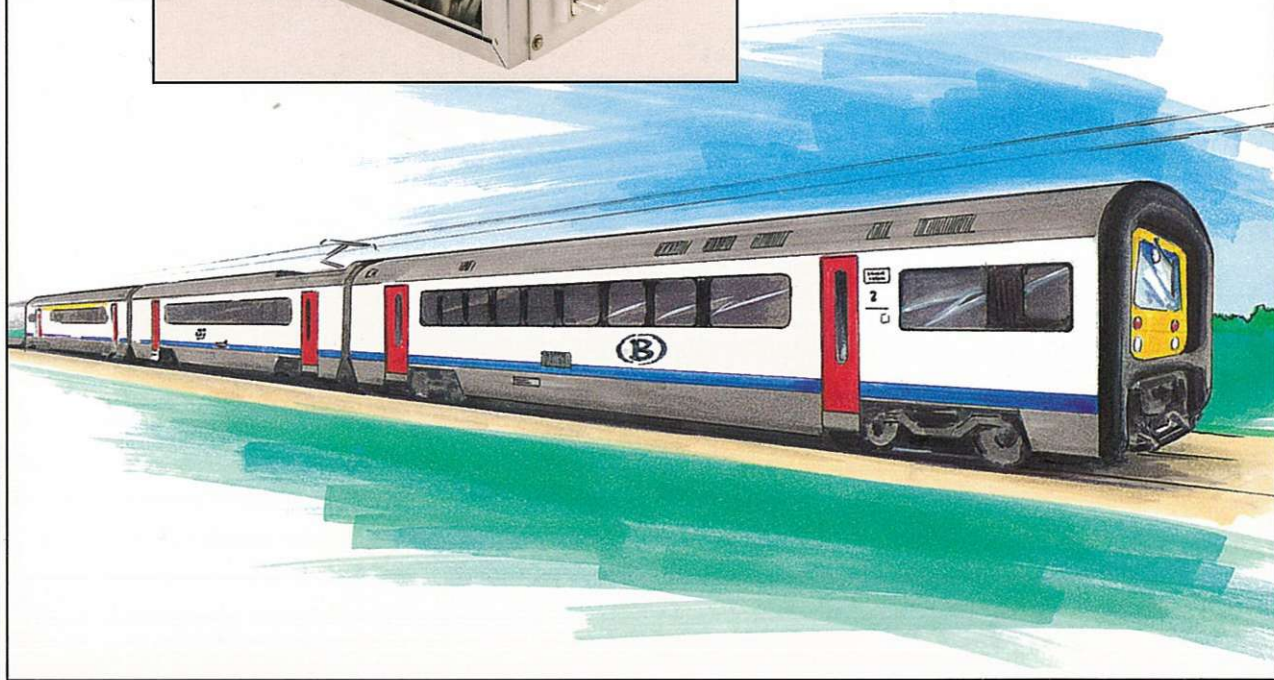
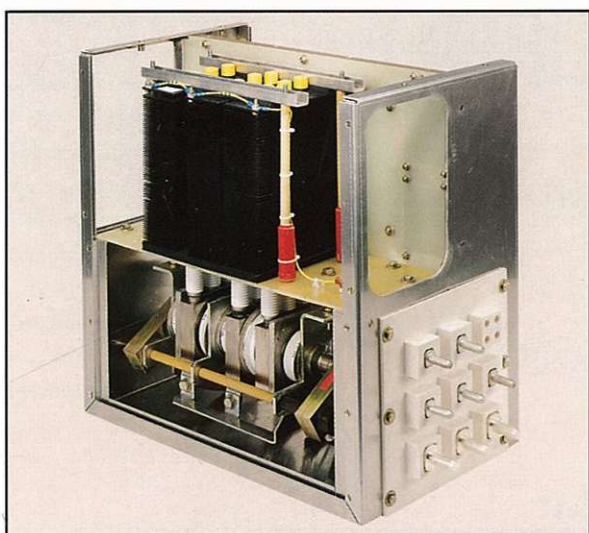


# Asynchrone motorstellen "MR 96"

3 kV dc en dubbele spanning 3 kV dc - 25 kV ac



## Algemene kenmerken

### Opdrachtgever :

NMBS (Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen).

### Aantal :

120 motorstellen waarvan :  
70 enkele spanning 3 kV dc  
50 dubbele spanning 3 kV dc -  
25 kV ac / 50 Hz.

**Bestelling :** 1992.

**Levering :** 1995 - 2000.

### Elektrisch gedeelte :

GEC ALSTHOM ACEC Transport.

### Mechanisch gedeelte :

Kast :

BOMBARDIER EURORAIL Divisie BN.

Loopdraaistel :

BOMBARDIER A.N.F. Industrie.

Motordraaistel : GEC ALSTHOM  
TRANSPORT.

- Elektrische motorstellen :  
Bestaande uit 3 bestendig gekoppelde wagens.  
Stuurpost aan elk uiteinde.  
Trein van maximum 4 motorstellen dus 12 voertuigen (België).
- Capaciteit van 1 motorstel :  
213 zitplaatsen  
199 staanplaatsen (4 p/m<sup>2</sup>).  
Totaal 412 plaatsen.
- Lengte van elk voertuig : 26,4 m
- Totale lengte van één motorstel : 79,2 m
- Normaalspoor : 1,435 m
- Profiel : UIC 505.1
- Automatische koppeling
- Doorgang tussen de gekoppelde motorstellen
- Algemene air-conditioning

### Prestaties\*

- Maximale snelheid : 160 km/u
- Versnelling onder belasting uit stilstand : 0,55 m/sec<sup>2</sup>
- Vertraging bij remmen :
  - Dienstrem 0,75 m/sec<sup>2</sup>
  - Noodrem 0,9 m/sec<sup>2</sup>

\* De aangeduide prestaties zijn deze van de versie met dubbele spanning. De prestaties liggen iets hoger voor de versie met enkele spanning, die 6 ton lichter is.



