1	90,0	90,0	1,0	90,0
TV	2	139,7	279,4	3,0	838,2
Otros equipos	1	100,0	100,0	2,0	200,0
				Consumo total promedio (Wh/día):	4123,2

Fuente: propia,2020

- Carga en iluminación: ^[85]

Tabla 2

Estimación de consumo de iluminación.

Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (W)	Horas (h)	Consumo (Wh/día)
Iluminación cocina	1	25,0	25,0	4,0	100,0
Iluminación habitación 1	1	25,0	25,0	4,0	100,0
Iluminación habitación 2	1	25,0	25,0	4,0	100,0
Iluminación holl 1	1	3,0	3,0	1,0	3,0
Iluminación holl 2	1	3,0	3,0	1,0	3,0
Iluminación garage	2	6,5	13,0	1,0	13,0
Iluminación baño 1	1	3,0	3,0	1,0	3,0
Iluminación armario 1	1	4,5	4,5	1,0	4,5
Iluminación baño 2	1	4,5	4,5	1,0	4,5
Iluminación baño general	1	3,0	3,0	1,0	3,0
Iluminación sala-comedor	4	12,0	48,0	3,0	144,0
Iluminación patio	1	3,0	3,0	1,0	3,0
Iluminación sala de espera	1	3,0	3,0	1,0	3,0
Iluminación entrada	2	3,0	6,0	3,0	18,0
Iluminación exterior	8	3,0	24,0	1,0	24,0
				Consumo total promedio (Wh/día):	526,0

Fuente: propia,2020

Tabla 3

Datos generales de consumo.

Potencia iluminación (W)	193,0
Potencia electrodomesticos (W)	2781,4
Total potencia a controlar (W)	2974,4
Consumo iluminación (Wh/día)	526,0
Consumo electrodomesticos (Wh/día)	4123,2
Total consumo (Wh/día)	4649,2
Demanda maxima (W)	3874,4

Fuente: propia, 2020

Nota. El dato de total de consumo será la carga total

$$E_{Carga\ Total} = 4649.2\ Wh/dia$$

3.2. Rendimiento del sistema

$$R = \left(1 - Kb - Kc - Kv\right) \left(1 - \frac{Ka}{Pd} N\right)$$

Consideración de los factores de corrección por pérdidas:

Kb: 0.05 para sistemas que no demanden descargas intensas.

Kc: 0.05 para inversores con onda sinusoidal pura, en régimen óptimo de trabajo.

Kv: 0.05 consideración de perdidas pérdidas

Ka: 0.005 para baterías estacionarias de plomo-ácido

Pd: 40% La profundidad de descarga no deberá exceder el 80% de la capacidad nominal.

N: 0.5, medio día de autonomía

$$R = \left(1 - 0.05 - 0.05 - 0.05\right) \left(1 - \frac{0.005}{40} 0.5\right)$$

$$R = 0.849$$

El campo fotovoltaico deberá generar 15.02% más energía para compensar las pérdidas.

3.3. Cálculo del ángulo óptimo de inclinación de los paneles

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69|\phi|$$

latitud del lugar (-0.153)

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69|0.153|$$

$$\beta_{opt} = 3.805^\circ$$

$$\beta_{opt\ recomendado} = 10^\circ$$

El ángulo de 10° es recomendado según.(Alvarez Lozano, 2017)

También realizamos el cálculo de inclinación en cada extremo del ecuador siendo el ángulo mayor en la provincia de Loja con $\beta_{opt}=7.14^\circ$, razón por la cual determinamos usar los 10° como referente para instalaciones en el ecuador y también porque al aumentar el ángulo de inclinación el panel perdía irradiación para la generación de energía. Según datos obtenidos del PVGIS (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Tabla 4

Irradiación global sobre un panel a 10°

Provincia: Pichincha	
Mes	Valor de irradiación (kWh/m²) Mes
Enero	156,34
Febrero	159,88
Marzo	158,89
Abril	169,88
Mayo	170,26
Junio	189,22
Julio	174,10
Agosto	199,25
Septiembre	189,28
Octubre	168,14
Noviembre	153,22
Diciembre	169,07

Fuente: (EUROPEAN COMMISSION, 2015)

Nota: Datos de irradiación de la provincia de Pichincha

por mes.

3.4. ^[37] Determinación de la tensión nominal de la instalación

En consideración de la potencia de consumo determinamos la tensión del sistema siendo esta de 48 voltios, ya que dicha potencia superó los 4 kW y es considerada relativamente alta.

Voltaje nominal del sistema = 48 V

3.5. Energía que la etapa del bloque generador deberá generar

$$E_R = \frac{E_{CT}}{R}$$

$$E_R = \frac{4649.2 \text{ Wh/dia}}{0.849}$$

$$E_R = 5476.089 \text{ Wh/dia}$$

3.6. Hora Solar Pico

Dato de la provincia de pichincha en el mes de enero (31 días), ya que es el mes más desfavorecido en la Irradiación global.

$$HSP = \frac{\left(\frac{\text{Irradiacion global por mes}}{\text{Dias del mes}} \right)}{\text{Irradiancia en el dia}}$$

$$HSP = \frac{\frac{156.34 \frac{kWh}{m^2} mes}{31 \text{ dia}}}{1 \frac{kW}{m^2} dia}$$

$$HSP = 5.04 \text{ h/dia}$$

Tabla 5

Hora solar pico a 10° en Pichincha

Provincia: Pichincha	
Mes	HSP a 10°
Enero	5,04 ^a
Febrero	5,51
Marzo	5,13
Abril	5,66
Mayo	5,49
Junio	6,31
Julio	5,62
Agosto	6,43
Septiembre	6,31
Octubre	5,42
Noviembre	5,11
Diciembre	5,45

Fuente: propia,2020

^a El valor 5,04 de enero se utilizó para los siguientes cálculos al ser el valor mínimo de hora solar pico.

