

|                                                                                                                                                                  |           |                                                                               |                                                                                                                                             |    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| <br><b>UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS</b><br>PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA | DIVISIÓN  | INGENIERÍAS                                                                   | <br><b>INGENIERÍA ELECTRÓNICA</b><br>FACIENTES NOVA VITA |    |      |
|                                                                                                                                                                  | FACULTAD  | INGENIERÍA ELECTRÓNICA                                                        |                                                                                                                                             |    |      |
|                                                                                                                                                                  | DECANO    | CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO<br>NARVÁEZ<br>Dec.ingelectronica@usantotomas.edu.co |                                                                                                                                             |    |      |
|                                                                                                                                                                  | PROPUESTA | PROYECTO SEMILLERO 2020                                                       | 04                                                                                                                                          | 05 | 2020 |

|                                          |
|------------------------------------------|
| <b>Nombre del Grupo de Investigación</b> |
| Modelado-Electrónica-Monitoreo – MEM     |

|                                    |
|------------------------------------|
| <b>Nombre del Semillero</b>        |
| Semillero en Eficiencia Energética |

|                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Docente Líder del Semillero</b> |                                  |
| Carlos Andrés Torres Pinzón        | carlostorresp@usantotomas.edu.co |

| Investigadores (Estudiantes Vinculados al Semillero) |                                    |
|------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Fabian Andres Lombana Olarte                         | fabianlombana@usantotomas.edu.co   |
| Vannessa Nataly Galindo Roa                          | vannessagalindo@usantotomas.edu.co |
| Jorge Andrés Parra                                   | jorge.parra@usantotomas.edu.co     |
| Esteban Murcia Saavedra                              | estebanmurcia@usantotomas.edu.co   |
| Nicolás David Gómez Garzón                           | nicolasgomezg@usantotomas.edu.co   |
| Andrea Valenttina González Reyes                     | andreavgonzalez@usantotomas.edu.co |

|                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título del Proyecto</b>                                                    |
| Desarrollo de una Fuente de Alimentación Ininterrumpida para Equipos Médicos. |

|                            |
|----------------------------|
| <b>Duración (en meses)</b> |
| 7 meses                    |

### **Enfoque de la propuesta**

Enfoque 1: Investigación científica y desarrollo tecnológico: proyectos que conduzcan a la construcción y validación de prototipos de tecnologías basadas en el mejoramiento de condiciones del equipo médico para enfrentar el COVID-19.

### **Resumen de la Propuesta (250 palabras)**

En muchas aplicaciones se hace útil el uso de dispositivos que permitan regular y mantener el voltaje y la corriente para el correcto funcionamiento y durabilidad de equipos eléctricos y electrónicos. Dadas las circunstancias que se viven hoy día en el país y en el mundo provocados por el COVID-19, surgen retos de índole médico y técnico con el fin de mitigar los efectos que han atacado y congestionado los servicios de salud pública. La contingencia ha llevado que los equipos médicos estén operacionalmente disponibles 24/7. En este proyecto se propone el diseño e implementación de un sistema de alimentación de energía eléctrica ininterrumpida, con el fin de asegurar la funcionalidad de los elementos médicos utilizados en este caso, para tratar temas relacionados al COVID-19, para que en el momento en el que se presente alguna falla en el suministro de electricidad, el equipo tenga la posibilidad de seguir funcionando sin interrupciones.

### **Planteamiento del Problema**

Teniendo en cuenta la problemática actual del país y del planeta a causa del COVID-19, la Organización Mundial de la Salud (OMS) no solo ha advertido por la peligrosidad del virus, sino también del colapso de los sistemas de atención médica en cadena a medida que el personal y los equipos se vean sobrecargados por la alta demanda. Los aportes investigativos en el sector salud y de los equipos relacionados al mismo, han cobrado especial relevancia en la actualidad debido a la cantidad de personas afectadas por el virus a nivel mundial. Uno de los problemas técnicos más relevantes y que han prendido las alarmas en esta emergencia, es la falta de respiradores artificiales, los cuales son necesarios para mantener el oxígeno en los pulmones de las personas afectadas. Sin embargo, la construcción y puesta en marcha de un dispositivo con todas las normativas requeridas para su correcto funcionamiento en las personas, requiere de materiales y equipos que no son fáciles de adquirir. De esta forma, se necesita el funcionamiento de una gran cantidad de dispositivos médicos en todo momento y de forma simultánea, produciendo una demanda alta y constante que provoque fallos en el suministro eléctrico. Por esta razón, y en coherencia con la línea de investigación del grupo de investigación en Modelado, Monitoreo, y Electrónica (MEM), y desde el semillero de Eficiencia Energética

se propone un prototipo que garantice el suministro continuo de energía eléctrica a los principales equipos que conforman una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) (entre éstos los respiradores artificiales). Cabe resaltar que, aunque las clínicas y hospitales cuentan con aceptables instalaciones eléctricas para su operación, en Colombia se presentan problemas con el suministro de energía, principalmente en zonas rurales o en los hospitales con bajos recursos (en su mayoría de nivel I y II), donde se efectúan cortes de energía eléctrica sin restablecimiento inmediato del servicio. El problema en este tipo de centros hospitalarios se torna crítico, ya que en muchos casos no cuentan con una planta eléctrica de respaldo que asegure el funcionamiento continuo de los principales equipos.

