

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 1 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	



ANÁLISIS DEL SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA SIN SOMBRAS

ELECTRICIDAD

MEJÍA SIMBAÑA CRISTIAN ANDRES
MORENO CADENA DANES JAVIER

ING. ROBERTO BRITO

MAYO 2020 – OCTUBRE 2020

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 2 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

CONTENIDO

TEMA DE INVESTIGACIÓN	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
Definición y diagnóstico del problema de investigación	3
Preguntas de investigación.....	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	5
JUSTIFICACIÓN	5
ESTADO DEL ARTE	6
TEMARIO TENTATIVO.....	8
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
Tipo de investigación.....	8
Fuentes.....	9
Métodos de investigación	10
Técnicas de recolección de la información	10
CRONOGRAMA.....	11
ADMINISTRATIVO.....	13
Talento humano	13
Materiales	13
Económicos	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 3 de 14
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

TEMA DE INVESTIGACIÓN

Análisis del seguimiento del punto de máxima potencia sin sombras de un sistema fotovoltaico.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La energía solar, y en particular los sistemas de energía fotovoltaica (PV), son una de las tecnologías prometedoras para reducir la contaminación causada por generadores a base de petróleo, proporcionando redundancia en aplicaciones críticas y generación de energía *in situ*, entre otras aplicaciones residenciales y portátiles. (Ramos-Paja et al., 2013)

Conocer el punto de máxima potencia de un sistema fotovoltaico debe ser fundamental, ya que, en condiciones de funcionamiento normal y sin ninguna perturbación ajena al sistema, los paneles solares pueden generar una gran cantidad de energía.

El no conocer los métodos para encontrar el momento óptimo en donde los sistemas fotovoltaicos van a generar su mayor potencia, va a significar una pérdida tanto de energía, tiempo y recursos, por este motivo es importante saber el cómo y cuándo se deben analizar los distintos puntos de máxima potencia.

La potencia generada por un PV se calcula multiplicando la corriente (IPV) por el voltaje (VPV). En todo momento existe un punto óptimo de operación, conocido como punto de máxima potencia MPP, en el cual el PV genera la mayor potencia posible para las condiciones particulares de operación. (Henao-Bravo et al., 2016)

El problema es cómo obtener los puntos óptimos de operación (voltaje y corriente) de forma automática a la máxima potencia de salida fotovoltaica en la mayoría condiciones.

Definición y diagnóstico del problema de investigación

Hoy en día, las centrales fotovoltaicas se consideran fuentes de generación de energía eléctrica amigables con el medio ambiente, ya que minimizan la emisión del dióxido de carbono a la atmósfera. (Vargas et al., 2019)

Los sistemas de energía fotovoltaica (PV) proporcionan energía eléctrica de acuerdo con la irradiancia solar y la temperatura que actúan sobre los módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, puede ocurrir una gran cantidad de puntos de operación posibles, ya que pueden existir

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 4 de 14
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

múltiples condiciones ambientales en diferentes módulos de la matriz FV. (Saavedra Montes et al., 2013)

Además, cada módulo fotovoltaico puede funcionar en múltiples condiciones de operación. Sin embargo, existe un punto óptimo, denominado Punto de máxima potencia (MPP), en el que el panel fotovoltaico produce la máxima potencia disponible para las condiciones ambientales particulares. (Saavedra Montes et al., 2013)

Otro aspecto importante a considerar para incrementar la eficiencia energética de una central de generación eléctrica basada en paneles fotovoltaicos es la selección de un adecuado algoritmo de búsqueda de punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracking (MPPT, por su sigla en inglés,). Los algoritmos MPPT basan su funcionamiento en el análisis de la curva Potencia vs. Voltaje en donde se rastrea el punto de máxima potencia-MPP y se obliga al sistema a operar en dicho punto. (Vargas et al., 2019)

Preguntas de investigación

- 1.- ¿Por qué es necesario el análisis del seguimiento del punto máximo de potencia sin sombras en un sistema fotovoltaico?
- 2.- ¿Cuál sería el método de análisis a realizar en la investigación para obtener el mejor resultado?
- 3.- ¿Qué variables se deben tomar en cuenta al momento de realizar el seguimiento del punto máximo de potencia en un panel fotovoltaico?
- 4.- ¿Para qué sirve el análisis del seguimiento del punto máximo de potencia sin sombra en sistemas fotovoltaicos?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Realizar el análisis del seguimiento del punto máximo de potencia sin sombras en sistemas fotovoltaicos mediante los laboratorios Smart grid para así identificar el alcance de su punto óptimo de trabajo.