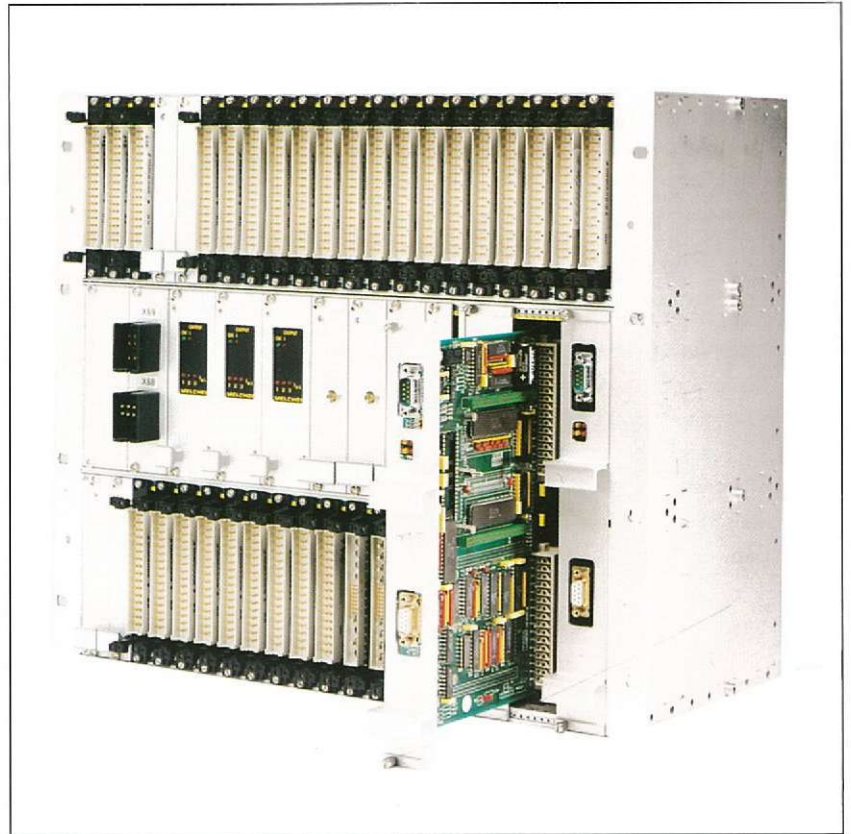
In 1992 hebben de Belgische Spoorwegen beslist een gedeelte van hun park te vernieuwen en nieuwe elektrische motorstellen aan te schaffen voor twee soorten diensten :

- Voorstadsvervoer met veelvuldige haltes, hoge versnellingen, krachtig elektrisch remmen met belangrijke energierecuperatie.

- Intercity-verbindingen met langere trajecten, weinig haltes en een maximale snelheid van 160 km/u.

Bovendien zijn een aantal van deze motorstellen bestemd voor grensoverschrijdend verkeer. Ze moeten dus voor verschillende voedingsspanningen geschikt zijn :

25 kV ac / 50 Hz in Frankrijk,  
1500 V dc in Nederland, 3000 V dc in België en de seingeving van deze verschillende landen respecteren.



Stuurelektronica.

**De hoofddoelstellingen van de exploitant zijn drievoudig :**

- **De reizigers een dienst van topkwaliteit waarborgen (komfort, prestaties).**
- **Een maximale beschikbaarheid bekomen.**
- **De exploitatiekosten laag houden.**

# Een dienst van topkwaliteit

De reizigers een uitstekend comfort verzekeren is één van de hoofddoelstellingen van het motorstel "MR 96" dat daarvoor de gepaste uitrusting heeft gekregen.

In alle compartimenten is airconditioning voorzien: in eerste en tweede klasse en ook op de platformen en in de stuurposten.

Het aantal plaatsen per rij is beperkt: 3 plaatsen per rij (2+1) in 1ste klasse in plaats van 4 voorheen en 4 plaatsen per rij in 2de klasse (2+2) in plaats van 5 voorheen. De banken zijn door individuele zetels vervangen.

De algemene geluidsisolatie is versterkt.

