

CONSTRUCCIÓN DE CASO ESTUDIO COMO HERRAMIENTA DE FORMACIÓN PROFESIONAL PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

ALISSON JHOJANA PEDRAZA MESA

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Electrónica
Bogotá, Colombia
2022



CONSTRUCCIÓN DE CASO ESTUDIO COMO HERRAMIENTA DE FORMACIÓN PROFESIONAL PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

ALISSON JHOJANA PEDRAZA MESA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Electrónico

Director:

José Luis Paternina Duran

Grupo de Investigación MEM
Línea de Investigación: Energía Fotovoltaica
Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Electrónica
Bogotá, Colombia
2022

Autoridades de la universidad

RECTOR GENERAL

R.P. FRAY JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

R.P. FRAY LUIS FRANCISCO SASTOQUE POVEDA, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

R.P. FRAY EDUARDO GONZALES GIL, O.P.

SECRETARIO GENERAL

Dra. INGRID LORENA CAMPOS VARGAS

DECANO DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

R.P. FRAY ÉRICO JUAN MACCI CÉSPEDES, O.P.

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E.C. LUZ PATRICIA ROCHA CAICEDO

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ING. CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO NARVÁEZ

Nota de aceptación

Firma del tutor

Firma del jurado

Firma del jurado

BOGOTÁ D.C. _____ DE 2022

ADVERTENCIA

La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las opiniones y conceptos expresados en el trabajo de grado, solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma ni a la moral católica y porque el trabajo no tenga ataques personales y únicamente se vea el anhelo de buscar la verdad científica.

Capítulo III –Art. 46 del Reglamento de la Universidad Santo Tomás.

Dedicatoria

*A mi mamá, quien me acompañó, guio y alentó
cada parte del proceso y de la vida, te amo.*

Agradecimientos

En primer lugar, un especial agradecimiento a mis padres quienes sostuvieron mi proceso educativo. Gracias a la Universidad Santo Tomas, a la facultad de ingeniería electrónica y a cada uno de sus docentes por los conocimientos impartidos.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis José Luis Paternina Duran por la paciencia, el apoyo, la dedicación y la orientación en el desarrollo del proyecto.

Contenido

Resumen	X
Abstract.....	XII
Lista de Figuras.....	XIV
Lista de Tablas	XV
Glosario.....	XVI
1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Impacto Social.....	4
2. Estado del Arte	6
2.1. Mecanismos de alianza Universidad-Empresa	6
2.1.1. Casos de éxito alianza Universidad-Empresa en Colombia.	9
2.2. Competencias del ingeniero electrónico.....	10
3. Marco Teórico.....	12
3.1 Energía solar fotovoltaica.....	12
3.1.1 Sistema fotovoltaico aislado	13
3.1.2 Sistema fotovoltaico interconectado a la red	14
3.1.3 Diseño sistema fotovoltaico interconectado.....	15
3.2 Resultados de aprendizaje en facultades de ingeniería electrónica – Modelo ABET16	
4. Diseño Metodológico.....	18
4.1. Fases y Metodología	18
5. Desarrollo Conceptual.....	20
5.1. Encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”	20
5.2. Encuesta “Conocimientos adquiridos por el estudiante de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del estudiante”	21
5.3. Practica de laboratorio	22
5.3.1. Practica de laboratorio propuesta	23
6. Resultados y Discusión.....	31

6.1. Resultados obtenidos en encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) – Perspectiva del empleador”	31
6.1.1. Respuestas obtenidas por parte del empleador.	31
6.1.2. Proyecto empresa Indelux	36
6.1.3. Competencias requeridas por el egresado de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector energías.	36
6.2. Resultados obtenidos en encuesta “Conocimientos adquiridos por el estudiante de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del estudiante”	37
6.2.1. Respuestas obtenidas por parte de los estudiantes – Fase 1.	37
6.2.2. Respuestas obtenidas por parte de los estudiantes – Fase 2.	44
7. Conclusiones y Trabajos futuros	53
8. Anexos	55
8.1. Encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”	55
8.2. Encuesta “Conocimientos adquiridos por el estudiante de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del estudiante”	60
9. Referencias Bibliográficas	62

Resumen

Contexto: El uso de la energía solar fotovoltaica se ha llegado a posicionar como una de las energías renovables con mayor crecimiento en el mundo y es por esto por lo que las instituciones de educación superior han optado por formular nuevos Programas de pregrado y posgrado relacionados con las energías renovables, y así, aportar al crecimiento y consolidación del sector. Por esta razón, el presente proyecto pretende fomentar la utilización de la energía fotovoltaica y además dar a conocer las competencias demandadas en el campo profesional para los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas de forma que el estudiante este en capacidad de diseñar e implementar proyectos energéticos en sus diferentes fases y teniendo en cuenta aspectos técnicos y financieros.

Método: La investigación propuesta presenta un enfoque de investigación mixto. Esto dado que la investigación es de carácter cualitativo teniendo en cuenta los aspectos consultados respecto a competencias requeridas de los egresados y cuantitativa respecto a los cuestionarios que permiten validar el caso estudio diseñado. Se realiza entonces un cuestionario a empleadores que permita conocer su perspectiva respecto a la contratación del recién egresado y las competencias que considera este debería tener. Adicionalmente, se diseña un cuestionario para los estudiantes de últimos semestres de la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas y se diseña una práctica de laboratorio que será realizada por los mismos. Finalmente, se realiza un caso estudio con los resultados obtenidos a partir de realizar la encuesta tanto antes como después de realizada la practica de laboratorio.

Resultados: Las competencias a considerar, debe tener un egresado de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica son:

1. Conocer, analizar y detectar la información y los datos que son relevantes para iniciar un proyecto de energía solar fotovoltaica.
2. Establecer las especificaciones técnicas y los requerimientos de un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta un estudio de viabilidad.
3. Planear y liderar un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta el costo y el retorno de inversión.
4. Ejecutar la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica de acuerdo con la planeación y al estudio de viabilidad realizado.

Conclusiones: Teniendo en cuenta las competencias según ABET, el Sistema Interinstitucional de Evaluación de Aprendizajes - SEA y una encuesta realizada a 3 empresas, se determinaron 4 competencias que son necesarias en el egresado de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, donde se considera importante que el estudiante tenga un acercamiento practico a lo que podría ser un proyecto de energía solar fotovoltaica

y además adquiera herramientas que le permitan desenvolverse en este campo sin representar costos agregados para la empresa o demoras en la ejecución de los proyectos. Se encuentra entonces, que además de fomentar un acercamiento práctico a este tipo de proyectos, el estudiante en el proceso práctico debe también adquirir la capacidad de determinar la información que es relevante para la ejecución de un proyecto.

Palabras clave: Sistema fotovoltaico interconectado, competencias, proyectos energéticos.

Abstract

Context: The use of photovoltaic solar energy has become positioned as one of the fastest growing renewable energies in the world and that is why higher education institutions have chosen to formulate new undergraduate and graduate programs related to renewable energies, and thus, contribute to the growth and consolidation of the sector. For this reason, this project aims to promote the use of photovoltaic energy and to publicize the skills demanded in the professional field for electronic engineering students at the Santo Tomas University so that the student can design and implement energy projects in their different phases and considering technical and financial aspects.

Method: The proposed research presents a mixed research approach. This is given that the research is qualitative considering the aspects consulted regarding the competencies required of the graduates and quantitative regarding the questionnaires that allow validating the case study designed. A questionnaire is then carried out to employers to know their perspective regarding the hiring of the recent graduate and the skills they consider they should have. Additionally, a questionnaire is designed for the students of last semesters of the faculty of electronic engineering of the Santo Tomas University and a laboratory practice is designed that will be carried out by them. Finally, a case study is carried out with the results obtained from conducting the survey both before and after the laboratory practice.

Results: The competencies to be considered, an electronic engineering graduate must have to perform in photovoltaic solar energy projects are:

1. Know, analyze, and detect the information and data that are relevant to start a photovoltaic solar energy project.
2. Establish the technical specifications and requirements of a photovoltaic solar energy project considering a feasibility study.
3. Plan and lead a solar PV project considering cost and return on investment.
4. Execute the installation of a photovoltaic solar energy system in accordance with the planning and feasibility study carried out.

Conclusions: Taking into account the competences according to ABET, the Interinstitutional System of Learning Evaluation - SEA and a survey of 3 companies, 4 competences were determined that are necessary in the graduate of electronic engineering to perform in photovoltaic solar energy projects, where it is considered important that the student has a practical approach to what could be a photovoltaic solar energy project and also acquires tools that will allow to develop in this field without representing added costs for the company or delays in the execution of the projects. It is then found that in addition to promoting a practical approach to this type of projects, the student in the practical process must also acquire the ability to determine the information that is relevant to the execution of a project.

Keywords: Interconnected photovoltaic system, competences, energy projects.

Lista de Figuras

Figura 2-1. Triangulo de Sabato [15].	6
Figura 2-2. Modelo Triple Hélice	7
Figura 3-1. Esquema de generación fotovoltaica.[34]	13
Figura 3-2. Topología convencional de sistema fotovoltaico aislado.	14
Figura 3-3. Topología convencional para sistemas fotovoltaicos interconectado a la red.	15
Figura 4-1. Metodología	19
Figura 6-1. Datos de los encuestados	31
Figura 6-2. Empleadores encuestados que han contratado ingenieros electrónicos para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica	32
Figura 6-3. Porcentaje de los encuestados que no ha contratado a un ingeniero electrónico para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, pero estaría dispuesto a hacerlo.	32
Figura 6-4. Competencias que el encuestado considera necesarias en el recién egresado.	33
Figura 6-5. Porcentaje de empleadores que consideran que el ingeniero recién egresado cuenta con las competencias requeridas	34
Figura 6-6. Porcentaje de empleadores que considera que la contratación de recién egresado afecta los tiempos y costos de los proyectos	34
Figura 6-7. Estrategias que el empleador considera que deben ser implementadas por las IES	35
Figura 8-1. Sección 1 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”.	55
Figura 8-2. Sección 2 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”.	56
Figura 8-3. Sección 3 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”.	56
Figura 8-4. Sección 3 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador	57
Figura 8-5. Preguntas uno y dos, encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador	58
Figura 8-6. Preguntas tres y cuatro, encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador	59

Lista de Tablas

Tabla 6-1. Respuestas obtenidas pregunta 1 – Fase 1.	37
Tabla 6-2. Respuestas obtenidas pregunta 2 – Fase 1.	38
Tabla 6-3. Respuestas obtenidas pregunta 3 – Fase 1.	39
Tabla 6-4. Respuestas obtenidas pregunta 4 – Fase 1.	40
Tabla 6-5. Respuestas obtenidas pregunta 5 – Fase 1.	40
Tabla 6-6. Respuestas obtenidas pregunta 6 – Fase 1.	41
Tabla 6-7. Respuestas obtenidas pregunta 7 – Fase 1.	42
Tabla 6-8. Respuestas obtenidas pregunta 8 – Fase 1.	42
Tabla 6-9. Respuestas obtenidas pregunta 9 – Fase 1.	43
Tabla 6-10. Respuestas obtenidas pregunta 10 – Fase 1.	44
Tabla 6-11. Respuestas obtenidas pregunta 1 – Fase 2.	44
Tabla 6-12. Respuestas obtenidas pregunta 2 – Fase 2.	45
Tabla 6-13. Respuestas obtenidas pregunta 3 – Fase 2.	46
Tabla 6-14. Respuestas obtenidas pregunta 4 – Fase 2.	47
Tabla 6-15. Respuestas obtenidas pregunta 5 – Fase 2.	48
Tabla 6-16. Respuestas obtenidas pregunta 6 – Fase 1.	49
Tabla 6-17. Respuestas obtenidas pregunta 7 – Fase 2.	49
Tabla 6-18. Respuestas obtenidas pregunta 8 – Fase 2.	50
Tabla 6-19. Respuestas obtenidas pregunta 9 – Fase 2.	51
Tabla 6-20. Respuestas obtenidas pregunta 10 – Fase 2.	51

Glosario

IRENA - Agencia Internacional de Energías Renovables

SIN – Sistema Interconectado Nacional

IES – Instituciones de Educación Superior

ACOFI – Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

1. Introducción

Actualmente, el mundo presenta una difícil situación alrededor del calentamiento global y el cambio climático, sumado a ello se ha dado un uso indiscriminado de los recursos naturales. Por ejemplo, en Colombia la mayor parte de la demanda energética es satisfecha por medio de centrales hidroeléctricas, método que se ve fuertemente afectado por el cambio climático [1] como una respuesta a esta problemática surgen las energías renovables, una alternativa que permite sustituir las metodologías actualmente utilizadas en la generación de energía.

Se encuentra entonces importante evaluar experimentalmente en las instituciones de educación superior la introducción de procedimientos y herramientas en el proceso de generación de energía solar fotovoltaica, para seguir en la comprensión de los procesos y productos relacionados.

El presente trabajo se concentra entonces, en el análisis de instalaciones de energía fotovoltaica, de forma que el egresado de la facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomas presente las competencias requeridas en el campo laboral para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, de esta forma, para el desarrollo de este proyecto en primer lugar se pretenden determinar las características y competencias que son requeridas en campo para la ejecución de proyectos relacionados con energía solar fotovoltaica, esto se realizara por medio de entrevistas y visitas a campo que permitan determinar la información necesaria, esta información será recolectada y analizada con el fin de obtener datos concluyentes sobre las competencias que son requeridas del recién egresado en ingeniería electrónica respecto al campo mencionado.

En segundo lugar, se realizará el diseño de una práctica de laboratorio para estudiantes de últimos semestres de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomas, que les permita desarrollar habilidades y conocimientos que se hayan encontrado necesarios en la primera etapa del proyecto, finalmente, esta práctica de laboratorio será implementada en un espacio académico, donde en un primer momento con el fin de evaluar el conocimiento previo de los estudiantes sobre la energía fotovoltaica se realizará una encuesta, de esta se obtendrán datos que será necesario analizar para obtener un punto de partida y de comparación.

Después de la práctica realizada, se solicitará a los estudiantes participantes realizar otra encuesta de conocimientos adquiridos durante la práctica, esta información permitirá conocer que falencias se tienen y mostrar un mejoramiento en el conocimiento que tienen los estudiantes sobre la energía fotovoltaica.

Por último, se tomará la información recolectada y se buscará obtener conclusiones para determinar si durante el desarrollo del proyecto ha sido posible potenciar la formación de los estudiantes de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás, de modo que les permita el desarrollo de competencias propias del ejercicio profesional en proyectos de energía solar fotovoltaica.

1.1. Planteamiento del Problema

Dado a que el uso indiscriminado de recursos energéticos ha contribuido negativamente al cambio climático y a las condiciones de contaminación que enfrenta el planeta, el uso de la energía solar fotovoltaica se ha llegado a posicionar entre las energías renovables con mayor crecimiento en el mundo [2], representando una solución para esta problemática que aqueja a la humanidad entera. Una clara prueba de esta revolución energética es Alemania, donde bajo el nombre “Energiewende” se ha comenzado una transición energética que tiene como objetivo alcanzar el 80% de su generación mediante energías renovables para el año 2050 [3].

Por otro lado, en el año 2019 según IRENA (En español, Agencia Internacional de Energías Renovables) la capacidad fotovoltaica en Latinoamérica alcanzó 12.535 GW de capacidad instalada, donde Brasil cuenta con 3.987 GW encabezando la lista de países latinoamericanos con capacidad de energía fotovoltaica, seguido por México, Chile y Argentina con 4.426 MW, 2.648MW Y 441MW respectivamente [4]. Lo cual evidencia que naciones miembro de la Alianza de Energía y Clima de las Américas ya son parte del cambio, aprovechando sus numerosos recursos renovables e intentando encontrar tácticas y actividades para hacer un despliegue energético limpio, seguro y eficiente.

En el caso de Colombia, de acuerdo con la firma XM (encargada de la operación del Sistema Interconectado Nacional - SIN), la oferta hidroeléctrica representa aproximadamente el 72% de la oferta nacional con 11043 MW para el primer bimestre de 2021[5]. Teniendo en cuenta que el funcionamiento de las hidroeléctricas se ve afectado por condiciones ambientales como el fenómeno del niño (el cual compromete el nivel de los embalses) se ha optado por emplear el Cargo por Confiabilidad como mecanismo para incentivar la inversión en centrales térmicas, como respaldo de las hidroeléctricas en periodos de sequía. Sin embargo, debido a las condiciones técnicas de este tipo de tecnologías, se vio afectado el compromiso del SIN para mantener la continuidad en el servicio, bajo condiciones de sequía [6]. Es por esto que, en el país, el uso de fuentes no convencionales como la energía solar fotovoltaica se presenta como una opción de respaldo para la generación del SIN (además, de las condiciones naturales asociadas a un país de la zona tropical como Colombia) [7].

Por esto, diferentes instituciones de educación superior han optado por formular nuevos Programas de pregrado y posgrado relacionados con las energías renovables, y así, aportar al crecimiento y consolidación del sector [8], [9].

Sin embargo, los diferentes actores relacionados con la Energía Solar Fotovoltaica a nivel corporativo manifiestan la falta de pertinencia en la formación de los ingenieros [10]. Por ejemplo, se evidencia un enfoque de formación hacia los mecanismos de control, reguladores, convertidores e inversores, pero una ausencia total de conocimiento contextualizado hacia la gestión de proyectos energéticos en

sus diferentes fases (diseño, implementación y soporte), considerando aspectos tanto técnicos como financieros.

De esta forma, se ha agudizado la brecha entre el sector productivo y la academia, llevando a que la adaptación de los recién graduados se dificulte más (requiriendo mayor inversión por parte de las empresas, y demora en la ejecución de proyectos asignados al nuevo profesional)[10]. Es evidente que esta desarticulación se presenta en todas las disciplinas, incluida la de ingeniería.

De estas condiciones y los aspectos anteriormente mencionados, nace un reto en la sociedad colombiana y principalmente en la educación superior: facilitar la integración de los estudiantes de pregrado en el mundo profesional, con competencias que le permitan desenvolverse con mayor facilidad en el entorno laboral, y así contar con profesionales cuyo conocimiento sea contextualizado y vaya más allá de las exigencias curriculares del aula [11].

