



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Implementación de un prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre”

Morales Pizuña, Job Salomón

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de tecnólogo en Electrónica mención Instrumentación & Aviónica

ING. Sandoval Vizuite, Paola Nataly

Latacunga

27 de Julio del 2021



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

Certificación

Certifico que la monografía, **“Implementación de un prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre”**. Fue realizado por el señor **Morales Pizuña, Job Salomón**, la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 27 de Julio del 2021



Firmado electrónicamente por:
PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE

Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly

C.C.: 0503254005

Reporte de verificación

Curiginal



Firmado electrónicamente por:
PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE

Document Information

Analyzed document	JobSalomonMoralesPizufia_proyectodetitulacion.docx (D110702091)
Submitted	7/23/2021 7:23:00 PM
Submitted by	
Submitter email	jjmorales4@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	pnsandoval.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://energiayambienteandina.net/pdf/WCS%20-%20CAPACITACI%C3%92N%20E%20INSTALACI%C3%92N%20DE%20SISTEMAS%20FOTOVOLTAICOS.pdf Fetched: 3/19/2021 8:01:36 AM		1
W	URL: https://1library.co/document/wye12l7z-analisis-ejecucion-sistema-energia-fotovoltaico-vivienda-bogota-oliveros.html Fetched: 7/23/2021 7:24:00 PM		2
SA	TESIS DE GRADO-ARAUZ-CEDENO.docx Document TESIS DE GRADO-ARAUZ-CEDENO.docx (D11721161)		1
W	URL: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3601/Paredes_Ccama_Patrick_Ibrahim.pdf?sequence=1&isAllowed=yEAE Fetched: 7/23/2021 7:24:00 PM		1
W	URL: https://1library.co/tite/energia-solar-fotovoltaica-instalacion-de-paneles-fotovoltaicos-bosal Fetched: 7/23/2021 7:24:00 PM		1
W	URL: http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3898/1/FACTIBILIDAD%20DE%20IMPLEMENTAR%20EL%20USO%20DE%20RECURSOS%20RENOVABLES%252c%20PARA%20LA%20GENERACION%20DE%20ENERGIA%20EL%20CTRIC.pdf Fetched: 7/23/2021 7:24:00 PM		1



Firmado electrónicamente por:
PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE

Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly

C.C.: 0503254005



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

Responsabilidad de autoría

Yo, **Morales Pizuña, Job Salomón**, con cédula de ciudadanía 1721039475, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Implementación de un prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 27 de Julio del 2021

A handwritten signature in blue ink that reads 'SALOMON MORALES Paez'. The signature is written in a cursive style and is enclosed within a blue oval scribble.

Morales Pizuña, Job Salomón

C.C.: 1721039475

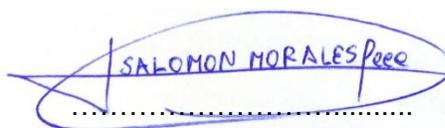


DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

Autorización de publicación

Yo, **Morales Pizuña, Job Salomón** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 27 de Julio del 2021



Morales Pizuña, Job Salomón

C.C.: 1721039475

Dedicatoria

La presente monografía va dedicado a mi amado padre Jehová, quien siempre me ha estado bendiciéndome con salud, sabiduría y fortaleza para poder culminar una meta más en mi vida, él siempre ha estado a mi lado como un pilar fundamental en cada uno de mis pasos que he dado y quiero venerarlo con este triunfo alcanzado.

A mi familia por inculcarme con buenos valores y me enseñaron que hasta en los momentos peores siempre existe una solución en la vida, que en las dificultades se combaten con esfuerzo y dedicación.

Finalmente, y de manera muy especial quiero dedicárselo esta monografía a mi amada madre Zoila Pizuña y a mi padre Rafael Morales, ya que por su apoyo incondicional que me han brindado durante el transcurso de mis estudios, a mi esposa Jeessica Pallo, a mi hijo Wesley Morales y a mi hija Daphne Morales, siendo los pilares fundamentales e inspiración para brindarme su bendición, consejos y amor para no desistir en todas mis metas y propósitos alcanzados en la vida.

MORALES PIZUÑA, JOB SALOMÓN

Agradecimiento

Al finalizar esta monografía quiero agradecer a nuestro amado Dios Jehova, por todas sus bendiciones y permitirme llegar con éxito a la culminación de mis estudios, además por cada uno de los días que me brinda su bendición, fuerza, y salud que diariamente me regala, también quiero agradecer a las personas que me apoyaron durante toda mi carrera profesional hasta llegar a la meta propuesta, como son mis padres, mi esposa, mi hijo, mi hija y mi familia que con sus consejos y amor verdadero que me guiaron por un camino correcto y se sacrificaron durante mi ausencia.

Además, quiero agradecer infinitamente a todos los docentes del departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, quienes durante todo este tiempo en las aulas, impartieron sus conocimientos y consejos en bien de cada uno de nosotros, en especial a mi directora de la monografía Paola Sandoval, por guiarme y ayudarme con su asesoría de una manera muy profesional en la realización de este proyecto.

MORALES PIZUÑA, JOB SALOMÓN

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
Resumen	15
Abstract.....	16
 Problema de investigación	17
Tema	17
Justificación	17
Antecedentes.....	18
Objetivos	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Especificos.	21
Alcance.....	21

Marco teórico	22
Creación de la Fuerza Terrestre.....	22
Generalidades sobre un sistema de carga con energía fotovoltaica	23
Fuentes de energía solares renovables	25
Ventajas de energía solar fotovoltaica.....	26
Radiación Solar	26
<i>Tipos de Radiación Solar.....</i>	<i>26</i>
Eficiencia de la conversión fotovoltaica	27
<i>El efecto fotovoltaico</i>	<i>27</i>
<i>El efecto fotoeléctrico</i>	<i>28</i>
Célula fotovoltaica	28
<i>Funcionamiento y estructura de las celdas fotovoltaicas.....</i>	<i>28</i>
<i>Estructura básica de una celda fotovoltaica.....</i>	<i>29</i>
Tipos de celdas fotovoltaicas.....	29
Componentes de un sistema fotovoltaico	30
Paneles solares.....	31
<i>Componentes de un panel solar fotovoltaico.....</i>	<i>31</i>
Paneles Solares Térmicos.....	32
Nuevas Tecnologías en Paneles Fotovoltaicos	33
Paneles Solares Policristalinos	33
Paneles Monocristalinos de silicio.....	34

	10
Elementos del sistema fotovoltaico	35
Regulador de voltaje.....	36
Baterías solares o acumuladores	36
Inversor de voltaje DC - AC	37
Chaleco de combate táctico	38
Conectores de alimentación para los dispositivos electrónicos.....	38
Desarrollo del tema	39
Preliminares.....	39
Simulación de un esquema eléctrico de un sistema de carga con energía fotovoltaica	40
Implementación del sistema de carga con energía fotovoltaica	41
<i>Medición del potencial energético para pruebas.....</i>	<i>43</i>
<i>Estudio de recursos solares de la zona.....</i>	<i>44</i>
<i>Cálculos de potencia y número de paneles solares</i>	<i>46</i>
<i>Selección y instalación del panel solar fotovoltaico.....</i>	<i>46</i>
<i>Dimensionamiento y cálculos del panel solar fotovoltaico</i>	<i>47</i>
<i>Cálculo de número de paneles solares policristalinos.....</i>	<i>48</i>
<i>Revisión de fases de conexión eléctricas de los paneles solares.....</i>	<i>50</i>
Comprobación y medición con el multímetro de la conexión eléctrica.....	50
<i>Dimensionamiento del regulador o controlador fotovoltaico</i>	<i>51</i>

	11
<i>Dimensionamiento de acumuladores de energía</i>	52
<i>Dimensionamiento de convertidor de voltaje y corriente</i>	52
<i>Test de carga con energía fotovoltaica del prototipo</i>	53
Elaboración de un diseño de power bank de 30.000 mAh	54
<i>Análisis del módulo de carga</i>	55
<i>Conexión de los cables con el módulo de carga</i>	55
<i>Conexión de las celdas de 18560</i>	56
<i>Colocación de las celdas de 18560 en la caja de plástico</i>	57
<i>Adaptaciones para puertos USB</i>	58
<i>Conexión del módulo de carga con el banco de celdas</i>	59
<i>Comprobación del funcionamiento del power bank de 30.000 mAh</i> ...	59
<i>Comprobacion del power bank de 30.000 mAh</i>	61
Pruebas de funcionamiento de un celular Huawei Y5 y un Power Bank	61
Cálculos de corriente máxima de carga	63
Conclusiones y recomendaciones	66
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Bibliografía	68

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Tipos de energías renovables solares</i>	25
Tabla 2 <i>Tipos de radiación solar</i>	27
Tabla 3 <i>Unidades de energía solar</i>	35
Tabla 4 <i>Caracterización de Regulador de Voltaje</i>	36
Tabla 5 <i>Tipos de baterías o acumuladores</i>	37
Tabla 6 <i>Equipos utilizados para el sistema de carga con energía fotovoltaica</i>	41
Tabla 7 <i>Materiales utilizados para el sistema de carga con energía fotovoltaica</i>	42
Tabla 8 <i>Herramientas utilizadas para el sistema de carga con energía fotovoltaica</i>	43
Tabla 9 <i>Características ambientales de la parroquia Juan Motalvo – Latacunga</i>	44
Tabla 10 <i>Irradiación solar en Latacunga</i>	45
Tabla 11 <i>Especificaciones técnicas del panel solar fotovoltaico</i>	47
Tabla 12 <i>Tensión nominal en función de la potencia</i>	48
Tabla 13 <i>Porcentaje de carga de un celular Huawei Y5</i>	62
Tabla 14 <i>Porcentaje de carga de un Power Bank de 30.000 mAh</i>	62
Tabla 15 <i>Corriente máxima de carga del proyecto técnico de los meses del año</i>	64

Índice de figuras

Figura 1 <i>Partes de un módulo fotovoltaico</i>	24
Figura 2 <i>Célula fotoeléctrica</i>	28
Figura 3 <i>Diagrama efecto fotoeléctrico</i>	29
Figura 4 <i>Tipos de celdas fotovoltaicos</i>	30
Figura 5 <i>Paneles solares fotovoltaicos</i>	31
Figura 6 <i>Componentes principales del panel solar fotovoltaico</i>	32
Figura 7 <i>Paneles Solares Térmicos</i>	33
Figura 8 <i>Panel Solar Policristalino</i>	34
Figura 9 <i>Paneles Monocristalinos de silicio</i>	34
Figura 10 <i>Conectores de alimentación para los dispositivos electrónicos</i>	38
Figura 11 <i>Esquema eléctrico</i>	40
Figura 12 <i>Insolación mensual global en Wh*m²*día</i>	45
Figura 13 <i>Estructura física del módulo fotovoltaico policristalino de 60 W</i>	49
Figura 14 <i>Conexiones eléctricas en serie y paralelo</i>	50
Figura 15 <i>Medición con el multímetro de la conexión eléctrica</i>	51
Figura 16 <i>Regulador de carga fotovoltaica</i>	51

	14
Figura 17 <i>Acumulador de energía fotovoltaica</i>	52
Figura 18 <i>Convertidor de voltaje y corriente</i>	53
Figura 19 <i>Test de carga con con energía fotovoltaica el prototipo</i>	54
Figura 20 <i>Módulo de carga USB</i>	55
Figura 21 <i>Conexión de los cables de 1mm de diámetro con el módulo de carga</i>	56
Figura 22 <i>Conexión en paralelo de las celdas 18560</i>	57
Figura 23 <i>Asegurar y colocar las celdas de 18560</i>	58
Figura 24 <i>Corte de agujeros sobre la caja plástica</i>	58
Figura 25 <i>Conexión del módulo de carga</i>	59
Figura 26 <i>Comprobación del funcionamiento correcto del power bank de 30.000 mAh</i>	60
Figura 27 <i>Colocación de la tapa plástica en la caja de power bank de 30.000 mAh</i>	60
Figura 28 <i>Comprobación de funcionamiento del power bank de 30.000 mAh</i>	61
Figura 29 <i>Carga de baterías del celular y el power bank de 30.000 mAh</i>	63
Figura 30 <i>Corriente máxima de carga del proyecto técnico de los meses de mayo, junio y julio</i>	65

