

Sistema de control para generar energía eléctrica sustentable en una casa habitación

Trabajo Terminal No. 2021-B028

Alumnos: Gómez Salas Hugo Santiago, *Hernandez Rojas Mauricio, Villegas Sánchez Alexis

Directores: Cervantes de Anda Ismael, Santillán Luna Raúl

*e-mail: mhernandezr1501@alumno.ipn.mx

Resumen – El presente trabajo terminal tiene como propósito el desarrollo de un prototipo de software y hardware que implemente el uso de energías limpias para su uso en una casa habitación, haciendo la carga de una batería o un banco de baterías mediante celdas fotovoltaicas, generador eólico y, como última opción, el suministro de CFE, además de una herramienta de software para el monitoreo de la batería y voltaje sobre el sistema.

Palabras clave – Control, energía, sustentable, inteligente, sistema, hogar.

1. Introducción

En los últimos años, a nivel global, la problemática ambiental ha ido en aumento, razón por la cual se han realizado acuerdos entre países para frenar esta creciente.

Las principales fuentes generadoras de energía provienen de fuentes no renovables como el petróleo, del cual México es uno de los principales países exportadores, participando incluso en la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo)[1].

Pensando en un futuro, se propone este proyecto en busca de obtener energía proveniente de fuentes renovables, tales como la energía solar y eólica, que se encuentren al alcance de cualquier persona, para así contrarrestar el cambio climático y llevar electricidad a zonas que no cuentan con el acceso a ella.

Además, este proyecto sirve de apoyo sobre los acuerdos de París, ya que, derivado de los compromisos internacionales en relación con el cambio climático y la reducción de emisiones de GEI, la LTE, publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015, en su artículo tercero transitorio, establece que la SENER fijará como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para 2018, del 30 % para 2021 y del 35 % para 2024 [2]. Sin embargo, existe gran controversia sobre si México será capaz de llegar a esas metas debido a que, hasta hoy, se ha quedado estancando a causa de factores externos, como lo es la construcción de la refinería de Dos Bocas, con la cual la emisión de gases de efecto invernadero aumentaría de 26% a 65% y de la suspensión de los compromisos hasta que se resuelva el fondo de amparo presentado por la organización ambientalista Greenpeace. [3].

Sistemas similares que se han desarrollado

Software	Características	Precio en el mercado
Trabajo Terminal No. 2028-A028	Carga de una batería a partir de fotoceldas para energizar una casa habitación	No se ofrece en el mercado
Natural Project Eléctricas y renovables	Instalación e intervención de red eléctrica energizada por paneles solares, con monitorización por medio de una aplicación móvil y la red Wi-Fi	\$11,120.00 (pesos mexicanos por panel solar de 445W)
Generador de electricidad Mikel's de 1000 watts	Es un generador que entrega 120V empleando un motor que funciona a base de gasolina. Con su taque	\$6,951 (pesos mexicanos)

	de 6 litros el generador es capaz de brindar electricidad durante 9 horas continuas	
--	---	--

2. Objetivo

Desarrollar un sistema inteligente que permita la generación de energía eléctrica a partir de fuentes creadoras de energía limpia, con el propósito de suministrar electricidad a enseres primordiales en una casa habitación.

Objetivos particulares:

- Almacenar energía en una batería de cualquier tipo.
- Monitorear el estado de una batería, tanto de manera local como remota.
- Identificar una fuente generadora viable para realizar la carga de la batería (solar, eólica o energía proporcionada por la CFE).
- Suministrar eficientemente energía para mantener energizados un refrigerador y al menos 8 focos.
- Diseñar un sistema que controle la carga de baterías a partir de fuentes generadoras de energía para mantener energizados los enseres básicos de una casa.