3.7. Descripción del panel fotovoltaico

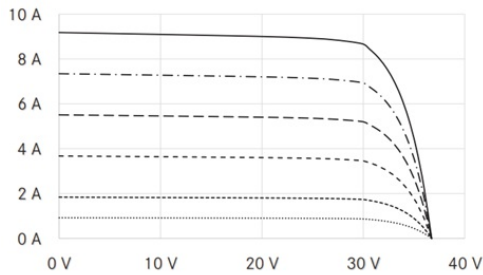
Tabla 6

Datos del panel fotovoltaico

Panel solar policristalino ECO LINE P60/270-290 W	
Potencia Nominal PMPP (Wp)	290,00
Rango de PMPP	296,49
Corriente Nominal IMPP (A)	9,04
Voltaje Nominal VMPP (V)	32,17
Corriente de cortocircuito Isc (A)	9,53
Voltaje de circuito abierto Uoc (V)	39,33
Eficiencia en STC (%)	17,88

Fuente: propia,2020

curva I-V



IMG. 2 Curva V-I del panel fotovoltaico

Fuente: (LUXOR, 2004)

^[13] 3.8. **Potencia generada por los paneles.**

- $Wp = 290 \text{ W}$
- $Vp = 32.17 \text{ V}$
- $Vnp = 24 \text{ V}$

$$E_{panel} = W_{p(T)} * HSP * \frac{V_{np}}{V_{pp}}$$

$$E_{panel} = 290 \text{ W} * 5.04 \text{ h/dia} * \frac{24 \text{ V}}{32.17}$$

$$E_{panel} = 1090.407 \text{ Wh/dia}$$

^[38] 3.9. **Cálculo para hallar el número de paneles fotovoltaicos.**

$$N_{TPF} = \frac{E_R}{E_{panel}}$$

$$N_{TPF} = \frac{5476.089 \text{ Wh/dia}}{1090.407 \text{ Wh/dia}}$$

$$N_{TPF} = 5.022$$

$$N_{TPF} \approx |6|$$

3.9.1. Cantidad de paneles en conexión serie

$$N_{PS} = \frac{V_S}{V_{np}}$$

$$N_{PS} = \frac{48 \text{ V}}{24 \text{ V}}$$

$$N_{PS} = 2$$

^[0] 3.9.2. **Cantidad de paneles en conexión paralelo**

$$N_{pp} = \frac{E_R}{I_{pp} * HSP}$$

$$N_{pp} = \frac{5476.089 \text{ Wh/dia}}{9.04 \text{ A} * 5.04 \text{ h/dia}}$$

$$N_{pp} = 2.504$$

$$N_{pp} \approx |3|$$

3.10. Análisis y determinación del campo fotovoltaico a implementar.

^[38] Al calcular el número de paneles fotovoltaicos en paralelo y serie se determina que el número total será de 6 paneles ya que se conectan dos paneles en serie para obtener un voltaje de 48v que es el voltaje del sistema y 3 en paralelo, para cumplir con la demanda de energía.

- Energía del campo fotovoltaico

$$E_{CF} = N_{TPF} * E_{panel} = N_{TPF} * W_{p(T)} * HSP$$

$$E_{CF} = 6 * 290 \text{ W} * 5.04 \text{ h/dia}$$

$$E_{CF} = 8769.6 \text{ Wh/dia}$$

3.11. Dimensionamiento del inversor híbrido.

^[1] 3.11.1. **Cálculo para el controlador de carga.**

$$V_{in} = 1.25 * N_{PS} * V_{oc}$$

$$V_{in} = 1.25 * 2 * 39.33$$

$$V_{in} = 98.325 \text{ V}$$

- Potencia de entrada al bloque controlador con un voltaje de sistema de 48v.

$$P_{in} = N_{TPF} * Wp$$

$$P_{in} = 6 * 290 \text{ W}$$

$$P_{in} = 1740 \text{ W}$$

3.11.2. Demanda de potencia máxima

$$D_{max} = 1.25 * (\Sigma P_{CA} + (\Sigma P_{CA_L} * 3))$$

$$D_{max} = 1.25 * (2974.4w + (0 * 3))$$

$$D_{max} = 3718 W$$

$$POTENCIA DEL INVERSOR = 4000W$$

3.11.3. Descripción técnica del inversor híbrido

Tabla 7

Datos del inversor híbrido

Inversor híbrido MUST PV3000 LMPK (1-4 Kw).	
Voltaje de salida AC (V)	120
Voltaje del sistema DC (V)	48
Potencia nominal (kW)	4
Potencia pico (kW)	12
Voltaje IN AC (V)	120
Eficiencia (%)	95
Corriente max. de carga (A)	40
Voltaje max. DC de campo fotovoltaico (V)	145

Fuente: propia, 2020

3.12. Cálculo para el dimensionamiento del banco de baterías

$$C_{nb} = \frac{E_R * (D_{aut})}{V_S * PD_{max} * \eta_{inv} * \eta_D}$$

$$C_{nb} = \frac{5476.089 Wh/día * (0.5)}{48V * 0.4 * 0.95 * 0.90}$$

$$C_{nb} = 166.791 Ah$$

3.13. Cálculo para obtener el número de baterías para el sistema

$$N_{TB} = \frac{V_S * C_{nom banco}}{V_{nom bat} * C_{nom bat}}$$

$$N_{TB} = \frac{48 V * 166.791 Ah}{12 V * 200 Ah}$$

$$N_{TB} = 3.335$$

$$N_{TB} \approx 4$$

3.13.1. Cálculo para obtener el número de baterías en conexión serie

$$N_{TBS} = \frac{V_S}{V_{nom bat}}$$

$$N_{TBS} = \frac{48 V}{12V}$$

$$N_{TBS} = 4$$

3.13.2. Cálculo para obtener el número de baterías en conexión paralelo

$$N_{TBP} = \frac{N_{TB}}{N_{TBS}}$$

$$N_{TBP} = \frac{4}{4}$$

$$N_{TBP} = 1$$

3.13.3. Descripción técnica de la batería.

Tabla 8

Datos de la batería

Batería gel 12v 200 Ah ULTRACELL UCG-200-12.	
Voltaje nominal (V)	12
Capacidad nominal (Ah)	200