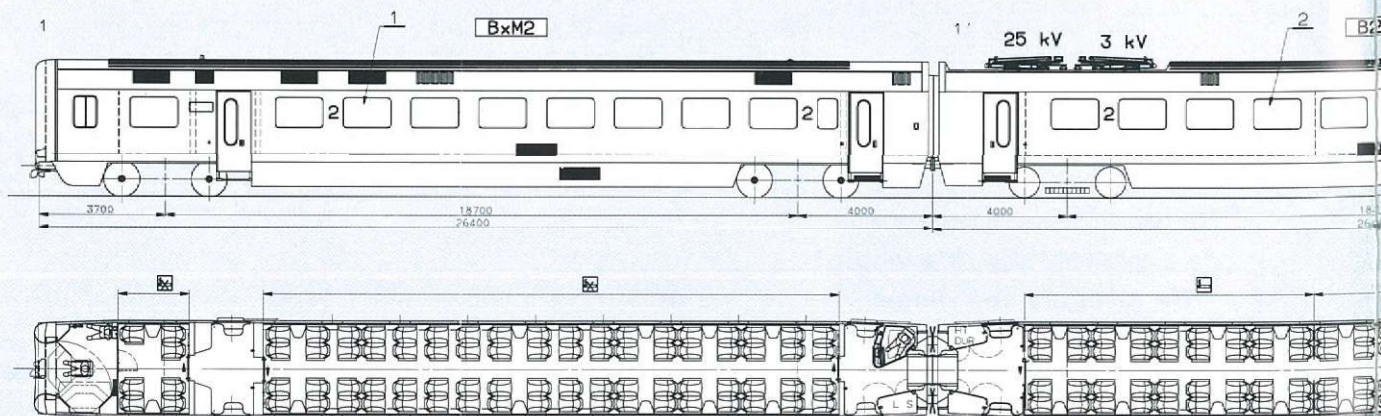
Een nieuw type asynchroon motor-draaistel dat lichter en stiller is, draagt bij tot een verlaging van het geluidsniveau tot 65 dB in het reizigerscompartiment. Dit geeft een ontspannen en aangename sfeer.

Een informatiedisplay voor reizigers in ieder compartiment geeft verschillende boodschappen in meerdere talen: welkom, volgende halte, andere haltes,...

Een doorgang tussen de gekoppelde motorstellen laat toe dat de reizigers, de controleur en de mini-bar zich door de hele trein kunnen verplaatsen.

Andere uitrustingen dragen bij tot het comfort van de reiziger: radio, individuele leeslampjes, telefoon, indirecte verlichting, enz...

De asynchrone aandrijving, die krachtiger, soepeler en lichter is, zorgt voor betere prestaties.





## Een dienst niet onderbroken door defekten

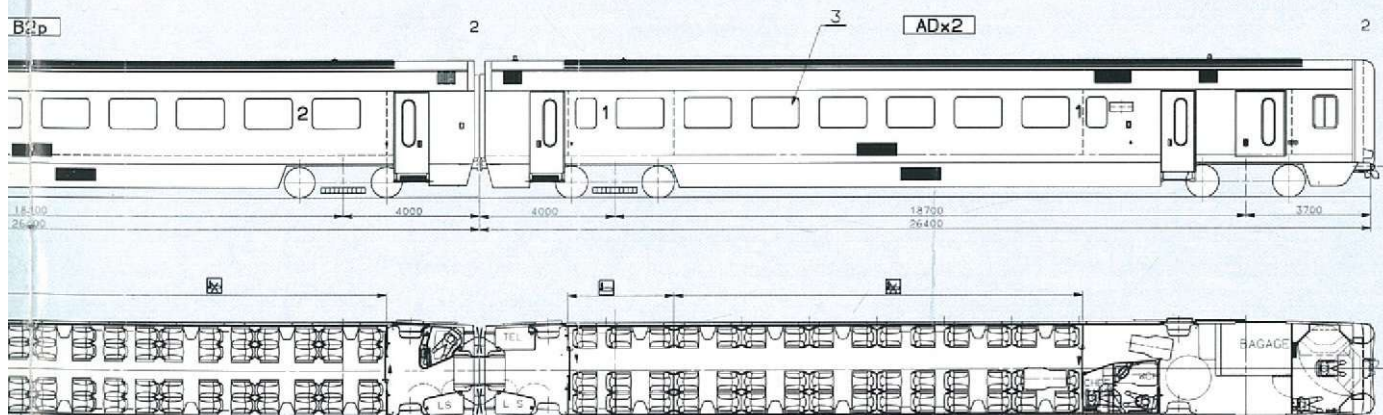
Het volledig immobiliseren van een trein op het spoor heeft voor iedere exploitant betreuenswaardige gevolgen, vooral op piekuren: vertragingen over gans het net, blokkering van de sporen, verhelpen van storingen, een slecht imago,...

Het motorstel "MR 96" werd ontworpen om de uitrusting een hoge betrouwbaarheid te verlenen, of om de invloed van eventuele storingen tot een minimum te herleiden. Deze doelstelling wordt in grote mate bereikt door het redundant ontwerp van de hoofdtrusting.

Een ingebouwd diagnosesysteem waarschuwt van zodra een storing gedetekteerd wordt en geeft, in voorkomend geval, de vereiste aanwijzingen aan de bestuurder om:

- ofwel zijn reis verder te zetten en daarna naar de stelplaats terug te keren waar het defekt hersteld zal worden,
- ofwel zijn rit te beëindigen eventueel met verminderde prestaties (gestoord)
- ofwel om rechtstreeks naar de stelplaats terug te keren.

**Met het motorstel "MR 96" is de kans op in nood blijven in lijn uiterst laag.**



## De exploitatiekosten laag houden

De uitrustingen van de "MR 96" werden zodanig ontworpen dat onderhoud en energieverbruik beperkt blijven.

Het onderhoud van de robuuste, eenvoudige asynchroonmotor zonder borstels is veel gemakkelijker en eenvoudiger dan dat van een gelijkstroommotor.