3. Justificación

De acuerdo con el INEGI, en los últimos años el consumo energético ha ido en aumento y, en nuestro país, tan solo para octubre de 2020, se produjeron 320,056.14 giga watts por hora netos de los cuales el 78.24% fue generado por energías convencionales (fuentes no renovables) y el 21.80% fue producido por energías limpias. Mientras que para octubre de 2020 fueron producidos 264,607.57 Giga watts por hora (GWh) netos en donde 74.52% fue generada por fuentes no renovables y 25.50% mediante el uso de energías limpias [4], imagen 1. Siendo la Comisión Federal de Electricidad la principal proveedora del servicio de electricidad en México, la cual tiene una cobertura del 98.8% en todo el territorio. Por estos motivos hemos decidido buscar una forma de generar un consumo energético natural y sustentable para combatir también la crisis ecológica que se vive a nivel mundial.

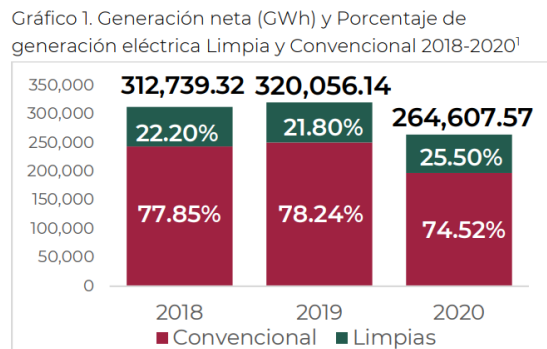


Imagen 1: Generación neta de electricidad de los años 2018 a octubre de 2020. Elaborado por [4].

Para 2019, 208,037,777.7778 GWh fueron consumidos por las residencias del país donde las principales fuentes fueron provenientes de **leña, electricidad y gas** (natural y L.P) de acuerdo con los datos oficiales de la SEMER [5]. Siendo tanto la quema de la leña y de gas además que, en gran porción, se siguen utilizando fuentes no renovables para la generación de energía eléctrica, unos de los generadores de gases de efecto invernadero tales como SO_x, NO_x, CO, PM₁₀, PM_{2.5} y compuestos orgánicos volátiles (COV) que afectan la calidad del aire [6]. Esto resulta preocupante ya que únicamente en 2018 en la zona metropolitana del valle de México se generaron 122,005 toneladas de compuestos tóxicos a la atmosfera, de los cuales 69% provienen de fuentes de área entre los cuales se encuentra los hogares; y el 7% que proviene de fuentes fijas de las cuales la generación de energía eléctrica es una de las principales generadoras de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno [7], los cuales contribuyen, principalmente, al calentamiento global.

México y energías limpias

En México, se generaron 54.682GWh en octubre de 2020 mediante el empleo de energías limpias. Gran porción de esta energía proviene de plantas hidroeléctricas (42.40% del total generado), centrales eolieléctricas (28.44% del total generado) y fotovoltaicas (20.77% del total generado), imagen 2 [4].

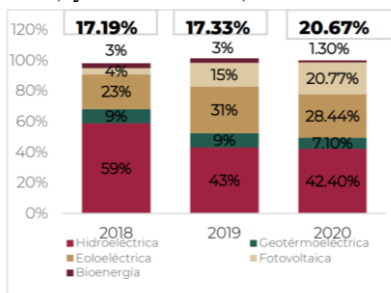


Imagen 2: Porcentajes de energía limpia generada mediante diferentes plantas en los años 2018 a octubre de 2020. Elaborado por [4].

México, al ser un país cercano al ecuador, obtiene una buena radiación solar en la mayor parte de su territorio y, de acuerdo con el AZEL (Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias), se indica que la mayor parte del país tiene una gran cantidad de zonas de alta calidad, es decir, aquellas en las que el recurso es bueno para su aprovechamiento en la producción de electricidad. Entre las zonas con mayor potencial está la zona norte del país [8], imagen 3.