Aunque las entidades de educación superior se han replanteado sus metodologías y también los temas de estudio, sigue siendo evidente la ausencia de competencias hacia la gestión de proyectos en ingeniería (particularmente de energía solar). Por lo anterior, se evidencia la dificultad que tienen los estudiantes y/o egresados de programas como el de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás, para gestionar proyectos relacionados al sector de energías.

De esta manera, surge la siguiente pregunta problema: ¿De qué forma potenciar la formación de los estudiantes de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás, de modo que les permita el desarrollo de competencias propias del ejercicio profesional en proyectos de energía solar fotovoltaica?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Formular un caso de estudio como herramienta de formación mediante la implementación de una práctica de laboratorio, que fomente competencias demandadas en el campo profesional (Sector energías) para los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Definir competencia requeridas por los egresados de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energías (Tomando como referencia proyecto implementado por la empresa Indelux)
- Diseñar un caso de estudio que fomente competencias en los estudiantes de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás para el desarrollo de proyectos energéticos.

- Implementar el caso de estudio por medio del desarrollo de una práctica de laboratorio en un espacio académico de últimos semestres del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás.
- Validar el caso de estudio con base en cuestionarios de ponderación múltiple aplicados a la población objetivo.

1.3. Justificación

A raíz del calentamiento global, el enorme gasto de energía eléctrica y agregado a ello, la carencia de producción energética con la que contamos actualmente es evidente la necesidad de implementar procedimientos alternativos que posibiliten minimizar el consumo de electricidad por medio de la utilización de energías alternas. De esta forma, gracias a sus propiedades, la energía solar se ha posicionado como una fuente viable de generación de energía.

Con la ley 1715 en Colombia “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional” [12] la postura geoestratégica del país y con el veloz incremento de las energías renovables en todo el mundo, (sobre todo de la energía solar fotovoltaica como la de más grande crecimiento en la industria y la academia) es imprescindible conocer cómo funciona esta tecnología, sus propiedades, ventajas, aplicaciones y su utilización exitosa desde su aplicación en campo.

Este proyecto pretende fomentar la utilización de la energía fotovoltaica y además pretende dar a conocer las competencias demandadas en el campo profesional para los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas de forma que el estudiante este en capacidad de diseñar e implementar proyectos energéticos en sus diferentes fases y teniendo en cuenta aspectos técnicos y financieros (como el retorno de inversión).

De esta forma el presente proyecto es de interés para los estudiantes de pregrado de la Universidad Santo Tomas, y paralelamente para el sector productivo que busca llevar a cabo novedosas alternativas de energía renovable, para así cubrir la necesidad que crea la interrupción del fluido eléctrico.

1.4. Impacto Social

El avance de la tecnología y el reciente auge del uso de la energía fotovoltaica implica nuevos desafíos no solo para los expertos en ejercicio sino para quienes se encargan de su formación. En vista de esto, las exigencias de las organizaciones y/u empresas es superior a la hora de elegir el personal correcto para los distintos proyectos, exigiendo un replanteamiento el quehacer profesional del ingeniero electrónico desde las solicitudes exigidas por la sociedad y la enseñanza impartida por las instituciones encargadas.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) no son ajenas a esto y por ende poseen la responsabilidad de brindar la capacitación idónea a sus alumnos para confrontar los desafíos del sector productivo y económico tanto recientes como futuros. Es por esa razón que generar herramientas que faculte al estudiante para desarrollar competencias que le permitan desenvolverse con mayor facilidad en el entorno laboral constituye un medio fundamental para hacer competitivos los procesos de formación académica para facilitar la inserción de los egresados en el mercado.

De esta forma, el presente proyecto representa un beneficio a la sociedad ya que, en primer lugar, el estudiante potencializa su formación al desarrollar competencias propias del ejercicio profesional en proyectos de energía solar fotovoltaica y, en segundo lugar, la empresa se encuentra beneficiada al reducir costos que se ven reflejados en la productividad del empleado recién egresado y su conocimiento.

2. Estado del Arte

2.1. Mecanismos de alianza Universidad-Empresa

Las funciones sustantivas de la universidad se presentan como la docencia, la investigación y la proyección social, funciones sin las cuales, según el Proyecto Educativo Institucional de la Universidad Santo Tomas, no existe la universidad[13].

De esta forma, la función sustantiva conocida como “proyección social” es el fin último de las otras dos funciones y además, es aquella función que impone la pertinencia, es decir, que los saberes y las profesiones respondan a las necesidades del mundo actual demandando que la actividad universitaria debe adecuarse a los reclamos de la sociedad, así, en el ámbito de la proyección social se dan aquellas actividades bajo las cuales se han establecido las relaciones de la academia con el mundo exterior llevando a conocer a la academia, la empresa y el estado como los actores principales en la dinámica del desarrollo de un país[14]. Es por esta razón que a través de los años han surgido diferentes modelos teóricos que explican la integración de la academia con la sociedad.

Por ejemplo, en 1968 el físico y tecnólogo argentino Jorge Sábato presenta un modelo llamado “El triángulo de Sábato” donde se afirma que para que exista un sistema donde sean incluidas la ciencia y la tecnología conjuntamente, se necesita que existan interrelaciones entre el gobierno, el sector productivo y la infraestructura científica y tecnológica (Vértices del triángulo visto en la Figura 2-1).

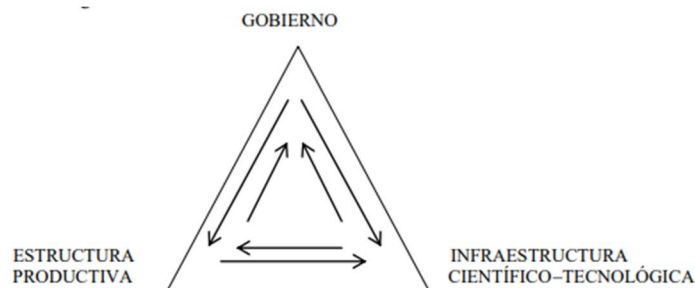


Figura 2-1. Triangulo de Sabato [15].

Por otro lado, unos años más adelante, en 1993 Henry Erzkowitz propone un modelo conocido como "La triple hélice", este modelo fue profundizado en 1995 por el mismo Etzkowitz y Loet Leydesdorff sosteniendo en su hipótesis que el papel inicial de las universidades es enseñar y producir investigación. De esta forma, es claro que las interrelaciones entre la universidad y la industria giran al principio alrededor de aquellos 2 recursos. Teniendo en cuenta que la industria tiene como fin producir bienes comerciales, se supone entonces que la universidad proporciona

la investigación sobre la cual se producirán dichos bienes, lo cual para Etzkowitz constituye una transferencia de conocimiento importante entre la academia y la industria y para que entre la universidad y la industria exista una interacción correcta debe ser respaldada por recursos del gobierno [16] [17].

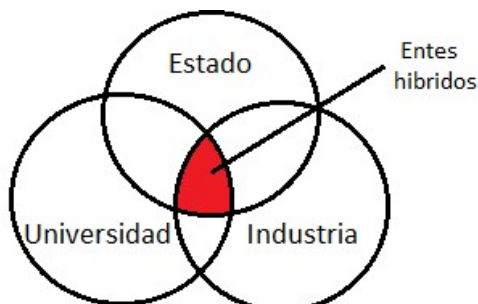


Figura 2-2. Modelo Triple Hélice

De esta forma, el modelo de la Triple Hélice es una iniciativa que busca dar relevancia a las universidades y su investigación en los procesos de producción satisfaciendo los retos que se dan en la sociedad. Es importante entonces hacer énfasis en los entes híbridos que presentan los autores donde las interrelaciones de vinculación se tienen que concretar en acciones y proyectos que cubran las necesidades de los tres entes relacionados

Teniendo claro que debe existir una relación entre la universidad y el sector productivo nacen también iniciativas prácticas que permitan esta relación dando nacimiento así al spin outs, spin offs y start ups, las prácticas profesionales o pasantías, los consorcios entre otros.

En cuanto a distintos ejemplos y mecanismos que se han manejado al rededor del mundo se encuentra que, en Europa, existen ciertas barreras ideológicas que han aislado a la universidad del sector empresarial lo cual ha hecho que las empresas Europeas busquen alianza en universidades estadounidenses [18]. De modo que, en Europa se ha optado por crear universidades de carácter tecnológico con especialización en investigación y que esta sea aplicada para transferir tecnología al sector productivo.

Por otro lado, en el continente Asiático, las interrelaciones entre la Universidad y la empresa se limitan por las normas y la composición que existen en las instituciones y también por la escasez de inversión en investigación, desarrollo e innovación [19] y en cuanto a la investigación al igual que en Europa han sido las empresas quienes al requerir investigación en sus procesos deciden colaborar con entidades extranjeras.

En el caso de América, específicamente en Estados Unidos han surgido acciones destacadas en esta alianza universidad - empresa donde el gobierno designó un carácter sin dependencia a las instituciones, identificándolas como entidades con altas habilidades de transferencia de tecnologías y da nacimiento a la Ley Bayh-

Dole bajo la cual las entidades universitarias estadounidenses salvaguardan y comercializan su propiedad intelectual para favorecer la sociedad, de forma que se forzó a las universidades a comercializar la investigación.

Por otro lado, en Latinoamérica existen mecanismos de interacción como pasantías, diplomados, consultorías y asesorías universitarias.

En Colombia, al igual que en Latinoamérica, hay ciertas restricciones, pero también adelantos ante la interacción Universidad-Empresa. De esta forma, el Estado, las organizaciones y las instituciones de enseñanza han financiado proyectos destinados a la ciencia y la investigación, aun cuando estos no son suficientes para lograr un desarrollo relevante relacionado con las necesidades del territorio [20]. Desde el año 2007 Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional han concretado patrocinios a estas alianzas de interacción Universidad-Empresa-Estado, y se puede reconocer a la fecha a lo largo del territorio la creación de 8 Comités Universidad-Empresa-Estado, distribuidos en Bogotá - región Antioquia, Tolima-Huila, Valle del Cauca, Nariño-Cauca, Eje Cafetero, Santander y Costa Caribe. En el caso del comité de Antioquia y Bogotá, se han dado avances importantes que además han servido de ayuda para los comités de las demás zonas. Predomina también que de parte de los diferentes comités se han adelantado el conocimiento sobre las necesidades de desarrollo aplicadas a los diferentes sectores como agroindustria, salud, informática, entre otros [21].

Por otro lado, con el objetivo de regular calidad académica y los procesos de registro calificado de las instituciones de educación superior nace el Decreto 1330 de 2019 el cual promueve la oferta de programas académicos en diferentes metodologías como la presencial, a distancia y virtual desde técnicas apropiadas a las necesidades poblacionales y territoriales, adicionalmente, el decreto ofrece una totalmente nueva modalidad educativa llamada dual. Este modelo de educación nace en Alemania en 1969 con la Ley de Capacitación Vocacional y consiste en que, durante 2 y 3 años, los alumnos pasan parte de la semana en una escuela vocacional, financiada por el Estado, y otra parte en una organización empresarial, adquiriendo vivencia práctica de su oficio. Al concluir, los alumnos son certificados por una cámara industrial o de negocio. Estas certificaciones permanecen estandarizadas nacionalmente, garantizando que los egresados tengan las mismas competencias, independientemente de su zona de procedencia [22].

En el caso del decreto 1330, la propuesta de la educación dual supone que las IES tienen la posibilidad de tener alianzas, tanto con otras universidades y laboratorios como con la zona empresarial e industrial, para dar al alumno una titulación conjunta universidad-empresa, donde una sección de la formación ocurrirá en el escenario educativo y otra en la compañía o industria, lo cual le permite al estudiante afianzar y adquirir competencias relacionadas con el campo para obtener el título académico, que le otorgarán conjuntamente la IES y la organización.

2.1.1. Casos de éxito alianza Universidad-Empresa en Colombia.

En cuanto a los mecanismos que han sido llevados a cabo con éxito en Colombia se tiene en cuenta el nacimiento de la ley 1780 del año 2016, también conocida como la ley projovent, que en el artículo 15 dispone "La práctica laboral es una actividad formativa desarrollada por un estudiante de programas de formación complementaria ofrecidos por las escuelas normales superiores y educación superior de pregrado, durante un tiempo determinado, en un ambiente laboral real, con supervisión y sobre asuntos relacionados con su área de estudio o desempeño y su tipo de formación; para el cumplimiento de un requisito para culminar sus estudios u obtener un título que lo acreditará para el desempeño laboral"[23]. Esta ley promueve la vinculación laboral de los jóvenes permitiéndoles introducirse en el mundo empresarial, adquirir nuevos conocimientos y competencias y, además, en algunos casos, recibir compensaciones salariales durante su práctica. La experiencia adquirida en la práctica profesional capacita al futuro egresado para los retos que se le presentaran en el ámbito laboral y bajo dicha ley se presentan beneficios a la empresa contratante como exentarlas del pago de la matrícula mercantil.

Así mismo, en el año 2015 nace la Resolución 347 bajo la cual el Ministerio de Trabajo crea el programa "40.000 Primeros Empleos" como un mecanismo para mejorar y promover la empleabilidad de la población entre 18 y 28 años, en esta, se buscaba facilitar la transición de la población joven, entre los procesos de formación y el mercado laboral. El programa consistía esencialmente en que las empresas interesadas generaban vacantes para jóvenes sin experiencia, realizaban una convocatoria y los seleccionados serían contratados por un año, durante el cual se les paga salario, se realiza la respectiva vinculación a la seguridad social y se pagan también prestaciones sociales [24]. En cuanto al reciente modelo de educación dual, Nestlé presentó en el año 2020 un programa piloto en el cual, en una alianza con los Ministerios del Trabajo, Educación Nacional, Comercio, Industria y Turismo; la Consejería Presidencial para la Juventud, la Embajada Suiza en Colombia e instituciones de Educación Superior y más de 20 empresas [25] se busca dar inclusión en este modelo educativo a cerca de 200 estudiantes, minimizando las cifras de desempleo en el país.

También, en las instituciones de educación superior se han llevado a cabo diferentes estudios y proyectos en relación a el estudio de la inserción laboral de sus graduandos, por ejemplo, en la Universidad Santo Tomas se cuenta con la división egresados donde se desarrollan diferentes estrategias que fortalecen el vínculo entre la Universidad –Empresa-Estado, buscando evidenciar la pertinencia de los programas académicos con funciones como administración y gestión de datos acerca de egresados para el seguimiento y apoyo de los mismos, la mediación laboral y la pertinencia e impacto social del egresado [26].

En busca de promover los procesos de investigación, la Universidad Santo Tomas da nacimiento a las convocatorias FODEIN - Multicampus, iniciativa bajo la cual se promueven también vínculos con el sector externo, en estas convocatorias,

inicialmente son los docentes quienes cuentan con una vinculación a un grupo de investigación y formulan un proyecto de investigación, al contar entonces con un proyecto aprobado cuentan con la posibilidad de vincular a el estudiantes bajo el nombre de "Joven Investigador" los cuales contarán con una contratación y unas tareas a realizar de acuerdo al proyecto presentado[27].

2.2. Competencias del ingeniero electrónico

Según la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) “el ingeniero es un profesional que sintetiza toda una serie de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos para la solución de los problemas de la sociedad en un campo de acción específico” [28].

Teniendo esto en cuenta, el ingeniero electrónico debe estar en capacidad de desarrollarse profesionalmente en:

1. Comunicaciones
2. Control y automatización
3. Computación y sistemas
4. Electrónica de potencia
5. Microelectrónica
6. Bioingeniería
7. Electrónica general

De esta forma, en correspondencia a las características del ingeniero electrónico, el programa de pregrado en Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomas presenta al egresado con un perfil profesional “orientado hacia la optimización y uso eficiente de los recursos energéticos en un mundo globalizado, con responsabilidad ambiental, compromiso social y cultura investigativa” [29]. Además, según el perfil ocupacional del programa de pregrado, el egresado debe contar con competencias que le permitan “Analizar, diseñar e implementar sistemas electrónicos de potencia que permitan controlar soluciones energéticas alternativas y convencionales y demás procesos relacionados con la disciplina” [29].

Se presenta entonces, en el plan de estudios de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas sede Bogotá en sexto semestre un espacio académico del componente obligatorio que responde a “Electrónica de potencia” y en séptimo semestre un espacio académico también del componente obligatorio, denominado como “Fuentes de energía renovables”, en este último, en el núcleo problemático del syllabus institucional, se menciona que el egresado necesita conocimientos específicos relacionados al uso de fuentes de energía renovable, para así, optimizar proyectos y dimensionar de manera idónea los impactos técnicos, del medio ambiente, económicos y sociales de nuevos proyectos de energías renovables dentro los desafíos energéticos del territorio en cumplimiento con la ley vigente. Así, se encuentra que la asignatura es sólo teórica, y el acercamiento que se tiene a los paneles solares es mediante simulaciones con valores aplicados en condiciones ideales, entonces, si un alumno se encuentra con un caso real es factible que no

tenga presente puntos primordiales o relevantes en la utilización de un sistema fotovoltaico, más aún en la implementación de un proyecto completo [30].

Se ha evidenciado en trabajos anteriores y en sus actualizaciones curriculares que la facultad ha tenido grandes progresos al implementar herramientas de energías renovables y además ha propiciado espacios de investigación sobre las mismas. A pesar del esfuerzo aún es insuficiente la generación de metodologías en sus procesos educativos transversales en términos de educación energética [31]. Igualmente, los procesos de aprendizaje en la actualidad buscan que los alumnos tengan acceso a los materiales y equipos a utilizar, para que no solo se desarrollen competencias teóricas sino también prácticas que capaciten al futuro egresado [32].