De sturing met microcontrollers heeft reeds een hoge betrouwbaarheid als kenmerk; daarenboven draagt het ingebouwd diagnosesysteem bij tot het vlot verhelpen van storingen.

Deze storingen worden op functioneel niveau gedetekteerd. De uitrustingen in kwestie worden duidelijk aangeduid en bijkomende informatie draagt bij tot een makkelijk onderhoud: een gecentraliseerde inzameling van de defektinformatie en statistisch beheer van deze informatie.

Het elektrisch recuperatie-remmen stuurt de door het remmen geproduceerde stroom terug naar de bovenleiding. Hierdoor bekomt men een belangrijke energiebesparing.

Met de omvormer met 3 spanningsniveaus kan, met een uitzonderlijk hoge veiligheidscoëfficiënt, een volledig statische vermogenregeling bekomen worden. Zelfs de overgang van 25 kV ac op 3 kV dc en omgekeerd vereist bijna geen schakeling van de contactoren. Hierdoor bespaart men rechtstreeks op de onderhoudskosten.

## Spitstechnologie

De "MR 96" beschikken over de modernste spitstechnologie: asynchrone aandrijving, GTO's, microprocessoren, redundantie, diagnose, omvormers met IGBT. Deze spitstechnologie is gedeeltelijk afkomstig van technieken die op de SST's op punt gesteld en uitgetest werden. Globaal gezien is ze het resultaat van de voortdurende onderzoeks- en ontwikkelingsinspanningen van ons bedrijf. De asynchrone aandrijving, biedt duidelijk hogere prestaties dan deze met gelijkstroommotoren. De asynchrone motoren zijn eenvoudiger en robuuster, verlichten de draaistellen en verminderen aldus de krachten op het spoor.

De omvormer met 3 spanningsniveaus, eveneens op punt gesteld door GEC ALSTHOM ACEC Transport, waarborgt een rechtstreekse voeding zonder tussenkring en laat een belangrijke massawinst toe.

De MODACEC 3, een specifieke geïntegreerde schakeling die door ons bedrijf ontworpen werd, staat in voor alle delikate modulatiefuncties van de omvormers. Deze schakeling staat borg voor een hoge betrouwbaarheid en veiligheid.

Dank zij het redundant ontwerp van de nieuwe omvormers met IGBT zijn de spanningsbronnen nodig voor de hulpaggregaten in een beperkte massa en volume beschikbaar.

**GEC ALSTHOM, de moedermaatschappij, is 's werelds grootste spoorwegkonstrukteur en is ook de konstrukteur van de SST, de trein met de hoogste commerciële snelheid ter wereld.**

**GEC ALSTHOM ACEC Transport geniet ook van de O&O inspanningen die door gespecialiseerde, multidisciplinaire teams verricht worden en van de financiële steun van een vooraanstaande, multinationale groep.**

**GEC ALSTHOM ACEC Transport is een uitmuntende eenheid binnen een groot performant geheel.**

GEC ALSTHOM ACEC Transport bezit de ISO 9001 certifikatie voor heel haar produktie.



## Elektrisch gedeelte

Konstrakteur :

GEC ALSTHOM ACEC Transport

- Twee verschillende versies m.b.t. voedingsspanning :
  - Enkele spanning : 3 kV dc 70 MR
  - Dubbele spanning :  
3 kV dc - 25 kV ac 50 MR
- Werking met beperkt vermogen met 1500 V dc voeding.

### Vermogenschema

- 2 onafhankelijke spanningsomvormers van het PWM type (impulsbreedte-modulatie) - 3 niveaus met GTO's in rechtstreeks contact met de bovenleiding.
- Elke omvormer voedt de 2 motoren van één draaistel.
- Recuperatieremming.

