

Inhoudstabel.

	Nrs der artikels
Bepalingen	1
A. KOPPELINGEN TUSSEN MOTOR EN TRANSMISSIE.	
I. Algemeenheden	2
II. Assen met cardankoppelingen.	
Principe	3
Gebruik	4
Beschrijving	5
III. Assen met elastische koppelingen.	6
a) Hardy-koppelingen	7
b) Voith-koppelingen	8
c) Holset en Pirelli-koppelingen.	9
IV. De hydraulische koppeling.	
Gebruik	10
Beschrijving	11
Werking	12
Grondeigenschappen	13
B. DE MECHANISCHE TRANSMISSIES.	
I. Gebruik	14
II. Bijzondere onderdelen	15
III. De koppeling.	
Doel	16
Beschrijving en werking van de koppeling Brossel	17
IV. De snelheidskast.	
Algemeenheden	18
Snelheidskast met schuivende rondsels	19
Snelheidskast met steeds ingrijpende tandwielen	20

Boekje hlt

10. IV.

Inhoudstabel.

Bladz. 2.

	Nrs der artikels
V. De keerkoppeling.	
Algemeenheden	21
Keerkoppeling met conische tandwielen	22
Keerkoppeling met rechte tandwielen en met schuivend rondsel	23
Keerkoppeling met rechte tandwielen en koppelingsmof	24
VI. De verbindingsinrichting naar de motorassen.	
Algemeenheden	25
Asbrug met vijs zonder einde ...	26
Asbrug met conische tandwielen.	27
Reactiestangen	28
VII. Het differentieel	29
VIII. De afstandsbedieningen.	
Algemeenheden	30
Mechanische afstandsbedieningen	31
Electropneumatische afstandsbedieningen	32
IX. Gezamenlijke schikking van de mechanische transmissies.	
Mechanische transmissie Brossel der motorwagens types 553-554	33
Mechanische transmissie SLM — Winterthur der motorwagens types 608-620	34
X. Kenschetsende diagramma's van de mechanische transmissie	35

C. DE HYDRAULISCHE TRANSMISSIES.

	Nrs der artikels
I. Gebruik	36
II. Bijzonderste samenstellende organen	37 tot 41
III. De hydraulische koppeltransformator.	
Principe	42
Grondeigenschappen	43 tot 45
Werking met gedeeltelijke belasting	46
Verschillende types van koppeltransformatoren	47 tot 49
IV. De hydraulische koppeling	50
V. Samenstelling van de hydraulische transmissies.	
Algemeenheden	51
Veelvuldige hydraulische omlopen	52
Koppeltransformator waaraan een rechtstreekse gang toegevoegd is	53
VI. De transmissie SEM type GTC 4.	
Algemene bouw	54
De hydraulische hoofdomlopen ...	55
De keerkoppeling	56
De aandrijfinrichting der assen.	57
Bediening op afstand	58
VII. De hydraulische transmissies Voith L 37 of L 37 Z.	
Algemene samenstelling	59
De hydraulische kast	60
De reductor-keerkoppeling	61
Bediening op afstand	62

Boekje hlt

10. IV.

Inhoudstabel.

Bladz. 4.

D. DE ELECTRISCHE TRANSMISSIES.

	Nrs der artikels
I. Benutting	63
II. Samenstellende organen	64
De hoofdgenerator	65
De tractiemotoren	66
De hoogspanningsstroomkringen	67
De laagspanningsstroomkringen.	68
De elektrische uitrusting	69
De regelingsuitrusting	70
De ventilatoren	71
De meetapparaten	72
De stroomopwekker	73
III. Basisprincipes van de werking.	
Theoretische werking met volle belasting	74
Karakteristieken van de hoofdgenerator	75
Koppelen der tractiemotoren ...	76
Veranderen van koppeling	77
Het shunteren	78
Benuttigen van het veranderen van koppeling en van de shuntering	79
Opmerking	80
Omkeren van de ritrichting	81
Werking met gedeeltelijke belasting	82
Rendement van de elektrische transmissie	83

IV. Bijkomende bewerkingen.

Starten van de Dieselmotor

84

Uitschakelen van een tractiemo-
tor

85

Controle- en beschermingsappa-
raten

86

Rheostatisch remmen

87

**V. Bediening van meerdere eenhe-
den.**

Algemeenheden

88

Geval der motorwagens met twee
motorgroepen

89

Geval der locomotieven met een
enkele motorgroep

90

**VI. Beschrijving van de bijzonderste
systemen.**

Algemene principes

91

De transmissie ACEC — Wes-
tinghouse

92

De transmissie EMD (locomo-
tieven types 202-203-204)

93

Pagina	
84	IV. Hifmende bewoening
85	Starten van de Dichting
86	Uitspraken van een kritische
87	Control- en beschrijvings
88	IV. Hifmende bewoening
89	Starten van de Dichting
90	Uitspraken van een kritische
91	Control- en beschrijvings
92	IV. Hifmende bewoening
93	Starten van de Dichting
94	Uitspraken van een kritische
95	Control- en beschrijvings

IV. Hifmende bewoening

Starten van de Dichting

Uitspraken van een kritische

Control- en beschrijvings

IV. Hifmende bewoening

Starten van de Dichting

Uitspraken van een kritische

Control- en beschrijvings

IV. Hifmende bewoening

Starten van de Dichting

Uitspraken van een kritische

Control- en beschrijvings

HOOFDSTUK IV.

DE TRANSMISSIE.

- 1 Men geeft de benaming van « transmissie » aan het geheel der onderdelen die zich bevinden tussen de Dieselmotor en de drijf(sen). De transmissie moet dienen om het vermogen dat ontwikkeld wordt op de as van de Dieselmotor over te brengen naar de drijf(sen).

De redenen waarom het noodzakelijk is de motorwagens en de Diesellocomotieven te voorzien van een transmissie, werden uiteengezet in hoofdstuk II, art. 6.

Brengen we in herinnering dat de transmissie drie functies moet verzekeren :

1. Het vermogen aan de uitgang van de Dieselmotor (is onder volle belasting het product van een constant koppel met een constante snelheid) omvormen in een bruikbaar vermogen aan de assen om aldus bij het aanzetten en bij lage ritsnelheden een grote trekkracht uit te oefenen op het voertuig om dan vervolgens te verminderen naargelang de snelheid toeneemt.

Afgezien van de rendementschommelingen in de transmissie, zal men steeds het volledig vermogen van de Dieselmotor gebruiken indien de trekkracht beantwoordt aan de wet:

trekkracht \times ritsnelheid = constante.

Deze ideale voorwaarde wordt op een min of meer volledige wijze vervuld al naar het stelsel van transmissie.

2. De Dieselmotor kunnen afzonderen van de drijfassen opdat hij, gedurende de stilstanden van het rijtuig, op traagloop zou kunnen blijven draaien.

3. De omkeerbaarheid van de rijrichting van het voertuig verwezenlijken mits behoud van de draairichting van de Dieselmotor, die gelijkvormig is.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 2.

De transmissies die gebruikt worden op de motorwagens en Diesellocomotieven worden in drie categorieën gerangschikt, te weten :

- a) de **mechanische** transmissie;
- b) de **hydraulische** transmissie;
- c) de **electrische** transmissie.

Zekere transmissies die de principes aangewend in de hydraulische en mechanische transmissies gezamenlijk gebruiken, worden **hydro-mechanisch** genoemd; ze worden beschreven in deel (C) van dit hoofdstuk samen met de hydraulische transmissies.

Vooraleer de studie van de verschillende transmissiestelsels aan te vatten, zal het eerste gedeelte (A) van dit hoofdstuk gewijd worden aan de verschillende koppelingsstelsels tussen motor en transmissie.

A. KOPPELINGEN TUSSEN MOTOR EN TRANSMISSIE.

I. ALGEMEENHEDEN.

- 2 In de **Diesel-electrische locomotieven** is de ankeras van de hoofdgenerator rechtstreeks verbonden met de Dieselmotoras, door middel van een licht buigbare koppeling. Het andere uiteinde van de ankeras wordt gedragen in een enkel lager langs de tegenoverstaande zijde van de koppeling.

Gebeurlijk wordt dit lager geplaatst op een verlengstuk van de voeting van de Dieselmotor (locomotieven type 201 — Cockerill). De Diesel-generator-groep kan aldus uit één stuk van de locomotief worden weggenomen.

In de Diesel-hydraulische locomotieven alsmede in de motorwagens (over 't algemeen), wordt de verbinding tussen de Dieselmotor en de snelheidskast — hydraulische kast — of zelfs desgevallend de hoofdgenerator — verwezenlijkt door een koppelingsas. De functie van deze koppelingsas bestaat niet enkel in het eenvoudig over-

brengen van het motorkoppel, doch ook in het vereffenen van de onvolmaaktheden van de opstelling zoals een gebrekkige aslijn en de betrekkelijke bewegingen tussen de motor en de snelheidskast (of de generator). De koppelingsas dient eveneens om te beletten dat de trillingen tussen motor en transmissie aanleiding zouden geven tot schadelijke resonantie-verschijnselen.

Men heeft volgende types :

- 1) de assen met cardankoppelingen;
- 2) de assen met elastische koppelingen.

II. DE ASSEN MET CARDANKOPPELINGEN.

3 Principe.

De cardankoppeling laat toe een as (II) aan te drijven door een andere as (I) welke met de eerste een zekere, willekeurige, veranderlijke hoek vormt (fig. 1).

In principe bevat ze een centraal stuk, kruisstuk genoemd; elke arm van het kruisstuk heeft aan zijn uiteinden twee tappen waarop een stuk scharniert welke de vorm van een vork heeft en welke het uiteinde van elk der assen I en II vormt. De aslijnen der twee assen snijden zich in het centrum van het kruisstuk.

De cardankoppelingen hebben volgende eigenschap : wanneer de drijvende as (I) met een eenparige omwentelingssnelheid draait, is de omwentelingssnelheid van de gedreven as (II) niet eenparig, t.t.z. dat deze laatste, niettegenstaande hij hetzelfde aantal omwentelingen per minuut maakt als de drijvende as, schokkend draait; de beweging is des te onregelmatiger naarmate de gevormde hoek groter is.

Om aan dit nadeel te verhelpen bezitten de **cardanassen** gewoonlijk twee cardankoppelingen C1 en C2 verbonden bij middel van een buisvormige tussenas (fig. 2). Deze as bevat meestal een schuivende verbinding met

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 4.

groeven T, welke de lengteveranderingen opneemt; men zegt dan een **telescopische** as. De schikking met twee cardans vermijdt elke onregelmatigheid in de overbrenging der beweging op voorwaarde dat de hoek der twee koppelingen dezelfde zij, t.t.z. dat de drijvende en gedreven as evenwijdig zijn (fig. 3) of hun snijpunt hebben op de hoogte van het midden van de tussenas (fig. 2); bovendien moet men bij de opstelling van de tussenas er op letten dat de relatieve stand van de vorken aan zijn twee uiteinden geëerbiedigd is.

4 Gebruik.

De cardanassen worden slechts uitzonderlijk aangewend als koppelingsassen tussen motor en transmissie, hetzij dat, ten gevolge van plaatsgebrek, de assen niet in elkaars verlengde konden opgesteld worden, hetzij dat de snelheidskast op een zekere afstand van de Dieselmotor moest geplaatst worden zoals bij de Brossel-motorwagens met bogies types 553-554.

De cardanassen worden echter veel aangewend bij de mechanische of hydraulische transmissies als verbinding tussen de snelheidskast en de drijfassen van het rijtuig. Ze worden ook veel gebruikt voor het aandrijven van zekere hulptoestellen, b.v. de ventilatoren van de radiatoren, de compressor, enz.

5 Beschrijving.

Op constructief gebied kunnen de cardankoppelingen verschillende schikkingen vertonen. De meest gebruikte zijn deze met naaldlagers of met rollagers [type Spicer-Glaenzer (fig. 4)]. Een dergelijke cardan bestaat uit een kruisstuk met 4 tappen en twee vorken welke elk twee naald- of rollagers bevatten; dit type van cardan heeft een zeer goed rendement (kleine wrijvingsverliezen) en de levensduur van de smeerstof is groter.

Op zekere motorwagens van oud model (types 608-620) worden nog cardans met glijlagers gebruikt.

III. ASSEN MET ELASTISCHE KOPPELINGEN.

- 6** Meestal bevindt de as van de snelheidskast van de hydraulische kast of van de hoofdgenerator zich in de verlenging van deze van de Dieselmotor en de twee onderdelen zijn betrekkelijk kort bij elkaar gebracht.

In dit geval wordt er, tussen de motoras en deze van de snelheidskast (of van de generator), gebruik gemaakt van een elastische koppeling. De meest gebruikte elastische koppelingen worden hierna beschreven.

7 a) Hardy-koppelingen (fig. 5).

Het volledige koppelingstelsel bestaat uit een as (2) welke, met tussenplaatsing van elastische koppelingen verbonden is, enerzijds met de motoras (1) en anderzijds met de primaire as (3) van de snelheidskast of de as van de generator.

Elke elastische koppeling omvat :

- twee sterren met 4 armen : (4) en (6) kant motor, (5) en (7) kant snelheidskast; de armen van elk zijn ten opzichte van de armen van de overeenstemmende ster over 45° verschoven;
- elastische schijven : (8) kant motor, (9) kant snelheidskast, tussen de sterren geplaatst; deze schijven zijn in weefsel of in gummi;
- verbindingbouten : (b1), (b2) kant motor, (b3), (b4) kant snelheidskast; van elastische schijven op de armen van de sterren.

Bij de meeste koppelingsassen is de koppelingsster (5) kant snelheidskast solidair gemaakt met de koppelingsas (2) door een telescopische verbinding met groeven en inkepingen. In dit geval is er een beschermingsbalg (10) voorzien met aansluitband (11). De Hardy-koppeling wordt meestal gebruikt op de motorwagens.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 6.

8 b) Voith-koppeling.

De constructie van de Voith-koppeling stemt overeen met deze van de Hardy-koppeling; alleen de gummischijven zijn vervangen door een opeenstapeling van stalen ringen van 1 mm dikte. Voor eenzelfde over te brengen koppel neemt de Voith-koppeling minder plaats in dan de Hardy-koppeling. Daarom gebruikt men ze voor de Diesel-hydraulische rangeerlocomotieven die tragere maar sterkere motoren hebben.

9 c) Holset- en Pirelli-koppelingen.

In deze koppelingen wordt het koppel overgebracht door tussenkomst van gummiblokken die gevat zijn in ruimten aangebracht in de koppelingsplaten.

In de Holset-koppeling zijn de gummiblokken cilindrisch (fig. 6); in de Pirelli-koppeling hebben ze een trapezoidale vorm.

Deze twee types koppelingen worden eveneens gebruikt op zekere Diesel-hydraulische rangeerlocomotieven.

IV. DE HYDRAULISCHE KOPPELING.

10 Gebruik.

In zekere motorwagens met een mechanische transmissie (types 608 en 620) is er tussen de Dieselmotor en de snelheidskast een hydraulische koppeling ingeschakeld. Dit soort koppeling vormt een elastische verbinding welke de motor en de snelheidskast beschermt tegen schokken welke nadelig zijn voor hun behoud. Ze wordt opgesteld op het uiteinde van de motoras vóór de koppelingsas met de snelheidskast (met elastische koppelingen).

Anderzijds is de hydraulische koppeling ook een van de samenstellende elementen van zekere hydraulische transmissies.

11 Beschrijving.

De hydraulische koppeling bevat (fig. 7 en 8) :

- het **pomprad** (A) of primair rad, dat rechtstreeks op het vliegwiel van de motor is vastgebout;
- het **turbinerad** (B) of secundair rad vastgespied op het uiteinde van de secundaire as die met het andere uiteinde is verbonden aan de ster van de koppelingsas met de snelheidskast.

Het pomprad en het turbinerad zijn voorzien van radiaal geplaatste platte schoepen die onder elkaar een reeks holten vormen (a) en (b).

Het carter (K) is vastgebout op het pomprad en omvat het turbinerad. Het geheel is tot een zeker peil (ongeveer de $\frac{2}{3}$ van de hoogte) gevuld met lichte minerale olie (licht vloeibare olie); te dien einde is een vulstop (c) voorzien in het carter.

12 Werking.

Wanneer het pomprad wordt aangedreven door de Dieselmotor, wordt de vloeistof die zich in de holten bevindt, naar de buitenkant gestuwd onder de werking van de middelpuntvliedende kracht; ze komt terecht in de holten van het turbinerad langs de buitenkant en verplicht de vloeistof die zich bevindt op het hoogste gedeelte van deze holten van zich te verplaatsen en opnieuw in het pomprad te dringen langs de onderste kant van de holten. Aldus doet zich de omloop voor van de vloeistof binnen in de koppelaar, in de richting aangeduid door de pijlen.

Terzelfder tijd wordt de vloeistof in een draaibeweging meegenomen door het pomprad in deze beweging wordt hare snelheid groter naarmate ze zich van de as verwijderd. De doorgang in de pomp geeft aldus aan de vloeistof een zekere verhoging van haar snelheid en bijgevolg ook van haar bewegingsenergie.

De energie, nodig om de weerstand van de pompbeweging te overwinnen, wordt geleverd door de Dieselmotor.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 8.

In de turbine doet zich het omgekeerde verschijnsel voor : de vloeistof doet de beweging vertragen met een drukking uit te oefenen op de assen; t.t.z. er is een verlies aan bewegingsenergie die wordt omgezet in mechanische energie op de uitgangsas.

De turbine is aldus in beweging gebracht en versnelt geleidelijk zodat het voertuig ook in beweging komt. De hydraulische koppeling brengt echter alleen het koppel van de Dieselmotor over, indien de snelheid van de turbine een weinig lager blijft dan deze van de pomp; inderdaad, is het alleen onder deze voorwaarde dat de omloop van de vloeistof tussen de twee elementen behouden blijft, daar de middelpuntvliedende kracht uitgeoefend op de vloeistof door de pomp, een weinig groter is dan deze uitgeoefend door de turbine.

13 Grondeigenschappen.

Men noemt **slip** van de koppeling het verschil van snelheid tussen het primaire rad en het secundaire rad, uitgedrukt in % van de draaisnelheid van het primaire.

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \times 100.$$

De koppeling is zodanig opgevat dat voor het volledige vermogen en de nominale snelheid van de Diesel, het slip 2 % à 3 % bedraagt. Het « slip » vermindert indien het over te brengen koppel minder groot is en het vermeerderd indien de snelheid vermindert. Het blijft echter steeds gering in normale ritvoorwaarden.

Anderzijds is de hydraulische koppeling geen koppeling-omvormer-mechanisme. Aan de secundaire (ingang van de snelheidskast) draagt ze steeds een koppel over dat steeds gelijk is aan het primaire koppel (ontwikkeld door Dieselmotor). Ze laat echter toe dat bij het aanzetten of bij de overgang der snelheden in de kast de snelheidsverschillen tussen primaire en secundaire geleidelijk worden opgeslorpt zonder schokken noch tussenkomst van onderdelen die onderhevig zijn aan wrijving of sleet.

Het rendement van de koppeling t.t.z. de verhouding tussen het vermogen aan de secundaire as en het drijvend vermogen (primaire as) wordt gegeven door de verhouding :

$$r = 100 - S (\%).$$

In een normale rit met een « slip » van 3 % zal het rendement dus zijn $100 - 3 = 97 \%$.

Het verloren vermogen zet zich om in warmte die wordt overgebracht naar de olie van de koppeling. Deze warmteontwikkeling is dus alleen belangrijk wanneer de koppeling werkt met een sterk « slip » b.v. tijdens het aanzetten van de motorwagen.

De werking bij dit regime moet dan ook van korte duur zijn.

De trekkracht uitoefenen wanneer de remmen zijn aangesloten veroorzaakt door een te groot « slip » een abnormale verhitting van de olie in de koppelaar.

B. DE MECHANISCHE TRANSMISSIE.

I. GEBRUIK.

- 14** De mechanische transmissies worden alleen gebruikt op de motorwagens. Op het materieel van de N.M.B.S. ontmoet men 3 types van transmissies die genoemd worden naar de bouwer :

- de transmissie **Brossel** (motorwagens types 551-552 : 125 pk; en types 553-554 : 165 pk);
- de transmissie **Maybach** (motorwagens type 601 : 175 pk);
- de transmissie **SLM Winterthur** (motorwagens type 608 : 370 pk en type 620 : 2×370 pk).

II. BIJZONDERSTE ONDERDELEN.

- 15** Iedere mechanische transmissie bestaat hoofdzakelijk uit de opeenvolging van volgende bijzonderste onderdelen, geschikt tussen de Dieselmotor en de motorassen van het rijtuig :
- de koppeling;

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 10.

- de snelheidskast;
- de keerkoppeling;
- de aandrijfinrichting van de motorassen.

In zekere transmissies (Maybach en SLM Winterthur) is de koppeling geen onderdeel dat onafhankelijk is van de snelheidskast. Deze laatste bevat een eigen koppeling voor elke snelheid, individuele koppeling genoemd.

De mechanische transmissie kan eveneens zekere bijkomende onderdelen bevatten, hetzij :

- een differentieel (transmissie Brossel);
- een hydraulische koppeling aangebracht tussen de Diesel en de snelheidskast (transmissie SLM Winterthur).

Ten slotte is de transmissie steeds voorzien van afstandsbedieningen voor de verschillende te bedienen onderdelen.

III. DE KOPPELING.

16 Doel.

De koppeling laat toe, enerzijds de motor te laten draaien zonder de assen aan te drijven, en anderzijds op het gepaste ogenblik de draaiende motor te verbinden met de stilstaande assen.

Ze bestaat uit een progressieve koppelinrichting welke motoras met de snelheidskast verbindt en op het ogenblik van het aanzetten een zekere glijding toelaat, t.t.z. een verschil tussen de omwentelingssnelheid van de motor en deze van de transmissie.

Op het ogenblik van het aanzetten komt het er immers op aan een verbinding te verwezenlijken tussen een stilstaande massa (de motorwagen) en een Dieselmotor welke draait op een snelheid minstens gelijk aan de ontstekingsnelheid. Indien de glijding niet mogelijk ware zou het aanzetten van het rijtuig met een schok gebeuren en zou men gevaar lopen de motor te zien stilvallen wegens vastzetten of vertraging beneden de ontstekingsnelheid. De koppeling laat bovendien toe de motor te ontkoppelen voor het overgaan van de ene snelheid naar de andere.

17 Beschrijving en werking van de koppeling Brossel.

Als afzonderlijk onderdeel van de snelheidskast vindt men de koppeling alleen in de mechanische transmissie Brossel.

Deze koppeling is van het type met dubbele schijf zoals men ontmoet bij zware autovoertuigen (fig. 9).

Ze bevat twee stalen schijven (1) waarvan de twee zijden bezet zijn met ringvormige belegsels uit een grondstof met hoge wrijvingscoëfficiënt (op basis van asbest) en vastgehecht op een mof (2) welke gelijk op de gegroefde as (3) van de snelheidskast.

Normaal zijn de schijven krachtig tegen de wand van het vliegwiel (V) van de motor gedrukt, door gietijzeren schijven (4) en (5), door de werking van een sterke veer (R); deze veer drukt op de drukschijven door tussenkomst van het kogelstuitlager (B), de ontkoppelingsring (6), de klauwen (7) en de drukvingers (8). Het is de « **ingekoppelde** » stand waarin de drijf-as van de snelheidskast solidair is met de motoras.

In de **uitgekoppelde** stand wordt de veer R samenge-drukt met behulp van een vork welke drukt op het ontkoppelingsstuitlager en bediend wordt door een in de stuurpost geplaatste pedaal, door tussenkomst van een spel stangen.

De drukschijven openen zich onder de werking van stelveren (9) en de koppelingsschijven komen vrij.

IV. DE SNELHEIDSKAST.**18 Algemeenheden.**

De snelheidskast is het orgaan waarin het « **veranderen van snelheid** » plaats heeft t.t.z. een veranderlijke demultiplicatie van de omwentelingssnelheid van de motor, samen met een overeenstemmende multiplicatie van het motorkoppel.

In principe is zij samengesteld uit een mechanisme dat een reeks tandwielkoppels, met verschillende snelheidsverhoudingen (demultiplicaties) bevat.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 12.

Met elke demultiplicatie stemt een verschillende « snelheid » overeen. De snelheidskasten bezitten over het algemeen 4 of 5 snelheden.

Om het voertuig aan te zetten, met reeds draaiende motor, begint men gebruik te maken van de grootste demultiplicatie (1^e snelheid). Wanneer het voertuig reeds een zekere ritsnelheid heeft bereikt schakelt men deze eerste demultiplicatie uit en gebruikt in de plaats hiervan de tweede (2^e snelheid) en zo verder tot op het ogenblik dat de kleinste verhouding bekomen wordt (over het algemeen de 4^e of de 5^e snelheid) soms **rechtstreekse gang** genoemd.

De lagere snelheden worden eveneens gebruikt gebeurlijk om de hellingen te beklimmen, waarop de motor niet voldoende vermogen heeft voor het beklimmen in rechtstreekse gang.

De snelheidskast laat ten slotte nog toe de motor te laten draaien bij stilstand van het voertuig, met ingekoppelde motor : de snelheidskast staat dan op het « **dodepunt** ».

De snelheidskasten worden in twee categorieën ingedeeld :

a) het type « met schuivende rondsels » (geval van de Brossel-transmissie);

b) het type « met steeds ingrijpende tandwielen en individuele koppelingen » (geval van de transmissie SLM Winterthur en Maybach).

19 Snelheidskasten « met schuivende rondsels ».

Dit type van snelheidskast is opgevat volgens het principe van de snelheidskasten in de auto-constructie gebruikt. Zij wordt gebruikt in vermenigvuldiging met een **afzonderlijke koppeling**, vóór de snelheidskast geplaatst (zie art. 15).

De versnellingskast gebruikt in de mechanische transmissie Brossel bezit 4 snelheden. Zij bevat hoofdzakelijk (fig. 10) :

— een primaire as (A) welke zijn draaiende beweging ontvangt van de krukas van de Dieselmotor door bemiddeling van de koppeling;

- een secundaire as (B) welke de gedemultiplieerde beweging aan de assen overdraagt door bemiddeling van de keerkoppeling;
- een tussenas (C).

De primaire as (A) en de secundaire as (B) bevinden zich in elkaars verlengde maar kunnen aan verschillende snelheden draaien.

De overbrenging van het vermogen van de ene op de andere van deze assen wordt verwezenlijkt door tussenkomst van de tussenas (C) welke zijn draaiende beweging ontvangt van de primaire as (A) door bemiddeling van het steeds ingrijpende paar tandwielen (a) en (b).

Op de secundaire as (B) zijn de **schuivende rondsels** (I) (II) (III) opgesteld welke op deze as kunnen verschuiven maar er door in zijn draaiende beweging medegenomen worden bij middel van groeven.

Op de tussenas (C) worden de **aandrijvingsstandwielen** (1) (2) (3) vastgespied.

De schema's fig. 11 tot 14 stellen de werking van de snelheidskast voor.

In de 1^e snelheid (fig. 11) grijpen de tandwielen 1-I met elkaar in.

Het drijfvermogen wordt overgezet volgens a-b-1-I.

In de 2^e snelheid (fig. 12) grijpen de tandwielen 2-II met elkaar in.

Het drijfvermogen wordt overgezet volgens a-b-2-II.

In de 3^e snelheid (fig. 13) grijpen de tandwielen 3-III met elkaar in.

Het drijfvermogen wordt overgezet volgens a-b-3-III.

In de 4^e snelheid (fig. 14) zijn de tandwielen a en III solidair gemaakt door middel van klauwen op hun zijkan-ten geplaatst (klauwkoppeling).

Het vermogen wordt dan rechtstreeks van de primaire op de secundaire as overgezet; daarom wordt deze 4^e snelheid ook « **rechtstreekse gang** » genoemd. Op te merken dat de tussenas vrij draait.

Het rondsels (4) gespied op het uiteinde van de secundaire as dient voor het aandrijven van de keerkoppeling.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 14.

Het verschuiven van elk der verschuifbare rondsels op de secundaire as geschiedt door een vork welke het schuivend rondsel neemt in een daartoe voorziene cirkelvormige groef.

Elke vork is bevestigd op een langsstang (S1 en S2). De beweging van deze langsstangen wordt bevolen door een stelsel met hefboomen en stangen welke vertrekken uit de bedieningshefboomen voor verandering van snelheid, in elk der voerdersposten van de motorwagen geplaatst.

Een stelsel van automatische grendeling belet het ontijdig verplaatsen van de verschuivende rondsels wanneer een paar tandwielen met elkaar ingrijpt.

20 Snelheidskast met steeds ingrijpende tandwielen en individuele koppelingen.

De mechanische transmissie kan des te moeilijker gebruikt worden naarmate het over te brengen vermogen groter is. Vooral voor de voertuigen uitgerust met motoren van groter vermogen is het uiterst voordelig gebruik te maken van versnellingskasten waarin de tandwielen steeds blijven ingrijpen. Deze soort snelheidskast is veel steviger en soepeler dan het type met schuivende rondsels en kan grotere koppels overbrengen. Bovendien laat zij toe tandwielen met helicoïdale vertanding te gebruiken, welke een geluidlozer werking verzekeren dan deze met tandwielen met rechte vertanding.

Een dergelijke kast omvat (fig. 15) :

- een primaire as (A), rechtstreeks aangedreven door de Dieselmotor en waarop drijvende rondsels (1) (2) (3) (4) gespied zijn (voor een kast met 4 snelheden);
- een secundaire as (B), welke het gedemultiplieerde vermogen naar de drijfassen overbrengt en waarop de tandwielen (I) (II) (III) en (IV) vrij draaien doch steeds blijven ingrijpen met de respectievelijk drijvende rondsels (1) (2) (3) en (4);
- individuele koppelingen (E1) (E2) (E3) en (E4) welke toelaten de secundaire as B respectievelijk solidaire te maken met de tandwielen (I) (II) (III) en (IV).

Men kan elk der snelheden verwezenlijken door het overeenstemmende tandwiel solidair te maken met de secundaire as terwijl de andere los op deze as blijven draaien.

Dit soort snelheidskast bevat derhalve geen tussenas.

De afzonderlijke koppeling geplaatst voor de versnelingskast is afgeschaft.

De snelheidskast **Maybach** (motorwagens type 601) bevat 4 snelheden waarvan de koppelingen bediend worden bij middel van olie onder druk.

De snelheidskast **SLM Winterthur** (motorwagens types 608 en 620) bevat 5 snelheden; de individuele koppelingen vertonen een bijzondere schikking in deze zin dat zij ondergebracht zijn binnen in de tandwielen op de secundaire as geplaatst. Hun werking is de volgende (fig. 16 en 17) :

Op de secundaire as (B) zijn twee bronzen koppelingsschijven (d1) (d2) geplaatst welke op deze as kunnen verschuiven doch er zich niet los op draaien.

De zijwanden (f1) (f2) van de tandkrans (I) zijn los opgesteld tegenover de draagvlakken van de koppelingsschijven (d1) (d2) maar kunnen zich niet in de langszin verplaatsen. Deze zijwanden zijn in staal.

De inwendige oppervlakken van de zijwanden (f1) (f2) van het tandwiel (I) en de buitenvlakken van de koppelingsschijven (d1) (d2) zijn voorzien van cirkelvormige groeven waarvan de rechte doorsnede een V-vorm is en welke geschikt zijn om in elkaar te dringen.

Tijdens de koppeling (fig. 16) wordt er olie onder druk toegelaten langs het kanaal (r) van de secundaire as (B) in de kamer (T1) tussen de schijven (d1) en (d2). Deze oliedruk drukt de 2 schijven (d1) en (d2) uit elkaar en veroorzaakt de koppeling van elk dezer schijven met de overeenstemmend zijwanden (f1) en (f2) van de kroon. De secundaire as (B) wordt aldus geleidelijk aangedreven door het overeenstemmende paar tandwielen.

Bij het ontkoppelen (fig. 17) laat men langs hetzelfde kanaal (r) de olie voordien ingelaten in de ruimte (T1) tussen de schijven (d1) en (d2) terug wegvloeien zodanig

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 16.

dat de olie onder druk, welke doorlopend toegelaten wordt in de kamers (T2) langs het kanaal (s) in de secundaire as (B) de schijven (d1) en (d2) naar elkaar toe drukt en ontkoppeling veroorzaakt.

V. DE KEERKOPPELING.

21 Algemeenheden.

De omkering van rijrichting bij de motorwagens met mechanische transmissie wordt verwezenlijkt bij middel van tandwiel-combinaties.

De keerkoppelingen aangewend bij de drie types van mechanische transmissie, in gebruik bij de N.M.B.S., zijn van verschillend model, te weten :

a) de keerkoppeling met conische tandwielen (Maybach);

b) de keerkoppeling met rechte tandwielen en met schuivend rondsel (Brossel);

c) de keerkoppeling met rechte tandwielen en klauwkoppelmof (SLM Winterthur).

Zij bevinden zich alle drie in hetzelfde carter als de snelheidskast.

22 Keerkoppeling met conische tandwielen (fig. 18 tot 20).

Dit type van keerkoppeling is samengesteld uit een conisch tandwiel (A) steeds ingrijpend met twee tandwielen (B en C) losdraaiend op de as (D) (valse as of drijf-as zelf). Een koppelmof voorzien van klauwen op de zijdelingse vlakken, mechanisch of pneumatisch bewogen, kan zich verplaatsen op de as (D) welke de twee tandwielen draagt en deze as solidair maken met het ene of andere wiel (B) of (C).

Voor een gegeven draaizijn van de as van het drijvend tandwiel (A) bekomt men aldus naar believen een draaizijn van de gedreven as (D) in de ene of de andere richting. Op figuur 19 geschiedt de rit in de ene richting (vooruit). Op figuur 20 gebeurt deze in de andere richting (achteruit) terwijl de stand « dodepunt » weergegeven wordt op figuur 18.

Bij de motorwagens type 601 drijft deze keerkoppeling een valse dwarsas aan, welke met stangen met de drijf-wielstellen verbonden is.

23 Keerkoppeling met rechte tandwielen en met schuivend rondsel.

Bij dit type keerkoppeling wordt het motorvermogen naar de gedreven as door cilindrische tandwielen overgedragen :

- voor een rijrichting geschiedt de overbrenging van het vermogen rechtstreeks bij middel van een paar tandwielen;
- voor de andere rijrichting geschiedt de overbrenging van het vermogen door bemiddeling van een of meerdere omkeertandwielen welke de draaizin omkeren.

De omkering van de rijrichting wordt verwezenlijkt bij middel van een schuivend rondsel.

Figuur 21 geeft een voorstelling van een keerkoppeling met cilindrische tandwielen zoals deze opgesteld zijn in de snelheidskast met schuivende rondsels van de motorwagens **Brossel** types 553 en 554.

Deze keerkoppeling omvat een drijvend rondsel (4) op het uiteinde van de secundaire as van de snelheidskast en drie rondsels (5) (7) (8) (opgesteld in eenzelfde verticaal dwarsvlak) evenals een omkeertandwiel (6). De rondsels (4) (5) (8) zijn op hun as vastgespied terwijl het omkeertandwiel (6) en het tussengeplaatst rondsel (7) kunnen schuiven. Een van de rijrichtingen wordt bekomen door het ingrijpen van de rondsels 4-5-7-8, terwijl de andere rijrichting voortspruit uit het ingrijpen van de rondsels 4-5-6-7-8.