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 5 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el seguimiento del punto máximo de potencia sin sombras en sistemas fotovoltaicos, mediante el modulo Smart Grid, para realizar pruebas de sus máximos valores de trabajo.
- Analizar teórica y científicamente el proceso a seguir para obtener el punto máximo de potencia en un sistema fotovoltaico.
- Recolectar y obtener datos mediante prácticas y simulaciones en el módulo Smart grid, con el fin de obtener medidas reales que ayuden a la investigación planteada.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica por las siguientes razones:

1.- El tema de investigación planteado es necesario ya que debido al bajo voltaje que entregan los paneles fotovoltaicos de manera individual, las aplicaciones fotovoltaicas suelen adoptar convertidores de potencia progresivos para lograr los requisitos de voltaje más altos de la carga o del inversor conectado a la red. Además, las soluciones fotovoltaicas tradicionales utilizan matrices fotovoltaicas compuestas por paneles fotovoltaicos conectados en serie para aumentar el voltaje proporcionado al convertidor de potencia. Sin embargo, las diferencias en las condiciones de funcionamiento de los paneles causan el fenómeno de desajuste, por ejemplo, cuando las sombras afectan a uno o algunos módulos fotovoltaicos de una serie de paneles fotovoltaicos. Este fenómeno reduce fuertemente la producción total de energía. Esto se debe principalmente a los diferentes niveles de irradiación que causan picos múltiples, o máximos locales, en la característica de voltaje de potencia de una matriz FV conectada en serie, lo que abre la posibilidad de que los algoritmos clásicos de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) queden atrapados en un sistema no absoluto potencia máxima. (Ramos-Paja et al., 2013)

2.- Identificar el punto máximo o punto óptimo en el que va a trabajar el sistema fotovoltaico va a ser fundamental, ya que, siempre van a existir diferentes tipos de obstrucciones que nos hagan variar el punto de máxima potencia que nos va a entregar el panel fotovoltaico, por este motivo el estudio y análisis del seguimiento del punto máximo de potencia en este caso sin sombras debe ser realizado.

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 6 de 14
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

3.- Este proyecto de investigación tiene gran importancia y trascendencia por su utilidad eminentemente práctica, ya que con estos datos se va a tener mayor claridad sobre el cómo y en qué lugar colocar los sistemas fotovoltaicos para que sean más eficientes.

ESTADO DEL ARTE

Durante los últimos años se han venido desarrollando varias estrategias para poder trabajar con energías alternativas y renovables, en especial para reducir el impacto ambiental. Una de las más importantes que se tiene hoy por hoy es la solar fotovoltaica.

Sin embargo, como ya se explicó previamente, el funcionamiento óptimo del sistema se consigue al trabajar en los puntos óptimos (de máxima potencia) para que el rendimiento del mismo sea el mejor.

A continuación, se indica el resumen de dos papers que evidencian el estado actual de los estudios relacionados al punto de máxima potencia, de manera general:

ANÁLISIS DEL SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA DE LOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A RED.

Montes, B. G. (2009). Análisis del Seguimiento del Punto de Máxima Potencia de los Inversores Fotovoltaicos de Conexión a Red. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/7010>

Objetivo: El objetivo primero de este proyecto fin de carrera es profundizar en el conocimiento de la situación actual y el funcionamiento, de la energía solar fotovoltaica y todos los componentes necesarios para producir ésta.

La energía solar: La crisis del petróleo de principio de los 70, hizo que la energía solar entrara en competición con las otras fuentes de energía. Se hicieron grandes inversiones en centrales de experimentación.

Resultados: La corriente y la potencia aumentan con la temperatura, y la tensión disminuye. Esta es la tendencia general, pero si analizamos las tres curvas como conjunto, podemos ver que, aunque la tensión disminuye, lo hace muy sutilmente en comparación con las otras dos variables.

Conclusiones: En realidad no existe un problema de recursos energéticos. Una parte del problema energético actual, consiste en que nuestra sociedad se ha hecho muy dependiente

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 7 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

de un sólo recurso: los hidrocarburos. Por esto se ha rezagado el desarrollo tecnológico y, por tanto, la viabilidad económica de algunas alternativas energéticas.