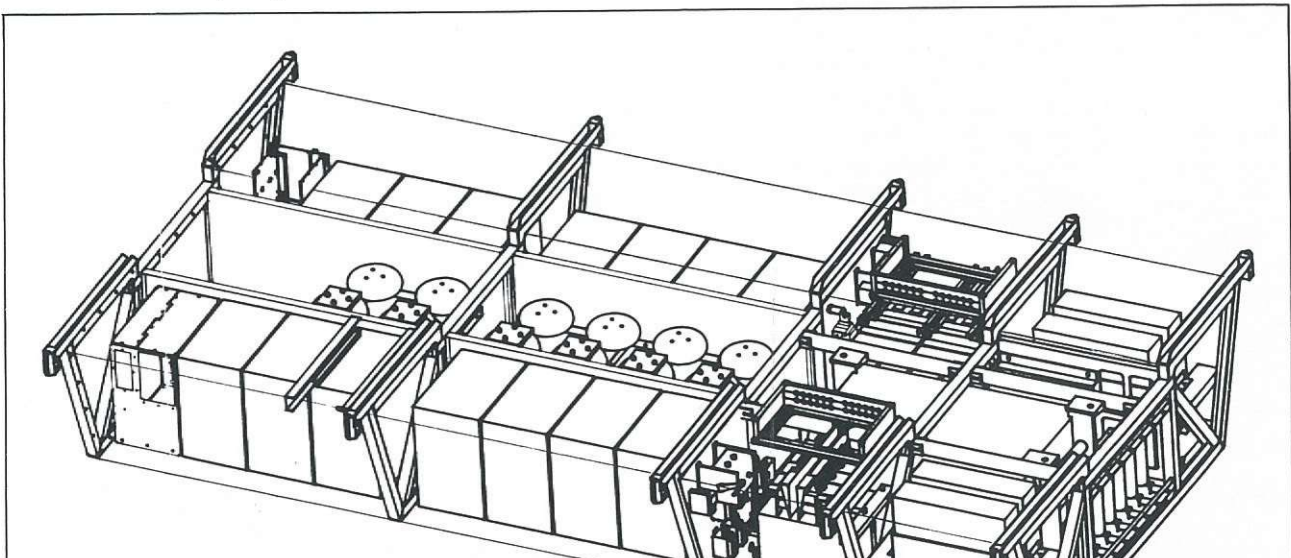
### Traktiemotoren en transmissie

- 4 asynchrone motoren op 2 motordraaistellen :
  - Kontinu bedrijf : 350 kW aan 1988 t / m / 80 km/u
  - Nominale spanning tussen fazen en nulleider : 1207 V
  - Isolatie : klasse 200
  - Koeling : motor met ingebouwde ventilator.
- De transmissie bestaat uit :
  - een koppeling met bolvormige tanden, in 2 delen opsplitsbaar voor de demontage die de relatieve bewegingen tussen motor en reductorassen kan toelaten,
  - een half-opgehangen reductor met verhouding 1 : 4,57

### Vermogenelektronica

- Een vermogenelektronika-kast bevat :
  - 1 ingangfilter (L - C) met een afgestemde kring (50 Hz)
  - 2 omvormers met 3 spanningsniveaus
  - 1 inganggelijkrichter (variante dubbele spanning)
  - 2 bijpassende verluchtingskringen
- De halfgeleiders worden gekoeld met behulp van geïsoleerde warmteafleiders die ze ook tegen verontreiniging van buitenuit beschermen.

Traktie omvormer met 3 spanningsniveaus.



## Omvormers met 3 spanningsniveaus

### Samenstelling

- De omvormer met 3 spanningsniveaus omvat 6 omvormer-cellen die elk bestaan uit:
  - 2 GTO's 4500 V
  - 2 anti-parallel dioden 4500 V
  - 1 serie diode
  - De commutatiehulpkringen (R - C - D)
  - De triggerschakelingen met optische vezels uitgerust met een toestandscontrole van de GTO's,

- Voor de koeling de geïsoleerde warmte-afleiders met daarin een tweefazig fluidum dat konform is met de Europese milieurechtlijnen.
- De inductiespoelen voor begrenzing van  $di/dt$

### Werkingsprincipe

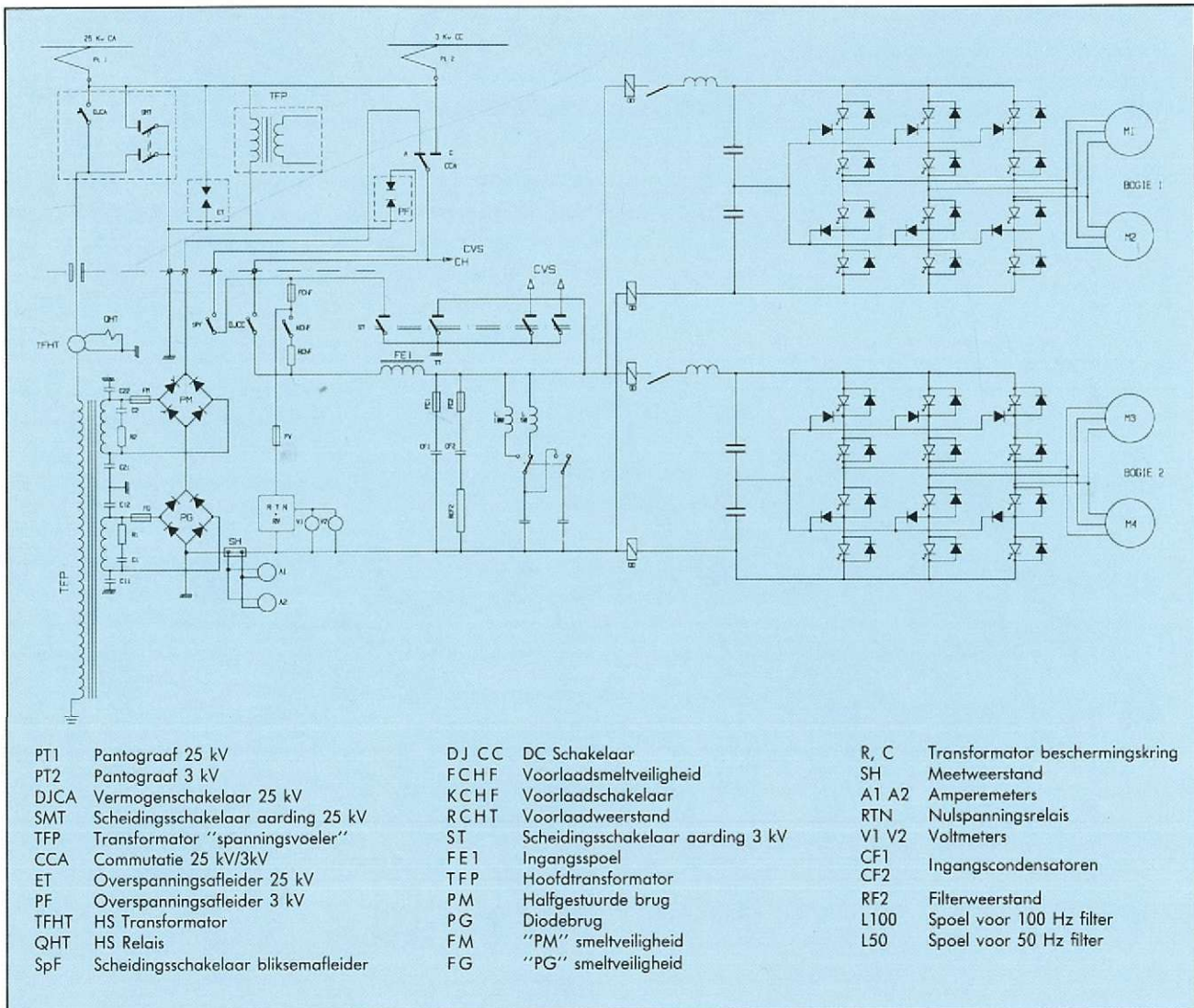
Met deze omvormer is een rechtstreekse voeding op 3 kV mogelijk zonder chopper ervoor.

