

¿Que el Metro almacena y reutiliza la energía eléctrica?



Por: Claudia Patricia Gil Salcedo / claudia.gil@upb.edu.co

Fotos: Natalia Botero

Un desarrollo que tiene como objetivo ahorrar la energía que pierde el Sistema Metro de Medellín, cuando los trenes frenan para aprovecharla cuando arrancan.

Para nadie es un secreto que hacer un uso racional de los recursos naturales es un imperativo para los habitantes del planeta. Las cifras lo demuestran, así como las extremas lluvias y sequías. Pero esa tarea no es solo para las personas naturales por cuanto la industria tiene mayor responsabilidad.

De ahí que la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada, Metro, se dio a la tarea de encontrar una forma de ahorrar energía porque resulta que, cuando los trenes frenan y arrancan en cada estación para recoger y dejar pasajeros, se da lo que los expertos llaman un cambio de voltaje. Para que nos entendamos mejor es como cuando en la casa usted siente que la



Sobre este proyecto hay dos publicaciones internacionales: en la IEEE en un *conference paper* y en la Conferencia Sustainable City - Conferencia Energy and Sustainability, organizada por la Universidad de Wessex Institute of Technology WIT, que tuvo lugar en UPB en 2015.

nevera arranca y entonces ve cómo los bombillos pierden luminosidad, explica el ingeniero boliviano, Andrés Emiro Díez Restrepo. Ese mismo fenómeno, pero a un nivel más alto, le sucede al Metro. Con el agravante de que esos cambios de voltaje afectan los equipos del sistema de transporte masivo.

Los sistemas eléctricos de tracción, como el Metro, son regenerativos. En el frenado los motores se convierten en generadores y parte de la energía cinética de los trenes se puede recuperar, transmitirla a otro tren que la requiera, por lo general para arrancar. Pero cuando no hay trenes que la aprovechen, debe disiparse en calor porque si retornara al sistema puede dañar equipos.

De allí que Universidad–Empresa y Estado se dieron a la tarea de encontrar una manera de asegurar que la energía que se pierde en los frenados y que ocasiona cambios de voltaje, se guarde y se reutilice.

**Fueron dos años de investigación
y la inversión ascendió
a 1.200 millones de pesos.**

Aliados por la innovación

Con el liderazgo investigativo de la UPB, dos ingenieros del Metro, el laboratorio de Ingeniería Eléctrica de la UPB y la empresa Muzca Technology, se emprendió la tarea de hallar una solución para esa pérdida de energía, que se refleja en mayores costos para la Empresa y en un precio más alto, que acaba por pagarlo el usuario.

Y la solución fue un sistema que guarda la energía para aprovecharla posteriormente. La tecnología está compuesta por tres elementos:

Un Metro que funciona con mucha inteligencia

El equipo reduce la dependencia de los sistemas de transporte, de las líneas de energía.



El cerebro (el que controla)



Ultracapacitores
Almacenador de energía (importado)

Diferencias entre una batería y un ultracapacitor

La vida útil de una batería está entre 3.000 y 4.000 ciclos. Acumula mucha energía pero es lenta al intercambiarla.

El ultracapacitor:

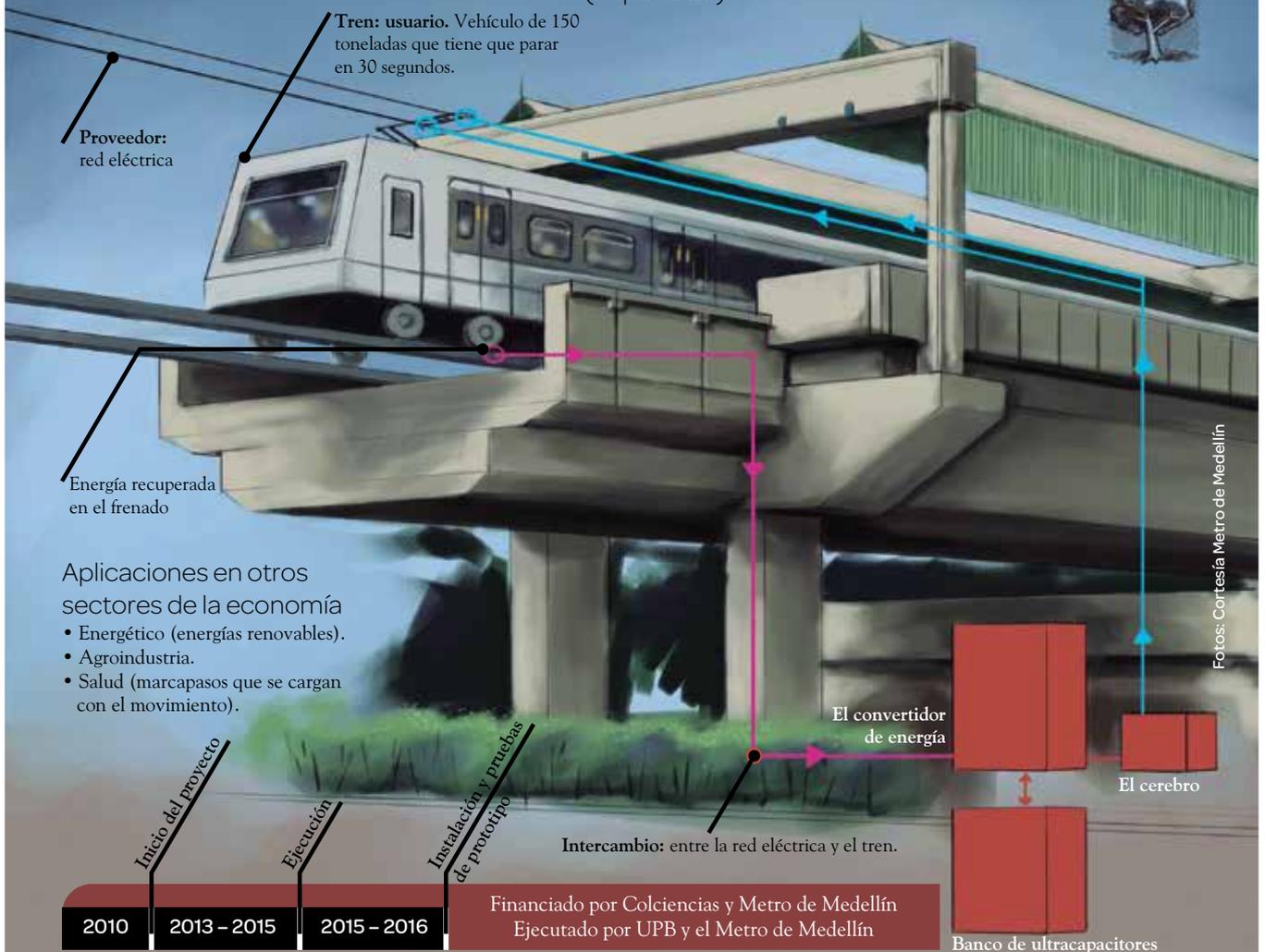
- Se puede cargar y descargar 1 millón de veces.
 - Entrega energía muy rápido.
 - Ahorra energía, estabiliza el voltaje y protege la vida útil de los equipos.
 - Responde muy bien a demandas rápidas, repentinas y de una alta intensidad, como las del Metro.
- En el mercado, un equipo para trabajar a un nivel de tensión inferior, vale tres veces más que la tecnología desarrollada.

Con este desarrollo el Metro ahorra 115 kWh/día.

- Con esta energía es posible cargar 2 taxis eléctricos de los que circulan en Bogotá, por día.



- Con el equipo, en un día, se deja de emitir el equivalente de CO₂ que absorbe un árbol en un año.





Programas como Ingeniería en Nanotecnología tendrán un papel protagónico en el desarrollo de tecnología como nanotubos de carbono con el objeto de desarrollar ultracapacitores propios.

- Un ultracapacitor, que es un equipo que guarda la energía.
- Una válvula o convertidor desarrollado en la UPB, que da las instrucciones para el almacenamiento y entrega de la potencia, y contribuye a mantener un voltaje estable. Este equipo funciona con electrónica de potencia, afirma Díez Restrepo.
- La inteligencia: unas tarjetas hechas en la UPB, cuya tarea es asegurar que el equipo sepa cuándo guardar y entregar energía, en qué cantidades y a quién se la debe entregar.

Vía propiedad intelectual se protegieron algunos productos de esta investigación, como los diseños industriales y circuitos integrados.

Los expertos

El talento humano detrás de este trabajo está organizado de la siguiente manera: investigadores de UPB con formación en maestría y doctorado, integrantes del Grupo de Investigación Transmisión y Distribución; dos ingenieros del Metro que, durante su formación en la maestría en Ingeniería de la UPB, área Transmisión y Distribución de Energía, se articularon al proyecto; tres estudiantes de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Kempten - Alemania, con la orientación del profesor Helmuth Biechel y un socio



La tecnología desarrollada permite la reutilización de energía en el Sistema Metro.

tecnológico: Muzca Technology, empresa de un boliviano, que se encargó del montaje físico del sistema.