Resumen

La investigación científica realizada en esta monografía tiene como objetivo beneficiar al ejército ecuatoriano al tratar de solucionar uno de los principales problemas descubiertos durante las misiones de exploración y combate. Se ha propuesto un prototipo de carga para los sistemas de comunicación, que puede ser utilizado principalmente para estas tareas, por lo que se ha considerado la energía fotovoltaica para recargar los dispositivos electrónicos que conllevan los chalecos de combate tácticos, permitiendo que los avances tecnológicos y energías no convencionales den sus frutos. Este proyecto técnico puede recargar de manera efectiva radios, teléfonos satelitales, sistemas de posicionamiento global (GPS), teléfonos móviles, etc., y son utilizados por el personal de voluntarios y oficiales del ejército ecuatoriano, ya que podrán cumplir con la disposición emitidas por sus superiores e informar al equipo de comunicación funcional en tiempo real las actividades diarias que se realizan durante los patrullajes militares, por ello para la elaboración de este prototipo se utilizaron varios componentes eléctricos y electrónicos como: paneles solares policristalinos, baterías, controladores de carga, inversores de voltaje, etc., y posteriormente se diseñó una batería de energía recargable a partir de materiales reciclados, para realización del banco de baterías se realizó varias inspecciones y pruebas de carga con energía fotovoltaica en dispositivos electrónicos y móviles, para concluir el prototipo funcionó satisfactoriamente tanto en condiciones climáticas adecuadas, como en condiciones climáticas desfavorables,

Palabras clave:

- **SISTEMA DE COMUNICACIÓN**
- **CHALECO DE COMBATE TÁCTICO**
- **POWER BANK**

Abstract

The scientific research conducted in this monograph aims to benefit the Ecuadorian army by trying to solve one of the main problems discovered during exploration and combat missions. A charging prototype for communication systems has been proposed, which can be used mainly for these tasks, so photovoltaic energy has been considered to recharge the electronic devices that carry tactical combat vest, allowing technological advances and non-conventional energies to bear fruit. This technical project can effectively recharge radios, satellite phones, global positioning systems (GPS), cell phones, etc., and are used by volunteers and officers of the Ecuadorian army, as they will be able to comply with the orders issued by their superiors and inform the functional communication team in real time of the daily activities carried out during military patrols, so for the development of this prototype were used various electrical and electronic components such as: polycrystalline solar panels, batteries, charge controllers, voltage inverters, etc., and later a rechargeable energy battery was designed from recycled materials, for the realization of the battery bank several inspections and charging tests were carried out with photovoltaic energy in electronic and mobile devices, to conclude the prototype worked satisfactorily both in suitable climatic conditions, and in unfavorable climatic conditions.

Key words:

- **SYSTEM COMMUNICATION**
- **TACTICAL COMBAT VEST**
- **POWER BANK**

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación

1.1 Tema

“Implementación de un prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre”.

1.2 Justificación

En la actualidad, el artículo 159 de la Constitución de la República del Ecuador establece que “las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional (...) ejercerán sus funciones estrictamente de acuerdo con el poder civil y la constitución”. El ejército ecuatoriano en particular está obligado a cumplir con todas las normas establecidas para garantizar la seguridad y soberanía nacional del país. Por ello, debido a la necesidad de utilizar energía fotovoltaica, en zonas selváticas en donde se requiere utilizar energía fotovoltaica, por eso es indispensable el sistema de carga para los dispositivos electrónicos que conllevan los chalecos tácticos de combate que son utilizados por voluntarios y oficiales del ejército ecuatoriano, con el fin de aprovechar el progreso tecnológico y la energía no convencional.

Los beneficiarios directos serán el personal del ejército ecuatoriano, ya que podrán cumplir con la disposición emitidas por sus superiores e informar al equipo de comunicación funcional en tiempo real las actividades diarias que se realizan durante los patrullajes militares. Las unidades de las fuerzas terrestres permanecen inalteradas y mejoran la seguridad y la integridad de las misiones sobre el terreno. Respecto a lo

anterior, es importante que las Fuerzas Armadas presenten una propuesta para implementar un prototipo de sistema de carga con energía fotovoltaica, y así poder cargar el equipo electrónico que conllevan los chalecos de combate del personal militar del ejército para usar energía limpia o energía verde que ayudará a no contaminar el medio ambiente y permitiendo lograr un desarrollo sostenible.

1.3 Antecedentes

En la actualidad el Ejército Ecuatoriano, a través del Comando de Educación y Doctrina Militar Terrestre (CEDMT), el cual se encarga de cumplir con los procedimientos académicos y fortalecer los conocimientos del personal militar de acuerdo a los medios disponibles para realizar las misiones encomendadas por la Constitución de la República. Las referencias doctrinales provienen principalmente de los ejércitos de Estados Unidos, Argentina, Brasil y Chile, cuyos oficiales y personal militar de estos países han recibido adiestramiento en las últimas décadas. Las zonas fronterizas del país ecuatoriano son cada vez más formales e informales. Estos lugares son altamente permeables y no han sido controlados de manera efectiva por el Estado, dando lugar a zonas que parecen en cierta medida inseguras, y los grupos criminales transnacionales organizados son cada vez más frecuentes. También podemos destacar que en esta dirección, la historia ha recogido hechos, conflictos y soluciones para dar solución a las enormes necesidades internacionales de las universidades del mundo que han sido y tienen un papel decisivo, pues en sus aulas, los futuros profesionales son los encargados de dar respuesta a estos. A la influencia se la considera como la búsqueda de alianzas, es necesario buscar nuevos paradigmas educativos, modelos de enseñanza y sugerencias de enseñanza, considerados necesarios como alternativas

factibles y efectivas a los desafíos educativos actuales que deben integrarse con la educación superior (Teneda et al., 2018, p. 3).

Ante estas circunstancias, el ejército ecuatoriano ha ocupado una posición dominante en la sociedad desde su creación, salvaguardando la seguridad y soberanía nacional. Al mismo tiempo, una de las principales funciones del personal militar, es mantener en orden el país, como se establece en el artículo 135 de la Constitución, esperando obtener una posición privilegiada en la misma dirección política. En otras palabras, el personal de voluntarios y oficiales crearon muchos beneficios políticos en las fuerzas armadas, que fueron más allá de sus misiones de defensa (Arcos, 2016, p. 21).

Durante el desarrollo del entrenamiento, el personal militar usa chalecos de combate tácticos que conllevan: radios, teléfonos satelitales y sistemas de posicionamiento global (GPS). Así es como se lleva a cabo la implementación de un trabajo de investigación, como los que se describen a continuación:

Según (Nevárez, 2018), presenta de manera general el principio de funcionamiento, componentes y características principales de un sistema solar fotovoltaico aislado de la red, y se utiliza para construir un cargador para dispositivos electrónicos en la ESFOT - EPN.

Según (Ruelas et al., 2017), mencionó que la tecnología, día a día se están desarrollando proyectos renovables para aprovechar la radiación electromagnética del sol a través de colectores solares (como las células fotovoltaicas) para obtener energía limpia ilimitada.

Según (Angulo et al., 2017), describió que en la etapa actual de desarrollo tecnológico, las personas sobreviven con el avance, el uso y diseño de equipos

eléctricos y electrónicos innovadores, y ha surgido la necesidad de generar, administrar y satisfacer la demanda excesiva de electricidad en todo el mundo. Sin embargo, en comparación con los distintos servicios de los sectores que requieren esta energía, la electricidad producida todos los días es muy cara, y el proceso de generación de energía está altamente contaminado e insuficiente; desde esta perspectiva, las fuentes de energía alternativas o renovables son parte de la solución porque son ecológicas, eficientes, asequibles y, por supuesto, menos contaminantes.

Este capítulo continúa con una descripción técnica de los principios y tecnologías básicas que llamamos energía solar fotovoltaica. La última parte introduce aspectos relacionados con el uso de generadores fotovoltaicos, como las características asociadas de los equipos fotovoltaicos, la influencia de las condiciones de funcionamiento de los equipos y los aspectos técnicos más importantes de los subsistemas de generación de energía fotovoltaica.

Por ello, actualmente se están estudiando nuevas tecnologías que buscan reducir costos, tecnologías que siguen siendo indispensables en el uso e importancia de las energías renovables en nuestro país, especialmente en cuanto a la forma más efectiva de obtener energía limpia. Se pueden utilizar para dispositivos electrónicos como radios, teléfonos satelitales y GPS que lleva el personal militar en los chalecos de combate del Ejército. (Parra & Xavier, 2019, p. 17).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

- Implementar un prototipo del sistema de carga para proporcionar energía fotovoltaica para los equipos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Recopilar información sobre el funcionamiento y suministro de corriente eléctrica en dispositivos electrónicos y móviles que se usan en los chalecos de combate utilizados por el personal militar de la Fuerza Terrestre.
- Analizar las dimensiones y condiciones climáticas de la región donde se implementará el prototipo de la propuesta.
- Armar y probar el prototipo realizado, que permite generar corriente eléctrica, capaz de cargar con energía fotovoltaica los dispositivos móviles electrónicos de emergencia del personal militar de la Fuerza Terrestre.

1.5 Alcance

El presente prototipo tiene como objetivo principal es realizar un prototipo de un sistema de carga para proporcionar energía fotovoltaica para los equipos electrónicos que conlleva los chalecos de combate del personal militar del ejército ecuatoriano, el cual se utilizarán paneles solares, controladores de carga y el equipo necesario para recargar los dispositivos electrónicos.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Creación de la Fuerza Terrestre

La historia del ejército ecuatoriano va de la mano de la hazaña inmortal del 10 de agosto de 1809. En los principios de la libertad nació el ejército ecuatoriano, cuyos dos siglos de trabajo contribuyeron sin duda a la construcción de un Ecuador democrático. También hace que la gente sepa que el movimiento independentista es un prólogo de la organización y una estructura militar más coherente, y lo que debería ser un ejército más cerca de la victoria (Rivadeneira, 2020, p. 1).

Además, es innegable que el nivel de poder que han ido alcanzando los indígenas es el de convivir bajo la tutela de la familia real española, lo que se ha convertido en una amenaza para la libertad y soberanía de este poderoso grupo de poder en todo el continente (Rivadeneira, 2020, p. 1).

Es por ello que el pensamiento progresista de Javier Eugenio de Santa Cruz Espejo, fiel representante de la ilustración americana, influyó en el espíritu de la Revolución Francesa y de la independencia de Francia, es racionalista, las entidades promotoras surgieron con el renacimiento. Y tomar la dimensión del movimiento del conocimiento, para América Latina, tiene una duración diferente, lo que ayuda a difundir las ideas de la ilustración del siglo, que muestra y condena lo que ahora llamamos el nuevo comienzo del ejército ecuatoriano (Martínez, 2016, p. 1).