Het omschakelen gebeurt op halfspanning zodat de GTO's van 4500 V gebruikt kunnen worden met een veilig-

heidscoëfficiënt van 3 ten opzichte van de 3 kV voeding.

Dank zij deze hoge veiligheidscoëfficiënt en de andere op sturingsniveau getroffen maatregelen, kan de vereiste betrouwbaarheid van de vermogen-halfgeleiders gewaarborgd worden. Dank zij de impulsbreedte-modulatie kan de uitgangsspanning onafhankelijk van de ingangsspanning geregeld worden en kan de harmonische inhoud van de geproduceerde, driefazige spanning golf verbeterd worden.

Vermogenschema van dubbelspannings motorstellen.





Deze modulatie wordt gegenereerd door een "klok" of "modulator"; de modulatie is asynchroon, synchroon of berekend volgens het werkpunt. De specifieke, geïntegreerde schakeling MODACEC 3, ontwikkeld door ACEC TRANSPORT, staat in voor deze functie.

Ten opzichte van de omvormer met 2 spanningsniveaus beschikt de omvormer met 3 spanningsniveaus over een bijkomende vrijheidsgraad die men kan betitelen als de tijd gedurende welke de tussenspanning aan de belasting wordt aangelegd. Het gebruik van deze vrijheidsgraad is bijzonder nuttig voor het genereren van een golf die het dichtst bij de sinusgolf aanleunt, wat een duidelijk voordeel is in toepassingen zoals spoortractie waar de zeer strikte eisen gesteld worden i.v.m. de inhoud aan harmonischen in de motorstroom en in de bovenleidingsstroom.

#### Vektoriële controle van de omvormer

Met de vektoriële controle van de omvormer kunnen de flux- en koppelregelaars ontkoppeld worden zodat men zonder enig risico op onstabieliteit, over een zeer hoge regelingsdynamiek kan beschikken. Deze dynamiek is bijzonder nuttig voor de aandrijving in het geval van:

- Bruuske schommelingen van de ingangsspanning.
- Stroomonderbrekingen.
- Werking van het anti-slip/anti-blokkeer-systeem.

De vektoriële controle omvat:

- de erkenning van de motorflux uitgaande van stroom-, spanning- en snelheidsmetingen met behulp van een signaalprocessor,
- de ontkoppelde regeling van de magnetiserende stroom (flux) en de actieve stroom (koppel),
- het genereren van de spanninggolven type "PWM" via de geïntegreerde modulator "MODACEC 3".

#### Transformator

- Kontinu bedrijf: 1487 kVA
- 2 sekundairen  
2355 V - 421 A - 991 kVA  
1178 V - 421 A - 496 kVA
- MIDEL olie, die beantwoordt aan de eisen i.v.m. onontvlambaarheid en die het milieu geen schade toebrengt.

#### Gelijkrichter

Een diodenbrug en een gemengde brug met alles-of-niets regeling zijn in serie geschakeld om hetzelfde spanningsniveau te bekomen als bij werking onder een 3 kV bovenleiding. Dank zij deze eenvoudige en robuuste gelijkrichter kan in de praktijk dezelfde betrouwbaarheid en beschikbaarheid als met de rechtstreekse 3 kV dc voeding bekomen worden.

