

Lucrarea 6

Reglarea vitezei vehiculelor de tracțiune electrică prin modificarea tensiunii de alimentare

1. Scopul lucrării

Familiarizarea studenților cu modalitățile de reglare clasică și modernă a vitezei vehiculelor cu motoare de curent continuu prin modificarea tensiunii de alimentare.

2. Boghiu bi-motor cu semi-osii independente. Sistem de antrenare CGC

Vehiculele neautonome de transport urban pe cale de rulare metalică (tramvai, metrou, Light Rail Vehicle – metrou ușor) sunt echipate cu boghiuri care pot fi în configurație cu roți cuplate pe aceeași osie și cu acționare comună sau cu osii/roți independente și controlul separat al fiecărei roți motoare.

Soluția boghiurilor cu roți independente are avantajul asigurării comportării optime a boghiului în curbele cu rază de curbură mică, cu efecte în reducerea uzurii bandajelor și șinelor, în reducerea rezistenței la înaintare și deci a consumului de energie, și în reducerea zgomotului, asigurând un transport mai eficient și confortabil. Utilizarea roților independente presupune însă utilizarea a câte unui ansamblu de acționare format din motor de tracțiune, convertor static și echipament de control pentru fiecare roată motoare, ceea ce impică un sistem de acționare complex și scump.

O soluție eficientă o reprezintă utilizarea unui boghiu cu semi-osii independente care permite corelarea vitezei roților coaxiale cu distanța până la centrul razei de curbură precum și asigurarea aderenței maxime a boghiului, dar utilizând doar două motoare de tracțiune.

Cele două motoare de tracțiune sunt dispuse longitudinal în poziție centrală, fiecare motor antrenând câte două roți situate de aceeași parte a boghiului. Între schemele cinematice ale celor două motoare nu există legătură mecanică, astfel încât roțile care rulează pe șine diferite pot avea în curbe și rotații diferite conform distanțelor diferite până la centrul razei de girație. În același timp, cele două roți de pe aceeași șină sunt antrenate strict cu aceeași viteză și nu pot intra în patinare decât simultan, cu efect în creșterea aderenței structurale a boghiului.

Transmisia cuplului motor se realizează prin intermediul a două reductoare situate la capetele fiecărui motor. Ansamblul motor-reductor este cuplat la roți prin intermediul unor axe cardanice care asigură o elongație de 70 mm a mișcării verticale. Cuplarea arborelui cardanic la roată este realizată prin intermediul unui amortizor de cuplu.

Modelul de laborator este echipat cu două motoare de curent continuu legate în serie și alimentate de la un chopper. Întregul boghiu este alimentat de la o sursă de curent continuu (de 110Vcc), echivalentă alimentării de la linia de contact în c.c. a vehiculelor neautonome de transport urban.

Structura are și avantajul că poate fi adaptată pe vehicule cu podea joasă prin dispunerea motoarelor în afara roților, ceea ce permite utilizarea de podea joasă (100% low floor) de 360 mm în interiorul vehiculului și 330 mm în dreptul ușilor (Figura 1).

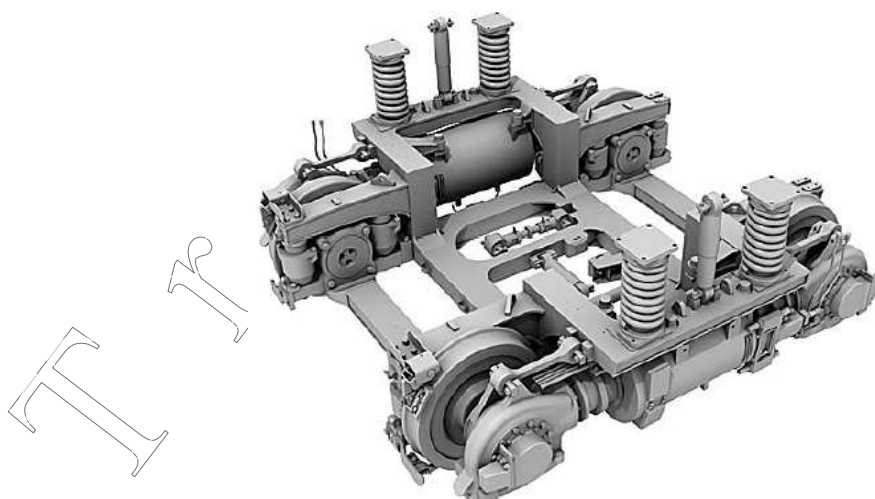


Figura 1. Boghiu bi-motor pentru tramvai cu podea joasă (Green Mover Max, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd).

