

Consulta OPRET Junio 2021

¿Qué modelos exitosos de utilización para aprovechamiento de la energía regenerada por los trenes durante el frenado usan ustedes?

Metropolitano Tenerife

En el Metro Ligero de Tenerife operamos con toda la catenaria como un único sector eléctrico (14Km) y de esa forma aprovechamos todo el freno regenerativo siempre que haya más de 5 trenes en la línea. Esto nos permite aprovechar toda la energía de frenado sin necesidad de disiparla en las resistencias de freno.

VLT Carioca

Existem duas formas de aproveitar a energia na frenagem regenerativa :

1. Energia obtida pela frenagem regenerativa de um trem, ser usado por outro trem. Pelo tipo de alimentação elétrica (APS – Alimentação Pelo Solo) dos nossos trens não temos esta possibilidade.
2. A Energia gerada pela frenagem regenerativa ser armazenada e utilizada no próprio trem. O nossos trens são constituídos de 4 trucks (Sendo 3 motorizados e um não motorizado). A regeneração apenas ocorre nos 3 trucks motorizados. No caso do nosso trem, em um dos trucks a energia regenerada é imediatamente dissipada em uma resistência. No caso dos outros dois trucks que sobram, temos a possibilidade armazenar energia nas bandas do ECOPACK (Supercapacitores), desde que o mesmo não estejam FULL. Caso estejam FULL a energia será dissipada nas resistências.

Metro Brasilia

Informamos que, no metrô de Brasília, não possuímos sistema de regeneração de energia durante frenagem dos trens.

Metrô Sao Paulo

O nosso modelo de reaproveitamento de energia, usa a energia gerada no processo de frenagem de um trem para alimentar outros trens que estiverem fazendo uso da mesma linha de alimentação. Não possuímos sistemas que permitam armazenamento desta energia ou a conversão/transmissão a outros sistemas.

Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana (FGV)

Usamos el sistema habitual de controlar la tensión de catenaria, y si la tensión lo admite (no puede ser elevada), devolvemos la energía al a catenaria.

En caso de que la tensión de catenaria sea elevada y no se pueda devolver, se dispararía en las resistencias de frenado del vehículo. De esta forma si la línea tiene una tensión estable y está bien balanceada, se puede ahorrar un porcentaje elevado de energía (25/30%).

Otra opción que estudiamos es tener acumuladores de energía en las subestaciones para tener la posibilidad de almacenarla ahí, si la catenaria no la admite. Por nuestra experiencia, si está subvencionada puede ser económicamente rentable (poco), pero si no, y para un periodo de retorno de 10 años (tiempo de vida del sistema), el ahorro es muy similar al coste de la inversión. Este análisis se hizo hace varios años, puede que ahora no sea igual.

Sistema de Transporte Colectivo – Metro México

Actualmente el Metro de la CDMX no cuenta con sistemas de almacenamiento de energía que aprovechen el frenado regenerativo de los trenes, pero se está trabajando en dos proyectos enfocados a esto, se comparte breve descripción.

Nuestro parque vehicular tiene esta capacidad de frenado regenerativo, pero dependiendo el tipo de Sistema de Tracción es el porcentaje de capacidad regenerativa, conforme especificaciones del proveedor el material con sistema JH tiene un 12%; Chopper un 20% y los trenes más recientes, adquiridos de 2000 a la fecha (NM02, FE07, FE10 y NM16) tienen un 40%.

Sin embargo; los trenes con JH y Chopper nunca alcanzaron esa capacidad de regeneración, por lo que consideramos que solo el 29% del parque total del Metro que son los trenes más recientes (con sistema asíncrono) tienen esta capacidad regenerativa; es decir, solo alrededor de 800 carros (93 trenes) tienen una capacidad regenerativa del 40%.

A la fecha no se aprovecha esta energía regenerada por los trenes debido a que no se cuenta con sistemas de almacenamiento de energía.