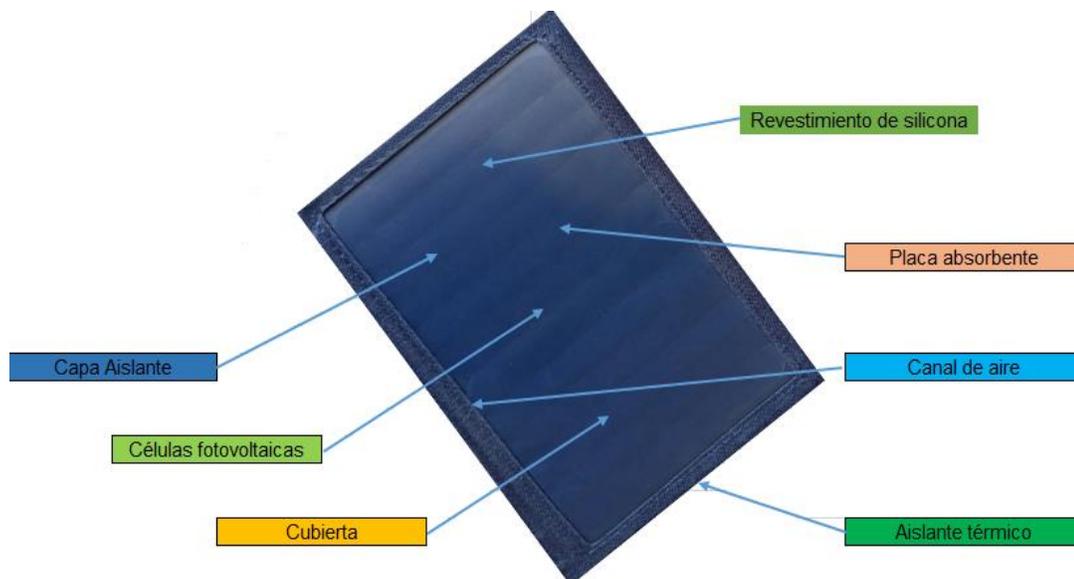
De esta forma, es posible concretar en el siglo XXI que el ejército ecuatoriano es considerado como el referente del continente africano, para modernizarse continuamente y asegurar la mayor operatividad posible. Asimismo, el actual plan

estratégico institucional permite la articulación de nuevas metas, habilidades, indicadores, proyectos y planes de manera estructurada y consistente, en relación a la agenda política de defensa nacional, escenarios geopolíticos y cooperación internacional, la supervisión legal de la ejército ecuatoriano, y el reglamento aprobado en 2008, la constitución tiene en cuenta la igualdad de hombres y mujeres y respeta los derechos, la estabilidad y la profesionalidad de sus integrantes; también recomienda que se continúe con mayor entusiasmo la labor principal, es decir, la defensa de la soberanía e integridad territorial (Rivadeneira, 2020, p. 1).

2.2 Generalidades sobre un sistema de carga con energía fotovoltaica

El principio básico de los dispositivos fotovoltaicos es obtener equivalentes eléctricos adecuados para la vida diaria a través de la energía solar. Se produce mediante módulos fotovoltaicos compuestos por células solares, que a su vez están compuestas por láminas de material semiconductor, recubiertas de vidrio transparente por el que pasa la energía solar, de manera que intentamos aprovechar toda la radiación posible, incluso en el caso de altas pérdidas de calor (Vendrell & Martínez, 2020, p. 16).

En la actualidad, el desarrollo de los sistemas fotovoltaicos se debe principalmente al avance de la tecnología, la mejora de sus componentes eléctricos y electrónicos, el costo de inversión es menor, el sistema fotovoltaico también es más grande, con diferentes características de fabricación, y se promueve su uso a mejorar su impacto en el medio ambiente y optimización de recursos, a continuación en la figura 1 se indica todas las partes de un módulo fotovoltaico (Anibal, 2020, p. 16).

Figura 1*Partes de un módulo fotovoltaico*

Nota: En la siguiente imagen muestra las partes que conforman un módulo fotovoltaico. Tomada de (Vendrell & Martínez, 2020, p. 20).

Debido a las características geográficas y climáticas del Ecuador, su nivel de radiación es muy alto y el potencial de desarrollo de energías renovables es enorme, un caso especial de producción de energía solar lo hace muy atractivo, a este prototipo (Vargas, 2019, p. 20).

Además, la energía solar se ha convertido en una fuente de energía en muchas partes del mundo y el futuro parece más brillante. La energía solar no solo genera electricidad, sino también energía térmica y luminosa, y se utiliza ampliamente en diversos campos. Sin embargo, el potencial de la energía solar solo está limitado por nuestra imaginación, porque no estamos dispuestos a desarrollar su potencial. (Gutiérrez & Mejía, 2017, p. 113).

2.3 Fuentes de energía solares renovables

El concepto de energía solar renovable describe la irradiación natural del sol, que hace que el sistema fotovoltaico se convierta para obtener energía útil, como electricidad y calor, a continuación en la tabla 1 se describen los tipos de energías solares renovables (Teneda et al., 2018, p. 3).

Tabla 1

Tipos de energías renovables solares

Energías renovables solares	Descripción
Energía solar fotovoltaica	Se basa en captar la radiación solar a través de células solares, en las que aparece corriente eléctrica, y mediante la colocación de contactos metálicos se puede extraer y utilizar.
Energía solar térmica	Consiste en el aprovechamiento de la energía recibida del sol para obtener calor, que se puede utilizar en plantas industriales y viviendas proporcionando agua caliente.
Energía solar termoeléctrica	Es aquella que se utiliza en plantas de energía solar térmica, consiste en un fluido que calienta y genera vapor de agua a presión para generar electricidad.

Nota: En la siguiente tabla muestra los tipos de energía renovables solares. Tomada de (Teneda et al., 2018, p. 4).

2.4 Ventajas de energía solar fotovoltaica

Según (Oliveros, 2017), existen varias ventajas de energía solar fotovoltaica que son citadas a continuación:

- Este tipo de energía no contamina el medio ambiente.
- Son sencillos de reemplazar y fáciles de limpiar.
- Fácil de instalación.
- No requieren grandes transformaciones centralizadas.
- Posee bajos costos de operación y de mantenimiento

2.5 Radiación Solar

Es la energía del sol que llega a la superficie de la tierra en forma de radiación solar con una determinada longitud de onda "Martínez, 2016, p. 1".

2.5.1 Tipos de Radiación Solar

Según (Nelly, 2018), hay tres tipos de radiación solar en la tierra, que cambian con el tiempo y provocan movimiento, a continuación en la tabla 2 se describen los siguientes tipos de radiación solar:

Tabla 2*Tipos de radiación solar*

Tipos	Descripción
Radiación directa	Es aquella que viene directamente del sol sin ningún cambio de dirección.
Radiación difusa	Es aquella que su dirección ha cambiado, principalmente debido a su difusión en la atmósfera.
Radiación reflejada	Es la energía del sol, que rebota o se refleja cuando choca con la superficie de la tierra.

Nota: En la siguiente tabla muestra los tipos de radiación solar. Tomado de (Suárez & Salamanca, 2017, p. 10).

2.6 Eficiencia de la conversión fotovoltaica

Según (Palacio, 2017), menciona que la eficiencia de conversión de una célula fotovoltaica o celda solar se ha definido como un porcentaje de energía solar que puede hacer alcanzar a un dispositivo fotovoltaico y también que puede ser capaz de convertir en electricidad.

2.6.1 El efecto fotovoltaico

Según (Martínez, 2018), mencionó que la eficiencia de conversión de una celda fotovoltaica o solar se define como el porcentaje de energía solar que puede lograr un dispositivo fotovoltaico y que puede convertirse en energía eléctrica.

2.6.2 El efecto fotoeléctrico

Menciona que el efecto fotoeléctrico consiste esencialmente en convertir la energía luminosa transferida por los fotones en energía eléctrica. El efecto fotoeléctrico es el principio físico basado en el desarrollo del uso directo de la radiación solar para generar electricidad, es decir, una célula fotovoltaica compuesta por partículas elementales y fotones, a continuación en la figura 2 se indica la célula fotoeléctrica "Morales & Talavera, 2016, p. 14".

Figura 2

Célula fotoeléctrica



Nota: En la siguiente imagen se muestra la célula fotoeléctrica que está compuesta de partículas elementales y fotones. Tomado de (Aguilar, 2020, p. 12).

2.7 Célula fotovoltaica

Según (Vicente, 2020), mencionó que estas células pueden captar la radiación solar y convertirla de fotones incidentes en energía eléctrica, que están protegidas por materiales transparentes.

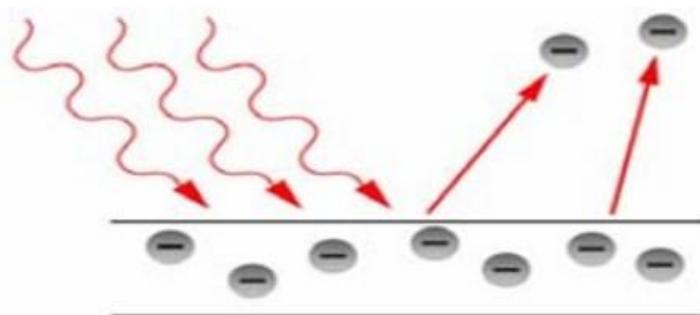
2.7.1 Funcionamiento y estructura de las celdas fotovoltaicas

Según (Martínez, 2017), consideró que las células solares de silicio o baterías tradicionales son dispositivos basados en la combinación de dos semiconductores, uno es tipo P y el otro es tipo N. Los semiconductores son capas de silicio dopadas con una

gran cantidad de elementos electrónicos, y hay menos electrones en tipo N y tipo P, a continuación en la figura 3 se indica el diagrama de efecto fotoeléctrico.

Figura 3

Diagrama efecto fotoeléctrico



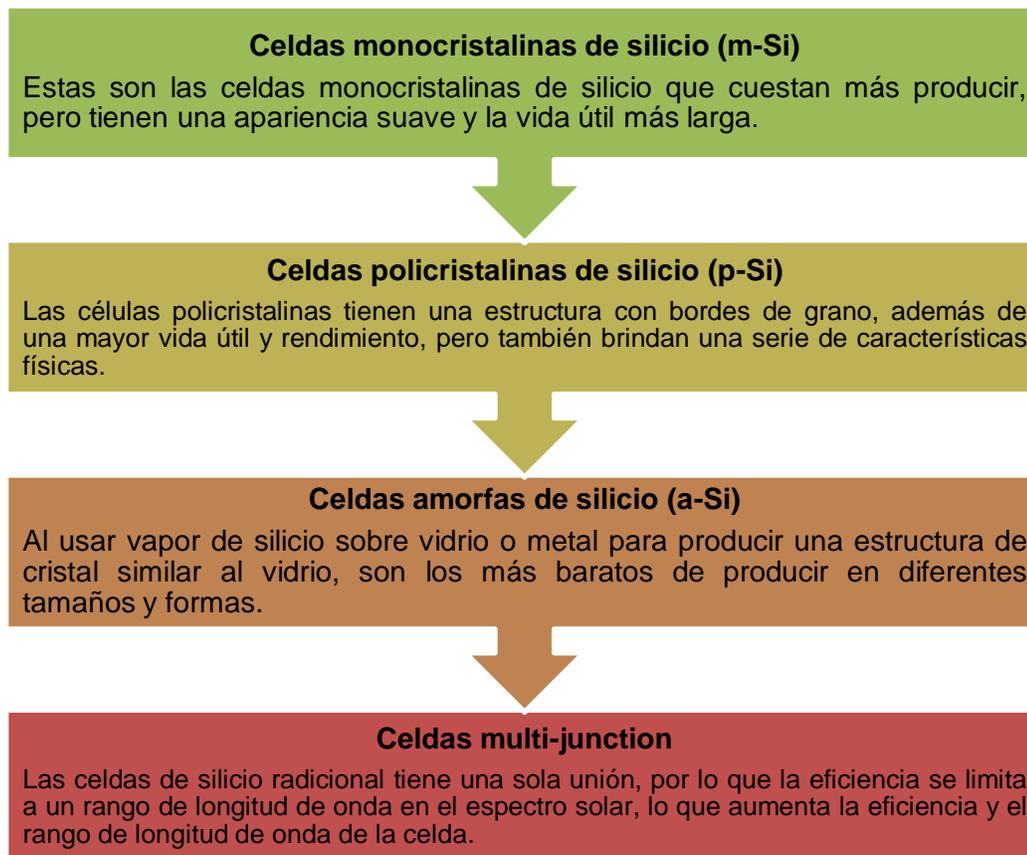
Nota: En la siguiente imagen se muestra el efecto fotoeléctrico de un rayo de luz que tienen una energía de frecuencia. Tomado de (Martínez, 2017, p. 14).