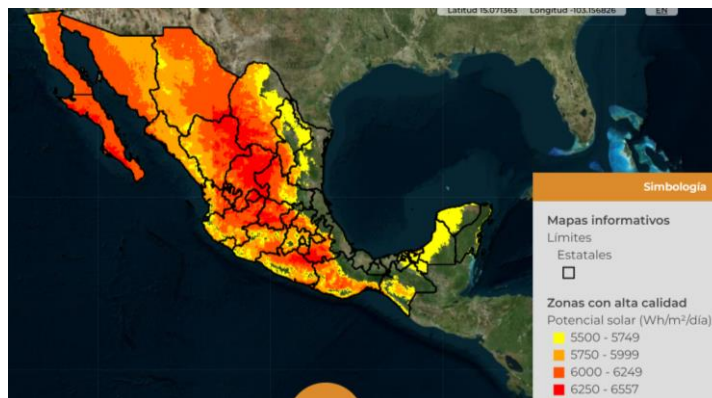


Imagen 3: Zonas con alta calidad en la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la luz solar. Elaborado por [8].

Por otra parte, México cuenta con algunas zonas generadoras de electricidad mediante el aprovechamiento del viento, estas se encuentran principalmente en el norte del país y las penínsulas que dan hacia el Golfo de México, además de una con un muy alto potencial que se encuentra en el sur del estado de Oaxaca [8], imagen 4.

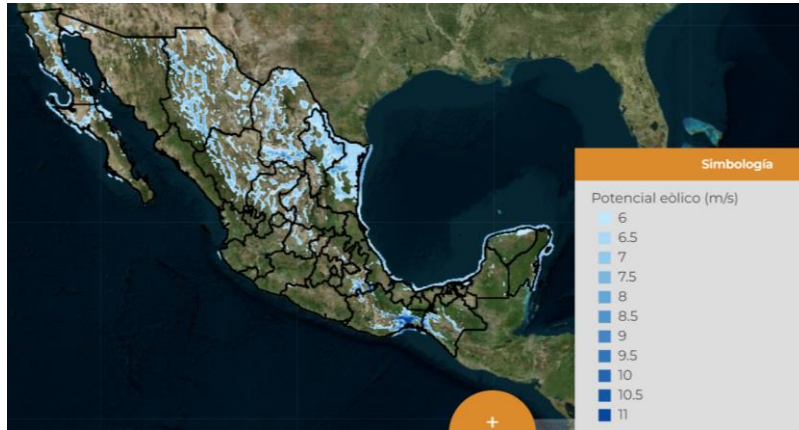


Imagen 4: Zonas con alta calidad en la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de las corrientes de viento. Elaborado por [8]

Con el presente proyecto se pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por los hogares, principalmente por el uso de fuentes generadoras de electricidad con recursos no renovables. Además, de generar un impacto en la economía de los hogares, pues al obtener energía eléctrica mediante fuentes renovables, se reducirá el gasto de los hogares en cuanto al pago de servicios, ya que, por trimestre, en el año de 2020, \$1958 pesos mexicanos eran invertidos en el pago de servicios [9], y, por último, se podrá proporcionar energía eléctrica a las comunidades más alejadas de las ciudades. [10].

