

20* A Entre le secondaire du transformateur et les moteurs, on insère un redresseur en pont à diodes :

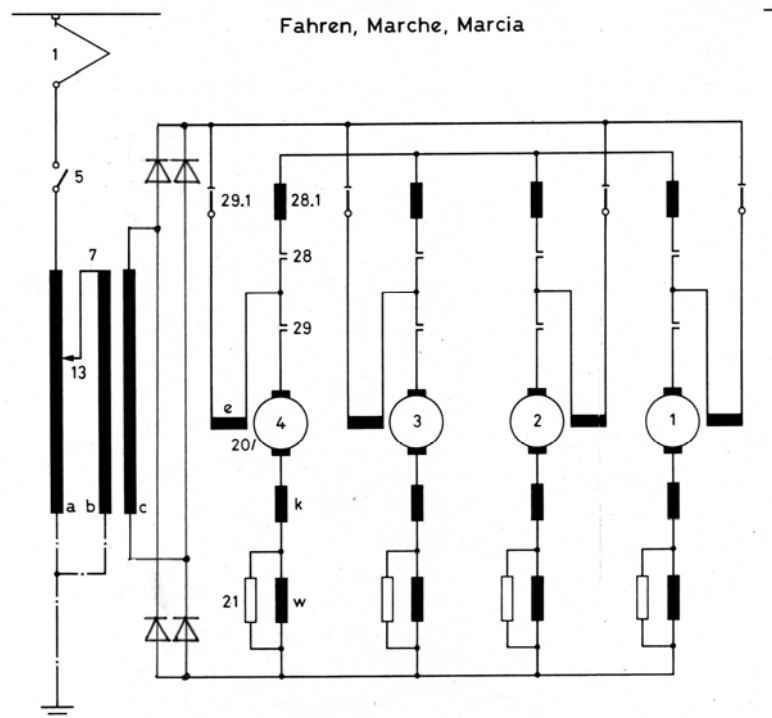


Fig 20.1. Schéma redressé : traction.

On peut aussi insérer 4 redresseurs – dimensionnés pour un courant 4 fois plus faible – en aval des contacteurs 29.1 à 29.4 : ils seront peut-être plus faciles à caser dans les espaces vides du véhicule (voir D). Les shunts ohmiques 21.1 à 21.4 n'ont plus grand sens puisque le courant dans l'enroulement de commutation n'est plus sinusoïdal mais continu ondulé : on n'a plus de tension de transformation u_{tm} à compenser. Il faut les déconnecter.

B En monophasé, on a les équations du moteur.

$$u_b(t) = R_{\text{mot}} i_a(t) + L_{\text{mot}} \frac{di_a(t)}{dt} + u_i(t) + u_e(t) \quad (20.1)$$

$$u_i(t) = C_{\text{mot}} \cdot \varphi_m(t) \cdot \omega_m(t) \quad (20.2)$$

$$u_e(t) = \frac{d\psi_m(t)}{dt} \quad (20.3)$$

Les caractéristiques $Z(V)$ du véhicule sont dessinées pour le régime établi en courant : on peut donc raisonner en valeurs efficaces.

$$L_{\text{mot}} \frac{di_a(t)}{dt} \cong 2 \cdot \pi \cdot 16,7 \cdot i_{\text{aeff}}(t) \quad (20.4)$$

La tension aux bornes des moteurs est celle au secondaire du transformateur $u_b(t) = u_t(t)$. Il y a des pertes au secondaire $\Rightarrow u_t(t) \neq \ddot{u} \cdot U_{lc}$. En monophasé. Le courant à basse vitesse est très inductif (fig. 4.41), donc les pertes très élevées pour les grands courants.

En mode redressé, les équations sont les mêmes, mais exprimées pour des valeurs continues plutôt qu'efficaces. Les chutes de tension inductives sont très réduites puisque l'ondulation du courant est faible. La tension aux bornes des moteurs est celle de sortie du redresseur $u_b(t) = u_d(t)$.

De (4.43), on tire la tension idéalisée de sortie du redresseur.

$$u_{di}(t) \cong 0,9 \cdot u_{\text{teff}}(t) \quad (20.5)$$

Dans les faits, il faut encore tenir compte des pertes dans les diodes (technologie 1965)

$$u_d(t) < 0,9 \cdot u_{\text{teff}}(t) \quad (20.6)$$

Pour un même cran du graduateur, la tension disponible aux bornes du moteur sera plus faible qu'en monophasé. Les pertes à basse vitesse dans le secondaire seront moindres car le courant est essentiellement inductif.