3. Marco Teórico

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, las energías renovables han llegado a abarcar un campo fundamental en la ingeniería. Con el fin de comprender la implementación práctica del presente proyecto, se encuentra necesario determinar los conceptos técnicos sobre la energía solar fotovoltaica que serán útiles en las distintas etapas a realizar, teniendo en cuenta además que para el correcto dimensionamiento de un Sistema Solar Fotovoltaico es determinante comprender el desempeño y las propiedades de los elementos que lo componen. De esta forma, se procederá con la descripción de aquellos conceptos que se consideran relevantes.

Adicionalmente, en concordancia con los objetivos planteados, se presentarán también referentes sobre resultados de aprendizaje de los estudiantes para programas de ingeniería. Esta información pretende servir de referencia al trabajo para encontrar referentes nacionales sobre buenas prácticas sobre resultados de aprendizaje para programas de ingeniería y sobre las competencias esperadas del ingeniero electrónico.

3.1 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que tiene la capacidad de producir electricidad a través de la radiación solar por medio de un dispositivo semiconductor, es decir, esta energía se obtiene a partir del proceso de transformación de la radiación solar en electricidad (de naturaleza DC)[33]. En el proceso, las celdas fotovoltaicas permiten esta transformación en energía mediante el efecto fotoeléctrico, el cual sucede cuando se emiten electrones desde una superficie gracias a la incidencia de luz, de esta forma, cuando dicho haz de luz incide sobre la superficie fotoeléctrica se liberan electrones con cierta energía cinética que al aplicarse una diferencia de potencia se induce una corriente.

En el caso de la energía solar fotovoltaica, la obtención de potencia eléctrica que proviene del sol como fuente primaria depende de diferentes parámetros como irradiancia y temperatura. El modelado circuital de este tipo de tecnologías se entiende fácilmente como una fuente de corriente. Sin embargo, en la figura 3-1 se presenta un esquema de generación fotovoltaica más detallado.

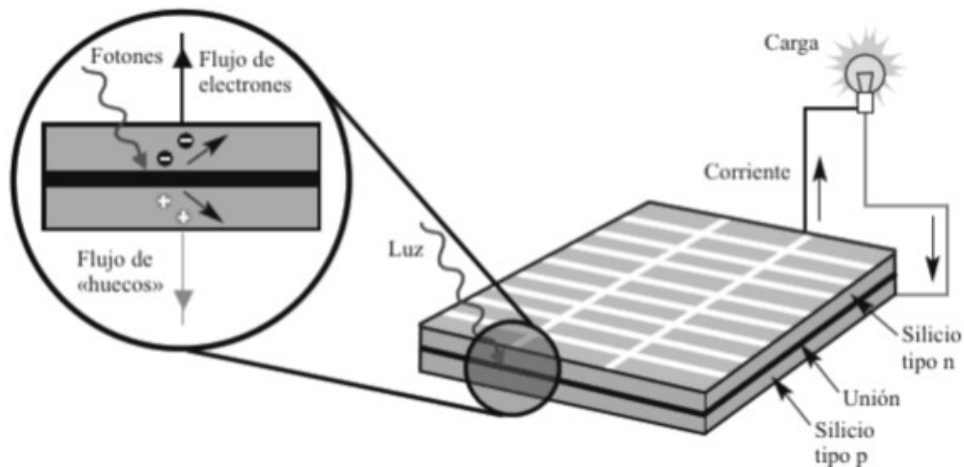


Figura 3-1. Esquema de generación fotovoltaica.[34]

Dependiendo del lugar de instalación y de la conexión deseada, existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: Aislados e Interconectados a la Red. La diferencia entre ellos radica en la función de almacenamiento (existente en los primeros y omitida en los segundos). A continuación, se muestra la explicación de cada uno de ellos, y los diferentes equipos necesarios en la implementación.

3.1.1 Sistema fotovoltaico aislado

Los sistemas aislados alimentan cargas que no cuentan con un suministro energético, así que toda la energía que se demanda es entregada por el sistema fotovoltaico. Por esta razón, normalmente deben estar equipados con sistemas de acumulación de la energía como baterías electroquímicas con el objetivo de contar con electricidad a lo largo de los periodos necesarios y contrarrestar aspectos medioambientales como los días nublados y la necesidad energética en la noche.

El sistema fotovoltaico aislado cuenta en su mayoría con los siguientes equipos: Generador Fotovoltaico (Conjunto de paneles solares), regulador de carga (Por lo general con tecnología MPPT), sistema de baterías, inversor y cajas combinadoras que facilitan la conexión y cargas en AC y/o DC [35]. En la figura 3-1 se observa una topología convencional de sistemas fotovoltaicos aislados.

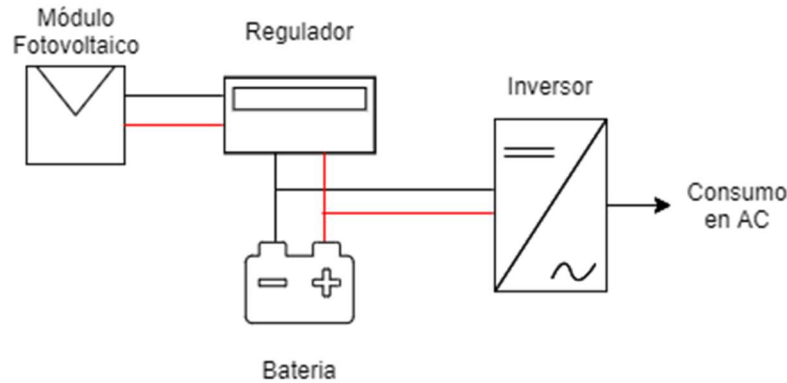


Figura 3-2. Topología convencional de sistema fotovoltaico aislado.

Así, el proceso de generación de energía inicia con el módulo fotovoltaico, donde los paneles reciben la energía solar y gracias al efecto fotovoltaico que se produce en las celdas, la radiación convertida en energía es recibida por el regulador, que permite controlar la energía que es ofrecida a la batería (o acumulador utilizado) y al inversor. Entonces, las baterías almacenan la energía recibida y así, en el momento que los paneles no estén en funcionamiento se suministra la energía desde la batería al regulador. El Inversor se encarga de convertir la corriente continua que se genera desde los paneles en corriente alterna y así poder alimentar las cargas que lo necesiten, por otro lado, las cargas que funcionen por medio de corriente continua utilizan la energía de manera directa del regulador o desde la batería [35].

3.1.2 Sistema fotovoltaico interconectado a la red

Los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red son aquellas instalaciones que se encuentran alimentadas por una red de distribución de energía, dado esto, no requieren baterías ni reguladores ya que la demanda energética de la carga será suplida por el generador fotovoltaico y si la producción llega a ser inferior a lo requerido por la carga, se recurre a la red eléctrica como respaldo [36][37]. En el caso de que en el día se presente un momento donde la generación fotovoltaica es mayor a lo demandado por la carga, se entregan excedentes a la red (siempre y cuando sea permitido por la regulación del lugar).

Los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red cuentan básicamente con: Generador Fotovoltaico (conjunto de paneles conectados en serie y/o paralelo según se necesite), Inversor (que ya cuenta con el MPPT incluido), cajas combinadoras para facilitar las conexiones y el punto de interconexión [38].

En la figura 3-2 se tiene una topología convencional de los equipos pertenecientes a un sistema fotovoltaico interconectado a la red.

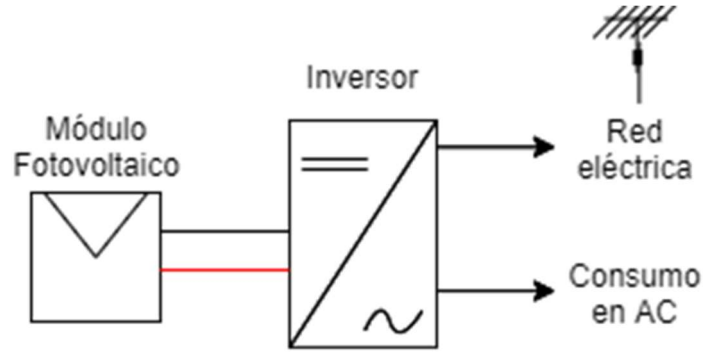


Figura 3-3. Topología convencional para sistemas fotovoltaicos interconectado a la red.

3.1.3 Diseño sistema fotovoltaico interconectado

Teniendo en cuenta diferentes fuentes bibliográficas [39]–[42] se tiene en cuenta la siguiente metodología para la construcción de un sistema fotovoltaico interconectado:

1. Teniendo en cuenta la temperatura de la celda a T_{max} y G_x estandar (1) calcular el delta de temperatura y de potencia (2)(3) para obtener el PR máximo permitido por el panel escogido en la región de trabajo (4)

$$T_c = T_x + \frac{NOCT - 20^\circ\text{C}}{800} \cdot G_x \quad (1)$$

$$\Delta T = T_c - 25^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$\Delta p = P_{cf} \cdot \Delta T \quad (3)$$

$$PR_{m\acute{a}x} = 1 + \Delta p \quad (4)$$

2. Calcular la potencia del generador fotovoltaico

$$P_{GFV} = \frac{C}{HSS \cdot PR} \quad (5)$$

3. Teniendo en cuenta el delta voltaje y de corriente para cada delta de temperatura (6)(7) realizar las correcciones por temperatura (8)(9)

$$\Delta V = V_{cf} \cdot \Delta T \quad (6)$$

$$\Delta I = I_{cf} \cdot \Delta T \quad (7)$$

$$V_{ocnew} = V_{oc} \cdot (1 + \Delta V) \quad (8)$$

$$I_{scnew} = I_{sc} \cdot (1 + \Delta I) \quad (9)$$

4. Escoger un inversor considerando que $P_{GFV} > P_{Inversor}$. Para ellos, se determina el numero de paneles para conocer la P_{GFV} exacta y el FDI

$$FDI = \frac{P_{Inversor}}{P_{GFV}} \quad (10)$$

5. Determinar el número de paneles por string que permite el inversor con V_{oc} critico
6. Evaluar la capacidad de corriente de cada string y la topología de las CombinerBox
7. Determinar conductores eléctricos.
8. Calcular protecciones en DC y AC y validar puesta a tierra.
9. Verificar punto de interconexión y validar necesidad de accesorios.

3.2 Resultados de aprendizaje en facultades de ingeniería electrónica – Modelo ABET

ABET es una organización norteamericana dedicada a la acreditación de programas de ingeniería, de esta forma el modelo ABET recomienda la evaluación de once competencias que tienen que obtener los alumnos, con el objetivo de asegurar la formación de competencias propias de los Ingenieros y que cualquier programa acreditado debería asegurar en sus alumnos.

Las competencias para ingeniería definidas por el modelo ABET [43][44] son :

1. Capacidad de aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería.
2. Capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos, así como de analizar e interpretar los datos.
3. Capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro de limitaciones realistas tales como económicas, ambientales, sociales, políticas, ética, salud y seguridad, capacidad de fabricación y sostenibilidad.
4. Capacidad de funcionar en equipos multidisciplinarios.
5. Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

6. Comprensión de la responsabilidad profesional y ética.
7. Capacidad de comunicarse eficazmente.
8. Amplia educación necesaria para comprender el impacto de soluciones en ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
9. Reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje permanente.
10. Conocimiento de los problemas contemporáneos.
11. Capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería.

El modelo (ABET) es tomado como un referente universal para la acreditación de programas en ingeniería.

4. Diseño Metodológico

El presente trabajo responde a una investigación de tipo proyectiva ya que se pretende buscarla solución a cierta situación en el ámbito de la ingeniería analizando diferentes aspectos[45]. Teniendo en cuenta esto, corresponde a un enfoque de investigación mixto el cual representa un conjunto de procesos empíricos y críticos de indagación e involucra además recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos, para hacer uniones producto de toda la información y conseguir un más grande conocimiento del fenómeno bajo análisis[46][47]. Esto dado que la investigación es de carácter cualitativo teniendo en cuenta los aspectos consultados respecto a las competencias requeridas de los egresados y cuantitativa respecto a los cuestionarios que permiten validar el caso estudio diseñado. Con lo anterior se procede entonces a definir las fases que harán parte de la metodología del proyecto, realizando una fase por objetivo específico.

4.1. Fases y Metodología

De esta forma, teniendo en cuenta que el primer objetivo específico pretende definir aquellas competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energías, se realiza una investigación del perfil del egresado en ingeniería electrónica y las competencias que son requeridas en el campo respecto al sector energías, esto se hace por medio de una encuesta realizada a entes externos, pertenecientes a la industria. Con base en los resultados obtenidos a través del instrumento, se pretende establecer la percepción que tiene el sector productivo respecto a las competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica, para desempeñarse en proyectos energéticos desde la perspectiva del empleador, permitiendo a su vez identificar las competencias de mayor interés por parte de las empresas en el sector energías. Finalmente, con base en una definición holística de Currículo encontrada en la literatura científica, se proponen estrategias que permitan fortalecer las competencias del recién egresado en facultades de ingeniería y/o programas de formación relacionados con la ingeniería. Los resultados obtenidos son una herramienta útil para el replanteamiento de los currículos impartidos por las Instituciones de Educación Superior en las carreras de Ingeniería Electrónica. Así, dentro del currículo de la facultad es posible promover una alineación de los conocimientos y el desempeño del futuro egresado con las expectativas y necesidades del sector productivo.

En segundo lugar y en concordancia con el segundo objetivo planteado, se presenta el diseño de una práctica que laboratorio que permita fomentar aquellas competencias en los estudiantes de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás para el desarrollo de proyectos energéticos, para paso seguido, implementar el caso de estudio por medio del desarrollo de la práctica de laboratorio en un espacio académico de últimos semestres del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás.

Finalmente, se realiza la validación del caso de estudio con base en cuestionarios aplicados a la población objetivo comparando los resultados tanto antes como después de la implementación plasmando conclusiones y resultados del trabajo realizado.

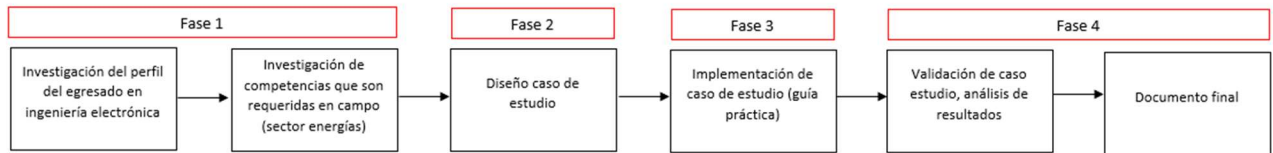


Figura 4-1. Metodología

5. Desarrollo Conceptual

5.1. Encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”

Para el desarrollo del presente trabajo, se desarrolla un cuestionario, el cual se diseña por la autora y se valida mediante dos instancias: pares académicos y expertos. El cuestionario consiste en cinco preguntas de selección múltiple donde se pretende identificar las competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energía solar fotovoltaica desde la perspectiva del empleador. Cada una de las preguntas tiene un objetivo particular, el cual se describe a continuación:

- Pregunta uno: Determinar si el empleador ha contratado con anterioridad a ingenieros electrónicos para desempeñarse en algún proyecto de energía solar fotovoltaica, en caso de contestar que no lo ha realizado anteriormente, se realiza una pregunta adicional que pretende conocer si lo haría en alguna ocasión.
- Pregunta dos: Identificar aquellas competencias que el empleador considera necesarias en un ingeniero recién egresado para que se desempeñe satisfactoriamente en los proyectos de energía solar fotovoltaica. En esta pregunta, el empleador puede seleccionar máximo 3 opciones entre las competencias para ingeniería definidas por el modelo ABET [39][40] o redactar la competencia que considera pertinente. Las opciones propuestas son:

1. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.
2. Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades especificadas teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como los factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
3. Capacidad de comunicarse eficazmente con una amplia gama de audiencias.
4. Capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
5. Capacidad de funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos brindan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos.
6. Capacidad de desarrollar y realizar la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y utilizar el juicio de ingeniería para extraer conclusiones.
7. Capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas.

8. Otra.

- Pregunta tres: Conocer si el empleador considera que el ingeniero recién egresado cuenta con las competencias requeridas para trabajar en los proyectos de energía solar fotovoltaica
- Pregunta cuatro: Determinar si la afectación en costos y tiempos es un factor determinante por el cual el empleador tomaría en consideración (o no) la contratación de recién egresados.
- Pregunta cinco: Identificar algunas estrategias y enfoques que el empleador considera que deben ser utilizados por las Instituciones de Educación Superior (IES) para que los recién egresados no representen costos agregados a su empresa. En esta pregunta, el empleador puede seleccionar máximo 3 opciones entre las propuestas o añadir una opción adicional. Las opciones propuestas son:
 1. Estrategias asociadas a procesos formativos que permitan definir metas profesionales y su relación con metas personales, identificando fortalezas y debilidades propias.
 2. Estrategias asociadas a procesos motivacionales y emocionales.
 3. Estrategias para la administración el tiempo y el aprovechamiento de los recursos tanto físicos como humanos.
 4. Estrategias para el manejo de materiales escritos y tecnológicos.
 5. Estrategias para elaborar juicios de valor.
 6. Estrategias para detectar información relevante e irrelevante para la elaboración de un proyecto.
 7. Otra.

5.2. Encuesta “Conocimientos adquiridos por el estudiante de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del estudiante”

Con el fin de realizar un análisis sobre los conocimientos que tienen actualmente los estudiantes de últimos semestres de la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomás, se diseña una encuesta que permita realizar una correcta apreciación. Dicho cuestionario se realizará antes y después de realizar la práctica de laboratorio con el fin de obtener un contraste del conocimiento obtenido por el estudiante.

Las preguntas formuladas en el cuestionario tienen el objetivo de determinar si el estudiante tiene conocimiento sobre la información que se debe tener en cuenta en la etapa inicial de un proyecto de energía solar fotovoltaica, identificar si el estudiante tiene el conocimiento que le permita identificar las partes de un proyecto de energía solar fotovoltaica interconectado a la red y además dimensionar cada uno de los materiales a utilizar y finalmente pretenden determinar si el estudiante está en capacidad de dar solución a problemáticas típicas pueden presentarse en un proyecto como el mencionado.

