

NOVEMBER - DECEMBER 1977

8 (M) Elektrisch motorrijtuig met recuperatieremming.

De aanwezigheid van een elektrische rem op de krachtvoertuigen wordt hoe langer hoe meer gewaardeerd, omdat op die manier, wat het vervangen van remblokken en de slijtage van de wielen betreft, kan bespaard worden op stoffen en arbeidsloon.

Bij de elektrische tractie zijn er twee soorten van elektrische remming mogelijk : enerzijds de weerstandsremming waarbij de kinetische energie van de trein in een weerstand wordt afgevoerd, anderzijds de recuperatieremming waarbij die energie naar de rijdraad wordt teruggestuurd.

Op de klassieke voertuigen die onder gelijkstroom rijden en met aanloopweerstand zijn uitgerust, kan de weerstandsremming bijzonder gemakkelijk toegepast worden, doordat de regelbare weerstand er al is. Men moet dan echter wel vrede nemen met de gebreken die eigen zijn aan de zelfbekrachtiging van de seriemotoren, nl. de opkومتijd kan tot tien seconden lopen en de krachtregeling is zeer moeilijk. Om die nadelen te verhelpen, moeten de motoren afzonderlijk bekrachtigd worden, waarvoor een bekrachtigingsomvormer nodig is die normaal niet voorkomt in het tractieschema.

B Voor de energierterugwinning op een klassiek krachtvoertuig moeten de motoren afzonderlijk bekrachtigd worden wegens de elektrische instabiliteit van de seriegenerator; de grote troef van dat systeem is vanzelfsprekend het feit dat de kinetische energie van de trein nuttig wordt aangewend.

Hoewel de krachtregeling gemakkelijk is, blijven er talrijke tekortkomingen bestaan : men kan niet buiten de aanwezigheid van een bekrachtigingsaggregaat, er is in de nabijheid een verbruiker op het net nodig wegens de onomkeerbaarheid van de onderstations, de werking bij lage snelheid is onmogelijk aangezien de motoren ten minste de netspanning moeten ontwikkelen en ten slotte een moeilijke aansluiting, wat gepaard gaat met een lange opkومتijd. Onze 83 locomotieven van reeks 23 zijn met een dergelijk remmingssysteem uitgerust, met het oog op de aanhoudende remming van de treinen op de hellingen van de lijn naar Luxemburg.

Bij de voertuigen met stroomhakkers liggen de problemen anders : de weerstandsremming is minder belangrijk, aangezien men opnieuw een regelbare weerstand moet installeren die niet meer dienstig is voor de tractie; daarentegen kan de recuperatieremming op een eenvoudige manier aangewend worden, daar de stroomhakker dank zij zijn grote dynamiek de instabiliteit van de seriegenerator kan beheersen.

Dank zij de stroomhakker heeft men twee situaties die, afzonderlijk genomen, een abnormale toestand opleveren; ze volgen elkaar op in het ritme van de schakelingen van de hakker en leiden zo tot een gemiddelde stabiele en nuttige toestand :

- eerste fase : de hakker brengt de tractiemotoren in kortsluittoestand, waaruit een zelfbekrachtiging van de motoren volgt die des te sneller oploopt naarmate de snelheid hoog is; de stroom neemt toe en zou een voor de motoren en de hakker ontoelaatbaar evenwicht bereiken, mocht er geen commutatie plaatsvinden;
- tweede fase : de hakker, die in feite een elektronische schakelaar is, gaat open; voor zover de motorspanning op dat ogenblik kleiner is dan de rijdraadspanning, wat de grondvoorwaarde voor de stabiliteit van het systeem vormt, neemt de stroom des te sneller af naarmate de motorklemspanning kleiner is dan de rijdraadspanning, d.w.z. naarmate de snelheid lager is; de stroom zou op nul terugvallen, indien er geen commutatie meer zou plaatsvinden.

In de eerste fase is er een toeneming van de magnetische energie in de inductiespoelen van de kring, de smoorspoel van de motoren en de afvlakspoel; in de tweede fase wordt die magnetische energie aan het net teruggegeven.

