

Fig. 1. — De lokomotief type 126 van de NMBS

DE ELEKTRISCHE LOKOMOTIEF type 126 van de NMBS MET ÉÉN MOTORIGE SCHAMELSTELLEN

UDK 621.335.2 (493)

Op het ogenblik dat de lokomotieven 126 ter studie genomen werden, omvatte het park der elektrische lokomotieven van de Nationale Maatschappij voor Belgische Spoorwegen (NMBS) bijna uitsluitend eenheden van het type Bo' Bo' met half-ophangende traktiemotoren.

Deze lokomotieven van robuuste en eenvoudige conceptie verzekeren op perfecte wijze de « gemengde » tractie door het aanslepen van goederentreinen van 1.600 ton en ook van

reizigerstreinen, tegen een snelheid van 140 km/u.

Om gelijke tred te houden met de technische evolutie wenst de NMBS in de toekomst het traktievermogen van de lokomotieven op te voeren, m.a.w. zij streeft naar lokomotieven die bij eender gewicht, in de dagelijkse exploitatie zwaardere lasten kunnen trekken.

Met dit doel was het nodig in bedrijf de verschillende middelen te

bestuderen om de adhesievastheid op te drijven.

De factoren die een theoretische rol spelen in de aanwending van deze adhesievastheid zijn overbekend; zij hebben betrekking op de elektrische uitrusting en ook op de mechanische opvatting; doch welke zijn nu precies de werkelijke praktische gevolgen van elk element afzonderlijk?

Wat de elektrische uitrusting 3 kV betreft, werd tot dan toe geen enkele

proef ondernomen om uit te maken welke invloed deze factoren konden hebben; daarom heeft de NMBS besloten, in het licht van de belangrijke rol van deze kwestie voor de lokomotieven van morgen, 5 lokomotieven te laten bouwen waarop een praktische studie zou worden gemaakt van de rol der verschillende elektrische inrichtingen. Wij zullen deze inrichtingen in de volgende lijnen beschrijven.

De vastheid van de mechanische delen wordt door de traktiewijze geenszins beïnvloed (3 kV, 1,5 kV éénfazig 50 Hz en 16 2/3 Hz en Diesel); men kon zich baseren op vroegere praktische resultaten en alvast de gunstigste oplossingen aannemen, zelfs zo sommige hiervan slechts een geringe invloed hadden op een goede adhesie.

De mechanische gedeelten van de 5 lokomotieven zijn dus dezelfde en zijn afgestemd op twee schamelstellen met lage tractie en mechanisch synchronisme van de assen.

De mechanische karakteristieken van de lokomotief type 126 zijn de volgende:
Totale lengte over buffers : 17,25 m

Afstand tussen de assen der schamelstellen :	8,50 m
Wielbreedte van de schamelstellen :	2,55 m
Doormeter van de nieuwe wielen :	1,15 m
Gewicht zonder ballast :	80 t.
Gewicht met ballast :	82,5 t.
Hoogste snelheid :	130 km/h

De karakteristiekenkurven worden in de beschrijving van de traktiemotoren nader besproken (fig. 14).

Doch, de elektronische uitrusting voor verklikking van het doorslaan niet te na gesproken, vinden wij in de apparatuur dezelfde bestanddelen terug als in de lokomotieven van type 122. In een vroeger nummer van het « Revue ACEC » werden deze lokomotieven reeds behandeld (Revue ACEC — N° 2 — 1955).

Het voorliggend artikel beslaat vier hoofdstukken :

I Karakteristieken van een lokomotief voor beproeving van de inrichtingen met beste adhesie.

II Traktiemotor van de lokomotief type 126.

III Mechanisch gedeelte.

IV Adhesieproeven door NMBS op de lokomotieven type 126 uitgevoerd.

HOOFDSTUK I

EEN LOKOMOTIEF VOOR BEPROEVING VAN DE INRICHTINGEN MET BESTE ADHESIE

1. Korte terugblik.

De trekkracht op de haak die door een lokomotief wordt ontwikkeld, is gelijk aan de wrijfkracht van de velgen op de rail.

Deze kracht wordt beperkt :

- door de wrijfkracht of beter nog door de *adhesiecoëfficiënt* op de rail;
- door de draagkracht van het wiel op de rail, dit is door het *adhesief gewicht*.

Aangezien de uitrusting der eerste elektrische lokomotieven zwaar was, moesten aan de motorassen nog draagassen worden toegevoegd om beter het gewicht te dragen. Het probleem van de adhesie had geen belang aangezien de last op de motorassen ruim toereikend was om op de haak de maximale kracht te ontwikkelen die door hun elektrische uitrusting kon worden opgebracht.

Vermits de moderne lokomotieven lichter werden gemaakt, zijn niet al-

leen de draagassen weggefallen doch moet thans gezocht worden hoe het totaal gewicht best kan aangewend worden om op de haak de maximale trekkracht te ontwikkelen die door de elektrische uitrusting kan worden opgebracht. Zo geen enkele voorzorg wordt getroffen om de variaties tegen te gaan van de adhesiecoëfficiënt en van de last per as, die in de loop van een aanzetperiode optreden, mag de hoogste trekkracht die op de haak van de lokomotief ontwikkeld wordt niet hoger liggen dan die, welke onder de meest ongunstige omstandigheden veroorloofd wordt : de adhesie van de lokomotief wordt slecht benut.

Om de trekkracht van de lokomotieven te verhogen zonder gevaarlijk doorslagrisico van de assen, moet gebruik worden gemaakt van :

- *preventieve inrichtingen*, die de doorslagneiging van de assen beperken;
- *correctie-inrichtingen* die het doorslaan van de assen vlug opvangen.

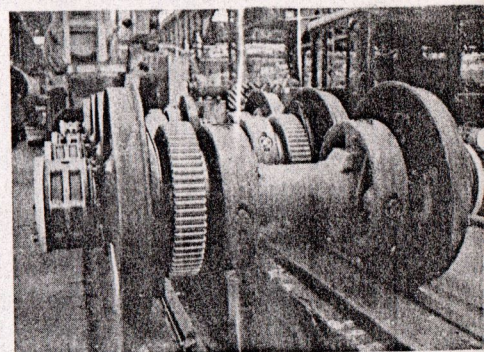
2. Inrichtingen op de lokomotieven type 126 om de doorslagneiging te beperken.

De in aanmerking te nemen *adhesiecoëfficiënt* is die van een stalen velg op een stalen rail. Hij kan verbeterd worden door zand op de rail te strooien doch dit procédé is zelden toepasselijk en enkel doeltreffend tijdens de eerste meters van de startweg.

Er doen zich plaatselijke variaties van de adhesiecoëfficiënt voor naar aanleiding van een olievlek, een gesmeerde wisseltong of een railnaad. Om te voorkomen dat het wiel begint door te schuiven wanneer het over deze zone van geringe adhesie rijdt, worden beide assen van een schamelstel elk afzonderlijk door een motor aangedreven terwijl hun bewegingen door een tandkoppeling gesolidariseerd worden. De as die dreigt door te slaan, kan omzeggens op de naburige as steunen en deze zone van geringe adhesie nemen zonder door te slaan. De beide motoren evenals hun tandkoppelingen in een afgedichte carter, worden stevig aan het draagraam van het schamelstel bevestigd. Een transmissie

Fig. 2. — Beeld van een as van lokomotief type 126 met dubbele tandwielkoppeling.

De linker cardankoppeling grijpt enerzijds op het achterste tandrad van de tandwielen en anderzijds op een holle as rondom de draagtas. De rechter cardankoppeling grijpt enerzijds op de holle as en anderzijds op één der wielen.



met dubbele tanding (fig. 2) dient om de beweging van een tandrad naar de as over te brengen. Deze transmissie duldt de excentriciteit en het niet-parallelisme tussen de as van het tandrad en die van het wiel, voortkomend van de doorbuiging der veren waarop het chassis van het schamelstel rust.

Om de adhesie van de lokomotief optimaal te benutten ten einde de maximale trekkracht te ontwikkelen,

... het theoretisch nodig zijn dat lasten op de drijfassen dezelfde zijn, aangezien de krachten op de velgen van al deze assen gelijk zijn.

De binneninrichting van de lokomotief werd bestudeerd opdat de lasten op alle assen bij ruststand dezelfde zouden zijn.

In bedrijf verdwijnt deze gelijke lastverdeling. Op de spil van elk schamelstel wordt een trekkraft toegepast terwijl de trekkraft op de velgen op niveau van de rail (fig. 3) wordt ontwikkeld. Deze beide krachten brengen een moment op dat het schamelstel doet « opspringen ». Het gevolg is een overbelasting van de achteras en een overeenstemmende ontlasting van de vooras van het schamelstel. Voor een lokomotief Bo' Bo' die op twee schamelstellen rust, wordt het opspringen van deze beide stellingen met die van de kast gecumuleerd. Uiteindelijk zijn de lasten op de vier drijfassen verschillend op het ogenblik dat de trek-

- *mechanische inrichtingen tegen het opspringen.* Terwijl zij het opspringen van de schamelstellen teniet doen, ondervangen zij de lastvariaties op de assen, die hieruit voortvloeien;
 - *elektrische inrichtingen tegen het doorslaan,* die de trekkraft van de schamelstellen in overeenstemming brengen met hun werkelijke last om rekening te houden met het knikken van de kast.
- Het opspringen van het schamelstel van de lokomotief type 126 werd

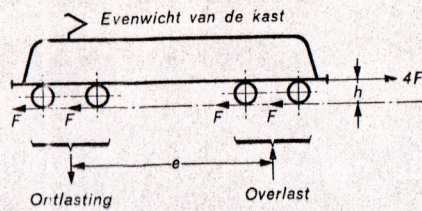


Fig. 5. — Toepassing van de krachten die de kast van een lokomotief doen knikken.

volledig afgeschaft door de kast van het schamelstel te verbinden op een punt dat op niveau van de rail gelegen is (fig. 4). De kast rust op het schamelstel door bemiddeling van glijbeugels die enkel een verticale kracht overbrengen. De trekkraft gaat via een koppelingsstaaf naar de kast. De kracht wordt op de velgen toegepast op niveau van de rails. Deze drie krachten beïnvloeden gelijktijdig het schamelstel zodat hun moment nul is en de lasten op de beide assen van het schamelstel steeds gelijk blijven.

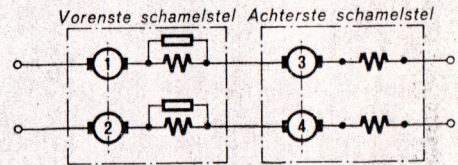
Het is niet mogelijk het knikken van de kast (fig. 5) weg te helpen aangezien de trekkraft op de velgen en die op de haak steeds op verschillende niveaus uitgeoefend worden. De lokomotief blijft dus onderhevig aan een moment dat op gelijke wijze de beide assen van het schamelstel achteraan overbelast en de beide assen van het schamelstel vooraan ontlast.

Aangezien het knikken van de kast niet kan worden afgeschaft, moeten de trekkraften van de schamel-

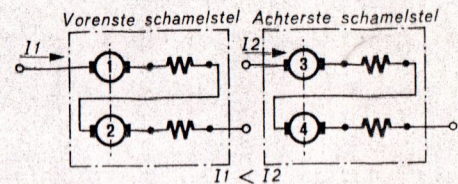
stellen aan hun werkelijke last aanpassen, dit wil zeggen dat de kracht op de velgen van het vorenste schamelstel lager ligt dan die op de velgen van het achterste schamelstel.

Met dit doel werden verschillende schema's opgesteld aan de hand waarvan de verschillende anti-doorslaginrichtingen (fig. 6) kunnen beproefd worden.

SCHEMA D



SCHEMA MRD



SCHEMA MRS

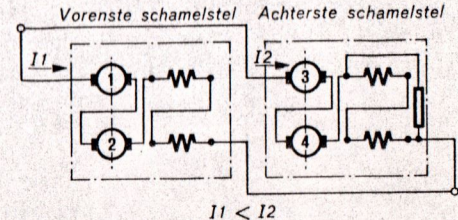


Fig. 6. — De drie elektrische inrichtingen, met hun schakelschema, voor het weren van het doorslaan op de lokomotieven type 126.

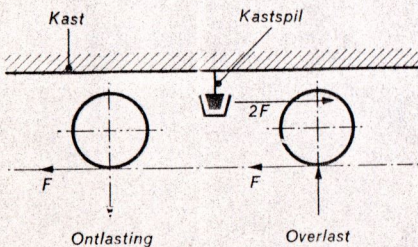


Fig. 3. — Invloed van de krachten die het opspringen veroorzaken van het schamelstel der lokomotieven typen 122 tot 125.

kracht aan de koppelingshaak ontwikkeld wordt.

Op grond van de geringe wielbreedte der beide assen van een schamelstel is het opspringen de hoofdoorzaak van de lastvariatie per as. De afstand tussen de spillen van de schamelstellen is groter, zodat het knikken van de kast slechts een geringe lastvariatie op de schamelstellen verwekt.