El cuestionario consiste en 10 preguntas de respuesta abierta que apuntan cada una a un conocimiento específico sobre los conocimientos del estudiante para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energía solar fotovoltaica como se describe a continuación:

- Pregunta uno: Determinar la información que el estudiante solicitaría al cliente en la primera fase de desarrollo de un proyecto.
- Pregunta dos: Conocer si el estudiante cree que es necesario conocer la matriz de consumo energético en el lugar de implementación del proyecto y por qué lo cree necesario.
- Pregunta tres: Identificar los límites prácticos que el estudiante consideraría al elegir un inversor para un proyecto de energía solar fotovoltaica.
- Pregunta cuatro: Indicar si el estudiante reconoce los elementos que hacen parte de un punto de conexión de un sistema fotovoltaico interconectado a la red.
- Pregunta cinco: Determinar el conocimiento que tiene el estudiante sobre la definición y uso de una "CombinerBox".
- Pregunta seis: Conocer los aspectos que tendría en cuenta el estudiante para la elección de un inversor determinado.
- Pregunta siete: Identificar los interruptores que tendría en cuenta para proteger los cables de un arreglo de paneles determinado que hacen parte de un proyecto de energía solar fotovoltaica interconectado.
- Pregunta ocho: Determinar el conocimiento que tiene el estudiante sobre la definición y uso de un "string" en un proyecto de energía solar fotovoltaica.
- Pregunta nueve: Conocer la decisión que tomaría el estudiante al enfrentarse a un caso práctico que puede darse en proyectos de energía solar fotovoltaica en el cual se tiene una determinación técnica que puede afectar la compra de los elementos a utilizar.
- Pregunta diez: Identificar el conocimiento que el estudiante posee sobre las afectaciones por consumo de potencia al implementar un sistema fotovoltaico en una carga industrial.

5.3. Practica de laboratorio

En la implementación del presente proyecto y con el fin de realizar un acercamiento práctico con el estudiante, se realiza una práctica de laboratorio con el objetivo general de "Fomentar las competencias necesarias en los estudiantes de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás para el desarrollo de proyectos energéticos de sistemas interconectados a la red" así, la práctica de laboratorio cobra importancia al permitir al estudiante obtener datos en tiempo real y brindándole una preparación teórico-práctica que le permita mejorar su desempeño en proyectos de energía solar fotovoltaica interconectados a la red al tener contacto con los materiales y algunas problemáticas reales que se puede encontrar en el campo laboral.

Con la práctica de laboratorio propuesta el estudiante podrá interactuar con los paneles solares, el inversor y la conexión que se encuentra disponible en la universidad, para así, realizar un acercamiento experimental donde en un primer

momento podrá efectuar mediciones de corriente y voltaje de una conexión ya existente para analizar el funcionamiento de los paneles disponibles. Paso seguido, se propone al estudiante realizar un cambio en la conexión inicial y repetir las mediciones con el fin de analizar el cambio que se produce en las corrientes y los voltajes de los strings al ser conectados en serie o en paralelo. Teniendo las conexiones anteriores, estudiante debe poner el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta las conexiones en las combiner box instaladas actualmente y debe tomar las mediciones de corriente y voltaje en las cargas. Para finalizar el acercamiento experimental del, se le solicita determinar los parámetros que son necesarios en una implementación real de un sistema fotovoltaico interconectado dado como ejemplo (PR Máximo permitido por el panel solar, potencia del generador fotovoltaico, correcciones por temperatura, FDI según el inversor, cantidad de paneles a utilizar y el número de strings que tendrá la instalación, conductores eléctricos y protecciones).

En una segunda instancia, el estudiante debe realizar un análisis de los resultados obtenidos en el acercamiento experimental donde se le plantea el escenario de un inversor OFFGRID y un posible fallo en la red eléctrica con el fin de conocer si el estudiante encuentra una solución viable a las problemáticas dadas.

Finalmente, el estudiante debe implementar los conocimientos adquiridos en las dos fases anteriores en una fase de diseño y aplicación, donde debe diseñar un sistema que permita el funcionamiento del generador fotovoltaico interconectado en caso de que falle la red eléctrica, debe describir el funcionamiento de cada equipo utilizado y finalmente debe dimensionar un proyecto de energía solar fotovoltaico desde el inicio teniendo en cuenta una referencia de paneles y de inversor determinados.

Los resultados de aprendizaje que se plantean en la guía de laboratorio van de la mano con las competencias encontradas en el presente documento y además pretenden evidenciar el aporte que dichas competencias representan para el perfil del egresado en ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas, siguiendo la metodología propuesta en “Propuesta para la implementación de resultados de aprendizaje que contribuyan al perfil de egreso del ingeniero electrónico desde cursos básicos de ingeniería”[48].

5.3.1. Practica de laboratorio propuesta

 UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	FACULTAD:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
	ESPACIO ACADÉMICO:			
	DOCENTE:			
	PRÁCTICA:	Diseño de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados a la Red para Cargas Industriales		

COMPETENCIAS	CALIFICACIÓN
1. Conocer, analizar y detectar la información y los datos que son relevantes para iniciar un proyecto de energía solar fotovoltaica. 2. Establecer las especificaciones técnicas y los requerimientos de un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta un estudio de viabilidad. 3. Planear y liderar un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta el costo y el retorno de inversión. 4. Ejecutar la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica de acuerdo con la planeación y al estudio de viabilidad realizado.	
RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
Identifica y soluciona las diferentes fallas o mejoras que se pueden presentar en un proyecto de ingeniería solar fotovoltaica implementando un sistema fotovoltaico interconectado a la red.	
Reconoce y lleva a cabo los pasos a seguir en el procedimiento completo de puesta en marcha de un sistema FV interconectado y su diseño.	

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA
En los últimos años se ha presentado un aumento en la generación de energía mediante tecnologías renovables. Por ejemplo, para el 2014 el 19% de la demanda energética global fue cubierta por recursos renovables [1]. Sin embargo, el año 2020 representó la mayor participación de las energías limpias, ya que la producción mediante estas tecnologías representó el 29% de la generación global. Evidentemente, factores como las cuarentenas impulsadas por los gobiernos para disminuir la velocidad de propagación del COVID-19, influyó en una menor demanda energética respecto a periodos anteriores. De esta manera, la demanda de energía global cayó cuatro puntos porcentuales, representado un 5,8% de reducción en las emisiones de CO₂ (valores nunca vistos desde la Segunda Guerra Mundial) [2]. Sin embargo, los sistemas fotovoltaicos con capacidad de almacenamiento (como las baterías) añaden un costo significativo al momento de implementarlos, ya que incluyen otro tipo de aspectos a considerar como lo son el mantenimiento y el manejo adecuado de la temperatura. Si bien, se están desarrollando múltiples investigaciones para desarrollar sistemas de almacenamiento mucho más eficientes (tanto técnica como financieramente), estos aún están en fases tempranas de desarrollo [3][4]. Por esto, aunque en la mayoría de las ocasiones se asocia los sistemas fotovoltaicos con sistemas de almacenamiento, existe también la posibilidad de prescindir de baterías y utilizar sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica para garantizar un ahorro significativo, inversiones más pequeñas, entregar excedentes de energía (siempre y cuando lo permita la regulación) y posibilitar diseños mucho más simplificados [4]. De esta forma, la presente guía de laboratorio presenta al estudiante el procedimiento para realizar la implementación de un sistema On-Grid dado un requerimiento de energía y algunos materiales que deberá usar. Los objetivos de esta práctica son: Objetivo general Fomentar las competencias necesarias en los estudiantes de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás para el desarrollo de proyectos energéticos de sistemas interconectados a la red Objetivos específicos

1. Realizar el diseño de un sistema fotovoltaico interconectado a la red según las especificaciones dadas.
2. Identificar los posibles problemas y soluciones que podría tener el sistema diseñado.

EQUIPOS – MATERIALES – SOFTWARE

EQUIPOS	MATERIALES	SOFTWARE
Paneles Solares	Indicadores luminosos	
Inversor	Conectores	

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS

- [1] J. Aguilera and L. Hontoria, “Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos.”
- [2] C. C. Acevedo Baquero, “Diseño de un sistema de generación híbrida solar-diesel Como alternativa de suministro eléctrico del municipio de Miraflores (Guaviare),” Cienc. Unisalle, p. 122, 2017, [Online]. Available: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21500/42052000_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [3] J. Descalzo Sánchez, “Sistema Híbrido Diésel-Fotovoltaico :,” 2014.
- [4] S. Flores Bautista, “Sistemas Fotovoltaicos Residenciales Interconectados a la Red,” pp. 1–9, 2007.

PROCEDIMIENTO

PASO I: ACERCAMIENTO EXPERIMENTAL.

Sistemas Fotovoltaicos Interconectados

Son aquellos que alimentan cargas que se encuentran alimentadas por una red de distribución. De esta manera, el sistema fotovoltaico NO requiere almacenamiento, ya que la demanda energética de la carga será suplida por el generador fotovoltaico y, si su producción es inferior a lo requerido por la carga, se recurre a la red eléctrica como respaldo para completar lo demandado. Si se presentan momentos del día donde la generación fotovoltaica es mayor a lo demandado por la carga, se entregan excedentes a la red eléctrica (siempre y cuando sea permitido por la regulación del lugar de instalación).

Estos sistemas no están pensados para suprimir la red eléctrica, sino para utilizarla como respaldo, por lo que su objetivo primordial es el ahorro (mediante la disminución en la energía demandada a la red).

Los sistemas fotovoltaicos interconectados cuentan básicamente con los siguientes equipos: Generador Fotovoltaico (conjunto de paneles conectados en serie y/o paralelo según se necesite), Inversor (que ya cuenta con el MPPT incluido), cajas combinadoras para facilitar las conexiones y el punto de interconexión.

En la figura 1 se tiene una topología convencional de los equipos pertenecientes a un sistema fotovoltaico interconectado a la red.

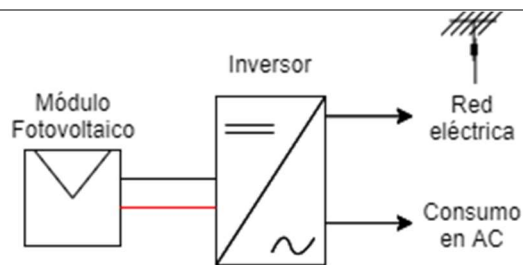
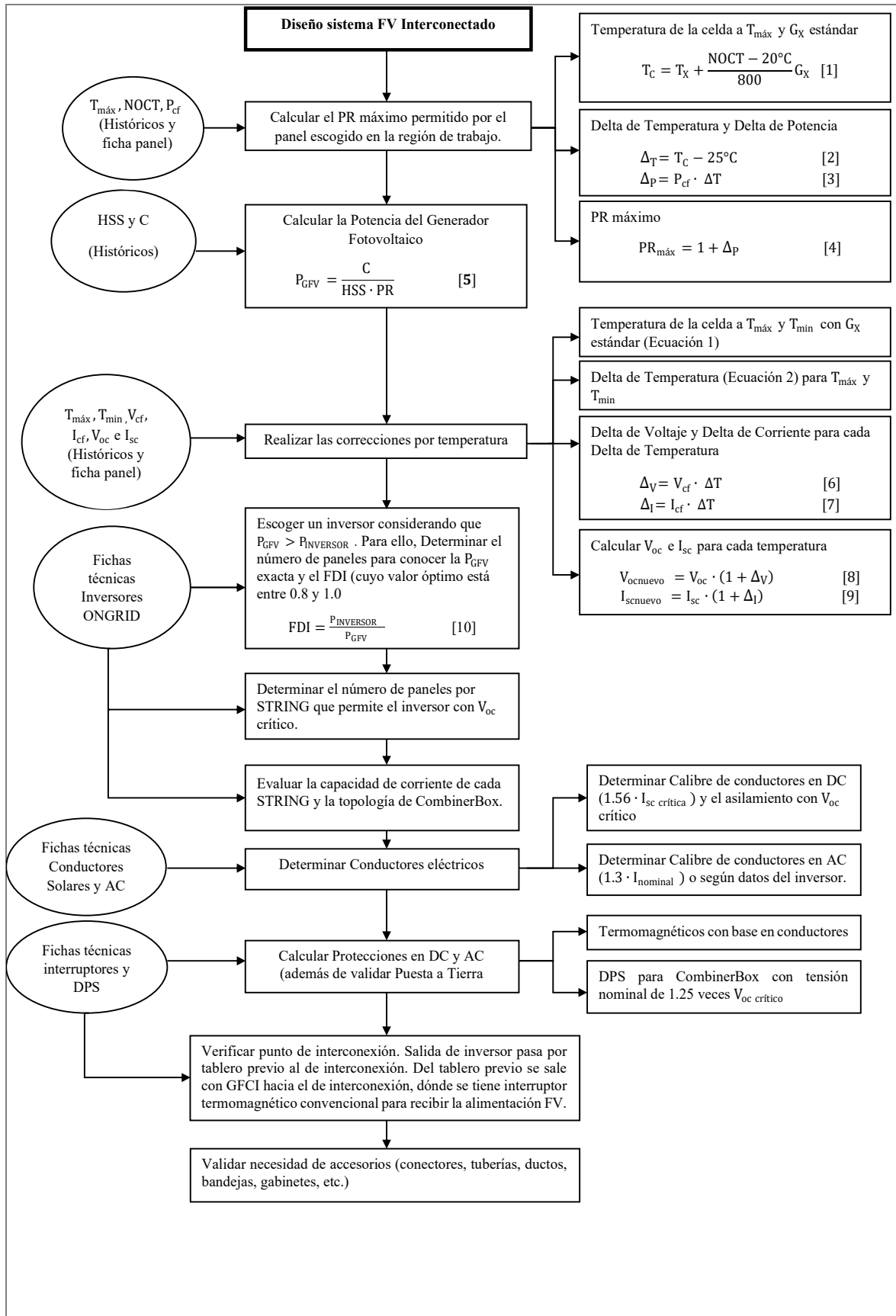


Figura 1. Topología convencional para sistemas fotovoltaicos interconectado a la red

Con el fin de evitar los errores más comunes en la implementación de sistemas fotovoltaicos interconectados se sugiere la siguiente metodología



Donde:

$T_{\text{máx}}$	Temperatura promedio máxima de la región.
$T_{\text{mín}}$	Temperatura promedio mínima de la región.
T_C	Temperatura de la Celda Fotovoltaica.
T_X	Temperatura de interés.
NOCT	Temperatura nominal de operación de la celda.
G_x	Irradiancia de interés.
ΔT	Delta de temperatura.
ΔP	Delta de potencia.
ΔV	Delta de tensión.
ΔI	Delta de corriente.
PR	Pérdidas de potencia por efectos de temperatura.
$PR_{\text{máx}}$	Pérdidas máximas de potencia por efectos de temperatura.
P_{cf}	Coefficiente de potencia del panel fotovoltaico.
V_{cf}	Coefficiente de tensión del panel fotovoltaico.
I_{cf}	Coefficiente de corriente del panel fotovoltaico.
V_{oc}	Tensión de circuito abierto del panel.
I_{sc}	Corriente de corto circuito del panel.
P_{GFV}	Potencia del Generador Fotovoltaico.
HSS	Horas de sol estándar en la región.
C	Promedio de Consumo Energético Diario.
FDI	Factor de Dimensionamiento del Inversor.
P_{INVERSOR}	Potencia del Inversor.
V_{ocnuevo}	Tensión de circuito abierto corregida por temperatura.
I_{scnuevo}	Corriente de corto circuito corregida por temperatura.
$V_{\text{oc crítico}}$	Tensión de circuito abierto a la mínima temperatura.
$I_{\text{sc crítico}}$	Corriente de corto circuito a la máxima temperatura.

Con base a los equipos disponibles en el laboratorio de energías (Paneles solares, inversor, motor, bombillos)

- a) Analice el montaje de la figura 2 y de acuerdo con la ya existente conexión en la universidad, realice mediciones de voltaje de cada string disponible

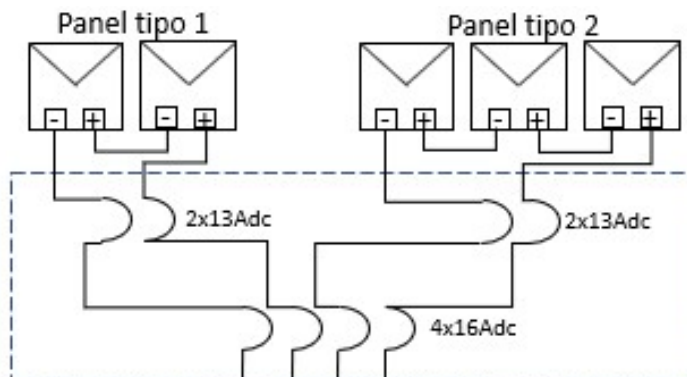


Figura 2. Conexión de paneles existente.

- b) Realice la conexión en serie y en paralelo de los string disponibles y repita las mediciones de voltaje (Tenga en cuenta la figura 3)

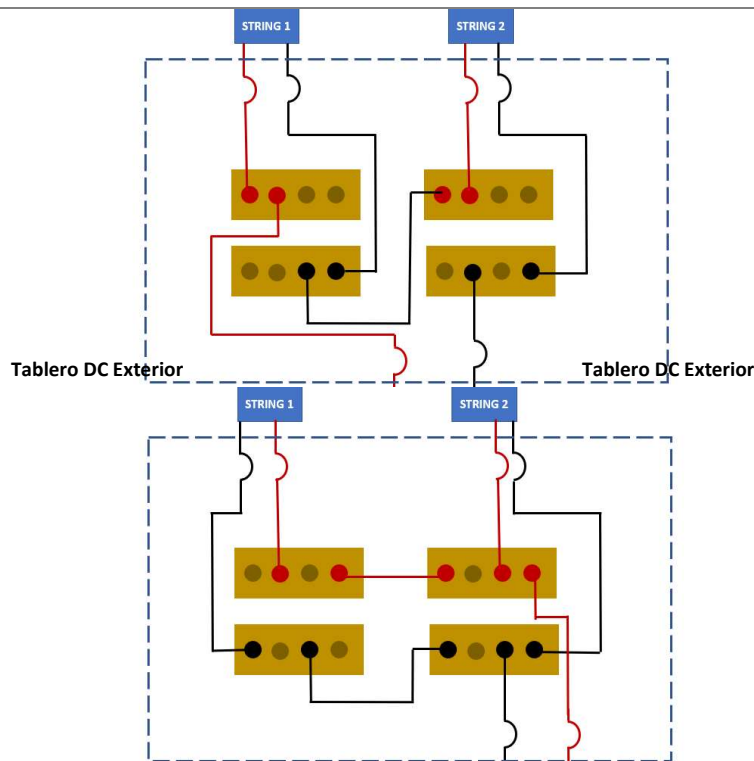


Figura 3. A) conexión en serie b) Conexión en paralelo

- c) Realice el montaje completo del sistema teniendo en cuenta la interconexión a la red y teniendo como cargas un motor y un bombillo.