Fuente: propia, 2020

3.14. Cálculo de conductores

3.14.1. Cálculo para conductores del campo fotovoltaico al inversor híbrido

- Corriente del campo fotovoltaico

$$I_{CF} = N_{pp} * I_{PP}$$

$$I_{CF} = 3 * 9.04 A$$

$$I_{CF} = 27.12 A$$

- Cálculo del conductor

$$S = \frac{2 * L * I_{CF}}{C * u}$$

$$S = \frac{2 * 15 m * 27.12 A}{56 \frac{m}{\Omega} * mm^2 * (48 V * 3\%)}$$

$$S = 10.089 mm^2$$

El calibre correspondiente del conductor para una

sección de 10.089 mm² es 6 AWG.

3.14.2. Cálculo para conductores del banco de baterías al inversor híbrido.

- Corriente demanda máxima

$$I_{D_{max}} = D_{max} / V_S$$

$$I_{D_{max}} = 3718 \text{ w} / 48 \text{ V}$$

$$I_{D_{max}} = 77.458 \text{ A}$$

- Cálculo del conductor

$$S = \frac{2 * L * I_{D_{max}}}{C * u}$$

$$S = \frac{2 * 2.5 \text{ m} * 77.458 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega} * \text{mm}^2 * (48 \text{ V} * 1\%)}$$

$$S = 14.408 \text{ mm}^2$$

El calibre correspondiente del conductor para una sección de 14.408 mm² es 4 AWG.

3.15. Protecciones

3.15.1. Cálculo para protecciones del campo fotovoltaico al inversor híbrido.

- Protección contra sobretensión (DPS)

Sistema sin SEPDA (sistema externo con terminales aéreas y conductores de bajada), recomendado utilizar un DPS tipo 2, según (Torres, 2015)

El DPS a utilizar es una protección de 400 VDC recomendados para sistemas fotovoltaicos según. (Torres, 2015)

- Tipo 2
- Voltaje máximo continuo de operación VC 1.25 Voc (400VDC)
- Corriente nominal de flameo In 5 kA
- Protección contra sobre corriente (interruptor termo magnético)

Cálculo de voltaje.

$$V_{OC\ C-F} = N_{PS} * V_{OC}$$

$$V_{OC\ C-F} = 2 * 39.33 \text{ V}$$

$$V_{OC\ C-F} = 78.66 \text{ V}$$

Valor de tensión comercial 100 V DC

Cálculo de corriente

$$I_{SC\ CF} = N_{pp} * 1.25 * I_{sc}$$

$$I_{SC\ CF} = 3 * 1.25 * 9.53 \text{ A}$$

$$I_{SC\ CF} = 35.74 \text{ A}$$

Valor de corriente comercial 35 A DC

3.15.2. Cálculo para protecciones del banco de baterías al inversor híbrido.

En esta parte del SF se utilizó una protección de fusibles.

Se considera:

Voltaje del sistema (Vs) = 48 VDC

Corriente máxima del inversor controlador (híbrido) = 40 A

Dispositivo a utilizar: Fusible 40A 14x51

3.16. Sistema de puesta a tierra

El sistema consta de conductores de cobre desnudo que pueden estar enterrados entre 0.3m y 0.5 m por debajo del nivel de la superficie. (Sinchi Sinchi, 2017).

Determinar que la resistividad de la tierra sea menor a 20 ohm empleando los procesos adecuados.

3.16.1. Conductores en el sistema de puesta a tierra.

Campo fotovoltaico – inversor híbrido

De acuerdo a la corriente (27.12 A) en el campo fotovoltaico (arreglo de paneles solares) el conductor a utilizar será un 10 AWG, según (Unamuno, 2018).

Banco de baterías – inversor híbrido

De acuerdo a la corriente (77.458 A) en el banco de baterías (arreglo de baterías) el conductor a utilizar será un 8 AWG, según (Unamuno, 2018).

3.17. Estructura para un sistema fotovoltaico.

Peso del panel fotovoltaico 18.7 kg.

Dimensiones del panel fotovoltaico 1640 mm *992mm*35mm.

Bajo estos criterios se utilizará una estructura de aluminio en la estructura y acero inoxidable en la tornillería.

4. Análisis de datos de laboratorio.

4.1. Análisis de datos, modulo fotovoltaico

Para una mejor comprensión de los dispositivos que se utilizan en un generador fotovoltaico, utilizamos el laboratorio Smart grid enfocándonos en el análisis de datos.

4.2. Panel fotovoltaico (Smart grid)

En este apartado del módulo la prácticas nos permite verificar el funcionamiento de un panel, al ser un emulador podremos ver cómo afecta la incidencia de radiación por parte del reflector.

4.2.1. ^{[6 7] ▶} Panel fotovoltaico en circuito abierto.

Tabla 9

Datos de la practica Voc en una celda fotovoltaica

Posición reflector de luz [%]	Intensidad de radiación [W/qm]	Tension en circuito abierto [V]
-	0	0,00
0%	100	10,28
25%	170	18,54
50%	240	19,79
75%	310	20,28
100%	380	20,38

Fuente: ^{[1] ▶}propia,2020

La práctica permite prever que el Vo sea el más alto y también se tiene que tener en cuenta al momento de seleccionar el inversor, controlador de carga y protecciones.