4. Productos o Resultados esperados

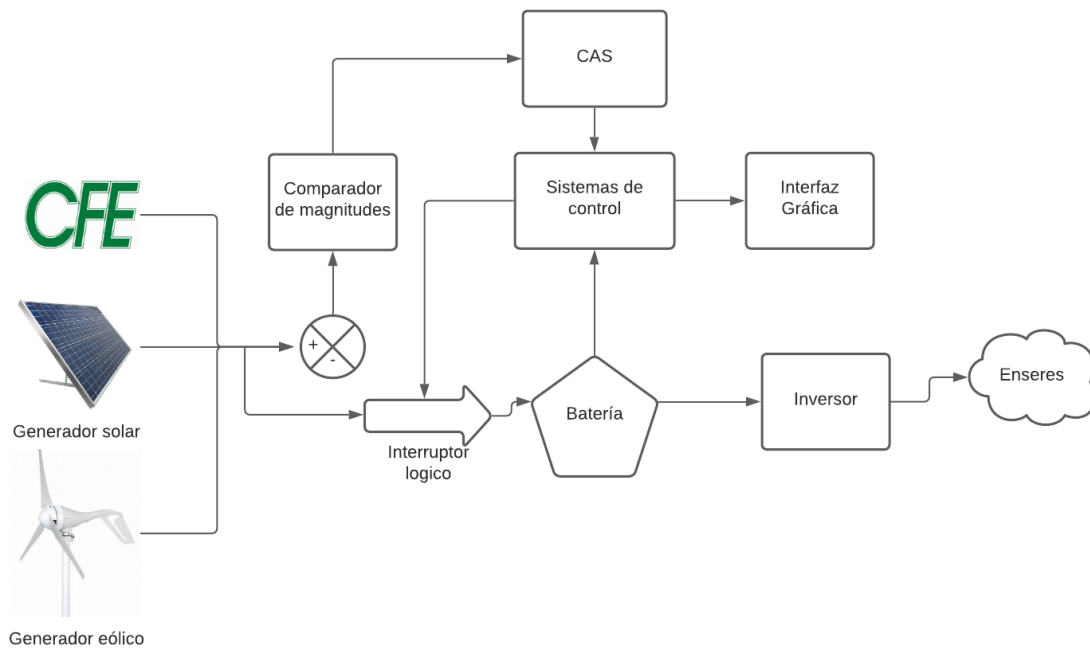


Figura 1. Arquitectura del sistema

5. Metodología

Se usará SCRUM máster (Rol enfocado en dirigir las reuniones y generar las preguntas a cada uno de los integrantes) para poder llevar un flujo rápido y efectivo de la información, organizando las etapas de desarrollo en subetapas llamadas sprints, las cuales tendrán una duración de 2 meses cada una, en ellas se encontrarán las tareas planificadas para ese lapso de tiempo, en búsqueda del cumplimiento de pequeños objetivos alcanzables para poder cumplir el objetivo final del proyecto.

El equipo tendrá una reunión con horario matutino, con una duración máxima de 30 minutos, en la cual cada integrante reportará sus avances con la tarea actual que está desarrollando, tendrá que explicar brevemente el desarrollo que hizo el día anterior, si se encontró con algún inconveniente al intentar realizar la tarea y la próxima tarea a la cual se va a enfocar.

De esta manera, el equipo mantendrá una idea global del avance del proyecto y los conflictos que este mismo genere, dando solución y soporte a cada miembro con las aportaciones de los demás al escuchar cualquier inconveniente que alguien pueda llegar a presentar.

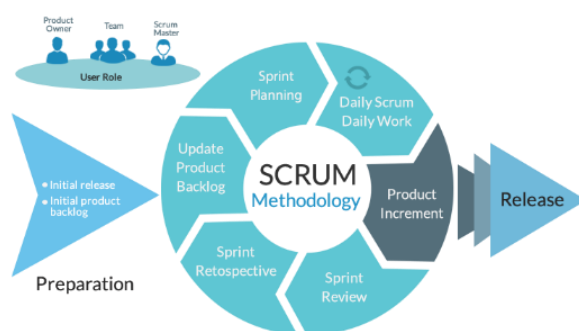


Imagen 5: Ciclo de vida la metodología SCRUM.

Así, al término de cada sprint, se probará y documentará todo el desarrollo, de esta manera, se logrará una evolución paulatina y medible.

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a):Hugo Santiago Gomez Salas												
Tarea	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prototipo físico de Circuito												
Diagrama de bloques del sistema acondicionador de señal												
Análisis matemático												
Evaluación TT 1												
Sistema de control del microprocesador												
Testeo Acondicionares												
Documentación Microprocesador												
Definición de modelos												
Conexión a servidor de red												
Monitoreo en tiempo real al microprocesador												
Evaluación TT 2												

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a):Mauricio Hernandez Rojas												
Tarea	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Diagrama del Circuito												
Documentación Circuito												
Documentación Acondicionamiento de señal												
Testeo Circuito												
Evaluación TT 1												
Programación de protocolo de transferencia de datos												
Inicialización de servidor de Red												
Testeo Microprocesador												
Testeo Servidor												
Definición de controladores												
Documentación del servidor												
Evaluación TT 2												

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a):Alexis Villegas Sanchez												
Tarea	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Obtención de mediciones del circuito												
Simulación de acondicionamiento												
Acoplamiento del circuito y el sistema de acondicionamiento												
Evaluación TT 1												
Creación y definición de la base de datos												
Conexión a base de datos del microprocesador												
Inicialización de interfaz de usuario												
Testeo Base de datos												
Documentación de la interfaz de usuario												
Documentación de la base de datos												
Testeo Interfaz												
Evaluación TT 2												