Het laatste rondsel (8) van de keerkoppeling doet met tussenkomst van een differentieel (d) de overbrenging van het drijfvermogen naar een cardanas (D) die de motorassen aandrijft.

24 Keerkoppeling met rechte tandwielen en klauwkoppelingsmof (fig. 22).

Figuur 22 stelt de keerkoppeling voor met cilindrisch steeds ingrijpende rondsels en koppelingsmof zoals deze

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 18.

opgesteld is in de snelheidskast SLM Winterthur (motorwagens types 608 en 620).

Dit type van keerkoppeling omvat :

- twee rondsels (6) (8) solidair met de secundaire as (B) van de snelheidskast;
- twee tandwielen (7) (10) welke vrij draaien op een tussenas (C) en, tussen deze tandwielen, een klauwkoppelingsmof (m) mechanisch of pneumatisch bediend;
- een omkeertandwiel (9) gespied op een tussenas (E);
- een paar tussentandwielen (11) en (12) welke het drijfvermogen van de tussenas (C) op de cardanas (D) overbrengen voor het aandrijven van de motorassen.

De koppelingsmof (m) voorzien van klauwen op de twee zijvlakken kan zich op de tussenas (C) voorzien van twee tandwielen (7) en (10) verplaatsen en deze as solidair maken met het ene of het andere dezer tandwielen; om dit te bereiken kunnen de klauwen van de mof ingrijpen met de klauwen aangebracht op de zijvlakken van de ene of de andere dezer tandwielen (7) en (10).

Door het bedienen van de koppelingsmof (m) bekomt men aldus naar believen het wentelen van de tussenas (C) in de ene of de andere richting; hetzij de rit in de ene richting (vooruit) volgens (6) (7), hetzij de rit in de andere richting (achteruit) volgens (8) (9) (10).

VI. DE AANDRIJFINRICHTING DER MOTORASSEN.

25 Algemeenheden.

Deze inrichting heeft tot doel het motorkoppel van de Dieselmotor, vermenigvuldigd in de snelheidskast, op de motorwielstellen van het rijtuig over te brengen.

Deze inrichting vormt terzelfder tijd een constante demultiplicatie van de omwentelingssnelheid der uitgangsas van de snelheidskast.

Uitgenomen in de transmissie Maybach (motorwagens type 601) die nog een aandrijfstelsel bezit met valse as en stangen, wordt de verbinding tussen de snelheidskast en de motorwielstellen verwezenlijkt bij middel van cardanassen en asbruggen.

Deze inrichting omvat gebeurlijk voor elk der motorassen :

— Een **transmissieas** met een of meerdere cardanassen gewoonlijk telescopisch, en bestemd om de relatieve bewegingen op te nemen tussen de snelheidskast, welke vast is aan het raam of op een bogie van het voertuig en de as. Deze bewegingen komen voort uit de schommelingen van de ophanging en eventueel uit de rit in bochten (geval van de snelheidskast bevestigd op het raam van de motorwagen).

— Een **asbrug** welke de as aandrijft en terzelfder tijd de richting van de beweging omvormt; deze welke een wenteling is rond een langsas wordt omgevormd in een wenteling om een dwarsas. De asbrug verwezenlijkt bovendien een vaste omvorming van de draaisnelheid der transmissieas.

Men onderscheidt :

- de asbruggen met vijs zonder einde (transmissie Brossel);
- de asbruggen met conische tandwielen (transmissie SLM Winterthur).

26 Asbrug met vijs zonder einde (fig. 23).

Dit type van asbrug bevat hoofdzakelijk een stalen vijs zonder einde aangedreven door de transmissieas (cardanas) en welke ingrijpt met een bronzen kroon op de as vastgespied. Het geheel is bevat in een dicht carter welke op de as rust met tussenkomst van conische rollagers voorzien van een regelingsinrichting. De vijs zonder einde is ondergebracht in het bovenste gedeelte van het carter, aan het ene uiteinde bevestigd door een cilindrische rollager en aan het andere uiteinde door twee conische rollagers, welke de axiale druk opnemen en het wegnemen van de speling toelaten.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 20.

De smering geschiedt volgens het principe der spat-smering; hiertoe wordt het carter tot op een zeker peil gevuld met een dikvloeiende aangepaste olie; het vullen geschiedt door een vulopening afgesloten door een stop. Men moet bijzonder letten op de dichtheid der pakkingen aan de doorgang van de as in de zijkanten van het carter evenals bij de ingang van de vijs zonder einde in het carter.

27 Asbrug met conische tandwielen (fig. 24).

De aandrijving van de as heeft plaats door tussenkomst van een paar conische tandwielen in gecementeerd en gehard chroom-nikkelstaal; dit paar tandwielen wordt « **conisch koppel** » genoemd. Het geheel is bevat in een dicht carter, gemonteerd op rol- en kogellagers van voldoende afmetingen. De smering geschiedt door spatsmering met een oliebad.

Daar de conische koppels in de motorwagens aangevend in beide richtlijnen moeten werken, maakt men meestal gebruik van conische tandwielen met rechte vertanding, zoals in het geval der mechanische transmissie SLM Winterthur.

Bij het meer moderne materieel bestaan er nochtans ook vertandingen met bijzonder profiel, welke een beter rendement en, vooral, een geruislozer werking verzekeren.

28 Reactiestangen.

De reactie van de kroon (of van het tandwiel op de as vastgespied) op de vijs op het drijvend tandwiel tijdens de overbrenging van het motorkoppel op de wielen bestaat uit een reactiekoppel, tegengesteld aan het motorkoppel, welke de neiging heeft het carter van de asbrug van vóór naar achter om te wentelen.

Om dit reactiekoppel op te nemen is het carter van de asbrug bij middel van reactiestangen, « **krachtarmen** » genoemd, aan het raam van de bogie verbonden (of van het rijtuig, in het geval van de motorwagens met 2 assen).

De krachtarmen zijn stijf verbonden aan het carter van de asbrug en scharnierend op het raam, hetzij bij middel van bolgewrichten, hetzij met behulp van stangen.

29 VII. HET DIFFERENTIEEL.

Het differentieel is een compensatieorgaan, ingelast tussen de snelheidskast en de asaandrijving, welke gebeurlijk gebruikt wordt wanneer twee drijfassen door eenzelfde snelheidskast moeten aangedreven worden. Het laat toe dat deze twee drijfwieltstellen op verschillende snelheden draaien, met het doel rekening te houden met verschillen welke kunnen bestaan in de doormeters der drijfwielen (verschillende sleet van de wielbanden) en, gebeurlijk, met verschillen in de snelheid van de wieltstellen tijdens de doorrit van bochten.

Het differentieel laat derhalve toe elke glijding nadelig voor het goede behoud van de wielbanden te vermijden evenals elke abnormale reactie op de transmissie.

Bij de mechanische transmissie Brossel, is deze inrichting in het zelfde carter als de snelheidskast en de keerkoppeling opgesteld. Deze inrichting bevat (fig. 25) in beginsel twee conische tandwielen (P) « **planetaire tandwielen** » genoemd op het uiteinde van elk der cardanasen (D) voor aandrijving van de motorassen gemonteerd. De planetaire tandwielen (P) ontvangen hun draaiende beweging van vier kleine rondsels (S) « **satellieten** » genoemd welke losdraaien rond de uiteinden van de vier armen van een kruisstuk (R) solidair met een **carter (T) differentiaalkast** genoemd.

Deze laatste ontvangt op zijn beurt zijn beweging van het laatste rondsels (8) van de keerkoppeling welke vastgespied is op de mof van het carter (T).

Indien de draaisnelheid van de twee drijfassen gelijk is heeft geen enkele wenteling plaats tussen de planetaire tandwielen (P) en de satellieten (S); deze laatste draaien niet op hun assen en vormen een aandrijvingsblok, welke op de planetaire tandwielen de beweging van de differentiaalkast (T) overbrengen.

Van zodra de draaisnelheden van de twee motorassen verschillen, draaien de satellieten op hun as, die het toelaten de draaisnelheid van een planetair wiel te verhogen en dit van de as te verminderen, zonder op te houden

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 22.

het motorkoppel over te brengen, en zodanig dat de gemiddelde draaisnelheid van de twee planetairen — of van de twee cardanassen (D) — steeds gelijk is aan deze van het carter (T) van het differentieel.

VIII. DE AFSTANDSBEDIENINGEN.

30 Algemeenheden.

De afstandsbedieningen laten aan de bestuurder toe van uit de een of de andere stuurpost, de verschillende organen van de transmissie (koppeling, snelheidskast, keerkoppeling) van op afstand te bedienen.

Een afstandsbediening is ook nodig om aan de bestuurder toe te laten naar wens het door de Dieselmotor ontwikkelde vermogen te regelen (door het debiet van de injectiepompen te veranderen).

Op een algemene wijze kunnen de inrichtingen voor de afstandsbediening in 4 categorieën ingedeeld worden :

- a) mechanische;
- b) pneumatische;
- c) electropneumatische;
- d) elektrische.

Alleen de **mechanische** en **electropneumatische** afstandsbedieningen worden gebruikt op de motorwagens met mechanische transmissie van de N.M.B.S.

31 Mechanische afstandsbedieningen.

Dit type van afstandsbediening is geplaatst op de motorwagens met Brossel- en Maybach-transmissie.

De bedieningsorganen zijn verbonden :

- bij middel van een spel stangen met de hefbomen of pedalen in elke stuurpost opgesteld (transmissie Brossel);
- bij middel van metalen kabels met handkrukken in elke stuurpost opgesteld (transmissie Maybach).

De mechanische afstandsbedieningen kunnen enkel dienen voor de eenledige niet koppelbare motorwagens met klein vermogen. Voor de grote vermogens zouden ze te zwaar en te plaatsrovend zijn en voor het bedienen te zware krachten vereisen vanwege de bestuurder. Bovendien laten zij het bedienen niet toe van de gekoppelde of uit meerdere elementen bestaande motorwagens.

32 Electropneumatische afstandsbedieningen.

Dit type van afstandsbediening is geplaatst op de enkelvoudige en tweeledige motorwagens met een transmissie SLM Winterthur.

De te bedienen organen worden bewogen door servomotoren met druklucht opgesteld nabij deze organen.

In het eenvoudigste geval waarin het te bedienen orgaan twee standen bevat (b.v. de keerkoppeling) bevat een dergelijke servo-motor hoofdzakelijk een cilinder waarin zich een zuiger beweegt en waarvan de verplaatsing rechtstreeks het te bedienen orgaan aandrijft (bij middel van een stang, een vork, een getande stang enz.).

Het inlaten van de lucht op de ene of de andere zijde van de zuiger, terwijl terzelfder tijd de andere zijde met de buitenlucht in verbinding wordt gesteld, geschiedt bij middel van electrokleppen rechtstreeks op de servomotor opgesteld. De stroomtoevoer naar de electrokleppen geschiedt langs elektrische geleidingen met een trommel verbonden voorzien van contacten (controller) in de voerderspost opgesteld en door de voerder bij middel van een handkruk bediend.

Voor de organen welke meer dan 2 standen moeten innemen bevat de servo-motor meer dan één zuiger : b.v. voor de bediening van de olieverdeelkraan van de snelheidskast SLM Winterthur bevat de servo-motor drie zuigers en drie electrokleppen, hetgeen toelaat door de verplaatsingen van de verschillende zuigers te combineren, 7 standen van de getande stang voor de bediening te bekomen (dodepunt, aanzetten en snelheden 1 tot 5).

Met de electropneumatische afstandsbedieningen zijn twee hulpbronnen nodig tussen de bedieningshandkruk-

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 24.

ken in de voerderspost en de te bedienen organen : de elektrische stroom en de druklucht.

De elektrische stroomkringen nodig voor deze bedieningen, **bedieningsstroomkringen** genoemd, worden gevoed door de laaddynamo of de accumulatorenbatterij.

De bedieningshandkrukken bevelen enkel elektrische contacten en zijn gemakkelijk te bedienen.

In het geval van motorwagens met meerdere elementen of gekoppelde motorwagens kan de afstandsbediening zonder moeilijkheden verwezenlijkt worden door enkel elektrische verbindingen tussen de verschillende elementen te voorzien.

IX. GEZAMENLIJKE SCHIKKING VAN DE MECHANISCHE TRANSMISSIES.

Om hetgeen voorafgaat beter te doen begrijpen zullen wij de gezamenlijke schikking beschrijven van de transmissie Brossel der motorwagens types 553-554 en van de transmissie SLM Winterthur der motorwagens types 608 en 620.

33 Transmissie der motorwagens Brossel types 553-554 (fig. 26).

Deze motorwagens zijn van het lichte type met bogies (165 pk). De Dieselmotor is elastisch opgehangen op het hoofdraam van de kast naar het midden van het voertuig. De binnenste as van elke bogie is motoras.

De transmissie bevat hoofdzakelijk :

- de koppeling (E) van het type met dubbele schijf (art. 16) rechtstreeks op de Dieselmotor bevestigd;
- de snelheidskast (B) samengesteld uit een carter waarin bevat zijn :
 - de eigenlijke snelheidskast, van het type met schuivende rondsels met 4 snelheden (art. 18);
 - de keerkoppeling van het type met rechte tandwielen en schuivende rondsels (art. 22);
 - het differentieel (d) (art. 28);

— de aandrijvingsinrichting van de twee motorassen, samengesteld uit telescopische cardanassen (D) (de cardans zijn van het type met naaldlagers, art. 5) en bij middel van asbruggen van het type met vijzen zonder einde (P) (art. 26).

De smering van gans de snelheidskast geschiedt door spatsmering in een oliebad; een opening met stop voorzien op de kant van de snelheidskast dient voor het nazicht van het oliepeil en voor het bijvullen.

De tussenas van de snelheidskast is aan de tegenovergestelde kant van de Dieselmotor verlengd tot buiten de snelheidskast van waar zij, bij middel van een cardanas, de luchtcompressor Westinghouse (C) aandrijft.

De afstandsbedieningen zijn van het mechanische type, met een spel van stangen en handels.

De koppeling wordt in de stuurposten bediend bij middel van een pedaal, de snelheidskast door een handel welke schommelt in een rooster met 4 standen, die elk overeenstemmen met een bepaalde snelheid (wanneer de handel de centrale stand van de rooster inneemt staat de snelheidskast op het dodepunt) en de keerkoppeling bij middel van een handel schommelend in een rooster met 2 standen, onderscheidenlijk overeenstemmend met de rit vooruit en achteruit (wanneer de handel de centrale stand van de rooster inneemt staat de keerkoppeling op het neutrale punt).

34 De transmissie SLM Winterthur van de motorwagens types 608 en 620 (fig. 27).

Het geheel van de transmissie is opgesteld in een van de uiterste bogies, te zamen met de Dieselmotor (370 pk).

Een soortgelijke motorbogie is opgesteld onder de enkelvoudige motorwagens type 608 en twee onder de dubbele motorwagens type 620.

De transmissie omvat hoofdzakelijk :

— de hydraulische koppeling (H) (art. 10 tot 13) rechtstreeks met de Dieselmotor verbonden;

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 26.

- de snelheidskast (B) met de koppeling verbonden door een telescopische as (a) met elastische koppelingen van het type Hardy (art. 7) bestaande uit een carter waarin bevat zijn :
 - de eigenlijke snelheidskast van het type met steeds ingrijpende tandwielen en afzonderlijke koppelingen (met 5 snelheden) (art. 19);
 - de keerkoppeling van het type met rechte tandwielen en klauwkoppelingsmof (art. 23);
 - het aandrijvingsstelsel van de motoras met telescopische cardanas (D) (cardankoppelingen van het type met vlakke draagkussens) en asbrug met conische tandwielen (art. 26); er valt op te merken dat één enkele as aldus verbonden is en werkelijk motoras is, in principe de achterste as.

De primaire as van de snelheidskast is derwijze verlengd dat een tandwielkast (E) aangedreven wordt, welke op zijn beurt rechtstreeks de laaddynamo (d) en de compressor (c) aandrijft (beiden op de bogie geplaatst) evenals, met tussenkomst van een cardanas, de ventilatoren (V) van de radiatoren van de Diesel-wateromloop (op het hoofdtraam van de kast onder de vloer van het rijtuig vastgemaakt).

De afstandsbedieningen zijn electropneumatisch; de snelheidskast en de keerkoppeling worden bediend van uit de voerdersposten bij middel van één enkele handkruk.

X. KENSCHETSENDE DIAGRAMMA'S DER MECHANISCHE TRANSMISSIE.

35 Bij een mechanische transmissie verandert de trekkracht aan de assen ontwikkeld op discontinue wijze.

Inderdaad, de mechanische transmissie wordt voor elk der snelheden gekenmerkt door een welbepaalde demultiplicatie der draaisnelheid van de motor (overeenstemmend met de verschillende voor deze snelheid ingrijpende tandwielparen) en bijgevolg, door een welbepaalde mul-

tiplicatie van het koppel van de Dieselmotor (dit koppel is ongeveer constant, wat ook de omwentelingssnelheid van de motor weze).

Wanneer de verhoudingen gekend zijn is het gemakkelijk de volgende 2 diagramma's te tekenen :

1. Diagramma van het koppel bij uitgang van de snelheidskast (C) in functie van de ritsnelheid van het voertuig (V) (fig. 28).

Dit diagramma wordt door figuur 28 voorgesteld waarop :

C1 = koppel op de as van de Dieselmotor (= ingangsas van de snelheidskast),

C2 = koppel aan de uitgangsas van de snelheidskast.

Het koppel (C2) vermenigvuldigd met een constante demultiplicatieverhouding volgende uit de verhouding der tandwielen van de asaandrijving, wordt overgedragen aan de drijfassen. Men ziet dat het koppel hoofdzakelijk een discontinu verloop heeft (trapdiagramma).

Bijgevolg is hetzelfde hier van toepassing voor wat betreft de trekkracht welke er mede in verhouding staat.

Voegen wij hier nog bij dat het rendement van een mechanische transmissie nagenoeg constant is welke ook de ritsnelheid van het voertuig weze.

De globale waarde er van schommelt van 0,80 tot 0,85 voor een snelheidskast met schuivende rondsels en deze waarde bedraagt ongeveer 0,90 voor een snelheidskast met steeds ingrijpende tandwielen.

2. Diagramma der omwentelingssnelheid van de motor (m) in functie van de ritsnelheid van het voertuig (V) (fig. 29).

Voor elke demultiplicatieverhouding t.t.z. voor elke snelheid is dit diagramma een rechte met welbepaalde helling. Voor een snelheidskast met 4 snelheden bij voorbeeld, zal het gezamenlijk diagramma het verloop hebben op figuur 29 weergegeven.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 28.

C. DE HYDRAULISCHE TRANSMISSIES.

I. GEBRUIK.

36 Verschillende types van motorwagens van de N.M.B.S. evenals het grootste gedeelte van de Diesel-rangeerlocomotieven zijn hiervan voorzien. Men treft er de hierna opgegeven transmissies aan genoemd naar de naam van de bouwer van de hydraulische snelheidskast :

a) Motorwagens :

- de transmissie SEM type GTC4 (motorwagens type 603 : 400 pk);
- de transmissie Voith type T 45 MZ (motorwagens type 670 : 2 × 600 pk);
- de transmissie Twin-Disc (motorwagens type 604 : 350 pk en type 605 : 2 × 175 pk).

b) Rangeerlocomotieven :

- de transmissies Voith type L 37 (locomotieven types 250-252-253 : 550 pk) en type L 37 Z (locomotieven type 272 : 750 pk);
- de transmissie SEM DTTC 2 B (locomotieven type 271 : 750 pk).

II. BIJZONDERSTE SAMENSTELLELENDE ORGANEN.

37 In principe bevat de hydraulische transmissie hoofdzakelijk de opeenvolging van de volgende hoofdonderdelen, ingeschakeld tussen de Dieselmotor en het (of de) motorwielstel(len) :

- de hydraulische snelheidskast;
- de keerkoppeling of reductor-keerkoppeling;
- het aandrijvingsmechanisme van de motorassen.

38 De hydraulische snelheidskast is samengesteld uit een of meerdere hydraulische omlopen (koppelomvormers en hydraulische koppelingen) aangevuld met aangepaste mechanische organen, onder meer multiplicatie en demultiplicatietandwielen. In de hydraulische snelheidskast wordt de demultiplicatie verwezenlijkt veranderlijk volgens de draaisnelheid van de Dieselmotor samen met een

overeenstemmende vermenigvuldiging van het motorkoppel. Met dit doel bevat de snelheidskast ten minste steeds een koppelomvormer.

- 39** De keerkoppeling heeft tot doel de verplaatsing van het voertuig in beide richtingen toe te laten. De werking er van is over het algemeen gesteund op tandwielcombinaties.

Op de motorwagens gebruikt men daartoe keerkoppelingen gesteund op dezelfde principes als deze gebruikt in de mechanische transmissies; de keerkoppeling kan bevat zijn in hetzelfde carter als de hydraulische snelheidskast ofwel verbonden zijn met de asbrug, zoals dit het geval is bij de motorwagens type 670.

Bij de rangeerlocomotieven met transmissie Voith is de keerkoppeling verbonden met een tandwielreductor welke toelaat twee soorten van maximumsnelheid van de locomotief te bekomen (onderscheidenlijk 33 of 50 km/h); deze reductor-keerkoppeling is een orgaan afzonderlijk van de hydraulische snelheidskast, waaraan hij vastgehecht is.

Bij de rangeerlocomotieven met transmissie SEM wordt de omkering van de rijrichting verwezenlijkt binnen in de hydraulische snelheidskast zelf, door tussenkomst van voor elke rijrichting afgescheiden hydraulische omlopen.

- 40** Het aandrijvingsmechanisme der motorassen heeft tot doel het koppel van de Dieselmotor, vermenigvuldigd in de hydraulische snelheidskast, over te brengen naar de motorwielstellen van het voertuig. Het verwezenlijkt terzelfder tijd een constante demultiplicatie van de draaisnelheid van de uitgangsas der snelheidskast.

Bij de motorwagens geschiedt de aandrijving van de assen bij middel van cardanassen en asbruggen, zoals bij een mechanische transmissie.

Bij de rangeerlocomotieven drijft de reductor-keerkoppeling een valse dwarsas aan, welke zelf met de motorwielkoppels (ten getale van 3 of 4) verbonden is bij middel van een mechanisme met stangen en krukken.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 30.

- 41 Zoals voor de mechanische transmissie, moeten **afstandsbedieningen** voorzien worden voor het bedienen van de bijzonderste organen van de transmissie vanuit het of de voerderspost(en).

Bij de motorwagens zijn deze afstandsbedieningen over het algemeen **electropneumatisch**, terwijl bij de rangeer- locomotieven er gebruik gemaakt wordt van zuiver **pneumatische** afstandsbedieningen.

III. DE HYDRAULISCHE KOPPELTRANSFORMATOR.

- 42 Principe (fig. 30).

De hydraulische koppelomvormer ook nog koppeltransformator genoemd omvat hoofdzakelijk drie elementen :
— het pomprad (1) of primair, vastgezet op de primaire as (A) door de Dieselmotor aangedreven;
— het turbinerad (2) of secundaire, vastgezet op de secundaire as (B) welke los draait ten overstaan van de primaire as (A) en die de motorassen aandrijft door tussenkomst van de keerkoppeling en van de aandrijfinrichting der assen;
— de stator (3) zelf aan het carter (K) van de koppelomvormer vastgemaakt.

Deze 3 elementen zijn voorzien van gebogen schoepen met aangepaste vorm, waarin de vloeibare olie die de transformator vult in een gesloten kring vloeit.

Het pomprad versnelt de olie op de wijze van een centrifugaalpomp en geeft aldus aan de olie een zekere kinetische energie. Bij de uitgang van het pomprad dringt de olie binnen in de schoepen van het turbinerad, waar haar beweging vertraagt en een gedeelte van de kinetische energie door het pomprad medegedeeld verloren gaat, die omgezet wordt in mechanische energie op de uitgangsas. Na het turbinerad dringt de olie binnen in de vaste schoepen van de stator, of leischoppen, welke de richting van de olie regelen en deze terugsturen onder de aangepaste hoek naar de ingang van de schoepen van het pomprad.

Dank zij het reactiekoppel door de vaste schoepen van de stator gedragen ontstaat er een zeker verschil tussen het koppel overgedragen naar de secundaire door het turbinerad en het primaire koppel door het pomp-rad opgeslorpt, hoofdzakelijk veranderlijk volgens de onderscheidenlijke snelheden van de secundaire en primaire assen.

Voor een bepaalde snelheid van de Dieselmotor is de koppeltransformator aldus in staat het constante koppel van de Diesel om te vormen in een koppel veranderlijk met de snelheid van de secundaire of, wat op hetzelfde neerkomt, met de ritsnelheid van het voertuig.

Grondeigenschappen van de koppeltransformator.

- 43** a) Indien men een bepaalde koppeltransformator beschouwt is het koppel (C1) door de primaire opgenomen enkel afhankelijk van de aandrijfsnelheid (n_1) der primaire as en het is evenredig met het vierkant dezer snelheid.

Men geeft aan de koppeltransformator zulkdanige afmetingen dat met de nominale snelheid van de Dieselmotor, het koppel opgeslorpt door de primair, gelijkwaardig zou zijn aan het maximum koppel dat door de Diesel kan ontwikkeld worden. Anders gezegd, met de nominale snelheid van de Dieselmotor gebruikt de koppeltransformator het volledig vermogen van de Dieselmotor en dit om het even welke de snelheid weze van de secundaire : het is de werking op volle belasting.

Vermelden wij nog dat om te vermijden aan de koppeltransformator overdreven afmetingen te moeten geven, een koppel rechte tandwielen welke een constante vermenigvuldiging van de snelheid van de diesel verwezenlijken meestal ingelast is tussen de diesel en het pomprad. De maximumsnelheid van deze laatste kan gaan tot 3000 t/min.

- 44** b) Onderstellen wij de werking op volle belasting. De Dieselmotor draait alsdan aan de nominale snelheid. Zij (n_1) de overeenstemmende draaisnelheid van het pomp-rad. Het opgeslorpte koppel (C1) is alsdan constant en komt overeen met het volle koppel van de Dieselmotor.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 32.

Het koppel (C2) ontwikkeld aan de secundaire as is maximum bij stilstand van deze laatste ($n_2 = 0$). Zijn waarde kan alsdan ongeveer 4 maal deze van het primaire koppel bereiken.

Naargelang het voertuig versnelt verhoogt de snelheid (n_2) van de turbine : het koppel (C2) zal dan geleidelijk afnemen. Het wordt gelijk aan het primaire koppel wanneer de snelheid van de turbine ongeveer de twee derden

bereikt van de snelheid van de pomp ($\frac{n_2}{n_1} = 0,67$).

Indien het voertuig nog versnelt komt het koppel (C2) lager te liggen dan het primaire koppel en zijn waarde wordt ongeveer nul op het ogenblik dat de draaisnelheid van de turbine gelijk wordt aan deze van de pomp

$$\left(\frac{n_2}{n_1} = 1\right).$$

De verandering van het koppel C2 in functie van de verhouding $\frac{n_2}{n_1}$ wordt voorgesteld op het diagramma figuur 31 (volle lijn).

- 45 c) Het rendement van de koppeltransformator is gelijk aan de verhouding tussen het vermogen aan de secundaire as ontwikkeld en het motorvermogen door de Dieselmotor geleverd aan de primaire as.

Het wordt dus weergegeven door de betrekking :

$$r = \frac{C_2 \times n_2}{C_1 \times n_1}$$

Voor de werking op volle last heeft de kromme welke het rendement weergeeft in functie van de snelheid van de secundaire, de vorm weergegeven op figuur 32 (volle lijn).

Het rendement is nul bij stilstand van de secundaire ($n_2 = 0$) evenals wanneer de snelheid van de secundaire gelijk wordt aan deze van de primaire ($n_2 = n_1$, $C_2 = 0$).

Tussen deze twee uiterste werkingspunten wordt het rendement een maximum op het ogenblik dat de snelheid van de secundaire ongeveer de helft bereikt van deze

van de primaire ($\frac{n_2}{n_1} = 0,5$). Dit maximum rendement

is over het algemeen begrepen tussen 0,80 en 0,85.

46 Werking met gedeeltelijke belasting.

Op een snelheidsregime van de Dieselmotor lager gelegen dan de nominale snelheid, vermindert het koppel door de primaire as opgeslorpt zeer snel. De koppeltransformator bezigt dus nog slechts een gedeelte van het vermogen beschikbaar op de as van de Dieselmotor (snelheid en koppel lager dan hun maximum waarde); het is de werking met gedeeltelijke belasting.

De diagramma's op de figuren 31 en 32 weergegeven bij middel van een onderbroken lijn zijn de weergave van de kenmerkende krommen van de koppeltransformator voor een aandrijvingssnelheid van de primaire as (n) gelijk aan :

$$n_1 = 0,8 n_1 \text{ max (hetzij } C_1 = 0,8 \times 0,8 = 0,64 C_1 \text{ max);}$$

$$n_1 = 0,5 n_1 \text{ max (hetzij } C_1 = 0,5 \times 0,5 = 0,25 C_1 \text{ max).}$$

Met de koppeltransformator kan de werking met gedeeltelijke belasting van de Dieselmotor zowel bekomen worden door regeling van de inspuiting (throttle control) als door de regeling van de snelheid (speed control).

47 Verschillende types van koppeltransformatoren.

De op figuur 30 schematisch voorgestelde koppeltransformator is de koppeltransformator **Voith** gebruikt in de Voith-transmissie der motorwagens type 670 en in de SEM-transmissie over het algemeen. Men stelt vast dat de stator ongeveer de helft van de omloop inneemt langswaar de olie terugkeert naar de draaias, terwijl de pomp en de turbine beiden ongeveer een vierde van de omloop uitmaken.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 34.

De drie elementen zijn gegoten stalen stukken, de oppervlakte van de schoepen wordt vervolgens met de hand gepolijst om de oneffenheden te doen verdwijnen.

48 De koppeltransformator in de Voith-transmissie op de rangeerlocomotieven (fig. 33 en 34) gebruikt berust juist op hetzelfde principe, doch de vorm van de schoepen werd gewijzigd; het pomprad en het turbinerad zijn voorzien van in de massa gebeitelde schoepen, met de machine gerectificeerd.

49 De koppeltransformator **Twin-Disc** (fig. 35), alhoewel op dezelfde principes berustend, is nochtans van een heel verschillende constructie als de Voith-koppeltransformator. De turbine is voorzien van drie kronen met schoepen (t1, t2 en t3); zij heeft 3 trappen. De stator bevat 2 kronen met schoepen (S1 en S2); hij heeft 2 trappen.

De olie welke het pomprad verlaat werkt eerst in op de schoepen (t1) van de eerste trap van de turbine; vervolgens vloeit de olie in de schoepen (S1) van de eerste trap van de stator, waar zij gericht wordt. Daarna werkt zij in op de schoepen (t2) van de tweede trap van de turbine, wordt opnieuw gericht in de schoepen (S2) van de tweede trap van de stator om uiteindelijk in te werken op de schoepen (t3) van de derde en laatste trap van de turbine. Bij de uitgang van deze laatste wordt de olie door de schoepen van het pomprad (p) opgenomen.

Dank zij deze bouwwijze kan het pomprad van de koppeltransformator **Twin-Disc** rechtstreeks door de Dieselmotor aangedreven worden (maximumsnelheid : 1800 t/min) zonder voorafgaande vermenigvuldiging van de snelheid bij middel van tandraden.

Deze bouw laat ook toe een weinig de rendementskromme uit te breiden, t.t.z. een voldoende rendement te bekomen over een meer uitgestrekt gamma der snelheden, dan met de koppeltransformator Voith.

IV. DE HYDRAULISCHE KOPPELING.

50 In vele hydraulische transmissies worden er buiten de koppeltransformator, een of twee hydraulische koppelingen aangetroffen, waarvan de werking gesteund is op hetzelfde principe als deze soms ingeschakeld tussen de Dieselmotor en de mechanische transmissie (zie art. 10 tot 13).

Zoals deze laatste omvat een koppeling van een hydraulische transmissie (fig. 36) slechts twee elementen : een pomprad (P) of primaire en een turbinerad (T) of secundaire, beide voorzien van platte schoepen, radiaal opgesteld.

Het hoofdzakelijk verschil met de koppeltransformator bestaat in het afschaffen van de vaste reactieschoepen, zodanig dat het koppel aan de secundaire overgemaakt steeds gelijk is aan het primaire koppel.

In tegenstelling met de koppeltransformator is de koppeling dus geen mechanisme voor omvorming van het koppel : het moet alleen het koppel van de Dieselmotor aan de secundaire overmaken mits een zeker snelheidsverlies of glijding, welke ongeveer 2 tot 3 % bedraagt bij normale werking.

Anders gezegd, met een hydraulische koppeling is het koppel aan de secundaire overgemaakt nagenoeg constant welke ook de ritsnelheid van het voertuig weze, terwijl de draaisnelheid van de Diesel, de glijding daargelaten, op onveranderlijke wijze verbonden is met deze van de assen, zoals bij een mechanische transmissie.

De werking met gedeeltelijke belasting van de Dieselmotor moet bekomen worden door de regeling van de inspuiting (throttle control).

V. SAMENSTELLING VAN DE HYDRAULISCHE TRANSMISSIE.**51 Algemeenheden.**

Veronderstellen wij een transmissie welke slechts één koppeltransformator omvat, welke de omzetting van het

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 36.

motorkoppel verzekert over de ganse uitgestrektheid der snelheden van het voertuig.

De snelheid van het voertuig voortvloeiende uit de draaisnelheid der assen is onveranderlijk verbonden aan de draaisnelheid (n_2) van de secundaire as van de koppeltransformator, door tussenkomst van de vaste demultiplicaties in de keerkoppeling begrepen en het aandrijvingsstelsel der assen. Anderzijds is de draaisnelheid (n_1) van de primaire as onveranderlijk verbonden met de snelheid van de Dieselmotor, welke wij veronderstellen aan zijn nominale snelheid te draaien en het volle vermogen te ontwikkelen (werking met volle belasting).

De demultiplicatie tussen de secundaire as en de motorassen zou zodanig moeten overgemaakt worden dat bij de maximumsnelheid van het voertuig ook nog met een voldoende rendement overeenkomt en een voldoende

koppel wordt ontwikkeld : men kan bij voorbeeld $\frac{n_2}{n_1} = 0,70$ of meer nemen.

In die voorwaarden tonen de kenmerkende diagramma's van de koppeltransformator (fig. 31 en 32) aan dat de rendementskromme zeer weinig voordelig zou zijn in de zone van de lage rijsnelheden en de ontwikkelde trekkracht bij het aanzetten uitgeoefend, zou betrekkelijk klein zijn.

Het blijkt dus dat de koppeltransformator niet op zichzelf een stelsel van koppelomvorming kan uitmaken dat voldoende verwezenlijkingen verzekert over de ganse uitgestrektheid der snelheden van het voertuig.