4.2.2. Panel fotovoltaico en corto circuito.

Tabla 10

Datos de práctica Isc en una celda fotovoltaica

Posición reflector de luz [%]	Intensidad de radiación [W/qm]	Corriente de cortocircuito [mA]
-	0	0
0%	100	30
25%	170	60
50%	240	120
75%	310	160
100%	380	180

Fuente: propia,2020

Esta práctica permite visualizar la mayor corriente que el panel puede entregar, siendo un tanto mayor a la corriente nominal.

El exponer al panel fotovoltaico con las variables de intensidad de radiación y el ángulo del reflector lo que permite ver el máximo de la corriente de corto circuito.

Teniendo en cuenta que la corriente de corto circuito será la más alta, se puede seleccionar el conductor que conecte el arreglo fotovoltaico y el inversor.

4.3. ^{[46] ▶} Seguimiento del punto de máxima potencia MPPT

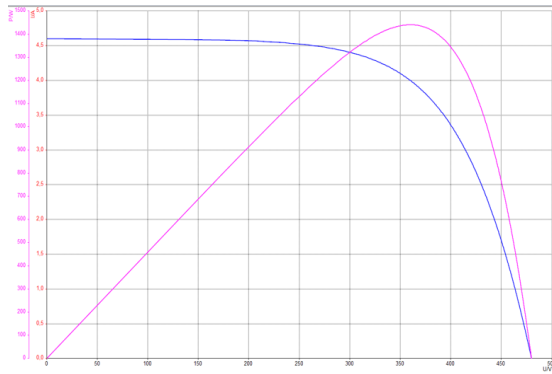
Se basa un sistema electrónico que mantiene siempre el punto de operación del generador solar en el valor desde el que se entrega la máxima potencia. Siendo esta la ventaja de dar la mayor potencia del generador en todo momento.

4.3.1. ^{[4 9] ▶} Seguimiento del punto de máxima potencia MPPT sin sombra.

Para esta práctica se considera un ambiente ideal para el generador.

^{[49] ▶} Seguimiento del punto máximo de potencia sin

sombra y con 100% de intensidad de irradiación

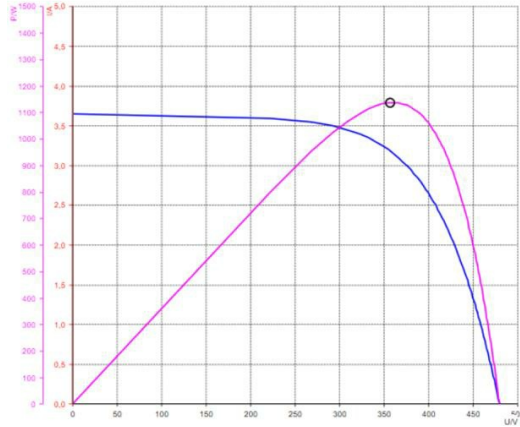


IMG. 3 Curva MPPT sin sombra con 100% de irradiación

Fuente: propia,2020

A una irradiación del 100% vamos a tener la mayor potencia nominal por parte del generador, y el MPPT seguirá el punto máximo de esta potencia.

Seguimiento del punto máximo de potencia sin sombra y con 80% de intensidad de irradiación.

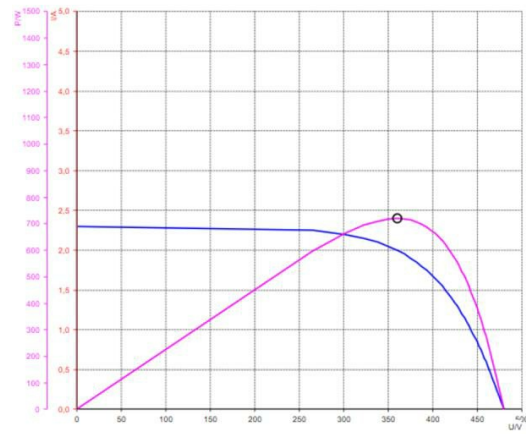


IMG. 4 Curva MPPT sin sombra con 80% de irradiación

Fuente: propia,2020

Con el 80% de irradiación se observó una decreción en la curva de potencia a causa de la disminución de la corriente que depende de la irradiación. ^[49] Por lo cual también, el punto de máxima potencia disminuye.

Seguimiento del punto máximo de potencia sin sombra y con 50% de intensidad de irradiación.



IMG. 5 Curva MPPT sin sombra con 50% de irradiación

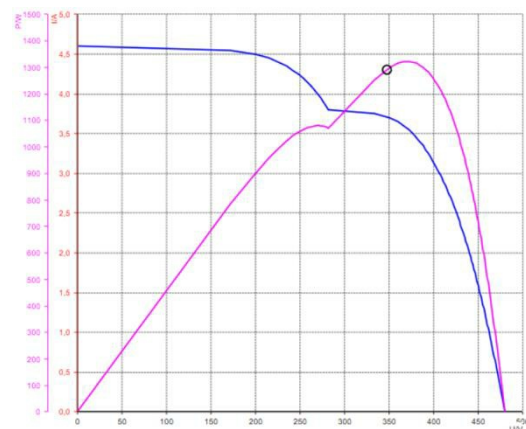
Fuente: ^[49] propia,2020

Con el 50% de irradiación se observa el mismo comportamiento con el punto máxima de potencia y el valor de la corriente que tienden a disminuir por la disminución de la irradiación.