Door een juiste dosering van die twee fasen kan men bij elke snelheid de stroom, dus de remkracht regelen.

B De voornaamste eigenschappen van een dergelijke recuperatieremming met stroomhakker kunnen nu gemakkelijk verklaard worden :

- behoud van remkracht tot zeer lage snelheden, waarbij de zelfbekrachtiging van de motoren in kortsluittoestand nog mogelijk is, d.w.z. bij enkele kilometers per uur;
- vlotte regeling van de remkracht door de elektronische sturing van de hakker, zodat die remming in een regelus kan geïntegreerd worden;
- voormagnetisering van de tractiemotoren is noodzakelijk om bij het begin van de remming een snelle zelfbekrachtiging van de motoren tot stand te brengen;
- bij hoge snelheid is het nodig in de stroomkring een stabiliseringsweerstand in serie te schakelen die de schijnbare motorspanning moet verminderen tot een waarde die kleiner is dan die van de rijdraad; die weerstand wordt bij middelmatige en bij lage snelheid kortgesloten.

Alvorens dat geheel nieuw systeem van de stroomhakker op een reeks elektrische motorrijtuigen werd toegepast, werden die principes op een bestaand elektrisch motorrijtuig getest : eind 1975 werd motorrijtuig 701 met een prototype van een recuperatieremsysteem uitgerust.

Op dat elektrisch motorrijtuig blijft de bediening van het remsysteem voor de bestuurder ongewijzigd : de recuperatierem wordt in de eerste plaats in werking gebracht door de spanning in de bedieningsdraad van de elektropneumatische rem; de remverdeler van de drijfassen stuurt de pneumatische ontremming van de drijfassen voor zover er op die assen elektrisch wordt geremd. Voor de bestuurder is er bij de besturing dus geen probleem om de recuperatierem in werking te brengen en te regelen; de aanwezigheid van die rem blijkt enkel uit de aanwijzing op de ampèremeters.

Ondanks het feit dat de kenmerken van de tractiemotoren niet aangepast zijn aan de elektrische remming (te lage minimale snelheid), is de balans van de remmingsenergie op dat elektrisch motorrijtuig zeer aanvaardbaar : bij een bedrijfsremming (vertraging 0,75 m/sec.²) vanaf 100 km/h wordt de in de drijfassen af te voeren kinetische energie voor 90 % elektrisch afgevoerd, 60 % wordt teruggewonnen, 30 % wordt in de stabilisatieweerstand afgevoerd. Bij een remming onder dezelfde omstandigheden vanaf 140 km/h worden die cijfers respectievelijk 70 %, 40 % en 30 %. Het spreekt vanzelf dat die cijfers verbeteren naarmate de vertraging afneemt.

Wanneer we de analyse van kosten en baten opmaken, kan aangetoond worden dat voor een seriebouw van de recuperatierem op gelijkaardige elektrische motorstellen, de aanvullende investering die daarvoor nodig is, ongeveer in 6 jaar kan afgeschreven worden dank zij de bezuiniging op energie en stoffen bij een normaal gemiddeld gebruik van die rem.

Gelet op de goede resultaten die met het elektrisch motorrijtuig 701 werden behaald, werd er beslist dat de toekomstige elektrische motorrijtuigen "break" met een dergelijke recuperatierem zouden uitgerust worden; het enige bezwaar ervan op lange termijn schuilt in het vermogen van de rijdraad om energie op te nemen, wat waarschijnlijk een nadelige weerslag zal hebben op het terugwinningspercentage naarmate er meer voertuigen met de recuperatierem zullen gaan rijden.

9 (B) Meetrijtuig van de dienst van de baan.

Onlangs heeft de NMBS een motorrijtuig voor spooronderzoek aangekocht ter vervanging van het Mauzin-meetrijtuig dat de Maatschappij sedert 1947 één of twee keer per jaar van de SNCF leende.

In dat motorrijtuig worden op een grafiek tegelijkertijd 7 verschillende parameters van de staat van het spoor opgetekend.