De lokomotieven type 126 zijn uitgerust met :

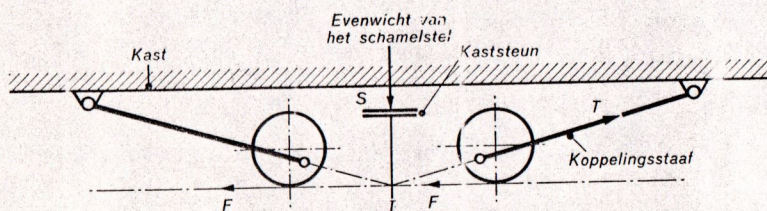


Fig. 4. — Invloed van de krachten voor uitschakeling van het opspringen van het schamelstel der lokomotieven type 126.

- *Schema D* — Een der motoren van het vorenste schamelstel is in serie geschakeld met een der motoren van het achterste schamelstel; de beide motoren worden met dezelfde stroom doorlopen. Om de kracht van het vorenste schamelstel te verminderen ten opzichte van die van het achterste schamelstel, wordt de flux van deze motoren verminderd door hun ankers via een weerstand te shuntten.
- *Schema MRD* — De beide motoren van een schamelstel worden in serie geschakeld en afzonderlijk gestart met een stroom die lager is voor de motoren van het vorenste schamelstel dan voor die van het achterste.
- *Schema MRS* — De beide motoren in serieschakeling op een schamelstel staan parallel gegroepeerd

met die van het andere schamelstel en worden via één enkele weerstand gelijktijdig gestart. De stroom die door de motoren opgenomen wordt in het achterste schamelstel wordt opgevoerd in

diagramma van de vereiste adhesiecoëfficiënten in functie van de kracht op de haak van de twee typen (122 en 126) lokomotieven die praktisch evenveel wegen, biedt de mogelijkheid zich een

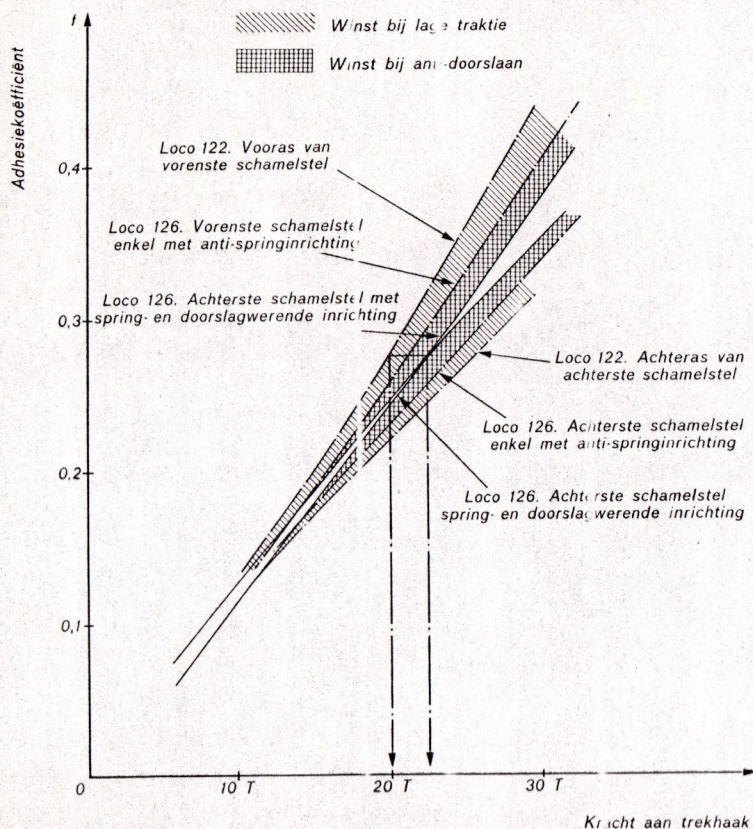


Fig. 7. — Diagramma van de adhesiecoëfficiënten in functie van de trekkraft aan de haak.

verhouding tot die der motoren van het vorenste schamelstel, vermits hun ankers door een weerstand geschunt worden.

* * *

Kortom, verschillende middelen worden op de lokomotieven van type 126 aangewend om de doorslagneiging te verminderen:

- 1° de beide assen van een schamelstel worden mechanisch gesolidaariseerd teneinde de lokale adhesieverminderingen te drukken. Dit schamelstel, waarvan elke as door een motor wordt aangedreven, gedraagt zich als een éénmotorig schamelstel.
- 2° De lasten op de assen van een schamelstel worden gelijkmatig verdeeld door het opspringen van het schamelstel te weren door het traktieniveau te verlagen.
- 3° Het bedrijf zonder doorslaan niveleert de kracht van een schamelstel op de werkelijke last ten einde rekening te kunnen houden met het knikeffect van de kast. Het

oordeel te vormen over de winst die werd behaald door het weren van het opspringen der schamelstellen en door het bedrijf zonder doorslaan (fig. 7).

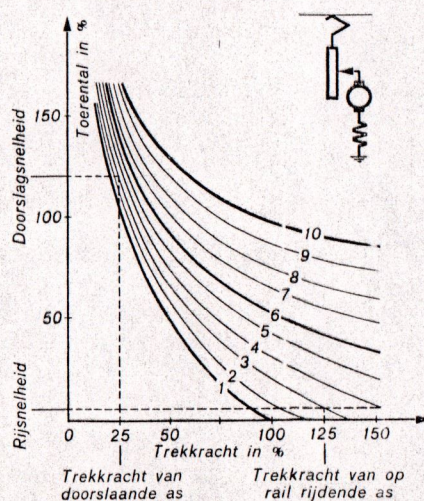


Fig. 8. — Karakteristieken trekkraft/snelheid van een gelijkstroomlokomotief. Wij zien de doorslagsnelheid die door een doorslaande as bereikt is.

Voor de trekkraft van 24 t aan de haak werken de vier assen van de lokomotief type 126 onder dezelfde adhesievoorwaarden. Het totaal gewicht van de lokomotief wordt integraal als adhesiegewicht gebruikt. Voor eenzelfde adhesiecoëfficiënt kunnen de lokomotieven type 122 en type 126 krachten van onderscheidenlijk 20 en 23 t aan de haak ontwikkelen. Door zonder opspringen en doorslaan te rijden, wordt de maximale trekkraft aan de haak met 15 % opgevoerd.

3. Inrichtingen om het doorslaan uit te schakelen.

Wanneer een velg op de rail begint te schuiven, wordt het evenwicht tussen de drijfkracht en de weerstandskracht naar aanleiding van de adhesie plots verbroken. In de plaats van de weerstandskracht ingevolge de adhesie komt de veel zwakkere doorslagkracht. Het ganse vermogen van de motor wordt vrijwel integraal gebruikt om de roterende massa van as en motor te versnellen, die trouwens miniem is in vergelijking met de treinmassa. Het gevolg is dat de as direct doorslaat (fig. 8).

De eerste aanzetkarakteristieken «snelheid-kracht» van de gelijkstroomlokomotieven hebben sterke dempvermogens zodat ook de doorslagsnelheid van de schuivende as hoog ligt.

Voor een gelijkstroomlokomotief 3000 V van het type Bo' Bo', dit is een lokomotief met individuele assuring, worden de motoren bestendig per twee in serie geschakeld. Zo een as doorslaat heeft de ganse rijdraadspanning neiging om naar de klemmen van de doorslaande motor te lopen. De spanning van deze motor bereikt een waarde van circa het dubbel van haar nominale waarde. Deze verhoging van de spanning op de klemmen van de doorslaande motoren geeft aanleiding tot een nog snellere doorslag.

* * *

Om het doorslaan van een as uit te schakelen moet men:

- het *slippen detecteren* zodra het begint op het ogenblik dat de slipsnelheid van het wiel op de rail nog gering is;
- de *versnelling* van de doorslaande motor *onmiddellijk stoppen* door een plotse vermindering van het opgenomen vermogen;
- de *doorslagsnelheid* van een motor *bepersen*, hetzij door de spannings-

verhoging op zijn anke klemmen te verhinderen, hetzij door de bekrachtiging te handhaven.

* * *

De detectie van het doorslaan zou kunnen gebaseerd zijn op de vergelijking van de snelheid der assen van de beide schamelstellen. Doch, om rekening te houden met het doormeterverschil van de wielen, moet een verschil tussen hun hoeksnelheden worden geduld, met andere woorden kan een slippen slechts worden gedetecteerd zo de as reeds doorslaat. Ten einde het slippen van de wielen van het begin af te ontdekken, moet men de versnelling van de as meten die in het begin van het doorslaan haar hoogste punt bereikt.

Een elektronische inrichting berekent ogenblikkelijk de versnelling van elk wiel. Een tachometerdynamo, gemonteerd op elke as, levert een spanning in verhouding tot de snelheid. De inrichting voor het detecteren van het doorslaan capteert dit sein, berekent zijn afwijking in de tijd en vergelijkt dit resultaat met een basiswaarde. Zo de versnelling van een as die van de lokomotief overtreft die « onbelast » circuleert, zal dit door de inrichting voor detectie van het doorslaan worden geëind en zal ook onmiddellijk de uitschakeling van het doorslaan aanvangen.

* * *

Om de versnelling van de as van bij het begin van het doorslaan te beperken, moet de door de motor opgenomen stroom onmiddellijk verminderd worden. Met dit doel verhoogt men plots de aanzetweerstand of leidt men een fractie van deze reeds uitgeschakelde weerstand terug in het motorcircuit. De aanzetweerstand bestaat uit twee bestendig parallelgeschakelde trappen (zie fig. 10, schema MRD). De opening van de magneetschakelaars voor parallelschakeling van deze trappen verdubbelt ogenblikkelijk de waarde van deze weerstand. Benevens deze bediening, wordt de weerstand van het motorcircuit (doorslaande motoren) nog verhoogd door het terugvallen van de uitrusting JH. Hieruit volgt dat de drijfkracht op het wiel steeds vermindert en dat de slijpkracht het uiteindelijk haalt. Van dit ogenblik af vermindert de doorslag zodat het betrokken wiel terug aan het rollen wordt gebracht tegen de snelheid van de lokomotief. Zodra het doorslaan geweerd is, worden de magneetschakelaars voor parallelschakeling van

de beide weerstandstrappen gesloten. De aanvankelijke startvoorwaarden zijn hersteld. Ingevolge de verschuiving van de aanloopinrichting JH wordt de trekkracht evenwel hersteld op een lagere waarde dan die, welke het doorslaan heeft veroorzaakt. Vervolgens wordt deze kracht geleidelijk verhoogd tot op de waarde die door de bestuurder gekozen is.

Dit procédé om het doorslaan uit te schakelen wordt toegepast wanneer de twee groepen van twee motoren in parallel geschakeld zijn en alleen maar in de groep die met het doorslaand schamelstel overeenstemt. De kracht op de velgen van het doorslaande schamelstel wordt tijdelijk verminderd terwijl het andere schamelstel verder de normale trekkracht ontwikkelt. Dit procédé voor uitschakeling van het dooslaan doet de trekkracht op de haak van de lokomotief niet vallen. De trein start, zelfs indien de lokomotief doorschuift, aangezien de wagonrij verder aange trokken wordt. Om dit procédé van uitschakeling van het doorslaan te kunnen toepassen van bij het begin van de startperiode, is het mogelijk de lokomotieven type 126 te starten door eenvoudige benutting van de parallelschakeling der dubbelmotorige groepen van een schamelstel.

* * *

De tandradtransmissie van de bewegingen der wielen van een schamelstel bieden de mogelijkheid de doorslagsnelheid van de doorslaande assen te verminderen. Inderdaad, de snelheid van de assen van een schamelstel is gesynchroniseerd en de spanning van de rijdraad wordt steeds evenredig verdeeld tussen de twee motoren die in serie zijn geschakeld en deze assen drijven. Dienvolgens komen de klemmen van de doorslaande motoren niet onder overspanning. Om de bekrachtiging van de doorslaande motoren te handhaven werden twee procédé's beproefd :

- een equipotentialschakeling op de ingang van de ankers;
- het shunten van het motoranker door inschakeling van een weerstand, om zo het doorslaan te weren.

In de parallelschakeling van de twee groepen motoren maakt men een schakeling tussen de ingangsklemmen van de ankers. Zo wordt de stroom evenredig tussen de ankers verdeeld en blijft de bekrachtiging van de twee motorenlijnen steeds gelijk.

Deze equipotentialschakeling moet genoeg weerstand bieden om

de kruipstromen te beperken die optreden in de ankerkringen der parallelschakeling naar aanleiding van kleine variaties in de magneetkringen van de motoren of in de wieldoormeters.

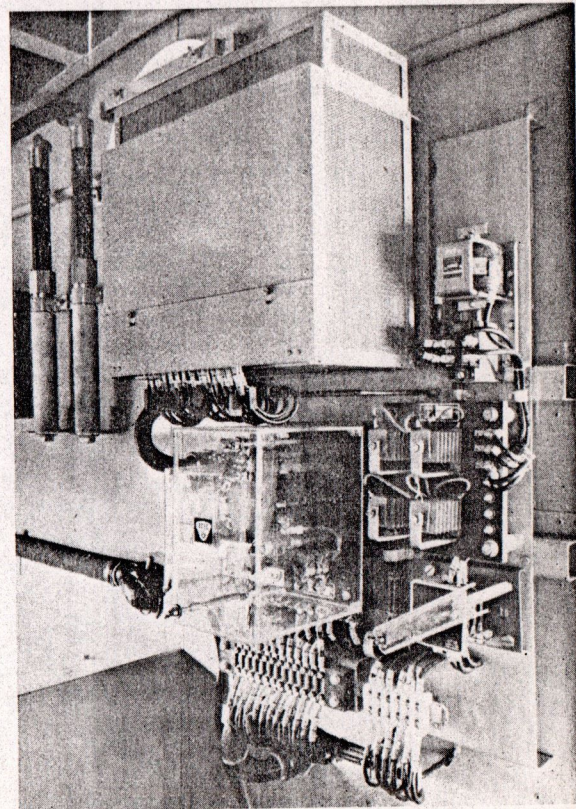
Dit procédé heeft veeleer een preventief dan een correctief effect. Het wordt enkel toegepast in de parallelschakeling van de motoren wanneer het aanzetten op weerstand afgelopen is of wanneer de twee lijnen van motoren tot dezelfde graad geshunt zijn. Zodra een schamelstel begint door te slaan moet deze equipotentialschakeling worden verbroken om de uitschakeling van het doorslaan enkel op het schamelstel met doorslaande motoren toe te passen.