Verschillende stelsels werden uitgedacht om aan dit bezwaar te verhelpen. Deze in gebruik bij de N.M.B.S. worden in twee categorieën gerangschikt :

- veelvuldige hydraulische kringen (geval van de transmissies Voith en SEM);
- koppeltransformator waaraan een rechtstreekse gang toegevoegd is t.t.z. hydromechanische transmissie (geval van transmissie Twin-Disc).

52 Veelvuldige hydraulische omlopen.

In dit stelsel omvat de transmissie een zeker aantal afgescheiden hydraulische omlopen (twee of drie over het algemeen) aan de uitgangsas verbonden, gebeurlijk bij middel van tandwielen met verschillende demultiplificaties, en elk werkend in een bepaald gamma der snelheden van het voertuig. Elk dezer omlopen vormt dus een trap van snelheden.

De omloop gebruikt tijdens het tijdperk van aanzetten (eerste trap van de snelheden) is steeds een koppeltransformator; de omlopen gebruikt voor de tweede trap en gebeurlijk de derde trap der snelheden, kunnen dus hetzij koppeltransformatoren, hetzij eenvoudige hydraulische koppelingen zijn.

De primaire raderen van alle omlopen zijn doorlopend door de Dieselmotor aangedreven, maar enkel de in dienst zijnde omloop voor de overeenstemmende snelheid van het voertuig is met olie gevuld; de andere draaien vrij.

Om van de ene snelheidstrap naar de andere over te gaan moet men dus steeds een van de omlopen ledigen en de volgende vullen.

Deze overgang gebeurt over het algemeen automatisch in functie van de rijsnelheid van het voertuig : nochtans kan bij sommige transmissie deze overgang bij middel van handbediening door de voerder bevolen worden vanuit de voederspost.

Bij het materieel van de N.M.B.S. treft men onder meer de volgende combinaties aan :

- a) transmissies met twee trappen van snelheden :
 - een koppeltransformator en een koppeling (transmissie SEM GTC4);
- b) transmissies met drie trappen van snelheden :
 - een koppeltransformator en twee koppelingen (Voith-transmissies L 37 en L 37 Z);
 - vier koppeltransformatoren waarvan twee dezelfde die in parallel werken in de eerste trap van de snelheid (transmissie Voith T 45 MZ).

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 38.

De figuren 37 tot 39 geven voor elk dezer transmissies een voorstelling van de bekomen kenmerkende diagramma's. Deze diagramma's worden opgemaakt voor de werking op volle belasting. Zij stellen voor in functie van de rijsnelheid (V) van het voertuig :

a) het op de uitgangsas van de hydraulische snelheidskast ontwikkeld koppel (C_2) vergeleken met het koppel (C_1) van de Dieselmotor gelijk gesteld met de eenheid; op een zekere schaal stelt dit diagramma dus eveneens de trekkracht voor uitgeoefend op de velg van de drijfwielen;

b) de draaisnelheid (n_1) van de Dieselmotor vergeleken met de nominale snelheid ($n_1 \text{ max}$) gelijk gesteld met 100 %;

c) het rendement (r) van de hydraulische snelheidskast t.t.z. de verhouding tussen het vermogen op de uitgangsas en het drijfvermogen door de Dieselmotor geleverd aan de primaire as; aan te merken dat om het globaal rendement van de transmissie te bekomen er nog rekening moet gehouden worden van de verliezen in de keerkoppeling en in de organen voor het aandrijven van de wielen; deze verliezen bedragen ongeveer 5 tot 8 %.

Men bemerkt dat de werking in koppeltransformator zeer verschillend is van de werking in koppeling, en dit om reden van de verschillende eigenschappen van deze twee types van hydraulische omlopen.

Tijdens de werking in **koppeltransformator** draait de Dieselmotor praktisch aan zijn nominale snelheid; het volle vermogen wordt opgeslorpt door het pomprad van de koppeltransformator; de trekkracht neemt geleidelijk af naargelang de snelheid van het turbinerad en bijgevolg de rijsnelheid van het voertuig toeneemt; het rendement is veranderlijk in functie van de rijsnelheid.

Tijdens de werking in **hydraulische koppeling** daarentegen is de snelheid van de secundaire, mits aftrok van de slip, enkel 2 tot 3 % onveranderlijk verbonden aan deze van de Dieselmotor. Deze laatste neemt dus toe in verhouding tot deze van het voertuig.

De trekkracht is nagenoeg constant welke ook de rij-snelheid weze van het voertuig, evenals het rendement.

Immers in de zones van werking in koppeling, zijn de eigenschappen van de transmissie dezelfde als deze van een mechanische transmissie. Het rendement is beter dan met de koppeltransformator, maar het volle vermogen van de Diesel wordt enkel gebruikt voor de maximum-snelheid van elke zone.

De overgang van de koppeltransformator naar de koppeling wordt vergezeld van een kenmerkende plotse vermindering der draaisnelheid van de Dieselmotor.

Vanaf het ogenblik dat de transmissie een of twee hydraulische koppelingen omvat, bekomt men bij voorkeur de werking met gedeeltelijke belasting van de Diesel door regeling van de inspuiting.

53 Koppeltransformator waaraan een enkele rechtstreekse gang toegevoegd is (hydromechanische transmissie).

De transmissie Twin-Disc omvat enkel één hydraulische omloop, hetzij één koppeltransformator (zie art. 46) en een inrichting met rechtstreekse gang.

In tegenstelling met het Voith-stelsel is de koppeltransformator steeds met olie gevuld. Hij wordt gebruikt voor het aanzetten en de kleine snelheden van de motorwagen. Wanneer de snelheid een zekere waarde bereikt, maakt een koppelingsinrichting met dubbele werking het mogelijk het pomprad van de Dieselmotor af te zonderen en deze laatste rechtstreeks te verbinden met de uitgangsas; terzelfder tijd wordt het turbinerad afgezonderd van de uitgangsas door een koppeling of een stelsel met vrijwiel. De koppeltransformator wordt aldus buiten de omloop geplaatst door de stilstand van het pomprad en van het turbinerad en het vermogen van de Dieselmotor wordt rechtstreeks aan de uitgangsas ontwikkeld : het is de werking in rechtstreekse gang.

Samengevat bestaan er twee werkingszones : in koppeltransformator in de eerste trap der snelheden (hydraulisch), in rechtstreekse gang in de twee trap (mechanisch).

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 40.

Daarom wordt dit type van transmissie eveneens **hydro-mechanisch** genoemd.

De met een soortgelijke transmissie bekomen kenmerkende krommen zijn ongeveer dezelfde als deze van een transmissiestelsel Voith met een koppeltransformator en een koppeling (fig. 37) waarvan zij enkel verschillen door de afwezigheid van slip (2 tot 3 %) in de tweede trap.

VI. DE TRANSMISSIE SEM TYPE GTC4.

54 Algemene bouw (fig. 40).

De transmissie SEM type GTC4 is geplaatst op een eenledige motorwagen type 603 (400 pk — 90 km/h).

Deze omvat hoofdzakelijk :

- twee hydraulische hoofdomlopen, hetzij een koppeltransformator (T) en een hydraulische koppeling (C); de eerste wordt gebruikt van 0 tot 60 km/h ongeveer en de twee voor snelheden hoger dan 60 km/h;
- een keerkoppeling met steeds ingrijpende rechte tandwielen en een klauwkoppelingsmof;
- een aandrijfinrichting van het motorwielstel bij middel van cardanassen en asbrug.

Deze transmissie is nog van de volgende toebehoorten voorzien :

- een afzonderlijke hydraulische koppeling (CV) voor het aandrijven van de ventilatoren van de waterradiatoren van de Dieselmotor;
- een hydraulische rem (FP) voor de voorverwarming;
- aftakkingen voor het aandrijven, met een snelheid in evenredigheid met deze van de Dieselmotor, van de compressor en de dynamo;
- een aftakking voor de aandrijving van de regelaar voor het veranderen van snelheid (RCV) aangedreven met een snelheid in verhouding met deze van het voertuig en die automatisch de overgang van werking in koppeltransformator naar de werking in koppeling beveelt;

— een centrifugaalpomp (PC) welke dient voor de voeding van de verschillende hydraulische omlopen, voor de smering en de stroming van de olie voor de afkoeling.

De hydraulische omlopen en de keerkoppeling zijn ondergebracht in een gemeenschappelijk carter (1).

55 De hydraulische hoofdomlopen (fig. 40).

De pompraderen van de koppeltransformator (T) en van de koppeling (C) zijn vastgespied op de as van de pompen (3), welke zelf vanuit de Dieselmotor aangedreven wordt door tussenkomst van de primaire as (4) en van een koppel vermenigvuldigende tandwielen (6) en (5).

De turbineraderen van dezelfde omlopen zijn verbonden door het verbindingscarter (10) en solidair met de holle as (8). Deze holle as welke vrij draait op de as van de pompen (3) wordt dus naargelang de snelheid van het voertuig aangedreven door het ene of het andere der turbinewielen en drijft de primaire as (42) van de keerkoppeling aan bij middel van een koppel demultiplicerende tandwielen (9) en (50).

56 De keerkoppeling (fig. 40).

De keerkoppeling bestaat uit :

- de primaire as (42) aangedreven door de holle as van de turbinewielen door tussenkomst van de verminderingstandwielen (9) en (50);
- de secundaire as (47);
- de gegleufde of uitgangsas (49).

De tandwielen (45) en (51) zijn vast verbonden met de primaire as (4) terwijl de tandwielen (48) en (52) los draaien op de uitgangsas (49). Het tandwiel (51) en het tandwiel (52) grijpen steeds in elkaar en het tandwiel (45) steeds met het tandwiel (48), maar dan door tussenkomst van het tandwiel (46) vastgezet op de secundaire as (47).

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 42.

Zodoende draaien de tandwielen (48) en (52) los en in tegengestelde zin.

Een verschuifbare klauwkoppeling (59) verschuift op de gegleufde as (49) en verbindt vast met deze as, 't zij het tandwiel (48), 't zij het tandwiel (52) volgens de gewenste ritrichting. Daartoe zijn de tandwielen (48) en (52) op hun laterale zijwanden voorzien van klauwen die ingrijpen op de klauwen van de klauwkoppeling.

57 De aandrijfinrichting der assen (fig. 40).

Deze inrichting bevat, bij de motorwagens type 603, een cardanas aangedreven door de uitgangsas (49) van de keerkoppeling en een asbrug op het achterste wielstel van de motorbogie. De asbrug bestaat uit een paar conische tandwielen, een secundaire as en een paar rechte tandwielen.

58 Bediening op afstand.

De bedieningen op afstand zijn electropneumatisch.

De bevoorrading in olie van de hydraulische omlopen wordt ingesteld door een geheel van apparaten (kleppen en verdelers) die bevoorraad worden in druklucht bij middel van, op de transmissie geplaatste, electrokleppen. De bobijnen van deze electrokleppen worden bekrachtigd volgens de stand der bedieningsapparaten van de stuurpost en ook volgens de stand der contactoren van de verschillende apparaten die tussenkomen in de automatische bediening.

De keerkoppeling is voorzien van een servo-motor met druklucht, waarvan de zuiger het verschuiven van de klauwkoppeling regelt bij middel van een mechanisme met vorken. Deze servo-motor is bevoorraad in druklucht bij middel van twee electrokleppen, een voor de vooruitrit (EVA) en een andere voor de achteruitrit (EVR), en die bekrachtigd worden bij middel van de kruk voor ritwisseling in de stuurpost.

**VII. DE HYDRAULISCHE TRANSMISSIES VOITH L 37
EN L 37 Z.****59 Algemene samenstelling.**

De rangeerlocomotieven met 3 gekoppelde assen types 250-252-253 (550 pk) zijn uitgerust met de transmissie Voith L 37.

De rangeerlocomotieven met 4 gekoppelde assen type 272 (750 pk) zijn uitgerust met de transmissie Voith L 37 Z, die aan de vorige gelijk is.

Het geheel van de transmissie bestaat uit :

- de hydraulische kast (Voith L 37 of L 37 Z) met drie hydraulische omlopen, te weten een koppeltransformator en twee koppelingen;
- de reductor-keerkoppeling met twee maximum snelheidsregimes (33 en 50 km/h) en een dwarsliggende valse as;
- de aandrijfinstelling der assen door stangen.

60 De hydraulische kast (fig. 41).

De door de Diesel aangedreven as (1) drijft de primaire as (4) aan bij middel van een paar rechte vermeerderingstandwielen (2) en (3). Deze as is vast verbonden met de pompraderen (5) (6) en (7) respectievelijk van de transformator (I) en van de koppelaars (II) en (III).

De pompraderen (8) van de koppeltransformator (I) en (10) van de koppelaar (II) zijn samen verbonden door het verbindingscarter (9) en zijn vast verbonden met een holle as die los op de primaire as draait (4); deze holle as drijft een secundaire as (13) of een uitgangsas aan bij middel van twee rechte verminderingstandwielen (11) en (12).

Het pomprad van de koppeling (III) is vast verbonden met een tweede holle as, die de uitgangsas aandrijft door twee andere rechte tandwielen (15) en (16) met een minder grote vermindering dan de vorige.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 44.

Om de beurt is er altijd slechts een enkele hydraulische omloop gevuld, opvolgenlijk de koppeltransformator (I), de koppeling (II) en de koppeling (III) naar mate de snelheid van de locomotief verhoogt. De pompenraderen en de turbineraderen der niet benuttigde omlopen draaien onbelast. De koppelingen (II) en (III) zijn gelijkaardig, maar dragen de koppel van de Dieselmotor naar de uitgangsas over, bij middel van tandwielen die verschillende verminderingsverhoudingen hebben.

De bewegingen binnen in de hydraulische kast dienen om volgende organen aan te drijven :

- enerzijds de voedingspomp (Pr) en de bedieningspomp (Pc) die zich op de bodem van het carter bevinden en die draaien aan een snelheid in verhouding met deze van de Dieselmotor;
- anderzijds de regelaar voor snelheidsoverschakeling (R) die draait aan een snelheid in verhouding met deze van het voertuig, en automatisch overschakelt van een omloop naar een andere.

Het carter van de hydraulische kast is enerzijds met bouten aan de locomotief bevestigd en anderzijds verbonden aan het raam van de locomotief door een schijf.

61 De reductor-keerkoppeling (fig. 42).

De reductor-keerkoppeling vastgehecht aan de transmissie Voith L 37 of L 37 Z is van een lichtelijk verschillende constructie voor elk type van locomotief.

De locomotiepen types 250 en 272 zijn uitgerust met de reductor-keerkoppeling Mylius SWB 37. De reductor-koppelingen SEM (locomotieven type 252) en Cockerill (locomotieven type 253) steunen nochtans op dezelfde principes.

De reductor-keerkoppeling bestaat uit :

- de keerkoppeling;
- de gamma-wisselaar;
- de valse as.

Het geheel van het mechanisme bevindt zich in een carter (C) bevestigd met bouten enerzijds aan het carter van de hydraulische kast, anderzijds aan de langsliggers van het raam der locomotief. Daar het carter van de hydraulische kast slechts met een schijf verbonden is aan het raam, is het geheel, gevormd door de hydraulische kast en de reductor-koppeling, in drie punten vastgehecht aan het raam van de locomotief.

De keerkoppeling is van het type van conische tandwielen. Zij bevat een conisch tandwiel (201) vaststaand aan het uiteinde van de uitgangsas (13) der hydraulische kast en dat steeds ingrijpt op de tandwielen 202 die losdraaien op de gegleufde as (76). Een verschuifbare klauwkoppeling met vorken (77) verbindt de as met het een of het andere dezer tandwielen, volgens de gewenste ritrichting. Hiertoe zijn deze kronen voorzien van klauwen op hun zijwanden.

De gamma-wisselaar heeft tot doel twee verschillende vaste verminderingen te bekomen tussen de keerkoppeling en de assen die overeenstemmen met de 2 verschillende maximale snelheidsregimes van de locomotief, te weten :

— het rangeerregime : 33 km/h;

— het baanregime : 50 km/h.

Te dien einde grijpen de tandwielen (203) en (205) die vastzitten op de as (76), steeds respectievelijk in op de tandwielen (204) en (206) die los opgesteld zijn op de gegleufde as (101). Een verschuifbare klauwkoppeling (207) voorzien van klauwen op zijn zijwanden verbindt de as (101) met het een of het ander der tandwielen (204) of (206), volgens het gewenste snelheidsgamma.

Welke ook zijn stand weze, blijft het tandwiel (201) ingrijpen op het tandwiel (208) dat vastzit op de valse as.

De valse as is aan beide uiteinden voorzien van krukken met tegengewichten, waarvan de knoppen (B) de motorwielstellen aandrijven bij middel van een mechanisme met stangen.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 46.

62 Bediening op afstand.

De bedieningen op afstand van de transmissie Voith zijn **pneumatisch**. In de stuurpost zijn krukken voorzien om de druklucht toe te laten :

- in de vulklep van de hydraulische kast (versnellingswiel dat terzelfder tijd dient om de kracht van de Dieselmotor te regelen);
- in de servo-motor van de keerkoppeling;
- in de servo-motor van de gamma-wisselaar.

Dit systeem van pneumatische bediening is derwijze opgevat dat zekere, voor de uitrusting gevaarlijke behandelingen voorkomen worden.

Alzo is het onmogelijk :

- de keerkoppeling of de gamma-wisselaar te bewerken zolang de locomotief niet volledig stilstaat;
- de hydraulische kast te vullen indien de tanden (klauwen) van de verschuifbare klauwkoppeling van de keerkoppeling van de gamma-wisselaar niet volledig gekoppeld zijn.

D. DE ELECTRISCHE TRANSMISSIES.

I. BENUTTIGING.

63 Bij de N.M.B.S. zijn in het algemeen de baan-Diesel-locomotieven, alsmede enkele motorwagens met meerdere elementen en enkele rangeerlocomotieven, met de elektrische transmissie uitgerust.

Hierna vermelden wij de bijzonderste types in dienst :

a) Motorwagens.

- transmissie ACEC-Jeumont (drieledige motorwagens type 653 : 2 × 410 pk);
- transmissie SEM-Geco (drieledige motorwagens type 654 : 2 × 365 pk).

b) Locomotieven.

- transmissie ACEC-Westinghouse (locomotieven BB type 201 : 1750 pk en rangeerlocomotieven BB type 270 : 700 pk);
- transmissie EMD (locomotieven CC types 202-203-204 : 1750 of 1900 pk).

II. SAMENSTELLELENDE ORGANEN.

- 64** Over het algemeen bevat de elektrische transmissie de volgende hoofdorganen :
- de hoofdgenerator;
 - de tractiemotoren (2, 4 of 6 volgens het geval);
 - een reeks kabels die de hoogspanning en laagspanningsstroomkringen vormen;
 - de elektrische inrichting;
 - de regelingsinrichting;
 - de afkoelingsventilators;
 - de meet- en bedieningsapparaten;
 - in voorkomend geval, een bekrachtigingsdynamo.
- 65** De hoofdgenerator is een dynamo die rechtstreeks verbonden is aan de as van de Diesel en aangedreven aan dezelfde snelheid van deze laatste. Zij zet de door de motor geleverde mechanische kracht om in elektrische energie onder vorm van **gelijkstroom** met veranderlijke spanning.
- 66** De tractiemotoren zijn elektrische motoren met serie-bekrachtiging. Iedere van hen drijft een wielstel van de motorwagen of de locomotief aan bij middel van een verminderings rechte tandwielkoppel. Zij verbruiken de door de hoofdgenerator geleverde gelijkstroom en zetten hem om in mechanische energie op de motorassen.
- 67** De hoogspanningsstroomkringen verwezenlijken de nodige verbindingen tussen de generator en de tractiemotoren. Men noemt ze ook de tractieomlopen. De maximumspanning waaraan zij onderworpen zijn is van 800

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 48.

tot 1100 V; deze relatief hoge spanning is onmisbaar ingevolge de hoge vermogens die van de Dieselmotor naar de motorassen moeten overgebracht worden.

68 De laagspanningsstroomkring. Daarentegen worden de meeste bedienings- en zelfs beveiligingsapparaten gevoed met een veel lagere spanning, in het algemeen 72 V (bij onze locomotieven) soms 96 V (bij onze motorwagens). Het geheel van deze stroomkringen maakt het laagspanningsgedeelte uit.

69 De elektrische uitrusting bevat zowel apparaten voor hoogspanning als apparaten voor laagspanning.

De hoogspanningsapparaten bevatten onder meer :

a) de contactoren of schakelaars voor hoogspanning die de stroomkringen in- of uitschakelen tussen de generator en de tractiemotoren;

b) de omkeerinrichtingen;

c) eventueel, de uitschakelaars der tractiemotoren, samengesteld door scheidingschakelaars;

d) zekere beveiligingsrelais die tussengeschakeld zijn in de hoogspanningsstroomkringen;

e) soms smeltzekeringen van de generator en de tractiemotoren;

f) weerstanden, o.a. de shunteringsweerstand van de tractiemotoren.

De laagspanningsapparaten bevatten hoofdzakelijk de schakelaars, de contactoren, smeltzekeringen, relais, elektrokleppen (o.a. deze die de electropneumatische contactoren bedienen), bedieningsbobijnen der electromagnetische contactoren, regelingsweerstand, enz.

70 De regelingsinrichting dient om automatisch het door de elektrische transmissie opgeslorpte vermogen aan te passen bij dit beschikbaar op de as van de Diesel. Bij de transmissies van de locomotieven is het bijzonderste orgaan hiervan de belastingsregelaar.

71 De ventilatoren. De elektrische machines (hoofdgenerator en tractiemotoren) moeten afgekoeld worden. Om te grote afmetingen te vermijden, moeten er dus ventilatoren voorzien worden. Volgens het vermogen en de beschikbare ruimte, kunnen de ventilatoren ofwel ingebouwd worden in de motor of de dynamo (zogezegd zelfverluchte machine), ofwel afzonderlijke mechanisch of elektrisch aangedreven organen vormen.

72 De meetapparaten bevatten noodzakelijk een tractieamperemeter, die de stroom meet in de hoogspanningsstroomkringen en soms bovendien een volt- of een wattmeter voor hoogspanning.

De bedieningsapparaten bevatten een kruk voor de omkeerinrichting. Voor het regelen van het vermogen moet geen enkele bijzondere bediening voorzien worden, het is de versnellingskruk, die de controle heeft over de kracht van de Diesel, die benuttigd wordt.

73 De stroomopwekker. Zekere uitrustingen bevatten een kleine toegevoegde dynamo of stroomopwekker, die enkel dient om de bekrachtigingsomloop van de hoofdgenerator te voeden.

In dit geval mag men dus niet de stroomopwekker verwarren met de hulpgenerator, die als rol heeft de laagspanningsstroomkring te bevoorraden en de accumulatorbatterijen te laden, zoals op al de Dieselmotorvoertuigen in het algemeen.

III. BASISPRINCIPES VAN DE WERKING.

74 Theoretische werking met volle belasting.

Herinneren wij er vooreerst aan dat, als men het nominaal regime (maximum vermogen) beschouwt, dan is het vermogen op de as van de Diesel het produkt van een constante koppel met een constante snelheid (nominale snelheid). De transmissie moet toelaten aan de velg der aandrijfwielen een trekkracht te bekomen die vermindert

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 50.

in functie aan de ritsnelheid van het voertuig. Men zal het beschikbaar vermogen van de Diesel het best benutten, zo men op elk ogenblik volgende verhouding kan verwezenlijken :

Tractiekracht \times ritsnelheid = constante zoals aangeduid in het diagramma van fig. 44.

In het geval van de elektrische transmissie, doet men daartoe een dubbele omzetting van energie (fig. 43) :

1) De Dieselmotor drijft de hoofdgenerator aan : de mechanische energie wordt omgezet in elektrische energie, dewelke door kabels wordt overgedragen naar de tractiemotoren;

2) De tractiemotoren drijven de assen aan : de elektrische energie wordt terug omgezet in mechanische energie.

Welnu, een dynamo van elektrische stroom (of een tractiemotor) levert (of neemt op) een zekere stroom I gemeten in amperes, onder een zekere spanning V , gemeten in volts.

Het produkt $V \times I$ van de stroom met de spanning is niet anders dan het vermogen van deze machine uitgedrukt in watts.

Bij voorbeeld, een motor neemt een stroom op van 400 A onder een spanning van 470 V; hij neemt een vermogen op van $400 \times 470 = 188\ 000$ W of 188 kW.

In electriciteit, toont men ook aan dat de door een motor ontwikkelde koppel of de kracht die hij aan de velg kan voortbrengen, afhangt van de stroom die hem doorkruist; hoe groter de stroom is, hoe groter ook de ontwikkelde kracht is.

Daarentegen, om grote snelheden te bekomen, moet men aan de motor relatief hoge spanningen opleggen, daar alzo de opgenomen stroom relatief klein is.

Het is dus mogelijk de te verwezenlijken mechanische voorwaarden uit te drukken in elektrische voorwaarden aan de tractiemotoren.

Aan de velg (mechanisch)	Aan de elektrische motoren
Lage snelheid en grote kracht	Kleine spanning en grote stroom
Hoge snelheid en beperkte kracht	Grote spanning en beperkte stroom
Vermogen = snelheid \times kracht = constante	Vermogen = spanning \times stroom = constante.

De verhouding snelheid \times kracht = constante is voorgesteld door de kromme van de trekkracht (fig. 44).

De verhouding spanning \times stroom = constante kan voorgesteld worden door een kromme van dezelfde vorm (fig. 45).

De werking wordt alzo op de volgende manier verklaard.

Bij het aanzetten en bij lage snelheid van de trein (punt M1), worden de motoren onder een zeer kleine spanning bevoorrad en zij nemen een zeer grote stroom op; daaruit volgt een grote trekkracht. Door dit feit versnelt de trein en neemt snelheid; hetzelfde gebeurt met de tractiemotoren; de tegen-electromotorische kracht verhoogt en vermits zij zich verzet tegen de spanning opgelegd aan de motoren, vermindert de stroom :

$$I \text{ stroom} = \frac{U \text{ (toegepaste spanning)} - E \text{ (tegen electromotorische kracht)}}{r \text{ (innerlijke weerstand)}}$$

Maar de hoofdgenerator komt tussen en verhoogt de spanning zodanig dat het vermogen constant blijft. Men gaat achtereenvolgens langs de punten M1, M2, enz. (richting van de pijl) tot wanneer ingevolge het verminderen van de trekkracht samen met de stroom, de snelheid gelijk wordt aan de weerstandskracht.

Men kan aldus gaan tot de maximumsnelheid van het rijtuig in M5.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 52.

Indien de weerstandskracht verhoogt, b.v. als de trein een helling beklimt, dan is de motorkracht niet meer voldoende om de snelheid te behouden; deze vermindert en de tegen-electromotorische kracht der tractiemotoren ver-

mindert; vermits $I = \frac{U - E}{r}$, verhoogt de stroom en

heeft de spanning U I neiging te verhogen; op dit ogenblik komt de hoofdgenerator tussen en vermindert de spanning U zodanig dat een constant vermogen behouden blijft. Op het diagramma van fig. 15, gaat men terug langs de punten M4, M3, enz. in de tegenovergestelde richting van de pijl tot men een snelheid bekomt lager dan de eerste, bij dewelke de trekkracht opnieuw gelijk is aan de weerstandskracht en waar het evenwicht zich kan vestigen.

Bij fig. 44 en 45 stemt de richting van de pijl overeen met het versnellen van het voertuig.

75 Karakteristieken van de hoofdgenerator.

Ingevolge wat voorafgaat, is de volgende fundamentele voorwaarde te verwezenlijken :

— het electricisch vermogen $U \times I$ aan de klemmen van de hoofdgenerator moet constant blijven, welke ook de waarde zij van de stroom I , opgenomen door de tractiemotoren; daarenboven moet dit vermogen, voor het rendement bij de dynamo, gelijk zijn aan het mechanisch vermogen dat de Dieselmotor kan ontwikkelen.

De kromme die de verandering voorstelt van de spanning U bij de klemmen van de hoofdgenerator in functie van de stroom I , draagt de naam van karakteristiek. Indien de karakteristiek beantwoordt aan de wet $U \times I = \text{constante}$, dan heeft deze kromme de vorm van een gelijkzijdige hyperbool (fig. 45). Men zegt dan dat de karakteristiek **hyperbolisch** is.

Als men de verschillende klassieke types van gelijkstroomdynamo's beschouwt, dan stelt men vast dat geen

enkele van hen een karakteristiek met de gewenste vorm (fig. 46) heeft. Deze die het meest benadert is nochtans de dynamo met tegenwerkende-compound bekrachtiger, t.t.z. die een bekrachtigings-shuntwikkeling bevat en een bekrachtigings-seriewikkeling die in tegenovergestelde richting werkt van de voorgaande (kromme 4 van fig. 46).

Het is daarom dat de bekrachtigingsinrichting die men in de elektrische transmissies aantreft steeds deze twee wikkelingen bevat.

Om uiteindelijk de gewenste hyperbolische karakteristiek (kromme 5 van fig. 46) te bekomen, moet men er de speciale tamelijk ingewikkelde bekrachtigingsinrichtingen die verschillen volgens de constructeurs, aan toevoegen. De voorbeelden van toepassing van deze inrichtingen zijn vermeld in het hoofdstuk VI.

Er dient aangestipt dat zekere constructeurs de bekrachtigingswikkelingen op de hoofdgenerator zelf aanbrengen : deze laatste is dus voorzien van een samengesteld bekrachtigingssysteem.

Andere constructeurs geven er de voorkeur aan een hoofdgenerator met onafhankelijke bekrachtiging te gebruiken, dus van een eenvoudige constructie, maar waarvan de bekrachtigingswikkeling dan moet gevoed worden door een hulpgenerator van kleine afmetingen, genaamd **bekrachtigingsdynamo**, die zelf voorzien is van een aangepaste bekrachtigingssysteem.

76 Koppelen der tractiemotoren.

Tot nu toe hebben wij aangenomen dat de door de tractiemotoren opgenomen stroom gelijk was aan deze geleverd door de hoofdgenerator, en hetzelfde voor de spanning. Anders gezegd, wij hebben geredeneerd alsof de generator slechts een enkele tractiemotor voedde.

In de praktijk nochtans moet zij er verscheidene voeden : 2, 4 of 6 volgens het geval. Van dan af zijn er verschillende manieren van onderling koppelen dezer motoren mogelijk.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 54.

Beschouwen wij, b.v., een hoofdgenerator van 900 kW die 4 tractiemotoren voedt, waarvan ieder de volgende stromen opneemt aan de uiterste regimes :

- aanzetten van de trein : 1200 A onder 200 V;
- maximumsnelheid : 240 A onder 1000 V.

Drie manieren van koppeling kunnen gebruikt worden, waarvan elk verschillende uiterste regimes medebrengt voor de hoofdgenerator :

	Regime van de hoofdgenerator	
	bij het aanzetten van de trein	bij de maximumsnelheid
Serie koppeling (fig. 47)	1200 A — 800 V	240 A — 4000 V
Parallel serie koppeling (fig. 48)	2400 A — 400 V	480 A — 2000 V
Parallelkoppeling (fig. 49)	4800 A — 200 V	960 A — 1000 V

Welke ook de aangenomen koppeling weze, steeds zal de hoofdgenerator derwijze moeten samengesteld zijn dat hij de maximum stroom en spanning kan verdragen, t.t.z. :

- in serie koppeling : 1200 A en 4000 V;
- in parallel serie koppeling : 2400 A en 2000 V;
- in parallelkoppeling : 4800 A en 1000 V.

In de 3 gevallen zal de hoofdgenerator zwaar en omvangrijk zijn. Dit komt doordat, om de grote stromen te verdragen, er breed gemeten wikkelingen nodig zijn, waaruit een groot gewicht aan koper voortspruit; om grote spanningen te verdragen, zijn er belangrijke magnetische stroomkringen nodig, waaruit een groot gewicht aan ijzer voortspruit.

Twee handelwijzen kunnen benuttigd worden om dit bezwaar te vermijden :

- het veranderen van de koppeling;
- het shunteren.

77 Het veranderen van koppeling.

In dit stelsel, benuttigt men opvolgenlijk verschillende koppelingen der tractiemotoren volgens de ritsnelheid van de trein.

Hernemen wij b.v. het voorgaande geval :

a) Bij het aanzetten, neemt men de serie koppeling (fig. 51).

Elke tractiemotor neemt 1200 A onder 200 V op (punt A van fig. 50); de generator levert 1200 A onder 800 V.

De snelheid van de trein vermeerdert, de stroom vermindert in elke motor, maar de spanning aan de klemmen verhoogt (richting van de pijl van fig. 50).

b) Op het ogenblik waarop de spanning van de generator 1000 V bereikt, overeenstemmende met een stroom van 960 A, koppelt men de motoren in serie parallel. Het regime van elke motor is dezelfde voor en na het veranderen van de koppeling, 960 A onder 250 V (punt C van fig. 50), maar in de hoofdgenerator is de stroom dubbel en de spanning vermindert met de helft (fig. 52 en 53), t.t.z. wordt teruggebracht van 1000 tot 500 V.

c) De snelheid van de trein verhoogt steeds, de stroom vermindert steeds en de spanning verhoogt.

Op het ogenblik waarop het regime 1000 V, 960 A opnieuw bereikt is in de hoofdgenerator, koppelt men de motoren in parallel. Dit stemt overeen met een regime 500 V, 480 A in elke tractiemotor (punt D van fig. 50); het regime van de generator gaat van 1000 V, 960 A naar 500 V, 1920 A (fig. 54 en 55).

Wanneer de trein zijn maximumsnelheid bereikt (punt B van fig. 50), neemt elke motor 240 A onder 1000 V op, terwijl de generator 240 A \times 4 of 960 A onder 1000 V voortbrengt (fig. 56).

Dank aan deze verschillende koppelingen zal de maximumspanning van de generator 1000 V zijn en zijn maximumstroom 1920 A in al de gevallen.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 56.

Nochtans maken de koppelingsveranderingen in grote mate het electrisch schema ingewikkeld, bijzonder bij lage spanning en noodzaken een groot apparaat. Men zal dan ook trachten een overeenstemming te vinden tussen de karakteristieken van de generator en de samenstelling van het schema.

In het hierboven aangehaalde voorbeeld, stelt men zich over het algemeen tevreden met 2 koppelingen : serie parallel en parallel.

Men zet alsdan aan in serie parallel, met 1200 A, 200 V in iedere tractiemotor (punt A, fig. 50) en 2400 A, 400 V in de hoofdgenerator (fig. 57).

Bij de met punt C van fig. 50 overeenstemmende snelheid is geen verandering van koppeling meer en de regimes zijn deze aangeduid in fig. 53.

De enige koppelverandering wordt uitgevoerd zoals in het voorgaande geval, aan de snelheid overeenstemmende met punt D van fig. 50. De regimes voor en na het veranderen van de koppeling zijn deze voorgesteld in de fig. 54 en 55.

De generator moet deze maal voorzien zijn voor 1000 V en 2400 A in plaats van 1000 V en 1920 A, maar men gebruikt slechts twee koppelingen in stede van drie.