7. Referencias

- [1] Software DELSOL. *Organización de países exportadores de petróleo (OPEP)*. [Online]. Available: <https://www.sdelisol.com/glosario/organizacion-de-paises-exportadores-de-petroleo-opep/>. [Accessed 7 Noviembre 2021].
- [2] Secretaría de Energía. (8 Julio 2020). *Programa Sectorial de Energía 2020-2024*. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/562631/PS_SENER_CACEC-DOF_08-07-2020.pdf. [Accessed 8 Noviembre 2021].
- [3] J. M. Culler. (30 Octubre 2021). *México llega a la COP26 sin nuevos compromisos y con las renovables bajo amenaza*. [Online]. Available: <https://elpais.com/mexico/2021-10-31/mexico-llega-a-la-cop26-sin-nuevos-compromisos-y-con-las-renovables-bajo-amenaza.html>. [Accessed 8 Noviembre 2021].
- [4] Secretaría de Energía. (Octubre 2020). *10.2 GENERACIÓN NETA LIMPIAS EN MÉXICO (GWh) 2018,2019,2020*. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/610964/Cap10_-_Marco_Juri_dico_Reporte_Avance_de_Energi_as_Limprias_WEB.pdf. [Accessed 3 Noviembre 2021].
- [5] Secretaría de Energía. (2019). *Balance Nacional de Energía: Consumo de energía en los sectores*

residencial, comercial y público. [Online]. Available: <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C03>. [Accessed 2 Noviembre 2021].

- [6] A. S. Bermudez Contreras, T. de Jesus Díaz Guerrero, A. V. Incháustegui and E. I. Osuna. *Efecto ambiental y socioeconómico de la producción de energía eléctrica.* [Online]. Available: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=482#>. [Accessed 3 Noviembre 2021].
- [7] Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (Agosto 2021). *Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México.* [Online]. Available: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-cdmx-2018/Inventario-de-emisiones-cdmx-2018.pdf>. [Accessed 4 Noviembre 2021].
- [8] Secretaría de Energía. (10 Agosto 2018). Atlas Nacional de Zonas con Potencial de Energías Limpias (AZEL). [Online]. Available: <https://dgel.energia.gob.mx/azel/mapa.html?lang=es>. [Accessed 5 Noviembre 2021].
- [9] INEGI. (2020). *Ingresos y Gastos de los Hogares.* [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/temas/ingresoshog/>. [Accessed 4 Noviembre 2021].
- [10] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (25 Septiembre 2018). *Beneficios de usar energías renovables.* [Online]. Available: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/beneficios-de-usar-energias-renovables-172766>. [Accessed 5 Noviembre 2021].

8. Alumnos y directores

Gómez Salas Hugo Santiago.- Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630210, Tel. 5523236844, email hgomez1501@alumno.ipn.mx
Firma:

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.



Mauricio Hernandez Rojas

Lun 08/11/2021 05:08 PM

Para: Ismael Cervantes de Anda; Raul Santillan Luna

CC: Alexis Villegas Sanchez; Hugo Santiago Gomez Salas; Mauricio Hernandez Rojas

Buenas tardes, profesores **Ismael Cervantes de Anda** y **Raúl Santillán Luna**

Por medio del presente correo, los alumnos **Gómez Salas Hugo Santiago con boleta 2019630210**, **Hernandez Rojas Mauricio con boleta 2019630235** y **Villegas Sánchez Alexis con boleta 2019630247**, solicitamos su aprobación para participar como directores en el desarrollo del trabajo terminal llamado **"Sistema de control para generar energía eléctrica sustentable en una casa habitación"**.

Esperando su confirmación quedamos a sus órdenes.
Gracias.



