



Bild 1. Ein Stadler FLIRT der TILO überquert die Grenze mit Traktionstechnik von ABB.

Elektrische Systeme für mehr Komfort im Zug

Um den Marktanteil gegenüber dem Auto und dem Flugzeug zu vergrößern, ist ein zuverlässiger und sicherer Bahnbetrieb erforderlich. Eine weitere Verkürzung der Fahrzeiten, mehr Komfort und eine höhere Sicherheit sind entscheidende Faktoren, wenn es darum geht, Fahrgäste zu gewinnen.

Die wenigsten Passagiere eines Zuges, einer U-Bahn oder Strassenbahn sind sich bewusst, welchen Einfluss die elektrische Ausrüstung im Zug auf ihren Reisekomfort hat.

Komfortgeräte an Bord

Der Energiebedarf von Zügen und innerstädtischen Verkehrsmitteln ist im Lauf der Jahre kontinuierlich gestiegen. Heizung, Lüftung, Klima, Automatiktüren, Fahrgastinformationssysteme, Videoüberwachung und geschlossene Toilettensysteme gehören in den meisten neuen Fahrzeugen mittlerweile zum Standard. Für diese so genannten Nebenaggregate ist heute typischerweise eine Stromversorgungskapazität von 400 bis 800 W pro Sitzplatz erforderlich. Bei einigen speziellen Wagen- und Zugtypen wie Speisewagen mit Küche oder Schlafwagen mit Duschen ist der Energiebedarf sogar noch höher.

Hilfsbetriebeumrichter

Hilfsbetriebeumrichter passen den Strom von der Hauptversorgung an die Strom- und Spannungsanforderungen verschiedener Bordanwendungen an und gehören zu den

Hilfseinrichtungen, die man zwar gern haben, aber nicht wahrnehmen möchte. Solche Systeme sollten möglichst nicht hörbar sein und keinen Platz beanspruchen, der dem Fahrgast anderweitig dienen könnte. In der Vergangenheit wurden bereits erhebliche Fortschritte bei der Erhöhung der Leistungsdichte solcher Geräte, der Entwicklung eines kompakteren Designs und der Reduzierung der Geräuschemissionen von Kühlsystemen und Hochleistungsschaltgeräten erzielt. Bordline®M-Hilfsbetriebeumrichter können flexibel unter dem Wagenboden, auf dem Dach und sogar im Schaltschrank der Bordstromversorgung montiert werden (Bild 2). In Transportmitteln sollte die Hilfsenergie unterbrechungsfrei zur Verfügung stehen. ABB bietet redundante Stromversorgungs- und Batteriemanagementsysteme, welche die Kontinuität der Stromversorgung auch bei kurzen Ausfällen während des Fahrbetriebs sicherstellen. Einige der Hilfsbetriebeumrichter tragen noch auf andere Weise zum Komfort des Fahrgasts bei: Sie speisen ein Neigungssystem, das es manchen Zügen ermöglicht, auf kurvenreichen Strecken schneller zu fahren als herkömmliche Bahnen.

Kürzere Fahrzeiten

Einer der wichtigsten Faktoren für den Nutzen einer Fahrt – sei es eine Reise oder eine kurze Pendlerfahrt – ist die Fahrzeit. Hier gilt: Je kürzer desto besser. Im Fernverkehr ist eine hohe Reisegeschwindigkeit ausschlaggebend, während es im innerstädtischen Verkehr auf ein sanftes Anfahren und Abbremsen ankommt. Folglich spielt das Antriebssystem bei der Verkürzung der Fahrzeit eine zentrale Rolle. ABB liefert die elektrischen Hauptkomponenten für elektrische bzw. dieselelektrische Antriebssysteme wie Motoren, Leistungselektronik, Hochleistungsschalter, Transformatoren und Generatoren. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass die Transformatoren und Kompaktumrichter nicht nur zur Erhöhung der Reisegeschwindigkeit, sondern auch zur Verbesserung anderer Aspekte des Fahrgastkomforts wie Platzangebot, Geräusche, Pünktlichkeit, Umsteigehäufigkeit und Sicherheit beitragen.