De bekrachtiging op de doorslaande motor kan ook onderhouden worden door het anker met een weerstand parallel te schakelen. Zo, op het ogenblik van het doorslaan een shuntkeep in werking is, herneemt de motor zijn vol veld door terugschuiving van de aanzetuitrusting JH.

Dit uitschakelingsprocédé van het doorslaan is zeer doeltreffend aangezien :

1° het de werking van de doorslaande motor niet plots stoort. De motor-

Fig. 9. — Op dit bord staat de apparatuur voor het elektronisch detecteren van het doorslaan en de bedieningsrelais van de dodemanskrak.



flux wordt gehandhaafd door de op de lijn afgenomen stroom, die naar de shuntweerstand afgeleid wordt. De vermindering van het draaimoment is echter ogenblikkelijk aangezien de ankerstroom onmiddellijk verlaagd wordt met de fraktie die in de weerstand wordt afgeleid;

2° het de doorslagsnelheid beperkt aangezien de shuntweerstand de spanning op de collector en bijgevolg de oversnelheid handhaaft op een waarde die voor de motor ongevaarlijk is;

3° het de doorslaande motor elektrisch remt. De terugschuiving van de JH-uitrusting heeft het veld hersteld zodat de tegen-elektromotorische kracht toeneemt en de ankerstroom omgekeerd wordt. Hieruit volgt een remming van de doorslaande motor waarvan het toerental tot de rijsnelheid van de lokomotief wordt teruggebracht.

Dit uitschakelingsprocédé van het doorslaan kan zonder onderscheid op de serie- of parallelschakelingen worden toegepast.

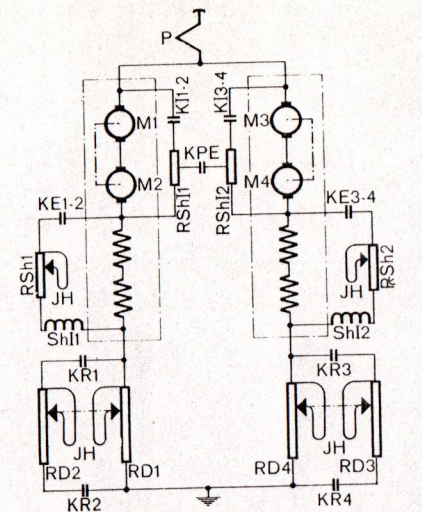
* * *

Wij herhalen kort de verschillende manieren om het doorslaan van de assen op te vangen, zoals zij op de lokomotieven type 126 werden beproefd :

1. het draaimoment van de doorslaan de assen wordt onmiddellijk verminderd door *het inschakelen van een weerstand in het circuit* van de aandrijfmotoren der assen;
2. *de bekrachtiging wordt in de motoren gehandhaafd* tot het doorslaan begint, door middel van een equipotentiaalschakeling tussen de ankers;
3. *de spanning op de klemmen van de seriegeschakelde motoren* kan tijdens het doorslaan niet toenemen ingevolge het synchronisme van hun snelheid dat door een tandwielkoppeling wordt opgebracht;
4. het elektrisch remmen en de beperking van de spanning der doorslaande motoren worden bekomen door *hun ankers met een weerstand parallel te schakelen*.

4. De drie aanzetschema's van de lokomotieven type 126.

Ten einde verschillende procédés afzonderlijk en gelijktijdig te kunnen beproeven en zo te zien of het mogelijk was het doorslaan of de doorslagneiging uit te schakelen of te vermin-



deren, werden de uitrustingen van de vijf lokomotieven van type 126 volgens drie schema's geschakeld.

SCHEMA MRD

Twee lokomotieven worden volgens schema MRD (fig. 10) gerealiseerd. MRD betekent in feite :

M betekent *éénmotorig*: de beide motoren van een schamelstel die reeds mechanisch solidair zijn, worden bestendig in serie geschakeld. De ganse eenheid gedraagt zich als een éénmotorig schamelstel waarvan de twee assen door één enkele motor zouden gestuurd worden.

RD betekent *dubbele aanzetweerstand*: elke lijn van twee motoren heeft haar eigen aanzetweerstand.

De lokomotief wordt in één enkele schakeling gestart, hetzij in serie-hetzij in parallelschakeling. De omschakeling gebeurt door een elektro-pneumatische nullastschakelaar.

Na het aanzetten op weerstand worden de motoren progressief op vijf vingers geshunt.

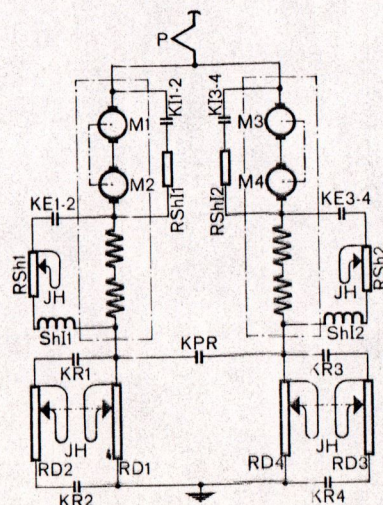


Fig. 10. — Vereenvoudigde vermogenketen van een lokomotief type 126, uitgerust volgens schema MRD.

P. pantograaf.

(M1 + M2) — (M3 + M4) in een schamelstel gekoppelde traktiemotoren.

JH — aanzet- en shuntuitrustingen.

RD1 tot RD4 — aanzetweerstanden.

RSh1 — RSh2 — shuntweerstanden der veldwikkelingen.

Sh1 — Sh2 — Induktieshunt.

KPE — Magneetschakelaar voor equipotentiaalschakeling tussen de veldwikkelingen.

KE1-2 — KE3-4 — Magneetschakelaars voor doorslagwering in serieschakeling.

KI1-2 — KI3-4 — Magneetschakelaars om het doorslaan in serieschakeling te vermijden.

RSh1 — RSh2 — Shuntweerstanden op ankers.

KR1 — KR4 — Magneetschakelaars om het doorslaan te vermijden in parallelschakeling.

In de parallelschakeling, wanneer de motoren onder dezelfde bekrachtiging werken, hetzij op vol veld, hetzij met dezelfde shunt wordt de equipotentiaalschakeling aan de ingang van de ankers door een elektro-pneumatische omschakelaar opgebracht.

Het rijden zonder doorslaan wordt bekomen :

- in serieschakeling, door het shunten van de motorankers van het vorenste schamelstel,
- in parallelschakeling, door de motoren van het achterste schamelstel te starten onder een hogere stroom dan die in het vorenste schamelstel.

Het doorslaan wordt geweerd :

- in serieschakeling door het shunten van de ankers der doorslaande motoren;

Fig. 11. — Vereenvoudigde vermogenketen volgens schema MRS.

P. pantograaf.

(M1 + M2) — (M3 + M4) in een schamelstel gekoppelde traktiemotoren.

JH — aanzet- en shuntuitrustingen.

RD1 tot RD4 — aanzetweerstanden.

RSh1 — RSh2 — shuntweerstanden der veldwikkelingen.

Sh1 — Sh2 — Induktieshunt.

KPE — Magneetschakelaar voor equipotentiaalschakeling tussen de veldwikkelingen.

KE1-2 — KE3-4 — Magneetschakelaars voor doorslagwering in serieschakeling.

KI1-2 — KI3-4 — Magneetschakelaars om het doorslaan in serieschakeling te vermijden.

RSh1 — RSh2 — Shuntweerstanden op ankers.

KR1 — KR4 — Magneetschakelaars om het doorslaan te vermijden in parallelschakeling.

in parallelschakeling, door onmiddellijke verhoging van de weerstand van het circuit der doorslaande motoren, gevolgd door achteruitschuiving van de start-richting JH.

SCHEMA MRS

Een lokomotief wordt volgens schema MRS (fig. 11) geschakeld. MRS betekent :

Fig. 12. — Vereenvoudigde vermogensketen volgens schema D.

P. pantograaf.

(M1 + M2) — (M3 + M4) in een schamelstel gekoppelde traktiemotoren.

JH — aanzet- en shuntuitrustingen.

RD1 tot RD4 — aanzetweerstand.

RSh1 — RSh2 — shuntweerstand der veldwikkelingen.

Sh1 — Sh2 — Induktieshunt.

KPE — Magneetschakelaar voor equipotentiaalschakeling tussen de veldwikkelingen.

KE1-2 — KE3-4 — Magneetschakelaars voor doorslagwering in serieschakeling.

KI1-2 — KI3-4 — Magneetschakelaars om het doorslaan in serieschakeling te vermijden.

RSh1 — RSh2 — Shuntweerstand op ankers.

KR1 — KR4 — Magneetschakelaars om het doorslaan te vermijden in parallelschakeling.

M beduidt één motor g: de schikking van de motoren en van hun schakelingen is dezelfde als voor het schema MRD.

RS beduidt enkele aanzetweerstand: de twee groepen motoren van een schamelstel worden in de parallelschakeling door één enkele aanzetweerstand gestart.

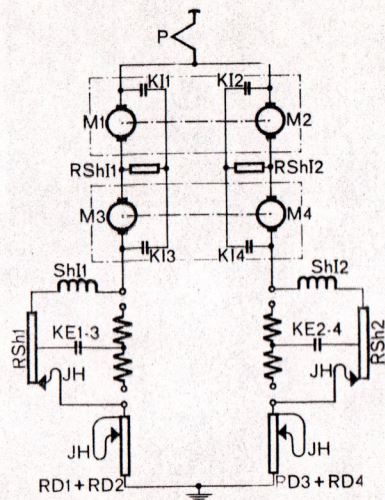
De lokomotief wordt in één enkele schakeling, hetzij serie, hetzij parallel, gestart. In deze laatste koppeling wordt een equipotentiaalschakeling op de ingang van de twee aanzetweerstand gerealiseerd. De krachtpieken die optreden op het ogenblik dat de vingers worden gepasseerd, doen zich gelijktijdig voor op de vier velgen tijdens de aanzet in parallelschakeling of in serieschakeling.

Het bedrijf in anti-doorslaan wordt gerealiseerd :

- in serieschakeling, door de ankers van de motoren van het vorenste schamelstel te shunten;
 - in de parallelschakeling, door de ankers van de motoren van het achterste schamelstel te shunten.
- De te shunten motoren worden op korrekte wijze gekozen door de ver-

grendelingskontakten van de koppelingsomschakelaar en van de omkeerschakelaar.

Het uitschakelen van het doorslaan wordt bekomen door dezelfde procedé's als die van het schema MRD. In de parallelschakeling wordt het uitschakelingsmanoeuvr evenwel voorafgegaan door de opening van de magneetschakelaar die de equipotentiaalschakeling onderbreekt aan de ingang van de weerstanden en dus enkel op de lijn van de doorslaande motoren een invloed heeft.



SCHEMA D

Twee lokomotieven zijn volgens schema D geschakeld (fig. 12). De betekenis is de volgende :

D wijst op een dubbel uitrusting: de lokomotief heeft twee uitrustingen die elk bestaan uit twee bestendig in serie geschakelde motoren en een aanzetweerstand.

De motoren met gelijke standen op elk schamelstel worden elektrisch in serie geschakeld terwijl de twee motoren van een zelfde schamelstel mechanisch solidair opgesteld zijn. De elektrische schakelingen van de motoren worden dus met hun mechanische koppelingen gekruisd.

Deze schikking vlakkt de krachtpieken op de vier assen af op het ogenblik dat de vingers gepasseerd worden, zowel in serie- als in parallelschakeling. Zelfs na het uitvallen van een groep van twee motoren wordt de volle adhesie van de lokomotief nog benut om met de helft van het vermogen te starten.

In geval van doorslaan werken de twee lijnen van motoren steeds op identieke wijze: de equipotentiaalschakelingen zijn overbodig.

Het bedrijf zonder doorslaan is hetzelfde zowel in serie- als in parallelschakeling. Het wordt bekomen door het anker van een der beide bestendig in serie geschakelde motoren te shunten, namelijk die van het vorenste schamelstel (in de rijrichting). De omkeerschakelaar kiest op korrekte wijze de te shunten ankerwikkeling, op grond van zijn ingenomen stand.

Het uitschakelingsprocedé van het doorslaan is hetzelfde in de twee schakelingen en bestaat in het shunten, via een weerstand, van het anker van elke motor van het doorslaand schamelstel.

Het schema D is eenvoudig en zou eveneens kunnen worden toegepast op een lokomotief die achtereenvolgens start in de serie- en parallelschakeling met een schakelingsovergang door brugkoppeling.

