

AUTOBUSES ELÉCTRICOS, AUTONOMÍA UNA CUESTIÓN DE PERSPECTIVA

¿QUÉ DISTANCIA PUEDE RECORRER UN AUTOBÚS ELÉCTRICO ANTES DE TENER QUE RECARGAR LA BATERÍA? LA PREGUNTA VIENE DE FORMA NATURAL CUANDO PENSAMOS EN LOS COCHES ELÉCTRICOS, ESPECIALMENTE PORQUE LA ESENCIA DE TENER UN COCHE ES LA LIBERTAD DE PODER IR A CUALQUIER PARTE, EN CUALQUIER MOMENTO. SIN EMBARGO, UN AUTOBÚS NO VA A CUALQUIER PARTE EN CUALQUIER MOMENTO, VA A UN LUGAR CONCRETO, A LO LARGO DE UN ITINERARIO CONCRETO Y A UNA HORA CONCRETA, Y REPITE LO MISMO DÍA TRAS DÍA SEGÚN UN HORARIO PUBLICADO, POR TANTO, LA ANSIEDAD DE AUTONOMÍA NO TIENE PORQUÉ SER UN PROBLEMA PARA LOS AUTOBUSES ELÉCTRICOS. LA VERDADERA PREGUNTA, POR TANTO, NO ES HASTA DÓNDE PUEDE LLEGAR SINO CÓMO DE RÁPIDO PUEDE CARGARSE ANTES DE VOLVERSE A IR. ESTE ARTÍCULO ANALIZA POR QUÉ LA RECARGA ULTRARRÁPIDA REDUCE EL COSTE TOTAL DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LÍNEA DE AUTOBUSES ELÉCTRICOS Y EXPLICA LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE UNA SOLUCIÓN.

Coste de los autobuses

Lograr un coste total de propiedad bajo tiene que ver con operar una línea de autobuses eléctricos estrictamente con los vehículos que sean necesarios y, para ello, la clave es tener una correspondencia de uno a uno con la solución equivalente de autobuses diésel. Esto significa tener el mismo horario, los mismos tiempos de escala, el mismo número de autobuses y conductores y la misma capacidad de pasajeros que una flota diésel.

Estrategias de recarga de baterías

Las estrategias de recarga actuales, ya sea durante la noche en la cochera o las recargas de oportunidad en las terminales, se rigen por el tiempo que se requiere para cargar el vehículo y las limitaciones que impone el horario.

En el caso de las recargas en cochera, los operadores de autobuses dependen de que la batería tenga capacidad suficiente para completar el itinerario. Sin embargo, el tamaño de la batería afecta negativamente a la capacidad de pasajeros y aumenta el coste y el peso del vehículo. La batería representa hasta el 45% del coste de un autobús eléctrico con una estrategia de recarga en cochera.

Para las estrategias de recarga de oportunidad, con estaciones de recarga en las terminales de la línea, el tiempo de recarga de los vehículos debe ser menor que el tiempo de escala previsto. Las escalas existen para que los conductores descansen, pero también

THE ELECTRIC BUS, RANGE IS A MATTER OF PERSPECTIVE

HOW FAR CAN AN ELECTRIC BUS TRAVEL BEFORE IT NEEDS TO RECHARGE ITS BATTERIES? THE QUESTION COMES NATURALLY WHEN THINKING ABOUT ELECTRIC CARS, ESPECIALLY AS THE ESSENCE OF HAVING A CAR IS THE FREEDOM TO GO ANYWHERE, AT ANY TIME. A BUS, HOWEVER, DOES NOT GO ANYWHERE AT ANY TIME: IT GOES TO A SPECIFIC PLACE, ALONG A SPECIFIC ROUTE AND AT A SPECIFIC TIME, AND REPEATS THAT DAY-IN AND DAY-OUT ACCORDING TO A PUBLISHED SCHEDULE, SO THAT RANGE ANXIETY NEED NOT BE AN ISSUE FOR ELECTRIC BUSES. THE REAL QUESTION, THEREFORE, IS NOT HOW FAR IT CAN GO BUT HOW FAST CAN IT RECHARGE BEFORE GOING THERE AGAIN. THIS ARTICLE LOOKS AT WHY FLASH RECHARGING REDUCES THE OVERALL COST OF OPERATING AN ELECTRIC BUS LINE AND EXPLAINS THE CORE ELEMENTS OF A SOLUTION.

Bus cost

Achieving a low total cost of ownership (TCO) is about operating an electric bus line with only as many vehicles as are strictly needed and for that, having a one-to-one correspondence with the diesel bus equivalent solution is the key. This means having the same schedule, the same layover time, the same numbers of buses and drivers and the same passenger capacity as a diesel fleet.

Battery charging strategies

Current charging strategies, whether overnight at the depot or opportunity charging at terminals, are governed by the time needed to charge the vehicle and the constraints imposed by the schedule.