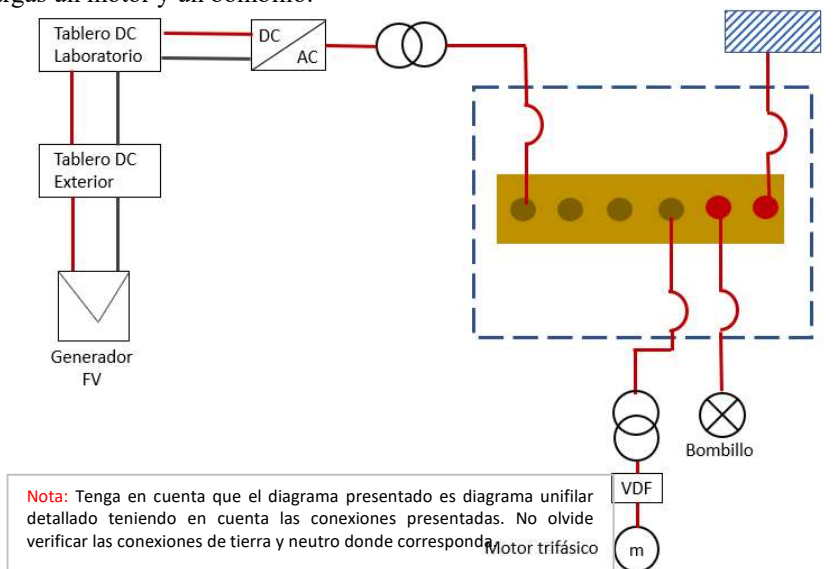


Figura 4. Sistema completo con cargas.

- d) Ponga en funcionamiento el sistema y realice mediciones de corriente en la salida inversor, la red eléctrica y la carga en un momento determinado, luego, apague el motor y deje el bombillo, realice de nuevo las mediciones

Teniendo en cuenta la información anterior, la información ambiental de Bogotá y los materiales suministrados (Datasheet adjuntos) determine:

- e) PR Máximo permitido por el panel solar.
- f) Potencia del generador fotovoltaico.
- g) Correcciones por temperatura.
- h) FDI según el inversor
- i) Cantidad de paneles a utilizar y el número de strings que tendrá su instalación (Justifique su elección).
- j) Conductores eléctricos y protecciones.

PASO II: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

k) ¿Qué sucedería si el inversor a utilizar fuera OFFGRID?

l) ¿Qué sucedería si hay un fallo en la red eléctrica?

PASO III: DISEÑO Y APLICACIONES.

m) Diseñe un sistema que pueda mantener funcionando el generador fotovoltaico interconectado en caso de que falle la red eléctrica.

n) Describa cuidadosamente las características de funcionamiento de cada equipo utilizado

o) Realice el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico de 380kW, teniendo en cuenta la referencia de paneles número 1 y la referencia de inversor número 2 (Datasheet adjuntos)

/

INFORME

1. Elaborar un informe detallado de la práctica realizada, contemplando los siguientes elementos:

- a) Mediciones experimentales con lo solicitado en el Acercamiento Experimental
- b) Resultados experimentales de lo obtenido en el Diseño.
- c) Análisis de Resultados
- d) Conclusiones de la práctica real
- e) Referencias Bibliográficas.

6. Resultados y Discusión

Este capítulo mostrara los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto, fase por fase. De esta forma, en primer lugar, se presentarán los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los empleadores que además permitirá llegar a conclusiones que proporcionaran la información para dar cumplimiento al primer objetivo definiendo las competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energías.

En segundo lugar, se presentarán los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los estudiantes (tanto antes como después de realizar la práctica de laboratorio) permitiendo validar el caso de estudio realizado mediante una comparación de los resultados obtenidos plasmando conclusiones y resultados del trabajo realizado.

6.1. Resultados obtenidos en encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) – Perspectiva del empleador”

6.1.1. Respuestas obtenidas por parte del empleador.

Como se describe en secciones anteriores, se desarrolla un cuestionario que pretende identificar las competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energía solar fotovoltaica desde la perspectiva del empleador.

La encuesta fue realizada a 3 empresas distintas como se observa en la figura 6-1, cada una de ellas con diferente número de empleadores.

The image shows a digital survey form with a purple header. It contains two sections. The first section, 'Nombre de la empresa', lists three companies: Indelux SAS, Colombinvest SAS, and Smart Green Colombia SAS. The second section, 'Numero de empleados actualmente en la empresa', shows three response options: 9, 4, and 1. The number 1 is highlighted with a red border.

Datos del encuestado	
Nombre de la empresa	3 respuestas
Indelux SAS	
Colombinvest SAS	
Smart Green Colombia SAS	
Numero de empleados actualmente en la empresa	3 respuestas
9	
4	
1	

Figura 6-1. Datos de los encuestados

La figura 6-2 muestra el porcentaje de los encuestados que ya ha tenido anteriormente algún contrato con un ingeniero electrónico con el fin de desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica.

¿Usted ha contratado ingenieros electrónicos para desempeñarse en algún proyecto de energía solar fotovoltaica de su empresa?

3 respuestas

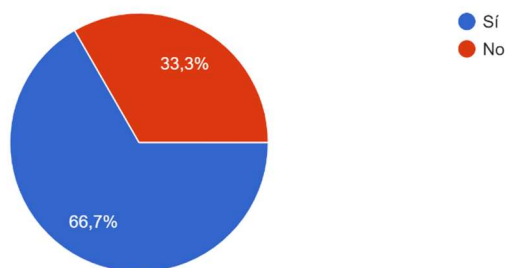


Figura 6-2. Empleadores encuestados que han contratado ingenieros electrónicos para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica

Es posible observar que el 66,7% de los encuestados ha contratado anteriormente ingenieros electrónicos para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, este dato es relevante dado que muestra que en su mayoría no encuentran inconveniente con involucrar a un ingeniero electrónico en estos proyectos.

La figura 6-3 muestra el porcentaje de los encuestados que anteriormente no ha contratado a un ingeniero electrónico para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, pero estaría dispuesto a hacerlo.

¿Usted contrataría recién egresados de Ingeniería Electrónica para desempeñarse en algún proyecto de energía solar fotovoltaica de su empresa?

1 respuesta

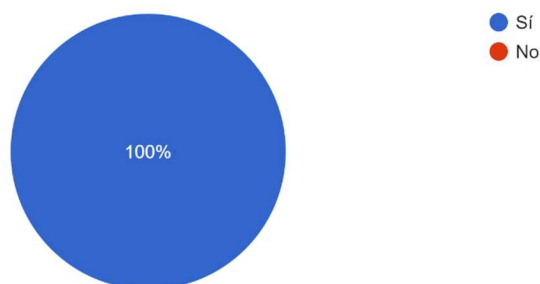


Figura 6-3. Porcentaje de los encuestados que no ha contratado a un ingeniero electrónico para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, pero estaría dispuesto a hacerlo.

Es posible entonces observar en este caso que el empleador estaría dispuesto a contratar un ingeniero electrónico recién egresado para desempeñarse en sus proyectos lo cual presenta una muestra importante reconociendo que puede tener los conocimientos necesarios y/o le será útil en el proyecto.

La figura 6-4 muestra las competencias que los empleadores encuestados consideran necesarias por los ingenieros electrónicos recién egresados para desarrollarse en los proyectos de su empresa.

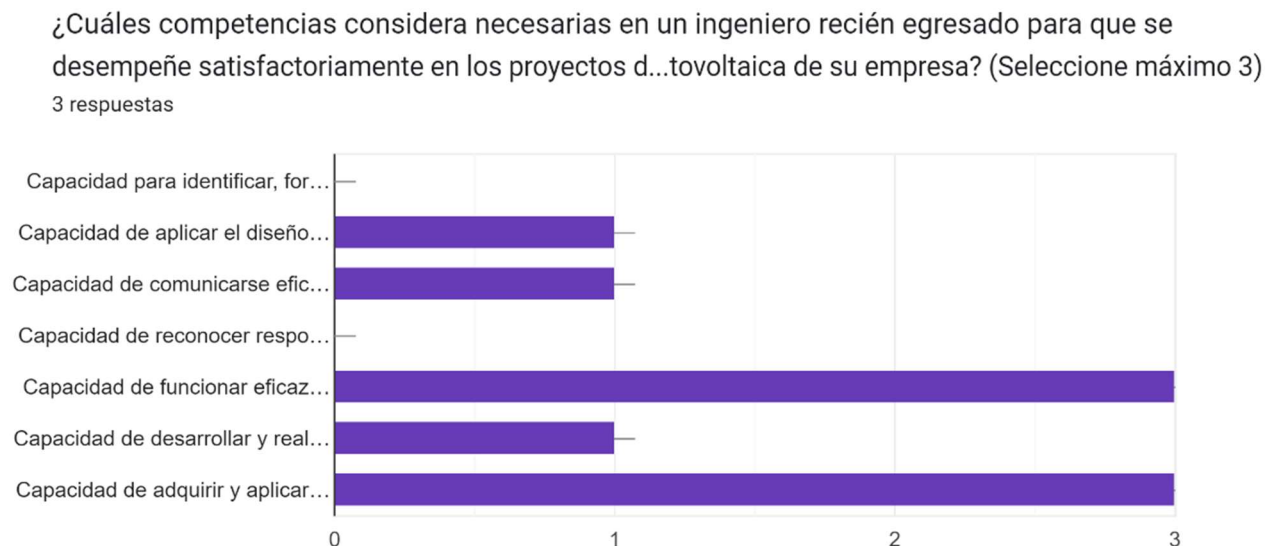


Figura 6-4. Competencias que el encuestado considera necesarias en el recién egresado.

El punto anterior es de vital importancia dado que entre las competencias mejor valoradas por los encuestados se encuentran “Capacidad de funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos brindan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos.” y “Capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas” lo cual permitirá más adelante definir las competencias que serán tenidas en cuenta en el proyecto teniendo en cuenta el liderazgo y la capacidad de aprendizaje.

La figura 6-5 presentara la perspectiva del empleador respecto a las competencias con las que cuenta el recién egresado para desempeñarse en sus proyectos.

¿Considera usted que los ingenieros recién egresados cuentan con las competencias requeridas para trabajar en los proyectos de energía solar fotovoltaica de su empresa?

3 respuestas

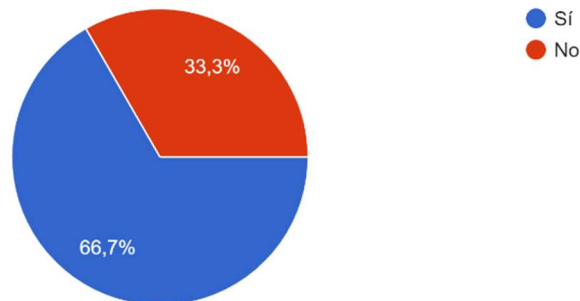


Figura 6-5. Porcentaje de empleadores que consideran que el ingeniero recién egresado cuenta con las competencias requeridas

Uno de los encuestados considera que el recién egresado no cuenta con los conocimientos necesarios para desempeñarse en un proyecto de energía solar fotovoltaica de su empresa lo cual muestra que es importante llevar al recién egresado a adquirir nuevos conocimientos para estos proyectos.

La figura 6-6 presenta el porcentaje de empleadores que considera que el hecho de contratar un recién egresado puede afectar tanto el tiempo como la ejecución de los proyectos en su empresa.

¿Considera usted que la contratación de recién egresados afectaría los tiempos y costos de ejecución de los proyectos de su empresa?

3 respuestas

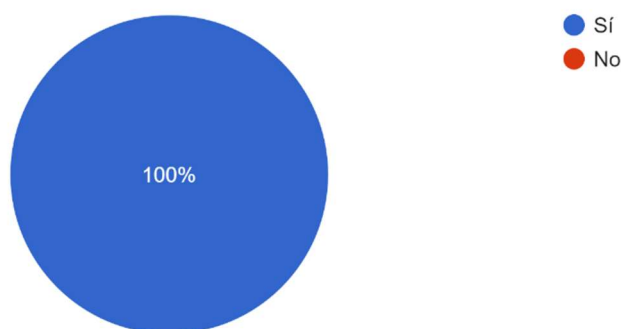


Figura 6-6. Porcentaje de empleadores que considera que la contratación de recién egresado afecta los tiempos y costos de los proyectos

Es importante tener en cuenta que el 100% de los empleadores considera que los tiempos y costos de los proyectos en su empresa se ven afectados, lo cual puede representar una afectación en la contratación del recién egresado y de la productividad de la empresa, esto puede deberse a la falta de experiencia, conocimientos y habilidades en el recién egresado.

Por último, la figura 6-7 presenta al empleador ciertas opciones sobre las estrategias y enfoques que se deben tener en las IES para que los recién egresados NO representen costos agregados a su empresa, adicionalmente, se le da al empleador la opción de añadir respuestas abiertas.

Según su percepción ¿Cuáles deberían ser las estrategias y enfoques empleados por las Instituciones de Educación Superior (IES) para que los recién egresados NO representen costos agregados a su empresa? (Seleccione máximo 3)

3 respuestas

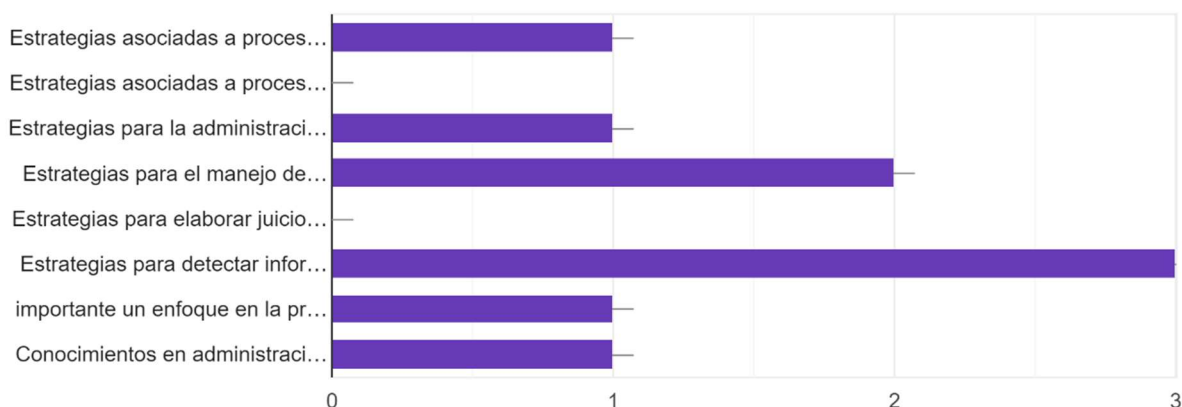


Figura 6-7. Estrategias que el empleador considera que deben ser implementadas por las IES

Estas respuestas permiten determinar que según el empleador las IES deberían implementar “Estrategias para detectar información relevante e irrelevante para la elaboración de un proyecto” y “Estrategias para la administración del tiempo y el aprovechamiento de los recursos tanto físicos como humanos”, entre las opciones añadidas por los empleadores se encuentran “importante un enfoque en la práctica, muchas veces los recién graduados no conocen sino los libros y nunca han visto un proyecto así como funciona” y “Conocimientos en administración de proyectos” lo cual permite concluir que para el empleador es importante que el egresado cuente con un acercamiento a la práctica desde la universidad y tenga los conocimientos previos que le permitan planear y ejecutar un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta también la parte administrativa del proyecto.

6.1.2. Proyecto empresa Indelux

En asociación con la empresa Indelux se realiza un trabajo de campo de abril a junio del año 2020 donde se participa en un proyecto de energía solar fotovoltaica en la ciudad de Bogotá (en su fase de implementación). El proyecto desarrollo de un sistema de energía solar fotovoltaica interconectado a la red, donde se cuenta con 792 paneles con una potencia pico de 445Wp cada uno.

En el trabajo de campo se participa como observadora y como apoyo al equipo de ingenieros que hacen parte del proyecto, se realiza una visita semanal al proyecto, documentando los avances y los imprevistos encontrados en el proceso de implementación. En el proceso se evidencia como experiencia personal la importancia del acercamiento practico a este tipo de proyectos dado que en las primeras visitas realizadas no existía una experiencia previa y había conceptos desconocidos, lo cual no permitía que se presentaran aportes importantes al equipo tratándose de una etapa de aprendizaje más que de práctica profesional.

Esta experiencia permite tener un acercamiento personal a lo que podría ser la implementación de la educación dual y a las competencias que deberían ser tenidas en cuenta para que el recién egresado no represente demoras en los tiempos de ejecución de los proyectos (que además puede representar afectaciones económicas en la empresa).

6.1.3. Competencias requeridas por el egresado de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector energías.

Para la construcción de las competencias que se consideran importantes para que el recién egresado se desempeñe con éxito en proyectos relacionados con el sector energías se tendrá en cuenta la definición de competencias dada por Sergio Tobón:

“Las competencias son procesos generales contextualizados, referidos al desempeño de la persona dentro de una determinada área del desarrollo humano. Son la orientación del desempeño humano hacia la idoneidad en la realización de actividades y resolución de problemas. Se apoyan en los indicadores de logro como una manera de ir estableciendo su formación en etapas” [49].