78 Het shunteren.

Beschouwen wij een tractiemotor die een stroom van 600 A onder een spanning van 400 V opneemt, b.v. motor nr 1 van fig. 58 voorstellende een hoofdgenerator die 4 tractiemotoren voedt en serie parallel gekoppeld.

Indien men, op dit ogenblik, een weerstand R in parallel aftakt met de bekrachtigingswikkeling van de motor, dan zal de ganse stroom van het anker de bekrachtigingswikkeling niet meer doorlopen : daaruit volgt een vermindering van de flux, dus van de tegen-electromotorische kracht E van de motor.

De stroom verhoogt volgens de formule $I = \frac{U - E}{R}$;

maar vermits het produkt $U I$ constant moet blijven, vermindert de spanning U . Men zegt dat men de motor geshunteerd heeft. De shunteringswaarde is het deel van de stroom van het anker, uitgedrukt in %, dat doorheen de shunteringsweerstand R gaat.

Kortom, een geshunteerde motor neemt een sterkere stroom op onder een zwakkere spanning, terwijl het vermogen hetzelfde blijft.

Als voorbeeld geven de fig. 59 en 60 de waarden van de spanning en de stroom die zouden kunnen bekomen worden voor en na het shunteren met een waarde van 45 %.

Op het diagramma van fig. 62, is het regime van de motor voor het shunteren deze van punt A; na het shunteren, is het voorgesteld door punt B.

Indien met punt A een treinsnelheid van 50 km/h overeenstemt, dan zal deze snelheid aan punt B (shunteren aan 45 %) practisch niet veranderd zijn; daar het inschakelen van de weerstand in parallel met de inductor in een zeer korte tijd geschiedt (minder dan een seconde).

Na het shunteren, de snelheid van de trein boven de 50 km/h stijgende, vermindert de stroom en vermeerdert de spanning derwijze dat opnieuw 600 A onder 400 V bereikt worden aan een snelheid b.v. gelijk aan 75 km/h.

Op dit ogenblik, indien men wenst een hogere snelheid te bereiken, is het nodig een tweede maal te shunteren, door de waarde van de weerstand in parallel met de bekrachtigingswikkeling te verminderen, zodat het deel van de lamp deze weerstand afgevoerde ankerstroom verhoogt.

De tweede shunteringswaarde zal, b.v. 60 % bedragen en na deze tweede shuntering, zullen de stroom en spanning deze zijn van fig. 61. Het regime van de motor is voorgesteld door punt C van fig. 60.

Op te merken valt dat de punten B en C respectievelijk bekomen na de eerste en tweede shunteringen, in elkaars buurt liggen, maar niet noodzakelijk op elkaar liggen, ter-

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 58.

wijl het punt voor het shunteren steeds juist in A ligt; inderdaad, het is de in dit punt bereikte spanning (400 V) die het overgaan beveelt 't zij van de stand « volle veld » (geen shuntering) naar de eerste shunteringsstand, 't zij van de eerste shunteringsstand naar de twee shunteringsstand.

Bij het gekozen voorbeeld, serie parallelkoppeling, zijn de spanning en de stroom van de hoofdgenerator steeds het dubbel van de spanning en de stroom der tractiemotoren (fig. 58).

De maximumspanning van de generator is, in dit geval, 800 V; de maximumstroom is het dubbel van de aanzetstroom van een tractiemotor.

Bij zekere uitrustingen benuttigt men 4 shunteringsstanden; de maximum shunteringswaarde kan 70 tot 75 % bedragen.

79 Benutting van het veranderen van koppeling en van de shuntering.

In de praktijk, kan men 't zij het veranderen van koppeling gebruiken, 't zij de shuntering, 't zij een samenvoeging van deze twee stelsels.

In de twee gevallen wordt het veranderen van koppeling of de shuntering uitgevoerd zodra de door de constructeur van de transmissie gekozen maximumspanning bereikt is.

Het veranderen geschiedt meestal automatisch, maar in zekere gevallen, is de mogelijkheid voorzien de verandering met de hand te verwezenlijken door tussenkomst van de voerder.

Vermelden wij 3 gevallen bij het materieel N.M.B.S. :

a) Motorwagens types 653 en 654.

2 tractiemotoren in parallel gekoppeld, geen verandering van koppeling,

1 shunteringsstand.

b) Baanlocomotieven BB type 201 (fig. 66).

4 tractiemotoren in serie parallel gekoppeld, geen verandering van koppeling,

4 shunteringsstanden.

c) **Baanlocomotieven CC types 202-203-204** (fig. 69).

6 tractiemotoren,

1 koppelingsverandering (serie parallel → parallel),

1 shunteringsstand in parallelkoppeling.

80 Opmerking.

Wat gebeurt er als men niet verandert van koppeling of als men niet shunteert op het ogenblik dat de maximumspanning bereikt is, t.t.z. wanneer de snelheid voortgaat te verhogen boven het, voor het veranderen, voorziene punt ?

Daaruit spruiten twee zwaarigheden voort :

1. De stroom I, opgenomen door de tractiemotoren gaat voort te verminderen met de snelheid van de trein. Maar daar de dynamo dan werkt in de verzadigingszone als gevolg van het vermeederen der spanning boven het voorziene maximum, verhoogt deze U-spanning nog slechts langzaam. Het electricisch vermogen ($U \times I$) behoudt niet meer zijn constante waarde en wordt kleiner dan deze van de Dieselmotor. Men zegt dat deze ontladen is. Deze zwaarigheid is zeer ernstig, vermits het in de zone der grote snelheden is, dat het gewoonlijk het snelst noodzakelijk is, het volle vermogen van de Diesel te kunnen gebruiken.

2. De stroom in de bekrachtigingswikkelingen van de hoofdgenerator kan een gevaarlijke waarde bereiken en een verhitting van de inductoren veroorzaken.

81 Omkeren van de ritrichting.

Men weet dat, om de draairichting van een electriche motor met serie-bekrachtiging, om te keren, het volstaat de richting van de stroom in de inductoren ten opzichte van deze die door het anker gaat, te veranderen. Deze eigenschap wordt benuttigd om het omkeren te verwezenlijken van de ritrichting der voertuigen met electriche transmissie.

Deze wordt dus uitgevoerd door het omkeren van de stroom 't zij in de inductoren, 't zij in het anker. Gewoonlijk verandert men, met dit doel, de relatieve verbindingen

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 60.

van de inductor met het anker bij middel van een trommel met koperen contacten op dewelke contactvingers drukken. Deze trommel wordt bediend door een electropneumatische servo-motor.

Het omkeren moet natuurlijk tegelijkertijd op al de tractiemotoren verwezenlijkt worden.

Een ritwisselkruk, geplaatst in elke stuurpost, laat toe twee treindraden, voor (AV) en achter (AR) onder spanning te brengen respectievelijk in elk van zijn uiterste standen. Volgens de verkozen draad, nemen al de ritwissel-trommels de stand AV of AR.

82 Werking met gedeeltelijke belasting.

Wij beschouwden tot nu toe steeds de werking van de transmissie die overeenstemt met het volle vermogenregime van de Diesel. In de praktijk, is dit niet steeds alzo.

Elke voerderspost bevat een versnellingshandkruk, die aan de voerder toelaat, volgens de last en de noodwendigheden van de uurregeling, het vermogenregime van de Diesel te regelen. Deze handkruk kan een aantal ritstanden bevatten (tot 8 bij de locomotieven) ofwel kan zij progressief en doorlopend verplaatst worden.

Zij bewerkt de regelaar van de Dieselmotor, 't zij electrisch, 't zij pneumatisch. Met de laatste ritstand (of aan de uiterste stand) van de handkruk, stemt de volle snelheid van de Dieselmotor overeen en, bijgevolg, het volle vermogen (voor zover de generator de motor niet ontlaadt).

Met elke tussenliggende ritstand (of stand) stemt een gegeven snelheid van de Dieselmotor overeen, lager dan de maximumsnelheid en, bijgevolg, een wel bepaald vermogen, lager dan het maximumvermogen.

De electrische transmissie werkt automatisch van zodra men de handkruk op de eerste ritstand plaatst : vanaf deze stand, is de treindraad die het sluiten der bekrachtigingsgeleiders veroorzaakt, onder spanning.

Het regime (stroom en spanning) van de generator en de tractiemotoren, alsmede het koppelen van deze laatste, is automatisch vastgesteld door het vermogen-regime van

de Diesel (dus door de ritstand) en door de snelheid van de trein. Geen enkel apparaat is dus in de stuurpost voorzien voor het regelen van het elektrisch vermogen. Bij sommige uitrustingen nochtans, is een schakelaar voorzien die toelaat met de hand het veranderen van koppeling te verwezenlijken.

83 Rendement van de elektrische transmissie.

Het globaal rendement van de elektrische transmissie is in het algemeen, bij volle lastregime, van 82 tot 84 %.

Dit rendement vermindert wanneer de snelheid van de locomotief of de motorwagen te laag wordt (minder dan het vierde van de maximumsnelheid) want de hoge stroom in de tractiemotoren verhoogt de verliezen door Joule-effect.

Het rendement vermindert insgelijks lichtjes bij gedeeltelijke last, maar deze vermindering is slechts gevoelig onder de halve last.

IV. BIJKOMENDE BEWERKINGEN.

84 Starten van de Dieselmotor.

Men weet dat een dynamo met gelijkstroom omkeerbaar is, t.t.z. dat hij bekwaam is te draaien als elektrische motor wanneer men hem elektrische kracht levert.

In de motorvoertuigen met elektrische transmissie, verricht men het starten van de Dieselmotor door deze aan te drijven door de hoofdgenerator die aldus werkt als motor, gevoed door de accumulatorenbatterij. De dynamo doet dus dienst van starter.

Dikwijls, bevat hij tot dit doel een bijkomende bekrachtigingswikkeling, startwikkeling genaamd die slechts dienst doet tijdens de startfase en alsdan in serie verbonden is met het anker (princiepschema fig. 63).

De dynamo werkt dus als een motor met serie-bekrachtiging. Om de motor te starten moet men de startcontactoren L1 en L2 sluiten, wat alleen kan gedaan worden als de tractieomlopen open zijn.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 62.

Soms beschikt men niet over de nodige plaats op de polen van de hoofdgenerator om er een bijkomende startwikkeling op te vinden. Men benuttigt alsdan de shuntbekerachtigingswikkeling van de dynamo (geval der locomotieven type 201). De dynamo werkt alsdan als een shuntmotor : het starten is nochtans minder vlug met dit systeem, als gevolg van de tijd nodig voor het vestigen van de stroom in de bekrachtiging.

De stromen, nodig voor het starten van de Dieselmotor, zijn zeer hoog. De stroom bij het aanzetten van een zware locomotiefmotor (1750 pk) kan 2000 A bereiken.

Alhoewel deze hoge stromen slechts van korte duur zijn (enkele seconden), is het gebruik van een batterij met grote inhoud en inzonderlijk met een zo klein mogelijk innerlijke weerstand, onontbeerlijk.

85 Uitschakelen van een tractiemotor.

Een tractiemotor kan buiten dienst gesteld worden 't zij door een mechanische averij, 't zij door een elektrische averij.

Als de averij zich voordoet in volle baan, dan is het steeds interessant de trein te kunnen terugbrengen, zelfs met een beperkte snelheid, door de niet beschadigde tractiemotoren te benuttigen.

Dit is in het algemeen niet mogelijk in geval van een mechanische beschadiging (vastgeklemd rollager); maar als het een elektrische beschadiging betreft (vernietiging van een isolering, onderbroken wikkeling), is het in principe mogelijk; bij middel van schakelaars, en als de trein stilstaat, de verbindingen derwijze te veranderen dat een of meer tractiemotoren uit de omloop gesloten worden.

Nochtans is het verwezenlijken van deze uitschakeling zeer ingewikkeld bij de elektrische transmissies van de motorwagens en de Diesellocomotieven. Zij vereist niet alleen het veranderen der omlopen van de tractiemotoren, maar ook van de bekrachtigingsomlopen van de hoofdgenerator; daarbij kunnen, in geval van flash, averij die gewoonlijk het verdwijnen van de isolering tot gevolg

heeft, meerdere motoren en soms de hoofdgenerator getroffen worden.

Om die verwikkelingen te vermijden, voorzien sommige constructeurs deze uitschakeling niet.

86 Controle- en beschermingsapparaten.

De transmissie controleapparaten in de stuurpost bevatten essentieel een tractie-amperemeter die de stroom, geleverd door de hoofdgenerator aanduidt ofwel de stroom in een tractiemotor.

Soms voorziet men daarenboven een hoogspanningsvoltmeter, of een wattmeter.

De elektrische transmissie bevat ook beschermingsapparaten die ingebouwd zijn in de verschillende omlopen (relais, smeltzekeringen, enz.) en waarvan het aantal veranderlijk is volgens de constructeurs. Op de locomotieven, die meer blootstaan aan overbelastingen dan de motorwagens, voorziet men ook dikwijls :

- een grondrelais, dat afslaat als zich een massa voordoeft in de tractieomlopen; het afslaan van het aardrelais heeft het ontladen van de hoofdgenerator tot gevolg (verbreken van de bekrachtiging), wat het elektrisch vermogen tot zijn minimum herleidt, en het automatisch op traagloop terugbrengen van de Diesel;
- een antislip-inrichting die werkt bij middel van relais aangekoppeld tussen de tractiemotoren; in geval van doorslaan van een wielstel, heeft deze inrichting ook tot doel het elektrisch vermogen tot zijn minimum te herleiden en de Diesel op traagloop terug te brengen; zij herstelt automatisch de tractie zodra het slippen heeft opgehouden.

De voerder wordt verwittigd van het afslaan van een veiligheidsinrichting, door een alarmbel, ofwel door een seinlamp, ofwel door deze twee te zamen.

87 Rheostatisch remmen.

Het rheostatisch remmen, ook dynamisch remmen genoemd, is een systeem van elektrisch remmen waarmede

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 64.

zekere types van locomotieven met elektrische transmissie, zijn uitgerust.

Men weet reeds dat in het tractie-regime, de tractiemotoren de stroom ontvangen van de hoofdgenerator en de assen aandrijven.

Maar men kan zich de tegenovergestelde bewerking inbeelden. Als de trein een helling afdaald, zijn de tractiemotoren, onder invloed van de zwaartekracht, aangedreven door de assen; als men op dit ogenblik, de inductoren voedt en de ankers op een ontladingsomloop koppelt, b.v. weerstanden, dan gaan zij stroom afgeven in deze omloop terwijl zij een vertragende invloed uitoefenen op de wielen. In andere termen, in rem-regime werken de tractiemotoren als een door de assen aangedreven dynamo.

Een dergelijk systeem is toegepast op de locomotieven types 202-203 en wordt gebruikt voor het remmen bij het afdalen van lange hellingen met zware goederenwagens.

De transmissie van deze locomotieven bevat 6 tractiemotoren met, in tractieregime, twee koppelingssystemen (serie parallel en parallel), maar het anker en de inductor van elke motor zijn steeds in serie verbonden.

In remregime (fig. 64) daarentegen, zijn het anker en de inductor van elke motor gescheiden, t.t.z. dat elk van hen werkt als dynamo met onafhankelijke bekrachtiging.

De ankers (i_1 tot i_6), twee aan twee in serie gegroepeerd geven in speciale weerstanden (R_1 tot R_3) die afgekoeld worden bij middel van een ventilator.

De 6 bekrachtigingswikkelingen (l_1 tot l_6), in serie verbonden, worden gevoed door de hoofdgenerator.

Het veranderen der verbindingen om van het tractie-regime over te gaan naar het remregime wordt verwezenlijkt door een apparaat, « cam-switch » genaamd; van hetzelfde principe als dit van de keerkoppeling.

De reminspanning kan in zekere mate geregeld worden bij middel van een veranderlijke weerstand R die geplaatst is in de bekrachtigingsomloop van de hoofdgenerator.

Nochtans, is de remkracht die kan bekomen worden met de rheostatische remming, maximum bij een welbepaalde snelheid van de locomotief (b.v. 30 tot 35 km/h op de locomotieven 202-203).

Boven deze snelheid, vermindert zij geleidelijk, ook bij de lagere snelheden en reikt naar het nulpunt wanneer men de stilstand benadert (fig. 65).

V. BEDIENING VAN MEERDERE EENHEDEN.

88 Algemeenheden.

Het bedienen van meerdere eenheden, of het tegelijkertijd bedienen van verscheidene motorisaties van uit een zelfde stuurpost, biedt geen enkele moeilijkheid, in het gevoel van een elektrische transmissie.

Het problema stelt zich op 2 verschillende wijzen, volgens de motorisaties tot eenzelfde voertuig behoren ofwel tot twee verschillende voertuigen.

Bij de N.M.B.S. hebben de drieledige motorwagens 653 en 654 elk 2 motorisaties die tegelijkertijd vanuit eenzelfde stuurpost bediend worden, maar de motorwagens kunnen niet samengekoppeld worden.

De baanlocomotieven daarentegen hebben slechts een enkele groep motor-generator, maar kunnen onderling gekoppeld worden zodat men vanuit een enkele stuurpost de inrichtingen van de twee gekoppelde locomotieven kan bedienen.

In principe is er geen enkel essentieel verschil tussen deze twee gevallen; men benuttigt treindraden die van de ene stuurpost naar de andere lopen en zo nodig zijn deze draden verlengd in het voertuig bij middel van een beweegbare kabel die geplaatst wordt tussen 2 locomotieven.

Nochtans worden zekere bewerkingen verschillend verricht, volgens men zich bevindt op een motorwagen of op een locomotief.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 66.

89 Geval der motorwagens met twee motorgroepen.

Bij deze voertuigen, kan het starten of het stilhouden van elke Dieselmotor, gedaan worden vanuit eender welke stuurpost. Er zijn ook in elke stuurpost twee reeksen meetapparaten, een voor elke motorinrichting.

90 Geval der locomotieven met een enkele motorgroep.

Op de locomotieven die gekoppeld rijden, kan men een Dieselmotor slechts starten vanuit de locomotief op dewelke hij zich bevindt. Zo is het ook voor het normale stilhouden, maar in geval van hoogdringendheid, is het mogelijk al de Dieselmotoren vanuit de bezette stuurpost stil te leggen.

Zo ook voor de meetapparaten, elke stuurpost bevat slechts deze die de motorinrichting aanbelangt, van de locomotief op dewelke men zich bevindt. Maar in geval van afslaan van een veiligheidsapparaat op de ene of de andere der gekoppelde locomotieven, wordt het alarm tegelijkertijd gegeven in al de stuurposten.

VI. BESCHRIJVING VAN DE BIJZONDERSTE SYSTEMEN.

91 Algemene principes.

Wij hebben gezien (art. 74) dat de hoofdgenerator van een elektrische transmissie zoveel mogelijk moest voldoen aan de wet $U \times I = \text{constante}$.

Bij de motorwagens, ten einde de inrichting niet te ingewikkeld te maken, bekomt men het regelen van de bekrachtiging van de hoofdgenerator door zuivere elektrische middelen, t.t.z. volledig onafhankelijk van de Dieselmotor. Daaruit volgt dat dan de karakteristiek van de dynamo slechts op een benaderende wijze voldoet aan de voormelde wet.

Als de dynamo te veel vermogen vergt van de Diesel, dan is deze overbelast en vermindert van snelheid; in dit geval bezit de dynamo de hoedanigheid om zijn elektrisch vermogen sneller te verminderen dan dit geleverd door de Dieselmotor.

Een nieuw evenwicht kan zich aldus vestigen aan een snelheid en een vermogen die lichtelijk minder zijn.

Als de dynamo niet het ganse, door de Diesel beschikbaar gesteld vermogen opneemt, dan vermindert de regelaar van deze motor, de inspuiting, om het evenwicht te herstellen.

In beide gevallen, gebruikt de transmissie dus niet volledig het vermogen dat de Dieselmotor zou kunnen leveren.

Ondanks het feit dat dit vermogenverlies relatief klein is, kan dit niet geduld worden op de locomotieven.

Het is daarom dat in de transmissies van de locomotieven, het bekrachtigingssysteem van de hoofdgenerator een veranderlijke weerstand bevat, **belastingregelaar** genoemd die afhankelijk is van de regelaar van de Dieselmotor.

Zodra de snelheid van deze laatste afwijkt van de waarde die overeenstemt met het ritregime (b.v. de nominale snelheid voor de laatste ritstand), werkt de regelaar van de Diesel tegelijkertijd op de graad van inspuiting en op de belastingsregelaar, t.t.z. dat hij de bekrachtiging doet veranderen en bijgevolg, het electrisch vermogen, derwijze dat de draaisnelheid herleid wordt tot de gepaste waarde. Alzo zal het vermogen opgenomen door de dynamo steeds juist overeenstemmen, met het beschikbaar vermogen, door de Dieselmotor geleverd.

Dit systeem heeft ook het voordeel de Dieselmotor te beschermen tegen alle overbelasting in toevallige omstandigheden, b.v. een verzwakte injector; inderdaad dan zal de belastingsregelaar automatisch het electrisch vermogen aan het verminderd vermogen van de Dieselmotor aanpassen.

Wij zullen een beknopte beschrijving geven van de twee systemen, op dit principe gevestigd, en in gebruik op de locomotieven N.M.B.S.

92 De transmissie ACEC-Westinghouse (locomotieven types 201 en 270).

Bij deze locomotieven van het type BB, voedt de hoofdgenerator 4 tractiemotoren, blijvend gekoppeld in serie parallel.

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 68.

Er zijn 4 shunteringsstanden op de locomotieven type 201 (fig. 66) waarvan de maximumsnelheid 120 km/h is en enkel 1 shunteringsstand op de locomotieven type 270 waarvan de maximumsnelheid 50 km/h bedraagt.

De hoofdgenerator is met onafhankelijke bekrachting, t.t.z. dat zij slechts een enkele bekrachtigingswikkeling bezit, gevoed door een stroomopwekker die vastzit op het uiteinde van de as (fig. 67).

Deze stroomopwekker bevat zelf 6 polen en 3 bekrachtigingswikkelingen te weten :

- 1) een shunt-wikkeling;
- 2) een tegenwerkende serie wikkeling, waardoor de stroom I van de hoofdgenerator loopt;
- 3) een onafhankelijke wikkeling gevoed door de hulpgenerator of de batterij.

Deze laatste wikkeling 3) is gebobijnd op 4 polen terwijl de wikkelingen 1) en 2) te zamen gebobijnd zijn op de twee andere polen.

Deze stroomopwekker mag dus beschouwd worden als een geheel van twee serie stroomopwekkers, een met onafhankelijke bekrachting (4 polen) en de andere met tegenwerkende compound bekrachting (2 polen) waarvan de spanningen samengesteld worden.

De met de onafhankelijke bekrachting (4 polen) bekomen spanning is constant [rechte (a) van fig. 68].

De karakteristieken van de shunt- en tegenwerkende serie wikkelingen zijn derwijze gekozen dat de spanning bekomen met deze samengevoegde bekrachting (2 polen) veranderd in functie van de stroom I geleverd door de hoofdgenerator [zoals voorgesteld in de kromme (b) van fig. 68]. Uiteindelijk verandert de bekomen spanning (U) aan de klemmen van de stroomopwekker in omgekeerde functie van de stroom I volgens de kromme u van fig. 68. Dit is ook zo voor de stroom in de bekrachtigingswikkeling van de hoofdgenerator en bijgevolg, uiteindelijk, voor de spanning U aan de klemmen van deze generator.

De alzo bekomen karakteristiek voor de hoofdgenerator gehoorzaamt alleen benaderend aan de wet $U \times I = \text{constante}$.

Daarom schakelt men in de onafhankelijke bekrachtigingsomloop van de stroomopwekker, een veranderlijke weerstand in (LR) (fig. 67) belastingsregelaar genoemd, die hydraulisch bediend wordt door de regelaar van de Dieselmotor.

Als de Dieselmotor overbelast is, heeft zijn snelheid neiging tot verminderen; de regelaar vermeerderd de weerstand (LR); de bekrachtiging en bijgevolg het elektrisch vermogen verminderen en de Diesel herneemt zijn normale snelheid.

Als de Dieselmotor ontladen is, dan vermindert de regelaar de weerstand (LR) en het elektrisch vermogen vermeerderd.

Men bemerkt dat de belastingsregelaar als doel heeft de karakteristieken van de hoofdgenerator derwijze te verbeteren dat het elektrisch vermogen steeds juist aangepast is aan dit geleverd door de Dieselmotor.

93 Transmissie EMD (locomotieven types 202-203-204).

De transmissies van deze locomotieven veranderen slechts onder elkaar door de verminderingsverhouding van de bedieningstandwielen der motorassen en door het ontbreken of aanwezig zijn van een rheostatische remminguitrusting.

De hoofdgenerator voedt 6 tractiemotoren (fig. 69). Drie voedingsregimes zijn voorzien naargelang de snelheid van de locomotief vermeerderd :

1) serie parallel koppeling : de dynamo voedt in serie twee groepen van 3 in serie gekoppelde motoren (contactor S gesloten);

2) parallelkoppeling : al de motoren zijn gevoed met volle spanning door de hoofdgenerator (contactoren P1 en P2 gesloten);

Boekje hlt

10. IV.

Bladz. 70.

3) shuntering : de parallel koppeling is behouden (P1 en P2 gesloten) en weerstanden zijn ingeschakeld aan de klemmen der inductoren (contactoren FS gesloten).

De hoofdgenerator bezit 3 bekrachtigingswikkelingen (fig. 70) :

- 1) een shunt-wikkeling;
- 2) een tegenwerkende serie wikkeling;
- 3) een onafhankelijke wikkeling, gevoed door de dynamo of de batterij, en in de omloop waarvan een veranderlijke weerstand (LR) is ingeschakeld, belastingsregelaar genoemd, afhankelijk van de regelaar van de Dieselmotor.

Er is dus geen stroomopwekker.

Het samenvoegen van de shunt- en tegenwerkende serie wikkelingen, beschouwd zonder tussenkomst van de onafhankelijke wikkeling, geeft aan de karakteristiek van de hoofdgenerator, een duikende vorm, maar zonder dat zijn holte in de gewenste richting gekeerd is [kromme (b) van fig. 71]. Om hun hyperbolische karakteristieken te bekomen [kromme (a) van fig. 71], moet de onafhankelijke bekrachtiging de nodige bijkomende spanning leveren om van de kromme (b) naar de kromme (a) over te gaan. Bij voorbeeld, voor een geleverde stroom I gelijk aan (OA), moet de onafhankelijke bekrachtiging een spanning $AC - AB = BC$, leveren.

Deze bijkomende spanning is dus veranderlijk met de waarde van de geleverde stroom I.

Het is de belastingsregelaar die de waarde van de onafhankelijke bekrachtiging tot een gepaste waarde regelt, om op elk ogenblik de gewenste spanning te bekomen. Deze regelaar werkt volgens hetzelfde principe als in de transmissies ACEC-Westinghouse. Hier moet hij nochtans grotere spanningsverschillen verbeteren.

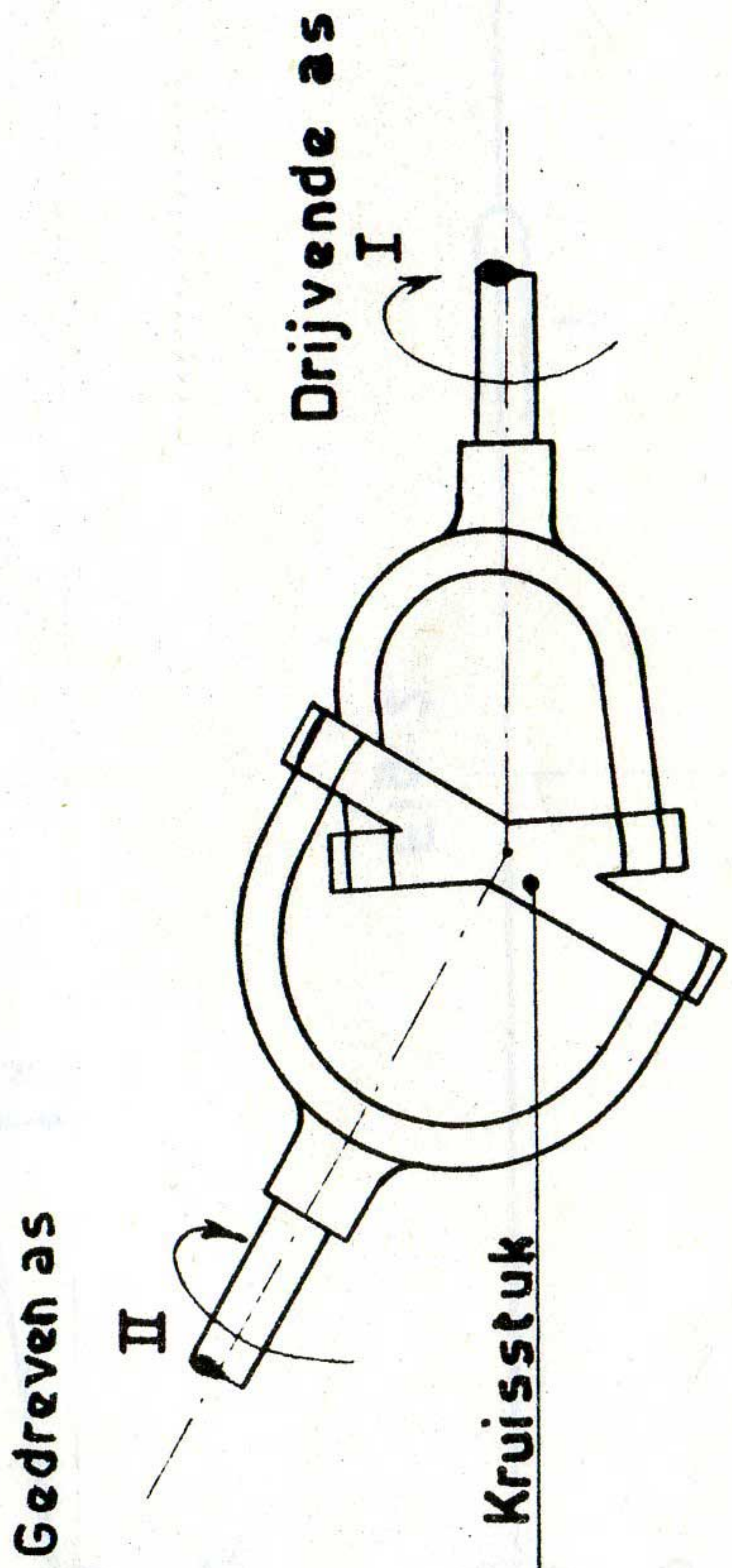


Fig. 1.

CARDANKOPPELING

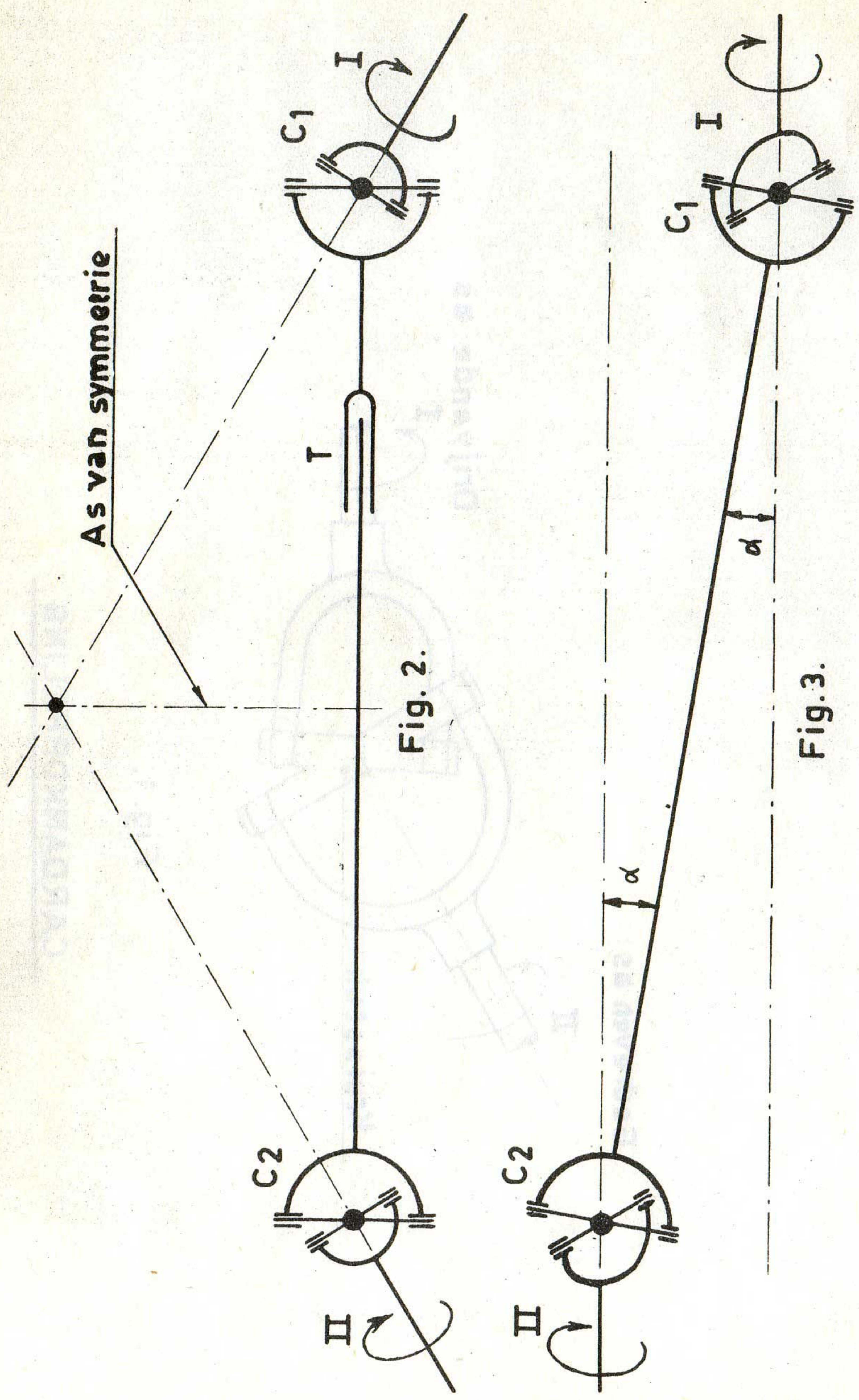


Fig. 2.

Fig. 3.