In the case of depot charging, bus operators rely on the battery having sufficient capacity to complete the route. Battery size, however, negatively impacts passenger capacity and increases the cost and weight of the vehicle. Up to 45% of the cost of an electric bus with a depot charging strategy comes from the battery.

For opportunity charging strategies, with charging stations at the line terminals, the vehicle must charge in a period shorter than the scheduled layover time. Layover times exist to provide drivers with a break but also to provide delay buffers. During peak periods when layovers are shorter, line



En 2016, TPG y el fabricante de autobuses suizo GESS adjudicaron a ABB un contrato para suministrar carga ultrarrápida y tecnología de a bordo para 12 autobuses eléctricos TOSA. Estos autobuses pueden implantarse con la misma flexibilidad que los autobuses diésel. | In 2016, ABB was awarded a contract by TPG and Swiss bus manufacturer HESS to provide flash charging and on-board electric vehicle technology for 12 TOSA buses. These e-buses are as flexibly deployable as diesel buses.

para compensar los retrasos. Durante las horas punta en las que las escalas son más cortas, los operadores de línea suelen enfrentarse a un dilema: ¿se limitan a recargar parcialmente la batería para cumplir el horario y llevan la batería hasta una descarga profunda o se olvidan del horario para permitir una recarga completa? Las estrategias de recarga de oportunidad solo permiten el tiempo de recarga suficiente si se dispone de más autobuses y conductores y más estaciones de recarga en terminales y cocheras. Estos recursos adicionales aumentan las necesidades de espacio, el consumo de energía y el coste. En otras palabras, si la carga no es lo suficientemente rápida, los horarios se resienten y/o los costes suben.

Conocer las contrapartidas

Las ciudades de Ginebra en Suiza y Nantes en Francia conocen las contrapartidas que ofrece la recarga de los autobuses eléctricos. Ambos municipios han implantado un sistema de autobuses eléctricos que optimiza el número de vehículos y aprovecha al máximo las oportunidades de recarga. Como ambas ciudades tienen realidades operativas y redes eléctricas diferentes, también lo son los sistemas que eligieron para aprovechar esas oportunidades locales. Independientemente de estas diferencias, hay elementos básicos comunes a ambos.

Por ejemplo, las dos ciudades no solo dependen de las oportunidades de recarga en las terminales y la cochera, sino también de otras a lo largo del trayecto, mientras los pasajeros suben y bajan. La carga durante el trayecto, en paradas seleccionadas, es ultrarrápida y garantiza que las baterías se mantienen en un estado de carga alto, además reduce la necesidad de largos periodos de recarga y amplía la vida de la batería, evitando descargas profundas.

En períodos de tráfico congestionado, el autobús obtiene la mayor parte de su energía durante las paradas, mientras que fuera de las horas punta, recupera batería principalmente en las terminales.

Las ventajas de la recarga a bordo

Los cargadores en las terminales y a lo largo de los trayectos de Ginebra y Nantes proporcionan entre 400 y 600 kW para maximizar la recuperación del nivel de energía. Esta infraestructura solo es efectiva si se combina con una batería que es capaz de absorber una carga

operators often face a dilemma: partially recharge the battery to keep to schedule and push the battery into deep discharge, or abandon the schedule to enable a full charge? Opportunity charging strategies only allow sufficient charging time by having more buses and drivers as well as more terminal and depot charging stations. These additional resources increase space requirements, energy consumption and cost. In other words, if charging is not fast enough, schedules suffer and/or costs rise.

Understanding the trade-offs

The cities of Geneva in Switzerland and Nantes in France understand the trade-offs involved in electric bus charging. Both municipalities have implemented an e-bus system that optimises the number of vehicles and makes the most of charging opportunities. As both cities have different operating realities and different electrical grid systems, the systems they chose are likewise different to leverage those local opportunities. Regardless of these differences, both share core elements.

For instance, the two cities rely not only on charging opportunities at the terminals and depot but also on others along the route, while passengers embark and disembark. Charging along the route at selected stops, so-called flash charging, ensures that batteries are kept in a high state of charge, reduces the need for long charging periods and extends battery life by avoiding deep discharges.

In periods of congested traffic, the vehicle gets most of its energy at stops along the route; while during off-peak operation, the battery mostly recovers at the terminals.

The benefits of on-board charging

The chargers at the terminals and along the routes in Geneva and Nantes provide 400 to 600 kW to maximise energy level recovery. Such an infrastructure is only effective when combined with a battery capable of absorbing such a high-power charge. That is why the vehicles are equipped with lithium titanate oxide (LTO) batteries that charge quickly and can operate at up to 10C. 10C refers to the C-rate, a standard measure of how fast a battery can be charged or discharged. The higher the C-rate, the faster the charge or discharge. This measure is a key differentiator for ABB: a large battery is only helpful if it charges and discharges without impacting the schedule.

The Nantes and Geneva buses also both use on-board charging. In such systems, the overhead rail provides a constant DC voltage and the equipment mounted in the vehicle transforms this to a form useable by the auxiliaries and motors. By reversing the flow of power between battery and motor, the DC fed from the overhead rail can be used to charge the batteries.