Adicionalmente para la redacción de dichas competencias se tiene en cuenta la estructura dada por el Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes – SEA de la universidad Santo Tomas [47] donde las competencias deben estar conformadas por elementos como el conocimiento, las habilidades del pensamiento, las habilidades o destrezas y finalmente por actitudes, además todo los espacios académicos deben desarrollar competencias en investigación en correspondencia con el perfil del egresado y están conformadas por un verbo, un objeto y una finalidad.

Teniendo en cuenta esta información y los datos anteriormente obtenidos las competencias a considerar son:

1. Conocer, analizar y detectar la información y los datos que son relevantes para iniciar un proyecto de energía solar fotovoltaica.
2. Establecer las especificaciones técnicas y los requerimientos de un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta un estudio de viabilidad.
3. Planear y liderar un proyecto de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta el costo y el retorno de inversión.
4. Ejecutar la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica de acuerdo con la planeación y al estudio de viabilidad realizado.

6.2. Resultados obtenidos en encuesta “Conocimientos adquiridos por el estudiante de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del estudiante”

La encuesta se realiza con un grupo de estudiantes (10 estudiantes) que en el semestre 2022-2 hacen parte de la electiva “Transición energética” de la facultad de Ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas, de forma que el grupo está conformado por estudiantes de 8 u 9 semestre que han cursado anteriormente asignaturas como “Electrónica de potencia” y “Fuentes de energía renovables”, se tiene en cuenta además que son estudiantes próximos a obtener el grado como ingenieros electrónicos.

De esta forma, la encuesta es realizada en dos momentos. En el primero, el estudiante solo ha tenido un acercamiento a proyectos de energía solar fotovoltaica obtenido en sus anteriores asignaturas o posibles electivas, sin obtener un conocimiento específico de lo requerido en el sector productivo. En segundo lugar, se realiza la encuesta luego de implementar el caso estudio mediante la práctica de laboratorio realizada. Los resultados obtenidos en los dos momentos se muestran a continuación.

6.2.1. Respuestas obtenidas por parte de los estudiantes – Fase 1.

La tabla 6-1 presenta un consolidado de las respuestas obtenidas sobre la información que el estudiante le solicitaría al cliente en la primera fase de elaboración de un proyecto de energía solar fotovoltaica.

Tabla 6-1. Respuestas obtenidas pregunta 1 – Fase 1.

Pregunta 1. Usted es el encargado de llevar a cabo un proyecto de energía solar fotovoltaica ¿Qué información solicitaría a su cliente en la primera fase?

¿Cuánta es la potencia que necesita instalar? ¿Cuál es el presupuesto para el proyecto? ¿En qué espacio se necesita instalar?

KWh que debe producir el proyecto, ubicación, presupuesto y tiempo
Datos de consumo, datos del lugar de instalación, información sobre si es un sistema off-grid u on-grid y si tiene un sistema energético de emergencia
Potencia requerida, si es interconectado o aislado y presupuesto
¿Cuál es el objetivo del proyecto, a que sector está dirigido? ¿Cuál es la capacidad de instalación? ¿Cuál es el consumo energético del proyecto?
Demanda de energía en 3 puntos clave del día, serian mañana (6am), tarde (12 a 1pm) y noche (8 a 9pm). Espacio donde se plantea ubicar los paneles solares (Que lo muestre y otorga medidas). Si es un proyecto fuera de lo estándar, preguntaría por la tensión y corriente que se desea suministrar,
Cantidad de potencia a consumir y presupuesto.
De cuantos Watts se requiere la instalación, que tipo de cargas se manejan y presupuesto.
Lugar donde se coloca la planta, potencia nominal de la planta y algoritmo a emplear.
El voltaje que necesita, el costo que está dispuesto a invertir, el lugar donde quiere instalarlo y la potencia que demanda.

Entre las respuestas obtenidas se encuentra relevante que el 100% de los estudiantes preguntarían por aspectos clave del proyecto como la potencia o datos de consumo, por otro lado, el 60% de ellos en una fase inicial, tendrían en cuenta el presupuesto o costo que está dispuesto a invertir el cliente en el proyecto y un mismo porcentaje de estudiantes tendrían en cuenta la ubicación del proyecto. Se evidencia también que uno de los estudiantes le solicitaría al cliente el algoritmo a emplear para realizar la instalación.

La tabla 6-2 presenta la opinión de los estudiantes sobre si deben consultar la matriz de consumo energético de un lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica y por qué.

Tabla 6-2. Respuestas obtenidas pregunta 2 – Fase 1.

Pregunta 2. ¿Es necesario consultar la matriz de consumo energética del lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica? ¿Por qué?
Si. Porque así se conoce cuál es el tipo de demanda que se tiene y para que se necesita, ejemplo luces, maquinaria, etc.
Si, por que los equipos instalados deben tener la capacidad de consumo a la cual van a esta conectados.
Si, es necesario para dimensionar el diseño para el sistema de generación.
Puede ser necesario para saber a qué sector (Industrial, residencial, etc.) se va a suministrar la energía.
Diría que sí, para conocer cuál es el suministro actual de energía por si llega a ser un sistema fotovoltaico conectado a la red.

Bajo mi concepto si, más que todo para conocer el modo en el que opera el lugar y así tener en cuenta un conjunto de posibles recomendaciones que se podrían aplicar para optimizar el proyecto y la cantidad de recursos que este consumiría.
Es necesario porque de ese modo se dimensionan la cantidad de paneles necesarios y el tipo de equipos.
Si, ya que teniendo en cuenta esto se dimensiona el sistema y se realiza el diseño de este.
Para determinar que carga (activa o reactiva) prima más para saber que será la que más consumo podría generar y como sopesar perdidas y demás.
Si, por que con base a esa información se busca el mejor material posible el cual me permita suplir el consumo requerido.

En el caso de la segunda pregunta, es posible observa que el 100% de los estudiantes consideran necesario consultar la matriz de consumo energético del lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica, a pesar de esto, es importante destacar que el 30% de los estudiantes consideran que es importante tenerlo en cuenta para conocer el tipo de demanda o sector en el que se instalara, el 60% de los estudiante lo consideran importante para realizar el diseño del sistema y uno de los estudiantes lo tendría en cuenta solo en caso de que se trate un sistema fotovoltaico interconectado a la red.

La tabla 6-3 presenta los limites prácticos que el estudiante considera debe tener en cuenta al momento de elegir un inversor para un sistema fotovoltaico.

Tabla 6-3. Respuestas obtenidas pregunta 3 – Fase 1.

Pregunta 3. ¿Qué limites prácticos debe considerar al momento de elegir un inversor para un sistema fotovoltaico?
Las características del inversor con respecto a la potencia a instalar con los PV.
Capacidad energética.
Potencia máxima.
La potencia en kVA, la potencia en W y tensión de alimentación.
Eficiencia del inversor.
Su potencia, sincronismo (si tiene o no), tensión a la que operara en su entrada, que tensión AC brindara a la salida y corriente nominal.
Potencia, tipo de onda que entrega.
La sincronización con la red, su máximo punto de potencia MPPT y los niveles de voltaje y corriente que soportará.
La corriente de salida, la dimensión del inversor, eficiencia del inversor y voltaje de entrada.
La corriente máxima permitida, el voltaje, la potencia y la eficiencia.

En las respuestas obtenidas anteriormente es posible observar que el 50% de los estudiantes coincide en su respuesta mencionando que tendría en cuenta aspectos de potencia y voltaje, a pesar de esto, se evidencia que no existe una respuesta que represente un real conocimiento de los límites prácticos que deberían tener en cuenta.

La tabla 6-4 muestra los elementos que los estudiantes consideran que debe tener un punto de conexión para un sistema fotovoltaico interconectado a la red.

Tabla 6-4. Respuestas obtenidas pregunta 4 – Fase 1.

Pregunta 4. ¿Qué elementos debe tener un punto de conexión para un sistema fotovoltaico interconectado a la red?
Un inversor ongrid para que la energía que entrega el panel se pueda sincronizar con la red y así entregarlo sin problemas.
Paneles y control
Etapas de inversión, etapa de sincronización.
Que tenga sincronismo con la red.
Deberá contar con un inversor, convertidor elevador y reductor.
Un sistema de control que pueda distribuir red a la cantidad de participación del panel con base a la demanda energética. Inversor y protecciones adecuadas.
Respuesta en blanco.
Inversor, PLL, MPPT.
Frecuencia, tensión, forma de onda, sincronización sistema existente.
Una referencia a tierra.

Aunque el 60% de los estudiantes hace referencia a la importancia de un inversor, solo el 40% (3 de 11) hace referencia a la sincronización con la red o a un inversor on-grid, por otro lado, se observa que uno (10%) de los estudiantes no conoce la respuesta.

La tabla 6-5 muestra la definición dada para “Combiner Box” por parte de los estudiantes.

Tabla 6-5. Respuestas obtenidas pregunta 5 – Fase 1.

Pregunta 5. Defina una CombinerBox.
No se.
Respuesta en blanco.
No conozco el dispositivo.
En sistemas fotovoltaicos se usa para unir paneles o varios paneles en serie para poder hacer un bus que conecte al inversor.

No conozco el elemento.
Opera / Ayuda al manejo del inversor.
Respuesta en blanco.
No lo se.
No se.
No se.

El 80% de los estudiantes no da respuesta a la definición de una combiner box, el otro 20% da una respuesta, pero solo uno de ellos tiene claro que hace referencia la conexión de strings hacia el inversor. Esto representa un punto clave en el conocimiento que tienen los estudiantes sobre un proyecto real de energía solar fotovoltaica.

La tabla 6-6 presenta los aspectos que los estudiantes tendrían en cuenta al escoger un MPPT (cuando ya se tiene escogido un inversor) en un sistema fotovoltaico interconectado.

Tabla 6-6. Respuestas obtenidas pregunta 6 – Fase 1.

Pregunta 6. Teniendo un sistema fotovoltaico interconectado ¿Qué debe tener en cuenta al momento de escoger el MPPT teniendo seleccionado el inversor?
Ni idea.
Respuesta en blanco.
No tengo conocimiento de ello.
Que sea la misma transformación en volts (ej. 12V a 110V), la potencia en W.
No conozco.
Distribución del tiempo de picos de corriente y tensión por parte de los diodos.
Se debe tener en cuenta la potencia del inversor para así mismo garantizar el mismo valor entregado por los paneles.
Los niveles de voltaje y corriente, no lo se.
Los diferentes algoritmos, perturba y observar, por ejemplo, con tensión y corriente, otros algoritmos usan control de la caída, se escoge de acuerdo con la forma más apropiada de control.
La potencia.

El 50% de los estudiantes manifiestan no saber qué aspectos deben tener en cuenta al momento de escoger el MPPT, lo cual presenta una muestra importante al ser cerca de la mitad de la muestra y al ser el MPPT un elemento importante en la implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red. Por otro lado, el

20% de los estudiantes tendría en cuenta la potencia, mientras el 10% (1 de 11) tendría en cuenta tanto potencia como el voltaje.

La tabla 6-7 muestra la cantidad de interruptores que el estudiante considera que debería tener en cuenta para proteger los cables de un arreglo de paneles del cual sale un polo positivo y uno negativo.

Tabla 6-7. Respuestas obtenidas pregunta 7 – Fase 1.

Pregunta 7. Partiendo de un arreglo de paneles del cual sale un polo positivo y un polo negativo ¿Cuántos interruptores debería utilizar para proteger los cables?
Dos.
Uno de protección en la salida de los paneles y uno al inicio del sistema interconectado.
Dos.
Respuesta en blanco.
Asumo dos interruptores de protección.
Dos.
Se deben tener mínimo dos interruptores.
Creería que uno.
Un interruptor por cada cable, dando prioridad al positivo y no a la referencia.
Dos.

En este caso, el 80% de los estudiantes considera que son necesarias dos protecciones donde uno de ellos asegura que debe ser el valor mínimo de protecciones que se debe tener, por otro lado, el 10% de ellos considera que solo es necesario un interruptor.

La tabla 6-8 presenta la definición para “string” dada por los estudiantes.

Tabla 6-8. Respuestas obtenidas pregunta 8 – Fase 1.

Pregunta 8. ¿Qué es un string en el contexto de sistemas fotovoltaicos?
No se.
Respuesta en blanco.
No tengo conocimiento de ello.
Paneles en serie.
No se.
Arreglo (tipo) de paneles solares con base a una propiedad eléctrica prioritaria (voltaje o corriente)

Respuesta en blanco.
Creo que es una conexión de paneles en serie.
Cadena de paneles solares.
No se.

El 60% de los estudiantes desconoce la definición de un “string” en el contexto de sistemas fotovoltaicos, presentando una muestra importante dado que el concepto es básico e importante para un proyecto de energía solar fotovoltaica. Por otro lado, aunque el 40% presentan una respuesta, dos de ellos aseguran que solo hace referencia conexión de paneles en serie.

La tabla 6-9 presenta el argumento de los estudiantes a un escenario dado, donde se le pregunta si teniendo un sistema con baterías, pueden usar el mismo inversor para un sistema que ahora es interconectado a la red.

Tabla 6-9. Respuestas obtenidas pregunta 9 – Fase 1.

Pregunta 9. Va a instalar un sistema fotovoltaico con baterías de 100kWp para lo cual se dimensiona y se realiza la compra de los equipos, incluyendo el inversor. Acto seguido un estudio técnico concluye que el sistema ahora va sin baterías ¿Puede utilizar el mismo inversor? Argumente su respuesta.
Si el inversor va a funcionar para cargas DC podría funcionar.
Respuesta en blanco.
No tengo conocimiento de ello.
Respuesta en blanco.
Si, el inversor.
No se.
Si es posible, el inversor será de mayor capacidad sin embargo es posible utilizarlo.
Creería que sí.
Probablemente no porque es muy probable que el inversor no sea capaz de diferenciar si la entrada es tensión constante (baterías) o si varia (panel solar).
No se.

En ese caso, el 50% de los estudiantes desconocen la respuesta y aunque el otro 40% asegura poder usar el mismo inversor para los dos casos, dos de ellos no presentan un argumento a su postura, solo el 10% considera que no sería posible hacer uso del mismo inversor.

La tabla 6-10 presenta la opinión del estudiante respecto a si el sistema fotovoltaico en una carga industrial puede representar afectaciones por consumo de potencia.

Tabla 6-10. Respuestas obtenidas pregunta 10 – Fase 1.

Pregunta 10. ¿El colocar un sistema fotovoltaico en una carga industrial representa afectaciones por consumo de potencia reactiva? ¿Por qué?
Si.
Respuesta en blanco.
No tengo conocimiento de ello.
Respuesta en blanco.
No se.
No se.
No, porque el sistema fotovoltaico entrega únicamente la potencia activa.
Si, ya que el sistema fotovoltaico inyecta potencia activa al sistema, afectando el factor de potencia,
El inversor considera la potencia aparente y su función no es corregir el FP por lo que no controla si la carga es puramente reactiva.
No se.

Por último, en la primera fase, el 60% de los estudiantes no tiene conocimiento sobre las afectaciones del sistema fotovoltaico en una carga industrial por consumo de potencia reactiva, por otro lado, el 30% considera que si se tiene afectaciones, aunque uno de los estudiantes no argumenta su respuesta lo cual evidencia un posible desconocimiento de ello.

6.2.2. Respuestas obtenidas por parte de los estudiantes – Fase 2.

La tabla 6-11 presenta un consolidado de las respuestas obtenidas sobre la información que el estudiante le solicitaría al cliente en la primera fase de elaboración de un proyecto de energía solar fotovoltaica luego de tener el acercamiento experimental y de realizar la práctica de laboratorio propuesta.

Tabla 6-11. Respuestas obtenidas pregunta 1 – Fase 2.

Pregunta 1. Usted es el encargado de llevar a cabo un proyecto de energía solar fotovoltaica ¿Qué información solicitaría a su cliente en la primera fase?
Le solicitaría la tensión que requiera el cliente, la potencia e igualmente con la corriente.
Si el sistema es interconectado o aislado, la potencia requerida y el área de instalación.
Espacio disponible para los paneles fotovoltaicos, consumo energético diario, potencia que piensa cubrir inicialmente con los paneles fotovoltaicos y presupuesto base.
Consumo promedio, capacidad requerida, temperatura promedio del lugar.

Área de instalación disponible, capacidad de kw/h necesaria, si es interconectado o aislado.
El consumo diario del lugar, la ciudad de implementación, el presupuesto y el área disponible para la instalación.
Área donde se realizará la ubicación de los paneles y capacidad de los paneles en kW
¿En qué área se ubicarán los paneles? ¿Cuáles son los históricos de potencia que se va a suplir? ¿Va a contar con almacenamiento?
Consumo energético que desea cubrir y área disponible para instalación.
Consumo de los últimos meses, área disponible para la instalación e información de temperatura.

Luego de realizar la práctica de laboratorio propuesta el 100% de los estudiantes considera relevante conocer aspectos sobre la potencia y el consumo energético del lugar donde se implementará el proyecto, el 30% de los estudiantes tendía en cuenta si el cliente desea una instalación interconectada o aislada en una fase inicial del proyecto y el 80% considera relevante el área de ubicación del proyecto. Las respuestas obtenidas evidencian que el estudiante luego de la práctica de laboratorio reconoce que el lugar de instalación es importante dado que en la practica la parte experimental hace un énfasis en conocer la temperatura del lugar y la cantidad de paneles o string que serán necesarios (lo cual se puede ver afectado por el área disponible), adicionalmente la practica en su acercamiento experimental lleva al estudiante a tener en cuenta las primeras fases del proyecto partiendo desde la potencia y el consumo.

La tabla 6-12 presenta la opinión de los estudiantes sobre si deben consultar la matriz de consumo energético de un lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica y por qué luego de los conocimientos obtenidos en la realización de la práctica de laboratorio propuesta.

Tabla 6-12. Respuestas obtenidas pregunta 2 – Fase 2.