Sin embargo; se han desarrollado dos proyectos para el aprovechamiento del frenado regenerativo, los cuales llegaron a la etapa de prototipo, y actualmente se están retomando para su posible desarrollo e implantación con el objeto de ahorro de energía y reducir la emisión de contaminantes

Los proyectos/ prototipos fueron desarrollados por instituciones académicas y la coordinación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación, en seguida se da una breve descripción:

I. SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGÍA PARA LOS TRENES

Antecedente:

Las características eléctricas de los motores hacen que durante el arranque del tren las corrientes demandadas al sistema de potencia sean altas; del orden de 3 a 6 veces de su valor nominal, provocando que las SR's subestaciones de rectificación estén sobredimensionadas y/o sometidas a fuertes descargas reduciendo su tiempo de vida útil. Actualmente durante la etapa de frenado del tren, el motor regenera energía eléctrica, esta energía es enviada de regreso a la barra guía y si existen trenes cercanos traccionando esa energía es reutilizada por los mismos, sino se usa un frenado de tipo reostático; esto significa que cuando el tren es frenado la energía regenerada es disipada a través de resistores en forma de calor (desperdiciada).

Descripción:

El prototipo desarrollado en este proyecto almacena la energía de frenado y la reutiliza principalmente para proporcionar los picos de potencia requeridos durante el arranque de los trenes, lo que también coadyuvará a operar la SR's en su punto de operación nominal disminuyendo sus pérdidas por sobredemanda. El ahorro de energía esperado es de hasta 30% en la operación de los trenes y hasta 10% en la operación de la subestación. De esta manera la energía regenerada por los trenes en la fase de frenado será recuperada y aprovechada en el mismo sistema de tracción de los trenes.

El sistema de recuperación de energía está basado en SUPERCAPACITORES, será estacionario (instalado en tierra) y su principio de operación es el siguiente:

Las ventajas de usar los supercapacitores como elementos de almacenamiento de energía son entre otras: alta densidad de potencia, largo tiempo de vida y baja resistencia interna.

El sistema se instalará en tierra y estará conectado a la barra guía a través de un convertidor CD/CD de subida/bajada que trabajará en modo bidireccional, permitiendo que los supercapacitores se carguen cuando exista energía regenerada (frenado) y que se descarguen durante la demanda de energía de los trenes (tracción). La estrategia de control se basa en los niveles de voltajes en la barra guía, si en un momento dado en un segmento de vía son más los trenes que se encuentran frenando eléctricamente (regenerativo) que los que se encuentran traccionando, hay un exceso de energía en el bus y el voltaje tiende a incrementar. Al pasar el umbral y si los supercapacitores no están totalmente cargados, genera una señal comando que provoque el inicio de la carga de los supercapacitores a través del convertidor CD/CD trabajando como convertidor de bajada y con flujo de energía hacia el supercapacitor de esta forma cargándolo.

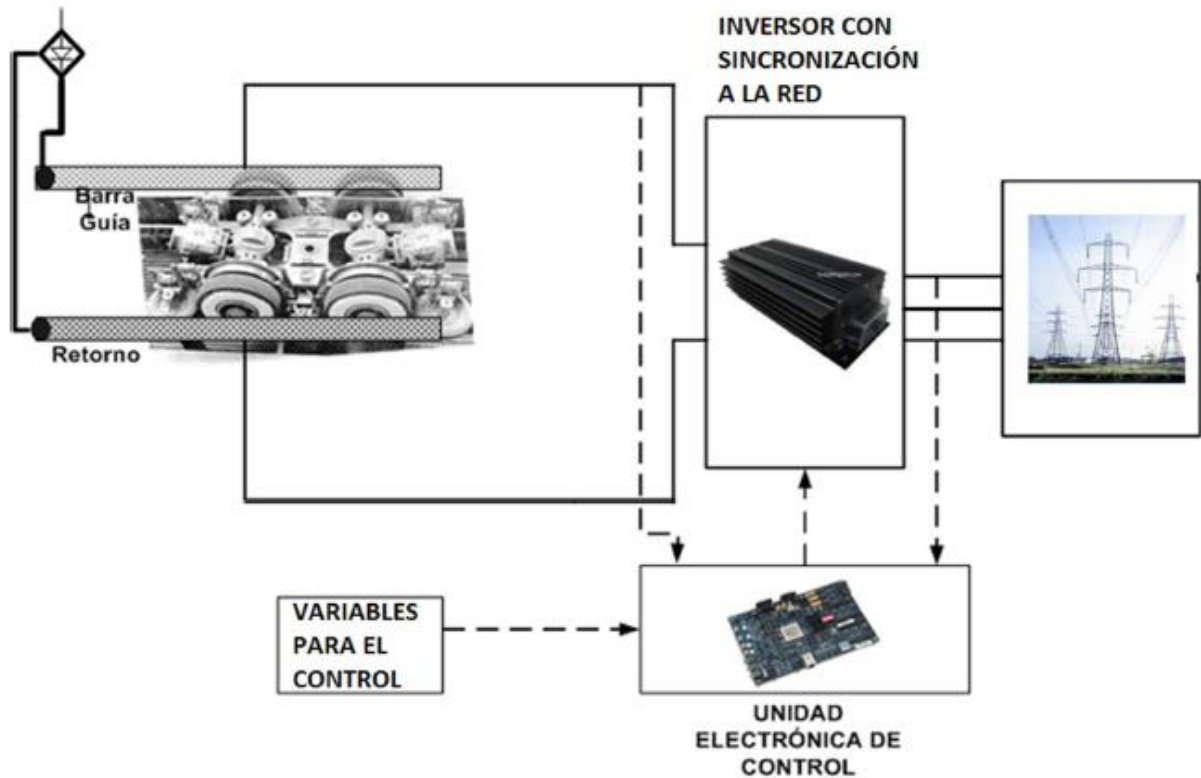
Por otro lado, cuando el proceso se invierte, es decir hay un exceso de tracción y un mínimo de frenado (o ninguno), los supercapacitores son descargados a través del convertidor CD/CD trabajando como convertidor de subida y con flujo de energía hacia la barra guía.