La carga rápida de la batería a través de un pantógrafo se realiza en la parada y en la terminal. | Fast battery charging via a pantograph takes place at the stop and at the terminal.

de tan alta potencia. Por este motivo los vehículos están equipados con baterías de óxido de titanato de litio (LTO), que se cargan rápidamente y pueden funcionar hasta a 10C. 10C se refiere a la tasa C, una medida estándar de la velocidad a la que se puede cargar o descargar una batería. Cuanto más alta sea la tasa C, más rápida será la carga o la descarga. Esta medida es un elemento diferenciador clave para ABB: una batería grande solo es útil si se carga y descarga sin afectar al horario.

Los autobuses de Nantes y Ginebra también utilizan la recarga a bordo. En estos sistemas, el rail aéreo proporciona una tensión de CC constante y el equipo montado en el vehículo la transforma para utilizarla en los auxiliares y los motores. Al invertir el flujo de energía entre la batería y el motor, la CC procedente del rail aéreo puede utilizarse para cargar las baterías.

Esto evita romper la comunicación de misión crítica entre la batería y el cargador de a bordo en los puntos de recarga. La recarga a bordo limita así las interfaces entre el vehículo y el cargador a una simple comprobación de contacto físico, sin necesidad de ninguna otra comunicación.

Otro elemento que tienen en común los autobuses de Ginebra y Nantes es un pantógrafo de accionamiento rápido, que permite al autobús conectarse al cargador en menos de 1 s. El autobús despliega con antelación el pantógrafo cuando se aproxima a un punto de recarga y se alinea de forma automática con el sistema de recarga, lo que permite a los conductores aproximarse a la parada de recarga como lo harían a cualquier otra y acelerar el proceso. Cada segundo de recarga ganado ayuda a reducir el número de puntos de recarga ultrarrápida necesarios a lo largo del trayecto, así como el tiempo necesario de recarga en la terminal. Estos ahorros ofrecen al operador de la línea mayor flexibilidad, mejores tiempos de recuperación del horario durante las horas punta y, gracias al tamaño común de la batería de los vehículos, la capacidad de reasignar cualquier autobús a cualquier línea y satisfacer fácilmente nuevas demandas.

Cumplir el horario

Elegir la filosofía adecuada de recarga de batería limita los costes de los autobuses eléctricos. Las estrategias de recarga en cochera requieren baterías más grandes y caras, que reducen la capacidad de pasajeros; las estrategias de recarga de oportunidad afectan a los tiempos de escala y requieren más vehículos y más infraestructuras si se desea mantener los horarios. Lo mejor para cumplir los horarios y mantener el compromiso con los pasajeros durante las horas punta, condiciones meteorológicas difíciles, etc., sin dejar que el TCO suba, es cargar en menos tiempo de lo que dura la escala y con la máxima frecuencia posible, como se hace en Ginebra y Nantes.

Cuando se trata de autobuses eléctricos, la atención no debe centrarse en la autonomía, sino en cumplir el horario. Si la batería se recarga con inteligencia, se puede tener una red de autobuses eléctricos no solo con un TCO bajo, sino también con credenciales respetuosas con el medioambiente, lo que beneficia a todos.



Cargador ultrarrápido TOSA con una unidad de almacenamiento de energía en Ginebra. La línea de Nantes no necesita energía almacenada en las paradas de autobús. | A TOSA flash charger with an energy storage unit in Geneva. The Nantes line does not require stored energy at bus stops.

This avoids breaking the mission-critical communication between the battery and the on-board charger at the charging points. On-board charging thus keeps interfaces between the vehicle and charger to a simple physical contact check with no further communication needed.

Another element the Geneva and Nantes buses have in common is a fast-operating pantograph that enables the bus to connect to the charger in less than one second. Pre-deployment of the pantograph on nearing a charging point and automatic alignment with the charging hood allows drivers to approach the charging stop as they would any other and speeds up the process. Each charging second gained helps reduce the number of flash charging points required along the route as well as the time needed to recharge at the terminal. These savings give the line operator more flexibility, improved schedule recovery times during peak periods and, thanks to common vehicle battery sizes, the ability to re-deploy any bus to any line and easily handle new demand.

Keeping to the schedule

Choosing the right battery charging philosophy keeps electric bus costs low. Depot charging strategies require larger, costlier batteries that reduce passenger capacity; while opportunity charging strategies quickly impact layover times and require more vehicles and more infrastructures if schedules are to be maintained. The best chance of fulfilling timetables and keeping the commitment to passengers during peak periods, challenging weather conditions, etc., while keeping TCO down, is to charge faster than the layover time and as often as possible, as is done in Geneva and Nantes.

When it comes to electric buses, the focus should not be on the range but on keeping to the schedule. If recharging is done wisely, an electric bus network can be run not only with a low TCO but also with environmentally-friendly credentials, which is of benefit to all.

Frank Muehlon

ABB E-Mobility Infrastructure Solutions

Fuente | Source: ABB Review 4/09