4.3.2. Seguimiento del punto de máxima potencia MPPT con sombra.

Para esta práctica se emulo un ambiente en el cual los paneles solares están parcialmente tapados por nubes, lo cual es un apartado más realista de lo que se presenta en el funcionamiento del generador solar fotovoltaico.

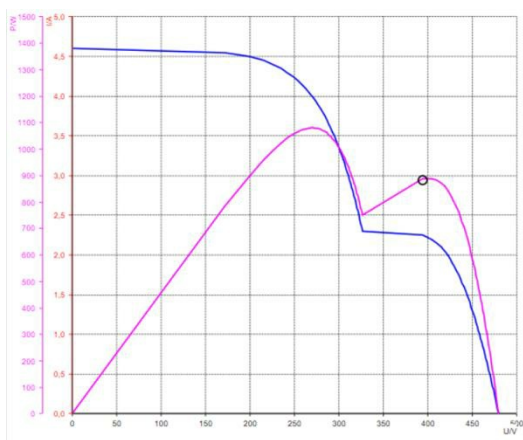
2 módulos ensombrecidos en un 20%



IMG. 6 Curva MPPT con sombra 20% en dos módulos.

Fuente: propia,2020

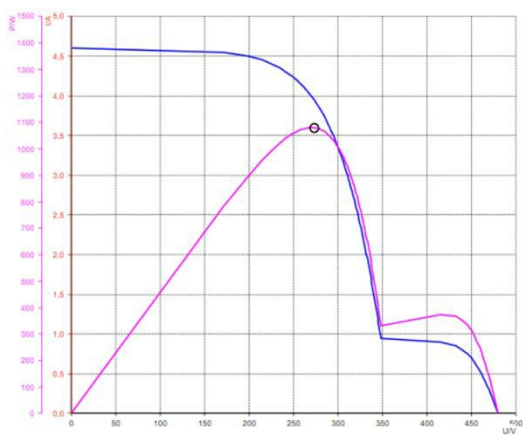
2 módulos ensombrecidos en un 50%



IMG. 7 Curva MPPT con sombra 50% en dos módulos

Fuente: propia,2020

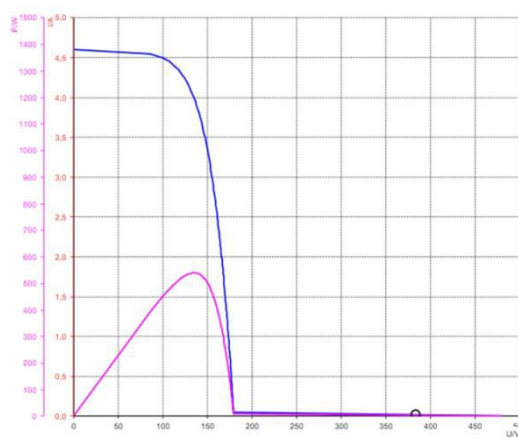
2 módulos ensombrecidos en un 80%



IMG. 8 Curva MPPT con sombra 80% en dos módulos

Fuente: propia,2020

5 módulos ensombrecidos en un 100%



IMG. 9 Curva MPPT con sombra 100% en 5 módulos

Fuente: propia,2020

4.3.3. Comparación de datos y Análisis de un seguimiento de punto de potencia máximo con y sin sombra.

Con respecto los datos de un MPPT sin sombra el punto de potencia máxima depende solo de la irradiación, pero en comparación con los datos de un MPPT con sombra depende de la irradiación y la sombra sobre los módulos solares o paneles, en las 3 primeras graficas de MPPT con sombra tenemos una variación en las curvas de I-V y potencia al exponer dos módulos a una sombra parcial del 20%, 50%, 80% respectivamente, pero sin sufrir grandes variaciones y perdidas. Por otra parte, al exponer 5 módulos solares a un ensombrecimiento del 100% ambas curvas tienden a caer drásticamente como consecuente el inversor deja de funcionar.

En este caso es cuando las baterías entran en funcionamiento al ser las que alimentan al inversor. Pero si en dado caso que el campo fotovoltaico ni el banco de baterías pueda proporcionar de energía al inversor quien entra como alimentador es la red o el sistema de backup (motogenerador, generador eólico, etc.) conectado al inversor hibrido.

5. Análisis de la investigación

El Diseño de un sistema de generación solar

fotovoltaica de tipo domestica con almacenamiento de energía es viable en el Ecuador por razones técnicas ya mencionadas como posición geográfica del país, irradiación, etc. ^[71] Bajo esta investigación se mitiga dudas y problemas como lo son la falta de conocimiento técnico y económico de este tipo de generación eléctrica y al ser una investigación determinada para cierto tipo de población, el impulsar el consumo de este tipo de energía limpia será más fácil.

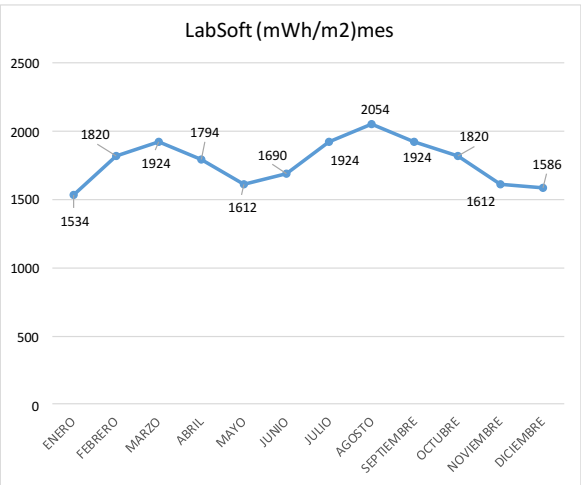
Tal vez uno de los problemas que no se pueden resolver en su totalidad es el costo para la implementación de estos generadores por parte de investigadores hacia los consumidores ya que existen grandes empresas que al ser distribuidores y en algunos casos fabricantes pueden ofertar sus productos a un precio mucho menor.

