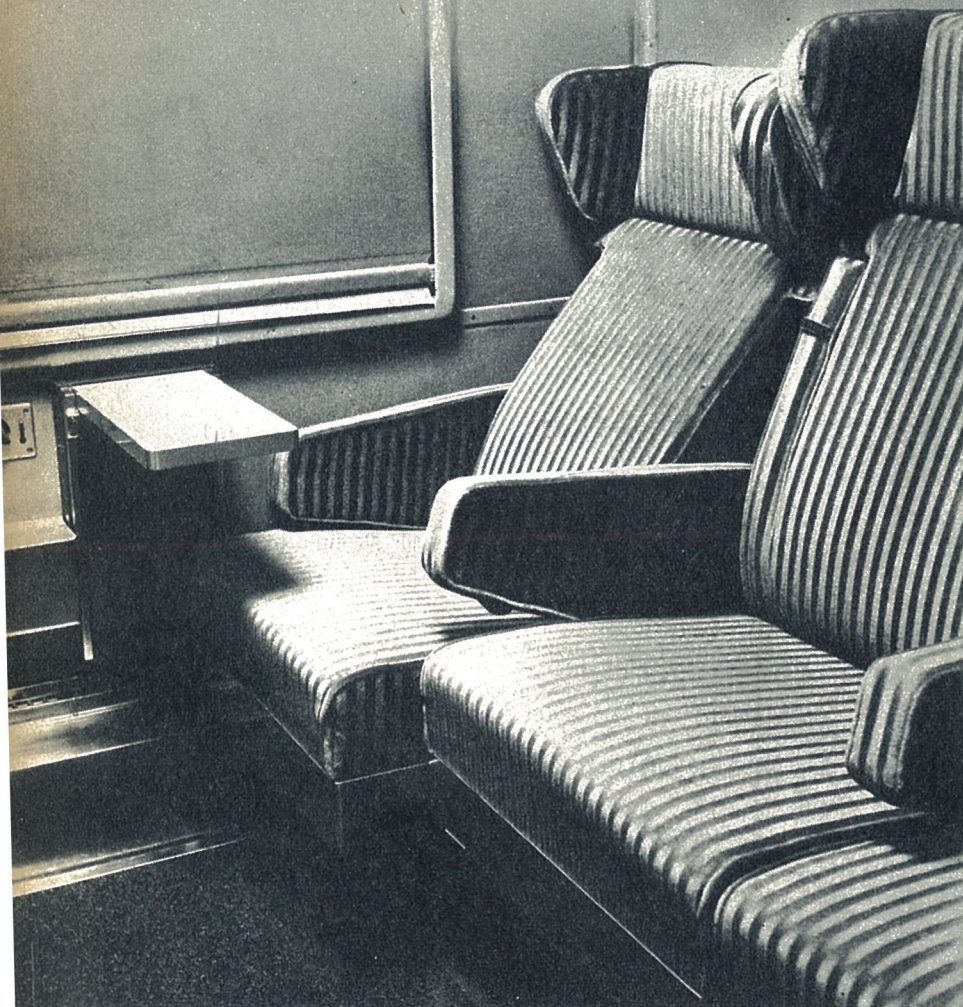


DE VERLICHTING VAN ONZE



NA de verlichting door middel van raapolie- of petroleumlampen, na de gasverlichting (1), kregen sommige rijtuigen van het Belgische net in het begin van deze eeuw een elektrische verlichting. De volledige omschakeling werd tussen de twee oorlogen doorgevoerd: alle reizigersrijtuigen werden dan van gloeilampen voorzien.

De N.M.B.S. was het eerste Europese net dat, in 1950, fluorescentielampen gebruikte. De eerste buislampen die voor de rijtuigen (gelijkstroom) werden vervaardigd, hadden evenwel een geringer rendement dan de buislampen die op dat ogenblik reeds onze huiskamer verlichtten (wisselstroom). Dank zij het uitwerken van transistoromvormers, waarmee de gelijkstroom der rijtuigen in wisselstroom kon worden omgezet, werden evenwel, in 1963, de gewone fluorescentielampen aangewend om de T.E.E.-rijtuigen van de Parijs — Amsterdam en de andere rijtuigen van het internationaal verkeer te verlichten.