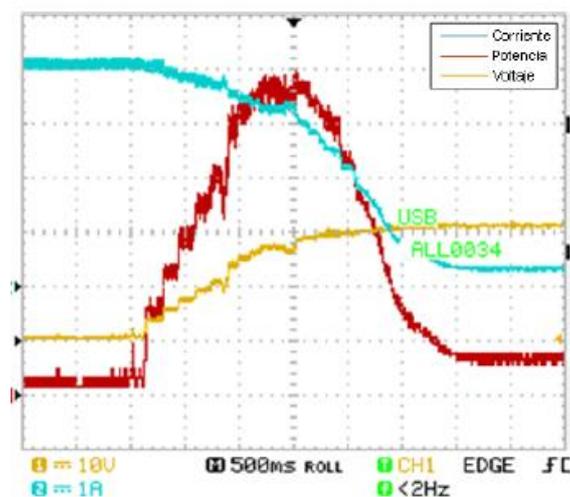
ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA ALCANZAR PUNTO MÁXIMO DE POTENCIA EN LOS PANELES SOLARES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

González, J. A., & Cárdenas, X. A. (2016). Análisis e implementación de un sistema electrónico para alcanzar el punto máximo de potencia en los paneles solares de la Universidad Politécnica Salesiana. Análisis e implementación de un sistema electrónico para alcanzar el punto máximo de potencia en los paneles sol. 127.

Objetivos: Este proyecto presenta el diseño y la implementación de un sistema electrónico enfocado en la búsqueda del punto máximo de potencia de un panel solar fotovoltaico.

Sistema de energía solar fotovoltaica: Se conoce tecnología solar fotovoltaica, aquella que usa conversión directa de la irradiación en electricidad. Este tipo de conversión se realiza a través de células solares, gracias al efecto fotovoltaico.

Resultados: En las figuras se muestran las curvas voltaje, corriente y potencia del panel fotovoltaico para distintas irradiancias, se puede observar que la potencia tiene un máximo para voltaje y corriente dados.



Conclusiones: Con el desarrollo del proyecto se pudo verificar la importancia de los sistemas para el seguimiento del MPP, los cuales sirven para incrementar la eficiencia de un sistema fotovoltaico al aprovechar la máxima potencia que estos pueden entregar.

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 8 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

TEMARIO TENTATIVO

- Título del proyecto.
- Nombres y Apellidos del o los Autores.
- Datos de los autores.
- Resumen.
- Palabras Clave.
- Abstract.
- Keywords.
- Introducción.
- Materiales Y Métodos.
- Resultados.
- Discusión.
- Conclusiones.
- Referencias.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

La investigación de este proyecto de es de tipo **Exploratorio**, con este tipo de investigación se va a lograr adentrar más en el tema propuesto, ya que para tener la idea de cómo realizar el seguimiento del punto máximo de potencia en sistemas fotovoltaicos se debe conocer sobre la energía solar, paneles solares y los sistemas fotovoltaicos, también sobre cuáles son los factores que influyen para que se dé dicho fenómeno y su máximo aprovechamiento.

Con este método de investigación se podrá realizar tanto experimentos como simulaciones del tema propuesto, además se podrán crear ambientes que favorezcan a la experimentación y se podrá obtener resultados que se acerquen en lo más posible a la realidad.

Además, este proyecto de investigación se encuentra bajo las siguientes modalidades básicas de investigación:

Es de modalidad bibliográfica - documental, porque se basará en el estudio de documentos provenientes de fuentes primarias y secundarias para la profundización de los enfoques, teorías

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 9 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

y conceptualizaciones y criterios de autores sobre los temas de estudio propios que requiere esta investigación.

Es de modalidad de proyecto factible, porque desarrollará una propuesta de solución al problema central planteado, sobre la base de preguntas de investigación y fundamentados en la correspondiente teoría científica existente sobre el tema motivo de estudio.

Además, la investigación de este proyecto de también será Descriptiva, ya que por este método se van a analizar y revisar cuáles son los elementos y las características de la investigación y cómo van a estar entrelazados. Mediante el método descriptivo se va a describir cada parte del seguimiento del punto máximo de potencia, cuáles son los factores que van a influir a que se llegue al punto óptimo y cómo se lo va a lograr.