Besluit

De lokomotieven van type 126 ondergingen talrijke tests vanwege de NMBS. De ontleding van de beproevingsresultaten verschaft tal van kostbare gegevens voor de uitrustingsprojecten van nieuwe lokomotieven om te leiden tot :

- *perfekter traktietuigen* waarin het machinegewicht integraal benut wordt als adhesief gewicht voor het aanzetten van zware treinen
- *veiligere traktietuigen* die in staat zijn zonder risico een kracht op de velgen te ontwikkelen, die de gedulde adhesiegrens benadert.

De trekkracht aan de haak van deze lokomotieven valt niet ingevolge het doorslaan van een wiel; het doorslaan wordt immers zeer vlug opgevangen. Het optrekken van de trein wordt door het doorslaan niet ernstig gestoord, het aanzetten van een zwaar konvooi onder moeilijke omstandigheden gaat ononderbroken verder.

P. LAMBERTS
P. LAMS

HOOFDSTUK II

TRAKTIEMOTOREN VAN DE LOKOMOTIEF TYPE 126

1. Definitie van de traktiemotor.

In het bestek van de lokomotieven type 126 werden opvallend strenge prestaties opgelegd aan de constructeur van de traktiemotor.

Inderdaad, het vereist vermogen voor het nominaal bedrijf — 3.000 pk per lokomotief — moest worden gehaald met één traktiemotor per schamelstel (éénmotorig schamelstel). Deze motor werd rechtstreeks gevoed onder een gelijkspanning van 3.000 V; daarenboven werd dit nominaal vermogen opgelegd binnen een wijde gamma snelheden die verband hielden met de gemengde exploitatie van de lokomotieven: traagrijdende goederentreinen en snelrijdende reizigerstreinen.

Op de onderstaande tabel vindt U een vergelijking tussen de huidige prestaties van de lokomotieven type 126 en die van de lokomotieven typen 122 en 123. Deze vergelijking spreekt trouwens voor zichzelf.

2. Keus en afmetingen van de traktiemotor.

De afmetingen van een gs-traktiemotor op hoogspanning houden automatisch verband met zijn collector.

	Bo'Bo' 122-123	B'B' 126	Verl.ouding 1:6/122
Vermogen op de motoras in continu-bedrijf	2.360 pk	3.070 pk	,3
Vermogen op de motoras bij 125 km/u	2.060 pk	2.950 pk	,43
Snelheidsverhouding bij konstant vermogen	2,15	2,3	,07
Vermogen per motor	590 pk	1.535 pk	2,6
Spanning per motor	1.500 V	3.000 V	2

Inderdaad, de afmetingen van een collector zijn functie van twee zeer belangrijke parameters :

- de fysische grens, opgelegd door de toelaatbare maximumspanning tussen de twee lamellen naast de collector (u_k);
- de toelaatbare hoogste omtreksnelheid (v_k) biedt de mogelijkheid tot het vormen van een perfect contact tussen de borstel en het spoor van de collector.

Deze beide gegevens worden eerst vastgelegd en bepalen dan onder meer :

- de minimumdoormeter van de collector met de realiseerbare minimumdikte van de lamel;
- het hoogste toerental van de motor en bij gevolg de reductieverhouding voor de opgelegde wieldoormeter;
- het aantal ankerwikkelingen;
- de flux op de definitiesnelheid en bij gevolg het produkt $D \times L$

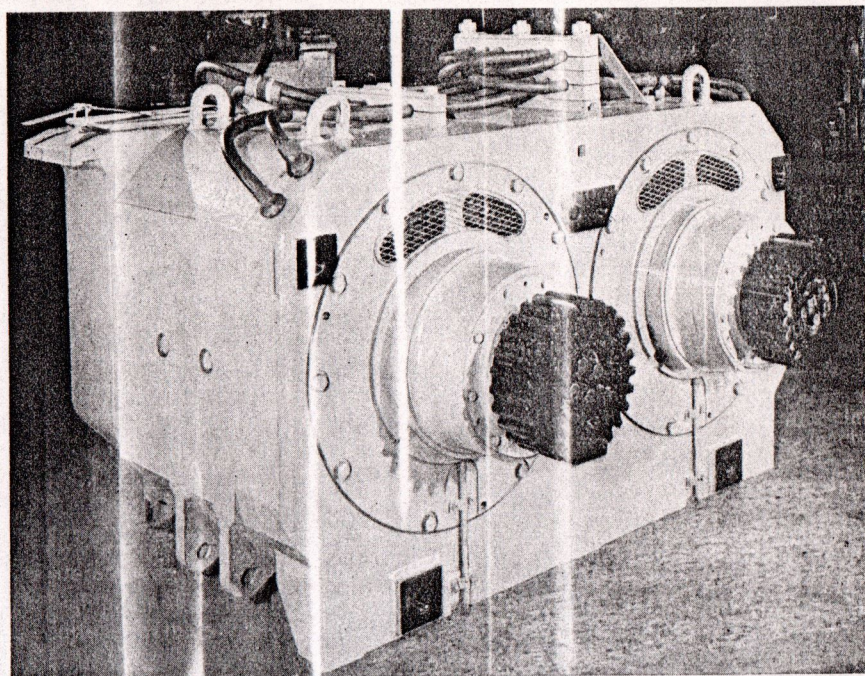


Fig. 13. — Kijk op een motor met dubbel anker 2ES508, bestemd voor een schamelstel van lokomotief type 126.

(doormeter maal lengte van de plaatmassa van het anker).

Uit hetgeen voorafgaat kan gemakkelijk worden besloten dat het niet mogelijk is op economische wijze een traktiemotor van 1535 pk bij 3.000 V met één enkele collector te realiseren.

Dan blijven twee oplossingen geldig :

- enerzijds een motor met enig anker doch met twee afzonderlijke wikkelingen elk op een collector aangekoppeld, terwijl ook elke collector onder 1.500 V wordt gevoed;
- anderzijds een motor met enkel huis doch met ontubbelde geleiders en ankers terwijl elk anker onder 1.500 V wordt gevoed.

Een grondige studie van de beide oplossingen werd gemaakt mits rekening te houden met de elektrische parameters en met de bijhorigheden van het mechanisch gedeelte (minste wielbreedte van het schamelstel, tweetrapsdrijfwerk dat minder plaats in de breedte beslaat).

Het leek dat de oplossing van de motor met dubbel anker uitliep op een schamelstel met geringe wielbreedte en tot een motor met minimaal gewicht voor het gevraagde vermogen; uit elektrisch oogpunt bood deze oplossing daarenboven de mogelijkheid motoren zonder traktiecompensatie te realiseren, ondanks de hoge shuntwaarde van de veldwikkelingen;

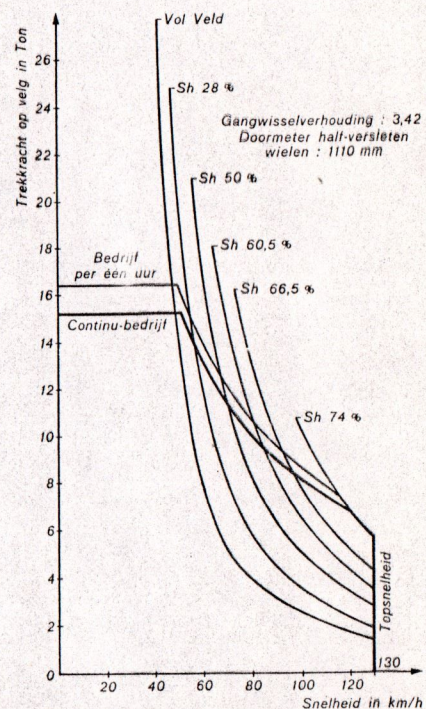


Fig. 14. — Kurve trekkracht-snelheid bij serie-parallelschakeling zonder shunt.

deze motoren vielen dus binnen de gamma van de traktiemotoren 1.500/3.000 V, waarvoor ACEC op een ruime ervaring kan bogen.

3. Beschrijving van de ACEC-motor 2 ES 508.

Het vermogen op de motoras in continu-bedrijf bedraagt 1130 kW (1.535 pk), het hoogste toerental reikt tot 885 tr/min en verder hebben wij $2 \times 1.500 \text{ V} - 400 \text{ A}$, shuntage: 16 %.

De geforceerde koeling geeft een statische druk in de collectorkamers van 108 mm voor een debiet van $108 \text{ m}^3/\text{min}$ per anker.

a) VELD WIKKELING

Het motorhuis wordt vervaardigd uit gelaste staalplaat zoals dit bij de meeste van onze traktiemotoren het geval is; dit huis heeft twee afzonderlijke en magnetisch gescheiden wikkelingen zodat de middenwand hier-tussen enkel doorlopen wordt door de omschakelingshulpflux van de beide ankers.

Deze scheidswand verdeelt het huis in twee symmetrische gedeelten en via brede inspectiedeuren kunnen de verschillende borstelhouders gemakkelijk bereikt worden.

De voornaamste poolstukken bestaan uit platen van 2 mm terwijl de hulppoolstukken bestaan uit platen van 1 mm om de vastheid van de motor te verbeteren bij overgangsverschijselen (verspringen van de pantograaf waardoor een afschakeling en een snelle wederinschakeling op vol vermogen wordt veroorzaakt).

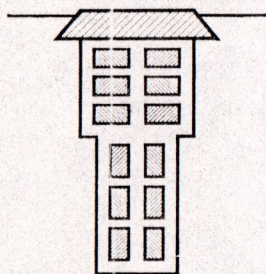
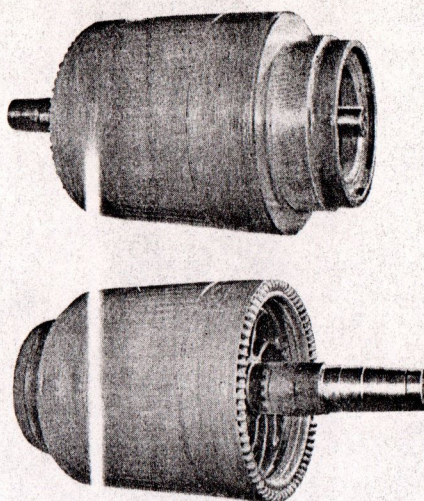


Fig. 15. — Voorbeeld van een anker-gleuf met trappen.

De bekrachtigings- en omschakel-wikkelingen (magneten) worden op hun poolstukken gehouden door krachtige veren die elke verschuiving voorkomen.

Deze magneten worden van de massa geïsoleerd door middel van een band glasrubber-silicoon « Silastic », onder hoge temperatuur ge vulkaniseerd, die tussen het koper en de isolatie een zeer intiem kontak-

Fig. 16. — Een motoranker 2ES508, aan beide zijden gezien.



legt zodat de kalorieën op een uitstekende wijze worden afgevoerd.

Op dit ogenblik geven nagenoeg 20.000 aldus geïsoleerde magneten in verschillende landen en voor vele spanningen een algehele voldoening.

b) ANKER

Wikkeling.

De ankerwikkeling is van het type enkel-parallel (of zig-zag) met equipotentiaal: chakelingen.

De aangenomen schikking voor de geleiders in de gleuf beperkt de bijkomende verliezen tot een minimum zodat de groef optimaal benut wordt.

De aanvaarding van trapsonningen leidt tot een betere benutting van de tanden uit magnetisch oogpunt en vermindert op aanzienlijke wijze de zelfinductie van de wikkeldraad in omschakeling.

De isolatie van de wikkeling wordt gevormd door isolatieproducten van klasse H, uitsluitend samengesteld met glas en mika en gedrenkt met silicoonhars die onder hoge temperatuur werden gepolymeriseerd.

De evolventen worden omwikkeld met « glasroving », gedrenkt in polyestherhars en onder spanning ge-wikkeld.

Dit procédé biedt het dubbel voordeel de klassieke metalen omwikkeling te vervangen door een isolerend materiaal en de motorbeschadiging in geval van een fout in de ankerwikkeling aanzienlijk te beperken.

Heden ten dage is deze techniek vrij algemeen van toepassing op alle ACEC-traktiemotoren en tot hertoe werden bijna 2.000 motoren vervaardigd of aangebouwd met dit type van wikkeling.

Collector.

De collector heeft een ruime mechanische vastheid die in hoofdorde wordt verkregen door de keus van de gebruikte materialen (verzilverde koperplaten, isolaties tussen de platen en V-stukken van eerste kwaliteit) en verder nog door de behandelingen tijdens de samenstelling (veroudering onder hoge temperatuur en oversnelheid, gevolgd door aanspanning).

De elasticiteit van de vergaring wordt verzekerd door een veering waarvan de voordelen overbekend zijn.

Borstelhouders.

De hoge periferische snelheden die door de collector worden bereikt, samen met de densiteiten van de stroom in de borstels, hebben een grondige studie van de borstelhouders nodig gemaakt om onder deze strenge voorwaarden een perfect contact te verzekeren.

Het aangenomen type van borstelhouder oefent een individuele druk uit op elke elementaire borstel door

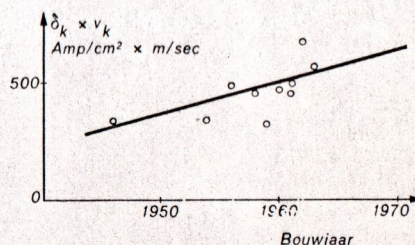


Fig. 17. — Evolutie van de krachten op de borstels, $V_k \times \delta_k$, uitgedrukt in $\text{A/cm}^2 \times \text{m/sec}$.

middel van twee veren met geringe inertie en ruime trildemping; deze druk is bovendien konstant, welke ook de slijtagegraad van de borstel moge zijn.