2.7.2 Estructura básica de una celda fotovoltaica

Según (Martínez, 2017), enfatiza que cuando la combinación de P y N es iluminada por fotones de longitudes de onda adecuadas, como los fotones de la luz solar, estos generarán algunos pares de electrones por la acción de un campo eléctrico, estos electrones se dirigen a los electrodos colocados en el lado opuesto de las uniones, que se pueden utilizar para el dispositivo de consumo de energía.

2.8 Tipos de celdas fotovoltaicas

Actualmente existen varios tipos de células fotovoltaicas, que se distinguen según el tipo de semiconductor, y este tipo de células fotovoltaicas son las más utilizadas, a continuación en la figura 4, se indica los tipos de celdas fotovoltaicas.

Figura 4*Tipos de celdas fotovoltaicas*

Nota: En la siguiente imagen se muestra los diferentes tipos de celdas fotovoltaicas que son las más utilizados en la actualidad. Tomado de (Rojas et al., 2016, p. 23).

2.9 Componentes de un sistema fotovoltaico

Los principales componentes electrónicos se describen a continuación para que puedan ser utilizados en los sistemas fotovoltaicos, y que permitan la observación de las condiciones de visibilidad más seguras.

2.10 Paneles solares

Según (Leon & Lopez, 2017), menciona que los paneles solares son los encargados de captar la energía del sol y convertirla en electricidad de corriente continua.

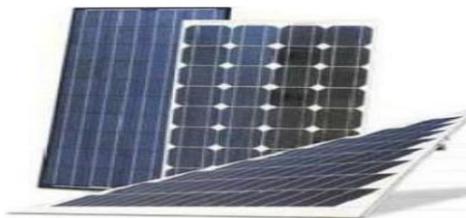
Existen dos tipos de centrales solares:

- **Paneles solares fotovoltaicos**

Se considera un instrumento para generar electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos, que captan la energía luminosa del sol y la convierten en energía eléctrica, aunque para lograr la conversión se utilizan células fotovoltaicas hechas de materiales semiconductores, a continuación en la figura 5 se puede mostrar los paneles solares fotovoltaicos (Vargas, 2019, p. 27).

Figura 5

Paneles solares fotovoltaicos



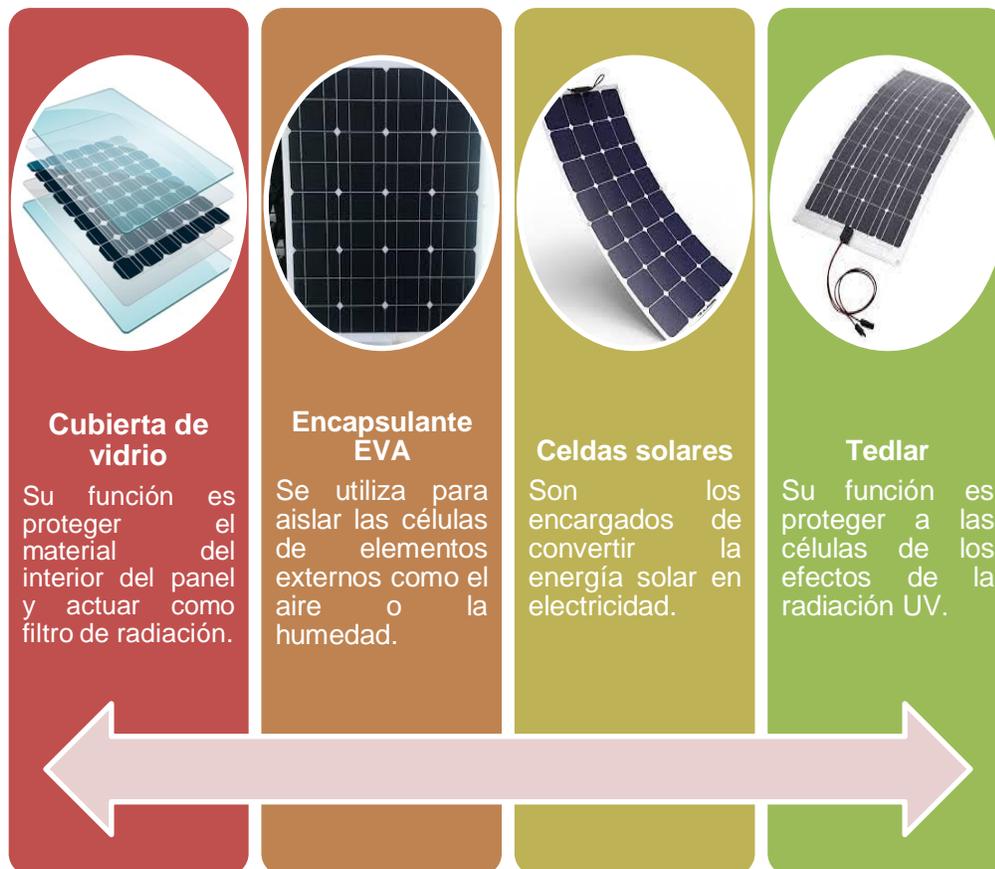
Nota: En la siguiente imagen se muestra los paneles solares solares fotovoltaicos cuentan con una tecnología más sofisticadas que funcionan absorbiendo energía solar y convirtiéndola en electricidad. Tomado de (Sinchi & Fernando, 2016).

2.10.1 Componentes de un panel solar fotovoltaico

A continuación se detalla los componentes principales que están presentes en los paneles solares fotovoltaicos, a continuación en la figura 6, se menciona las diferentes partes de un panel solar fotovoltaico.

Figura 6

Componentes principales del panel solar fotovoltaico



Nota: En la siguiente imagen se muestra los componentes principales de un panel solar fotovoltaico. Tomado de (Le-Roy & Ignacio, 2020, p. 24).

- **Paneles Solares Térmicos**

Los paneles solares térmicos se consideran la fuente de energía renovable con mayor potencial. Muchos expertos dicen que la era de la energía producida por petróleo está llegando a su fin., a continuación en la figura 7 se muestra los paneles solares térmicos "Gallo et al., 2017, p. 15".

Figura 7*Paneles Solares Térmicos*

Nota: En la siguiente imagen muestra los paneles solares térmicos. Tomado de (Vargas, 2019, p. 34).

2.11 Nuevas Tecnologías en Paneles Fotovoltaicos

Por otro lado, se presentan de forma muy general algunas tecnologías muy interesantes y con gran potencial de aplicación en Ecuador. Existen diferentes tipos de paneles solares fotovoltaicos, cada uno de los cuales utiliza diferentes tipos de formación de cristales y pureza de silicio:

- **Paneles Solares Policristalinos**

Este tipo de celda contiene múltiples regiones de silicio cristalino que están unidas covalentemente y separadas por límites de granos, a continuación en la figura 8 se muestra la imagen de un panel solar policristalino "Acevedo, 2018, p. 23".

Figura 8*Panel Solar Policristalino*

Nota: En la siguiente imagen se muestra el panel solar policristalino que son obtenidos a través de un cristal de silicio del cual no se ha controlado su crecimiento. Tomadas de (ENERSAC).

- **Paneles Monocristalinos de silicio**

Este tipo de celda tiene una estructura cristalina ordenada, con cada átomo ubicado idealmente en una posición predeterminada y exhibiendo un comportamiento uniforme predecible, a continuación en la figura 9 se muestra la imagen de un panel solar monocristalinos de silicio "Acevedo, 2018, p. 23".

Figura 9*Paneles Monocristalinos de silicio*

Nota: En la siguiente imagen muestra los paneles solares de celdas monocristalinas tienen una mayor eficiencia en condiciones estables. Tomado de (Delta Volt SAC).

2.12 Elementos del sistema fotovoltaico

Según (Darío, 2019), mencionó que un módulo solar fotovoltaico es un módulo encargado de convertir la radiación solar en energía eléctrica, además consta de un estabilizador de voltaje, un bancos de baterías, un inversor y un panel solar fotovoltaico. Los sistemas fotovoltaicos convierten la luz solar en electricidad mediante el uso de células solares, en la tabla 3 se puede evidenciar lo mencionado.

Tabla 3

Unidades de energía solar

Unidad	Explicación	Conversión
<i>Potencial solar</i>		
<i>Wp</i>	<i>Watt pico</i>	
<i>W</i>	<i>Watt</i>	
<i>KW</i>	<i>Kilowatt(1000W)</i>	
<i>W/m2</i>	<i>Watt por metro cuadrado</i>	
<i>Energía Solar</i>		<i>a KWh/m2</i>
<i>KWh/m2</i>	<i>KWh por metro cuadrado</i>	<i>1</i>
<i>KJ/cm2</i>	<i>KJ por centímetro cuadrado</i>	<i>2.778</i>
<i>MJ/m2</i>	<i>MJ por metro cuadrado</i>	<i>0.2778</i>
<i>KCal/cm2</i>	<i>1000 Calorías por centímetro cuadrado</i>	<i>11.67</i>
<i>Btu/ft2</i>	<i>Unidades térmicas británicas por pie cuadrado</i>	<i>0.0428</i>
<i>Langley</i>	<i>Calorías por centímetro cuadrado</i>	<i>0.0116</i>

Nota: En la tabla se detallan los tipos de unidades de energía solar por su equivalencia.

Tomada de (Biomass Users).

2.13 Regulador de voltaje

Según (Leon & Lopez, 2017), menciona que el regulador de carga de voltaje puede mantener un nivel de voltaje óptimo y constante para que la batería se cargue correctamente, lo que puede evitar sobrecargas en la batería, evitando así su degradación y falla en la carga del sistema, a continuación en la tabla 4 se puede enfatizar lo mencionado.

Tabla 4

Caracterización de Regulador de Voltaje

Detalle	Descripción
Reguladores PWM (Pulse-Width Modulation)	Los paneles y baterías utilizados en el sistema fotovoltaico deben tener el mismo voltaje, lo que hace que los paneles no funcionen a máxima potencia, y la batería aplicará energía de acuerdo a su estado de carga.
Reguladores MPPT (Maximum Power Point Tracking)	A diferencia del regulador PWM con diodos de protección, la configuración interna de este regulador tiene un convertidor de voltaje de corriente continua y un rastreador de punto de máxima potencia..

Nota: En la tabla se detallan las principales características controlador de carga.

Tomado de (Ventura & Delgado, 2020, p. 22).

2.14 Baterías solares o acumuladores

Según (Gaviria & Lima, 2019), menciona que las células solares o acumuladores se pueden utilizar principalmente como sistemas de almacenamiento de energía, debido

a que puede haber un desplazamiento temporal entre el período de generación de energía durante el día y el período de consumo durante la noche, permitiendo que el generador del sistema fotovoltaico no pueda funcionar, y genera suficiente energía por sí mismo cuando la carga está en funcionamiento, a continuación en la tabla 5 se puede evidenciar lo mencionado.

Tabla 5

Tipos de baterías o acumuladores

Detalle	Descripción
Baterías de plomo – ácido	Puede formar celdas, donde cada celda se genera entre sus terminales, ánodo y cátodo.
Baterías de níquel – cadmio	En comparación con las baterías de plomo - ácido, son las mejores baterías de níquel, pero se usan menos debido al alto costo de compra

Nota: En la tabla se detallan los tipos de baterías o acumuladores según los materiales utilizados en su construcción. Tomado de (Kastillo Estévez & Nasimba Tipán, 2017, p. 13).

2.15 Inversor de voltaje DC - AC

El inversor de voltaje de corriente continua y corriente alterna, puede convertir la energía de corriente continua a corriente alterna, y necesita obtener el voltaje más bajo de la corriente alterna para funcionar, y también debe conectar el inversor a la red para que funcione normalmente (Javier, 2019, p. 31).

2.16 chaleco de combate táctico

Según (Saúl, 2020), menciona que los chalecos de combate táctico brindan un mayor grado de protección a sus usuarios, para lo cual necesitan utilizar placas antibalas de metal o cerámica entre las capas de tela y garantice una mayor seguridad, especialmente en situaciones de alto riesgo, aunque se aumente el peso del chaleco, lo que reducen la movilidad del personal durante el patrullaje militar.