¿Dónde está la novedad?

- Nuestro sistema trabaja a un nivel de voltaje y frecuencia más elevado que los que se encuentran en el mercado, lo que la hace más eficiente:
Voltaje: 1.500 voltios
Frecuencia: 3 Kilo Hertz
- El algoritmo de guardado o aprovechamiento lo hace altamente eficaz porque, en palabras del Ingeniero Díez: “Aprendió de la naturaleza del tren para aprovechar su energía”. Este elemento se convierte en una de las innovaciones fuertes de este ejercicio, que será protegido vía propiedad intelectual.



Se ha identificado otro punto débil en la línea B, en la que es necesario controlar las fluctuaciones o cambios en la tensión.

El equipo está programado para que únicamente tome energía cuando se va a perder en forma de calor. No compete con la energía que va para otro tren.

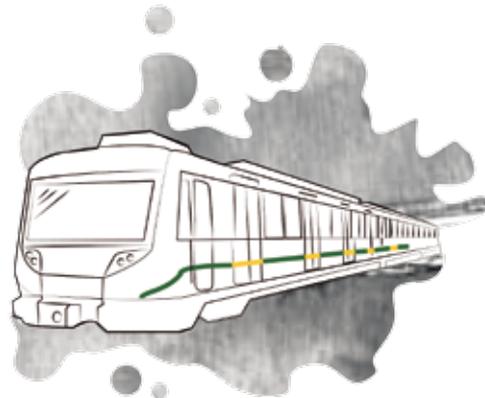


Ilustración Sofía Buitrago Ángel

En un día típico de trabajo del Sistema Masivo de Transporte, se midió el ahorro de 111 kWh, con un sistema de almacenamiento de 1 kWh, explica el ingeniero Luis Eduardo Castrillón Agudelo, del área de Investigación, Desarrollo e Innovación del Metro.

También son diferenciadores la frecuencia de trabajo y el costo del equipo. Aunque el desarrollo logrado trabaja más tensión (a mayor voltaje), su costo equivale a la tercera parte de un equipo de los que se consigue en el mercado, pero que son para trabajar con menores niveles de tensión.

Desde julio de 2015, fecha en la que finalizó la investigación, el equipo se instaló en la Estación Niquía, de la línea A del Metro. El punto fue escogido de manera estratégica porque allí el Sistema es débil, en términos energéticos. Cuando un tren llega a la Estación y va a desperdiciar energía en forma de calor, el equipo la guarda. Cuando ese mismo tren, u otro, va a arrancar, el equipo le devuelve



Investigadores: Luis Eduardo Castrillón Agudelo, Mauricio Figueroa Carrillo, Diego Múnera Hoyos, Armando Bohórquez Cortáza y Andrés Emiro Díez Restrepo.

el calor almacenado. Es aproximadamente un 10% de la potencia que necesitan para arrancar.

Castrillón Agudelo indicó que...” las mediciones y seguimientos realizados permiten concluir que la tecnología es viable no solamente desde el punto de vista técnico sino, también, desde el económico. El prototipo dejó verificar la estabilidad de tensión en el rango entre los 1400 V y los 1800 V y un ejercicio financiero a 30 años estableció ahorros cercanos a los \$100.000.000 anuales”.

En este tipo de proyectos el aprendizaje es significativo para todos los actores, en especial, en el campo de la Ingeniería: diseño de sistemas de compensación, convertidores bidireccionales en corriente directa, manejo

funcional de los ultracapacitores y muchos otros, pero lo más significativo es que este ejercicio pone a la vanguardia tecnológica a la industria local y a la academia, como lo afirma Castrillón Agudelo.

Un desarrollo logrado gracias a la alianza Universidad-Empresa – Estado, que asegura la eficiencia energética y sostenibilidad ambiental y que cae muy bien en estos días en los que el panorama energético mundial está estresado, en términos de los expertos.

Escanea
el código QR
con tu dispositivo
móvil para
ver el video.



Ficha técnica

Nombre del proyecto: Sistema de compensación en corriente directa para el aprovechamiento de frenado regenerativo basado en ultracapacitores

Palabras clave: Energía; Voltaje; Reutilización; Pérdidas; Ultracapacitor

Grupos de Investigación: Transmisión y Distribución y Energía y Termodinámica

Escuela: Ingenierías

Líder del proyecto: Andrés Emiro Díez Restrepo
Correo electrónico: andres.diez@upb.edu.co