Fig. 1 illustreert de weerslag van die evolutie op de bekomen lichtsterkte.

De elektriciteitsvoorziening in de rijtuigen.

Daar de rijtuigen zowel tijdens de stilstand als tijdens de rit verlicht moeten kunnen worden, en zij in het binnenlands of buitenlands verkeer evenzeer in de stoom-, als in de diesel- of elektrische tractie ingeschakeld kunnen worden, is het noodzakelijk dat het rijtuig over een autonome generator-inrichting beschikt.

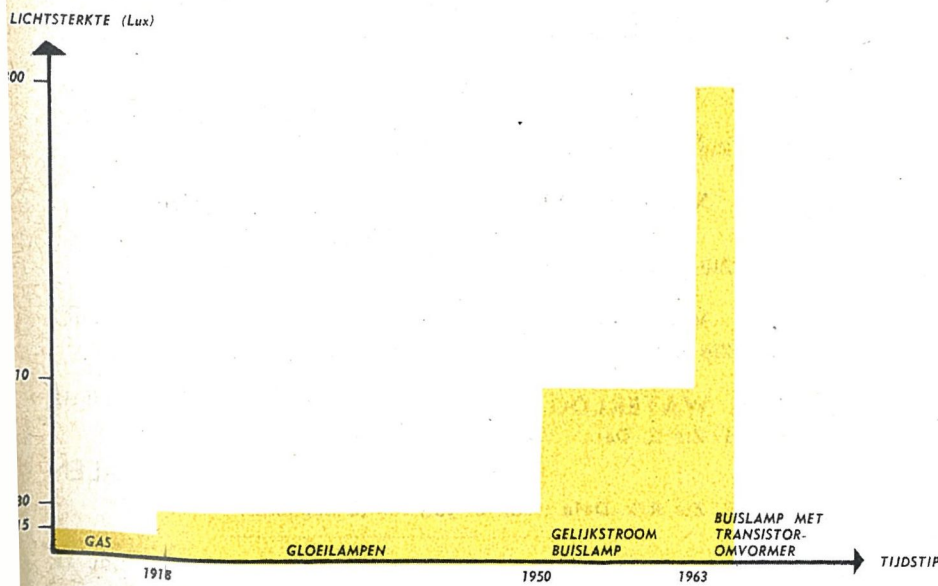


FIG. 1

(1) Voor meer bijzonderheden over dat stelsel, zie HET SPOOR nr 110, van oktober 1965.

RIJTUIGEN

Een dergelijke inrichting bevat in hoofdzaak een dynamo, een accumulatorenbatterij en toestellen die de spanning regelen. Sedert 1958 wordt de dynamo op sommige rijtuigen vervangen door een alternator en een gelijkrichter.

De dynamo.

Een dynamo omvat :

- een krachtige elektromagneet, waarvan het magneetveld door een bekrachtigingsspoel wordt opgewekt, en die dwars op de dynamo-as gericht staat ;
- een rotor met verscheidene spoelen, die in dit magneetveld ronddraait ;
- een collector op de rotoras, die uit verscheidene koperen lamellen bestaat. Elke lamel is met het uiteinde van een spoel verbonden ;
- borstels die op de collector wrijven en die er de elektriciteit van afnemen.

Op fig. 2 is een uit elkaar genomen dynamo afgebeeld.

Hoe werkt dat alles ? Wanneer de door een wielas aangedreven rotor in het magneetveld ronddraait, ontstaat er in de spoelen van de rotor een wisselstroom. Door de gecombineerde werking van collector en borstel, wordt die stroom gelijkgericht zodat aan de borstels een gelijkstroom kan worden afgenomen.

Jarenlang heeft de dynamo zijn taak trouw volbracht, evenwel niet zonder storingen en averijen. Het ligt voor de hand dat de gevoelige plek in de collector en de borstels gelegen is. Tussen beide bestanddelen ontstaan vonken die, wanneer ze belangrijk zijn, een defect kunnen veroorzaken (de elektriciens spreken dan van vuurslag op de collector...). De borstels, die tamelijk vlug slijten, en de rotorspoelen, die voortdurend met een hoge snelheid ronddraaien (2.500 toeren per minuut), moeten regelmatig vervangen worden.