^[12] 5.1. Análisis estadístico de la irradiación solar.

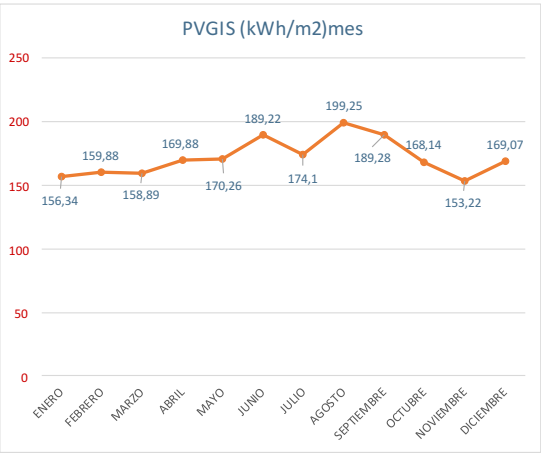
Tabla 11

Comparación de datos de irradiación

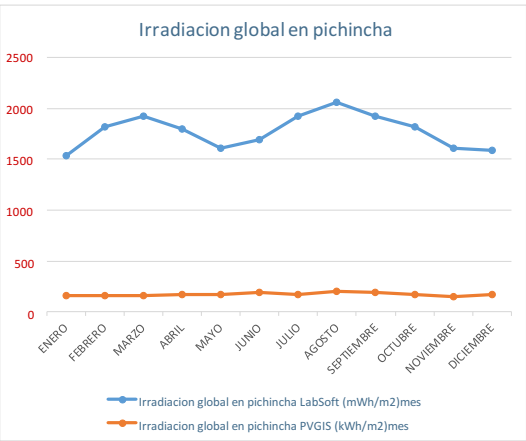
Irradiación global en pichincha		
	LabSoft	PVGIS
	(mWh/m ²)mes	(kWh/m ²)mes
ENERO	1534	156,34
FEBRERO	1820	159,88
MARZO	1924	158,89
ABRIL	1794	169,88
MAYO	1612	170,26
JUNIO	1690	189,22
JULIO	1924	174,10
AGOSTO	2054	199,25
SEPTIEMBRE	1924	189,28
OCTUBRE	1820	168,14
NOVIEMBRE	1612	153,22
DICIEMBRE	1586	169,07



IMG. 10 Irradiación datos de LabSoft
fuente: ^[8]propia,2020



IMG. 11 Irradiación datos de PVGIS Fuente: ^[1]propia,2020



IMG. 12 Datos de irradiación LabSoft-PVGIS

El aspecto fundamental para iniciar en el tema de generadores fotovoltaicos es saber si el punto de implementación cumple con los requisitos para que sea viable, en consecuencia, de esta premisa verificamos dos tipos de datos que determinan si el lugar es idóneo y cuál es su relación en cuanto a los meses de mayor y menor producción de energía solar, coincidiendo en los dos casos los meses de agosto – septiembre con mayor irradiación y los meses de enero – noviembre – diciembre con menor irradiación, los meses restantes tienen variaciones entre las dos lecturas en cuanto a la irradiación que podrían tener. Estas diferencias entre las lecturas se da por los años y condiciones en los que las datos fueron recabados en el caso de LabSoft que es un emulador de los módulos de SMART GRID de la compañía LUCAS NULLE adecua los datos para que sean procesados por el programa y que se pueda medir en los módulos disminuyendo la escala de los valores, lo cual no quiere decir que sus datos sean inservibles ya que la curva o grafica son a una escala menor acertados, por otro lado los datos obtenidos de la plataforma web PVGIS que pertenece a la Comisión Europea entrega datos reales obtenidos en el años 2015 que aún están vigentes para los trabajos de investigación o implementación profesional en energía solar. Al comparar las dos lecturas vemos que su espectro de datos es muy similar y las variaciones que puedan tener a pesar de ser pequeñas, se deben a las distintas variables que se presentaron en la recolección de datos.

Por esa razón los datos de LabSoft están en la escala de (mWh/m²) mes y los de PVGIS en (KWh/m²) mes. El análisis de estos datos determina que tanto los cálculos y datos recabado son viables para el diseño del generador solar fotovoltaico.

6. Discusión

En este apartado se determinó que los datos obtenidos de los cálculos son correctos para que el generador solar fotovoltaico de tipo domestico con almacenamiento de energía funcione

adecuadamente, tenemos una potencia de consumo de la carga CA de 4649.2 Wh/dia, pero teniendo en cuenta que al implementar el generador fotovoltaico se presentaran distintas variables que ocasionen perdidas se calcula un valor real que deberá cubrir el generador fotovoltaico que será de 5476.089 Wh/dia y de acuerdo a esa potencia determinamos la potencia que deberá generar el campo fotovoltaico y al este contar con paneles solares tecnológicamente eficientes de 290 Wp la potencia será de 8769.6^[37] Wh/dia con un arreglo fotovoltaico de 6 paneles solares 2 en serie y 3 en paralelo. El ángulo determinado para los paneles solares es de 10° de acuerdo a la latitud del lugar y recomendaciones en artículos científicos. El inversor hibrido cumple con la demanda máxima de potencia en CA y también en cargar las baterías y de entrar en sistema de seguridad conectándose al sistema de backup si se llegara a necesitar, para lo cual el inversor tiene como características principales ser hibrido, con tecnología MPPT, con potencia de salida de 4000W, Voltaje de salida de 120V en AC, cargador de baterías de hasta 40 A. El banco de baterías^[87] cuenta con una capacidad de carga 166.791 Ah que puede abastecer a la carga durante 12 horas lo cual garantiza el funcionamiento del generador y al ser baterías de no necesitan de mantenimiento lo que hace más eficiente el diseño. En el apartado de seguridad cuenta con un sistema de puesta a tierra^[37] determinado según el lugar donde se instale y protecciones en las conexiones DC, conformado por DPS, fusibles, interruptores termo magnéticos y un cableado adecuado al tramo de conexión y sistema.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