2.17 Conectores de alimentación para los dispositivos electrónicos

Los equipos de telecomunicaciones se caracterizan por una combinación de componentes electrónicos interconectados diseñados para transmitir y utilizar señales eléctricas "Pinacho et al., 2020, pág. 8".

Un ejemplo claro de estos dispositivos son los teléfonos móviles, sistemas de posicionamiento geográfico, tablets, computadoras, radios satelitales, etc. Cada uno de ellos tiene un conector USB (Universal Serial Bus) que se puede utilizar para comunicarse y proporcionar corriente eléctrica, en la figura 10 se muestra la imagen de los conectores de alimentación para diferentes dispositivos electrónicos "Pinacho et al., 2020, pág. 8".

Figura 10

Conectores de alimentación para los dispositivos electrónicos



Nota: En la siguiente imagen muestra los conectores de alimentación para los dispositivos electrónicos. Tomado de (Pinacho et al., 2020).

CAPÍTULO III

3. Desarrollo del tema

El propósito de este proyecto técnico es realizar el prototipo de un sistema de carga para proporcionar energía fotovoltaica para los equipos electrónicos que conllevan los chalecos de combate del personal militar del ejército ecuatoriano. El sistema consta de paneles solares, un controlador de carga y los componentes eléctricos necesarios para poder recargar los dispositivos electrónicos, que sirven durante operaciones militares, en condiciones climáticas diversas y alrededor del territorio ecuatoriano.

3.1 Preliminares

La Fuerza Terrestre a través de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Latacunga, cuentan con un centro académico y científico en su organización a través de la universidad, el centro es el encargado de cumplir con los procedimientos anteriores y potenciar el conocimiento del personal militar con base en los medios disponibles para completar las tareas encomendadas por la Constitución de la República.

En este capítulo se detallan las actividades realizadas en la implementación de un prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos en los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre.

Durante el desarrollo de la práctica del proyecto técnico, se siguieron estrictamente todas las normas de seguridad, como el equipo de protección personal, el correcto manejo e instalación de paneles solares, controladores de carga y componentes electrónicos necesarios para instalar los dispositivos eléctricos en un chaleco de combate táctico.

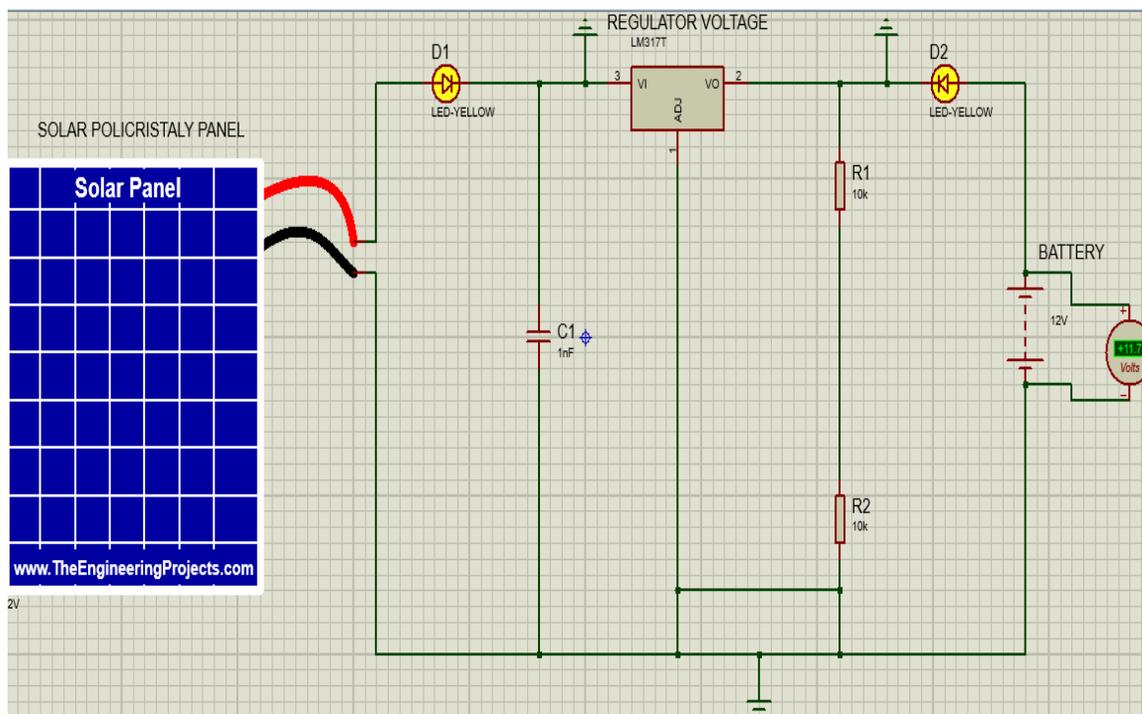
3.2 Simulación de un esquema eléctrico de un sistema de carga con energía fotovoltaica

El trabajo de titulación actual se realiza mediante el uso de paneles solares, pues esto permite diseñar esquemas de carga de una manera muy práctica, verificar el proceso de carga en dispositivos electrónicos, y así mejorar los errores del proyecto técnico.

Los elementos utilizados en la simulación del esquema eléctrico a implementarse en el chaleco de combate táctico, se detalla de forma general el esquema eléctrico de la figura 11.

Figura 11

Esquema eléctrico



Nota: En la siguiente imagen se muestra un esquema eléctrico general de un sistema de carga con energía fotovoltaica. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3 Implementación del sistema de carga con energía fotovoltaica

A continuación, se detalla los equipos, materiales y herramientas que se utilizó en la implementación del prototipo, tabla 6, tabla 7 y tabla 8.

Tabla 6

Equipos utilizados para el sistema de carga con energía fotovoltaica

Equipos		
Ord.	Nombre	Descripción
1	Panel solar policristalino	Es una celda que contiene múltiples regiones de silicio cristalino, que están unidas y separadas por enlaces covalentes.
2	Regulador de voltaje	Mantenga el nivel de voltaje óptimo para cargar la batería.
3	Baterías o acumuladores	Se utiliza principalmente como sistema de almacenamiento solar.
4	Inversor de voltaje DC – AC	Es una fuente de energía que convierte la energía de corriente continua a corriente alterna
5	Power bank de 30.000 mAh	Es una batería portátil que le permite cargar cualquier dispositivo móvil en cualquier momento y lugar.

Nota: En la tabla se detallan de los equipos utilizados en el sistema de carga con energía fotovoltaica. Tomada de (Job Morales, 2021).

Tabla 7

Materiales utilizados para el sistema de carga con energía fotovoltaica

Componentes eléctricos		
Ord.	Nombre	Descripción
1	Circuito controlador de carga y descarga	Limita la velocidad a la que se puede agregar o quitar corriente de la batería recargable de iones de litio.
2	Celda de Ion de Litio recargable	Son dispositivos con múltiples baterías de energía para almacenar energía eléctrica.
3	Entradas USB	Se utiliza principalmente para cargar dispositivos electrónicos.
4	Leds indicadores de carga	Es aquel que notifica cuando el dispositivo se encuentra funcionando correctamente.
5	Interruptor eléctrico	Es un dispositivo que permite desviar la trayectoria de la corriente eléctrica.
6	Salidas USB de 5v/2A y 5v/1 ^a	Se utiliza principalmente para alimentar a los dispositivos electrónicos.
7	Carcasa protectora	Es un accesorio que protege o sorporta al sistema.
8	Socket pines macho y hebra	Es un elemento que sirve para unir conexiones eléctricas de un circuito.
9	Cable gemelo N° 14	Se utiliza para realizar conexiones eléctricas en el circuito.

Nota: En la tabla se detallan los materiales utilizados en la elaboración de un sistema de carga con energía fotovoltaica. Tomada de (Job Morales, 2021).

Tabla 8

Herramientas utilizadas para el sistema de carga con energía fotovoltaica

Ord.	Nombre
1	Pistola de Silicona de 14 W
2	Multímetro Fluke 336
3	Cautin de 80 W
4	Kit de destornilladores
5	Alicate, Cortador, Pinzas
6	Secadora, estilete, tijera, etc.

Nota: En la tabla se detallan las herramientas utilizados en el sistema de carga con energía fotovoltaica. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.1 Medición del potencial energético para pruebas

El potencial energético de la Parroquia Juan Montalvo del cantón de Latacunga, donde se ubica el campus centro de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Latacunga, se definió utilizando mapas solares, y bases de datos emitidos por instituciones dedicadas a esta área, los datos que han sido tomados por los equipos que se han requerido en el proyecto técnico se resumen en las principales características ambientales, proporcionadas por INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), registrado en la ciudad de Latacunga, en la tabla 9 se describe lo mencionado en la zona de influencia.

Tabla 9*Características ambientales de la parroquia Juan Motalvo – Latacunga*

Características ambientales	
Nombre	Descripción
Nubosidad promedio Baja	Nubosidad promedio Baja
Altitud 3280 m.s.n.m	Altitud 3280 m.s.n.m
Humedad relativa	80%
Clima	Clima Húmedo frío templado
Temperatura promedio anual	14 grados centígrados
Velocidad del viento	2.5 m/s 10m/s
Viento dominante	Sur Este
Pluviosidad	500 mm anuales

Nota: En la tabla se detallan las principales características ambientales que son proporcionadas por el INHAMI. Tomada de (INHAMI).

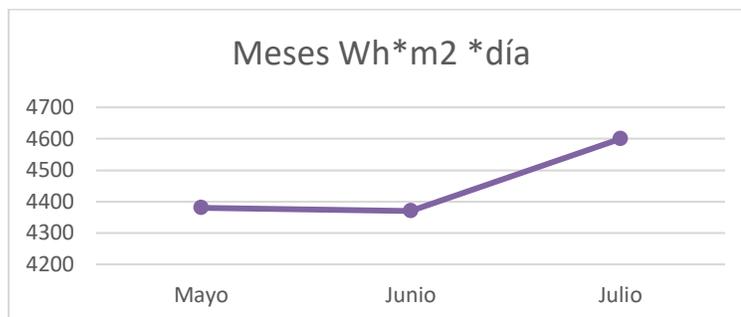
3.3.2 Estudio de recursos solares de la zona

Se procedió a realizar una indagación de la zona para determinar el potencial de energía solar, para lo cual se utilizaron datos mensuales de insolación global del Atlas Solar de Ecuador, con el propósito de generar electricidad, basados en el Consejo Nacional de Electricidad y la Corporación de Investigación Energética.

El nivel de insolación promedio es de 4335, 42 Wh * metro cuadrado * día, en la figura 13 se indican los datos de insolación global mensual en la zona de estudio.

Figura 12

*Insolación mensual global en Wh*m2*día*



Nota: En la siguiente imagen se muestra el promedio correcto de la insolación global, que se tomó datos del mapa de irradiación solar global emitido por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

3.3.3 Análisis de irradiación solar

Se procesaron los datos obtenidos mostrados en la tabla 10 correspondientes a los meses de mayo, junio y julio del 2021, a continuación se describe los promedios de irradiación solar en la ciudad de Latacunga.

Tabla 10

Irradiación solar en Latacunga

Promedio de Irradiación Mensual	
Mes	(kWh/m2/día)
Mayo	4.46
Junio	4.39
Julio	4.57

Nota: En la tabla se detallan los principales promedios de irradiación de los meses de mayo, junio y julio en la ciudad de Latacunga.

3.3.4 Cálculos de potencia y número de paneles solares

Se procedió a realizar los respectivos cálculos que consisten en realizar una serie de operaciones matemáticas en base a ecuaciones.