#### Stuurelektronica

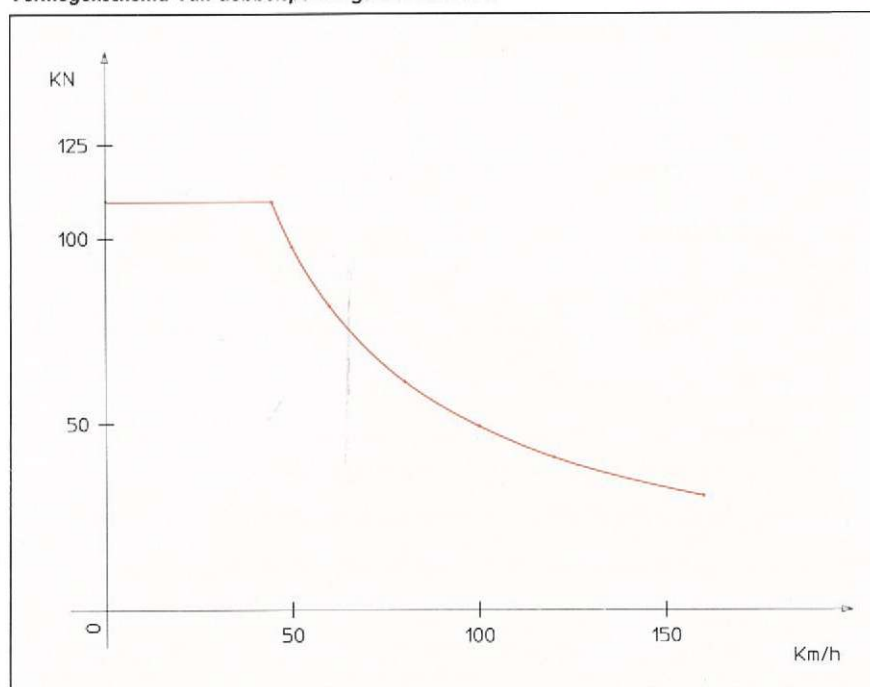
##### Funkties

- Instructies inzamelen en verwerken.
- Snelheid-, anti-slip- en anti-blokkeermetingen inzamelen en verwerken.
- Krachtkontrolle via vektoriële regeling.
- Beveiligingen.
- Verhelpen van storingen (defektregistratie en RS232-interface naar de Personal Computer).

##### Architectuur

- Voedingsschuif (één per omvormer).
- Stuurschuif (één per omvormer) in 3U en 6U formaat:
  - Gestandaardiseerde interfaces.
  - 80C196 16 bits microcontrollers op een informatica kern in SMD-techniek.
  - Kommunikatie via CAN 85526.
  - Erkenning van de motorflux via signaalprocessor TMS 320.
  - Geïntegreerde modulator "MODACEC 3".

Vermogenschema van dubbelspannings motorstellen.



## Statische hulpomvormer

Deze omvormer, in redundante uitvoering, staat, met een maximale beschikbaarheidsgraad, voor de voeding in van:

- de asynchrone, driefazige hulpmotoren voor de aandrijving 380 V / 50 Hz
- de kompressormotor 380 V / 50 Hz
- de air-conditioning in de wagens 380 V / 50 Hz
- de verschillende éénfazige belastingen - 220 V / 50 Hz
- de servosturingen, de verlichting en de batterijlading - 110 V dc
- de verschillende laagspannings-uitrustingen - 24 V dc

Totaal uitgangsvermogen: 155 kVA

## Beschrijving

- Twee identieke choppers omvatten elk:
  - 1 hoofdkontaktor en zekering
  - 1 ingangfilter
  - 2 GTO's 4500 V in serie met de veiligheidsschakelingen
  - 2 vrijloop dioden in serie
  - Koeling met behulp van geïsoleerde warmte-afleiders
  - spanningsbegrenzers aan de uitgang
- 2 omvormers met IGBT's met droge koeling
- Transformator voor éénfazige belastingen
- 2 24 V-voedingen
- Batterijlader
- Konfiguratiekontaktoren

## Overeenstemming met vaste installaties

De aandrijf- en hulpuitrustingen beantwoorden aan de werkingsvoorwaarden die voortvloeien uit de eis tot verenigbaarheid met de seinstremsystemen en de spoor-voertuig overdrachtsystemen van België, Nederland en Frankrijk. Het gaat hier om bepalingen op het gebied van de met de bovenleiding uitgewisselde stromen

op de verschillende werkingfrequenties van de veiligheidsschakelingen (50 Hz, 75 Hz, 1600 tot 2700 Hz) en om de minimum impedanties die de uitrustingen op frequenties van 50 Hz (4 Ohm) en 75 Hz (2 Ohm) vertonen. Het motorstel is uitgerust met een detector voor harmonische stroom op 50 Hz.

De geïntegreerde modulator "MODACEC 3" levert spanninggolven met een hoge nauwkeurigheid en vormt een veiligheid ten opzichte van de te vermijden frequentiebanden bij het genereren van harmonische stromen aan de bovenleiding.

## Aan boord diagnose

Dit centraal diagnosesysteem voor de bestuurder en het onderhoudspersoneel verzamelt de defektinformatie over de aandrijfuitrustingen en de statische

omvormers en slaat deze informatie op in het geheugen. Zo is dit systeem een onmisbaar hulpmiddel bij het verhelpen van storingen en bij het onderhoud.

## Informatiesysteem voor reizigers (SIV)

Automatisch beheer van externe en interne displays voor de reizigers.

Intern display:

- vermelding van de volgende halte
- speciale boodschappen
- verschillende talen, verschillende displaymodes