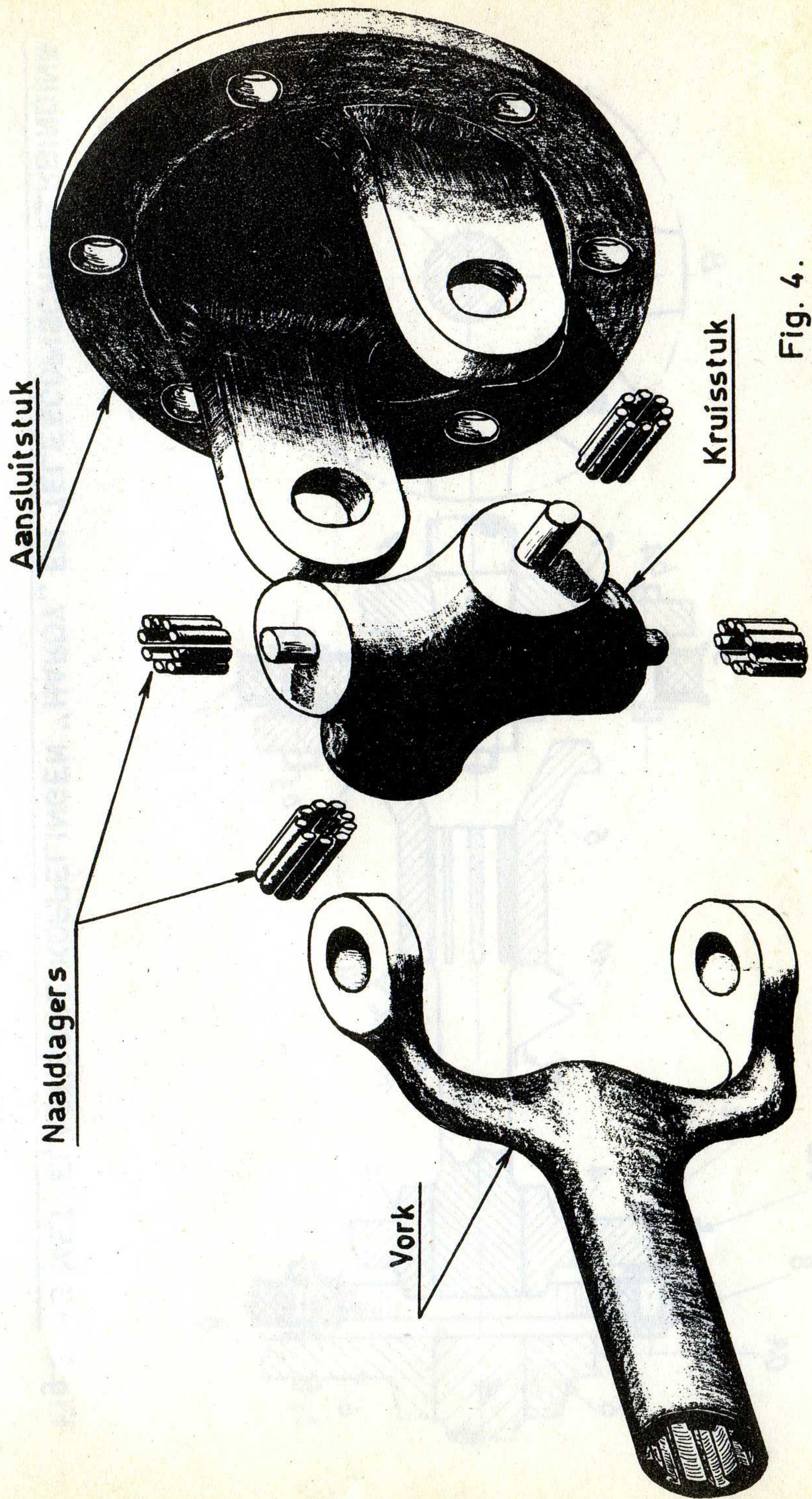


Fig. 4.
CARDANKOPPELING

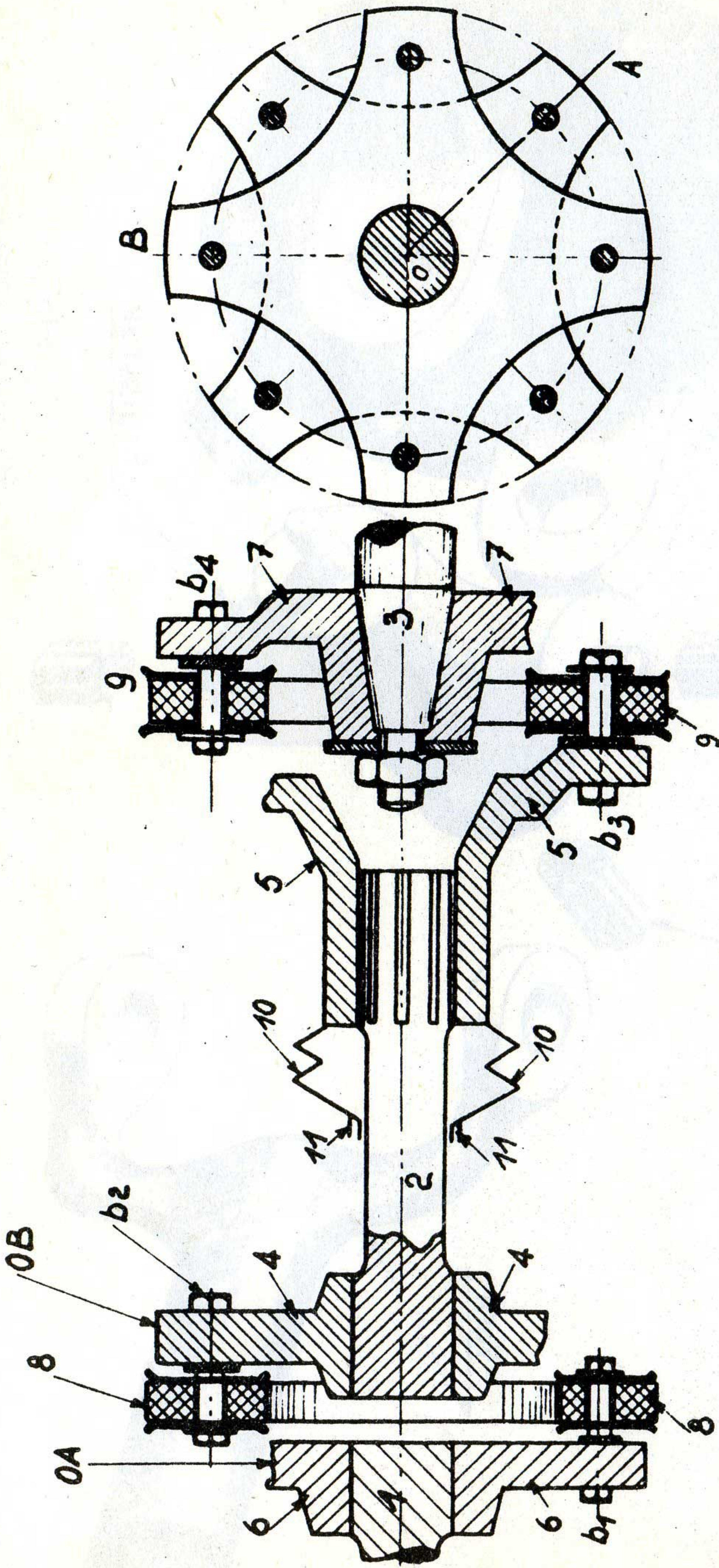


Fig.5. AS MET ELASTISCHE KOPPELINGEN "HARDY.", EN TELESCOPISCHE VERBINDING

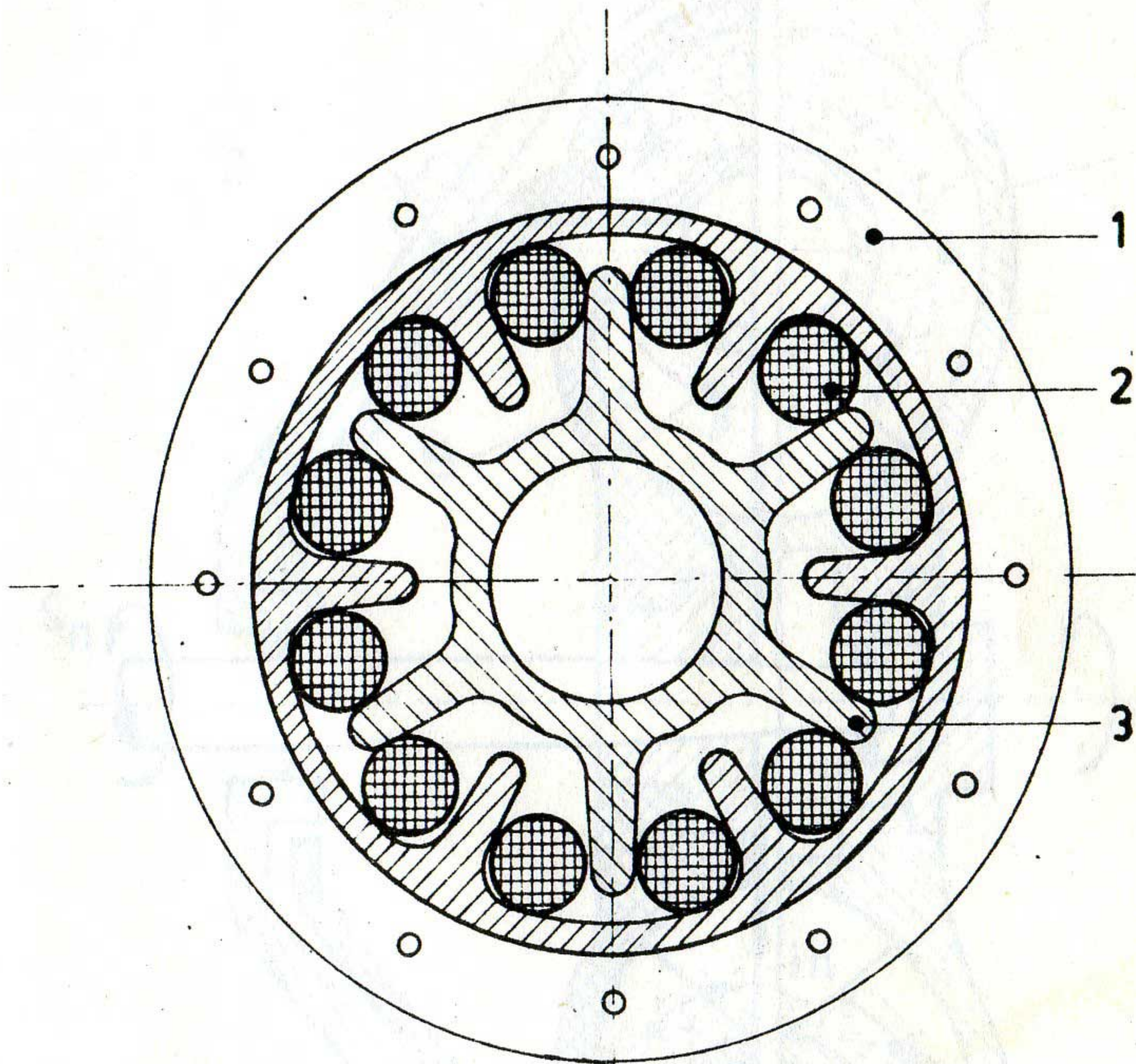


Fig.6. HOLSET - KOPPELING.

1. Schijf bevestigd op vliegwiel van motor.
2. Cilinders in gummi.
3. Mof vastgezet op de as kant transmissie.

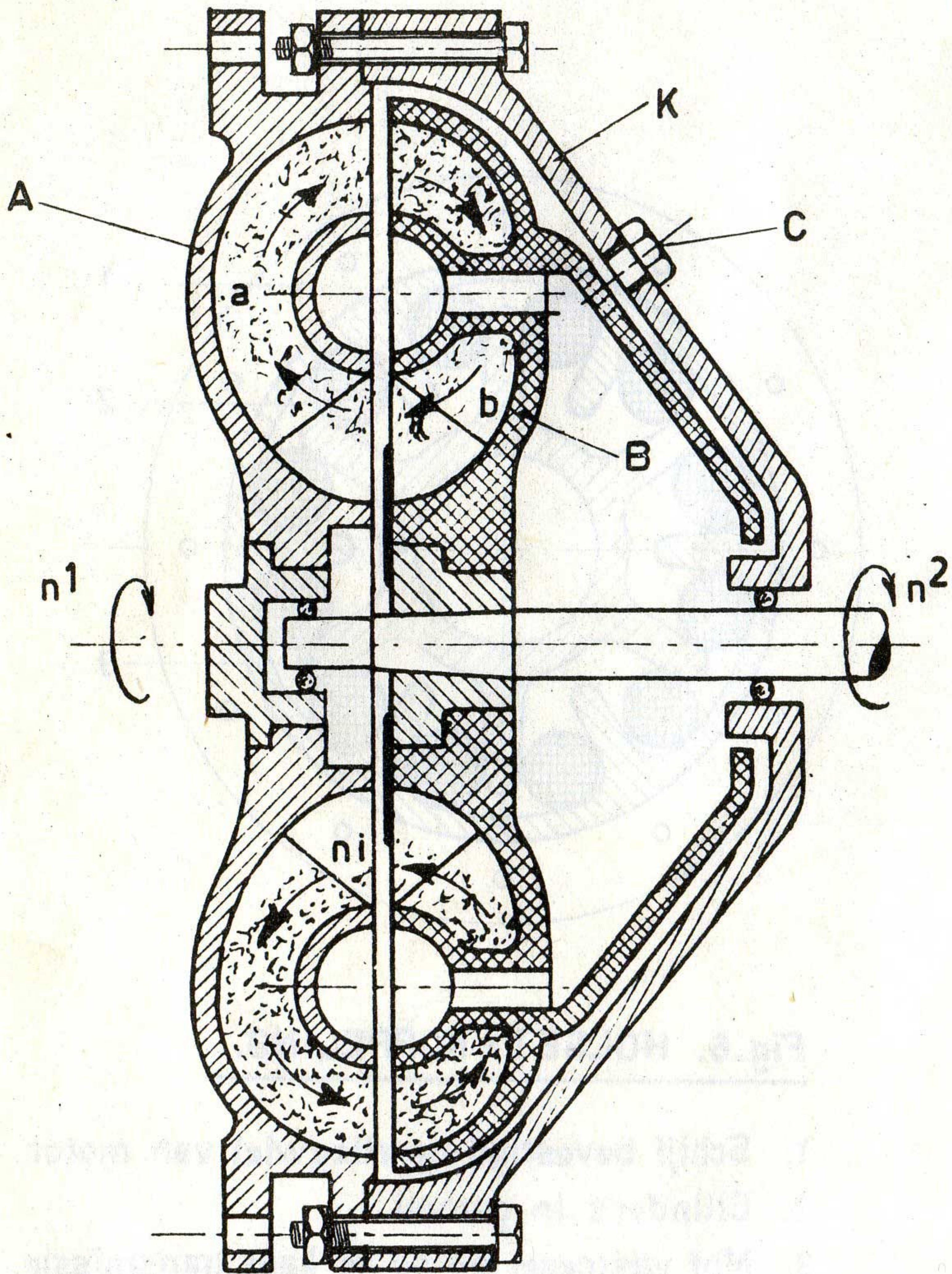
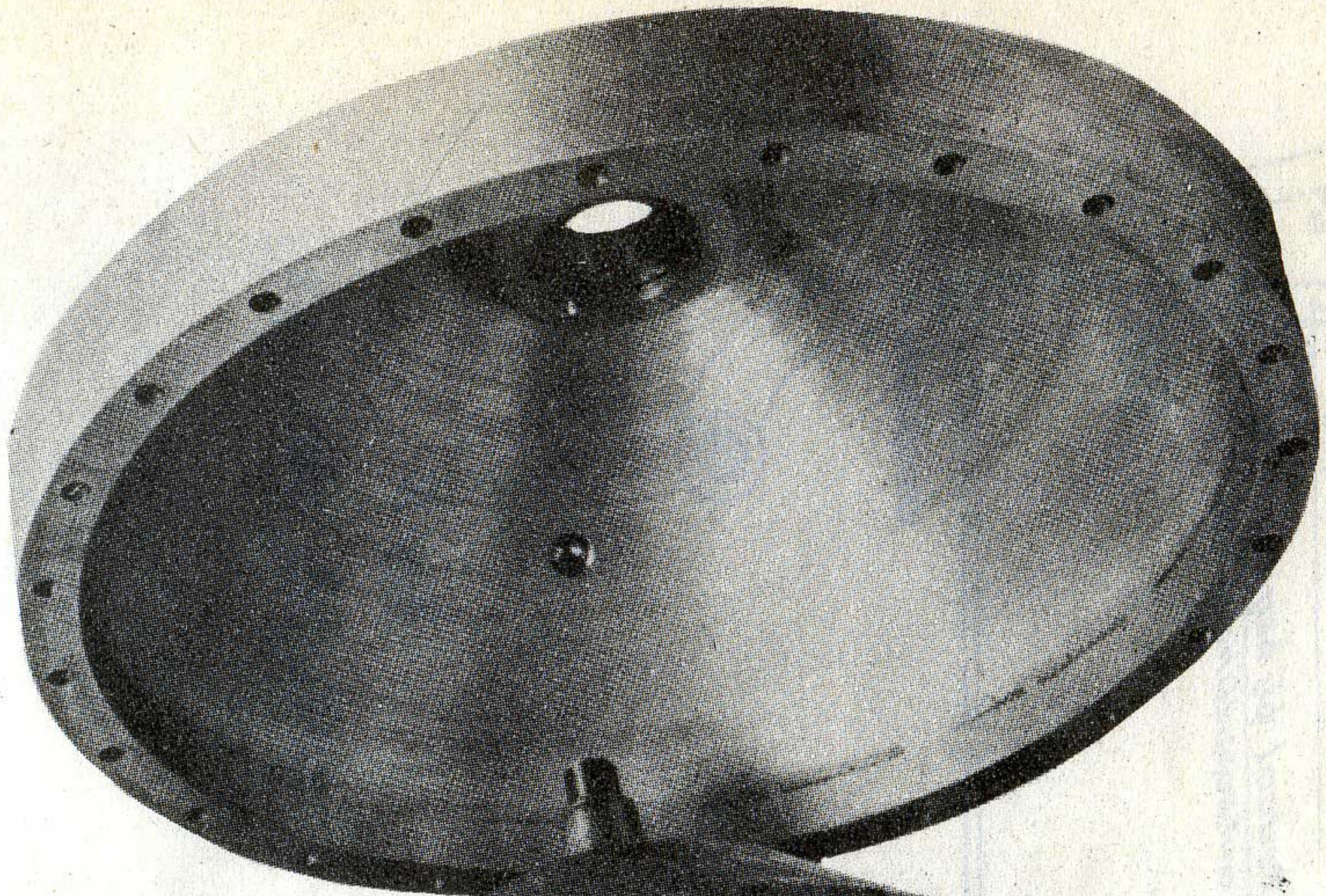
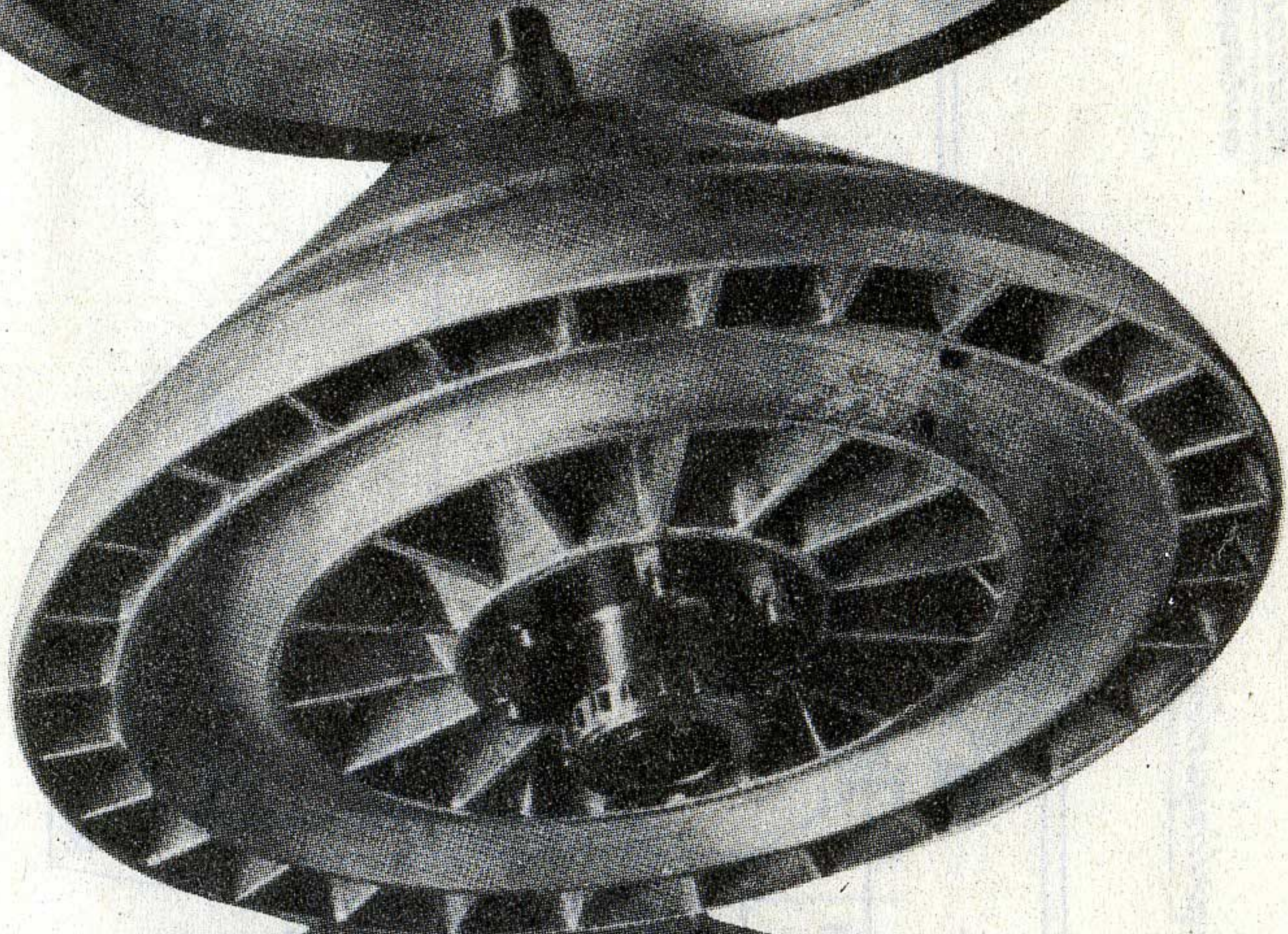


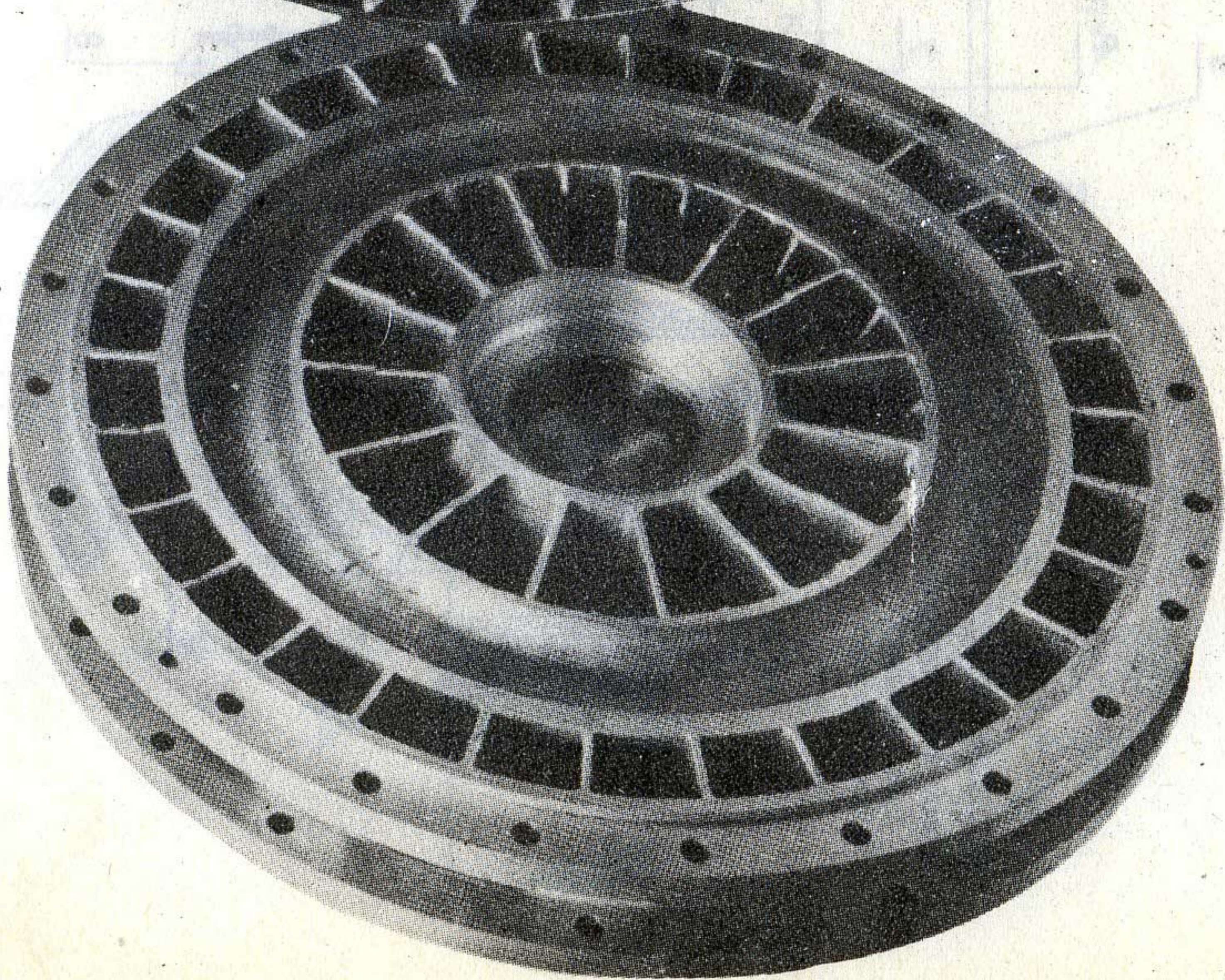
Fig. 7.



Carter.

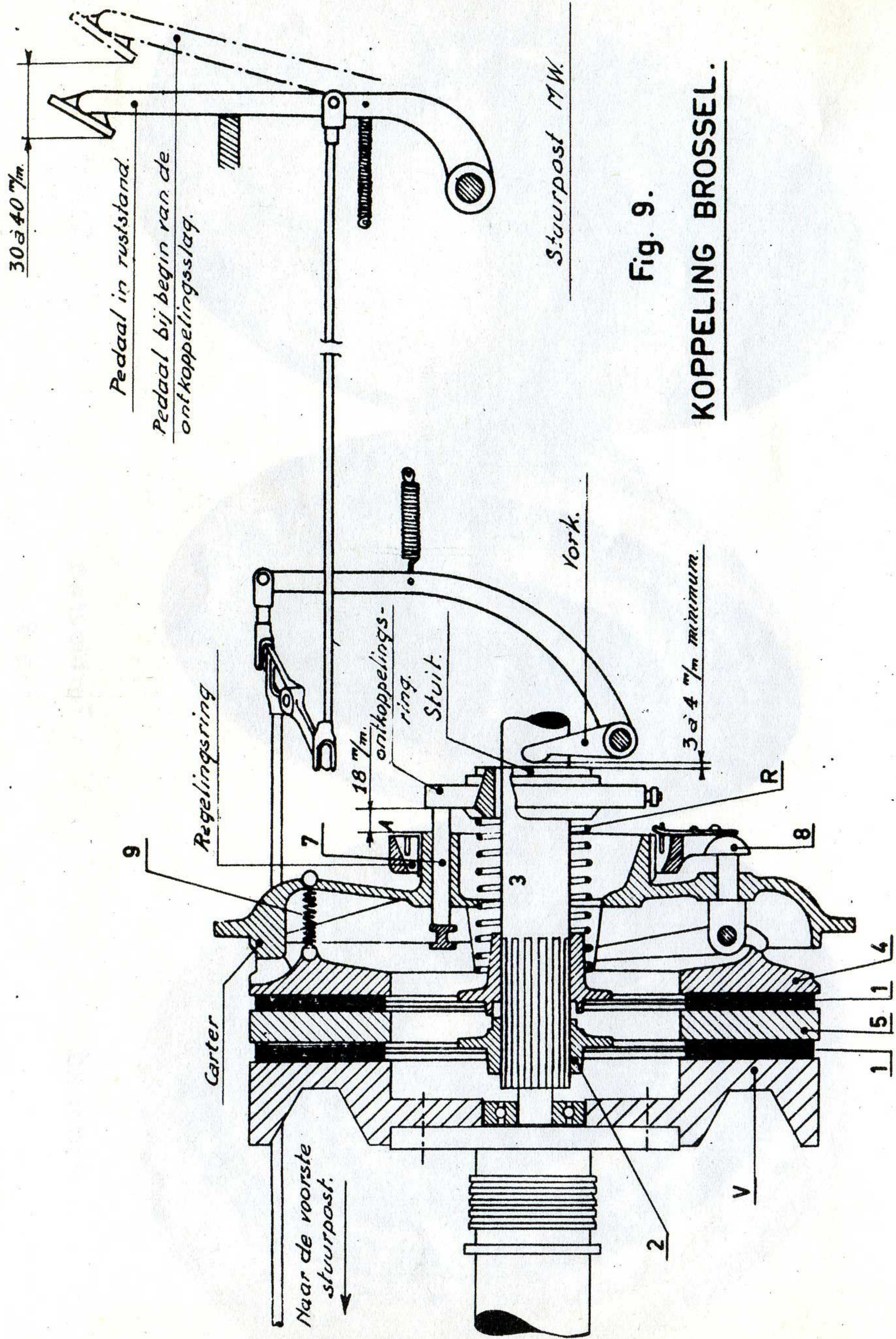


Turbinerad.



Pomprad.

Fig. 8.



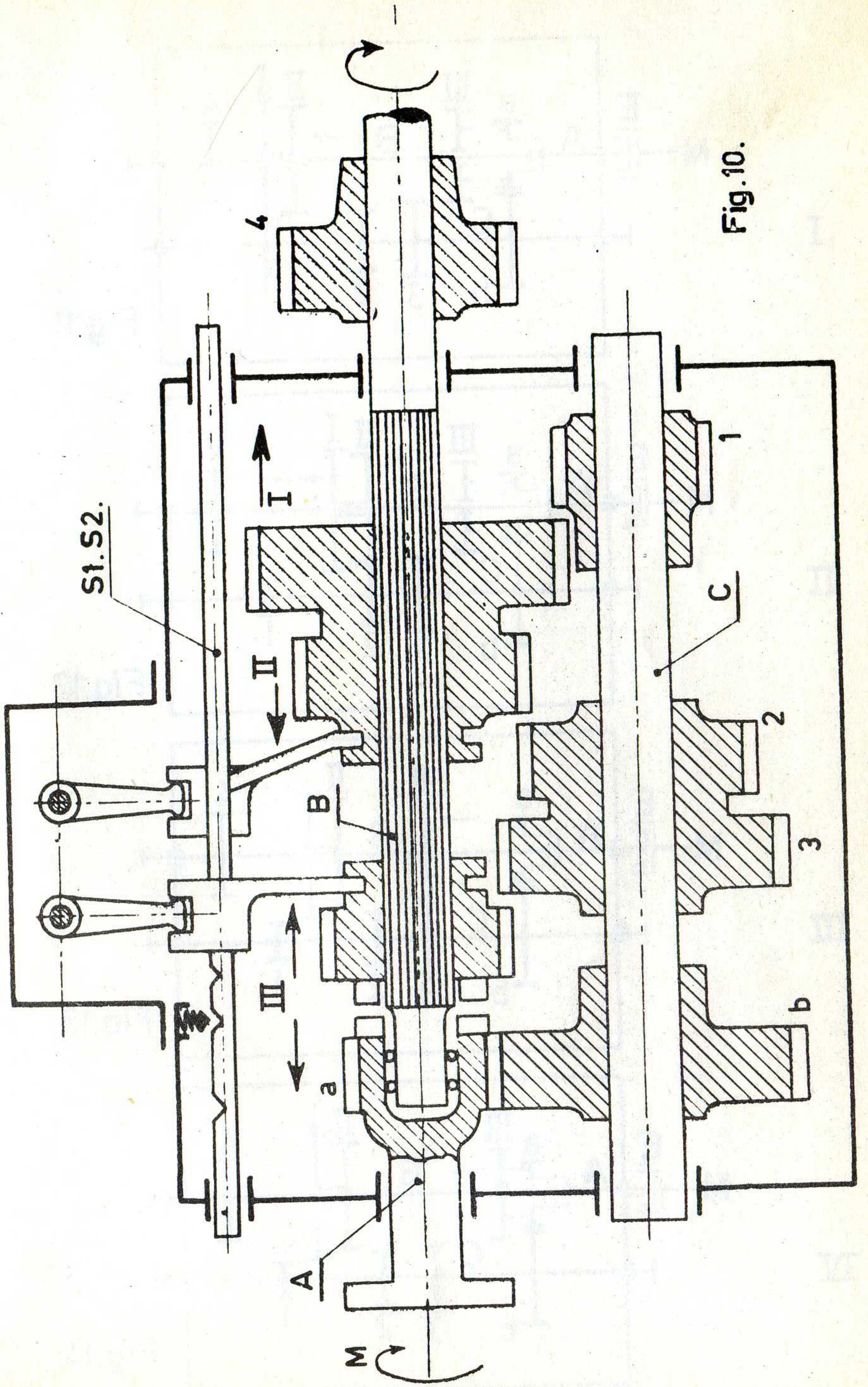


Fig. 10.