Pregunta 2. ¿Es necesario consultar la matriz de consumo energética del lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica? ¿Por qué?
Si, es necesario ya que permite saber cómo se distribuye la energía actualmente en ese lugar y como la energía solar fotovoltaica entraría en la demanda de dicha matriz.
Si la intención del proyecto es reemplazar una de las fuentes convencionales de energía para el consumo de un sector en específico, es decir que el proyecto cubra esa demanda, entonces si es necesario realizar la observación.
No es 100% necesario, ya que solo con base al consumo energético diario y la potencia que desea cubrir el cliente basta para el proyecto. Ahora, si se desea agregar un sistema para la eficiencia energética, si sería necesaria esta matriz.
Si es necesario para conocer el límite de capacidad.

Si es necesario debido a que hay que evaluar si el proyecto es viable, ejemplo de esto es si se va a instalar reemplazando combustibles fósiles es viable, pero si es para un sistema hidroeléctrico posiblemente no lo sea, así se evalúa con todas las fuentes, además es necesario consultarla también cuando se desea reemplazar una fuente completamente.

Si, con el fin de estimar el nivel de potencia requerida en la instalación.

Si, para determinar la viabilidad del proyecto.

Si, para saber la cantidad de paneles que se necesitan y su potencia.

Puede ser necesario conocer las fuentes de energía presentes con el fin de respaldar o sustituir.

Si es necesaria para conocer los agentes que tiene actualmente la región por cuestiones como la transición de energías limpias como reemplazo de fuentes fósiles en regiones aisladas.

En el caso de la segunda pregunta, es posible observar que el 100% de los estudiantes después de la práctica de laboratorio sigue considerando necesario consultar la matriz de consumo energético del lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica, pero en este caso el 10% de ellos no lo considera necesario en todos los casos. Es importante evidenciar que luego de realizar la práctica de laboratorio los estudiantes presentan un cambio en la razón por la cual es necesaria la matriz de consumo, donde en este caso el 50% la consideran importante para conocer las fuentes de energía que se encuentran en el sistema y como se distribuye la energía en el consumo.

La tabla 6-13 presenta los límites prácticos que el estudiante considera debe tener en cuenta al momento de elegir un inversor para un sistema fotovoltaico luego de realizar la práctica de laboratorio propuesta.

Tabla 6-13. Respuestas obtenidas pregunta 3 – Fase 2.

Pregunta 3. ¿Qué límites prácticos debe considerar al momento de elegir un inversor para un sistema fotovoltaico?

Se considera la corriente de entrada, la potencia requerida y si es OnGrid o OffGrid

Entradas del inversor, potencia del inversor y tensión del inversor.

Tensión máxima (DC) para arranque, tensión de entrada máxima de todo el sistema (DC), corriente por entrada de inversor permitida, potencia de salida del inversor.

La potencia y tipo de sincronización

Es necesario conocer la cantidad de entradas de este, también saber si tiene el MPPT integrado directamente o no, la corriente de activación y el voltaje, la corriente máxima y mínima para el funcionamiento.

Que este sea capaz de soportar lo entregado por los paneles y tenga MPPT.

Cantidad de strings que puede usar el inversor, la corriente y tensión máxima por string, la potencia máxima del inversor y si tiene MPPT.
Si es On-grid u Off-grid, la potencia de cada uno de los strings.
Conocer si el sistema está conectado a la red, voltaje y corriente máximas, voltaje de arranque, numero de strings y potencia nominal
Si es interconectado o no y potencia máxima del sistema.

En comparación con las respuestas obtenidas en la fase 1 donde los estudiantes no coincidían en su respuesta, en este caso se observa que luego de realizar la práctica de laboratorio un 50% de los estudiantes considera que para la elección del inversor debe considerar si este es on-grid u off-grid (si esta interconectado), un 30% considera importante conocer si el inversor tiene MPPT, un 40% considera importante conocer la cantidad de entradas (strings) que permite conectar el inversor. De esta forma, las respuestas obtenidas permiten evidenciar que la práctica de laboratorio permitió a los estudiantes tener una claridad sobre los aspectos que deben tener en cuenta, ya que en una primera fase no se consideraba la importancia del MPPT y las diferencias que podría tener el sistema si es interconectado o no lo es, además ahora el estudiante considera importante la cantidad de strings que puede tener su sistema y la relevancia que esto tendrá en la elección del inversor.

La tabla 6-14 muestra los elementos que los estudiantes consideran que debe tener un punto de conexión para un sistema fotovoltaico interconectado a la red luego de realizar la práctica de laboratorio propuesta.

Tabla 6-14. Respuestas obtenidas pregunta 4 – Fase 2.

Pregunta 4. ¿Qué elementos debe tener un punto de conexión para un sistema fotovoltaico interconectado a la red?
Paneles, inversor, MPPT, breaker.
Paneles, combiner box, inversor.
Los paneles solares, cableado, protecciones (fusibles, breakers), combiner box, DPS, inversor.
Inversor, protecciones, transformador y barrajes de conexión
Es necesario que se encuentre sincronizado a la red, que tenga un sistema físico.
Panel solar, inversor con sincronización a la red y MPPT, protecciones, combiner box.
Sintonización con la red, protección, conexión física.
Un inversor ongrid, barraje, cable, breakers.
Fusibles, breaker, barrajes, conectores.
Circuito MPPT, inversor, protección.

En este caso, en comparación con las respuestas obtenidas en la fase 1, todos los estudiantes conocen la respuesta y el 100% de ellos hacen referencia a las protecciones de las conexiones, donde se tiene en cuenta además en el 30% de los casos la mención de las “combiner box” termino que anteriormente la mayoría de los estudiantes desconocía. Adicionalmente, en la primera fase ninguno de ellos había hecho referencia a la importancia de las protecciones y los breakers en la implementación del proyecto.

La tabla 6-15 muestra la definición dada para “Combiner Box” por parte de los estudiantes luego de la realización de la práctica de laboratorio propuesta.

Tabla 6-15. Respuestas obtenidas pregunta 5 – Fase 2.

Pregunta 5. Defina una CombinerBox.
Es un conjunto de paneles solares formado por strings que facilita la energía suministrada al inversor
Es un componente que permite conectar los string hacia los breakers.
Dispositivo electrónico que busca poder acoplar por medio de nodos la cantidad necesaria de strings de paneles solares en paralelo. Este dispositivo busca proteger la conexión entre paneles.
Es un arreglo de paneles conectado en serie y paralelo que depende de su distribución entrega voltaje o corriente.
Es una caja en la cual se conectan varios arreglos (strings) de paneles para aprovechar las entradas del inversor.
Es una caja en la cual se tiene de manera ordenada cierto número de strings (paneles en serie) según lo soportado y se protege el sistema fotovoltaico.
Se refiere al arreglo de breakers que poseen los string individualmente y una vez se realizan las conexiones en paralelo según corresponda.
Es la conexión de un conjunto de strings para reducir su cantidad y facilitar la conexión con el inversor.
Es un sistema que permite la unión de distintos strings para la correcta alimentación del sistema.
Sistema que permite conectar un arreglo de paneles con el objetivo de manipular y limitar voltaje, corriente y número de salidas.

En la primera fase el 80% de los estudiantes no había dado respuesta a la definición de una combiner box, en la segunda fase el 100% de los estudiantes da una respuesta y además su definición hace referencia la conexión de strings hacia el inversor, lo cual evidencia que el estudiante a partir de la práctica de laboratorio y de la manipulación de las combiner box en el acercamiento experimental pudo conocer su funcionamiento.

La tabla 6-16 presenta los aspectos que los estudiantes tendrían en cuenta al escoger un MPPT (cuando ya se tiene escogido un inversor) en un sistema fotovoltaico interconectado luego de realizar la práctica de laboratorio propuesta.

Tabla 6-16. Respuestas obtenidas pregunta 6 – Fase 1.

Pregunta 6. Teniendo un sistema fotovoltaico interconectado ¿Qué debe tener en cuenta al momento de escoger el MPPT teniendo seleccionado el inversor?
Se considera la potencia.
Tensión, intensidad máxima del barraje, potencia total.
Su tensión de arranque ya que depende de como se organicen los strings de paneles. A su vez, el tiempo que se demora en hacer sincronismo en sistemas On-Grid.
Se debe tener en cuenta el voltaje de arranque del inversor para que funcione el sistema.
Si el sistema es off-grid o on-grid.
Respuesta en blanco.
Si es grid-off o grid-on
Al ser un sistema interconectado se utiliza un inversor ongrid que ya tiene MPPT.
Respuesta en blanco.
Al ser un sistema interconectado, el sistema cuenta con MPPT de forma interna.

En la primera fase 50% de los estudiantes manifestaron no saber qué aspectos deben tener en cuenta al momento de escoger el MPPT, en este caso, el 20% de ellos no da una respuesta, presentando una diferencia del 30%. Por otro lado, un 20% menciona que el inversor del sistema interconectado ya tiene integrado un MPPT (dadas las características del inversor utilizado en la práctica de laboratorio).

La tabla 6-17 muestra la cantidad de interruptores que el estudiante considera que debería tener en cuenta para proteger los cables de un arreglo de paneles del cual sale un polo positivo y uno negativo.

Tabla 6-17. Respuestas obtenidas pregunta 7 – Fase 2.

Pregunta 7. Partiendo de un arreglo de paneles del cual sale un polo positivo y un polo negativo ¿Cuántos interruptores debería utilizar para proteger los cables?
Uno.
Dos interruptores.
Se debe utilizar uno por conexión en paralelo de strings, pero teniendo en cuenta que a la salida de hace una división de cableado conveniente a la “n” entradas que se piensen usar para el inversor.
Dos interruptores.
Para este caso, solamente con un interruptor se puede realizar la protección de los cables.

Dos interruptores por cada string.
Un interruptor monopolo por cada string y un interruptor dipolo para las conexiones paralelo.
Se debe utilizar una para el polo positivo y antes del inversor para polo positivo y negativo.
Uno en el polo positivo.
Principalmente uno para el polo positivo.

En este caso, el 60% de los estudiantes considera que es suficiente con una protección, en comparación con el 80% que en la primera fase consideraba que eran necesarias dos protecciones, lo cual evidencia que después de realizar la práctica de laboratorio el estudiante conoce que es suficiente con la protección en el polo positivo.

La tabla 6-18 presenta la definición para “string” dada por los estudiantes luego de la elaboración de la práctica de laboratorio.

Tabla 6-18. Respuestas obtenidas pregunta 8 – Fase 2.

Pregunta 8. ¿Qué es un string en el contexto de sistemas fotovoltaicos?
Conjunto de arreglo de paneles en serie.
Es un arreglo de paneles conectados en serie o en paralelo.
Es un arreglo de paneles en serie.
Es un arreglo de paneles conectados en serie.
Un string es un arreglo de paneles conectados en serie.
La conexión en serie de paneles solares.
Es un arreglo de paneles que están en serie.
Es la conexión en serie de un conjunto de paneles.
La unión de varios paneles solares conectados en serie.
Punto de conexión entre arreglo de paneles e inversor.

En la primera fase se evidencio que 60% de los estudiantes desconocía la definición de un “string” en el contexto de sistemas fotovoltaicos, en el caso de la fase dos el 100% de los estudiantes presenta una definición, aunque solo el 80% de ellos presenta una definición correcta.

La tabla 6-19 presenta el argumento de los estudiantes a un escenario dado, donde se le pregunta si teniendo un sistema con baterías, pueden usar el mismo inversor para un sistema que ahora es interconectado a la red.

Tabla 6-19. Respuestas obtenidas pregunta 9 – Fase 2.

Pregunta 9. Va a instalar un sistema fotovoltaico con baterías de 100kWp para lo cual se dimensiona y se realiza la compra de los equipos, incluyendo el inversor. Acto seguido un estudio técnico concluye que el sistema ahora va sin baterías ¿Puede utilizar el mismo inversor? Argumente su respuesta.
No se puede utilizar debido a que los que se compraron inicialmente son para sistemas que no van a la red eléctrica y estos inversores no tienen las mismas características.
Respuesta en blanco.
No puedo utilizarlo, pero hay una condición muy específica. Si el sistema pasa de ser OFF a ON Grid es necesario realizar un cambio de inversor.
No ya que no está diseñado para un sistema On grid.
Si el inversor no tiene MPPT no es posible utilizarlo.
No debido a que no cuenta con las características de sincronismo a la red.
No porque el inversor no hace MPPT.
No, ya que un inversor offgrid no cuenta con las mismas características de un inversor ongrid.
Si puede utilizar el mismo inversor si el sistema no utiliza la red eléctrica como reemplazo a las baterías.
Usualmente un sistema sin baterías está conectado a la red lo cual requiere un inversor distinto.

En ese caso, en la primera fase la mitad de los estudiantes (50%) desconocía la respuesta, en este caso, el 90% de los estudiantes proporciona una respuesta, presentando una diferencia del 40%. Por otro lado, los estudiantes que proporcionaron una respuesta en la primera fase mencionaban que era posible utilizar el mismo inversor, ahora, luego de realizar la práctica de laboratorio, los estudiantes en este caso argumentan que no es posible usar el mismo inversor. Esto muestra que la práctica de laboratorio permitió al estudiante hacer un análisis de la diferencia que puede hacer un inversor On-Grid respecto a uno Off-Grid en un proyecto de energía solar fotovoltaica.

La tabla 6-20 presenta la opinión del estudiante respecto a si el sistema fotovoltaico en una carga industrial puede representar afectaciones por consumo de potencia luego de realizar la práctica de laboratorio.

Tabla 6-20. Respuestas obtenidas pregunta 10 – Fase 2.

Pregunta 10. ¿El colocar un sistema fotovoltaico en una carga industrial representa afectaciones por consumo de potencia reactiva? ¿Por qué?
No representa afectaciones.
Respuesta en blanco.

Las protecciones de sistemas electrónicos como el inversor usan o necesitan de elementos reactivos para operar como las bobinas. Con el hecho de ser conectado inmediatamente a una red se generan desfases entre señales AC de corriente y tensión, las cuales afectan el diagrama de potencias haciendo que el factor de potencia del sistema varíe.
Si afecta ya que el sistema fotovoltaico aumenta la relación entre la potencia activa y reactiva.
Respuesta en blanco.
El sistema fotovoltaico introduce potencia activa a la red por ende afecta el sistema en su operación.
Si por el inversor asociado al sistema y la carga de este solicita potencia reactiva.
No se.
Respuesta en blanco.
Respuesta en blanco.

En el caso del último análisis, para la primera fase el 60% de los estudiantes desconocía si existía alguna afectación, luego de la práctica de laboratorio el 40% de ellos asegura que existe una afectación, el 10% asegura que no la hay y el 50% de los estudiantes desconoce la respuesta.

Luego de obtener los resultados y de un análisis de las respuestas obtenidas es importante mencionar que aunque el estudiante adquirió nuevas herramientas, justifica sus respuestas y adquirió un importante conocimiento práctico de las conexiones de sistemas fotovoltaicos interconectados, se evidenció que no presentaban un conocimiento previo conciso y que una sola práctica o un solo espacio de acercamiento no es suficiente para que el estudiante adquiriera los conocimientos necesarios para un desempeño profesional exitoso. Sería entonces importante que la facultad de Ingeniería electrónica genere nuevas estrategias que permitan al estudiante próximo a graduarse adquirir las competencias que se consolidan en este documento.

7. Conclusiones y Trabajos futuros

Teniendo en cuenta las competencias según ABET, el Sistema Interinstitucional de Evaluación de Aprendizajes - SEA de la Universidad Santo Tomas, una encuesta realizada a 3 empresas y una trabajo de campo llevado a cabo con la empresa Indelux, se determinaron 4 competencias presentadas en la sección 6.3.1, se encuentra que estas competencias son necesarias en el egresado de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica, donde se considera importante que el estudiante tenga un acercamiento practico a lo que podría ser un proyecto de energía solar fotovoltaica y además adquiera herramientas que le permitan desenvolverse en este campo sin representar costos agregados para la empresa o demoras en la ejecución de los proyectos. Se encuentra entonces, que además de fomentar un acercamiento practico a este tipo de proyectos, el estudiante en el proceso practico debe también adquirir la capacidad de determinar la información que es relevante para la ejecución de un proyecto. Las competencias que se determinan en el presente proyecto van de la mano con las competencias determinadas por ACOFI y por ABET teniendo en cuenta la estructura determinada por él SEA.

Es importante tener en cuenta el aporte que podría generar la educación dual posibilitando al estudiante desarrollar conocimientos y competencias en las organizaciones y vincular de forma temprana y simultánea la teoría y la práctica educativa para así fortalecer el desarrollo integral de sus capacidades y fortaleciendo también la alianza Universidad-Empresa dentro de las Instituciones de Educación Superior.

El trabajo realizado permitió llevar a cabo un caso de estudio haciendo un análisis cualitativo del conocimiento actual que un estudiante de 8 u 9 semestre de la facultad de ingeniería electrónica en la Universidad Santo Tomas puede tener sobre aspectos importantes en el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica. Esta información se realizó por medio de encuestas que permitieron un acercamiento general a las competencias desarrolladas afianzadas actualmente por el estudiante, la información obtenida ayudo a justificar el proyecto ya que la encuesta realizada en una primera fase permite observar que, aunque el estudiante se encuentra cerca de ser un egresado de la facultad aún desconoce conceptos importantes, no cuenta con las competencias requeridas y además, no ha tenido un acercamiento practico que le permita adquirir dichas competencias desde la experiencia.

Con base a las competencias determinadas en el presente documento, se genera una guía de laboratorio teórico-practica que presenta al estudiante un escenario educativo en apoyo con los materiales que se tienen actualmente en el laboratorio de energías de la Universidad Santo Tomas. Representando así una herramienta para que el estudiante adquiera competencias sobre la energía solar fotovoltaica interconectada y, además, realice un ejercicio de análisis sobre los diferentes escenarios que pueden presentarse en un proyecto real.

La guía de laboratorio fue implementada en un espacio académico de últimos semestres del programa de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas permitiendo al estudiante a través de la practica realizar el diseño de un sistema fotovoltaico interconectado a la red según ciertas especificaciones y además identificar la solución a problemáticas que se pueden dar en el desarrollo real de un proyecto fotovoltaico interconectado.

