

**1\*** Eine Eisenbahnstrecke ist 20 km lang, sie wird mit Einphasen-Wechselstrom elektrifiziert. Mit einer 185 der DB zieht man 1600 t-Zügen an 100 km/h. Eine Rampe aus 10 km hat eine Steigung aus 5 ‰. Nach einem schweren Ereignis im Unterwerk wird die elektrische Einspeisung dieser Strecke provisorisch nicht mehr verfügbar. Die Züge sollen jetzt mit Diesel-Triebfahrzeugen bespannt werden. (Blätter 8.5.13 & 8.10.23, fig. 4.229)

**A** Wieviele 285 aus CBrail sind für einen solchen Zug nötig?

**B** Wird man die elektrischen Anlagen reparieren? Bitte die Anwahl-Kriterien am Verwaltungsrat klar erklären.

**5\*** Man denkt an einer Erhöhung der Fahrdrachtspannung für die Uetliberglinie aus 1200V= zu 1500V=. Man wird neue Züge bestellen, die unter beiden Spannungen fahren können.

**A** Welche Umbauten soll man auf festen Anlagen vorsehen? Welche Betriebsanleitungen soll man ändern?

**B** Was soll man mit den heutigen Triebfahrzeugen tun? Umbauten? Ausserbetriebsetzung?

*7\* Une erreur de composition s'est glissée dans la 2<sup>e</sup> édition (2008) de Traction Electrique, faisant disparaître des caractères à la page 484 (parenthèses, primes, signes de différences, delta,...). (doc. Annexe).*

*A l'aide de la figure 10.15 et des équations (10.9) à (10.25), rétablir les équations de cette page dans leur intégralité.*

**9\*** Une rame de banlieue de FEPASA (Fiche 8.3.47) est prévue pour circuler à São Paulo.

**A** Pourquoi le constructeur a-t-il dimensionné les moteurs pour 2500V/2 alors que la tension nominale à la ligne de contact est de 3000V=.

**B** Déduire les conséquences sur la commande du hacheur.

**11\*** Die erste Hochgeschwindigkeitslinie der FS, *Direttissima*, wurde in 1977 inbetriebgesetzt. Wie das ganze Netz wurde sie 3 kV= elektrifiziert. Jüngeren Hochgeschwindigkeitslinien wurden auf 25 kV 50 Hz elektrifiziert. Die FS studieren eine Umelektrifikation auf 25 kV.

(2008)

**A** Vorteile und Nachteile eines Umbaus analysieren.

**B** Bauarbeiten bestimmen. Bauorganisation vorschlagen, um Betriebsstörungen zu vermindern.

**12\*** Die Rhätische Bahn (RhB) hat Doppelstrom-Doppeltriebwagen bestellt (Blatt 8.5.98). Fahren auf der Berninalinie (1 kV=, Beilage Doc12) studieren. Für die Nebenbetriebe und die Heizung hat man ungefähr 250 kW. (2009)

**A** In Poschiavo und Cadera sind beiden Unterwerke in Betrieb. Ein Panoramazug *Bernina-Express* fährt auf der Halblänge an 36 km/h. Es ist bei einem Triebwagen mit 180 kN gezogen. Welchen Spannungsabfall kann man beobachten? Oder Welche Spannung ist am Fahrdracht erhältlich?

**B** Welchen Strom nützt der Triebwagen? Welche Leistung liefert jedes Unterwerk? Sind die Stromanlagen für diesen Triebwagen richtig dimensioniert?

**C** Wenn das Unterwerk Poschiavo in Revision liegt speist das Unterwerk Cadera allein die Fahrleitung. Welchen sind die Folgen?

**D** Auf der Berninalinie fährt man mit zwei gehobene Stromabnehmer: Vorteile und Nachteile auf dem Stromabnehmer-Fahrleitung-Paar erklären.

**14\*** Eine 252 der RENFE (Blatt 8.3.15, p.4) zieht ein 500-Tonnen-Personenzug auf einer Doppelspurstrecke unter 3000 V (siehe Dok.).

**A** Welcher Maximalstrom kann die Lokomotive am Kilometer 15 benützen, sodass die Spannung nicht unter de 3 kV sinkt?

**B** Die Nebenbetriebe und die Zugsammelschiene brauchen zusammen 108 A. Der Wirkungsgrad der Lokomotive ist 0,85. Welche ist die Leistung am Radumfang?

**C** Wo auf der Strecke findet man die grössten Spannungsabfälle, mit gleichem Strom?

**28\*** Bei Löchligut ist ein Signal rot geblieben. Ein IC Genf - Sankt-Gallen aus 14 EW IV (je 42 t) mit 600 Reisenden wurde fast gestoppt. Wenn das Signal öffnet, beschleunigt die Re 460 (Blatt 8.3.12) Zug in der Richtung Grauholz. Die Linie ist als Flachland zu berechnen. (2014)

**A** Welche ist die Beschleunigung nach 100 Meter, und nachher im doppelspurigen Tunnel um 75 km/h?

**B** Welchen Strom ist bei 10 km/h aus der Fahrleitung gefragt, und später bei 75 km/h? Die Spannung befindet sich an ihrem Nennwert.

Der gleiche Zug fährt später an 200 km/h stabil zwischen Mattstetten und Rothrist, auf einer offene flache Strecke.