I

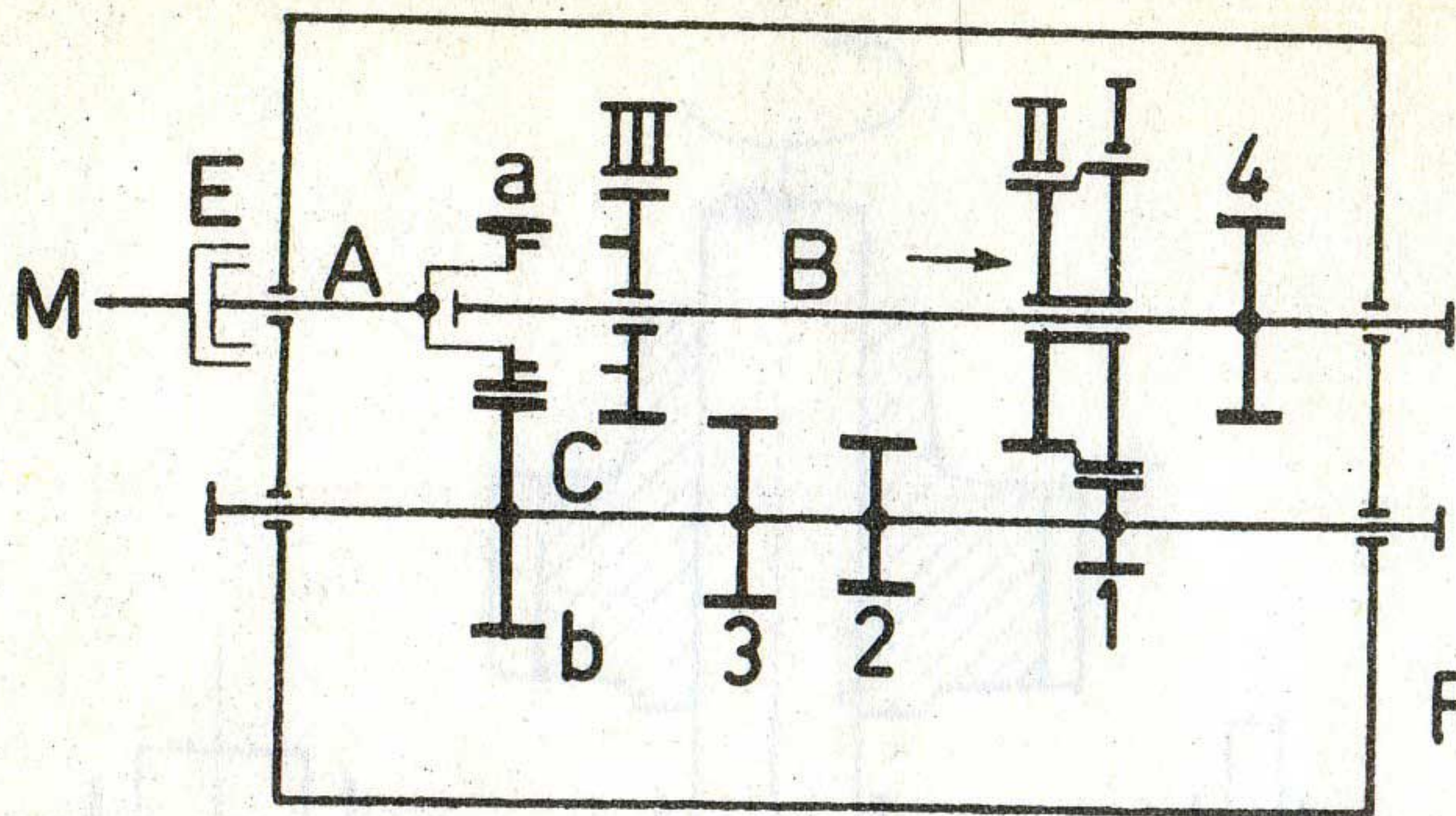


Fig.11.

II

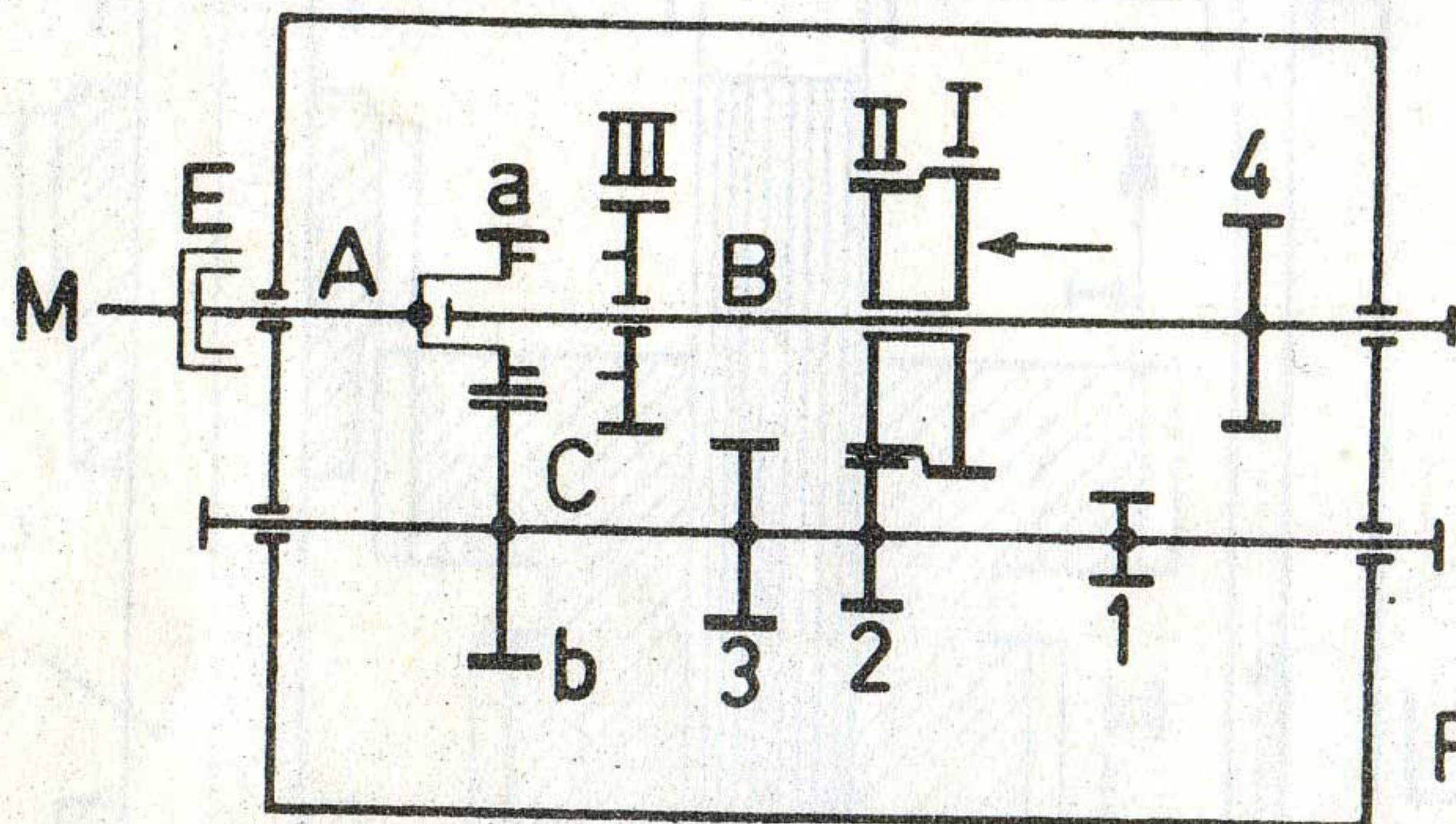


Fig.12.

III

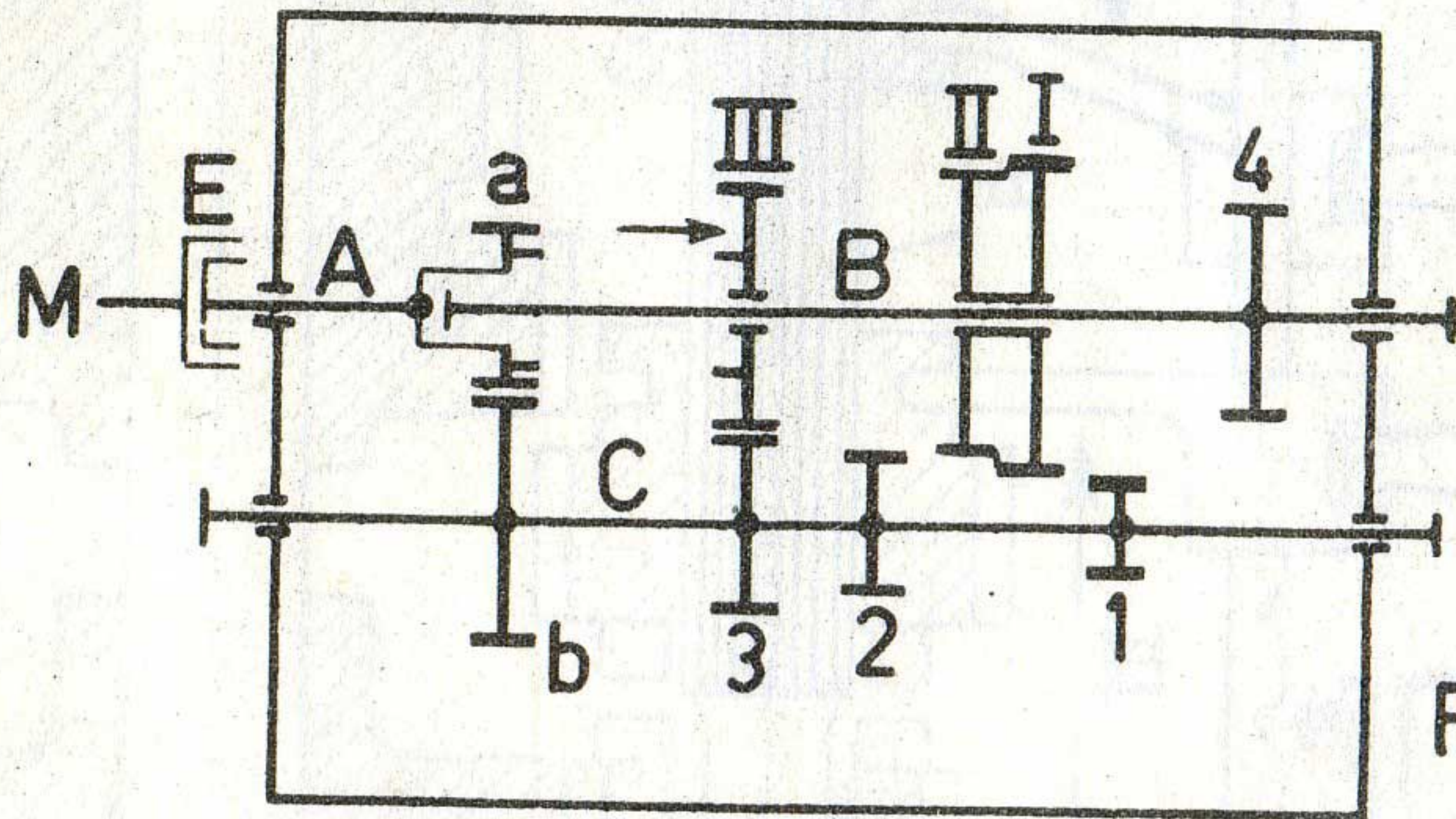


Fig.13.

IV

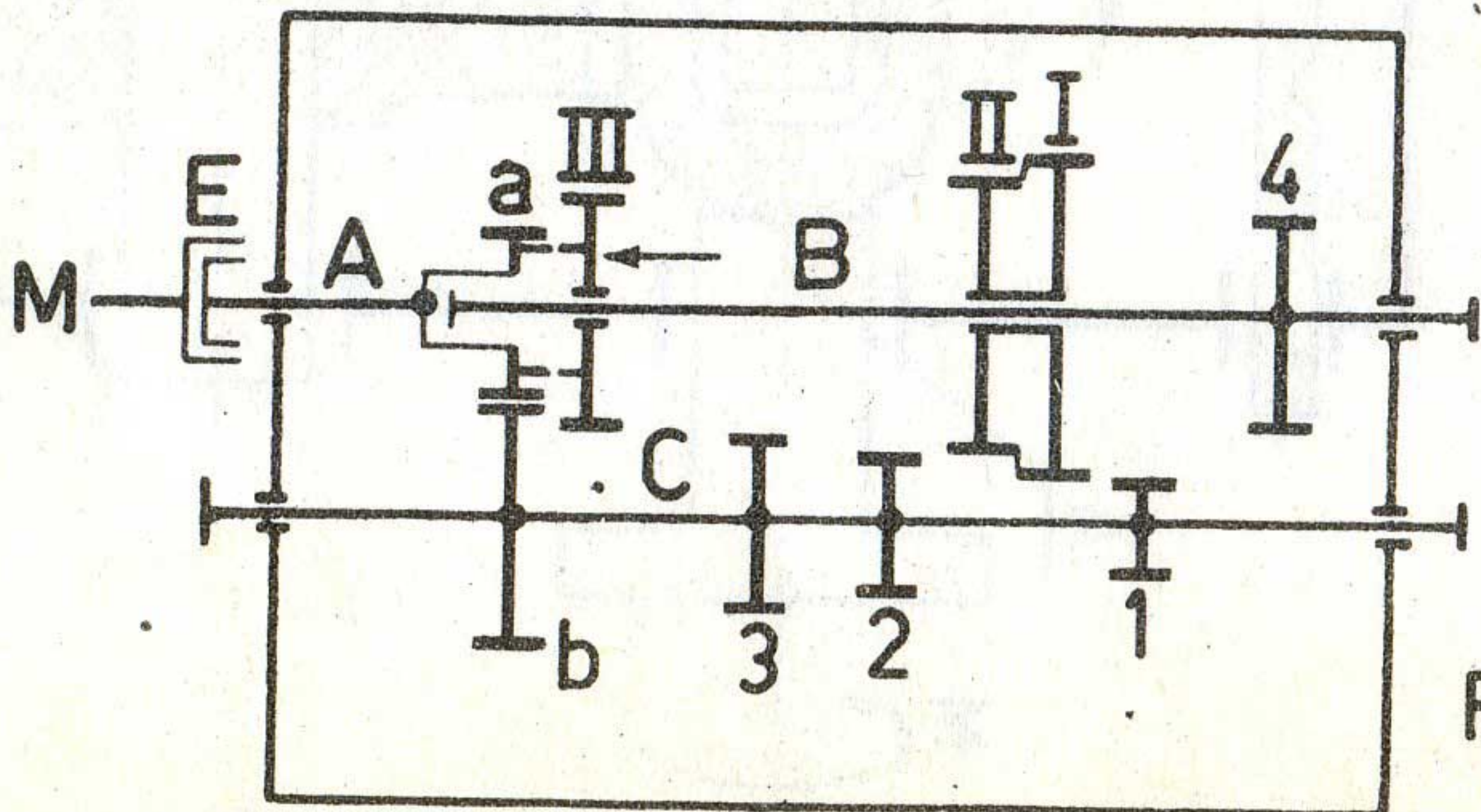


Fig.14.

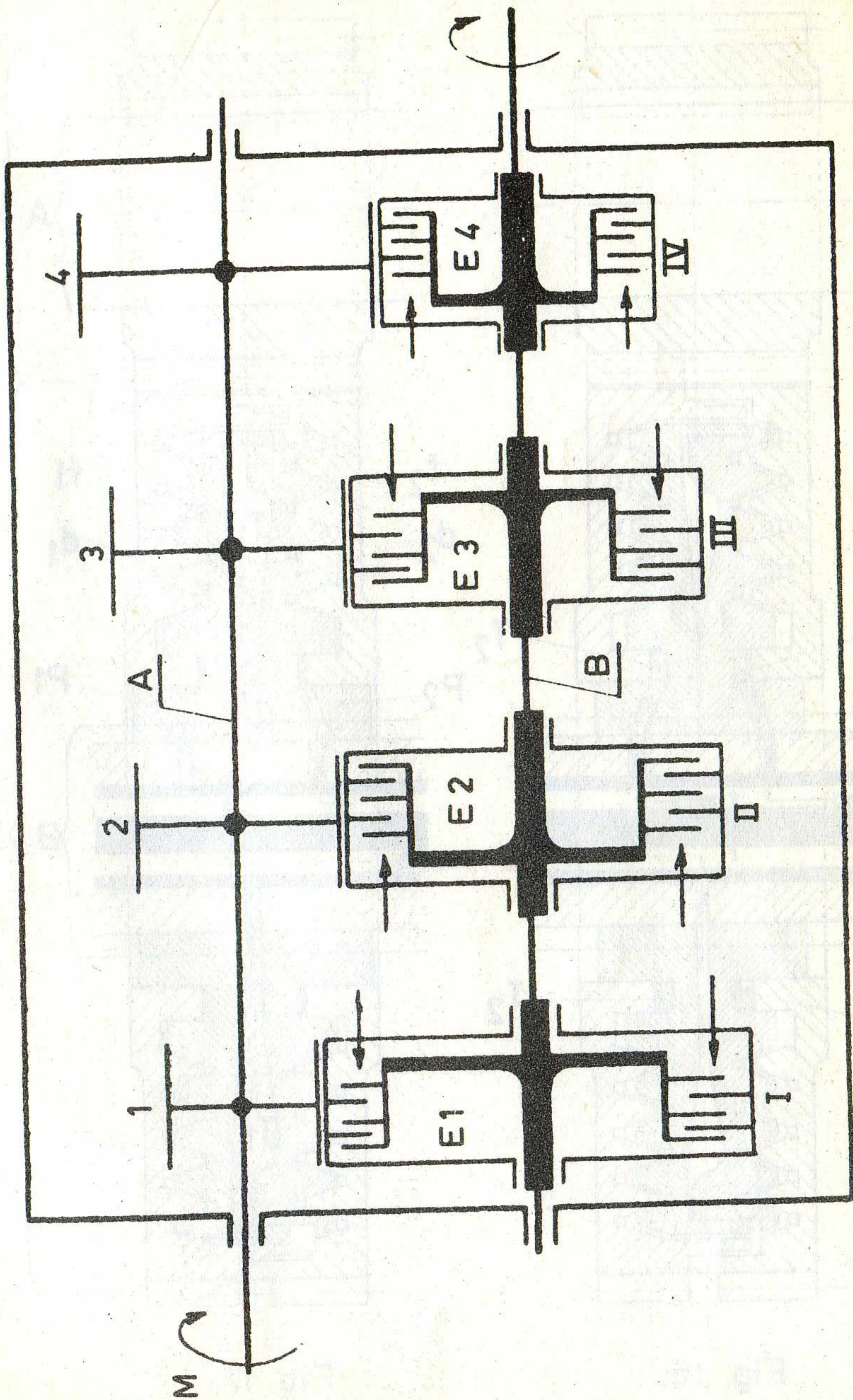
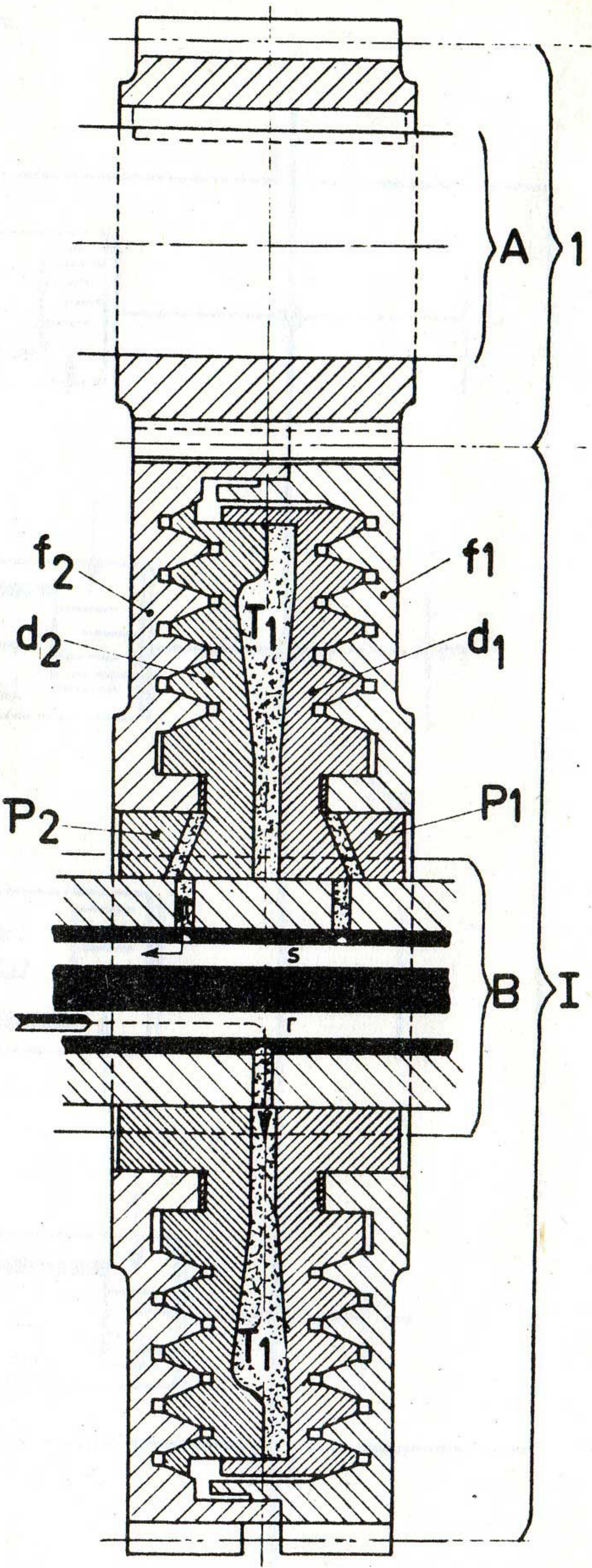
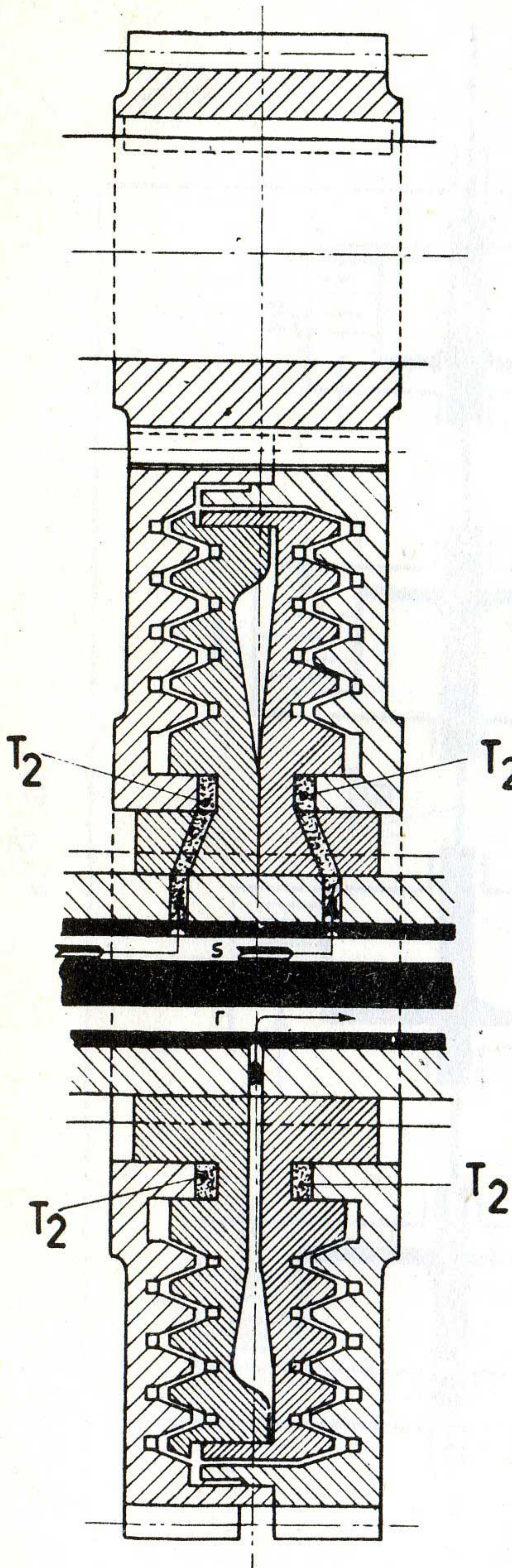


Fig. 15.



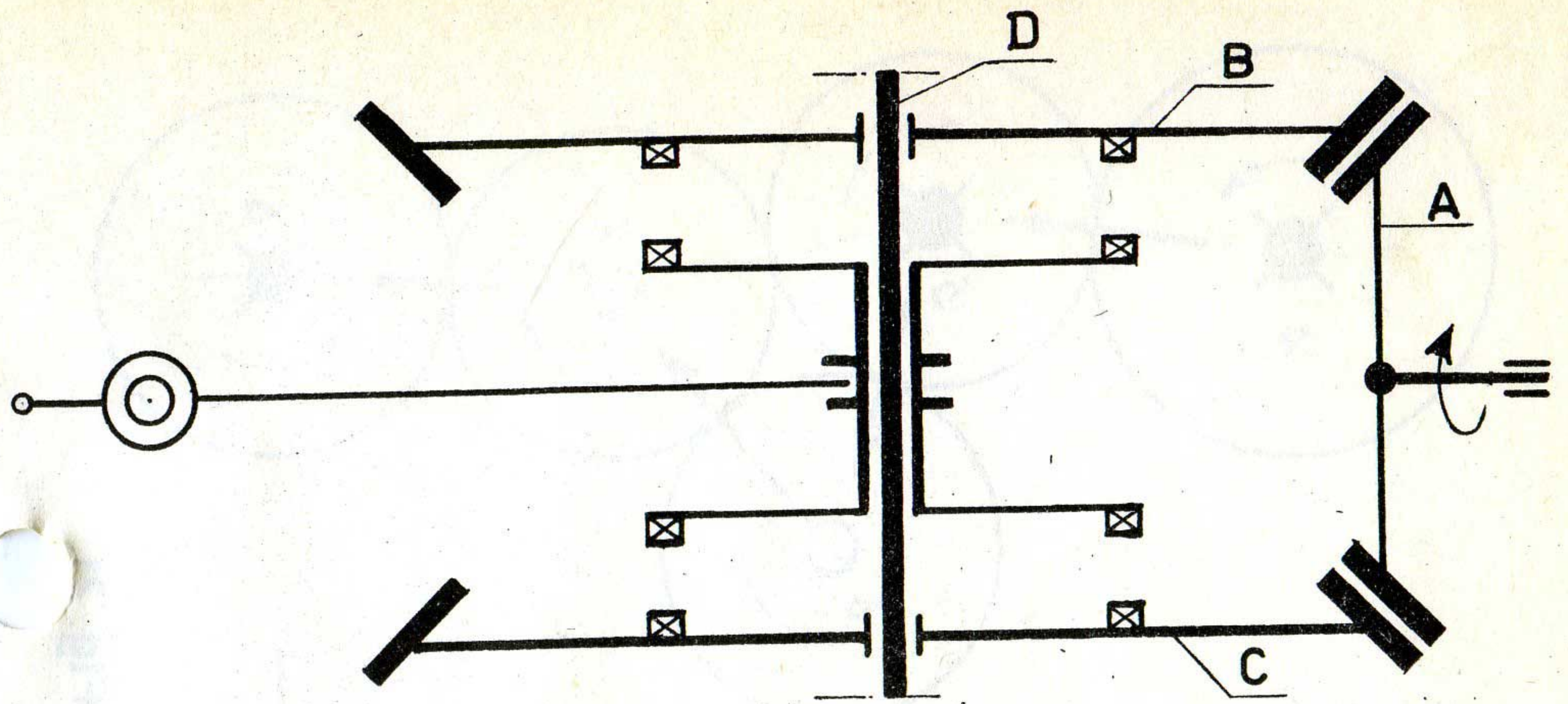


Fig. 18.

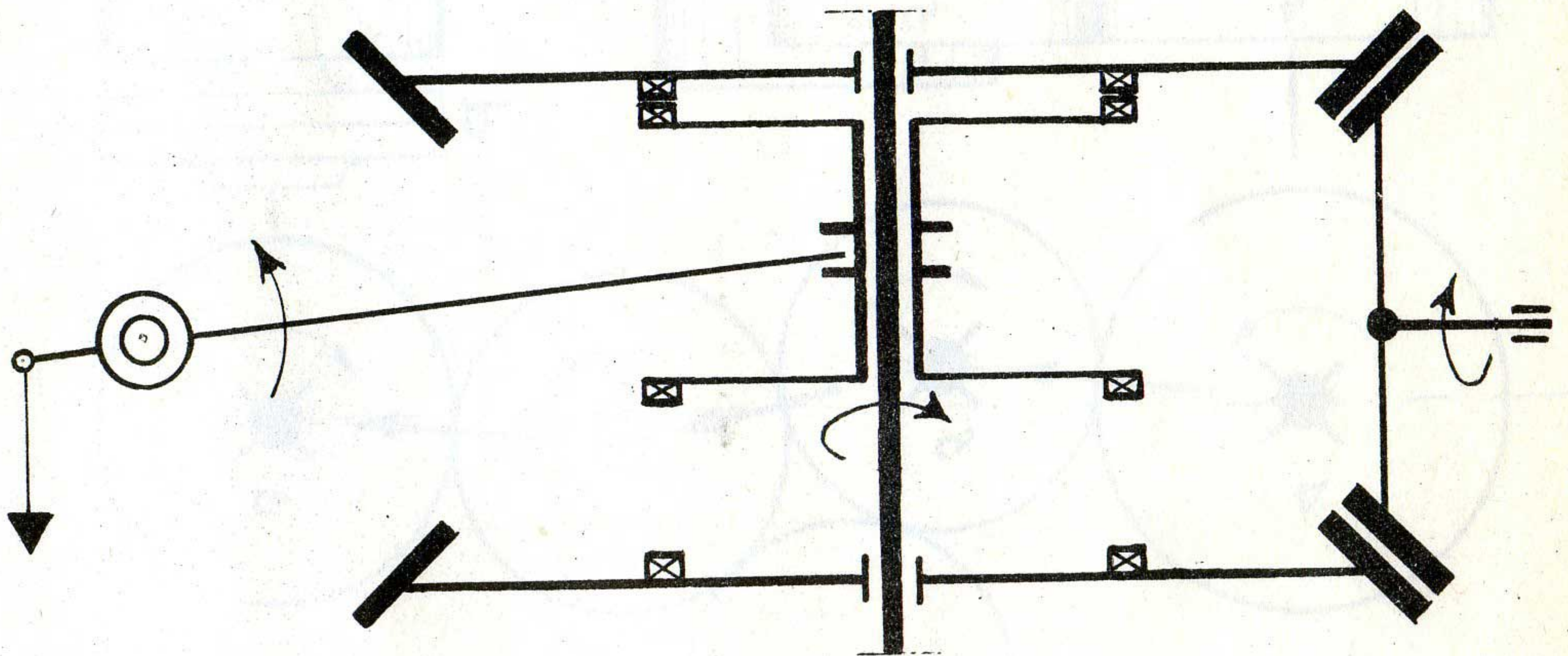


Fig. 19.

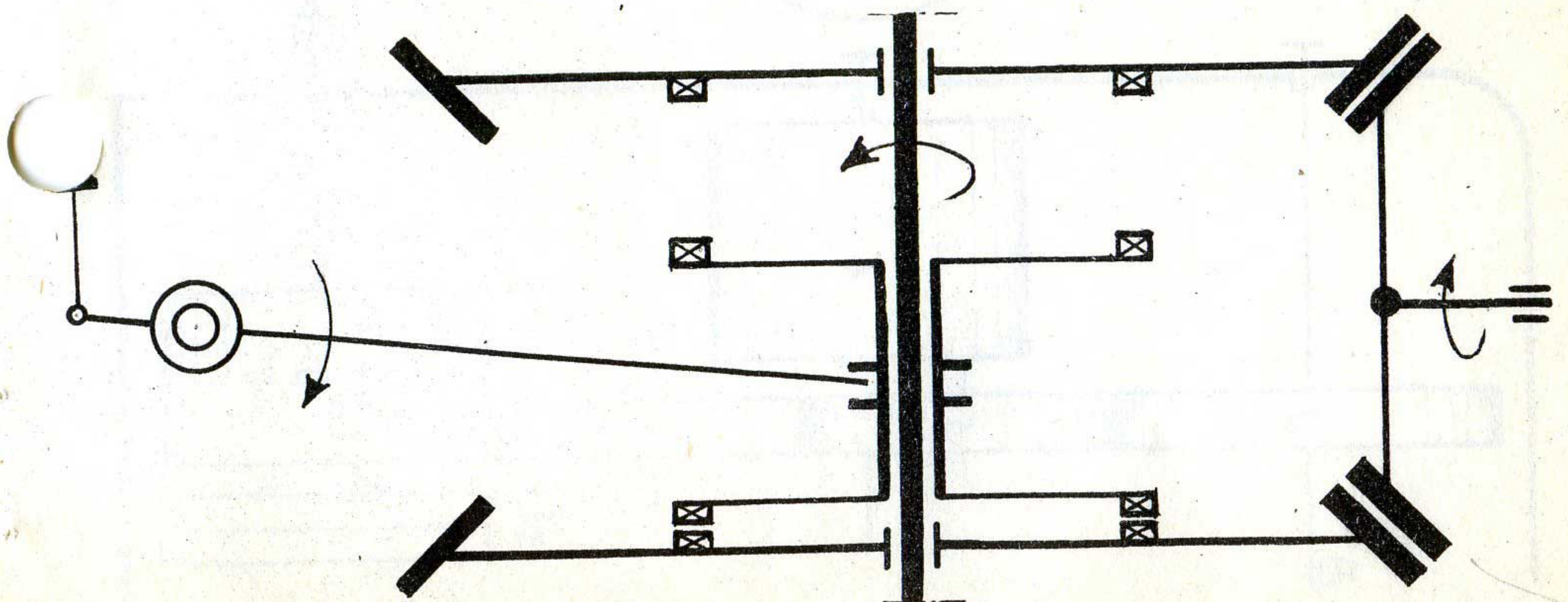


Fig. 20.

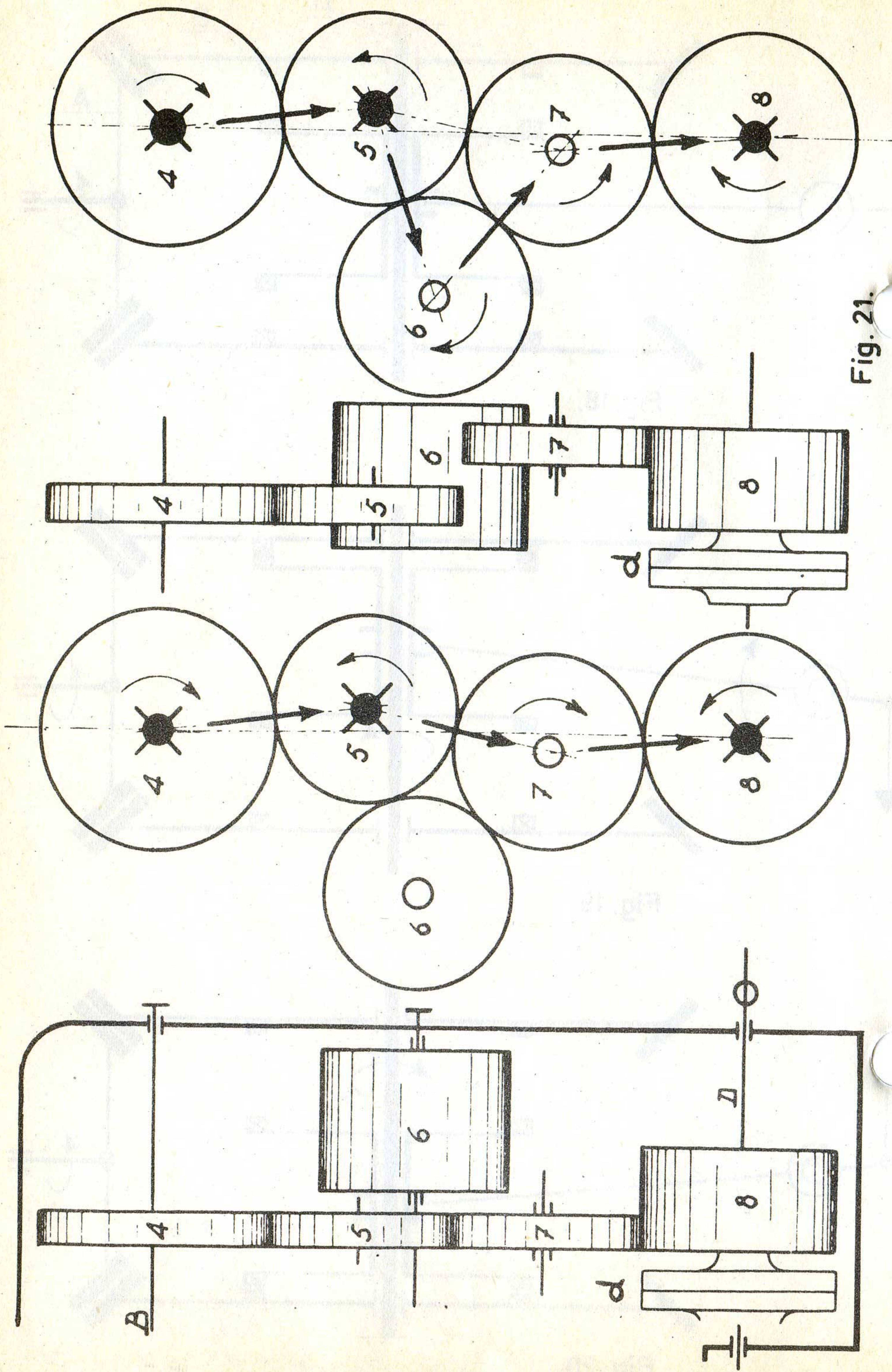


Fig. 21.