Daar de draairichting van de dynamo moet worden omgekeerd wanneer de rijrichting van het rijtuig verandert, moet de dynamo bovendien uitgerust zijn met een inrichting die, bij elke verandering der draairichting, de borstels automatisch 90° verschuift. Ook die inrichting is onderhevig aan sleet en vergt onderhoud. Daarom heeft men zich beijverd om een minder ingewikkeld en steviger toesteltype te ontwikkelen.

ELEKTRO-
MAGNEET

SPOELN
VAN
ROTOR

COLLEC-
TOR

BORSTELS

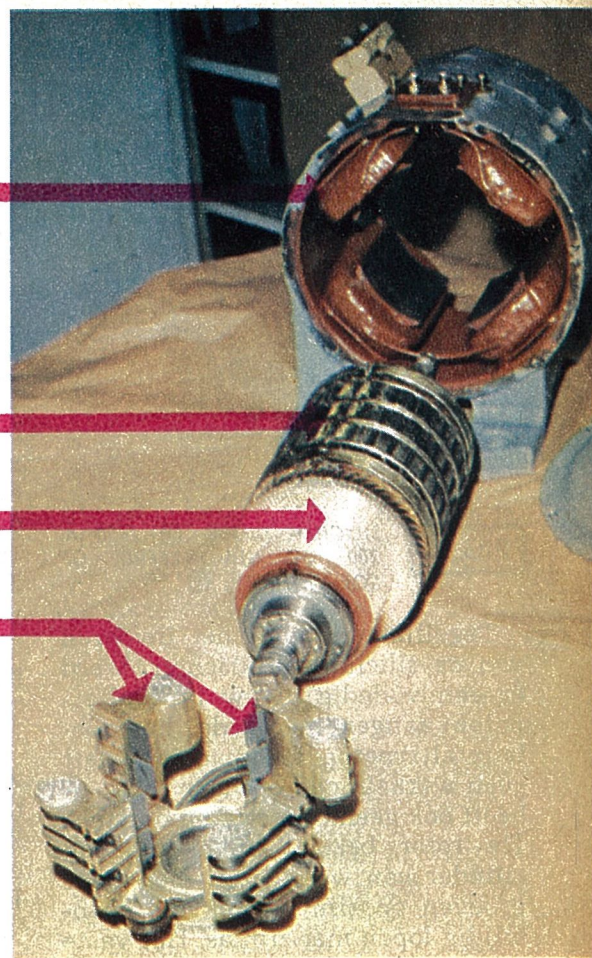


FIG. 2

De alternator.

Een dynamo is in feite een wisselstroomgenerator met een ingebouwde mechanische gelijkrichter. Het lag dus voor de hand hem te vervangen door een echte wisselstroomgenerator (of alternator) en een afzonderlijke gelijkrichter. Een alternator is steeds minder ingewikkeld dan een dynamo omdat hij geen lamellencollector bevat.

Waarom die oplossing niet eerder werd beproefd ? Eenvoudig omdat men over geen bedrijfszekere gelijkrichter beschikte. De uiterst snelle ontwikkeling van de elektronica na de oorlog heeft aan dit probleem een oplossing geschonken dank zij een gelijkrichter met siliciumdiodes.

Een siliciumdiode (fig. 3) is een zogenoemde droge gelijkrichter : ze laat de elektrische stroom slechts in één richting door zodat ze een wisselstroom in een gelijkstroom verandert. Wanneer ze oordeelkundig gemonteerd is, vergt ze geen verder onderhoud.