Traktionstransformatoren

Der Transformator ist der Übergangspunkt für den Energiefluss zwischen der Fahrleitung



Bild 2. Bordline® M30, ein kompakter Hilfsbetriebeumrichter zur Montage auf dem Dach von Stadtbahnfahrzeugen, der verschiedene Hilfsbetriebe mit Strom versorgt.

und den Motoren. Fiele der Transformator aus, würde der Zug sofort stehen bleiben bzw. mit verminderter Geschwindigkeit weiterfahren, wenn ein zweiter Transformator in einem unabhängigen Antriebssystem vorhanden ist. Folglich spielt die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit des Transformators eine entscheidende Rolle.

Bequemer Zugang und grösseres Platzangebot

Auf Grund des begrenzten Platzes im Zug müssen Traktionstransformatoren möglichst klein sein. Dies gilt besonders für mehrteilige elektrische Triebzüge, wie sie heute vorwiegend eingesetzt werden. ABB hat verschiedene Lösungen entwickelt, bei denen der Transformator entweder unter dem Wagenboden (typisch für Hochgeschwindigkeitszüge wie der neusten Generation des französischen TGV) oder auf dem Dach montiert werden kann (wie beim NINA von Bombardier oder dem FLIRT von Stadler). In beiden Fällen muss der Transformator sehr flach sein, um eine geringe Wagenbodenhöhe zu ermöglichen, denn dies erleichtert insbesondere Menschen mit Behinderung und Fahrgästen mit sperrigem Gepäck, Kinderwagen oder Fahrrädern den Einstieg. Ein schnellerer Zugang ermöglicht wiederum kürzere Haltezeiten in Bahnhöfen, einen schnelleren Service und eine bessere Nutzung der Streckenkapazität. Ausserdem sollte der Transformator möglichst wenig wiegen. Je niedriger das Gewicht, desto weniger Energie ist zum Beschleunigen und Abbremsen des Zugs erforderlich, was wiederum eine bessere Nutzung der elektrischen Energie gewährleistet.

Sicherheit – der unsichtbare Komfort

Traktionstransformatoren, Umrichter und andere Betriebsmittel an Bord von Zügen unterliegen strengen Sicherheitsanforderun-

gen. Dies gilt besonders im Zusammenhang mit Feuer und Rauch. Bei der Konstruktion der ölgefüllten Traktionstransformatoren (das Öl wird zur Isolierung und Kühlung benötigt) wurde sorgfältig auf eine Minimierung der Feuergefahr in allen denkbaren Situationen geachtet. Sollte dennoch der unwahrscheinliche Fall eines Brands eintreten, sorgt die Wahl geeigneter Materialien für eine minimale Gesundheitsgefährdung der Fahrgäste. Bei unterflur- oder dachmontierten Transformatoren können die Fahrgäste sehr nahe beim Transformator sitzen. Neben den Sicherheitsaspekten gibt es auch im Hinblick auf die elektromagnetischen Emissionen Grenzen, die beachtet werden müssen. Dies wird bei der Konstruktion des Aktivteils, der Anschlüsse und des Gehäuses des Transformators berücksichtigt. Das spezielle Know-how hilft hier bei der zuverlässigen Abschirmung des Magnetfelds und wird auch auf die Konstruktion von Traktionsumrichtern angewandt.

Kompaktumrichter

Antriebsumrichter bilden eine aktive Verbindung zwischen dem Transformator und den Motoren in mit Wechselstrom betriebenen Zügen. Sie liefern nicht nur das richtige Spannungsmuster für die Beschleunigung, konstante Fahrt und Verzögerung des Zugs, sondern ermöglichen beim Bremsen auch die Rückspeisung von Energie in das Netz. Andere Arten von Antriebsumrichtern nutzen die Gleichspannung der Fahrleitung (z. B. Gleichstromzüge, Metros oder Strassenbahnen) oder die Spannung eines Generators (bei diesel-elektrischen Antrieben) zur Speisung und Steuerung der Motoren. Die Kompaktumrichter der Bordline®-CC-Reihe kombinieren Antriebs- und Hilfsbetriebeumrichter in einem einzigen Gerät. So können in einem Regionalverkehrs zug zum Beispiel Antriebsumrichter, Hilfsbetriebe-

umrichter, Batterieladegerät, Netzfilter und der Hauptschalter für den Triebkopf in einem Schrank von der Grösse eines Geschirrschranks untergebracht werden. Das äusserst kompakte und modulare Design lässt mehr Platz für die Fahrgäste und ist äusserst wartungsfreundlich (Bild 3).