De behaalde uitstekende exploitatieresultaten van deze borstelhouder op de verschillende typen van traktiemotoren hebben deze merkwaardige eigenschappen bevestigd.

Borstels.

De keus van de kwaliteiten van de borstels was telkens weer van het hoogste belang en er worden zeer strenge commutatieprouven op de proefbank uitgevoerd om de borstels uit te kiezen.

Het is nuttig zich rekenschap te geven van het feit dat de verhoging van de specifieke vermogens van de motoren zowel de elektrische als de mechanische krachten op de borstels in dezelfde mate doet toenemen.

Deze sollicitatie kan geformuleerd worden door het produkt $\delta_k \times V_k$ waarvan de evolutie in de loop der jaren onder de grafiek van fig. 17 kon worden ingedeeld :

δ_k : stroomdensiteit in de borstel op hoogste toerental van de motor
 V_k : hoogste periferische snelheid van de collector.

c) LAGERS EN DRAAILEGERS

De ankerlagers aan de collectorzijde en aan de aandrijfzijde zijn uit gegoten staal en uitgerust met rollagers. De rollen zijn uitermate groot gekozen en worden met vet gesmeerd.

Labirintoegen beletten de indringing van stof in de legers en tevens het uitlekken van smeervet.

4. Proeven.

Bij de constructie van traktiemotoren hoort een ganse reeks controleproeven van de nodige materialen naast verifikatieproeven in elk belangrijk stadium van de fabricage. Eens de

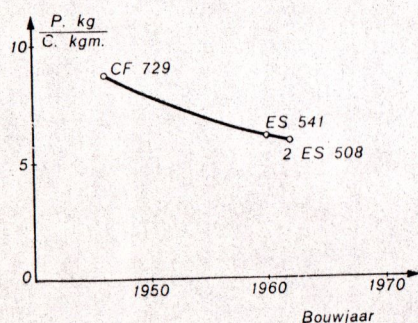


Fig. 18. — Evolutie van de prestaties der traktiemotoren (geïsoleerd — 3.000 V). Deze prestaties worden bekomen door verhouding van het gewicht van de motor alleen (zonder askraag of lager) tot het koppel in continubedrijf met temperatuurstijging volgen IEC.

MECHANISCH GEDELTE VAN DE LOKOMOTIEF TYPE 126

1. Voorwaarden die het mechanisch gedeelte moet vervullen.

Het mechanisch gedeelte van een lokomotief moet in hoofdzaak naar de volgende objectieven gericht zijn :

- het koppel van de motoren omzetten in trekkracht op de koppelingshaak van de lokomotief en daarbij de mogelijkheid bieden de adhesie van velgen op rails optimaal te benutten;
- een behoorlijke stabiliteit en bedrijfszekerheid aan de lokomotief

motor klaar is worden daarerboven de voorziene beproevingen uitgevoerd die bij de internationale voorschriften betreffende de traktiemotoren (IEC — 48) voorgeschreven zijn.

Al deze controles en beproevingen hebben uitgeezen dat de motoren 2ES508 bij een hoger specifiek vermogen dan de vorige motoren, toch nog dezelfde veiligheidsmargina behouden.

5. Evolutie van de traktiemotoren.

De ruime ervaring die door de studiekantoren van ACEC werd verworven op gebied van traktiematerieel en onder meer op dit van materieel 3.000 V — gs was de opening naar een gestadige vooruitgang in de conceptie van deze motoren.

De geboekte opgang van de laatste vijftien jaren vloeit eensdeels voort uit een grondiger kennis van de fysische gegevens waardoor de prestaties van de motoren worden begrensd en anderdeels uit het gebruik van streng uitgelezen materialen die de specifieke vermogens laten opvoeren : wij bedoelen vooral gebruik van isolatiematerialen van klasse H.

De evolutie van de traktiemotoren 1.500/3.000 volt wordt op figuur 18 afgebeeld waar voor de verschillende motoren de verhouding

$$\frac{\text{Gewicht}}{\text{Koppel}}$$

wordt weergegeven in functie van het bouwjaar.

Gewicht = gewicht van de motor alleen zonder askraag of aslagers (om de invloed van de ophangingswijze uit te schakelen).

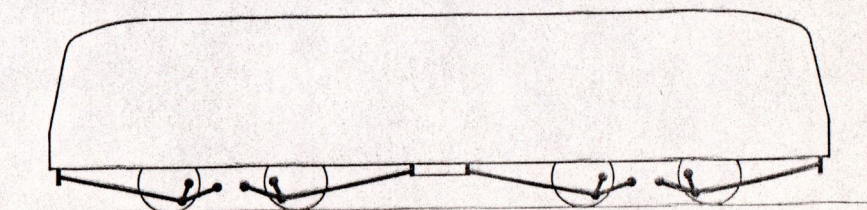
Koppel = motorkoppel in continubedrijf met temperatuurstijging volgens norm IEC.

P. DAYEZ

HOOFDSTUK III

MECHANISCH GEDELTE VAN DE LOKOMOTIEF TYPE 126

verzekeren terwijl de kast de elektrische apparatuur en het stuurpersoneel moet bergen en beveiligen tegen de weersomstandigheden alsook tegen de invloed van het rijden op de rails;



- sterk en toch zo licht mogelijk zijn;
- een gemakkelijk en zeer beperkt onderhoud vergen.

Deze functies worden gerealiseerd door de verschillende eenheden van het mechanisch gedeelte : de kast en de schamelstellen met hun reductor.

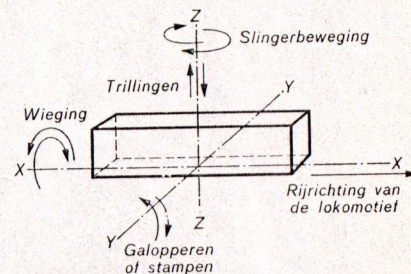


Fig. 19. — Verschillende bewegingen aanzien van de hoofdasen. Wiegen, galopperen, slingeren en trillen beïnvloeden de rijdende lokomotief.

De conceptie van de lokomotief moet afgestemd zijn op het feit dat tijdens de rit op rails sommige ongelijke vlakken (denivelleringen, vervormingen en plaatselijke hindernissen) de zetel kunnen zijn van periodische parasitaire bewegingen : trillingen, galopperen (of stampen), wiegen en slingeren (fig. 19).

Deze parasitaire bewegingen verwekken variaties van de verticale en transversale krachten op de rails en ook reacties op de lokomotief. Anderzijds wordt het opspringen veroorzaakt doordat op de lokomotiefhaak, gelegen op een bepaald niveau boven de rail, trekkracht uitgeoefend wordt.

2. Speciale concepties, toegepast op de lokomotief 126.

De schamelstellen en de koppelingen kast-schamelstellen van de lokomotieven 126 behoren tot dezelfde familie als die van de éénfazige elektrische lokomotieven van de Indian Railways en van een welbepaalde reeks lokomotieven van de SNCF terwijl de kast wel enige afwijking vertoont met die der vroegere lokomotieven van de NMBS.

Fig. 20. — Schikking van de traktiestangen waarmede het punt waarop de aansleepkracht van de kast op het schamelstel wordt toegepast, op niveau van de rail gebracht wordt.

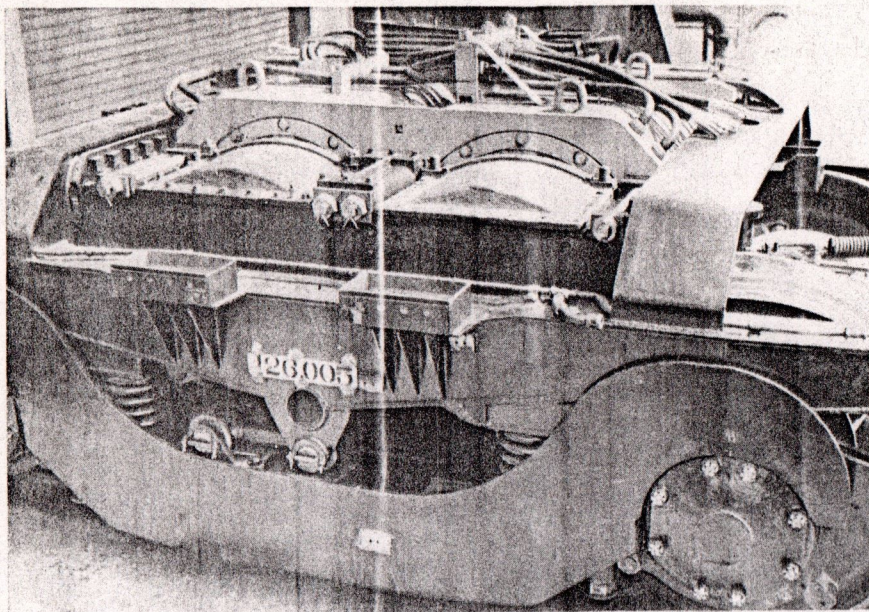
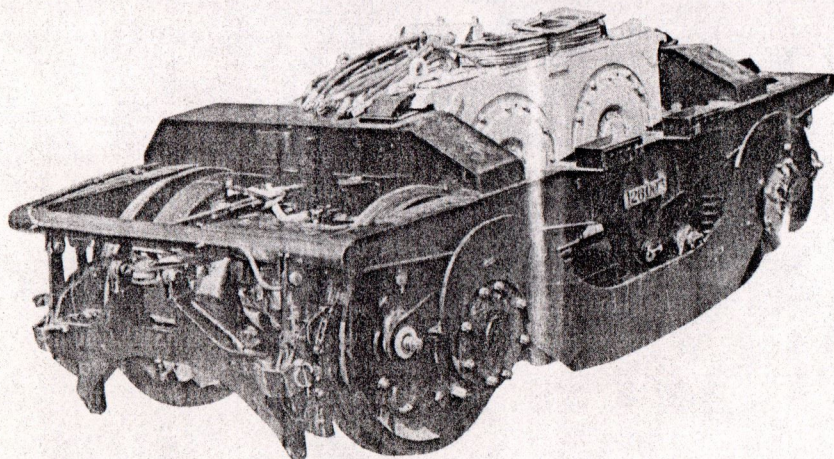


Fig. 21. — Een éénmotorig schamelstel aan weerszijden bekeken.



past, naar het niveau van de rail wordt teruggebracht. De hoogste statische lastvermindering wordt tot een zeer lage waarde herleid :

$$d = \frac{z}{2} \left(\frac{H}{E} \right) \text{ vermits } b = 0 \text{ en ander-}$$

deels de hartlijnafstand van de schamelstellen (E) tamelijk groot is.

De dynamische ontlasting wordt eveneens tot een minimum herleid door de oordeelkundige keus van de ophangingssoepelheid, van de wrijvingsloze geleiding der asbussen en door de totale ophanging van de traktiemotoren.

De invloed van de plaatselijke verminderingen van de adhesiecoëfficiënt wiel-rail wordt tegengegaan door de assen van elk schamelstel via de tandraderen synchroon te houden.

b) De stabiliteit van de lokomotief en de belangrijkheid van de verticale krachten (trillingen) en transversale invloeden, hangen voornamelijk af van de ophangingswijze. In de lokomotief 126 vinden wij twee soorten volkomen verschillende karakteristieken.

De « primaire » ophanging tussen de niet-opgehangen massa's (assen en hefboomen) en de draagramen van het schamelstel, bepaalt vooral de verticale sollicitaties terwijl de « sekundaire » ophanging die hier tussen het draagraam van het schamelstel en de kast wordt gebruikt, zelfs al laat zij een echte laterale onafhankelijkheid tussen deze beide elementen bestaan, slechts geringe laterale krachten op het spoor doet inwerken.

De periodische parasitaire bewegingen zijn eveneens beperkt :

- *het galopperen* zoals het bepaald werd volgens in de USA uitgevoerde proeven, door beide assen met een stevig juk te koppelen;
- *het slingeren* dank zij de laterale demping tussen kast en schamelstel, opgebracht door de draagsteunen van de kast op de schamelstellen; de glijwrijving van die steunen vangt de relatieve verplaatsingen kast-schamelstel op;
- *het wiegen* door het gebruik van veerbladen voor de sekundaire ophanging, waarvan de inertie naar aanleiding van de interne wrijving der bladen gemakkelijk de grote oscillaties opvangt.

Schamelstellen en kasten werden vervaardigd door de « La Brugeoise et Nivelles » onder licentie van de « Société des Forges et Ateliers du Creusot » voor het schamelstelgedeelte.

Laten wij de procédé's onder de loupe nemen die gebruikt werden voor het vervullen van de rollen die aan het mechanisch gedeelte te beurt vallen en in de vorige lijnen werden belicht :

a) het motorkoppel wordt door de reductor omgezet en de tandtransmissies gaan over in koppel op de velgen. Dit koppel op de velgen verwekt een trekkracht op het draagraam van het schamelstel; deze kracht wordt naar het kastgeraamte overgebracht via trekstaven en tenslotte via het kastchassis naar de lokomotiefhaak geleid (fig. 20).

Dergelijke schikkingen beperken de statische en dynamische ontlastingen van de assen tot een minimum.