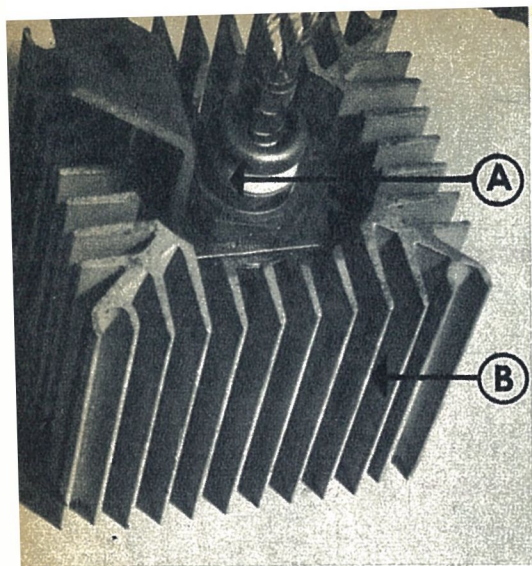


FIG. 3

SILICIUM DIODE (A) (150 A, 200 V) GEMONTEERD OP KOELVINNEN (B)

Tegelijkertijd met het invoeren van de siliciumgelijkrichter, werd er een volledig nieuw type alternator aangenomen: de homopolaire alternator. Die machine heeft geen wikkelingen op haar rotor en heeft ook geen collector en borstels. De rotor bestaat enkel uit een cilinder van week ijzer, met diepe groeven op zijn omtrek die evenwijdig lopen met zijn as. Het vaste deel (stator) bestaat uit een bekrachtigingsspoel en een wisselstroomspoel. De bekrachtigingsspoel ontwikkelt een magneetveld dat over de rotor door de wisselstroomspoel heen geleid wordt. Door de draaiende beweging van de gegroefde rotor, wordt het magneetveld voortdurend veranderd en doet het in de wisselstroomspoel een wisselstroom ontstaan die naar de gelijkrichter wordt gevoerd.

Vergeleken met de dynamo, biedt de alternator meer bedrijfszekerheid en vereist hij minder onderhoudskosten. Alleen de twee rollagers van de rotor vergen een onderhoud.

De regelaar.

Maar net als de dynamo heeft de alternator de eigenschap dat de spanning die hij levert, stijgt met de draaisnelheid, dus in feite met de snelheid van de trein. De installatie moet bijgevolg aangevuld worden met een toestel dat de spanning regelt: de regelaar.

De regelaar meet de spanning van de generator en, wanneer die spanning stijgt, doet hij de stroom in de bekrachtigingsspoel dalen, wat eveneens de spanning van de generator dalen doet en omgekeerd, zodat de spanning binnen de vastgestelde perken blijft.

Dat werkingsprincipe is hetzelfde voor dynamo's en alternators, maar de uitvoering verschilt grondig (fig. 4). Een dynamoregelaar werkt met een contactbaan en bezit verscheidene beweegbare, mechanische delen: hij vergt een regelmatig en zorgvuldig onderhoud. De alternatorregelaar, daarentegen, werkt zuiver statisch; hier is geen sprake van contactbanen noch van beweegbare delen, zodat het onderhoud beperkt blijft tot een werkingscontrole ter gelegenheid van een grote herstelling van het rijtuig. (fig. 4).

Een laatste woord nog over het vermogen dat de generator moet leveren. Aanvankelijk volstond een dynamo van 1.500 watt om twee rijtuigen te voeden. Naarmate de behoefte aan licht groter werd, moest er ook meer elektrische energie geleverd kunnen worden, te meer daar sommige hulpdiensten eveneens elektriciteit gingen verbruiken (automatische deuren, ventilatoren van de luchtverwarming, enz.). Thans is een modern rijtuig uitgerust met een generator die tot 6.000 watt kan leveren.

De eigenlijke verlichting.

De gloeilamp verspreidt een aangenaam licht (de meeste huiskamers worden er nog altijd mee verlicht) en is eenvoudig aan te leggen. Daarentegen zijn er heel wat lampen nodig om een grote lichtsterkte te bekomen. Zulks is te wijten aan haar beperkt rendement: slechts 3 % van de opgenomen elektrische energie wordt als zichtbaar licht uitgestraald. Daarbij komt nog dat ze veel warmte verspreidt, zelfs gloeiend heet wordt (wie heeft nooit zijn vingers aan een lamp verbrand?) en een nog al kwetsbare gloeidraad bezit die niet te best tegen trillingen bestand is. Al bij al een niet zo aangewezen systeem voor spoorwagematerieel.

