

116*A Pour un effort de traction de 300 kN à 40 km/h, la puissance à la jante est le produit de l'effort et de la vitesse: $P_j = 3,33$ MW. Pour avoir la puissance électrique, on doit tenir compte des rendements η_G de la transmission, η_{mot} des moteurs, η_r et de l'équipement transformateur-convertisseurs. On calcule avec des rendements estimés.

$$P_{lc} = P_j / \eta_G / \eta_{\text{mot}} / \eta_r = 3,33 / 0,99 / 0,96 / 0,95 = 4,9 \text{ MW.}$$

La puissance électrique a une expression connue, avec l'information que la puissance réactive est nulle.

$$P_{lc} = U_{lc} * I_{\text{train}}$$

On connaît la chute de tension

$$U_{lc} = U_{ss} - Z * I_{\text{train}}$$

Pour le calcul de Z , il faut additionner les impédances linéiques de la ligne de contact et de la voie.

$$Z = 0.484 + 0.572 i \text{ } [\Omega]$$

On peut alors résoudre par *MATLAB* le système de deux équations à deux inconnues ci-dessus. Comme il y a deux solutions mathématiques, il faut rejeter celle qui est techniquement absurde.

$$I_{\text{train}} = 292 + 2.91 i \text{ } [A]$$

$$\Delta U = 139.6 + 168.4 i \text{ } [V]$$

$$U_{lc} = 16860 - 168.4 i \text{ } [V]$$

La chute de tension est assez faible et le déphasage de tension est très faible. Au niveau de la sous-station $I_{ss} = I_{\text{train}}$, on a $\lambda = 0,99995 \cong 1$.

B La limite de la caractéristique pour l'effort maximal est de 54 km/h. Pour connaître l'effort disponible pour accélérer le train, on calcule les frottements moyens entre 40 et 54 km/h. On obtient une accélération de 1,25 [m/s²]. La vitesse de 54 km/h est atteinte en environ 3 secondes, 6 mètres plus loin. La variation d'impédance est négligeable et on atteint $P_j = 6$ MW. On peut refaire les calculs comme A pour cette nouvelle puissance.

$$I_{\text{train}2} = 395 + 5.38 i \text{ } [A]$$

$$\Delta U_2 = 188 + 228 i \text{ } [V]$$

$$U_{lc2} = 16812 - 228 i \text{ } [V]$$

C Au droit de la sous-station, la puissance ne sert qu'à compenser les frottements.

$$Z_j = F_f = 8,05 \text{ kN.}$$

La puissance à la jante est modeste

$$P_j = 313 \text{ kW.}$$

La puissance soutirée à la ligne de contact

$$P_{lc} = 347 \text{ kW}$$

Il n'y a pas de chute de tension puisqu'on est devant la sous-station

$$I_{\text{train}} = 20 \text{ A.}$$

Ici, il n'est peut-être pas pertinent de négliger la puissance des auxiliaires (refroidissement des équipements) et surtout la puissance de climatisation et d'éclairage qui peut atteindre ~50 kW par voiture, soit environ la même puissance que pour maintenir la vitesse. L'approximation conduit ici à une erreur qui pourrait atteindre 100 %, voire plus! En phase d'accélération, l'erreur ne dépassait probablement pas beaucoup 5%.