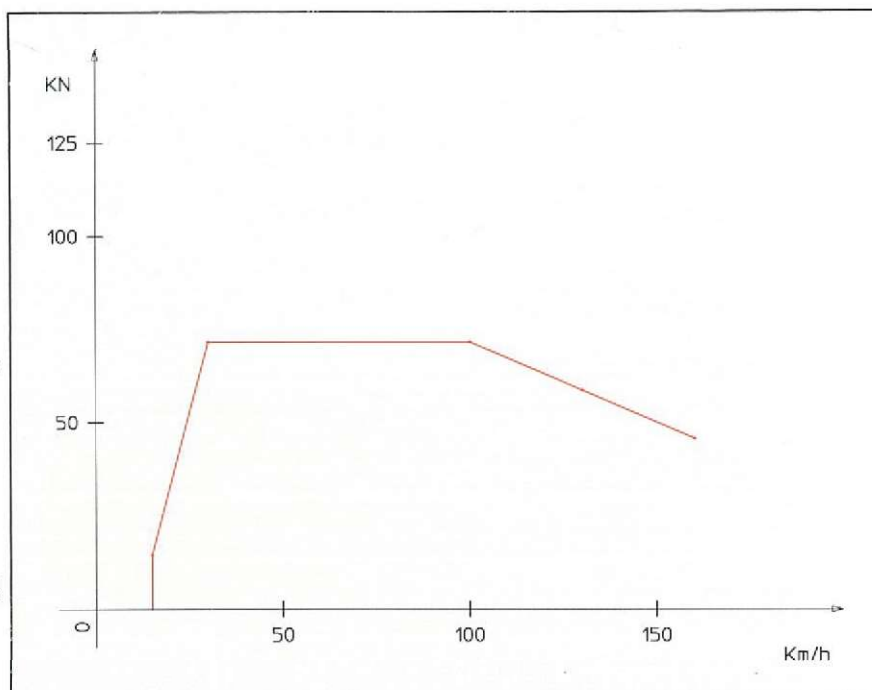
Extern display:

- geprogrammeerde sekwentie
- taalkeuze

Dialogoog via menu's.

Uitrustingen: microprocessor met scherm en alfanumerisch toetsenbord.

Kracht van het motorstel bij remming.





# Mechanisch gedeelte

## Kasten

Konstrakteur:  
BOMBARDIER EURORAIL Divisie BN.  
In staal.

Lengte van een voertuig: 26,4 m.  
Totale lengte van één motorstel: 79,2 m.  
Breedte: 2,86 m.

Tarra tweespannings-MR: 155 t.  
Tarra eenspannings-MR: 149 t.

Gewicht bij vollast:

- tweespannings-MR: 175 t.
- eenspannings-MR: 169 t.

Maximum gewicht per as:

- aangedreven as 19 t.
- loop as 16 t.

Maximum toegelaten geluidsniveau:

- reizigerskompartment 65 dBA
- balkon en stuurpost 75 dBA

## Volledige air-conditioning

Reizigerskompartmenten (1ste of 2de klasse), balkons, stuurposten.  
Volledige module (kompressor, verdampers, circulatie-ventilator) gemonteerd onder het chassis.

## Koppelingen

Tussen motorstellen: automatisch.  
Tussen wagens: half-permanent.

## Deuren

Buitendeuren: zwenk-schuifdeuren.  
Binnendeuren: schuifdeuren.

## Draaistellen

Wielbasis: 2,56 m.  
Primaire ophanging: met schroefveren en primaire schokdempers.  
Sekundaire ophanging: pneumatisch met nivelleringskraan en secundaire dempers.  
Antislinderdempers.

## Motordraaistel

Konstrakteur: GEC ALSTHOM TRANSPORT (Le Creusot).  
Type: afgeleid van het RENFE draaistel.

Wieldiameter:

- nieuw 1010 mm
- afgesleten 940 mm

## Loopdraaistel

Konstrakteur: BOMBARDIER ANF Industrie.

Type: ANF Y 32

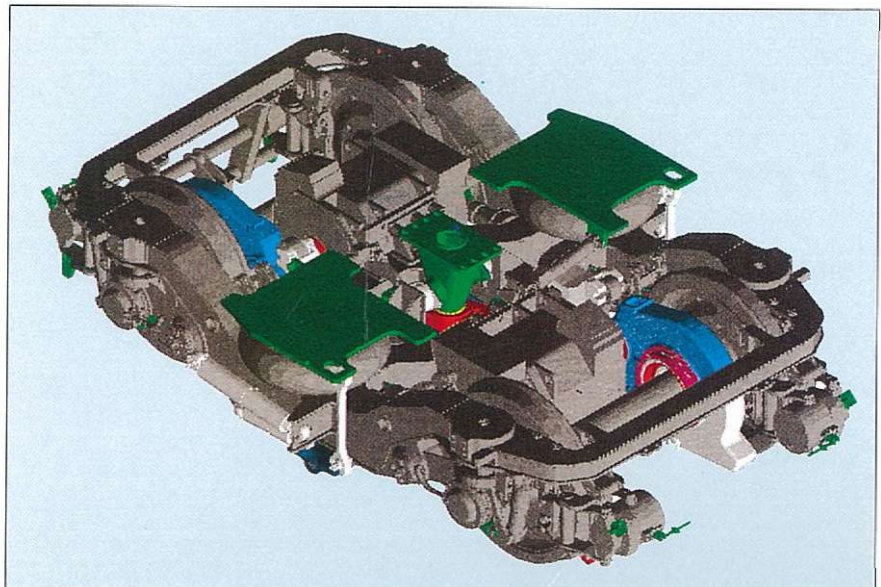
Wieldiameter:

- nieuw 950 mm
- afgesleten 880 mm

## Rem

- Samengesteld elektrische en pneumatische remmen met voorrang voor de recuperatie-rem.
- Elektropneumatische sturing.
- Noodrem met magneetblokken op 3 loop draaistellen.
- Anti-blokkeersysteem.

*Motordraaistel.*



  
GEC ALSTHOM  
ACEC TRANSPORT

B.P. 4211 — B-6001 CHARLEROI — BELGIUM  
Tel: 32 - (0)71 - 44 54 11 — Fax: 32 - (0)71 - 44 57 78