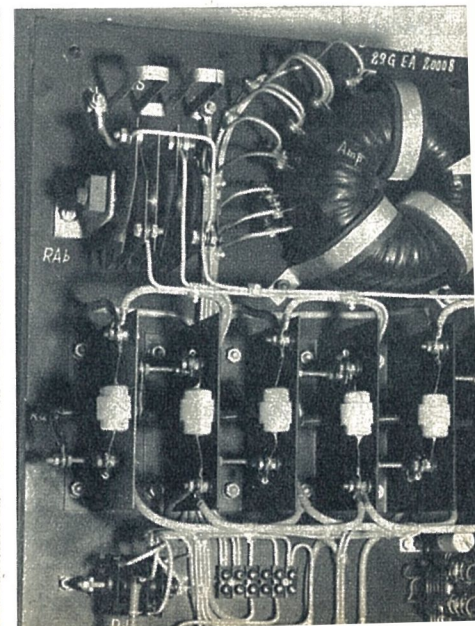
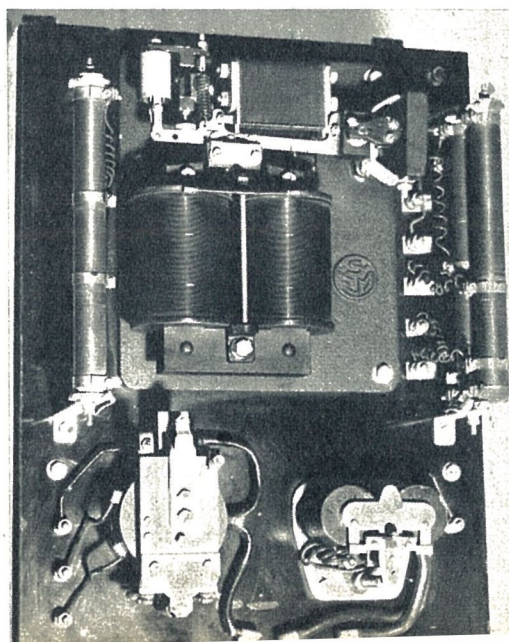
De fluorescentielampen.

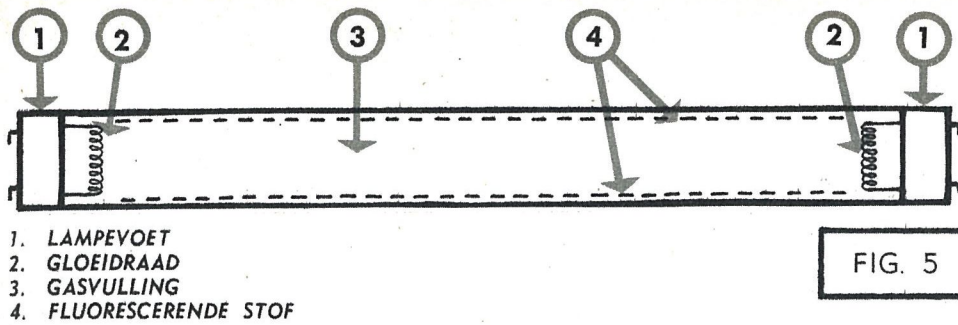
Het werkingsprincipe van de buislamp verschilt volkomen van dat van de gloeilamp. Zoals haar naam overigens laat veronderstellen, be-