En este trabajo se diseñó un generador solar fotovoltaico de tipo domestico con almacenamiento de energía mediante una investigación, con una revisión sistemática de la literatura y utilización de módulos de generación solar fotovoltaica (Smart Grid), para obtener un

diseño de sistema de generación solar fotovoltaico viable y eficiente en los hogares de las personas, lo más importante del diseño del generador fue obtener un diseño viable y eficiente porque de esta manera se fomenta e incentiva el consumo de energía renovable. Lo que contribuyó al diseño del generador fue el investigar y posteriormente conocer el potencial de los generadores solares fotovoltaicos porque de esta manera se pudo tener un excelente punto de partida para la realización de cálculos y selección de dispositivos que componen un generador solar fotovoltaico, uno de los inconvenientes para el diseño del generador fue la falta de equipos con características técnicas que se ajusten al tipo de consumo que tiene el Ecuador por que limita la realización de diseños dirigidos.

Con esta investigación se demuestra la viabilidad de implementar un generador solar fotovoltaico en el Ecuador, mediante la revisión de bases de datos en plataformas de instituciones, para una comparación de datos y verificación de la viabilidad de la investigación. Lo más importante de realizar esta investigación se pudo comprobar que el Ecuador es un país privilegiado en cuanto a energía solar se refiere.^[72] Se concluye que la plataforma del PVGIS por que al tener una base de datos fiable se pudo fundamentar el alto potencial del Ecuador para la generación de energía solar, un problema con respecto a la generación es que no en todas las partes del Ecuador es recomendable por el tipo de clima que dichos lugares poseen.^[14]

De acuerdo a la información técnica y científica obtenida, de generadores fotovoltaicos por medio de una revisión sistemática de la literatura, se concluye que es viable el realizar un diseño del generador de tipo domiciliario, lo más importante de la obtención de información es que existen antecedentes de este tipo de generación. Lo más difícil en cuanto a la obtención de información fue que en la revisión de artículos y demás fuentes no se encontraba información detallada de ciertos aspectos de los generadores solares fotovoltaicos.

En este apartado se conoció los principales componentes que conforman el sistema fotovoltaico a diseñar, mediante la investigación de cada uno de ellos, para poder así tener conocimiento fundamentado, lo más importante de obtener el conocimiento de estos dispositivos es que se podrá definir el tipo de parámetros a seguir para lograr el diseño requerido por que al conocer las funciones de cada dispositivo se puede agregar funciones al diseño y en este caso de acuerdo al dispositivo se puede incorporar un sistema de backup que permitirá una mayor eficiencia del generador.

[1] En este apartado se analizó el funcionamiento de un sistema fotovoltaico en un módulo de generación solar fotovoltaico profesional (Smart Grid), mediante la selección y realización de prácticas, para la comprensión del funcionamiento del generador, lo más importante de analizar el funcionamiento de un generador de forma práctica es que se puede contemplar distintas variables que pueden afectar al generador y como minimizar el impacto que tienen dichas variables por que al tener esta apreciación más realista los cálculos para el diseño deberán tomar valores de seguridad que minimicen el impacto a la eficiencia del generador.

En este apartado se conoció la configuración de los dispositivos que comprenden el generador solar fotovoltaico, mediante la revisión de manuales, para un análisis matemático (cálculos) de funcionamiento, lo más importante con la obtención de datos de los dispositivos que conformaran el diseño del generador es que se podrá determinar si son los adecuados técnicamente porque si cumplen con los parámetros técnicos requeridos para el generador y si están bajo las normas de regulación el generador cumplirá con las expectativas del consumidor.

7.2. Recomendaciones

Establecidas las conclusiones de esta investigación

se recomienda:

Continuar con la investigación para nuevos diseños de generadores y crear una mayor demanda de equipos que cumplan con los requerimientos técnicos para la instalación en el Ecuador.

Mantener estudios sobre el potencial que tiene el Ecuador para la instalación de generadores solares fotovoltaicos ya que de este modo impulsaran a más proyectos de mayor alcance.

Incentivar e inculcar la investigación en los estudiantes para que los trabajos de investigación cada vez sean más completos y puedan dar un mayor aporte al ámbito científico.

De ser posible adquirir y estudiar los nuevos dispositivos y sus tecnologías para poder aprovechar al máximo el potencial de los mismos.

Importante realizar más prácticas de laboratorio para tener un conocimiento más extenso y detallado del funcionamiento de cada dispositivo de un generador y también de sus funciones en distintos diseños.

Tener en consideración hasta el más mínimo detalle de los dispositivos elegidos para el diseño del generador siendo así que se pueda tener un balance técnico y económico.

8. Referencia Bibliografía

8.1. Normas técnicas a estudiar

IEC 60904-2, Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos para dispositivos fotovoltaicos de referencia.,2015

IEC 61215-2, Módulos fotovoltaicos terrestres (FV). Cualificación del diseño y homologación de tipo. Parte 2: Procedimientos de prueba,2021

IEC 60898-3, Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para protección contra sobrecorriente para instalaciones domésticas y similares. Parte 3: Interruptores automáticos para funcionamiento en CC., 2019

IEC 62930, Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos con una tensión nominal de 1,5 kV DC, 2017

NEC11, energías renovables,2011

UL 2703, El montaje de los sistemas fotovoltaicos debe estar certificado y garantizado por 25 años, 2017.