Fuentes

Para el buen desarrollo de este proyecto de grado, serán utilizadas como fuentes de información primaria el contacto directo con docentes de la Carrera de Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico y la opinión de expertos en análisis del seguimiento del punto de máxima potencia sin sombras de un sistema fotovoltaico.

Como fuentes de información secundaria o indirectas serán utilizados manuales técnicos de sistemas fotovoltaicos, libros de la especialidad relacionados con el tema motivo de estudio, consulta en páginas web y demás fuentes bibliográficas que se encuentran al alcance del investigador.

Además, como parte del trabajo de investigación algunas de las fuentes van a ser mediante el contacto directo con el módulo Smart Grid, ya que se van a realizar pruebas, experimentos y ensayos que den los resultados para obtener la mejor información.

La investigación es tanto cualitativa como cuantitativa. Cualitativa en cuanto los datos de fuentes secundarias se obtendrán de sitios oficiales de publicaciones científicas. También va a ser cuantitativa ya que al tener que realizar un seguimiento se va a tener que obtener datos numéricos e irlos captando para conseguir el respectivo análisis del tema

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 10 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

Métodos de investigación

El método de investigación a realizar va a estar basado en la recopilación de distintos documentos, libros, investigaciones de diferentes autores que ayuden a realizar la obtención de información y así poder realizar la respectiva investigación.

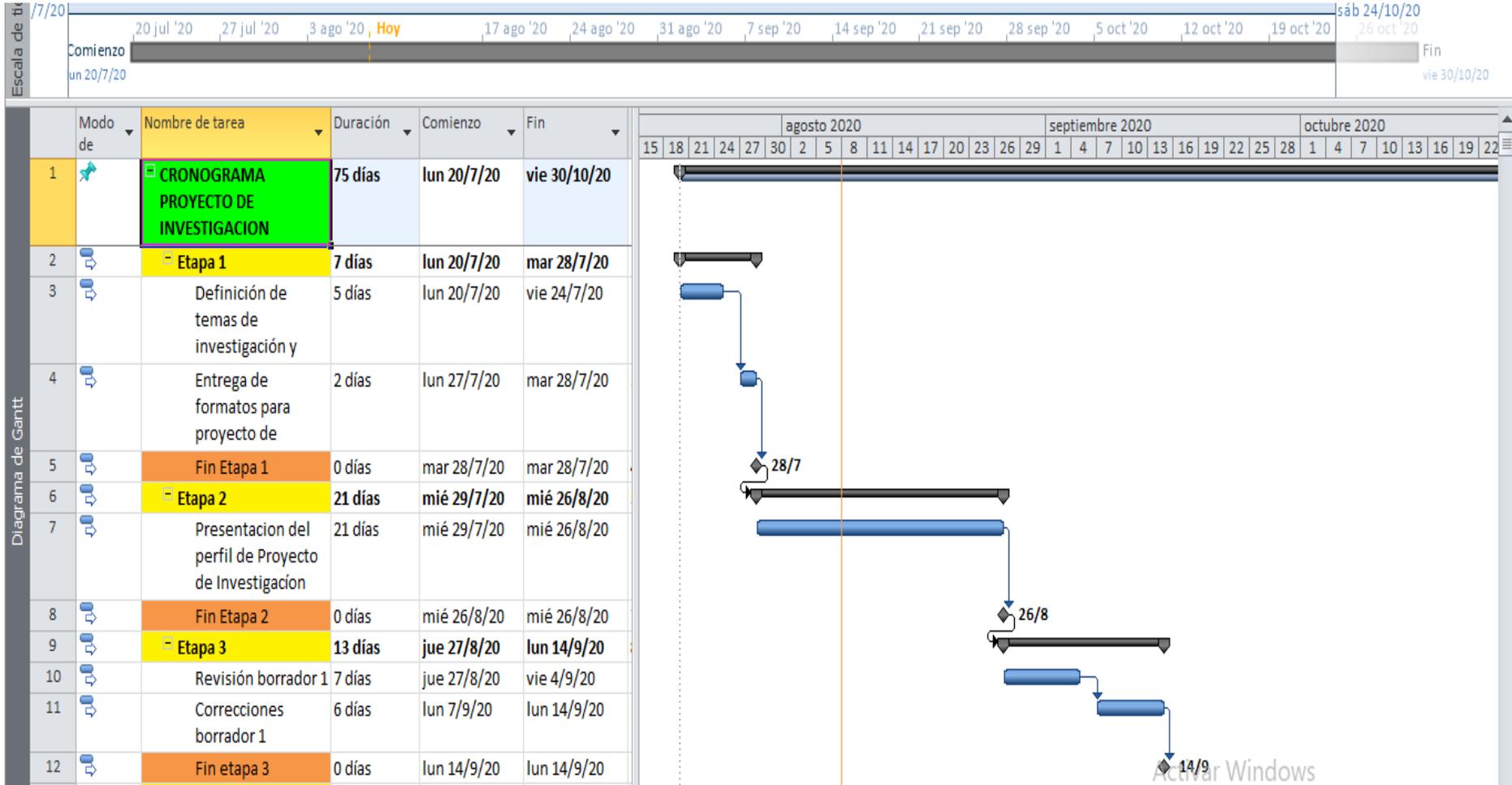
Por otra parte, otro método va a ser la experimentación y simulación de distintos ambientes y escenarios mediante el Smart grid, que permitan ir haciendo pruebas y obteniendo datos para recopilar la mayor información posible, sobre el análisis del seguimiento del punto máximo de potencia sin sombras de un sistema fotovoltaico.