3. Reglarea vitezei vehiculelor acționate cu motoare de tracțiune de curent continuu

Obținerea diverselor trepte de reglaj a vitezei vehiculelor urmărește realizarea unei viteze optime, potrivit condițiilor specifice de exploatare. La reglarea vitezei se au în vedere forța de tracțiune necesară, limita de aderență, vitezele admise de vehicule și de calea de rulare.

La vehiculele motoare de c.c. cu motoare serie, modalitățile de reglaj se pun în evidență ținând cont de expresia vitezei de rotație a motorului:

Obținerea diverselor trepte de reglaj ale vehiculului urmărește realizarea unei viteze cât mai apropiate de cea optimă, potrivit condițiilor specifice de exploatare care trebuie să țină seama de rezistențele opuse mersului, de forța de tracțiune necesară, de puterea pe care o pot dezvolta motoarele într-un anumit interval de timp, de vitezele admise de calea de rulare și de materialul rulant.

Posibilitățile de reglare a vitezei pot fi ușor puse în evidență dacă din relația:

$$U = k_e v \phi + I \Sigma r \quad (1)$$

determinăm valoarea vitezei v :

$$v = \frac{U - I \Sigma r}{k_e \phi} \quad (2)$$

Din relația (2) rezultă că viteza poate fi modificată dacă se intervine asupra mărimilor din această relație, în mod special asupra: tensiunii, rezistenței înseriate cu indusul și a fluxului inductor. În tehnica reglării vitezei, vehiculele cu motoare de c.c. utilizează următoarele metode de reglare:

- reglarea reostatică,
- reglarea tensiunii de alimentare și
- reglarea prin scăderea fluxului inductor (subexcitarea).

4. Reglarea pe înaltă tensiune

Reglarea pe înaltă tensiune se obține folosind o înfășurare primară suplimentară cu mai multe prize de tensiune (autotransformator AT) de la care se alimentează un transformator de tracțiune TT cu raport fix de transformare.

De regulă autotransformatorul și transformatorul de tracțiune sunt înglobate în aceeași cuvă sau înfășurările lor sunt montate pe același circuit magnetic.

Reglarea pe înaltă tensiune are avantajele:

- înfășurarea de reglare are un număr mare de spire, rezultând un număr mare de trepte de reglare, deci o reglare fină,
- curenții comutați în timpul reglării sunt mai mici (de ordinul sutelor de amperi) comparativ cu reglarea pe joasă tensiune,
- culegerea curentului nu este influențată de schema de montaj a redresorului, aflat în secundar.

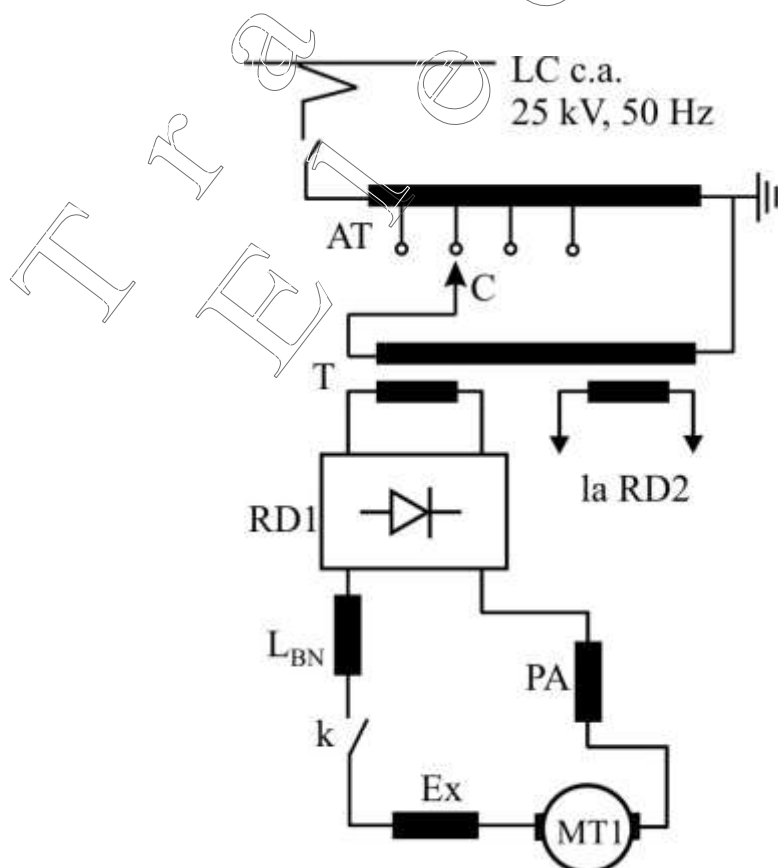


Figura 2. Reglarea pe înaltă tensiune.