FIG. 4

DYNAMOREGELAAR

ALTERNATOR REGELAAR





1. LAMPEVOET
2. GLOEIDRAAD
3. GASVULLING
4. FLUORESCERENDE STOF

FIG. 5

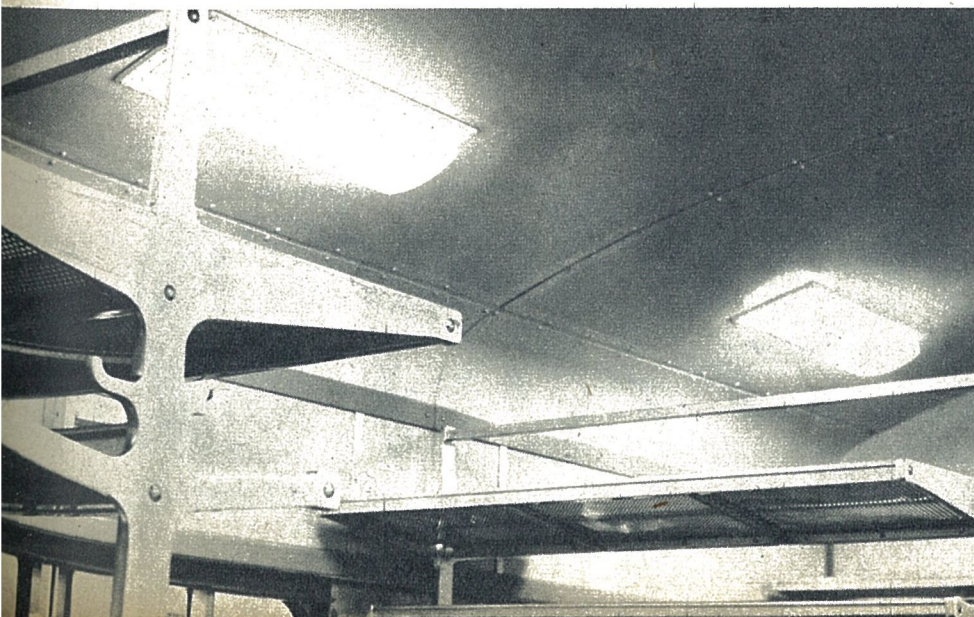
staat ze uit een buis die aan elk uiteinde afgesloten is door een lampevoet (fig. 5). Die lampevoet draagt een gloeidraad welke dienst doet als elektrode. De buis wordt eerst luchtledig gemaakt en vervolgens met edelgas en kwikdamp gevuld. De binnenkant van de buis is bekleed met een fluorescerende stof.

De werking van een buislamp is veel ingewikkelder dan die van een gloeilamp, maar kan als volgt worden samengevat: wanneer aan beide elektroden een voldoende grote spanning wordt aangelegd, wordt het gas een geleider van elektriciteit. De elektrische stroom gaat dan van de ene elektrode naar de andere, wat een onzichtbare straling doet ontstaan. Die onzichtbare straling wordt door de fluorescerende bekleding van de buis in een zichtbare straling omgezet.

Vergeleken met de gloeilamp, biedt de buislamp verscheidene voordelen: ze wordt amper lauw, heeft een hoger rendement (25%), maakt een betere lichtverdeling mogelijk en lijdt ook heel wat minder onder trillingen.

Tegenover die voordelen staan echter ook enkele nadelen: zo is het monteren van een buislamp moeilijker wegens haar grote afmetingen; ook het plaatsen ervan is ingewikkelder omdat het niet mogelijk is ze rechtstreeks met het normale spanningsnet te verbinden, vermits ze dan zou springen, en men, derhalve, de stroom die ze ontvangt door een omschakelingsapparaat of door ballast dient te beperken; bovendien ontsteekt ze enkel in een omgeving waarvan de temperatuur noch te laag noch te hoog is; ten slotte is de lengte van de buislamp evenredig aan haar elektrisch vermogen (een 20 W lamp is 60 cm lang, een 40 W lamp 120 cm). Men kan dus geen lamp van 20 W vervangen door een lamp van 40 W zonder tevens de lichtarmatuur te veranderen.

FIG. 6



De buislamp voor gelijkstroom 72 V.

Om een buislamp aan te steken is er een minimale spanning nodig die evenredig is aan haar lengte en haar vermogen.

In 1945 waren de rijtuigen uitgerust met gelijkstroom 24 V. Met die spanning kan men geen buislamp ontsteken; ze kan evenmin, zoals wisselstroom, in een hogere waarde worden omgezet. Men was dus wel verplicht een hogere spanning te nemen: het werd 72 V waarop buislampen van 15 W gebruikt konden worden.