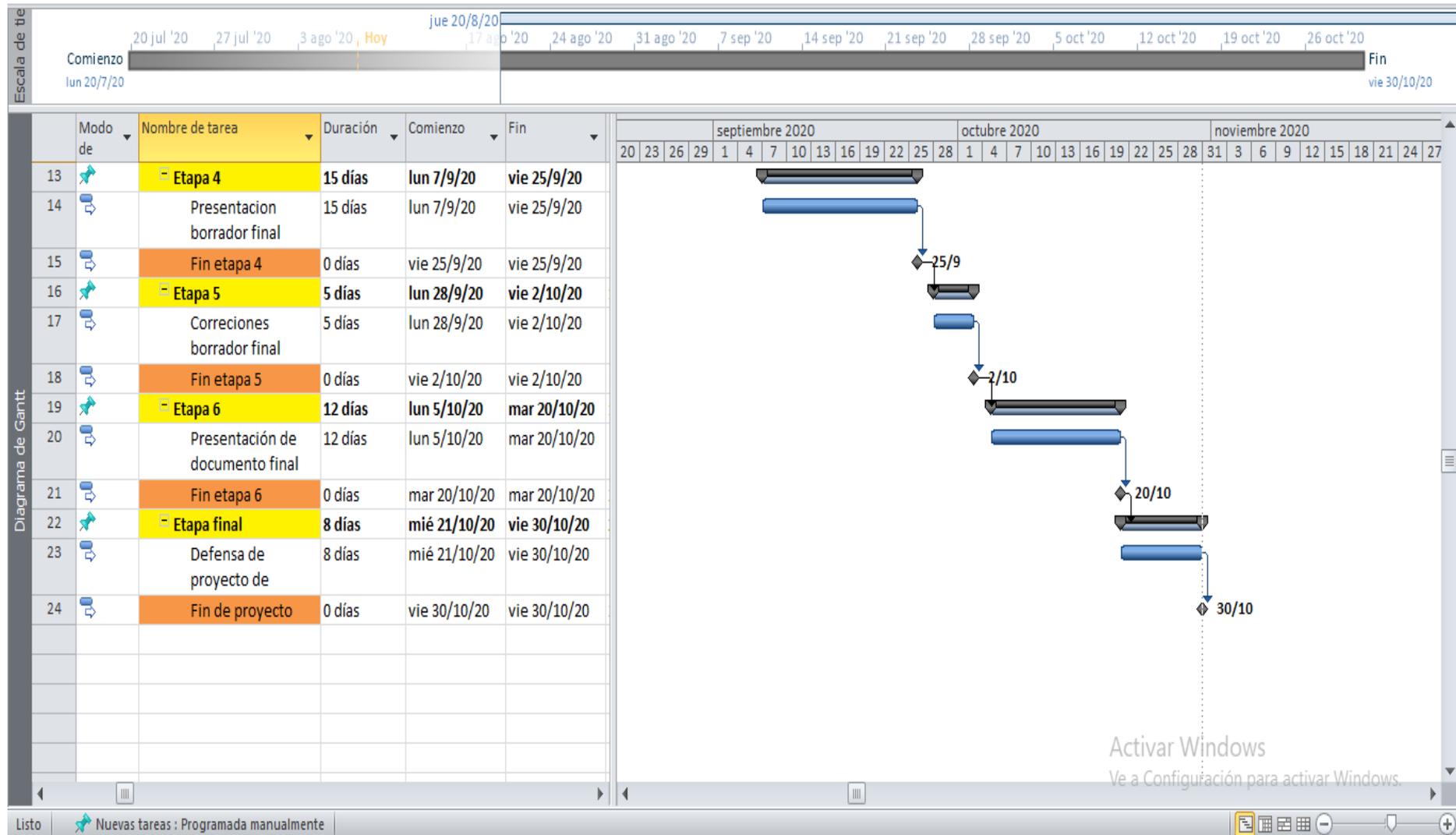
Técnicas de recolección de la información