26.2. Referencias

Abella, M. A. (2017). Dimensionado de Sistemas Fotovoltaicos. In Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Vol. 1, Issue 1).

Aguilar, F. J., Aledo, S., & Quiles, P. V. (2016). Experimental study of the solar photovoltaic contribution for the domestic hot water production with heat pumps in dwellings. *Applied Thermal Engineering*, 101, 379–389. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.01.127>

Alvarez Lozano, D. A. (2017). Evaluación de la orientación y el ángulo de inclinación óptimo de una superficie plana para maximizar la captación de irradiación solar en Cuenca-Ecuador. 7, 74–77.

Araujo, A. (2014, February 9). Los proyectos fotovoltaicos se estancaron. *El Comercio*, 1, 3–5. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/proyectos-fotovoltaicos-se-estancaron.html>

Candial Benavente, I. (2015). Análisis de un sistema fotovoltaico híbrido doméstico. In UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23575/TFG_Ismael_Candial_Benavente_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cao, Y., Liu, C., Huang, Y., Wang, T., Sun, C., Yuan, Y., Zhang, X., & Wu, S. (2016). Parallel algorithms for islanded microgrid with photovoltaic and energy storage systems planning optimization problem: Material selection and quantity demand optimization. *Computer Physics Communications*, 211, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.cpc.2016.07.009>

EUROPEAN COMMISSION. (2015). PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM. Herramientas Interactivas.

- https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR?cookies=disabled
- Fiallos Chamorro, D. D. (2020). Determinación del punto óptimo de potencia de paneles fotovoltaicos en base a variables difusas mediante el modelo de liu jordan. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, 1, 22.
- Fouda, A., Nada, S. A., & Elattar, H. F. (2016). An integrated A/C and HDH water desalination system assisted by solar energy: Transient analysis and economical study. *Applied Thermal Engineering*, 108, 1320–1335. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.026>
- Gasparatos, A., Doll, C. N. H., Esteban, M., Ahmed, A., & Olang, T. A. (2017). Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70(December 2015), 161–184. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030>
- Ghasemi Mobtaker, H., Ajabshirchi, Y., Faramarz Ranjbar, S., & Matloobi, M. (2016). Solar energy conservation in greenhouse: Thermal analysis and experimental validation. *Renewable Energy*, 96, 509–519. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.04.079>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2011). Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico NSE 2011. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Estratificacion_Nivel_Socioeconomico/111220_NSE_Presentacion.pdf
- Islam, M. M., Pandey, A. K., Hasanuzzaman, M., & Rahim, N. A. (2016). Recent progresses and achievements in photovoltaic-phase change material technology: A review with special treatment on photovoltaic thermal-phase change material systems. *Energy Conversion and Management*, 126, 177–204. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.07.075>
- Kannan, N., & Vakeesan, D. (2016). Solar energy for future world: - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1092–1105. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.022>
- LUXOR. (2004). SOLAR MODULE.
- Mehdi, B. J., & Slim, B. Y. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological Indicators*, 74, 295–301. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.032>
- Muhsen, D. H., Ghazali, A. B., & Khatib, T. (2016). Multiobjective differential evolution algorithm-based sizing of a standalone photovoltaic water pumping system. *Energy Conversion and Management*, 118, 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.074>
- Pérez Martínez, M., Morales Rodríguez, I. C., & Castro, E. (2017). La hora solar pico equivalente, definición e interpretación. *Ingeniería Energética*, XXXVIII(2), 124–131.
- Roitman, M., Mestrallet, A., Aramburu, M. D., & Rossi, R. (2015). Dimensionamiento de un sistema de energía solar fotovoltaica para una vivienda familiar de la Ciudad de Córdoba. *Revista FCEfyN*, 2(2), 37–43.
- Salamanca-Avila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *CIDC*, 3(30), 263. <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>
- Sinchi Sinchi, F. M. (2017). Diseño y determinación de sistemas de puesta a tierra mediante pruebas de campo con elementos comunes utilizados en la región, incluyendo GEM y electrodo químico. 3.
- Tiago Filho, G. L., Rosa, C. A., Barros, R. M., Silva Dos Santos, I. F., & Braga Da Silva, F. D. G. (2016). Study of the energy balance and environmental liabilities associated with the manufacture of crystalline Si photovoltaic modules and deployment in different regions. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 144, 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2015.09.023>
- Tisalema Culqu, C. D. (2018). Instalación híbrida, fotovoltaica- grupo electrógeno, para el

suministro eléctrico de una granja ovina.
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA,
0, 186.

Torres, C. R. (2015). RESIDENCIALES CONTRA LAS
TORMENTAS ELÉCTRICAS.

Unamuno, A. D. S. (2018). Norma Ecuatoriana de la
Construcción. Opt.Med S.A., 25.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>

Valer, L. R., Melendez, T. A., Fedrizzi, M. C., Zilles,
R., & de Moraes, A. M. (2016). Variable-speed
drives in photovoltaic pumping systems for
irrigation in Brazil. Sustainable Energy
Technologies and Assessments, 15, 20–26.
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2016.03.003>

Wahyuni, N. S., Wulandari, S., Wulandari, E., &

Pamuji, D. S. (2015). Integrated Communities
for the Sustainability of Renewable Energy
Application: Solar Water Pumping System in
Banyumeneng Village, Indonesia. Energy
Procedia, 79, 1027–1032.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.604>

Yahyaoui, I., Chaabene, M., & Tadeo, F. (2015).
Evaluation of Maximum Power Point Tracking
algorithm for off-grid photovoltaic pumping.
Sustainable Cities and Society, 30, 65–73.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.11.005>