

5* On envisage de porter la ligne de l'Uetliberg d'une tension actuelle de 1200V= à 1500V=. On veut commander des nouveaux trains aptes aux deux tensions.

A Quelles sont les conséquences de cette élévation de tension sur les installations fixes : modification à apporter, comportement en exploitation ?

B Quelles sont les implications sur le matériel roulant actuel ? Modifications ? Mise hors service ?

6* Les trams DAV (Be 4/6 : fiche 8.6.4) des TPG passent (entre 2006 et 2009) par une opération dite de « mi-vie » : remplacement des équipements d'électronique de puissance et de leur commande par des modules neufs (les composants tels les thyristors, installés il y a 20 ans, sont difficiles à trouver sur le marché et l'entretien est donc devenu délicat), les câblages sont refaits et les moteurs de traction sont soigneusement révisés. (doc. Annexe)

A Comparer les circuits de puissance et commenter l'évolution en 20 ans. Décrire le fonctionnement après transformation.

B Quelles sont les conséquences sur les caractéristiques de traction et de freinage ? Est-ce qu'on a pu profiter d'améliorer les performances ?

8* Une rame de banlieue de FEPASA (Fiche 8.3.47) est prévue pour circuler à São Paulo. Les données du constructeur ne contiennent pas les caractéristiques de freinage.

A Sur la base des données disponibles (doc. Annexe), reconstituer l'enveloppe de la caractéristique de freinage.

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.

38* On a relevé sur un parcours les valeurs d'effort de traction (-----) et de vitesse(.....). Comparer la consommation énergétique pour divers équipements de réglage de tension, moteurs et réducteurs étant identiques dans les 4 cas :

A Commande à hacheurs (1970) $\eta_r = 90 \%$

B Commande à hacheurs (1990) $\eta_r = 95 \%$

C Commande à rhéostat : moteurs toujours en parallèle.

D Commande à rhéostat avec transition série-parallèle/parallèle.

80* Etudier les moteurs à collecteurs alimentés par hacheur, avec affaiblissement du champ. Comparer les montages ABB, Alstom et Siemens.

81* Une automotrice construite vers 1980 circule sur une ligne à tension continue; l'équipement de démarrage et freinage est à rhéostat (prendre les valeurs en adhérence d'une automotrice AOMC, fiche 8.6.99). La ligne, vicinale à l'époque, a pris un caractère suburbain, la région traversée ayant connu un fort développement de construction, ce qui a conduit à augmenter le nombre de points d'arrêt pour desservir ces nouveaux lieux d'habitat. On envisage en 1997 de remplacer l'équipement rhéostatique à contacteurs par un équipement à hacheur.

A Justifier cette modification.

B Proposer un schéma de réalisation qui permette de conserver les caractéristiques $Z(V)$ et $B(V)$.

C Evaluer la puissance de dimensionnement des hacheurs.

82* Les TPG veulent commander de nouvelles automotrices Be 4/6, mécaniquement identiques aux actuelles (fiche 8.6.4), mais en profitant de l'avancée technologique des semi-conducteurs. Proposer une solution:

A Sans modifier le circuit, mais en ne remplaçant que les hacheurs.

B En ayant la liberté de modifier le schéma, mais en conservant les mêmes caractéristiques de marche et freinage. Expliquer les avantages apportés par cette solution.

83* Etudier les Be 4/6 des TPG (fiche 8.6.4).

A Expliquer le fonctionnement du circuit en traction et freinage.

B A quel pôle de la sous-station la ligne de contact est-elle reliée?

C Calculer la valeur du courant maximal dans un moteur en traction, pour la tension nominale à la ligne de contact.

D Quelle est la puissance de dimensionnement des hacheurs?

84* Imaginer l'équipement électrique d'un véhicule bidirectionnel pour ligne aérienne à tension continue avec freinage à récupération (1997):

- minimum de semi-conducteurs de puissance
- pas de contacteurs mobiles pour le service normal

Dessiner le schéma pour un moteur.

85* On construit une automotrice de métro léger articulée à trois caisses sur 4 bogies monomoteurs. L'équipement comprend 4 hacheurs à GTO alimentant chacun un moteur à courant continu.

Quelles mesures peut-on préconiser pour minimiser l'ondulation du courant sur la ligne de contact à courant continu.

118* Les automotrices Be 4/4 du NStCM (fiche 8.7.5) sont encore en excellent état général, mais les thyristors 15.7 ne sont plus disponibles sur le marché. En cas de panne, il ne reste que les cartes de réserve à l'atelier, et les cartes défectueuse ne peuvent pas être réparées. En 2015, les premières nouvelles automotrices seront livrées, avec un équipement de 1 MW à moteurs asynchrones. (2010)

A Analyser les solutions possibles de *retrofit*, ou de modernisation de l'équipement de traction, en conservant la partie mécanique (caisse et bogies). Les moteurs de traction, comme les réducteurs peuvent être soit conservés, soit remplacés.

B Evaluer aussi la pertinence économique de chaque solution technique.