Se pudo realizar una secuencia de operaciones que se debe seguir, como se indica a continuación. La ecuación que se utilizó para el cálculo de consumo medio diario es la siguiente:

$$Ldm = \frac{Lmd, CD + Lmd, CA/ninv}{nbat \times ncon}$$

Donde:

- Lmd = es el consumo medio energético diario
- Lmd, CD = es el consumo medio energético diario de las cargas continuas
- Lmd, CA = es el consumo medio energético diario de las cargas alternas
- ninv = es el coeficiente de eficiencia del inversor
- nbat = es el coeficiente de eficiencia de la batería
- ncon = es el coeficiente de eficiencia de los conectores eléctricos

Aplicando los datos propios a la zona de prueba del prototipo se evidencia que el consumo medio diario es:

$$Lmd = \frac{12 \frac{Wh}{día} + 0 \frac{Wh}{día} / 0.9}{0,95 \times 1}$$

$$Lmd = 12.63 Wh/día$$

3.3.5 Selección y instalación del panel solar fotovoltaico

Luego de haber realizado los cálculos con ecuaciones matemáticas a partir de esta información se pudo determinar que el panel solar fotovoltaico es el indicado, a

continuación se describe en la tabla 11 las especificaciones técnicas de un panel solar fotovoltaico seleccionado.

Tabla 11

Especificaciones técnicas del panel solar fotovoltaico

Módulo fotovoltaico	
Potencia máxima [W]	60 W
Máxima intensidad de Corriente [I]	2.4 A
Máxima Tensión [Vmp]	5.5 V
Corriente de corto circuito [A]	3 A
Tensión en circuito abierto [Vsc]	18.5 V
Eficiencia [%]	14.5
Precio [\$]	170

Nota: En la tabla se detallan los datos técnicos que poseen los paneles solares fotovoltaicos. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.6 Dimensionamiento y cálculos del panel solar fotovoltaico

Se procede a calcular la corriente total, asumiendo que el voltaje total es de 12 V y la fórmula que se utiliza es la Ley de Ohm donde interviene la corriente (I), el voltaje (V) y la potencia (P), para obtener este valor se considera la ecuación: $I = P / V$, el resultado será en amperios (A).

$$I \text{ total} = 60 \text{ Wp} / 12 \text{ V}$$

$$I \text{ total} = 5 \text{ A.}$$

Después de determinar la corriente total, se analizó cuál es la tensión del sistema que se va a implementar, siendo ésta de 12 V, debido a que la potencia es de 60 Wp, a continuación se detalla en la siguiente tabla 12, la tensión nominal en función de la potencia.

Tabla 12

Tensión nominal en función de la potencia

Potencia	Tensión nominal
$P \leq 60 \text{ Wp}$	12 V
$60 < P \leq 120 \text{ Wp}$	24 V
$120 < P \leq 240 \text{ Wp}$	48 V

Nota: En la tabla se detallan la tensión nominal en función de la potencia. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.7 Cálculo de número de paneles solares policristalinos

Se pudo determinar que el área disponible para la instalación es de $2,6 \text{ m}^2$, con dimensiones de 0.75 m de largo x 0.35 m de ancho, por lo cual se puede instalar paneles en 4 columnas por 2 filas, que estén por debajo de 0.20 m x 0.15 m, con esta distribución se conseguirá acomodar 8 paneles de 60 Wp, adecuados técnicamente.

A continuación se procede a calcular la energía que suministra diariamente cada uno de los paneles solares fotovoltaicos seleccionados para el prototipo:

$$E_{\text{panel}} = W_p \times HSP \times 0,7$$

Donde:

- E_{panel} = es el panel solar puede producir una energía diaria

- E_{total} = es la energía de un panel solar
- W_p = es la potencia máxima de un panel solar
- HSP = son las horas de sol pico

Se procede a calcular la energía que proporcionará diariamente el panel solar:

$$E_{panel} = 60 \times 2.1 \times 0.7$$

$$E_{panel} = 88.2 \text{ wh/día}$$

Para calcular el número de paneles solares:

$$\#Paneles = E_{panel} / E_{total}$$

$$\#Paneles = 88.2/12$$

$$\#Paneles = 7.35 \text{ redondeamos a } 8$$

Después de calcular el número de paneles solares policristalinos que se va a utilizar durante el desarrollo del proyecto técnico. Se procede a elegir 8 paneles solares policristalinos de 60 W de potencia y 12 V. El cual suministrará una energía necesaria diaria para poder recargar las baterías de los dispositivos electrónicos, cuya estructura física a continuación se indica en la figura 13.

Figura 13

Estructura física del módulo fotovoltaico policristalino de 60 W



Nota: En la siguiente imagen se escogió los 8 paneles solares policristalinos de 60 W de potencia con 12 V. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.8 Revisión de fases de conexión eléctrica de los paneles solares

Se pudo realizar las respectivas conexiones eléctricas en serie y paralelo de los paneles solares policristalinos en este caso se utilizó el cable flexible de color negro número 14 para fase positiva, y el cable flexible de color rojo para la fase negativa, a continuación se realizó los diferentes tipos de conexiones eléctricas con los paneles solares, mostrados en la figura 14.

Figura 14

Conexiones eléctricas en serie y paralelo



Nota: En la siguiente imagen se puede observar como se encuentra realizada las respectivas conexiones eléctricas con los paneles solares policristalinos. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.9 Comprobación y medición con el multímetro de la conexión eléctrica

Después de realizar las conexiones eléctricas en serie y paralelo de los paneles solares policristalinos, se procede a comprobar utilizando un multímetro digital para poder verificar los voltajes, la corriente y la potencia, que es suministrada por un regulador foltovoltaico, a continuación se muestra en la figura 15.

Figura 15

Medición con el multímetro de la conexión eléctrica



Nota: En la siguiente imagen se pudo observar las respectivas mediciones con el multímetro de las conexiones eléctricas realizadas con los paneles solares policristalinos. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.10 Dimensionamiento del regulador o controlador fotovoltaico

Una vez realizado las conexiones eléctricas con los paneles solares policristalinos, se pudo establecer cual regulador de carga es el ideal para instalar. Se emplea un regulador de carga solar de 12 V para 4 A, mostrado a continuación en la figura 16.

Figura 16

Regulador de carga fotovoltaica



Nota: La siguiente imagen se indica el regulador de carga escogido, teniendo en cuenta la capacidad de intensidad que puede soportar. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.11 Dimensionamiento de acumuladores de energía

Una vez instalado el regulador de carga, se procede a colocar un sistema para almacenamiento de energía eléctrica obtenida de los paneles solares fotovoltaicos, mismo que se lo realizará mediante baterías, a continuación se muestra en la figura 17.

Figura 17

Acumulador de energía fotovoltaica



Nota: En la siguiente imagen se puede observar el acumulador de energía, teniendo en cuenta la capacidad de voltaje y corriente puede soportar. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.12 Dimensionamiento de convertidor de voltaje y corriente

Una vez instalado el acumulador de energía fotovoltaico, se procede a colocar un convertidor de voltaje y corriente, ya que los paneles solares fotovoltaicos son los encargados de proveer energía de corriente continua de 12 V por lo que se necesita de un componente electrónico llamado inversor de carga, el mismo que a través de un dispositivo electrónico transforma la corriente continua de 12 V a la corriente alterna convencional, a continuación se muestra en la figura 18.

Figura 18

Convertidor de voltaje y corriente



Nota: En la siguiente imagen se puede observar el inversor de voltaje. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.3.13 Test de carga con energía fotovoltaica del prototipo

Después de acoplar todos elementos electrónicos del prototipo, se procede a realizar un test de carga con energía fotovoltaica a los dispositivos electrónicos que llevan los chalecos de combate del personal militar de la Fuerza Terrestre, todos ellos se puede observar que se encuentran correctamente funcionando adicionalmete se adaptó un cargador para un dispositivo móvil y el power bank (banco de baterías), como se muestra en la figura 19.

Figura 19

Test de carga con con energía fotovoltaica el prototipo



Nota: En la siguiente imagen se observa el test de carga con el prototipo de un sistema de carga, con energía fotovoltaica, para proceder a realizar varios test de carga con los dispositivos electrónicos para verificar el funcionamiento. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4 Elaboración de un diseño de power bank de 30.000 mAh

Se procede primero a diseñar el power bank de 30.000 mAh, a continuación se describe los materiales: una caja plástica, celdas de 18560, en este caso se pudo obtener las celdas reciclando de una batería portátil, además también se utilizó un módulo de carga USB y un par de cables gemelos N° 14.

3.4.1 Análisis del módulo de carga

El módulo de carga consta de 1 entrada USB-C de 2.1 A y 2 salidas USB, una de 1A - 5V y otra de 2.1A - 5V, se tienen dos polos de conexión a la batería, una positiva y otra negativa, como se muestra en la figura 20.

Figura 20

Módulo de carga USB



Nota: En la siguiente imagen se pudo observar un módulo de carga que consta de 1 entrada USB-C de 2.1 A y 2 salidas USB, una de 1A de 5V y otra de 2.1A de 5V.

Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.2 Conexión de los cables con el módulo de carga

Después de analizar el módulo de carga, se procede a elegir dos cables de 1mm de diámetro, un cable azul (positivo) y otro cable (rojo), una vez escogido se conecta el módulo de carga con la polaridad correcta, a continuación se muestra en la figura 21.

Figura 21

Conexión de los cables de 1mm de diámetro con el módulo de carga



Nota: En la siguiente imagen se procede a elegir dos cables gemelos de 1mm de diámetro, para proceder a conectar el módulo de carga. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.3 Conexión de las celdas de 18560

Después de conectar los cables gemelos de 1mm, con el módulo de carga, se conecta en paralelo todas las celdas de 18560 entre ellas con la polaridad correcta, se debe tener en cuenta como van conectadas y colocadas las celdas de 18560 dentro de la caja de plástico, a continuación se muestra en la figura 22.

Figura 22

Conexión en paralelo de las celdas 18560



Nota: En la siguiente imagen se procede a conectar en paralelo todas las celdas de 18560, para proceder a colocar el módulo de carga en la caja plástica. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.4 Colocación de las celdas de 18560 en la caja de plástico

Después de conectar en paralelo todas las celdas de 18560, a continuación se procede a comprobar si caben correctamente en la caja de plástico, posteriormente se coloca una cinta de doble flax en la caja para asegurar y pegar las celdas, a continuación se muestra en la figura 23.

Figura 23

Asegurar y colocar las celdas de 18560



Nota: En la siguiente imagen se debe tener en cuenta que las celdas de 18560 deben colocarse como van a ir dentro en la caja plástica. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.5 Adaptaciones para puertos USB

Se procede a dibujar con un bolígrafo los trazos donde van ubicadas los puertos USB sobre la caja plástica, para poder realizar el corte de los agujeros, a continuación se muestra en la figura 24.

Figura 24

Corte de agujeros sobre la caja plástica



Nota: En la siguiente imagen se observa como se realizó el trazo y el corte de los agujeros sobre la caja plástica, para proceder a realizar la conexión del módulo de carga con el banco de celdas. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.6 Conexión del módulo de carga con el banco de celdas

Se procede a realizar una conexión del módulo de carga, con el banco de celdas, se debe verificar que se encuentre bien identificadas las polaridades, se muestra en la figura 25.

Figura 25

Conexión del módulo de carga



Nota: En la siguiente imagen se puede observar la conexión de polaridades del módulo de carga, para proceder a comprobar el funcionamiento correcto del power bank de 30.000 mAh. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.7 Comprobación del funcionamiento del power bank de 30.000 mAh

Se procede a realizar comprobaciones del funcionamiento correcto del power bank de 30.000 mAh, es recomendable antes de terminar aislar todas las conexiones eléctricas y se debe observar que se encuentren bien conectadas las polaridades, a continuación se muestra en la figura 26 y figura 27.