De hoogste statische ontlasting van een as wordt doorgaans door de volgende formule weergegeven :

$$d = \frac{z}{2} \left(\frac{H - b}{E} \right) - \frac{z}{2} \frac{b}{e}$$

z is de trekkracht, toegepast op de haak van de lokomotief;

H en b zijn onderscheidenlijk het niveau van de haak en van het aansleeppunt van de kast door de schamelstellen.

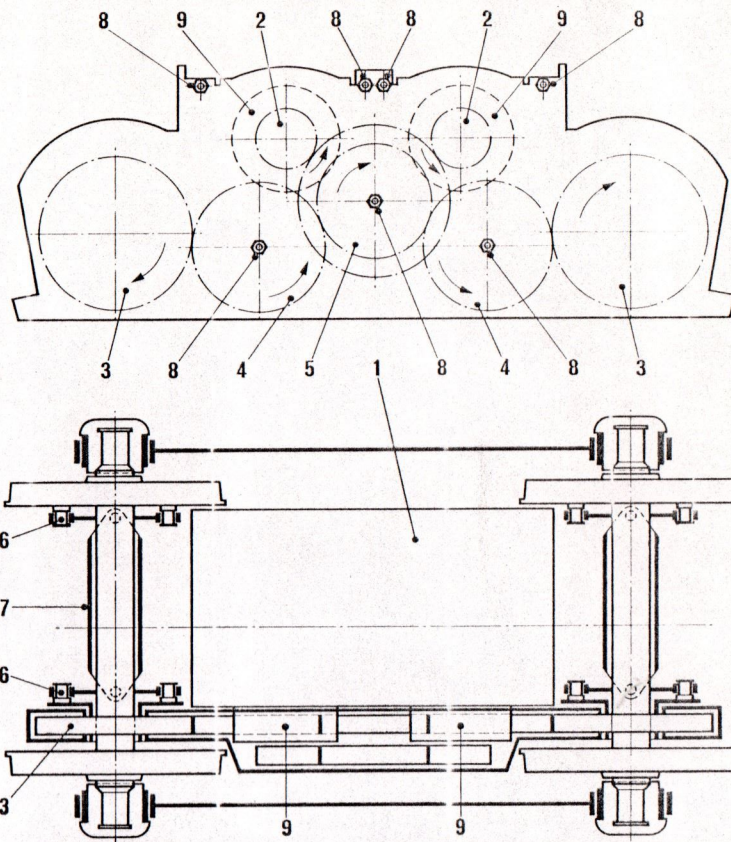
e en E zijn de wielbreedten van de schamelstellen en de hartlijnafstanden dezer stellen.

De hoogte H van de aansleephaak wordt bepaald door het wagontype van het beschouwde spoornet, terwijl de waarden H, b, E en e van de mechanische schikkingen afhankelijk zijn.

Op de lokomotieven van type 126 staat de helling van de traktiestaven ervoor in dat het punt waarop het aansleepvermogen van de kast, zoals het op het schamelstel wordt toege-

Fig. 22. — Kijk op de installatie, in het schamelstel, van de traktiemotor met dubbel anker en van de transmissie van de beweging van de tandwielen en kruiskoppen naar de assen.

- 1 Traktiemotor
- 2 Tandwiel van de motor
- 3 Hoofdkrans
- 4 Tussenrad
- 5 Tandkrans met rubberelementen
- 6 Gewichtsring
- 7 Holle as
- 8 Bevestigingspunt van de traktiemotor



3. Beschrijving van het mechanisch gedeelte.

I. SCHAMELSTEL (fig. 21)

Het schamelstel omvat hoofdzakelijk twee delen : een niet-opgehangen deel (rollend kader) en een deel, gevormd door het geheel traktiemotor-reductor-draagraam van het schamelstel.

a) Niet-opgehangen kader.

Het niet-opgehangen gedeelte van de schamelstellen wordt herleid tot de volledige assen en hefbomen. Dit « niet-opgehangen kader » heeft op de vier hoeken robuuste vergaringen tussen asbussen en hefbomen, die instaan voor het parallelisme van de assen en voor de geleiding van de asbussen.

De assen met ingeboorde draagas van 60 mm diameter, van 200 mm rompdoorsnede, zijn uitgerust met buitenpennen van 160 mm x 160 mm waarop rollagers komen met dubbele rij kogels.

Het juk bestaat uit twee schilden van zacht staal, waartussen staven komen die met de beugels de stoel van de asbussen vormen. Het roteren van de bussen wordt belet door pennen.

Andere afstandstukken van het juk vormen de steunen van de verbindingen met het raam van het schamelstel.

De monoblokwielen uit gewalst staal hebben een roldoorsnede van 1150 mm en zijn voorzien om de pneumatische remlosinrichtingen te ontvangen.

b) Opgehangen gedeelte van het schamelstel.

De traktiemotor, de reductor en het draagraam van het schamelstel worden stevig verbonden; zij vormen een geheel met de volgende constructiekenmerken :

Het chassis van het schamelstel bestaat uit elektrisch gelaste platen en omvat :

- twee liggers met kist en kuipjes voor de kaststeunen. Deze liggers dragen ook de steunpunten van de verbindingen met het niet-opgehangen kader en de taatsringen voor verticale en horizontale verschuivingen;
- twee hoofddwarsbalken in het midden met daarop de reductor en de taatsringen voor hoek- en overlangse verschuivingen van de schamelstellen;
- twee dwarsliggers vooran (stalen buizen) die eindliggers vormen en waarop de remcilinders alsook de stangen van reminrichting komen. Het draagraam van de reductor is een gemengde constructie : het centraal gedeelte uit gegoten staal, de beide eindcarters uit gelaste staalplaat.

Dit raam is op de hoofddwarsliggers van het chassis van het schamelstel aangebouwd met ingedreven en gelaste bouten en daarmee verband houdend laswerk. Het draagt de tandradverbindingen en de traktiemotor en dient om het schamelstel transversaal ten opzichte van de assen te houden.

De traktiemotor met dubbel anker is ingekast in twee nissen van 440 mm doorsnede, ingeboord in de zijwand van de reductorstoel. De motor wordt op deze stoel gehouden (fig. 21 en 22) door 7 spieën van 45 mm doorsnede

(afsteuning van de reductor); drie dwarsen de holle assen van de tussenraden en vier andere bevinden zich bovenaan de draagstoel.

Om het begeven van de bevestigingsatten van de motor te onderhouden, werden op middenste hoofdbalken « veiligheidssteunen » voorzien die aan de zijde tegenover de reductor komen. Zolang alles normaal verloopt, moeten deze steunen geen enkele rol spelen.

De reductie van 3,4/1 wordt in twee trappen gerealiseerd :

$$\left(\frac{64}{25} \times \frac{65}{49} \right)$$

door middel van de tandkoppelingen uit gelegerd staal met hoge weerstand.

Deze schikking biedt het voordeel dat de tandwielen van de traktiemotor niet ingebouwd worden op de synchronisatieketen van de assen en veroorlooft eveneens de voor deze transmissie nodige elasticiteit op één enkele plaats te lokaliseren.

Er bestaan twee synchronisatiesystemen met strakke tandwieltransmissie, de ene tussen de assen en de andere tussen de twee ankers van een traktiemotor.

De verbinding tussen deze twee synchronisatieinrichtingen is vrijwel soepel uitgevoerd. De tandwielen van de twee traktiemotor ankers

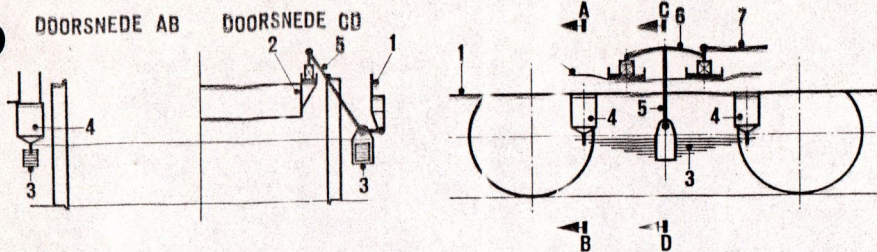


Fig. 23. — Hangschema van het schamelstel.

- 1 Kastligger
- 2 Schamelstelbalk
- 3 Bladveer
- 4 Kaststeun
- 5 Schuine krukstange
- 6 Strijkbeugel
- 7 Koppelingstang aan kastchassis

tanden in op een tandkrans die door 28 rubberen omwisselbare elementen met de naaf van het tandwiel van de tweede kinetische keten gekoppeld wordt.

Om de hartlijnafstand van de twee assen te bekomen, zoals hij door de afmetingen van de traktiemotor wordt opgelegd, drijft het tandwiel van de tweede trap via de tussenraderen de beide hoofd tandkransen rondom de assen aan.

De tandwielen van de rotorankers worden rechtstreeks op de assen van de motor gemonteerd door middel van een konische, warm opgeschoven mof.

De tussenraderen -elastisch wiel en tandwiel van de tweede trap- zijn gemonteerd op lagers met cilindrische rollen, terwijl de hoofd tandkransen op conisch lager zijn gemonteerd.

De legers worden met vet gesmeerd; de tandingen drijven doorheen een oliebad.

c) *Verbindingen tussen het niet-opgehangen kader en het opgehangen gedeelte van het schamelstel.*

Het draagraam van het schamelstel rust op het juk met 8 cilinderveren die in totaal ruim 2 mm per ton doorbuigen.

Vier wrijvingsdempers remmen de schommelingen van het schamelstel. De suspensievariaties worden naar beneden toe op 28 mm beperkt door aan te stoten tussen de steunen van de asbussen die op de jukbalken en de aanslagen komen en vandaar op de liggers van het schamelstel, terwijl de beperking naar boven toe tot 30,5 mm gaat door contact tussen de spillen van de dempers en de bodem van de koppen van deze schokbrekers.

De overlangse lokalisatie van het draagraam van het schamelstel wordt verzekerd door twee horizontale drijf-stangen met silentblokken ter hoogte van de assen.

De kransen met silentblokken (cardanringen) en de holle assen rondom de draagassen verzekeren de over-

brenging van het motorkoppel tussen de getande hoofdkransen en de hoofdrijwielen.

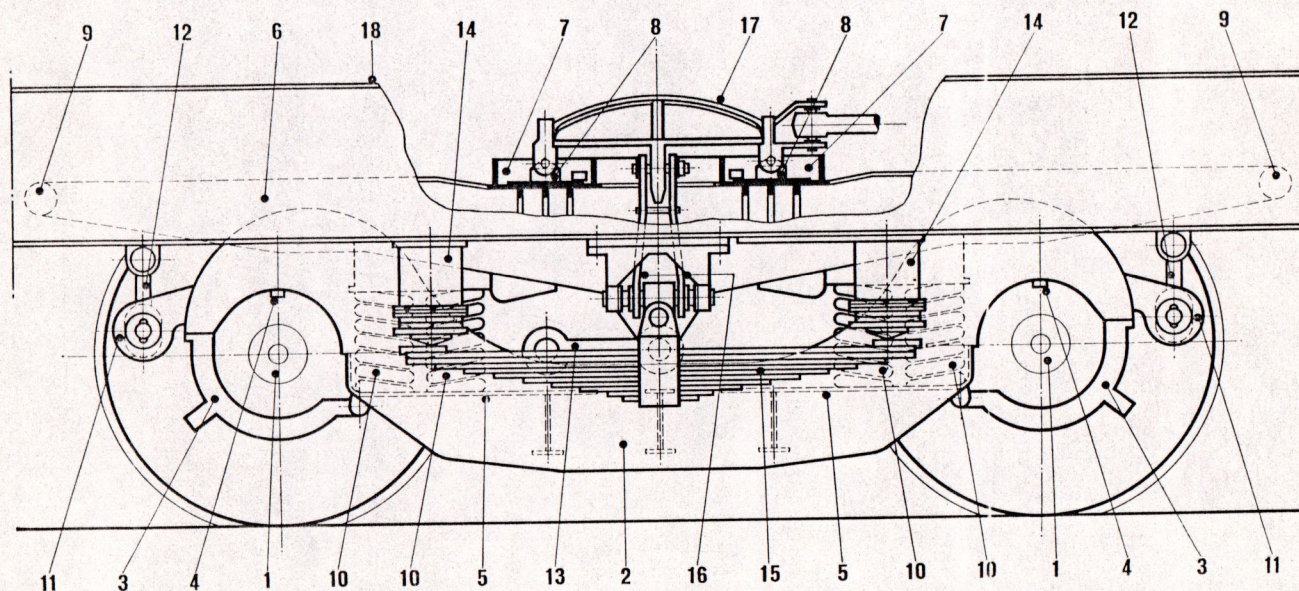
Daarenboven lokaliseren de holle assen het draagraam van het schamelstel in transversale richting vermits zij een wiel van elke as verbinden met een hoofd tandwiel van de reductor die op het draagraam van het schamelstel aangekoppeld is.

d) *Verbindingen tussen het draagraam van het schamelstel en de kast.*

De verbindingen draagraam van het schamelstel-kast worden zo gerealiseerd dat zij de transmissie van het gewicht afzonderlijk houden van de transversale geleiding van de kast t.a.v. de aandrijving hiervan door de schamelstellen.

Fig. 24. — Eénmotorig schamelstel van de lokomotief type 126.