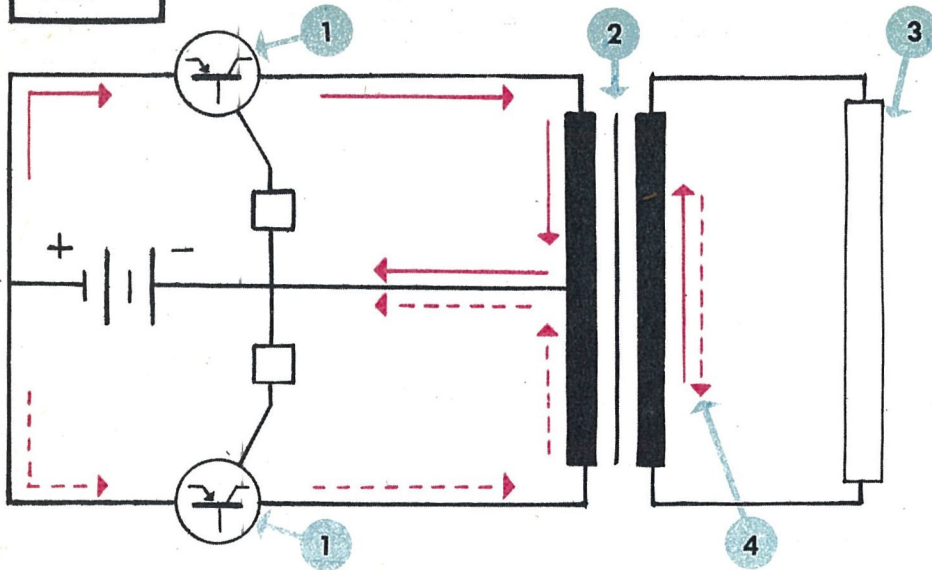
Van 1950 tot 1963 werden alle rijtuigen met dat verlichtingsstelsel uitgerust. Fig. 6 geeft een afbeelding van dergelijke installaties.

De verbetering van de verlichting is opvallend: in een rijtuig eerste klasse bekomt men, voor een opgenomen elektrisch vermogen dat slechts weinig hoger ligt, 110 lux met een fluorescentielamp, terwijl men vroeger slechts 32 lux met gloeilampen bekwam.

Er zijn nochtans heel wat nadelen verbonden aan het gebruik van buislampen die met gelijkstroom gevoed worden: het lichtrendement van een buislamp neemt vlug af; de ballast verbruikt bijna zoveel als de buis (maar geeft geen licht); de ontstekingsperiode duurt slechts enkele seconden: een lamp die niet onmiddellijk gaat branden, blijft gedoofd; de ontsteking is maar mogelijk tussen -5° en $+50^{\circ}$ C en bij voldoende spanning (65 V) (wanneer een rijtuig geruime tijd in de zon heeft gestaan, gebeurt het dat een groot aantal lampen niet branden, vooral als ze niet meer nieuw zijn).

Al die nadelen verdwijnen vrijwel volledig wanneer er wisselstroom wordt gebruikt.

FIG. 7



1. TRANSISTOR ; 2. TRANSFORMATOR ; 3. BUISLAMP ; 4. WISSELSTROOM.

De buislamp met transistoromvormer.

Sedert 1960 zijn er in de handel transistors verkrijgbaar die 40 watt en meer verdragen. Daarmee heeft men dan een toestelletje kunnen bouwen dat aan de ingang wordt gevoed met gelijkstroom en aan de uitgang wisselstroom levert. Op zo'n toestelletje kan een gewone buislamp van 40 watt uit de handel aangesloten worden. Die « individuele omvormer », zo genoemd omdat hij slechts één buislamp van 40 W voedt, bestaat hoofdzakelijk uit twee transistors en een transformator (fig. 7). De transistors laten om beurten de gelijkstroom door de transformator vloeien, de eerste transistor in een richting, de tweede in de tegengestelde richting. De transformator wordt dus doorlopen door een stroom die voortdurend van richting verandert, m.a.w. door een wisselstroom. Die wisselstroom wordt door de transformator omgezet in een voldoende hoge spanning om een buislamp van 40 watt te laten branden. Bovendien vervult hij de rol van ballast.