Figura 26

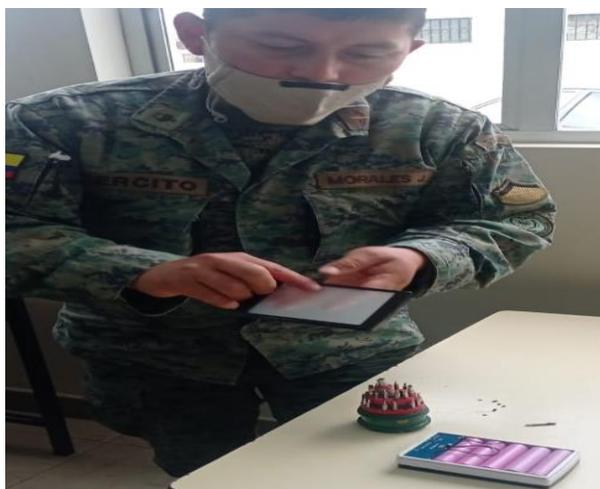
Comprobación del funcionamiento correcto del power bank de 30.000 mAh



Nota: En la siguiente imagen se observa como se realiza las debidas comprobaciones del funcionamiento correcto del power bank de 30.000 mAh, se procede a colocar la tapa de caja de plástica. Tomada de (Job Morales, 2021).

Figura 27

Colocación de la tapa plástica en la caja de power bank de 30.000 mAh



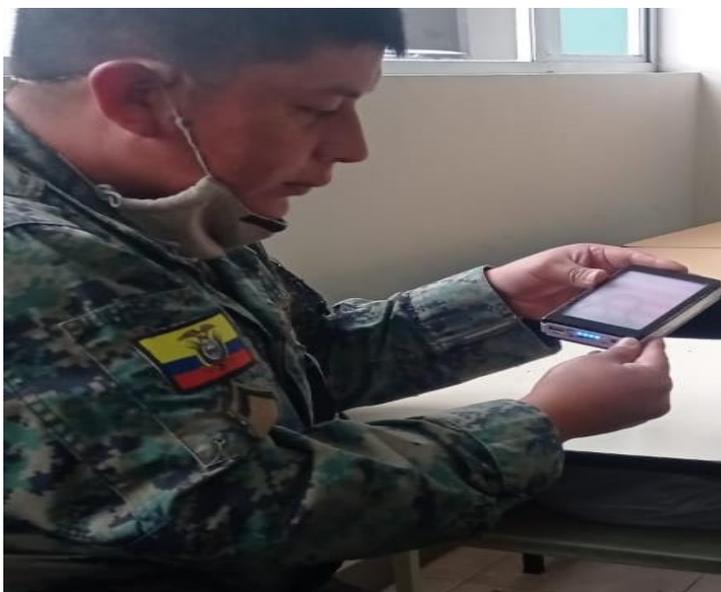
Nota: En la siguiente imagen se observa como se coloca y asegura la tapa plástica en la caja, se procede a realizar un acabado ideal del power bank. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.4.8 Comprobacion del power bank de 30.000 mAh

Se realiza varios test de carga, pudiendo observar que el power bank de 30.000 mAh se encuentra cargando, completandose al 100% después de 24 horas, a continuación se muestra en la figura 28.

Figura 28

Comprobación de funcionamiento del power bank de 30.000 mAh



Nota: En la siguiente imagen se observa el test de carga del power bank de 30.000 mAh para ver si carga correctamente. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.5 Pruebas de funcionamiento de un celular Huawei Y5 y un Power Bank

Una vez ya instalado el cargador solar prototipo en el chaleco de combate táctico se iniciaron las pruebas de funcionamiento el día 24 de junio del 2021. Dichas pruebas se realizaron con un celular Huawei Y5 y un Power Bank de 30.000 mAh conectados al mismo tiempo, como se puede observar en la tabla 13 y tabla 14.

Tabla 13

Porcentaje de carga de un celular Huawei Y5

N° Prueba	Hora de inicio	Hora fin	Tiempo de carga(min.)	Porcentaje de carga(%)
1	10:00 am	11:00 am	60	50
2	13:00 pm	14:00 am	60	55
3	17:00 pm	18:00 am	60	40

Nota: En la tabla se detallan el resultado de porcentaje de carga de un celular Huawei Y5. Tomada de (Job Morales, 2021).

Tabla 14

Porcentaje de carga de un Power Bank de 30.000 mAh

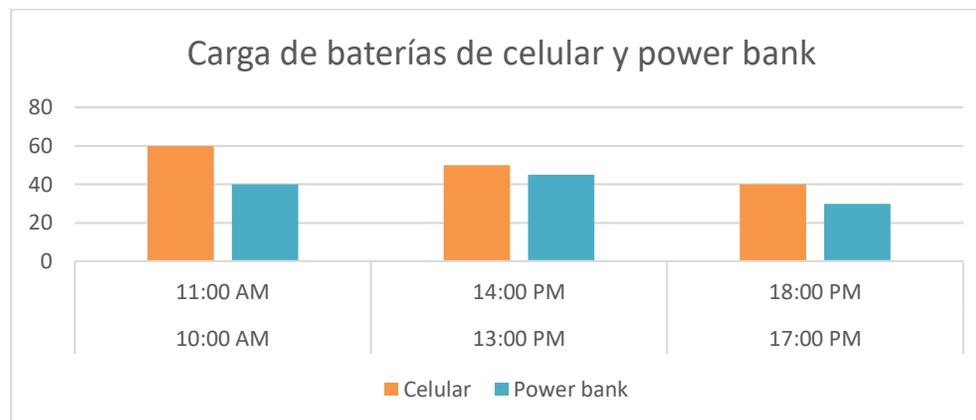
N° Prueba	Hora de inicio	Hora fin	Tiempo de carga(min.)	Porcentaje de carga(%)
1	10:00 am	11:00 am	60	40
2	13:00 pm	14:00 am	60	45
3	17:00 pm	18:00 am	60	30

Nota: En la tabla se detallan el resultado de porcentaje de carga de un power bank de 30.000 mAh. Tomada de (Job Morales, 2021).

A continuación se especifica en la figura 29 el porcentaje de carga de baterías del celular y el power bank de 30.000 mAh.

Figura 29

Carga de baterías del celular y el power bank de 30.000 mAh



Nota: En la siguiente imagen se muestra el porcentaje de carga de un celular Huawei Y5 y un Power Bank de 30.000 mAh. Tomada de (Job Morales, 2021).

3.6 Cálculos de corriente máxima de carga

Se puede observar la eficiencia del inversor que es el 70%, la batería el 75% y los conductores de 85%, también de debe considerar un voltaje nominal de 12 V, mediante la siguiente ecuación que se utilizó para el cálculo de la carga corregida en Ah es la siguiente:

$$Q = \frac{Lmd}{Vn,sgen}$$

Donde:

- Lmd = es el consumo medio energético diario
- Vn,sgen = es la potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida

Aplicando los datos propios de la eficiencia de los componentes electrónicos del prototipo se evidencia que la carga corregida en Ah es:

$$Q = \frac{12.63}{5}$$

$$Q = 2.52 \frac{Ah}{\text{día}}$$

Se realizó una estimación de la irradiación de los meses de mayo, junio y julio en la cual la corriente máxima de operación se determinó según la siguiente ecuación que se utilizó para el cálculo matemático es la siguiente:

$$I_{\text{sistema}} = \frac{Q}{HPS_{\text{crit}}}$$

Donde:

- Q = es la carga corregida en Ah
- HPS_{crit} = son las horas de sol pico del mes critico

Aplicando los datos propios de estimación de la irradiación de los meses de mayo, junio y julio en la cual se evidencia que la corriente máxima de operación es:

$$I_{\text{sistema}} = \frac{2.52}{2}$$

$$I_{\text{sistema}} = 1.26 A$$

A continuación se detalla en la tabla 15, la corriente máxima de carga del proyecto técnico de los meses de mayo, junio y julio.

Tabla 15

Corriente máxima de carga del proyecto técnico de los meses del año

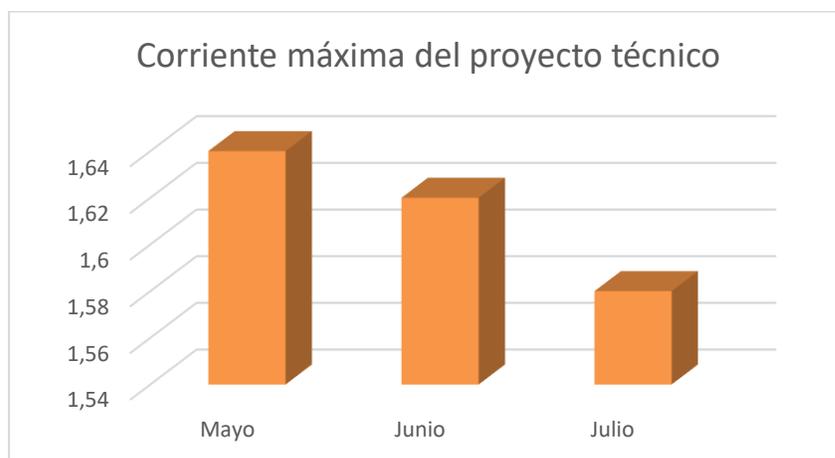
Inclinación a latitud 7.6°			
Mes	Carga corregida (Ah/día)	Horas Pico (H)	Corriente del proyecto
Mayo	6.81	4.19	1.62
Junio	6.81	4.23	1.61
Julio	6.81	4.22	1.61

Nota: En la tabla se detallan el comportamiento de la corriente máxima del proyecto técnico de los meses de mayo, junio y julio. Tomada de (Job Morales, 2021).

A continuación se indica en la figura 30, la corriente máxima de carga del proyecto técnico de los meses de mayo, junio y julio.

Figura 30

Corriente máxima de carga del proyecto técnico de los meses de mayo, junio y julio



Nota: En la siguiente imagen se muestra la corriente máxima con condiciones desfavorables, es decir con la mínima radiación solar. Tomada de (Job Morales, 2021).

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se recopiló información sobre las características operativas y técnicas como paneles solares, las baterías, los controladores de carga e inversores, estos componentes electrónicos, permiten la implementación de un sistema de carga que utiliza energía fotovoltaica para recargar los equipos electrónicos que conllevan los chalecos de combate tácticos, usados por personal militar de la Fuerza Terrestre.
- Se consiguió diseñar e implementar un banco de energía de 30.000 mAh, utilizando materiales reciclados, el cual se puede utilizar para recargar todos los dispositivos electrónicos y móviles, en cualquier momento y lugar que se encuentre patrullando el personal militar de la Fuerza Terrestre.
- Se implementó y adaptó un prototipo de un sistema de carga con energía fotovoltaica para los dispositivos electrónicos y móviles que conllevan los chalecos de combate tácticos como radios, teléfonos satelitales, sistema de posición global (GPS), teléfonos móviles, entre otros; que usa el personal militar de la Fuerza Terrestre durante las operaciones militares encomendadas por el escalón superior.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda cargar el power bank de 30.000 mAh, con energía eléctrica que se puede almacenar en el banco de baterías, para evitar descargas, después de recargar todos los equipos electrónicos y móviles que conlleva el chaleco de combate táctico, usado por el personal militar de la Fuerza Terrestre.
- Al quedar un panel solar policristalino inoperable, se recomienda realizar un cambio inmediato del componente electrónico de acuerdo con las instrucciones, que se encuentran detalladas en las especificaciones técnicas.
- Se debe capacitar a todo el personal militar de la Fuerza Terrestre, durante las operaciones militares, para el uso adecuado del prototipo.