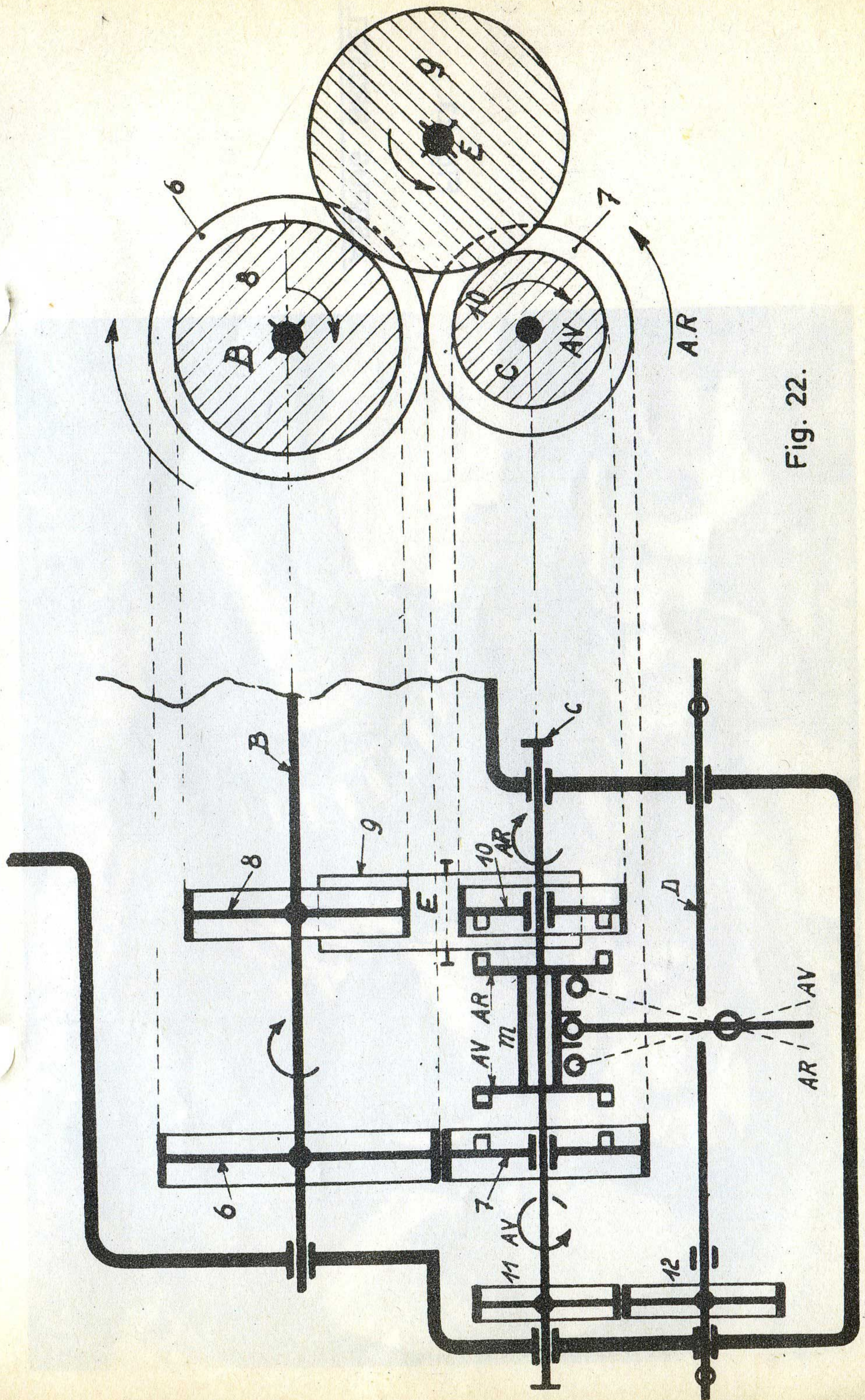


Fig. 22.

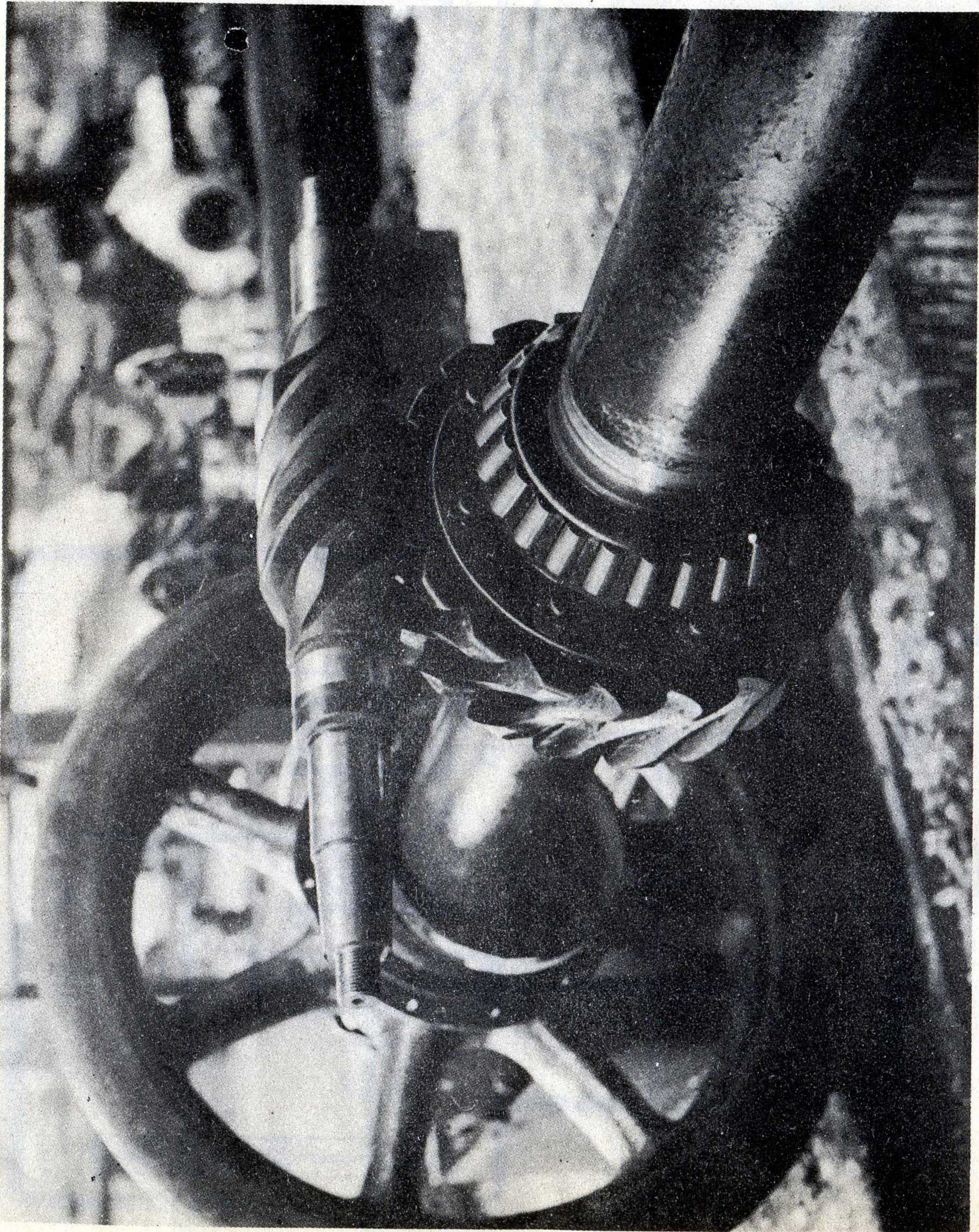


Fig. 23.

ASBRUG BROSEL.

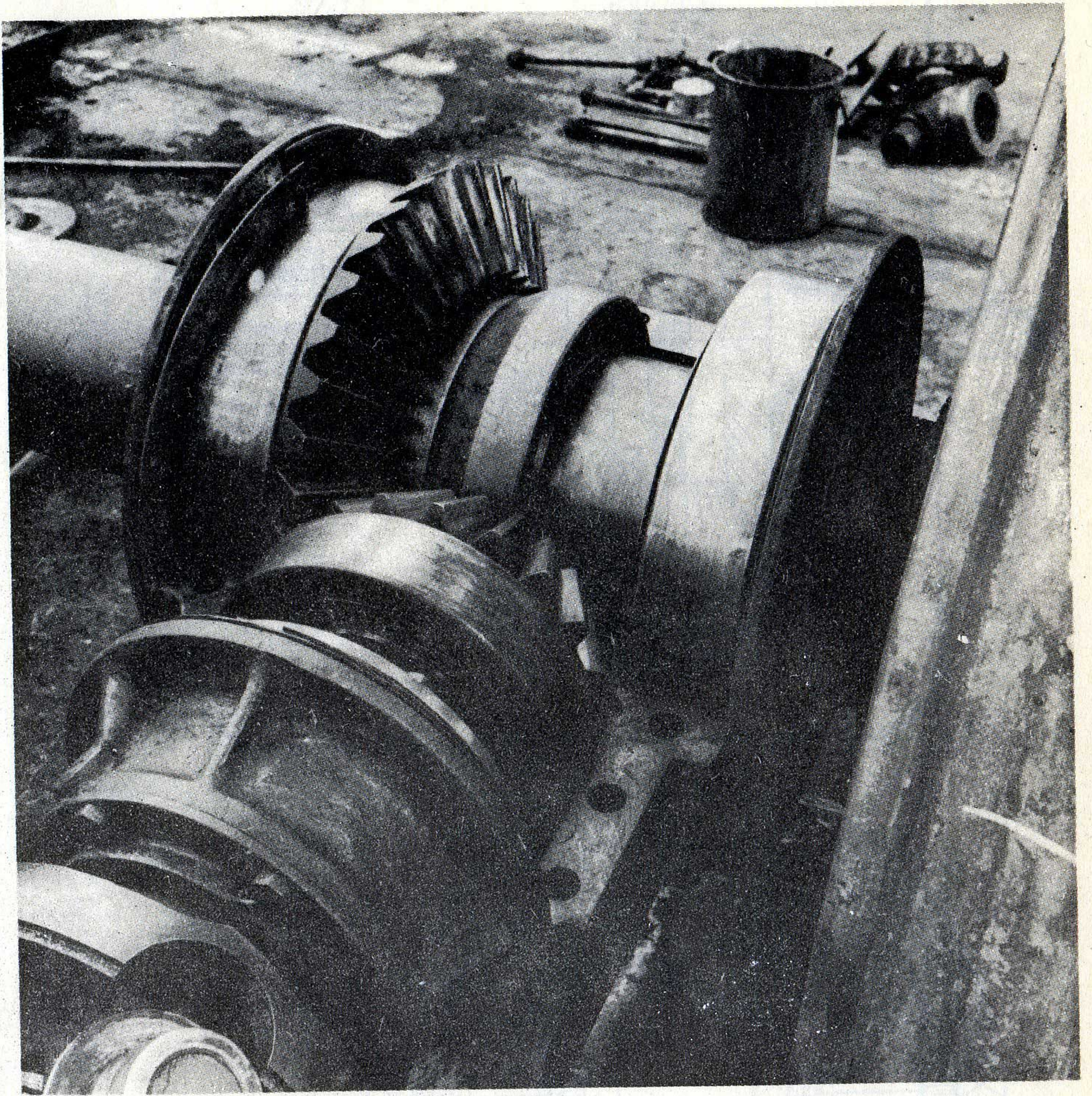


Fig. 24.

ASBRUG CARELS.

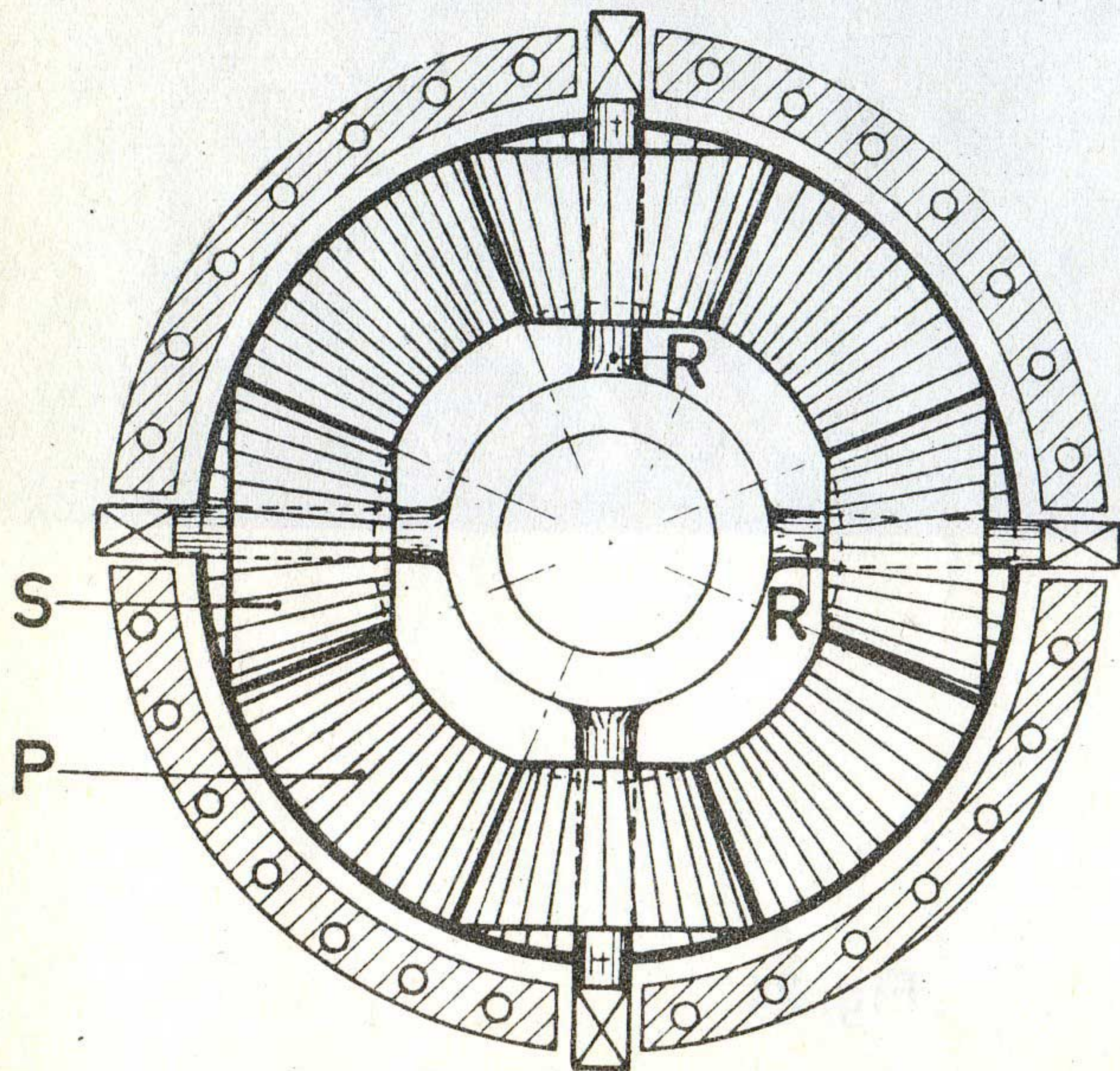
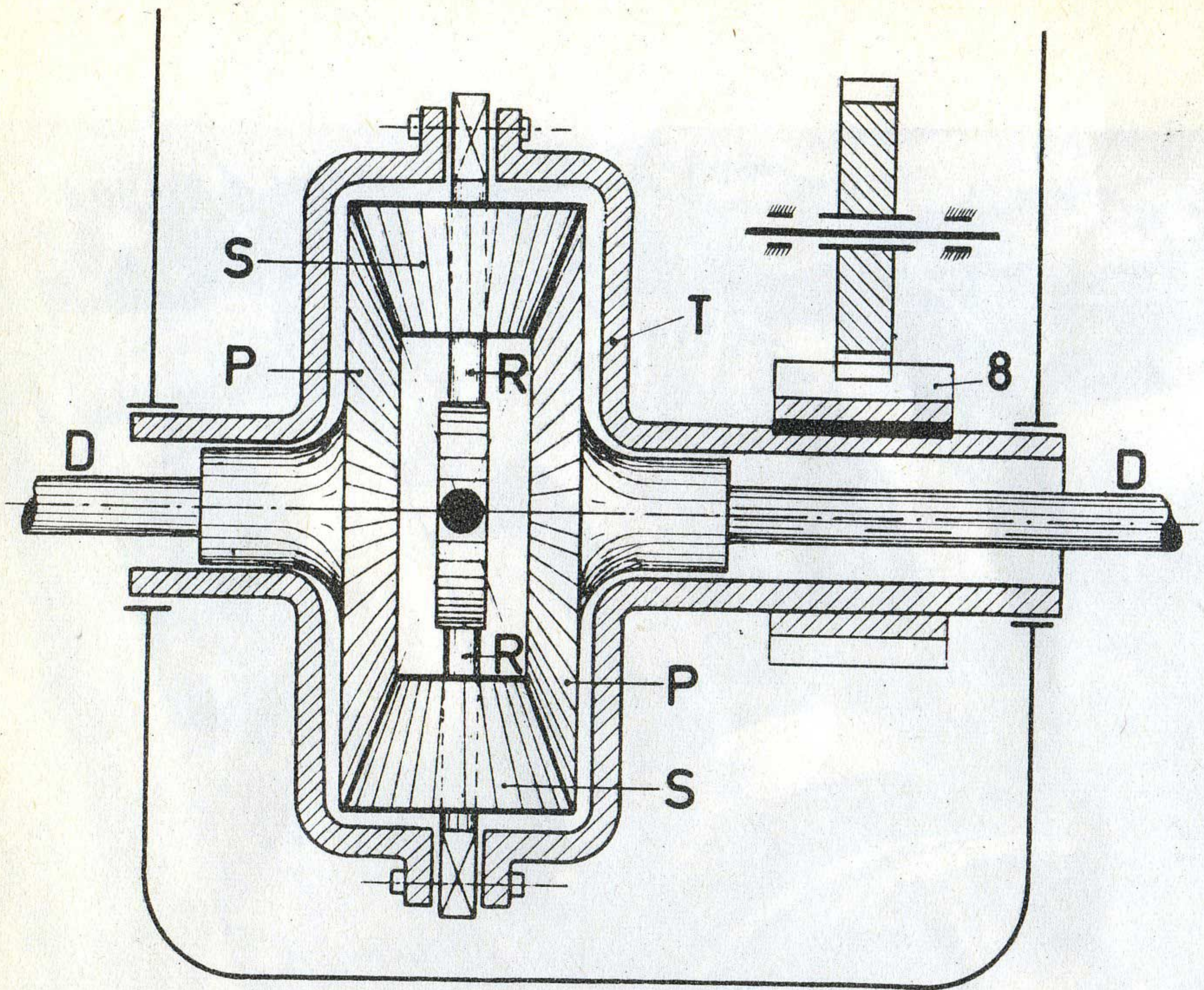


Fig. 25.

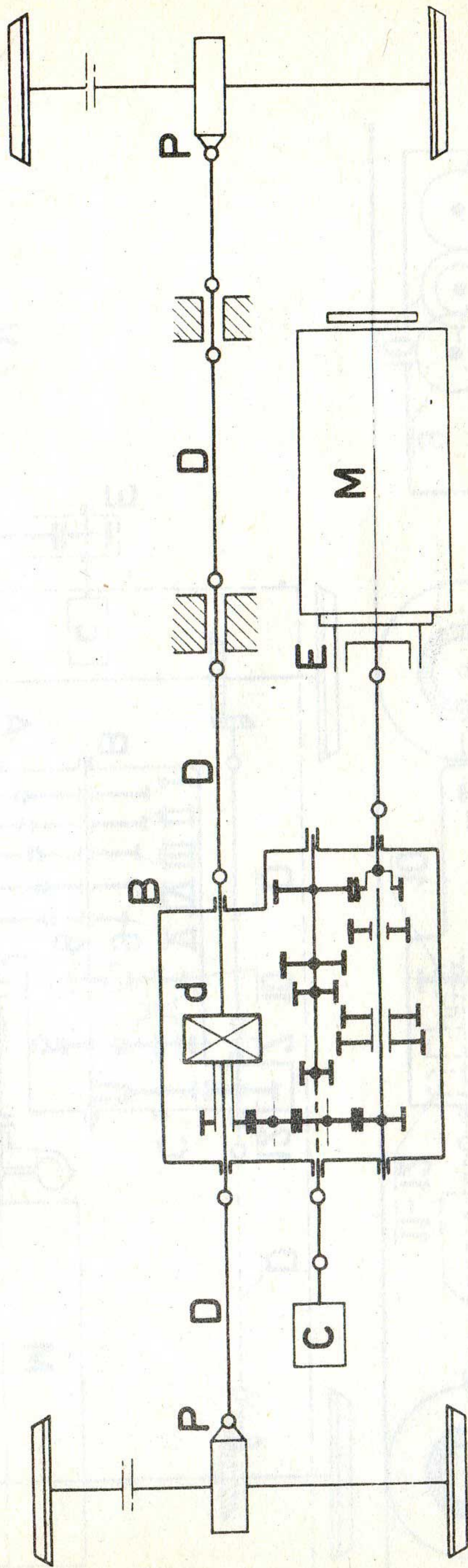


Fig. 26. MOTORWAGENS BROSSSEL T. 553 - 554.

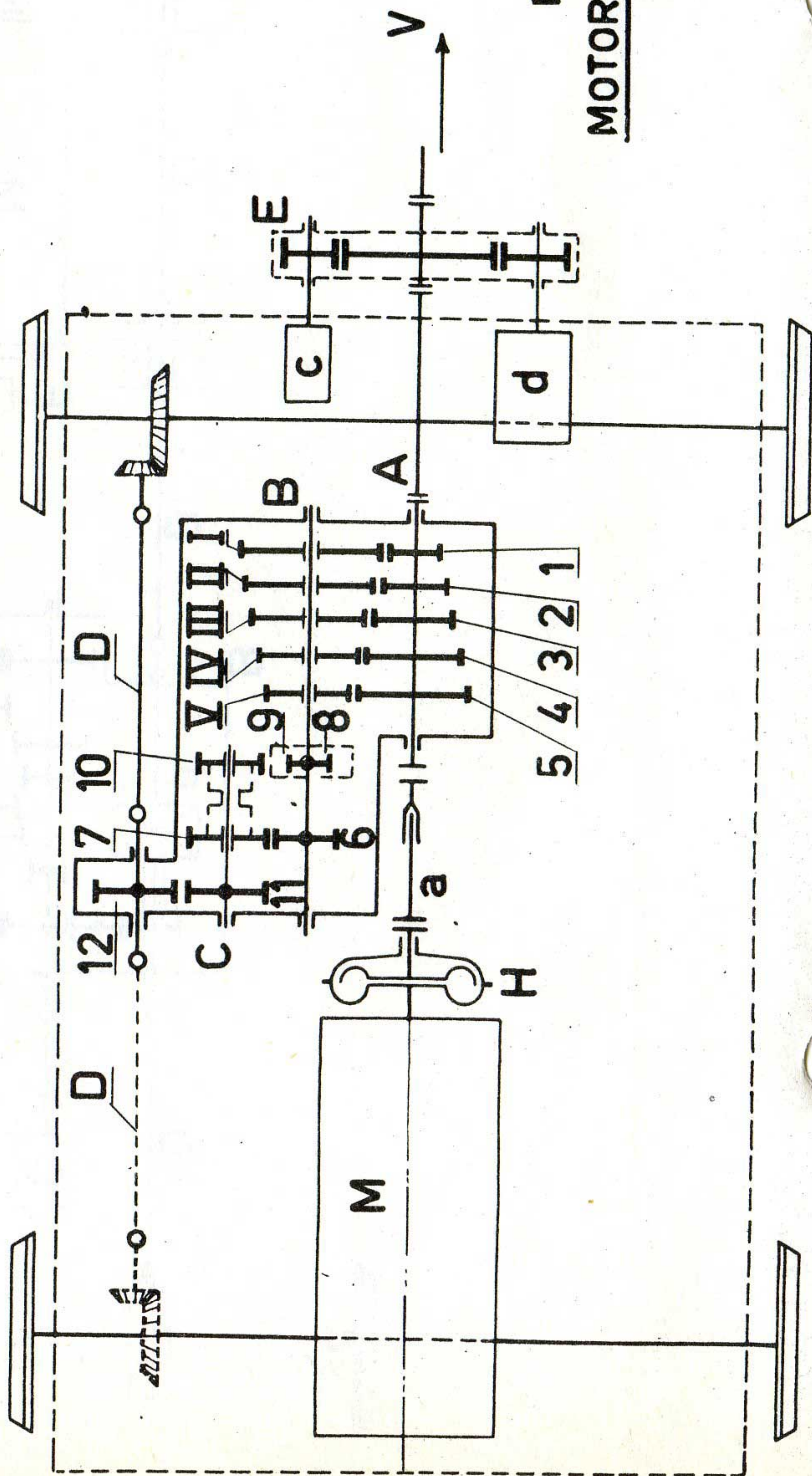
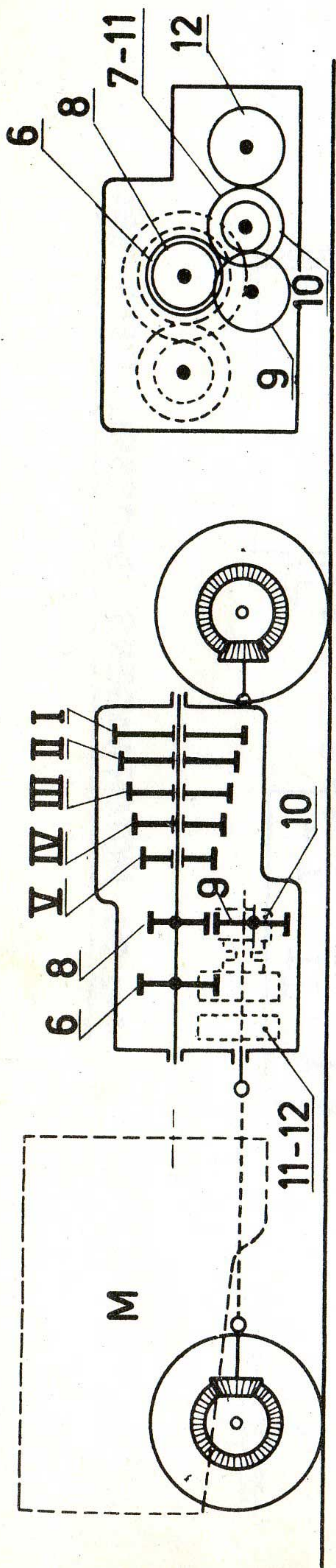
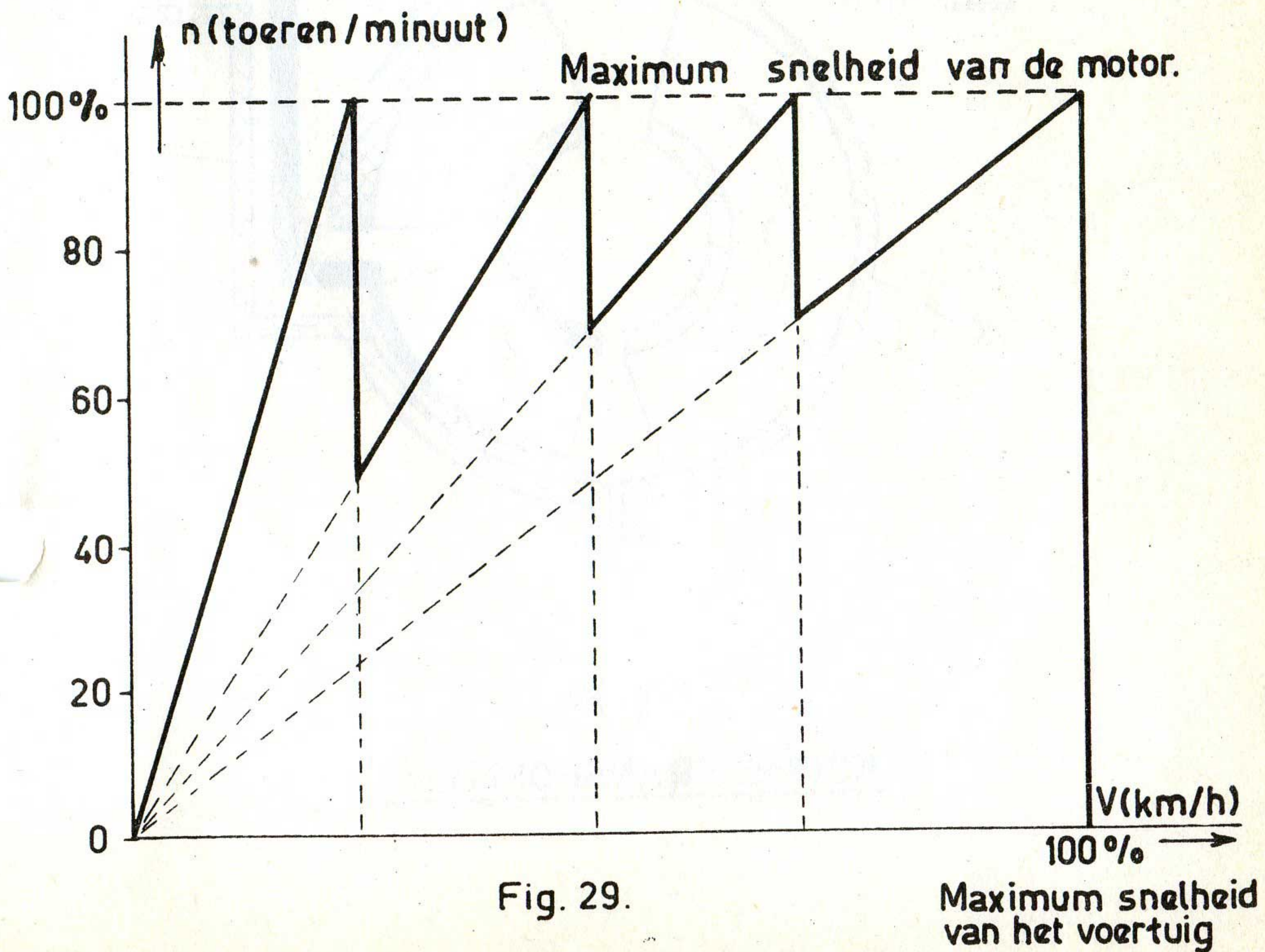
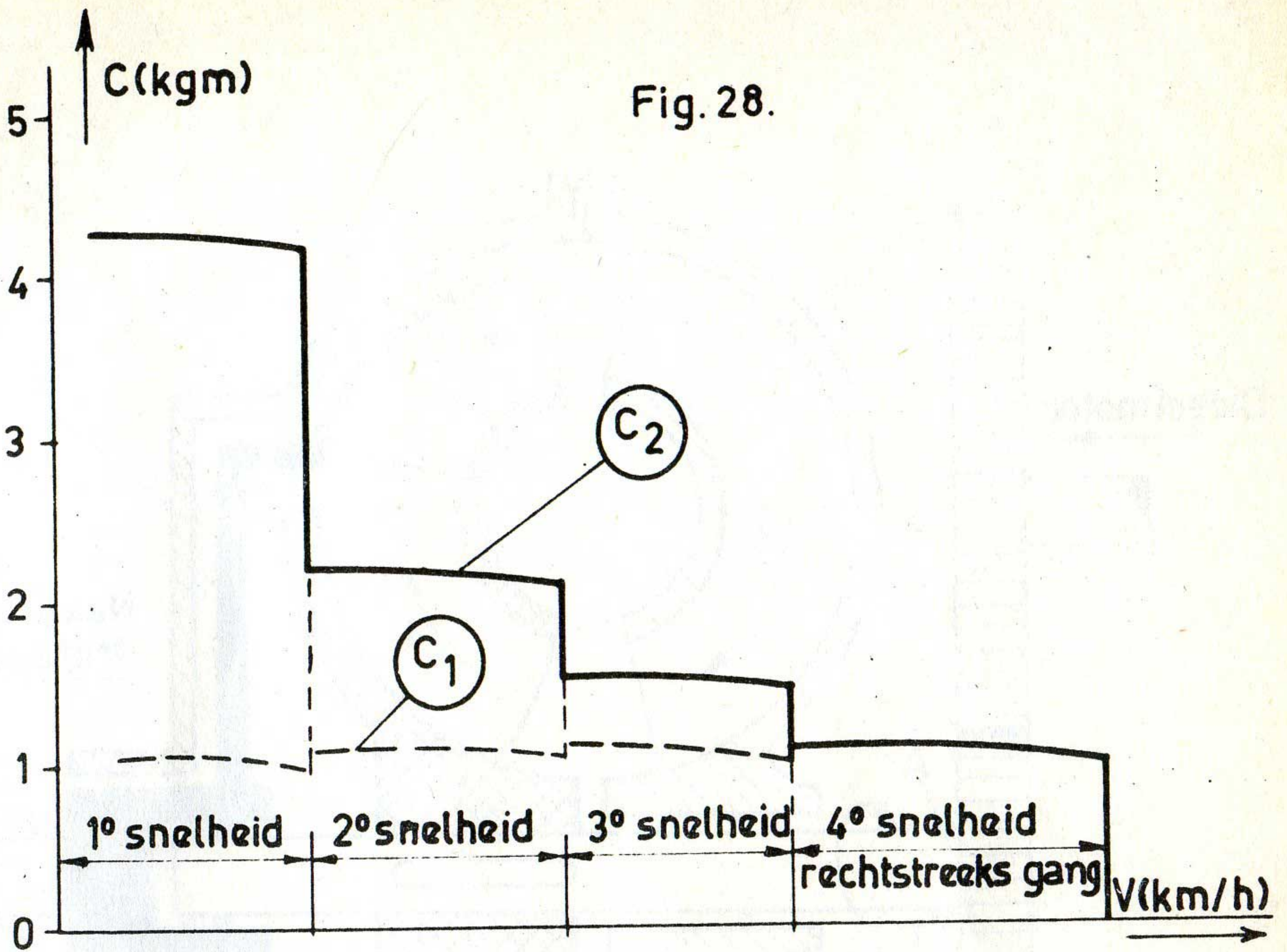


Fig. 27.