- 1 As
- 2 Juk
- 3 Beugel
- 4 Tap
- 5 Steunstuk
- 6 Kastvormige schamelstelbalk
- 7 Schamelpot voor kastbeugel
- 8 Kaststeunbeugel
- 9 Vooraanliggers
- 10 Spiraalveer (primaire ophanging)
- 11 Friktiedemping
- 12 Dempingsstangen
- 13 Koppelingstangen voor overlangse ligcorrectie
- 14 Trilwerende kaststeun
- 15 Bladveer (sekundaire ophanging)
- 16 Schuine krukstangen
- 17 Beugel met twee strijkkoppen
- 18 Kastvormig kastchassis



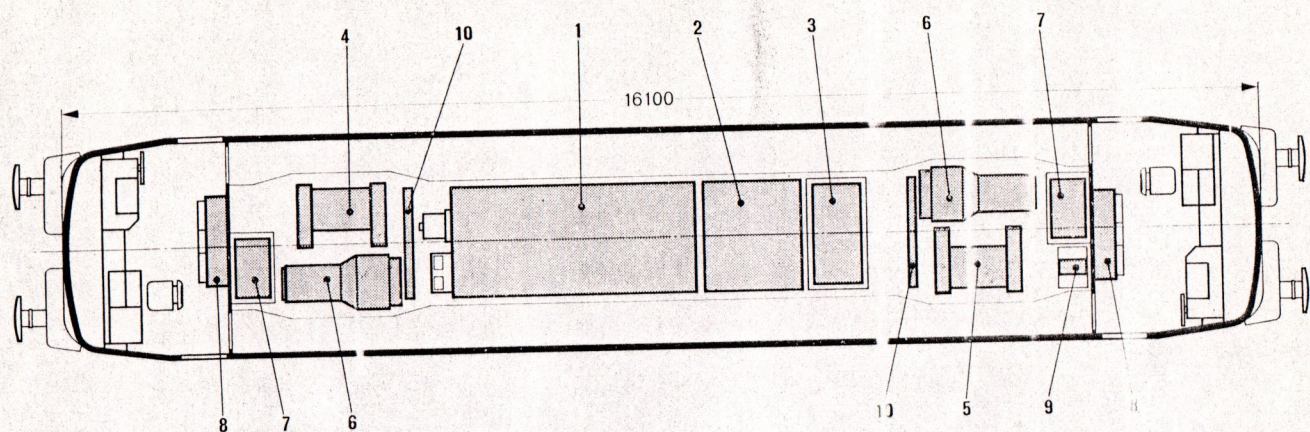


Fig. 25. — Schikking van de uitrusting in de lokomotiefkast.

De transmissie van de krachten in overlangse trekrichting en de remming tussen de kast en het schamelstel gebeuren door middel van twee trekstaven die symmetrisch aangebracht zijn ten opzichte van de schamelstelas (fig. 20).

De overlangse vieringen op de beugels van de stangen aan de kast bieden de mogelijkheid in kring te circuleren en vermijden dat de stangen aandrukken.

De verticale steun van de kast op de schamelstellen en de transversale geleiding worden verzekerd door de loodrechte ophanging (fig. 23 en 24).

De kast draagt aan elke kant van het schamelstel door toedoen van trillwerende elastische steunen op de uiteinden van een bladveer. Deze bladveren hangen met hun beugels aan schuine drijfstanden die op hun beurt geleed zijn; ze hangen in een beugel met dubbele glijders.

De liggers van het draagraam van het schamelstel dragen schaaftskulpjes uit nitrietstaal waarop de glijders steunen.

De glijders worden geleid door friktie tegen de zijwanden van de kuipjes en in de lengte aangedreven ter gelegenheid van hoekverplaatsingen van het schamelstel door een drijfstand met silentblokken tussen elke beugel en de kast. De transversale verplaatsing van de kast wordt tot 30 mm beperkt door aanslag van de steunkuipjes tegen de kastbalken.

De inbuiging van de sekundaire ophanging gaat tot ongeveer 2,8 mm per ton en de hoogste koers wordt beperkt op 40 mm door een aanslag van de bovenzijden der beugels tegen het kastchassis.

De wrijving van de glijders voorkomt het slingeren.

II. DE KAST

De kast omvat in hoofdzaak een draagraam, een gebinte waarop de vloer rust, de twee zijwangen, de stuurhutten en een volledig afneembaar centraal dak.

Het draagraam bestaat uit twee liggers van gelaste plaat die in een kast uitlopen en wordt gehouden door twee dwarsliggers vooraan en twee in het midden. De dwarsliggers vooraan en in het midden dragen de beugels van de stangen waarmee de schamelstellen de kast aandrijven.

De trekhaken en de buffers worden op de einddwarsbalken gemonteerd.

Een stel liggers en dunne platen vormen de stoel voor bevestiging van de apparatuur en de kabelgoten.

De zijwangen bestaan uit dunne platen die een licht geraamte overdekken; zij zijn voorzien van luchtinlaten en glazen kijkvenstertjes.

De beide zijwangen worden door twee vaste vijzels gehouden, die tevens dienen om de drie bewegende gedeelten van het centraal dak te schragen. De drie luiken bedekken de ganse breedte van de lokomotief met inbegrip van de gangen, en geven aldus toegang tot de uitrusting die in de kast geïnstalleerd is.

III. INSTALLATIE

Op figuur 25 krijgen wij een beeld van de schikking der voornaamste apparaten in de lokomotief; zij is identiek aan die van de vorige lokomotieven van de NMBS.

In het centrum hebben wij het hoofdblok van de apparatuur. Het omvat aan de ene kant de magneetschakelaars, met nokken die door de elektrische hulpmotor (systeem JH) worden gestuurd, en aan de andere zijde de aanzetweerstand uit geperst metaal, met geforceerde koeling

- 1 *Kompartiment voor nokmagneetschakelaars (JH) en aanzetweerstand*
- 2 *Apparatenkast*
- 3 *Kompartiment ultra-snelle alschakelaar*
- 4 *Ventilatiegroep*
- 5 *Ventilatie-generatorengroep*
- 6 *Compressor*
- 7 *Ankersluit*
- 8 *Apparatenkast*
- 9 *Batterijen*
- 10 *Pneumatisch bord*

De overige apparaten worden ondergebracht in de gesloten kasten en zijn zo tegen stof beveiligd.

De koellucht van de traktiemotoren en weerstanden stroomt rechtstreeks in de kast doorheen de gleufrasters van de zijwangen.

Twee ventilatoren van de traktiemotoren en twee compressors, alle vier volgens ACEC-opvatting vervaardigd met een 3 kV-motor met één enkele collector, staan eveneens in de lokomotieven opgesteld.

De stuurhutten zijn uitgerust met een thermische en acustische inrichting en bevatten elk een commandotafel met de gebruikelijke stuur- en meetapparaten naast de automatische dodemanskruk.

Twee lange gangen met ongehinderde doorloop en van 1,90 m hoog verbinden de beide stuurhutten.

IV. PNEUMATISCHE UITRUSTING

De lokomotieven 126 zijn uitgerust met een rechtstreekse rem en een automatische luchtrem. Beide remmen kunnen progressief werken.

De automatische rem kan op de aangesleepte trein (reizigers of goederen) afgeregeld worden. Elk wiel van het schamelstel wordt geremd met twee dubbele en diametraal tegenover elkaar hangende remzolen.

Het schamelstel heeft twee onafhankelijke remstangen, elk gestuurd

door een remcilinder van 10 duim doormeter, gemonteerd op de elndwarsliggers van de schamelstellen. Deze stangen zetten 4 dubbele remschoenen van een zelfde wielenreeks in werking.

Elk stangestel is voorzien van een automatische omkeerbare regulator die de werking konstant houdt.

E. GRANIER

HOOFDSTUK IV

ADHESIEPROEVEN DOOR DE NMBS OP DE LOKOMOTIEVEN TYPE 126 UITGEVOERD

1. Doel van de proeven.

De adhesieproeven die door de NMBS werden uitgevoerd op de eerste lokomotieven type 126 hadden tot doel een *vergelijking* te trekken met de bestaande typen. Aangezien deze onder oogpunt van adhesie vrijwel tot een zelfde type kunnen worden overleid, heeft men één ervan gekozen, namelijk type 122, om de vergelijking te maken.

Op gebied van adhesie heeft de lokomotief type 122 eigen kenmerken die haar onderscheiden van het hier besproken type 126, wij bedoelen :

- Type Bo'-Bo', dit is 2 klassieke schamelstellen met 2 motorassen met individuele sturing, zonder koppeling tussen de motorassen;
- 4 onafhankelijke traktiemotoren met een nominale spanning van 1.500 V, hetgeen in traktie met 3.000 V gs steeds minstens 2 in serie geschakelde motoren vereist;
- Transmissie van de trekkracht van het schamelstel naar de kast via een spil op circa 0,7 m boven het railniveau;
- Geen compensatie van het opspringen met pneumatische of mechanische middelen; geen afvlakking van de krachten door het doorslaan elektrisch te weren;
- Aanzetten van de traktiemotoren volgens traditionele sequentie : de 4 traktiemotoren worden eerst in serie en vervolgens in serie-parallel geschakeld;
- Doorslagdetectie bestaande uit elektromagnetische relais waarmee de spanningen op de klemmen van de 2 motoren worden vergeleken, verschuiving van de startinrichting in geval van doorslaan.

Ten einde de reeds zeer langdurige proeven enigszins in te korten, beperkte men zich tot proeven binnen een zone tussen 0 en 20 km/h, die wel de meest interessante is aangezien zij de start en het optrekken van de treinen beheerst.

2. Beproevingsmethode.

De proeftrein bestond uit : de te beproeven lokomotief, de elektrotechnische meetwagen, een aangetrokken lokomotief en een stel wagons.

De proeven werden uitgevoerd op de lijn Brussel-Luxemburg op een vak met een doorlopende stijging van 7‰ tot ongeveer 16‰. De aangevande methode is die met versnelling : bij elke aanzet trekt men progressief door tot de adhesie verbroken wordt; de versnelling van het konvooi wordt geremd door de last, het profiel van de lijn en de remming van de aangesleepte lokomotief.

In de meetwagen worden op een diagramma volgens het specimen van figuur 26 genoteerd :

- De werking van de inrichtingen voor doorslagdetectie die op elk schamelstel staan opgesteld (geval van het éénmotorig schamelstel) of aan de assen hangen (geval van de niet-éénmotorige schamelstellen).

Voor de omstandigheid werden alle lokomotieven uitgerust met dezelfde detectie-uitrustingen, te weten de elektronische detectieuitrusting, die het doorslaan minder dan een halve seconde na het optreden verklikt.

- De snelheid van elk schamelstel of van de assen;
- De trekkracht op de haak van de te beproeven lokomotief;
- De stromen in elke traktiemotor : door deze stromen te meten kunnen de krachten op de velg van de overeenstemmende assen worden gemeten op grond van de karakteristiekencurve van de motoren, zoals die op de proefbank werd bepaald.

Ten einde verkeerde interpretaties te vermijden en opdat de metingen zouden kunnen herhaald worden, werd overeengekomen de metingen uit te voeren op het ogenblik dat het verklingsrelais in werking komt hetgeen trouwens zeer precies op de registreerbanden kan worden nagegaan. Het meetpunt is dus een punt na het doorslaan, op ongeveer 3/10^e tot 5/10^e seconde nadat de adhesie verbroken werd.

3. Beproevingomstandigheden.

Onder de oplossingen die de traktiecapaciteit van de lokomotieven moeten verhogen, beogen de meeste eigenlijk de vertraging van het doorslaan : deze proeven voor het verbreken van de adhesie laten de waarde van deze oplossingen aan de werkelijkheid toetsen.

Deze proeven kunnen echter geen juist beeld brengen van de oplossingen die aangebracht werden om het doorslaan uit te schakelen zodra het zich voordoet : dit gebeurt immers volkomen empirisch : het spoorwegpersoneel moet zelf in de tijd het bijkomend risico ramen dat het op grond van deze oplossingen mag nemen om de adhesiegrens te bepalen.

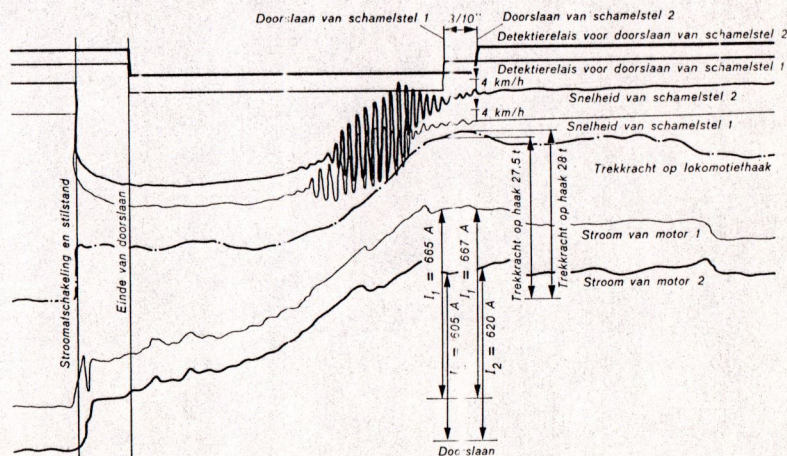


Fig. 26. — Optekendiagramma van de proeven, opgemaakt in de meetwagen.