Se propone que el sistema sea instalado en tierra, quizá lo más factible es que se instalen en las estaciones rectificadoras en cada segmento de vía aislado. La idea del sistema es suprimir prácticamente el frenado reostático en los trenes, incrementándose de esta forma la eficiencia de operación de los trenes y por lo tanto disminuyendo el consumo total de energía hasta en un 30 %.

II. Red de Inversores de Potencia para la Recuperación de Energía.

- Diseñar, simular y construir tres inversores, de dos niveles, de 30 kW cada uno, con capacidad de interconexión y sincronización a una red trifásica de 220 VCA.
- Diseñar y construir tres módulos de intercomunicación, que se agregarán a los inversores de potencia y que permitirán intercomunicarse entre ellos y una computadora maestra, para poder monitorearlos y mostrar en pantalla el estado de cada uno de los inversores.
- Desarrollar un algoritmo de manejo de energía, para determinar el perfil de transferencia de energía por parte del inversor.

Abajo esquema del funcionamiento del prototipo:



Metro Medellín

El modelo de aprovechamiento de la energía generada durante el frenado de los trenes implementado por la empresa, consiste en un sistema de compensación en corriente directa para aprovechamiento de frenado regenerativo basado en Ultra capacitores, adjuntamos una presentación que describe las generalidades de este modelo. (Se adjunta documento "Ultracaps")

MetrôRio

Atualmente não temos nenhum equipamento de aproveitamento da energia regenerada pelos trens. Na verdade a energia regenerada pelos trens na frenagem é devolvida ao 3º trilho e utilizada por um outro trem que estiver tracionando na mesma zona de tração, se houver a demanda por essa energia. Caso contrário, a energia regenerada e não utilizada é dissipada no banco de resistores do trem que a gerou.

Já tentamos instalar um inversor em uma de nossas subestações retificadoras para melhor aproveitar essa energia, de modo que a energia que seria dissipada no banco de resistores passasse por esse inversor e fosse direcionada para um nível acima na nossa rede de distribuição, visando sua utilização em outras cargas. Contudo, o projeto não teve sucesso já que houve fuga de corrente para a carcaça do equipamento. Como o equipamento foi instalado com o custo sendo arcado pelo fornecedor, quando houve a falha, o fornecedor não teve interesse de investigar o motivo, nem de continuar com o projeto. Sendo assim, essa iniciativa foi cancelada.

TMB

En Metro de Barcelona tenemos un convertidor de recuperación de energía funcionando desde 2016 en la Subestación de Tracción de LN9 (estación Església Major) y actualmente montados y en pruebas tenemos dos más en las subcentrales eléctricas de la estación Llacuna de L4 y de la estación Canyelles de L3.

Los 3 son tecnología Ingeteam Ingeber, de 1500 kWp.