Sanfte Fahrt

Alle Bordline®-Kompaktumrichter nutzen die Standard-Leittechnikplattform AC-800PEC und profitieren damit von einer kostengünstigen und langfristigen Unterstützung und Entwicklung. Matlab/Simulink-Simulationen können auf dieser Plattform direkt in die Steuerungssoftware übertragen werden. Dabei hat die Qualität der Umrichtersteuerung direkte Auswirkungen auf den Reisekomfort: Jeder Reisende merkt es sofort, wenn ein Zug impulsiv beschleunigt oder ruckartig bremst, weil die Umrichter die Motoren nicht perfekt steuern.

Grenzüberschreitender Verkehr

In Europa wechselt die Bahnnetzspannung an den meisten Landesgrenzen und häufig auch innerhalb eines Landes. So werden die Bahnnetze in Finnland, Ungarn, Griechenland, Portugal und Teilen von Frankreich und Grossbritannien genau wie in vielen anderen Ländern der Welt, einschliesslich China und Indien, mit 25 kV/50 Hz betrieben. In der Schweiz, Deutschland, Österreich, Schweden und Norwegen hingegen sind es 15 kV/16,7 Hz. In Polen, Belgien, Italien und Spanien gibt es vorwiegend 3-kV-Gleichstromnetze wie sie auch in Südamerika und Südafrika zu finden sind. Die Niederlande




Bild 3. Kompaktumrichter der Reihe Bordline®-CC für Regionalverkehrs züge.



Bild 4. Kompaktumrichter der Reihe Bordline®-CC für Stadtbahnzüge.versorgt.

und Südfrankreich sind wiederum mit 1,5-kV-Gleichstrom elektrifiziert. Der Fernverkehr in Europa und der Regionalverkehr in grenzüberschreitenden Netzen sind somit abhängig von der Fähigkeit der Transformatoren und Umrichter, sich auf verschiedene Netzspannungen einzustellen. Für die Fahrgäste ist es ein grosser Vorteil, wenn sie sitzen (oder in Nachtzügen liegen)

bleiben können, während der Zug die Grenze zwischen zwei Spannungssystemen überquert. Nicht zuletzt wird durch die Mehrsystemfähigkeit die Fahrzeit verkürzt. ABB hat innovative Mehrsystemlösungen sowohl für Transformatoren als auch für Antriebsumrichter entwickelt. Mehrsystemtransformatoren sind in der Lage, mit verschiedenen Versorgungsspannungen

und -frequenzen zu arbeiten. Der mehrsystemfähige Eingangsumrichter wandelt eine DC-Speisespannung in eine Wechselspannung für die Primärwicklung eines mehrsystemfähigen Transformators um. So kann ein normaler AC-Umrichter vom Typ Bordline®-CC sowohl für AC- als auch DC-Speisespannungen verwendet werden. Dieser Umrichter wird zurzeit in den FLIRT-Regionalverkehrszügen der TILO (Treni Regional Ticino-Lombardia) zwischen dem Schweizer Tessin (15 kV AC) und der italienischen Lombardei (3 kV DC) eingesetzt (Bild 1). In der Vergangenheit nutzte der Betreiber TILO hierfür zwei unterschiedliche Lokomotiventypen – eine für den Betrieb in der Schweiz und eine für Italien. 

Harald Hepp, harald.hepp@ch.abb.com
Fabiana Cavalcante, fabiana.cavalcante@ch.abb.com
und Peter Biller, peter.biller@ch.abb.com

Info: ABB Automation Products, Austrasse
5300 Turgi, Tel. 058 585 00 00
ABB Sécheron SA, Zone Industrielle de Meyrin
Satigny, Rue des Sablières 4, 6, 1211 Genève
Tel. 058 586 22 11
Weitere Informationen unter:
www.abb.com/railway