

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.

2* Man wird für eine schwer belastete Stadtlinie neuen Mega-Obus bestellen. Auf 4 Achsen werden 2 angetrieben. Beide andere sind führend. Die gewünschte Nennleistung ist 2×160 kW und die Maximalleistung 2×240 kW. (Blatt 8.6.38 z.B.).

A Zwei Antriebtypen studieren: Asynchronmotoren und permanentmagnet-Synchronmotoren: Normaldienst, aber auch im Störfall: Kurzschluss auf einer Phase des Umrichters, oder auf einer Phase des Motors.

B Zwei mechanischen Antriebe vergleichen: Längsmotoren mit Hypoidgetriebe und Radnabenmotoren ($4 \times 40/120$ kW) ohne Welle.

3* Bei dem Bau des unterirdischen Durchgangsbahnhof in Zürich, sind direkte Züge Uetliberg–Zürich-Uster vorgesehen. Die Uetliberg-Linie ist bei 1200 V= Spannung gespeist und S-Bahn Zürich in 15 kV 16,7 Hz. Man sieht Triebzügen für 55 cm – Bahnsteige vor, mit Wagenboden 60 cm über der Gleisebene. (2008)

A Design einen Antrieb für 1500 V=/15 kV 16,7 Hz, der auch unter heutiger 1200 V= laufen kann.

B Berechnung der Leistung für einen Vierwagen-Gelektzug mit 180 Sitzplätze und so viele Stehplätze. (Beispiele : Technische Notiz 8.3.21 und *Stadler*-Blätter). Man erwartet 140 km/h Hauptgeschwindigkeit, und eine 1 m/s^2 Beschleunigung bis 60 km/h auf einer Flachebene mit Vollast unter Wechselfspannung. Unter Gleichspannung soll den heutigen Uetliberg-Fahrplan behaltet werden, mit 70 km/h Hauptgeschwindigkeit (siehe Beilage).

C Ist die $\text{Bo}'\text{-}2'\text{-}2'\text{-}2'\text{-}2'\text{-Bo}'$ Achsenordnung günstig? Soll man eine andere Motorisierung wählen: $\text{Bo}'\text{-}2'\text{-Bo}' + \text{Bo}'\text{-}2'\text{-Bo}'$? Die *Jacobs*-Drehgestelle würden in diesem Fall motorisiert, wo kann man die Einrichtungen installieren?

5* Man denkt an einer Erhöhung der Fahrdrabtspannung für die Uetliberglinie aus 1200V= zu 1500V=. Man wird neue Zügen bestellen, di 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?

33* On veut construire une automotrice de type TSOL (fiche 8.11.3) pour la ligne Lausanne - Ouchy (longueur 1,5 km; déclivité: moitié inférieure: 70‰, moitié supérieure: 120‰). Les bogies seront mixtes à crémaillère et adhérence, du type MC (fiche 8.6.99), ce qui implique un poids supplémentaire de 2 t. Les vitesses requises sont: 30 km/h à la montée et 25 km/h à la descente. Cette automotrice doit en outre circuler sur TSOL avec les mêmes performances que les rames actuelles.

A Définir les courbes enveloppes $Z(V)$ et $B(V)$ répondant au programme d'exploitation.

B Choisir des moteurs à collecteur (valeurs nominales et maximales).

C Imaginer une commande à rhéostat:

- type(s) de couplage en traction et freinage
- nombre de crans pour des à-coups inférieurs à 20 % de la valeur d'effort précédente.

D Quelles seraient les implications d'une commande à hacheurs?

E Serait-il plus favorable de choisir des moteurs asynchrones? Expliquer.

47* Expliquer les avantages et inconvénients apportés à la réalisation des onduleurs triphasés par le développement des thyristors GTO.

Expliquer les deux manières possibles d'ajuster le point de fonctionnement d'un moteur triphasé alimenté depuis une ligne de contact monophasée via un convertisseur quatre quadrants de réseau, un circuit intermédiaire et un onduleur triphasé.

48* Les onduleurs triphasés modernes sont soit à thyristors GTO, soit à transistors bipolaires IGBT. Quels sont les avantages et inconvénients de ces deux technologies et leurs domaines d'application préférentiels? En 1997 (rédaction de l'exercice) ? Aujourd'hui ?

49* Une B 80D du Rheinbahn est occupée par 90 usagers (fiche 8.6.98).

A Quelle est son accélération maximale en palier? Jusqu'à quelle vitesse?

B Expliquer le fonctionnement de l'équipement en traction et freinage.

C Comparer avec les équipements plus modernes à onduleurs à GTO (Genève-La Plaine) et IGBT (tramway de Rostock).

Remarque: Pour le coefficient des masses tournantes, voir TSOL (fiche 8.11.3).

91* Un train du MC circule de Vernayaz aux Marécottes. Calculer l'énergie consommée par un train occupé par 80 passagers. (Voir document annexé). Les courbes et contre courbes ont un rayon moyen de 70 m sur 20 % du trajet (minimal 60 m). Indiquer également l'évolution du courant prélevé à la ligne aérienne en admettant un tension constante à 850 [V]. Le seul arrêt intermédiaire est Salvan. Evaluer l'échauffement des moteurs.

A Automotrice ABDeh 4/4 et voiture Bt (fiche 8.6.96) circulant à 20 km/h en crémaillère et 25 km/h en adhérence.

B BDeh 4/8 (fiche 8.6.95) roulant à 23 km/h en crémaillère et 27 km/h en adhérence.

92* Entre 1991 et 1997, 4 familles de locomotives à moteurs triphasés à fréquence variable ont été conçus par ADtranz pour des puissances de 6 à 7 MW.

A Décrire le fonctionnement des équipements électriques

B Expliquer les choix et limitations en relation avec l'évolution du développement des semi-conducteurs.

C Quel est l'impact des choix retenus sur la fiabilité d'exploitation de ces machines.

93* L'automotrice BDeh 4/8 (fiche 8.6.95) du MC est le premier véhicule pour voyageurs destiné à la crémaillère équipé de moteurs asynchrones à fréquence variable.

A Décrire le fonctionnement de l'équipement électrique.

B Que manque-t-il au schéma fourni, sachant que le frein électrique est combiné (rhéo./réc.).

C Expliquer pourquoi les moteurs asynchrones ont été appliqués si tard en crémaillère.

106* Les JREast ont mis en service deux types de rames bi-niveaux "MAX" à grande vitesse: E1 en 1994 (fiche 8.2.96) et E4 en 1997 (fiche 8.2.16).

A Calculer pour chacune ainsi que pour les Shinkansen 0 (fiche 8.2.3) les valeurs suivantes, rapportée à une place assise: tare, résistance à l'avancement à vitesse maximale, puissance nominale installée et longueur de la rame. Quelles sont les conséquences sur l'exploitation?

B Comparer les solutions électriques des deux rames MAX. Quelles sont les conséquences sur l'exploitation?

109* Comparer des véhicules de transport publics à moteurs linéaire (fiche 8.6.82) avec des engins à moteurs asynchrones tournants et transmission mécanique (fiches 8.6.14 et 8.6.95).