La courbe de magnétisation efficace n'est pas la même en continu et en monophasé (page 3 du document): la pente serait donc légèrement plus raide à vitesse élevée à courant égal (comparer la monophasée 22 et la continue 26 pour la même tension aux bornes).

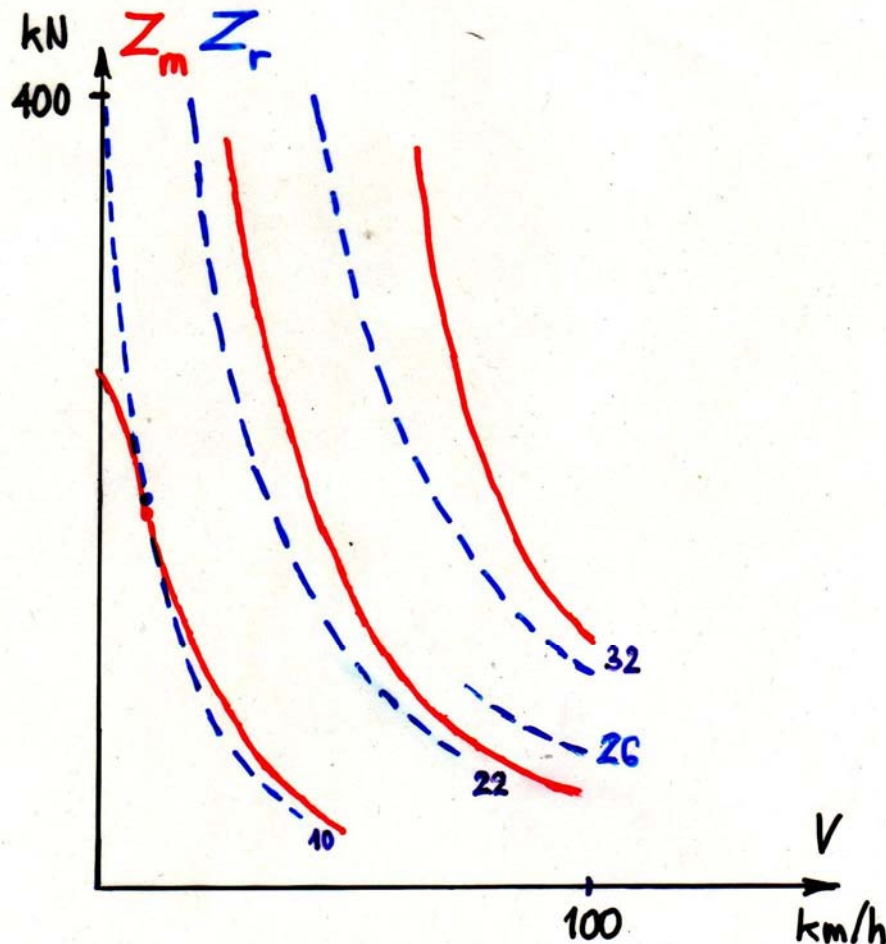


Fig 20.2. Crans 10, 22 et 32 pour monophasé (trait continu rouge) et redressé (trait interrompu bleu). Les courbes ont été obtenues pour $k_G = 1 : 3,69$ en 1964 sur la 11106 modifiée, contre $1 : 2,64$ pour les véhicules de série.

Au cran 10, on met bien en évidence les pertes à basse vitesse. Au cran 22, on voit bien l'effet de la tension aux bornes plus faible en continu.

A basse vitesse avec le schéma à courant ondulé, une amorce de patinage sera plus rapidement jugulée qu'avec les moteurs directs, à cause de la raideur des caractéristiques : l'effort de traction baisse rapidement dès que la vitesse des roues augmente.

Au niveau de la ligne de contact, le courant appelé s'approche d'un signal carré, donc beaucoup d'harmoniques de rang impaire. Le courant appelé par une machine à moteurs directs est assez sinusoïdal, mais a une forte composante réactive, surtout à basse vitesse.

C En freinage, on ne peut pas récupérer à travers un redresseur à diodes. Le schéma d'origine doit donc être conservé.

D On doit installer un redresseur dimensionné pour 7 MW (300 kN à 85 km/h) ou 4 redresseurs de 1,75 MW. Le volume des équipements et du câblage rend l'installation difficile. On risque aussi de dépasser la charge par essieu admise sur les lignes CFF.