### **Objetivo General**

Diseñar e implementar un dispositivo electrónico que mejore la autonomía de los equipos médicos en ausencia de suministro eléctrico.

### **Objetivos Específicos**

- Calcular la demanda energética de los principales equipos en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).
- Diseñar circuitos electrónicos conmutados a partir de CAD (Diseño Asistido por Computadora), en base a la demanda requerida por los principales equipos de la UCI.
- Implementar tarjetas electrónicas diseñadas que conforman el prototipo de alimentación ininterrumpida.
- Verificar experimentalmente del prototipo construido.

### **Justificación**

Una UPS (uninterruptible power supply) es un equipo capaz de suministrar energía eléctrica a un dispositivo en caso de que la red eléctrica presente una interrupción. Los equipos que estén conectados a la UPS podrán seguir funcionando normalmente durante el tiempo que dure la capacidad de energía que se almacena en las baterías [1].

Estas fuentes evitan que las perturbaciones o anomalías en la señal lleguen a los equipos, ya que cuentan con una etapa de filtrado, pues como se sabe la red eléctrica también se ve afectada por los picos de voltaje y si no se tiene implementado un sistema de protección podría dañar los elementos que se encuentren conectados; así mismo, se encuentra la caída de tensión, la cual, podría afectar el funcionamiento del dispositivo si la caída es

demasiado baja teniendo en cuenta el rango de funcionamiento de este, para poder mitigar estos contratiempos, la UPS tiene un sistema que permite ayudar a controlar estas fallas de la red [2].

Como todo tipo de fuentes la UPS tiene variaciones en sus modelos de acuerdo a los fallos del suministro eléctrico que se desea corregir. Principalmente existen 3 tipos los cuales son: Offline, Line Interactive y Online siendo este último el más seguro y el que más fallos corrige. Cuando se tienen fallos como caídas de tensión, sobretensiones, subtensiones y picos de corriente es pertinente implementar una UPS Offline; para el caso de presentar infratensiones a parte de los fallos mencionados anteriormente se implementa una fuente tipo *line interactive* y por último las tipo *online* corrigen distorsiones en la onda de la línea, Variaciones en las frecuencias, microcortes y distorsión armónica junto con los fallos de la fuente tipo Offline [3-5].

En este tiempo el mundo está pasando por un momento difícil con el problema de salud producido por el COVID-19, pero en ciertas poblaciones de Colombia el servicio de electricidad es de muy mala calidad y los elementos de primera necesidad para salvaguardar la vida como serían los respiradores, medidor de signos vitales, electrocardiografos, entre otros, no están funcionando en un 100% o han sufrido daños que no son fáciles de reparar o que no se cuenta con los repuestos necesarios para su reparación, lo que complicaría más el trabajo de los médicos al momento de brindar ayuda para combatir el virus [3].

A partir de lo dicho anteriormente, desde la ingeniería electrónica se propone la construcción de una UPS [6-11] de bajo costo con relación a las que están disponibles en el mercado, que permita contribuir a la mitigación desde el punto de vista técnico, la situación vivida por la pandemia en poblaciones rurales de Colombia, donde la anormalidad del servicio eléctrico se considera constante.

## Metodología

El desarrollo de este proyecto contará con varias etapas, las cuales se explicarán a continuación.



### 1. Estado del arte

En esta etapa se realiza la investigación correspondiente a la propuesta para aclarar conceptos básicos y para tener una base del proyecto a implementar.

### 2. Diseño y Fabricación

Como primera medida se determinan las condiciones eléctricas a las cuales se desea operar, tales como tensión de alimentación, potencia a suministrar, forma de la señal, autonomía de la batería, esquema de operación y esquema de protecciones. Además se elige el modelo de UPS a implementar. Una vez realizado lo anterior se procederá a diseñar los planos del circuito y los correspondientes archivos gerbers para proceder con la construcción.

### 3. Ensamblaje

En esta etapa se realizará el diseño e impresión de la PCB a implementar, así mismo, se ensamblará la fuente en su totalidad.

### 4. Pruebas

Para cumplir con los objetivos se deben realizar las pruebas respectivas para comprobar el correcto funcionamiento de la fuente o en dado caso realizar las correcciones respectivas.

## 5. Desarrollo de manuales

Se contará con dos manuales, el primero será el de operación en el que se aclarará cómo debe ser el correcto uso de la fuente y el segundo el de reparación donde se realizará la compilación de la documentación del proyecto (cálculos, simulaciones, planos y archivos gerber) para poder hacer reparaciones en el caso que sea necesario.