Alles is hierbij zo berekend dat de opgewekte wisselstroom een hoge frequentie bezit : 8.000 tot 9.000 Herz (d.i. 8.000 tot 9.000 veranderingen van positief naar negatief per seconde). Het toestel blijft betrekkelijk

klein (fig. 8) en kan in de lichtarmatuur geplaatst worden.

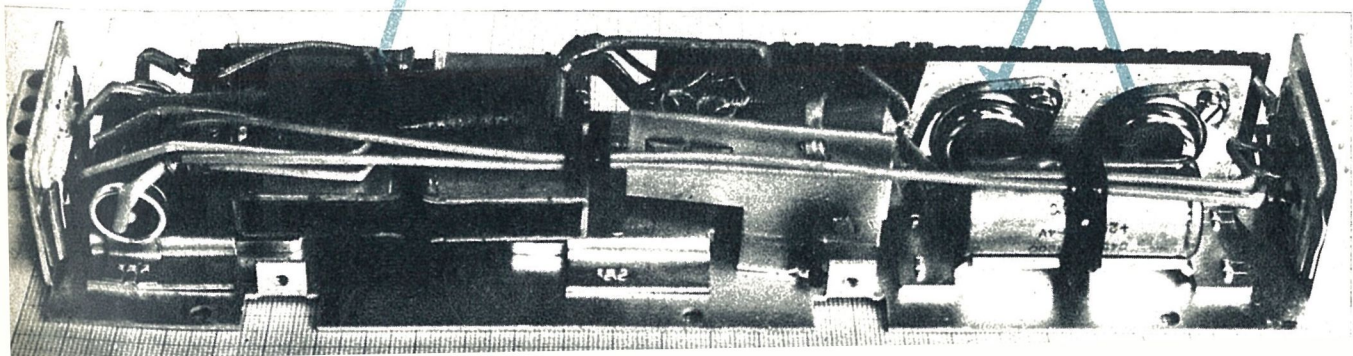
De transistoromvormer bezit een aantal enorme voordelen. Men kan ermee standaardlampen gebruiken uit de handel, waarvan het lichtrendement beter is dan dat van een gelijkstroombuislamp ; dank zij de frequentie van 8.000 Hz, wordt het reeds goede rendement van de buis nog aanzienlijk verbeterd en wordt het flikkeren van de buislamp volledig onzichtbaar ; de lamp slijt dan ook veel minder vlug. De ontsteking verloopt sneller en is minder afhankelijk van temperaturen en spanningen. Bij een zelfde stroomverbruik bedraagt de lichtsterkte 350 lux tegen 110 lux voor de gelijkstroombuislamp.

De gelijkspanning aangewend voor de elektriciteitsvoorziening mag evenwel niet hoger zijn dan 30 V (ter wille van de transistors) ; hieruit volgt dat het stelsel onbruikbaar is voor installaties van 72 V.

Het is, o.a. om die reden dat men de nieuwe R.I.C.-rijtuigen, welke in 1966 in dienst werden genomen, opnieuw uitgerust heeft met de spanning van 24 V. De volledige verlichting van die rij-

FIG. 8

A. TRANSISTORS
B. TRANSFORMATOR



tuigen is uitgevoerd met individuele transistoromvormers (een omvormer voedt twee 20 W lampen) (fig. 9).

Toekomstmuziek.

De snelle evolutie van de verlichting van onze rijtuigen is nog niet ten einde. Nu reeds bestaan er lichtgevende panelen, die slechts enkele millimeters dik zijn en wellicht eens onze moderne fluorescentielampen zullen verdringen. In verband met de alternator wordt er ernstig overwogen de volledige elektrische laagspanningsenergie te betrekken uit de elektrische hoogspanningsleiding van de verwarming van het rijtuig. Statische en elektronische omvormers zouden die hoogspanning (1.000, 1.500 of 3.000 V volgens het net) omzetten in 24 V gelijkstroom voor een vermogen van 20.000 watt. Alleen die goeie ouwe accumulatorenbatterij schijnt niet te worden bedreigd tenzij... wie weet, de brandstofcellen, die brandstof rechtstreeks omzetten in elektrische energie, tot het domein van het dagelijks gebruik gaan behoren.

VAN DEN EYNDEN,
ingenieur.

FIG. 9

