



INFORMACIÓN DE INTERÉS SOBRE BUSES HIBRIDOS EN SERIE DE HIGER

Descripción del sistema y sus componentes

- El sistema eléctrico alemán de los buses híbridos en serie de Higer, cuyo desarrollo inició aproximadamente en 1998, consta de motores eléctricos con sus respectivos controladores de velocidad y torque, los cuales son instalados en el eje de propulsión de buses.
- La tecnología viene de los desarrollos de varias décadas de buses trolley, tranvías y trenes ligeros. Esta tecnología permite operar buses con un sistema diésel eléctrico, similar a la propulsión de locomotoras diésel o camiones de minería, que por razones de mantenimiento y eficiencia desde hace décadas migraron de ser sistemas de propulsión diésel-mecánicos con caja de cambios a sistemas en los cuales uno o más motores eléctricos (usualmente sin caja mecánica) se encargan de la propulsión usando energía eléctrica generada por una planta diésel con generador.
- Al eliminar la caja de cambios del sistema de propulsión se elimina un componente de alto costo, alto mantenimiento y pérdidas del 7-10% de energía, dependiendo en las relaciones de caja.
- Otra ventaja de la operación diésel-eléctrica en comparación a la operación diésel-mecánica, resulta del hecho que el diésel no viene mecánicamente conectado al diferencial del vehículo y por lo tanto es posible operar el diésel mediante control digital en un rango óptimo de revoluciones, evitando así la carbonización excesiva del motor de combustión, que generalmente ocurre al operar este a revoluciones bajas con demasiada carga.
- En un vehículo con sistema diésel-eléctrico como es el caso de los buses híbridos de Higer, se mantiene el sistema de frenos mecánico, sin embargo el pedal del freno viene conectado digitalmente con el controlador del vehículo, lo cual permite que se frene controlando el torque del motor de propulsión, convirtiéndolo temporalmente en un generador de electricidad. La energía generada en este caso se disipa en una resistencia de calor.
- El sistema diésel-eléctrico migra a ser un sistema híbrido, con la adición de un reservorio de energía, que es capaz de almacenar la energía de frenado generada por el motor de propulsión en modo generador.

Diferencia entre el uso único de batería y del sistema de Ultracap (UCAP)

- El reservorio de energía puede ser una batería o un sistema de Ultracap. La diferencia consiste en que una batería es un reservorio hecho a base de un proceso químico, mientras un Ultracap (corto para ultra-capacitador) es un reservorio de energía de operación electrónica pasiva, el cual consta de condensadores conectados en serie y en paralelo para llegar a un nivel de voltaje similar al de la batería.

Ventajas del Ultracap (UCAP)

- La principal ventaja del Ultracap (UCAP) consiste en su tiempo de vida útil, ya que este es capaz de absorber más carga eléctrica que una batería sin calentarse mucho y por ello sin reducir el tiempo de vida útil del equipo.

- El Ultracap por ser un elemento pasivo tiene un tiempo de vida útil mayor. En el caso de los buses puede ser hasta de 15 años y en condiciones de laboratorio más de 40 años, con lo cual la ventaja económica es sustancial y la adopción de buses híbridos con Ultracap es económicamente más viable en el tiempo.
- El sistema de Ultracap puede contener desde 3 a 6 módulos, dependiendo la autonomía eléctrica requerida. Como el UCAP tiene un uso primordial para recuperar la energía de frenado un sistema de 5 módulos usualmente permite acelerar usando la energía del Ultracap. Dependiendo en las características del bus esto puede ser entre 30 y 50 segundos de aceleración.
- Mientras el bus está parado y mientras se acelera el generador puede permanecer apagado, así reduciendo adicionalmente el consumo de combustible.
- Es importante resaltar que los componentes del sistema tecnológico alemán de los buses de Higer, están diseñados para el ámbito automotriz con un grado de protección a polvo y agua de IP 67k, lo cual significa que todos los componentes son a prueba de agua. Es decir aun sumergiendo los componentes en un metro de agua no hay problemas de ingreso de ésta, permitiendo así operaciones en condiciones complicadas.
- Combinar las ventajas de ambos componente en un bus es posible y hacer uso tanto de un Ultracap como de un batería. La ventaja está en que el Ultracap, con su capacidad alta de ciclos y de recibir cargas altas maneja los microciclos, permitiéndole a la batería manejar solo una descarga continua, lo que tiene efectos positivos con respecto a la vida útil de ésta.

Diferencia entre híbrido en serie e híbrido en paralelo

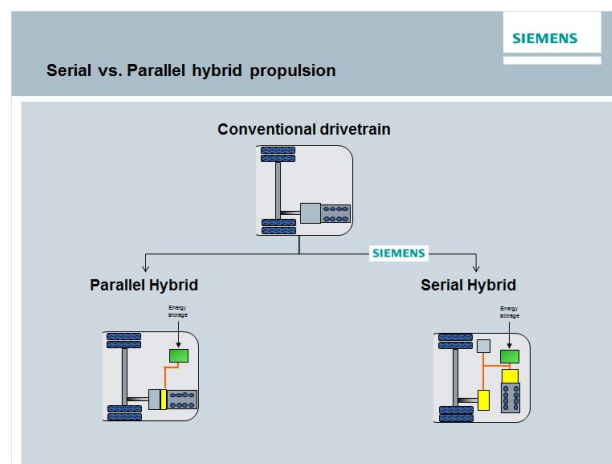


Ilustración 1: Comparación híbrido en paralelo e híbrido en serie

- El híbrido en paralelo es una evolución del tren motriz, al cual se le ha añadido un motor eléctrico a la caja de cambios permitiendo así usar el motor eléctrico para aceleración y para generación de energía al frenar.
- En comparación, el sistema **híbrido en serie** elimina completamente la caja de cambios y desconecta mecánicamente el motor de combustión del tren motriz.