## 6. Documento final.

En esta etapa los objetivos deberán estar culminados, ya que, si los tiempos del cronograma son cumplidos a cabalidad, se deberá tener resultados favorables y se entregará el proyecto totalmente funcional.

### Presupuesto

| CONCEPTOS                                                                    | COSTOS       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Relé de estado solido se activa con 3-32VDC la salida soporta 40A 24-380VAC. | \$ 60.000    |
| Transformador Elevador                                                       | \$ 93.828    |
| Rectificadores                                                               | \$ 15.000    |
| Bateria 12V                                                                  | \$ 600.000   |
| Equipos                                                                      | \$ 1.000.000 |
| Dispositivos Electronicos                                                    | \$ 250.000   |
| Fabricación PCB                                                              | \$ 300.000   |
|                                                                              | \$ 2.318.828 |

Fig 1. Cuadro de presupuesto general del proyecto.

**Resultados esperados**

| <b>Producto</b>                                       | <b>Descripción</b>                                                              | <b>Beneficiario</b>                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Un (1) prototipo UPS para respaldos de equipos médico | Circuitos electrónicos, módulo de ensamble con la batería y terminales externas | <ul style="list-style-type: none"><li>● Centros médicos de bajos recursos</li><li>● Visibilización del grupo de investigación, Facultad y Universidad.</li></ul> |
| Un (1) manual de operación del prototipo UPS          | Descripción de manipulación del prototipo UPS.                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Facultad y Universidad</li><li>● Centros médicos de bajos recursos</li></ul>                                             |
| Un (1) evento científico.                             | Congreso, simposio o ponencia científica.                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>● Visibilización del grupo de investigación, Facultad y Universidad.</li></ul>                                             |
| Un (1) trabajo de grado.                              | Tesis pregrado                                                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Integración de la investigación al proceso educativo de nuestros estudiantes.</li></ul>                                  |

## Cronograma

| Actividades               | Meses   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
|---------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|---|--|--|--|--|
|                           | 1       |   |   |   |   | 2 |   |   |   |    | 3  |    |    |    |    | 4  |    |    |    |    | 5  |    |    |    |    | 6  |    |    |  |  | 7 |  |  |  |  |
|                           | Semanas |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
|                           | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |   |  |  |  |  |
| Diseño de la fuente       |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
| Construcción de la fuente |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
| Ensamblaje                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
| Pruebas                   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
| Elaboración de manuales   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |
| Documento final           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |   |  |  |  |  |

Fig 2. Cronograma de actividades

## Bibliografía

- [1] Jorge A. Obregon. M., César. A. Hernandez. S., Franklin Giovanni Parra. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA, CON VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN LCD, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2013.
- [2] Nicola A. Baglivi D «Sistema de alimentación UPS para la Sala de máquinas, cuartos de cableado y el motogenerador» Universidad Simón Bolívar, 2010.
- [3] M. Milad and M. Darwish, "Comparison between Double Conversion Online UPS and Flywheel UPS technologies in terms of efficiency and cost in a medium Data Centre," 2015 50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Stoke on Trent, 2015, pp. 1-5.
- [4] L. Giuntini, "Impact of temperature on the efficiency of double-conversion UPS," 7th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2014), Manchester, 2014, pp. 1-5.
- [5] S. Karve, "Three of a kind [UPS topologies, IEC standard]," in IEE Review, vol. 46, no. 2, pp. 27-31, March 2000.
- [6] M. Milad and M. Darwish, "UPS system: How can future technology and topology improve the energy efficiency in data centers?," 2014 49th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Cluj-Napoca, 2014, pp. 1-4.
- [7] F. Alessandro, V. Antonucci, L. Dusonchet, S. Favuzza, M. Ferraro and G. Graditi, "UPS Fuel Cell Based: an innovative back-up system," 2007 International Conference on Clean Electrical Power, Capri, 2007, pp. 723-729.
- [8] G. Raybaut, S. Bernard and M. Gerin, "A New High Performance Medium Range Rating UPS," TELESCON '94 - The First International Telecommunications Energy Special Conference, Berlin, Germany, 1994, pp. 375-378.
- [9] S. Y. Choi, S. Y. Jeong, B. W. Gu, G. C. Lim and C. T. Rim, "Ultraslim S-Type Power Supply Rails for Roadway-Powered Electric Vehicles," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 30, no. 11, pp. 6456-6468, Nov. 2015, doi: 10.1109/TPEL.2015.2444894.

[10] M. Aamir and S. Mekhilef, "An Online Transformerless Uninterruptible Power Supply (UPS) System With a Smaller Battery Bank for Low-Power Applications," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 32, no. 1, pp. 233-247, Jan. 2017, doi: 10.1109/TPEL.2016.2537834.

[11] S. Zhao, N. Khan, S. Nagarajan and O. Trescases, "Lithium-Ion-Capacitor-Based Distributed UPS Architecture for Reactive Power Mitigation and Phase Balancing in Datacenters," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 34, no. 8, pp. 7381-7396, Aug. 2019, doi: 10.1109/TPEL.2018.2878682.