Para la elaboración de la presente investigación se realizará la recolección de información mediante la técnica documental y ocular debido a la toma de muestras, lecturas de temperaturas, radiación, reflexión y análisis estadísticos de distintos modelos.

Debido a que se va a tener contacto con los módulos Smart Grid y todos sus componentes, otra forma de recolección de información va a ser física, ya que, al realizar las distintas pruebas y experimentos en los módulos, se va a obtener distintos datos que se deberán ir anotando para su posterior análisis, mediante tablas, cálculos y la tabulación de los distintos resultados obtenidos.

CRONOGRAMA





	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 13 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

ADMINISTRATIVO

Talento humano

Tabla 1 - Participantes en el proyecto de investigación

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Mejia Cristian	Investigador	Electricidad
2	Moreno Danes	investigador	Electricidad
3	Ing. Roberto Brito	Tutor	Electricidad

Fuente: Propia

Materiales

Tabla 2 - Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación

Ítem	Recursos Materiales requeridos
1	Smart Grid
2	Materiales de escritorio
3	Fotocopias
4	Computador personal

Fuente: Propia

Económicos

Tabla 3 - presupuesto básico requerido para el desarrollo de este Proyecto de Investigación

Ítem	Rubro de Gastos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Material de escritorio	1	\$ 20.00	\$ 20.00
2	Fotocopias	1	\$ 20.00	\$ 20.00
3	Transporte	1	\$ 40.00	\$ 40.00
4	Material bibliográfico	1	\$ 50.00	\$ 50.00

 ISU CENTRAL TÉCNICO <small>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO</small>	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO		VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN		ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN		ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Página 14 de 14
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

5	Módulo Smart Grid	1	\$946.43	\$ 946.43
Sub Total				\$ 1076.43
Imprevistos (12% del Sub Total)				\$ 129.17
Total				\$ 1205.60

BIBLIOGRAFÍA

Henao-Bravo, E. E., Márquez-Viloria, D. A., Villegas-Ceballos, J. P., Serna-Garcés, S. I., Ramos-Paja, C. A., & González-Montoya, D. (2016). Modelo matemático de sistemas fotovoltaicos para búsqueda distribuida del punto de máxima potencia. *Tecnológicas*, 19(37), 107.

<https://doi.org/10.22430/22565337.88>

Ortiz-Valencia, P. A., Trejos-Grisales, L. A., & Ramos-Paja, C. A. (2015). Maximum power point tracking in PV systems based on adaptive control and sliding mode control. *Revista Facultad de Ingeniería*, 1(75), 67–69. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.n75a08>

Pérez, V. G. (2008). *Seguimiento del punto de máxima potencia de un panel solar para la carga de baterías de sistemas portátiles*. 85.

Ramos-Paja, C. A., Saavedra-Montes, A. J., & Vitelli, M. (2013). Distributed maximum power point tracking with overvoltage protection for PV systems. *DYNA (Colombia)*, 80(178), 141–150.

Saavedra Montes, A., Ramos Pajaaja, C., & Trejos Grisales, L. (2013). Adaptive maximum power point tracking algorithm for multi-variable applications in photovoltaic arrays. *Revista EIA*, 20, 193–206.

Vargas, J., Medina Mora, J. L., Pozo, M., Ávila, E., POZO, N., & SALAZAR, G. (2019). Análisis del uso de micro convertidores DC/DC enfocados en la extracción máxima de energía en una granja fotovoltaica. *Enfoque UTE*, 10(1), 205–217. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.441>