Alle proeven werden uitgevoerd in lijn en op vol spoor; in bochten, op spoorapparaten en op bevuilde stationssporen is het immers onmogelijk herhaalde proeven te doen.

Deze proeven verliepen zonder gebruik van zand en van pneumatische schuifwering (lichtjes remmen van de wielen bij het aanzetten) die echter op de lokomotieven doorgaans voorhanden zijn.

De ultra-snelle uitschakelinrichtingen waarvan de invloed voor deze proeven nul is, werden afgeschakeld om de snelheidsprogressie tijdens het doorslaan te kunnen registreren.

De startinrichtingen van de motoren bestonden uit :

- rechtstreekse parallelschakelingen op de lokomotieven type 126;
- klassieke serie- en serie-parallel-schakelingen op de lokomotief type 122 aangezien de directe start in parallel met de lokomotief van dit type onmogelijk is.

Ten slotte werden de proeven bij droog en bij vochtig weder uitgevoerd.

4. Proefresultaten.

In de interpretatie van de resultaten kan men de *individuele* en de *globale* adhesiecoëfficiënt onderscheiden.

Individuele adhesiecoëfficiënt.

Deze heeft betrekking op de doorslaande as of, in geval van een één-motorig schamelstel, op het schamelstel zelf aangezien een as hier niet kan doorslaan zonder die waarop hij aangekoppeld is mee te slepen.

Wij vinden zo de verhouding :
 Kracht op de velg van de doorslaande as of het doorslaande schamelstel
 Effektieve last van de doorslaande as of het doorslaande schamelstel.

De trekkracht op de wielen wordt bepaald aan de hand van het diagramma van figuur 26. De werkelijke last op de as of op het schamelstel wordt als volgt bekomen : de statische last (vooraf gewogen) plus de berekening van de ontlasting of de overlast in functie van de trekkracht aan de haak (geregistreerd) en het lijnprofiel. Het meten van de effectieve last op de assen werd niet beproefd aangezien bij dergelijke metingen op andere netten mislukkingen genoteerd werden.

Globale adhesiecoëfficiënt.

Deze wordt uitgedrukt door de vergelijking :

Fig. 27. — Individuele adhesiecoëfficiënt van lokomotief type 126 met schakeling MRS.

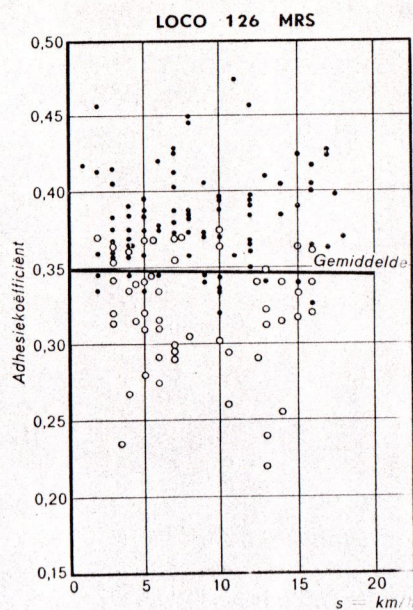
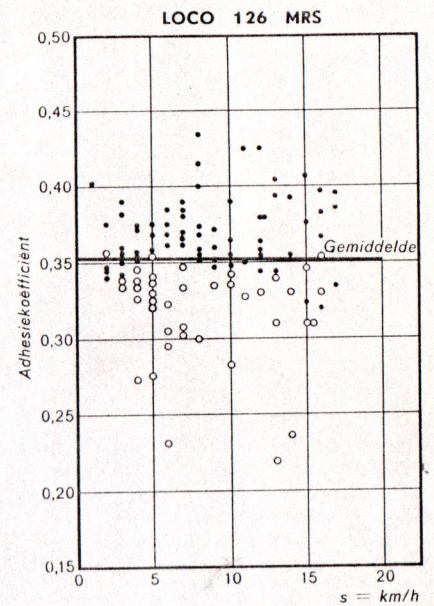


Fig. 28. — Globale adhesiecoëfficiënt van lokomotief type 126 met schakeling MRS.



• Droge rail
 ○ Vochtige rail

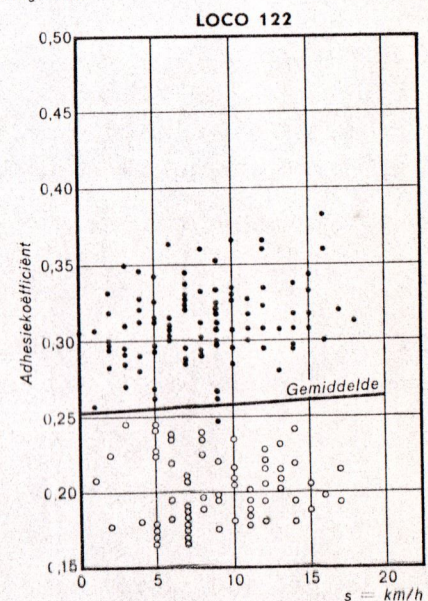
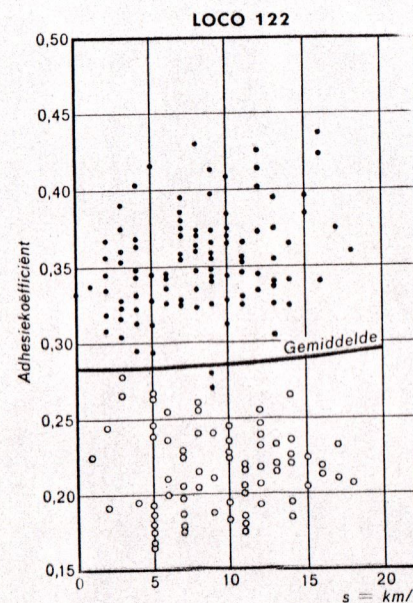


Fig. 29. — Individuele adhesiecoëfficiënt van lokomotief type 122.

Fig. 30. — Globale adhesiecoëfficiënt van lokomotief type 122.

Totale trekkracht op de velgen van de lokomotief

Totaal gewicht van de lokomotief op het ogenblik dat een willekeurige as voor het eerst gaat doorslaan.

Op figuren 27, 28, 29 en 30 zien wij de beproevingsresultaten; naderhand hebben zij geleid tot een gemiddelde curve die werd bekomen volgens een statistische berekeningsmethode, waarin onder meer het aantal droge en vochtige punten gemiddeld wordt. Wij beperken er ons in de volgende lijnen toe de vergelijking te maken

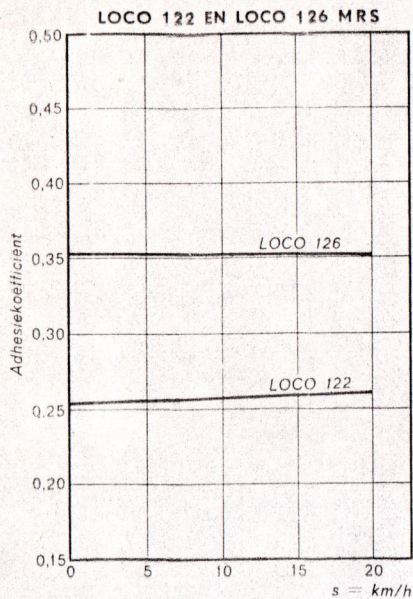
tussen de lokomotieven van type 122 en type 126 MRS waarop het cumuleren van de maatregelen om het doorslaan te vertragen wel de meest efficiënte methode leek te zijn.

Op het ogenblik dat de adhesie vertrokken wordt en tegen een snelheid van 10 km/h wordt gereden, krijgen wij als gemiddelde adhesiecoëfficiënten :

Individuele coëfficiënt :

- type 122 : 0,285
- type 126 : 0,348,

Fig. 31. -- Gemiddelde globale adhesie-coëfficiënt van de lokomotieven type 122 en 126 MRS, op vochtige en op droge rail.



hetzij een winst van 22 % voor het type 126.

Globale coëfficiënt:

Type 122 : 0,258

Type 126 : 0,351,

hetzij een winst van 36 % voor het type 126.

Anderzijds zal men zien, en dit is ook van groot belang, dat de lokomotief 126 voor droge en vochtige punten vrijwel op gelijk niveau blijft hetgeen verre van waar is voor de lokomotief 122.

De globale coëfficiënt (fig. 31) is natuurlijk die waarvoor de exploitant het meest interesse heeft aangezien hij in de eerste plaats bezorgd is om de topkracht die de lokomotief kan ontwikkelen, alvorens van doorslaan sprake is. Deze coëfficiënt slaat niet alleen op de maatregelen om het ontstaan van het doorslaan per as afzonderlijk (individuele coëfficiënt) te vertragen doch ook op de maatregelen om de lasten en de trekkrachten in evenwicht te brengen (lage traktie en elektrische doorslagwering).

Hoewel de lokomotieven 126 MRD en 126 D op gebied van adhesie ten achter blijven op het type MRS, haalden zij het toch verreweg op het type 122.

Laten wij ten slotte aanstippen dat de invloed van de equipotentiaalscha-

keling van de veldwikkelingen tijdens deze proeven niet kon worden getest; deze schakeling staat inderdaad parallel na totale uitschakeling van de aanzetweerstand, dit is wanneer een hogere snelheid bereikt is dan voor de proeven werd aangenomen.

5. Enkele vaststellingen.

Benevens de eigenlijke resultaten konden nog bepaalde vaststellingen worden gemaakt en wij oordelen het goed ze omdig aan te halen :

- in de meeste gevallen gebeurt het doorslaan bij het overtrekken van een contactvinger; dit komt natuurlijk door de stijging van de trekkracht doch tevens door het dynamisch element; zo zien wij het belang van de vermenigvuldiging van de vingers en van de oplossingen die erop afgestemd zijn met konstante trekkracht te starter;
- in de lokomotief 122 met individuele sturing was het steeds een onbelaste as die doorsloeg (as in 1ste en 3de positie). Nu eens was het de ene, dan weer de andere en in $\pm 20\%$ van de gevallen sloegen deze beide assen samen door. Zo lijkt het dat :

- 1) Twee eender belaste assen niet noodzakelijk gelijktijdig doorslaan; zo men ze solidariseert kan de as die dreigt door te slaan dus door de andere worden tegengehouden;

- 2) De inrichtingen voor doorslagdetectie, gebaseerd op differentiaalrelais die de spanningen van sommige motoren vergelijken, kunnen ongevoelig blijven aangezien er gelijktijdige doorslag is.

— Wanneer een schamelstel van de lokomotief 126 MRS dreigt door te slaan, remt de enige aanzetweerstand de spanningsstijging op zijn motor; het wordt in zekere mate elektrisch tegengehouden door het naburig schamelstel; dit laatste ondervindt echter hiervan de weer-slag. In dit verband kon worden gevreesd dat de vertraging van het ontstaan van het doorslaan van een schamelstel door reactie het tweede zou doen doorslaan. Men stelde immers vast dat in de meeste gevallen de twee schamelstellen vrijwel gelijktijdig doorslaan en de grafiek van figuur 26 toont ons zeer goed hoe een tweede schamelstel door elektrische reactie doorslaat.

Bij het type MRD werd geen gelijktijdige doorslag van het tweede schamelstel genoteerd en bij het type D hadden wij 30 % gevallen waarin het doorslaan gelijktijdig gebeurde. Hoewel de schakeling elektrisch was, mag niet gezegd worden dat het ene schamelstel hinderend op het andere reageerde doch er mag niet worden vergeten dat de krachtpieken, in dit type, precies op hetzelfde ogenblik op de overigens volledige evenwichtig ingestelde schamelstellen optreden.

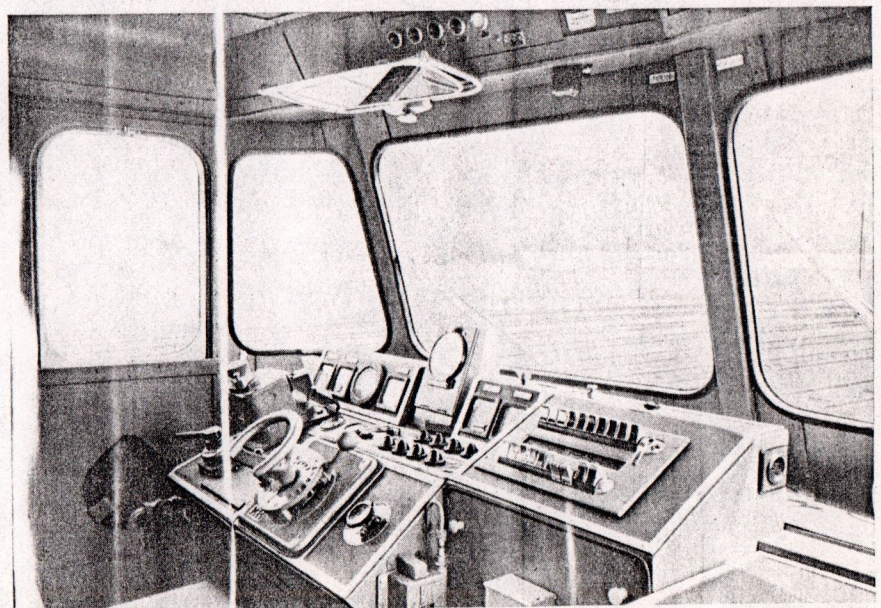


Fig. 32. — Stuurhut van een lokomotief type 126.