Hernandez Rojas Mauricio.- Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630235, Tel. 5558181859, email mhernandezr1501@alumno.ipn.mx



Mauricio Hernandez Rojas

Lun 08/11/2021 05:08 PM

Para: Ismael Cervantes de Anda; Raul Santillan Luna

CC: Alexis Villegas Sanchez; Hugo Santiago Gomez Salas; Mauricio Hernandez Rojas

Buenas tardes, profesores **Ismael Cervantes de Anda** y **Raúl Santillán Luna**

Por medio del presente correo, los alumnos **Gómez Salas Hugo Santiago con boleta 2019630210**, **Hernandez Rojas Mauricio con boleta 2019630235** y **Villegas Sánchez Alexis con boleta 2019630247**, solicitamos su aprobación para participar como directores en el desarrollo del trabajo terminal llamado **"Sistema de control para generar energía eléctrica sustentable en una casa habitación"**.

Esperando su confirmación quedamos a sus órdenes.
Gracias.



Villegas Sánchez Alexis.- Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630247, Tel. 5564370431, email avillegas1500@alumno.ipn.mx
Firma:



Mauricio Hernandez Rojas

Lun 08/11/2021 05:08 PM

Para: Ismael Cervantes de Anda; Raul Santillan Luna

CC: Alexis Villegas Sanchez; Hugo Santiago Gomez Salas; Mauricio Hernandez Rojas

Buenas tardes, profesores **Ismael Cervantes de Anda** y **Raúl Santillán Luna**

Por medio del presente correo, los alumnos **Gómez Salas Hugo Santiago con boleta 2019630210**, **Hernandez Rojas Mauricio con boleta 2019630235** y **Villegas Sánchez Alexis con boleta 2019630247**, solicitamos su aprobación para participar como directores en el desarrollo del trabajo terminal llamado **"Sistema de control para generar energía eléctrica sustentable en una casa habitación"**.

Esperando su confirmación quedamos a sus órdenes.
Gracias.



Raúl Santillán Luna.- Lic. En Ciencias de la Informática IPN, M. en C. Dirección de Tecnologías de la Información UCUGS, Áreas de Interés, Sistemas electrónicos, Redes de computadoras, Desarrollo de Software y Hardware, tel. 5729 6000 ext. 52054, email: rsantillan@ipn.mx

Firma:



Raul Santillan Luna

Lun 08/11/2021 05:15 PM

Para: Mauricio Hernandez Rojas; Ismael Cervantes de Anda

CC: Alexis Villegas Sanchez; Hugo Santiago Gomez Salas

Buenas tardes, deseando que se encuentren bien los saludo y aprovecho el medio para manifestar mi acuerdo y apoyo como director para el desarrollo del TT que lleva por título: "**Sistema de control para generar energía eléctrica sustentable en una casa habitación**".

El equipo está conformado por los alumnos:

Gómez Salas Hugo Santiago con boleta 2019630210, Hernández Rojas Mauricio con boleta 2019630235 y Villegas Sánchez Alexis con boleta 2019630247

Cualquier comentario quedo pendiente.

Atte. M. en C. Raúl Santillán Luna



Cervantes de Anda Ismael.- Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica ESIME IPN. Maestro en Ciencias en Ingeniería en Sistemas. SEPI-ESIME. Áreas de interés, Microcontroladores, Tecnologías Sustentables, Ecotecnologías, Control y Automatización. email: icervantesd@ipn.mx

Firma:



Ismael Cervantes de Anda

Lun 08/11/2021 05:25 PM

Para: Mauricio Hernandez Rojas; Raul Santillan Luna

CC: Alexis Villegas Sanchez; Hugo Santiago Gomez Salas

Saludos, por medio del presente correo acepto y estoy de acuerdo con ser Director del Trabajo Terminal cuyo título es:

"Sistema de control para generar energía eléctrica sustentable en una casa habitación".

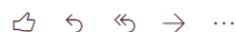
Alumnos que integran el equipo de trabajo:

**Gómez Salas Hugo Santiago con boleta 2019630210
Hernández Rojas Mauricio con boleta 2019630235
Villegas Sánchez Alexis con boleta 2019630247**

Sin más por el momento reciban saludos.

Hasta pronto.

M. en C. Ismael Cervantes de Anda



CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.