**C** Welche Zugkraft nötig ist? Welche mechanische Leistung hat man?

**D** Die Spannung befindet sich an ihrem Nennwert. Welchen Strom ist aus der Fahrleitung gefragt?

**29\*** Man hat den Leistungsfaktor (siehe Doc29) einer Re 4/4 II (Blatt 8.3.3) berechnet. Am Gotthard, zieht eine Re 4/4 II ein 600 t-Zug an 20 km/h mit maximaler Zugkraft. (2014)

**A** Leistungsfaktor des Triebfahrzeugs, Stufenschalterposition und Strom an der Sekundärwinde bestimmen.

**B** Welchen sind Aktivstrom und Blindstrom an der Fahrleitung? Man hat keine Daten für den Transformator, er ist als Ideal gehalten.

**C** Das Unterwerk ist 10 km weiter. Welche ist seine Spannung? In dieser Nacht fährt kein anderer Zug auf diesem elektrischen Abschnitt. Die Linie ist doppelspurig (Bild 10.10) und die Spannung an der Fahrleitung 15,00 kV wo der Zug fährt.

**D** Welches ist der Leistungsfaktor am Unterwerk?

**115\*** Le gouverneur de Californie est sensible aux gaz à effet de serre. Il souhaite électrifier une première partie du réseau de chemins de fer de son état (voir document annexe) et réduire ainsi les émissions de CO<sub>2</sub>. Il souhaite aussi augmenter l'offre des trains pour les rendre plus attractifs pour les usagers, en particulier pour le trafic passager pendulaire à courte distance (à moyenne distance au sens européen du terme).

**A** Choisir un système d'électrification. Hormis les lignes de métro et tramway qui sont indépendantes du réseau de chemin de fer, aucune ligne n'est électrifiée. 1,5 kV= (comme région Chicago), 3 kV= (comme autrefois Chicago-Milwaukee), 11 kV 25 Hz (comme côte est USA, sud de New York), 12,5 ou 25 kV 60 Hz (comme côte est USA, nord de New York).

**B** Sachant que le réseau triphasé à 60 Hz est toujours à moins de 3 kilomètres des lignes ferroviaires, déterminer le nombre et l'implantation des sous-stations qui alimenteront la ligne de contact.

**C** Proposer un cahier des charges pour des locomotives pour services voyageurs et marchandises (voir document annexe). On sait que les embranchements d'entreprises resteront sans ligne de contact. Si un modèle proche est connu sur le marché, le mentionner.

**D** Est-ce que l'électrification est aussi économiquement favorable pour le trafic mentionné ?

**116\*** Eine RABe 511 (Blatt 8.3.67) fährt an 40 km/h bei CEG, vor *Genève-Sécheron*, sie beschleunigt Richtung Lausanne mit vollem Zugkraft bis voller Leistung, und dann bis 140 km/h, die erlaubte Geschwindigkeit auf der Linie. Das Gleis ist aus *Les Tuileries* (4,4 km weiter) gespeist. Man stellt folgenden Hypothesen:

- Diese moderne Triebfahrzeuge haben ein Leistungsfaktor  $\lambda = 1$  (einst  $\cos\phi = 1$ ).
- Diesem frühen Zug findet führt nur 40 Fahrgästen, ungefähr 3 t.
- Die Leistungen für Klimaanlage und Nebenbetriebe werden vernachlässigt.
- Die Fahrleitung ist ein SBB-Standardbauart (Fig. 10.10),  $\rho_{\text{Fal}} = 80 + 130j$  [m $\Omega$ /km]. Das Gleis ist aus 60 kg/m UIC-Schienen gebaut,  $\rho_{\text{Gleis}} = 30$  [m $\Omega$ /km].
- Jedes aus 3 Parallelgleisen ist durch einen separaten Schalter gespeist, wie eine Einzelspurstrecke. Die Bahnhofzone, die gerade verlassen wurde, ist mit einem anderen Schalter an den gleichen Sammelschienen geschaltet.
- Die Spannungsausgang des Unterwerks ist 17 kV. (2015)

**A** Berechnen Sie den Strom am Stromabnehmer und das Spannungsabfall, wenn der Zugführer den vollen Zugkraft fragt. Welcher ist der komplexe Strom am Unterwerk?

**B** Neue Berechnung des Stromes, wenn die volle Leistung erreicht wird.

**C** Neue Berechnung des Stromes, vor dem Unterwerk, mit an 140 km/h stabilisierter Geschwindigkeit.

**117\*** *Une rame Be 4/4 + Bt (fiche 8.7.5) descend de Saint-Cergue à 40 km/h en frein à récupération à 1 km d'Arzier. Une autre monte de Nyon à 1 km d'Arzier à la même vitesse. (voir Doc 117)*

*Calculer les tensions en gare d'Arzier et à l'emplacement des convois. (2015)*

**120\*** *Une Be 6/8 des TPG (fiche 8.6.65) vient de quitter le terminus de Nations avec 40 usagers. Elle se trouve à l'arrêt Sismondi. (voir Doc 120) Le wattman demande alors les pleines performances pour accélérer le tram à sa vitesse maximale sur l'avenue de France. (2015)*

**A** *Calculer le courant appelé et la tension à la ligne de contact pour une vitesse de 5 km/h. Pour la distance, on considère que le tram est à l'emplacement de l'arrêt.*

**B** *Calculer le courant appelé, la tension à la ligne de contact et la position lorsque la pleine puissance est atteinte.*

**C** *Calculer le courant appelé, la tension à la ligne de contact et la position lorsque la vitesse maximale est atteinte.*