5. Bibliografía

- Adrián, C. R. (27 de agosto de 2018). *Proyecto de instalación fotovoltaica, (XXXXMW), para la generación de energía eléctrica situada en YYYY*. Obtenido de Universitat Politècnica de València y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales:
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106564/78593426B_TFG_15288470498448099458283821950986.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Angulo, A., Martínez, F., & López, G. (12 de agosto de 2017). Almacenamiento de energía usando ultracondensadores en sistemas fotovoltaicos autónomos. *Vis. Electron.*, 30-39. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele/article/view/12875>
- Antonio, N. R. (2019). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir el consumo de energía eléctrica convencional en la empresa Exotic's Producers & Packers*. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Apache Netbeans. (2019). *The Apache Software Foundation*. Recuperado el 01 de Junio de 2021, de The Apache Software Foundation:
<https://netbeans.apache.org/download/nb120/index.html>
- Arteaga , L. M. (15 de Septiembre de 2019). *gnu.org*. Recuperado el 3 de Junio de 2021, de El Sistema Operativo GNU: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- Asamblea Nacional. (04 de Agosto de 2008). *LEY ORGANICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACION PUBLICA*. Obtenido de LEY ORGANICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACION PUBLICA:

http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_ecu_panel5_SERCOP_1.1.LOSNCP.pdf

Atlassian. (19 de mayo de 2021). *Atlassian Bitbucket*. Recuperado el 05 de Junio de 2021, de Que es el control de versiones:

<https://www.atlassian.com/es/git/tutorials/what-is-version-control>

Barragán, L. R., & Llanes, C. E. (septiembre de 05 de 2020). *Vista de LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR A PARTIR DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES*. Obtenido de Universidad Internacional SEK:

<https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/364/759>

Behnke Palma, R., Aravena Moya, Ó., & Araya Mendoza, P. (2008). MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA. 224.

Behnke, P. R., Aravena, M. Ó., & Araya, M. P. (2008). MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA. 224.

Brocca, J. C., & Camasaqui, R. (2005). Las Licencias de Software Desde las Perspectivas del Usuario Final. *Pilquen*, 10.

Cabello Garcia, J. M. (2015). *Almacenamiento de la información e introducción a los SGBD*. Andalucía, España: IC Editorial. Obtenido de

<https://elibro.net/es/ereader/espe/44147?page=45>

Cabrera Rodríguez, A. (27 de agosto de 2018). *Proyecto de instalación fotovoltaica, (XXXXMW), para la generación de energía eléctrica situada en YYYY*. Obtenido de Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106564/78593426B_TFG_15288470498448099458283821950986.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Campderrich Falgueras, B. (2003). *Ingeniería de Software*. Catalunya: UOC.

- Casado Iglesias, C. (2015). *Entornos de Desarrollo*. Madrid, España: RA-MA.SA Editorial. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/espe/62495?page=45>
- Castro, S. (2009). PROFESOR PATROCINANTE. 93. Obtenido de Universidad Austral de Chile:
<http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7099/7103/82474.pdf>
- Ccma, P. I. (2017). *Diseño de un sistema de señalización utilizando sensores fotovoltaicos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la EPIE*. Obtenido de Universidad Nacional del Antiplano:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3601/Paredes_Ccama_Patrick_lbrahin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cobo, P. M. (14 de diciembre de 2015). *Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía*, 107. Obtenido de Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7922/PMC.pdf?sequence=1>
- Cobo, P. M. (14 de diciembre de 2015). Estudio de viabilidad de la incorporación de energía solar térmica por tubos de vacío en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía. 107. Obtenido de Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7922/PMC.pdf?sequence=1>
- Cristian Gustavo, V. I. (24 de octubre de 2010). "USO DE MEDIOS AUDIOVISUALES EN EL APRENDIZAJE DE LAS TÉCNICAS DE SUPERVIVENCIA EN LA SELVA DEL ORIENTE ECUATORIANO A LOS SOLDADOS DEL CURSO DE IWIAS DEL EJERCITO EN EL AÑO 2010". 101. Obtenido de Repositorio Institucional

de la Universidad Técnica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/591/1/CF-109.pdf>

Dirección de Educación y Doctrina del Ejército. (2011). *Manual de Empleo del Comando Logístico "REINO DE QUITO"*. Obtenido de DOCPLAYER.ES:

<https://docplayer.es/44028239-Ejercito-ecuadoriano-manual-de-empleo-del-comando-logistico-reino-de-quito-comando-de-educacion-y-doctrina-del-ejercito.html>

EAE. (20 de mayo de 2021). *Eaeprogramas.es*. Recuperado el 07 de Junio de 2021, de *Eaeprogramas.es*: <https://www.eaeprogramas.es/blog/que-es-el-software-propietario-0>

Gallo, P. R. (2009). UNIVERSIDAD NACIONAL. 148.

Gallo, R. P. (2019). UNIVERSIDAD NACIONAL. 148.

Gómez, C. S. (2019). ESTUDIO TÉCNICO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA COMO CASO DE ESTUDIO CÓDIGO DE PROYECTO: PG-17-2-04. 49. Obtenido de http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/70/RUFASTO_CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gutiérrez Hoyos, O., & Mejía Hernández, C. J. (noviembre de 2017). ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 10 KW, CASO "HOSPITAL LOCAL DE TENERIFE, MAGDALENA." . 113. Obtenido de Repositorio Digital - EPN : <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9350>

ISO/IEC 9126. (2015). *Funcionalidad*. Obtenido de Funcionalidad:

<https://diplomadogestioncalidadsoftware2015.wordpress.com/norma-iso->

9126/calidad-interna-y-externa/funcionalidad/#:~:text=to%20primary%20content-
 ,Funcionalidad,ser%20utilizado%20bajo%20condiciones%20específicas.&text=E
 sto%20depende%2C%20en%20gran%20parte,

- José, A. N. (2019). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir el consumo de energía eléctrica convencional en la empresa Exotic's Producers & Packers*. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8373/BC-4772%20NI%c3%91O%20RUIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lazo Cajilima, J. S. (2015). *Desarrollo de un Prototipo web para la inscripción de nuevos alumnos empleando la tecnología Java Server Faces con componentesPrimeFaces*. Universidad del Azuay, Cuenca, Azuay, Ecuador.
 Obtenido de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/5054/1/11493.pdf>
- Lazo Viri , D. N. (2019). CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CON PANELES DE SILICIO DE AMORFO (CAPA FINA). 65.
- Lazo, V. D. (2019). CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CON PANELES DE SILICIO DE AMORFO (CAPA FINA). 65.
- Leonardo, G. P., Carlos, P. C., Rene, A. V., & David, A. C. (Mayo-Agosto de 2013). *Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura*. Obtenido de Universidad Autónoma de Ciudad Juárez:
<http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/927/863>
- Loor Rodríguez, J. G., & Ortiz Rodríguez, N. A. (2015). Tesis de Pregrado. *Sistema Web de Gestion Administrativa en la Operadora Turistica Ecuador Fourexperiences S.A. de la Ciudad de Chone Provincia de Manabí*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta.

- Lucas Vega, K. B. (2017). Desarrollo e Implementacion de Aplicacion web Para el Control de Inventario del Local Comercial Máquinas Hidalgo. *Proyecto Tecnico de Ingenieria*. Universidad Politecnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15097>
- Moreno, J. C., & Ramos, A. F. (2014). *Administración Software de un Sistema Informatico*. Madrid: RA-MA. SA Editorial y Publicaciones.
- Murcia, h. R. (15 de enero de 2009). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. Obtenido de Consultor Independiente. Bogotá d.C., Colombia.: <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.16924/revinge.28.11>
- Navarro, V. I., & Romero, G. J. (2020). SIMULACIÓN Y ANÁLISIS ENERGÉTICO DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. 86. Obtenido de ESCUELA POLITÉCNICA.
- Nevárez, Q. C. (25 de septiembre de 2018). *Construcción de un cargador eléctrico a partir de energía solar para dispositivos electrónicos ESFOT-EPN*. Obtenido de Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19751>
- Oliden, I. N. (octubre de 2019). Bach. TARRILLO DÍAZ JHOSEP RODOLFO. 147. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO": <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/5716/BC-4152%20TARRILLO%20D%c3%8dAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliden, N. H. (octubre de 2019). Bach. TARRILLO DÍAZ JHOSEP RODOLFO. Obtenido de Universidad Nacional "Pedro Gallo": <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/5716/BC-4152%20TARRILLO%20D%c3%8dAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Orbe Chamorro, A. L. (2020). DISEÑO UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO CON SUPERCAPACITORES. 101.
- Ordax Cassá, J. M. (2013). *Programación web en Java*. Madrid, España: Gobierno de España.
- PowerDesigner. (2019). *QUÉ ES SAP POWERDESIGNER*. Recuperado el 09 de Junio de 2021, de QUÉ ES SAP POWERDESIGNER:
<https://www.powerdesigner.biz/ES/>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software Un Enfoque Practico*. Mexico: McGRAW-HILL .
- Quinto Nevárez, C. S. (25 de septiembre de 2018). *Construcción de un cargador eléctrico a partir de energía solar para dispositivos electrónicos ESFOT-EPN*. Obtenido de Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19751>
- RedHat. (30 de mayo de 2021). *Gnu.org*. Recuperado el 10 de Junio de 2021, de Gnu.org: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- Rivadeneira, C. (26 de febrero de 2020). *Reseña Histórica*. Obtenido de Ejército Ecuatoriano:
<https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/364/759>
- Rodriguez, A. C. (27 de agosto de 2018). *Proyecto de instalación fotovoltaica, (XXXXMW), para la generación de energía eléctrica situada en YYYY*. Obtenido de Universitat Politècnica de Valencia:
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106564/78593426B_TFG_15288470498448099458283821950986.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Ruelas, Z. I., & Aguilar, M. D. (25 de agosto de 2017). ARQ. SERGIO RODRÍGUEZ GÓMEZ. 83. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE MANZANILLO:
<http://utem.edu.mx/wp-content/uploads/2020/banco/tsuere-2015-2.pdf>
- Salazar López, B. (2020). *Ingeniería Industrial*. Obtenido de Ingeniería Industrial:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-almacenes/que-es-la-gestion-de-almacenes/>
- Suarez Chona, R. A., & Cervantes Robles, J. M. (2013). DISEÑO EXPERIMENTAL DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE PANEL SOLAR DE PEQUEÑA ESCALA UBICADO EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA. 85.
- Suarez, C. R., & Cervantes, R. J. (2014). Diseño Experimental DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE PANEL SOLAR DE PEQUEÑA ESCALA UBICADO EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA. 85.
- Teneda, V., Villareal, J., & González, M. (02 de febrero de 2018). LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES PEDAGÓGICAS: RETO DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN Y DOCTRINA MILITAR, EN EL CONSEJO DE EDUCACIÓN SUPERIOR ECUATORIANO. Obtenido de LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES PEDAGÓGICAS: https://www.researchgate.net/profile/Victor-Teneda/publication/335973902_LAS_COMPETENCIAS_PROFESIONALES_PEDAGOGICAS_RETO_DEL_SISTEMA_DE_EDUCACION_Y_DOCTRINA_MILITAR_EN_EL_CONSEJO_DE_EDUCACION_SUPERIOR_ECUATORIANO/links/5d87f584a6fdcc8fd61068d0/LAS-COMPETE
- Vargas López, V. A. (2019). Desarrollo y Desafíos de Proyectos de Generación de Energía Solar Fotovoltaica en Chile. 52.

- Vela, B. (2003). Una Metodología basada en Modelos para el Desarrollo de la Dimensión Estructural de Sistemas de Información Web. (*Tesis Doctoral*). Universidad Rey Juan Carlos, España.
- Velasco, G. F., & Cabrera, E. (2009). Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura. 7. Obtenido de Repositorio Digital - EPN: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9350>
- Velasco, G., & Cabrera, E. (2009). Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura. 7.
- Vendrell Serra, A., & Martínez García, M. (2020). Instalación aislada fotovoltaica en el Ayuntamiento de Tavernes de la Valldigna. 128.
- Vera, Y. M. (16 de mayo de 2018). PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO) INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL. 38. Obtenido de Universidad Estatal de Milagro:
<http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3898/1/FACTIBILIDAD%20DE%20IMPLEMENTAR%20EL%20USO%20DE%20RECURSOS%20RENOVABLES%2c%20PARA%20LA%20GENERACION%20DE%20ENERGIA%20ELCTRICA.pdf>
- Zambrano Loor, J. M., & Hecheverria Hidrovo, J. E. (2014). Aplicación web para la administración de los materiales almacenados en las bodegas de la empresa constructora coinfra s.a. *Tesis de Ingeniería*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/74>