- En este caso, solo el motor eléctrico mueve el cardan del vehículo. Este usa su energía de una planta eléctrica.
- Al ser el motor eléctrico el único componente que mueve el bus, este tiene que ser dimensionado para proporcionar toda la potencia necesaria para acelerar el bus. Generalmente por esto el motor eléctrico que a la vez es generador es más grande en buses híbridos en serie que en buses híbridos en paralelo.
- Al ser más grande el motor (generador) es posible generar más energía al frenar, la cual se puede reutilizar para la próxima aceleración. Por esta realidad técnica es posible ahorrar más combustible con un bus de sistema híbrido en serie que en uno con sistema híbrido en paralelo.

Concepto eBus Ready

- Por eliminar la caja de transmisión y tener solo un motor eléctrico conectado al cardan del diferencial, la tecnología de Siemens de los buses de Higer le puede ofrecer a las ciudades y operadores interesados en un sistema de buses eléctricos, la posibilidad de una implementación incremental.

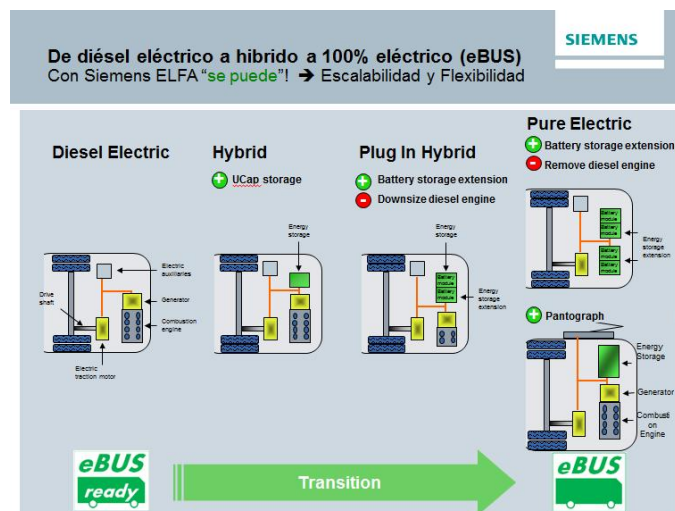


Ilustración 2: Posible implementación incremental del Sistema eBus Siemens

- La implementación incremental o la posible migración cómoda y económica a 100% eléctrico es una de las mayores ventajas del sistema en serie de los buses con tecnología alemana de Higer.
- Al eliminar la caja de cambios y tener solo un motor eléctrico de propulsión, Higer puede ofrecer a las ciudades la opción de iniciar con buses diésel-eléctricos cuyo precio ya es altamente competitivo con buses comunes diésel-mecánicos.
- Los buses diésel-eléctricos operan de la misma manera que un bus diésel-mecánico, con la ventaja mencionada arriba de no tener cambios de caja, por ende la aceleración es sin jalones.
- Adicionalmente, al no frenar primordialmente con las pastillas de freno sino con el generador y manejar el diésel a revoluciones ideales, es posible reducir notablemente el mantenimiento en el bus.



- Como el tren motriz ya es eléctrico en el bus diésel-eléctrico es posible migrar estos buses a buses híbridos con tan solo añadirle el reservorio de energía de Ultracap (UCAP). En el momento de conectar este, el dispositivo de control reconoce que hay un reservorio y envía la electricidad generada al frenar a este, en vez de disiparla en una resistencia de calor. Así se hace disponible para la próxima acelerada.
- Por esto, es posible para un operador comprar por ejemplo una flota de 500 buses diésel-eléctricos, de los cuales convierte a híbridos una primera parte de 100 buses. Los ahorros de combustible de estos primeros 100 buses (Aprox. 30% de combustible) se pueden usar para sucesivamente cambiar los restantes 400 buses diésel-eléctricos a híbridos, dotándolos con UCAPS y así migrando una flota completa de buses a híbridos de una manera económica y manejable.
- En un tercer paso también es posible sacar el diésel, que operaba como planta de electricidad e instalar en el mismo compartimiento un banco de baterías, convirtiendo así los buses de manera cómoda y económica en buses 100% eléctricos de recarga (generalmente después de 1 millón de km recorridos los diésel son cambiados). Esta etapa se puede usar para no cambiar el diésel sino para instalar las baterías.
- A su vez, también es posible conectar los buses a una recarga de oportunidad o a una red de catenaria para una operación eléctrica continua, en el caso de que se instale esta infraestructura en las ciudades.
- Varias ciudades entre otras Shanghái han evaluado diferentes tecnologías y han llegado a la conclusión que un salto inmediato a 100% eléctrico con buses a baterías es costoso y complicado. Sin embargo la tecnología híbrida en serie hace posible una migración por fases, o como Steer Davies Gleave, una consultoría reconocida del ámbito de transporte, lo ha nombrado: hacer una implementación incremental hacia 100% eléctrica.