În figura se prezintă schema de principiu pentru un vehicul alimentat în curent alternativ și acționat cu două motoare serie la care reglarea vitezei se face prin reglarea tensiunii de alimentare pe partea de înaltă tensiune. Fiecare motor este alimentat separat printr-un redresor necomandat. Cursorul C face trecerea de la o treaptă de tensiune la alta, caracteristicile de tracțiune rezultate fiind asemănătoare cu cele de la motorul serie alimentat în curent continuu.

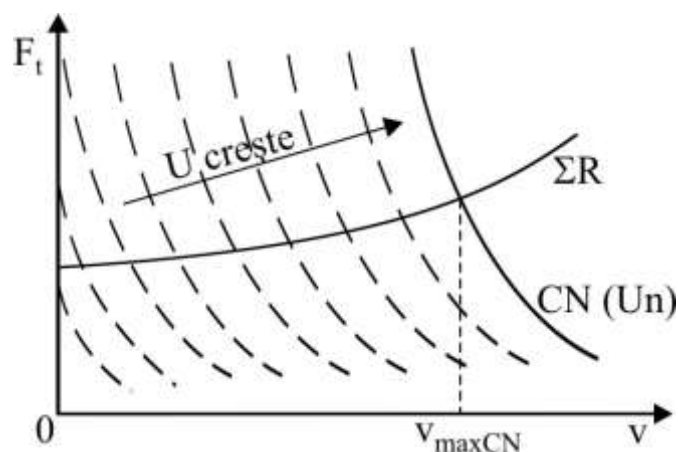


Figura 3. Caracteristicile de tracțiune artificiale obținute prin modificarea tensiunii de alimentare.

5. Reglarea vitezei vehiculelor cu motoare de c.c. alimentate în c.c.

6. Determinarea caracteristicii de tractiune $F = f(v)$

Considerand ca la bornele unui motor de tractiune care antreneaza o roata motoare cu viteza periferica v este aplicata tensiunea nominala U , se poate determina marimea acestei viteze cu relatia (2). Daca la bornele aceluiasi motor se aplica o alta tensiune U_x , viteza se va modifica. In ipoteza ca motorul absoarbe acelasi curent I ca si in primul caz, deci are si acelasi flux Φ , se poate scrie:

$$v_x = \frac{U_x - I\Sigma r}{k_e \phi} \quad (3)$$

Facand raportul intre relatiile (2) si (3) din care determinam pe v_x , obtinem:

$$v_x = v \frac{U_x - I\Sigma r}{U - I\Sigma r} \quad (4)$$

Pentru masinile de mare putere, termenul $I\Sigma r$ este mic in comparatie cu tensiunea aplicata masinii, si ca urmare se poate neglija. In acest caz relatia (4) devine:

$$v_x = v \cdot \frac{U_x}{U} \quad (5)$$

Acest lucru ne permite sa spunem ca vitezele dezvoltate de motoarele de tractiune sunt proportionale cu tensiunile aplicate la bornele acestora.

Din cele de mai sus rezulta ca reglajul tensiunii influenteaza mult valoarea vitezei, intrucat valoarea tensiunii este mare in comparatie cu termenul $I\Sigma r$. In plus, la cresterea tensiunii creste si viteza si invers la scaderea ei scade si viteza.

Avand caracteristica naturala a motorului $n=f(I)$ pe care am raportat-o la obada rotilor motoare, deci avand caracteristica $v=f(I)$, se pot determina celelalte caracteristici $v=f(I)$ in cazul altor tensiuni aplicate motoarelor de tractiune, folosind relatia (5).

Caracteristicile de tractiune artificiale obtinute prin metoda reglării prin variația tensiunii de alimentare sunt situate sub caracteristica naturală (Fig. 3).

Mersul lucrării și conținutul referatului

Bibliografie

[Cant1] Codin-Gruie Cantemir, Boghiu bi-motor de tramvai cu semi-osii independente. Sistem de antrenare CGC. A doua Conferință Internațională de Sisteme Electromecanice, SIELMEC 99, Chișinău, 8-9 octombrie 1999.

[Cant2] Codin-Gruie Cantemir, Boghiu cu motoare suspendate. Brevet de invenție RO 110446.

[Mits] Mitsuaki Hoshi et al, Development of Bogie for User Friendly, Extra Low Floor, Light Rail Vehicle (LRV) Using Independent Wheel System and Next Generation LRV, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Technical Review Vol. 44 No. 2 (Jul. 2007), <https://www.mhi.com/technology/review/sites/g/files/jwhtju2326/files/tr/pdf/e442/e442006.pdf>