Finalmente, se realizó un último estudio cualitativo, por medio del diligenciamiento de un cuestionario por parte de los estudiantes luego de llevar a cabo la práctica de laboratorio, los resultados obtenidos permitieron evidenciar que por medio de la realización de la práctica de laboratorio el estudiante tuvo un acercamiento practico a un proyecto de energía solar fotovoltaica interconectada y esto le permitió adquirir herramientas tanto conceptuales como prácticas que le permitirán en un futuro desenvolverse más fácilmente en estos proyectos. A pesar de esto, se evidencio también que por medio de una sola practica de laboratorio el estudiante no adquiere todos los conocimientos necesarios y que, además, es necesario que el estudiante pueda tener experiencia en las condiciones adversas que podrían presentarse en un proyecto de energía solar fotovoltaica.

Se espera entonces, que con base a lo obtenido en la investigación realizada y la guía de laboratorio propuesta se dé continuidad al proyecto así:

Respecto a la investigación realizada con los empleadores, se sigan haciendo investigaciones en otros temas relacionados con el pregrado de Ingeniería electrónica que permitan replantear las competencias que le permitan al egresado desempeñarse en el sector industrial teniendo en cuenta la opinión, la experiencia y la perspectiva del empleador y además incursionar en futuras alianzas que permitan la educación dual del estudiante.

Por otro lado, respecto al caso de estudio realizado se espera que se desarrollen más guías prácticas de laboratorio que permitan al estudiante adquirir y afianzar las competencias que le permitan desempeñarse en proyectos de energía solar fotovoltaica. Se propone, además, la creación de un sistema de uso dentro de la facultad que permita el dimensionamiento de un proyecto de energía solar fotovoltaica interconectado, con el fin de reducir los tiempos de cálculo y la comprobación de los conceptos teóricos.

8. Anexos

8.1. Encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”

Sección 1 de 5

Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador

El siguiente formulario pretende definir las competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energía solar fotovoltaica desde la perspectiva del empleador.

De antemano agradecemos el tiempo tomado en el diligenciamiento de la encuesta. Sus respuestas serán utilizadas en el desarrollo del proyecto de investigación "Construcción de caso estudio como herramienta de formación profesional para la gestión de proyectos con energía solar fotovoltaica"

Tratamiento de datos
Los datos suministrados podrán ser empleados por la Universidad Santo Tomas y la Facultad de Ingeniería Electrónica, lo cual comprende la recopilación, el almacenamiento, copia, entrega, actualización, utilización, ordenamiento, clasificación, transferencia, corrección, verificación y uso para fines estadísticos, de los datos.

Figura 8-1. Sección 1 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”.

Sección 2 de 5

Datos del encuestado

Los datos suministrados podrán ser empleados por la Universidad Santo Tomas y la Facultad de Ingeniería Electrónica, lo cual comprende la recopilación, el almacenamiento, copia, entrega, actualización, utilización, ordenamiento, clasificación, transferencia, corrección, verificación y uso para fines estadísticos, de los datos.

Nombre de la empresa

Texto de respuesta corta

Numero de empleados actualmente en la empresa

Texto de respuesta corta

Figura 8-2. Sección 2 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”.

Sección 3 de 5

Título de la sección (opcional)

Descripción (opcional)

¿Usted ha contratado ingenieros electrónicos para desempeñarse en algún proyecto de energía solar fotovoltaica de su empresa? *

☐ Sí

☐ No

Figura 8-3. Sección 3 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador”.

Sección 4 de 5

Título de la sección (opcional)

Descripción (opcional)

¿Usted contrataría recién egresados de Ingeniería Electrónica para desempeñarse en algún proyecto de energía solar fotovoltaica de su empresa? *

☐ Sí

☐ No

Figura 8-4. Sección 3 encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador

...

¿Cuáles competencias considera necesarias en un ingeniero recién egresado para que se desempeñe satisfactoriamente en los proyectos de energía solar fotovoltaica de su empresa? (Seleccione máximo 3)

- ☐ Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería mediante la aplicació...
- ☐ Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades espec...
- ☐ Capacidad de comunicarse eficazmente con una amplia gama de audiencias.
- ☐ Capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y hacer ju...
- ☐ Capacidad de funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos brindan liderazgo, crean un e...
- ☐ Capacidad de desarrollar y realizar la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y utilizar el...
- ☐ Capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de ap...
- ☐ Otra...

¿Considera usted que los ingenieros recién egresados cuentan con las competencias requeridas para trabajar en los proyectos de energía solar fotovoltaica de su empresa?

☐ Sí

☐ No

Figura 8-5. Preguntas uno y dos, encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador

¿Considera usted que la contratación de recién egresados afectaría los tiempos y costos de ejecución de los proyectos de su empresa? *

☐ Sí

☐ No

Según su percepción ¿Cuáles deberían ser las estrategias y enfoques empleados por las Instituciones de Educación Superior (IES) para que los recién egresados NO representen costos agregados a su empresa? (Seleccione máximo 3) *

☐ Estrategias asociadas a procesos formativos que permitan definir metas profesionales y su relación con...

☐ Estrategias asociadas a procesos motivacionales y emocionales

☐ Estrategias para la administración el tiempo y el aprovechamiento de los recursos tanto físicos como hu...

☐ Estrategias para el manejo de materiales escritos y tecnológicos

☐ Estrategias para elaborar juicios de valor

☐ Estrategias para detectar información relevante e irrelevante para la elaboración de un proyecto

☐ Otra...

Figura 8-6. Preguntas tres y cuatro, encuesta “Competencias requeridas por los egresados de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del empleador

8.2. Encuesta “Conocimientos adquiridos por el estudiante de ingeniería electrónica (Energía solar fotovoltaica) - perspectiva del estudiante”

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	FACULTAD:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA	
	ESPACIO ACADÉMICO:		
	DOCENTE:		
El siguiente formulario pretende definir e identificar los conocimientos del estudiante de ingeniería electrónica para desempeñarse en proyectos relacionados con el sector de energía solar fotovoltaica desde la perspectiva del estudiante. De antemano agradecemos el tiempo tomado en el diligenciamiento de la encuesta. Sus respuestas serán utilizadas en el desarrollo del proyecto de investigación "Construcción de caso estudio como herramienta de formación profesional para la gestión de proyectos con energía solar fotovoltaica" Tratamiento de datos Los datos suministrados podrán ser empleados por la Universidad Santo Tomás y la Facultad de Ingeniería Electrónica, lo cual comprende la recopilación, el almacenamiento, copia, entrega, actualización, utilización, ordenamiento, clasificación, transferencia, corrección, verificación y uso para fines estadísticos, de los datos.			
FORMULARIO			
Pregunta 1. Usted es el encargado de llevar a cabo un proyecto de energía solar fotovoltaica ¿Qué información solicitaría a su cliente en la primera fase?			
Pregunta 2. ¿Es necesario consultar la matriz de consumo energética del lugar al momento de generar un proyecto de energía solar fotovoltaica? ¿Por qué?			
Pregunta 3. ¿Qué límites prácticos debe considerar al momento de elegir un inversor para un sistema fotovoltaico?			
Pregunta 4. ¿Qué elementos debe tener un punto de conexión para un sistema fotovoltaico interconectado a la red?			

Pregunta 5. Defina una CombinerBox.
Pregunta 6. Teniendo un sistema fotovoltaico interconectado ¿Qué debe tener en cuenta al momento de escoger el MPPT teniendo seleccionado el inversor?
Pregunta 7. Partiendo de un arreglo de paneles del cual sale un polo positivo y un polo negativo ¿Cuántos interruptores debería utilizar para proteger los cables?
Pregunta 8. ¿Qué es un string en el contexto de sistemas fotovoltaicos?
Pregunta 9. Va a instalar un sistema fotovoltaico con baterías de 100kWp para lo cual se dimensiona y se realiza la compra de los equipos, incluyendo el inversor. Acto seguido un estudio técnico concluye que el sistema ahora va sin baterías ¿Puede utilizar el mismo inversor? Argumente su respuesta.
Pregunta 10. ¿El colocar un sistema fotovoltaico en una carga industrial representa afectaciones por consumo de potencia reactiva? ¿Por qué?

9. Referencias Bibliográficas

- [1] A. R. López *et al.*, "Solar PV generation in Colombia - A qualitative and quantitative approach to analyze the potential of solar energy market," *Renew. Energy*, vol. 148, pp. 1266–1279, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.RENENE.2019.10.066.
- [2] REN21, "RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT," 2021.
- [3] C. Morris and M. Pehnt, "La Energiewende Alemana," no. 10, pp. 132–151, 2001, [Online]. Available: <https://book.energytransition.org/es>.
- [4] "Solar energy." <https://www.irena.org/solar> (accessed Aug. 13, 2021).
- [5] "Capacidad SIN." <https://www.xm.com.co/Paginas/Indicadores/Oferta/Indicador-capacidad-sin.aspx> (accessed Aug. 13, 2021).
- [6] S. Clavijo, "Desafíos del mercado energético de Colombia." <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/desafios-del-mercado-energetico-de-colombia-2776774> (accessed Aug. 13, 2021).
- [7] F. E. Checa, "Potencial natural para el desarrollo fotovoltaico en Colombia," *Las energías sustentables y sostenibles en el Dep. Nariño*, pp. 52–59, 2015, [Online]. Available: <http://www.umariana.edu.co/ojs-editorial/index.php/libroseditorialunimar/article/view/706>.
- [8] H. Rodríguez Murcia, "Energías Colombia," *Rev. Ing. Univ. los Andes*, vol. 28, pp. 83–89, 2008.
- [9] "La U. del Rosario estrena Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología - Contenido Patrocinado - ELTIEMPO.COM." <https://www.eltiempo.com/contenido-comercial/la-u-del-rosario-estrena-escuela-de-ingenieria-ciencia-y-tecnologia-579542> (accessed Aug. 13, 2021).
- [10] "¿Por qué a los jóvenes sin experiencia se les dificulta tanto encontrar trabajo?" <https://www.semana.com/economia/articulo/el-mercado-laboral-para-jovenes-egresados-tiene-muchas-dificultades/216142/> (accessed Aug. 13, 2021).
- [11] R. Katzkowicz and C. Salgado, " *Construyendo ciudadanía a través de la educación científica* ." UNESCO, 2006.
- [12] "Ley 1715 de 2014," *Congr. la República*, no. May, p. 2014, 2014.
- [13] Universidad Santo Tomas, *Proyecto Educativo Institucional PEI*, vol. 3. 2014.
- [14] Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, "Declaracion Mundial Sobre la Eduación superior en el siglo XXI: Visión y acción," *Educ. Super. y Soc.*, vol. 9, no. 2, pp. 97–113, 1998, [Online]. Available: <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/171/162>.
- [15] J. Sábato, "El pensamiento latinoamericano en la problematica ciencia, tecnologia, desarrollo y dependencia.," *Editor. Paid.*, 1971.
- [16] L. Leydesdorff and H. Etzkowitz, "Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations," *Sci. Public Policy*, vol. 23, no. 5, pp. 279–286, 1996, doi: 10.1093/spp/23.5.279.
- [17] H. Etzkowitz and L. Leydesdorff, "The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university–industry–government

- relations,” *Res. Policy*, vol. 29, no. 2, pp. 109–123, Feb. 2000, doi: 10.1016/S0048-7333(99)00055-4.
- [18] K. Pineda Márquez, M. E. Morales Rubiano, and M. C. Ortiz Riaga, “Modelos y mecanismos de interacción universidad-empresa-estado: retos para las universidades colombianas,” *Equidad y Desarro.*, vol. 1, no. 15, pp. 41–67, 2011, doi: 10.19052/ed.193.
- [19] K. Fujisue, “Promotion of academia-industry cooperation in Japan — establishing the ‘law of promoting technology transfer from university to industry’ in Japan,” *Technovation*, vol. 18, no. 6–7, pp. 371–381, Jan. 1998, doi: 10.1016/S0166-4972(98)00055-8.
- [20] “Claves para el debate público. Formulación de propuestas de reforma a la educación superior desde la Universidad Nacional de Colombia,” *Univ. Nac. Colomb.*, vol. 55, no. December, 2012.
- [21] M. del P. R. Salazar and M. G. Valderrama, “La Alianza Universidad-Empresa-Estado: una estrategia para promover innovación,” *Rev. EAN*, no. 68, p. 112, 2010, doi: 10.21158/01208160.n68.2010.500.
- [22] E. Rindfleisch and F. Maennig-Fortmann, “Formación dual en Alemania,” *Konrad-Adenauer-Stiftung*, pp. 1–42, 2015, [Online]. Available: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=1535054a-e18a-ebf9-8204-b883adda0115&groupId=287914.
- [23] Congreso de la República de Colombia, “Ley 1780 de 2016,” *Congr. la República*, p. 10, 2016, [Online]. Available: http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY_1780_DEL_02_DE_MAYO_DE_2016.pdf.
- [24] Ministerio De Trabajo, “Resolucion 347 de 2015.” 2015.
- [25] Ministerio De Trabajo, “Con modelo de educación dual, Nestlé y más de 20 empresas apoyarán el acceso al mercado laboral de 200 jóvenes - Ministerio del trabajo.” <https://www.mintrabajo.gov.co/web/guest/prensa/comunicados/2020/noviembre/con-modelo-de-educacion-dual-nestle-y-mas-de-20-empresas-apoyaran-el-acceso-al-mercado-laboral-de-200-jovenes> (accessed Aug. 13, 2021).
- [26] “EGRESADOS - USTA - Misión, visión funciones y saludo del rector.” <https://egresados.usta.edu.co/index.php/quienes-somos/mision-vision-funciones-y-saludo-del-rector> (accessed Aug. 13, 2021).
- [27] “UNIDAD DE INVESTIGACIÓN - USTA - FODEIN2021.” <https://unidadinvestigacion.usta.edu.co/index.php/303-fodein2021%7D> (accessed Aug. 13, 2021).
- [28] “Capítulo de Ingeniería Electrónica | ACOFI - Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.” <https://www.acofi.edu.co/capitulos/aspectos-generales-del-capitulo-de-ingenieria-electronica/> (accessed Aug. 13, 2021).
- [29] “FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA - USTA - Presentación del programa.” <https://facultadingenieriaelectronica.usta.edu.co/index.php/presentacion-del-programa-pregrado1> (accessed Aug. 13, 2021).
- [30] J. Sebastián Rojas Aguilar, “Construcción De Un Prototipo Para El Mejoramiento De La Enseñanza De La Energía Fotovoltaica,” *instnameUniversidad St. Tomás*, 2019, [Online]. Available:

- <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/17676>.
- [31] D. C. Vargas, "Universidad Santo Tomás Educación Energética : Propuesta Transversal En," 2018.
 - [32] M. Duque, J. Celis, and A. Camacho, "Cómo lograr alta calidad en la educación de los ingenieros: una visión sistémica," *Rev. Educ. en Ing.* , vol. 12, p. 13, 2011.
 - [33] G. De Nuevas and A. Profesionales, *Energía Solar Fotovoltaica* .
 - [34] A. A. Bayod Rujula, "Energías renovables: sistemas fotovoltaicos," p. 339, 2009, Accessed: Nov. 02, 2022. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/41940>.
 - [35] A. F. Serna-Ruiz, E. J. Marín-García, and S. L. Alzate-Plaza, "Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados," *Lámpsakos*, vol. 1, no. 16, p. 61, 2016, doi: 10.21501/21454086.1936.
 - [36] J. D. Mesa, A. Escobar Mejía, and R. A. Hincapié Isaza, "Analysis and description of the photovoltaic effect in the zone," no. 42, pp. 327–332, 2009.
 - [37] T. Markvart, "Solar electricity," p. 280, 2000.
 - [38] J. A. Hernández Mora, "Metodología para el análisis técnico de la masificación de sistemas fotovoltaicos como opción de generación distribuida en redes de baja tensión," 2012, Accessed: Sep. 14, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9970>.
 - [39] N. M. Kumar, M. S. P. Subathra, and J. E. Moses, "On-Grid Solar Photovoltaic System: Components, Design Considerations, and Case Study," *Proc. 4th Int. Conf. Electr. Energy Syst. ICEES 2018*, pp. 616–619, 2018, doi: 10.1109/ICEES.2018.8442403.
 - [40] M. Alzgool, O. Nasan, and L. Khatabi, "Design, Performance and Economic Analysis of Solar PV System: A Case study size 148.8 kWp for Al-Tafile Center for Care and Rehabilitation (Jordan)," *2021 12th Int. Renew. Eng. Conf. IREC 2021*, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1109/IREC51415.2021.9427839.
 - [41] L. G. Mihaela, "Method for Designing a Photovoltaic System," *Proc. 2021 9th Int. Conf. Mod. Power Syst. MPS 2021*, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1109/MPS52805.2021.9492631.
 - [42] C. Ochoa and I. Ortega, "Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico modular aplicado a la iluminación ornamental en la ciudad de Cuenca," 2021, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21222>.
 - [43] "Modelo de Acreditación ABET | ACOFI - Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería." <http://www.acofi.edu.co/modelo-de-acreditacion-abet/> (accessed Oct. 12, 2021).
 - [44] "ABET | ABET Accreditation." <https://www.abet.org/> (accessed Oct. 12, 2021).
 - [45] J. Hurtado, *Metodología De La Investigación*. Caracas: Quiron Ediciones.
 - [46] R. Hernández Sampieri, *Metodología De La Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
 - [47] F. E. Gonzalez Gil, A. Tibocha Niño, and K. L. Jimenez Guevara, "SISTEMA INSTITUCIONAL DE EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (SEA)."
 - [48] J. Paternina Duran, J. de J. Paternina Anaya, J. M. Paternina Durán, and A. J. Pedraza Mesa, "Propuesta para la implementación de resultados de aprendizaje que contribuyan al perfil de egreso del ingeniero electrónico desde cursos básicos de ingeniería," *Encuentro Int. Educ. en Ing. ACOFI*,

2022.

- [49] S. Tobón, "Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica," 2006.