MOTORWAGENS T. 608 - 620.



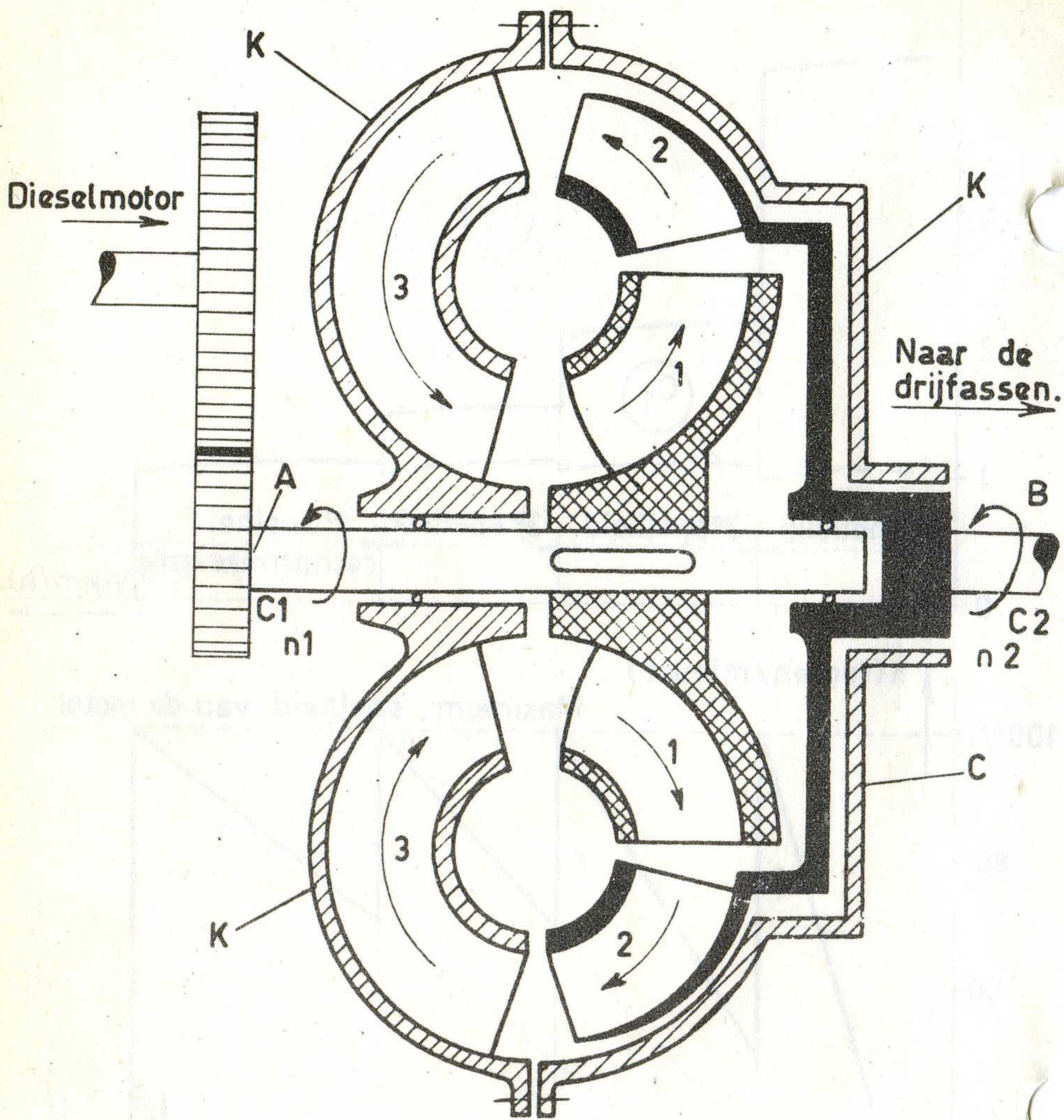


Fig. 30.

KOPPELTRANSFORMATOR.

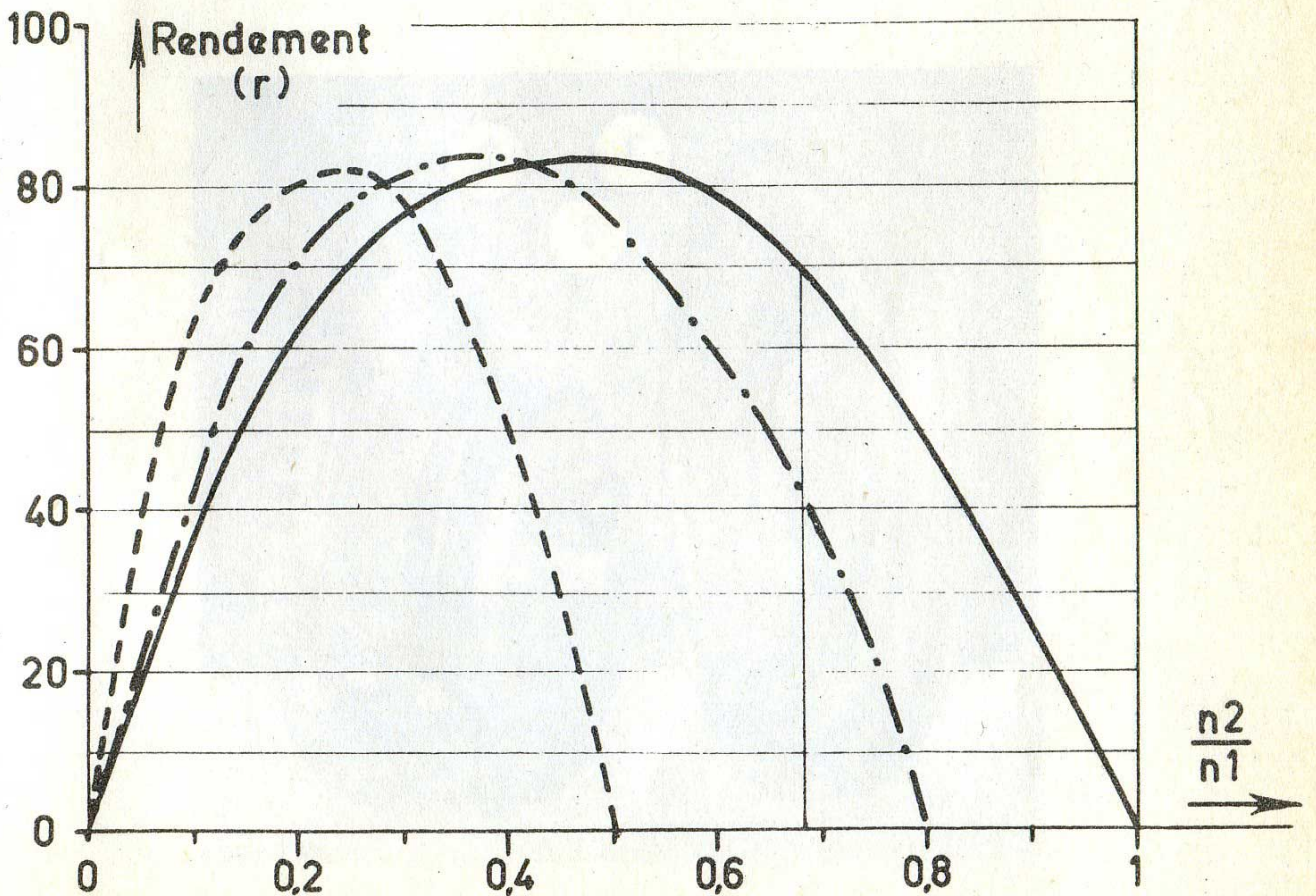
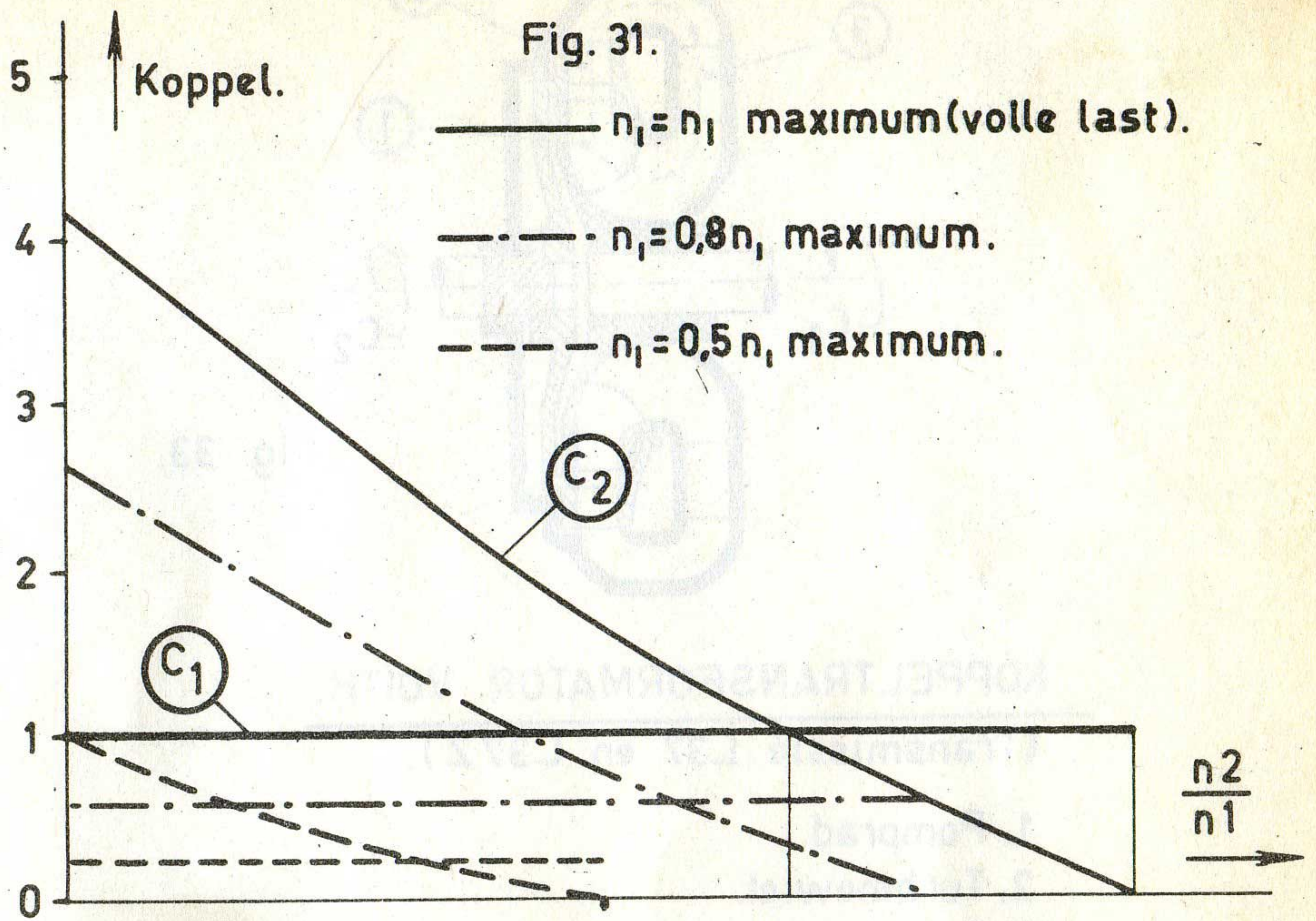


Fig. 32.

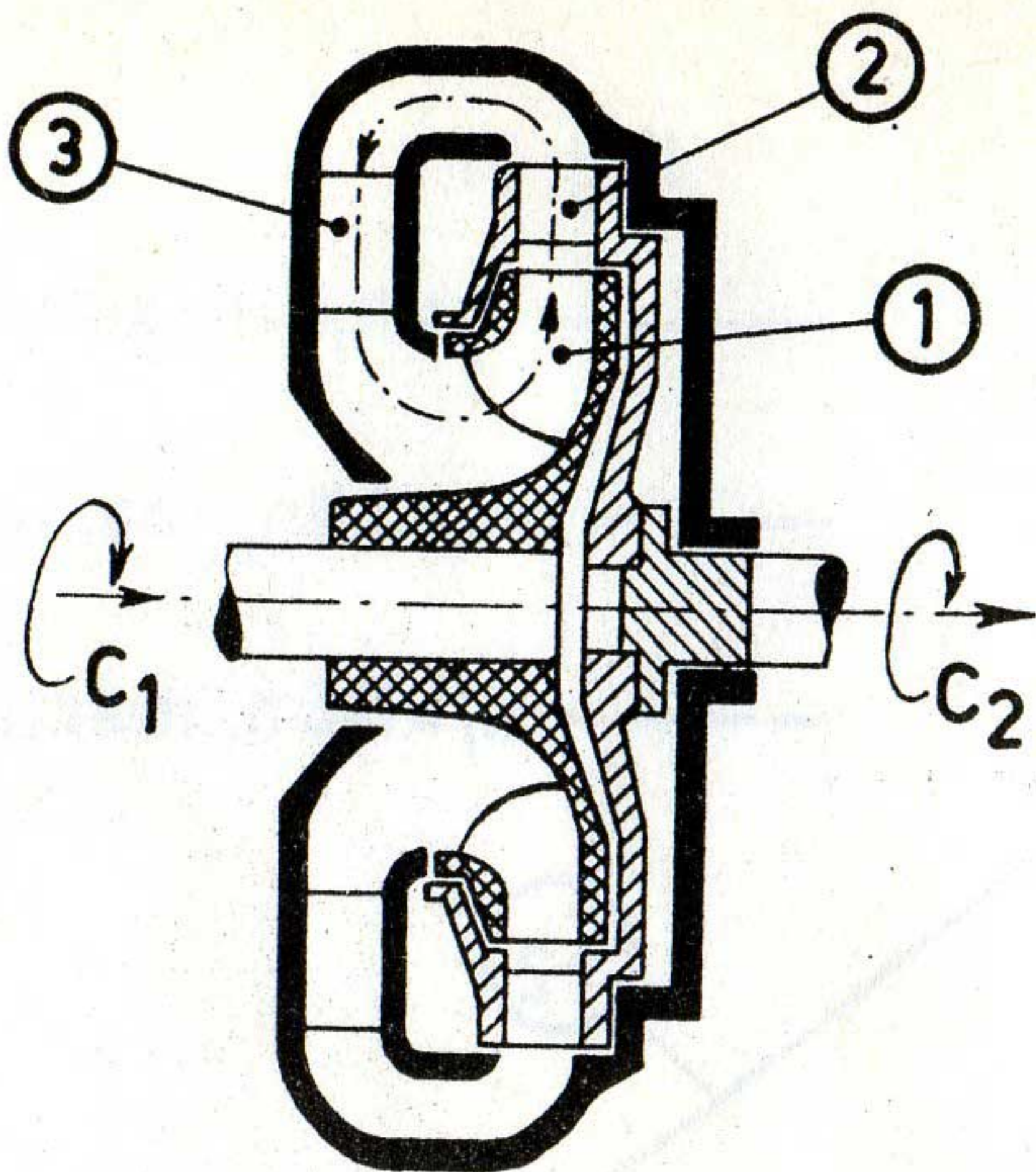
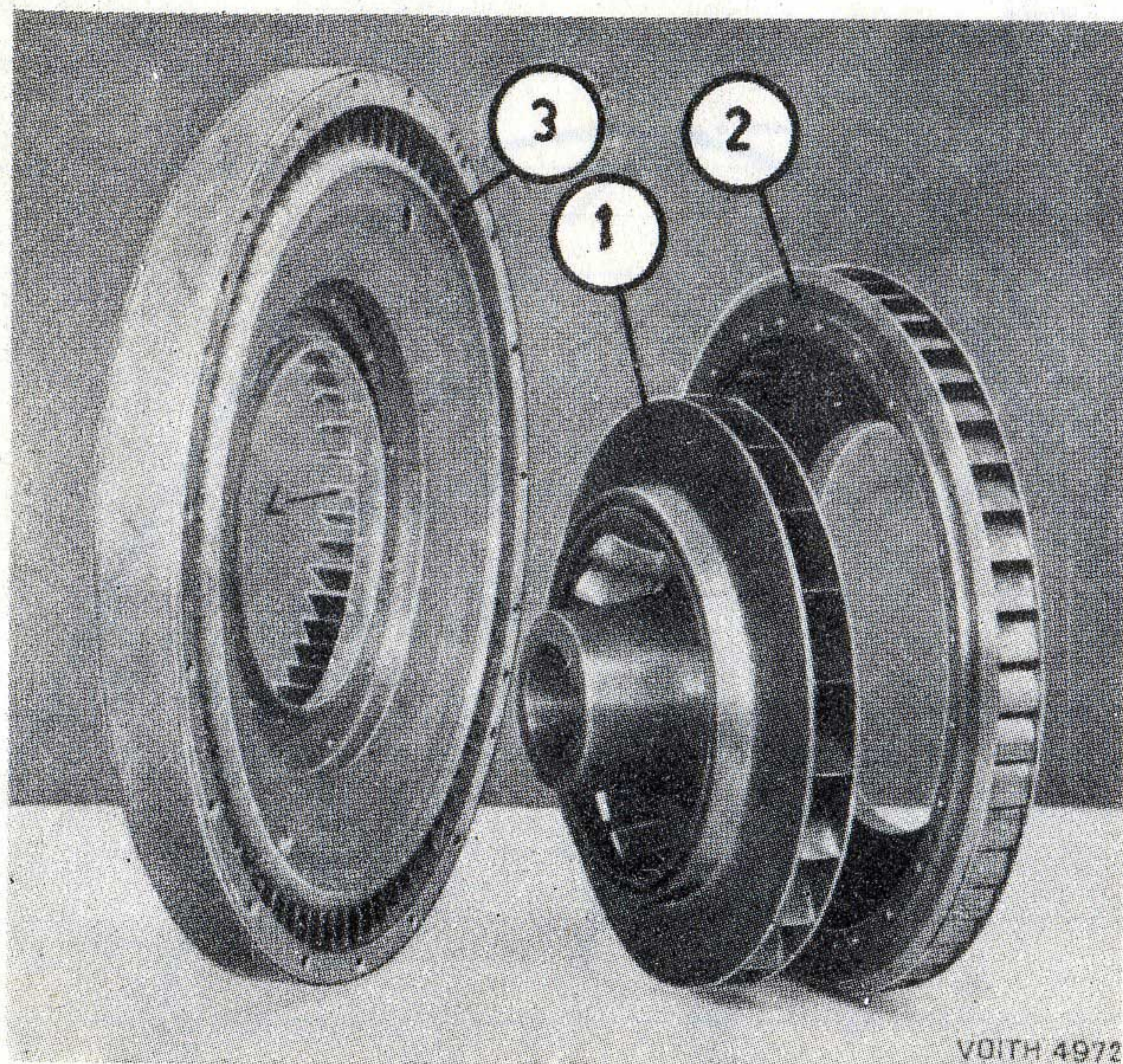


Fig. 33.

KOPPELTRANSFORMATOR VOITH.

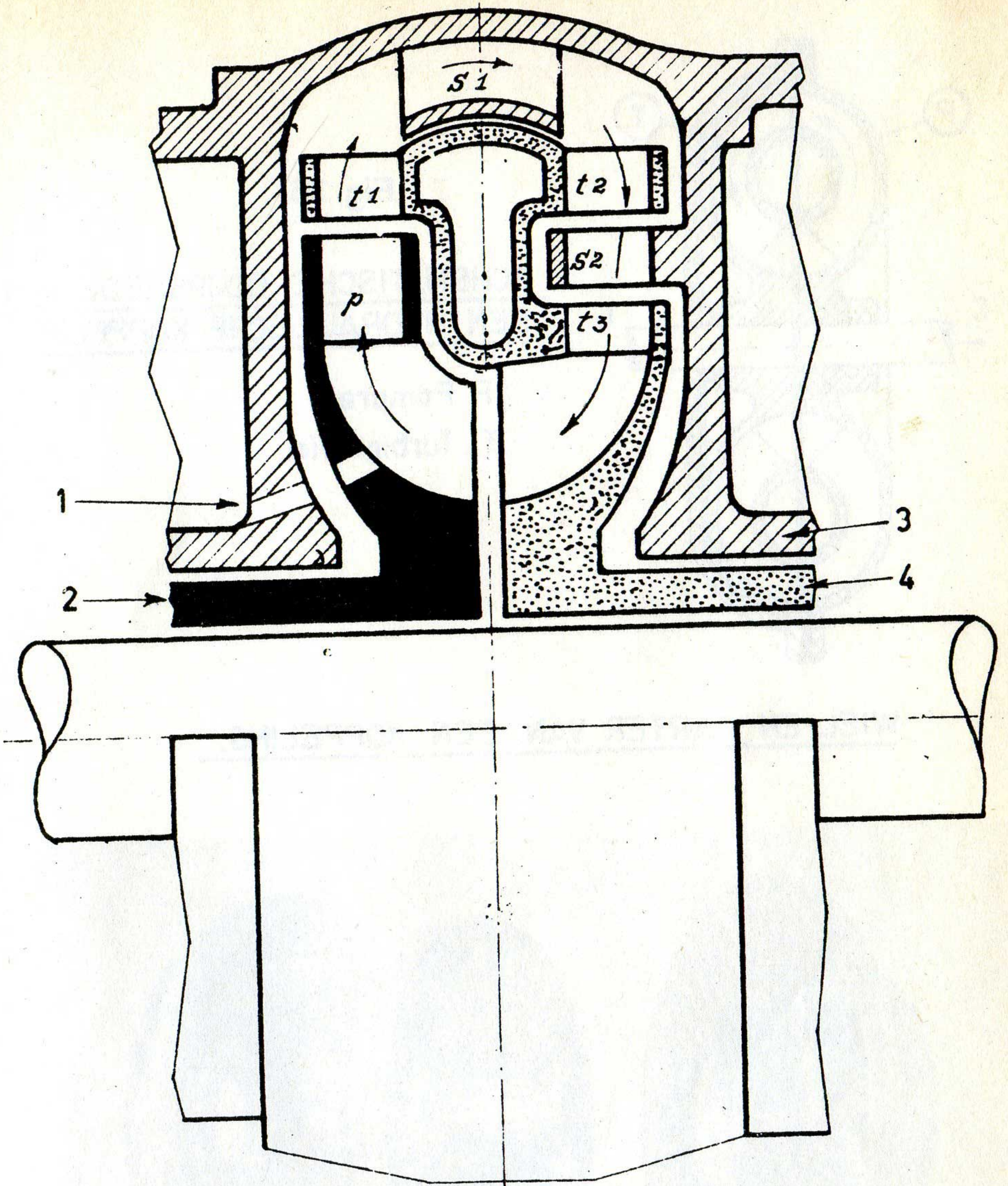
(Transmissie L37 en L37Z).

1. Pomprad.
2. Turbinewiel.
3. Reactieschoepen.






VOITH 4972

Fig. 34.
Samenstellende delen van de
koppeltransformator.



**Fig.35. SCHEMATISCHE DOORSNEDE VAN EEN KOPPEL-
TRANSFORMATOR "TWIN DISC".**

-  Vaste delen (Stator.).
-  Primaire delen (Pomp.).
-  Secondaire delen (Turbine).

1. Olievoeding.
2. Holle as van de pomp.
3. Carter met 2 kronen met vaste schoepen: s_1 en s_2 .
4. Holle as van de turbine met 3 trappen: t_1 , t_2 en t_3 .

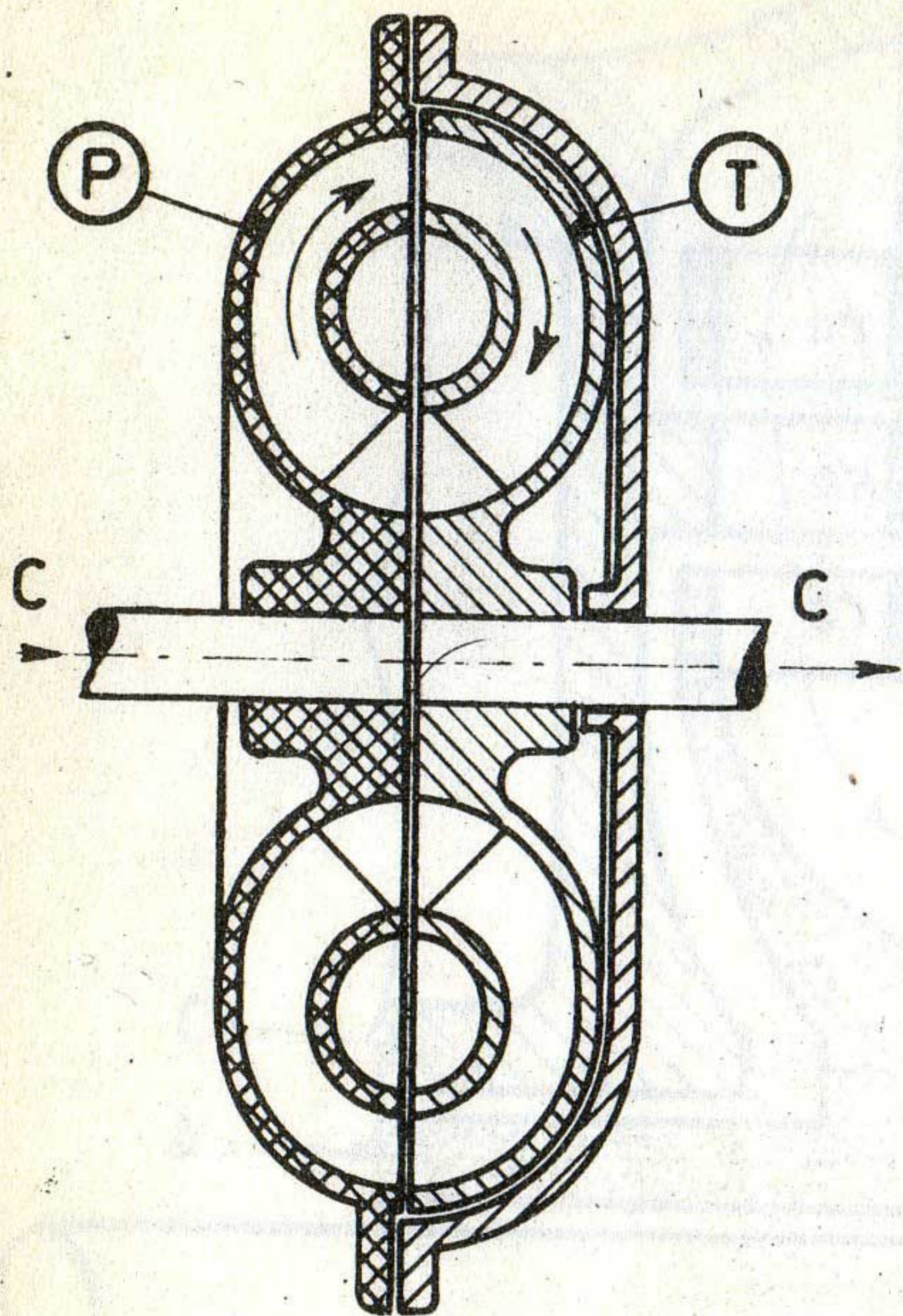


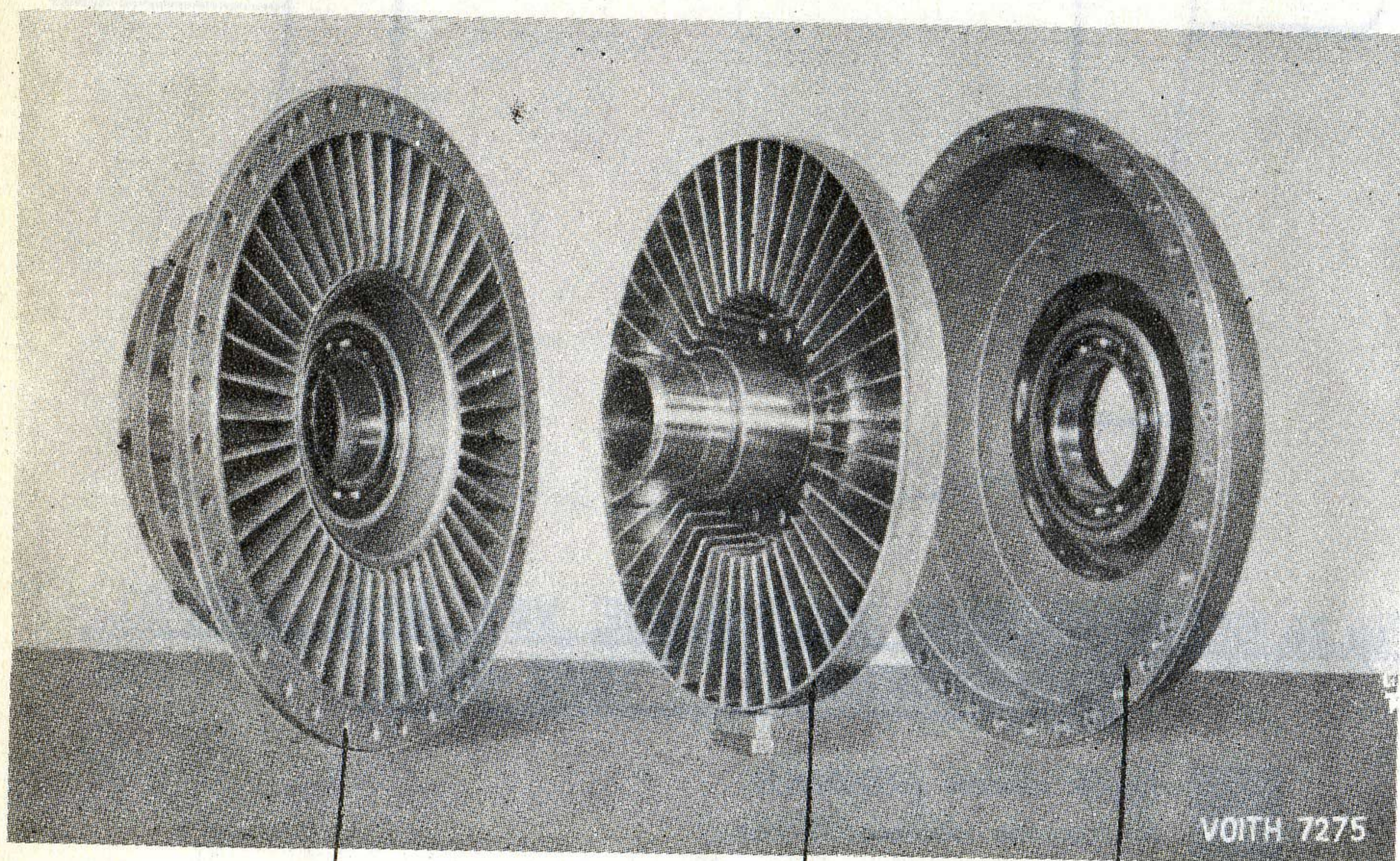
Fig. 36.

SCHEMATISCHE DOORSNEDE VAN
EEN HYDRAULISCHE KOPPELING.

P. Pomprad.

T. Turbinewiel.

WIEL EN CARTER VAN EEN KOPPELING.



Pomprad

Turbinewiel

Carter

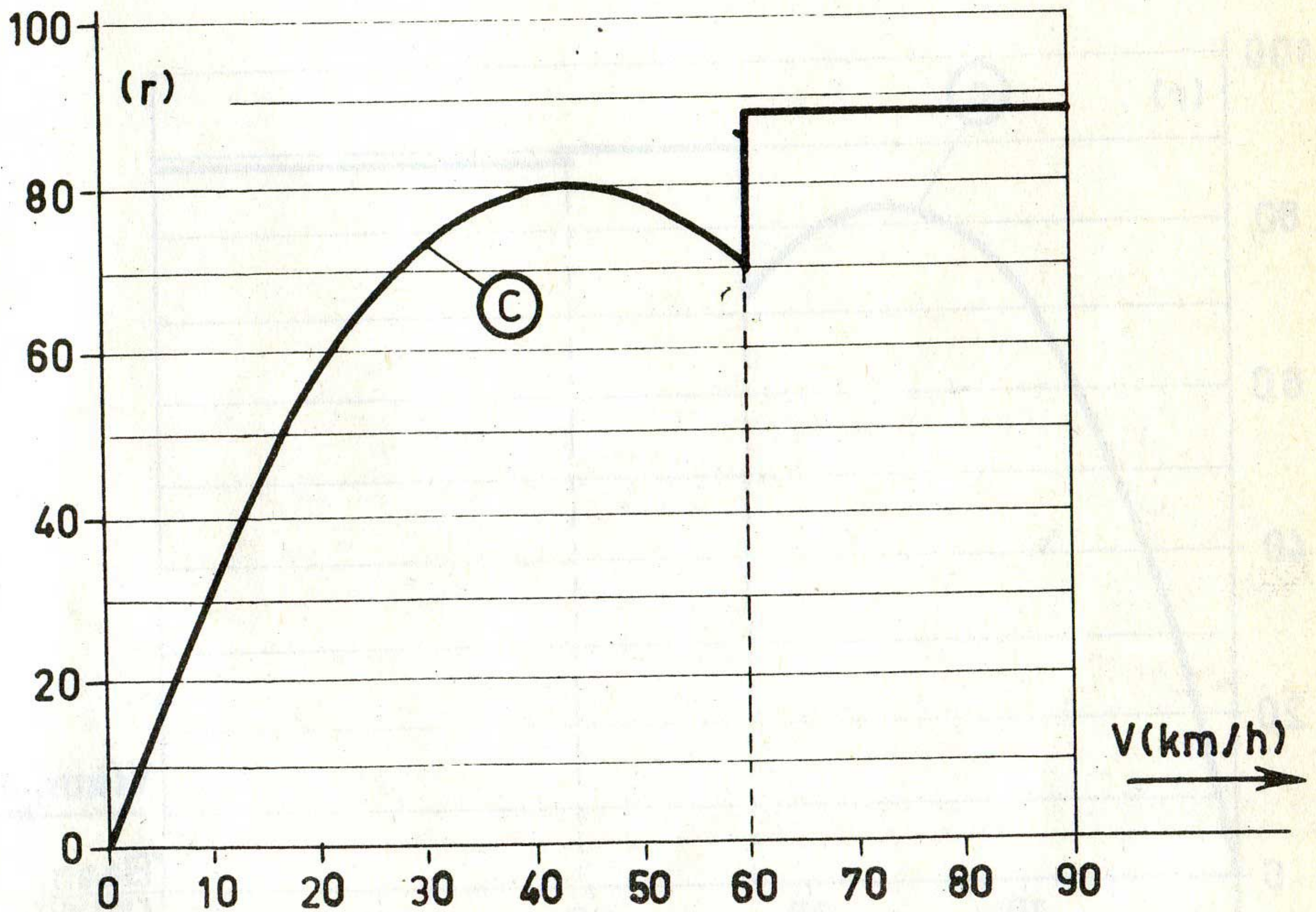
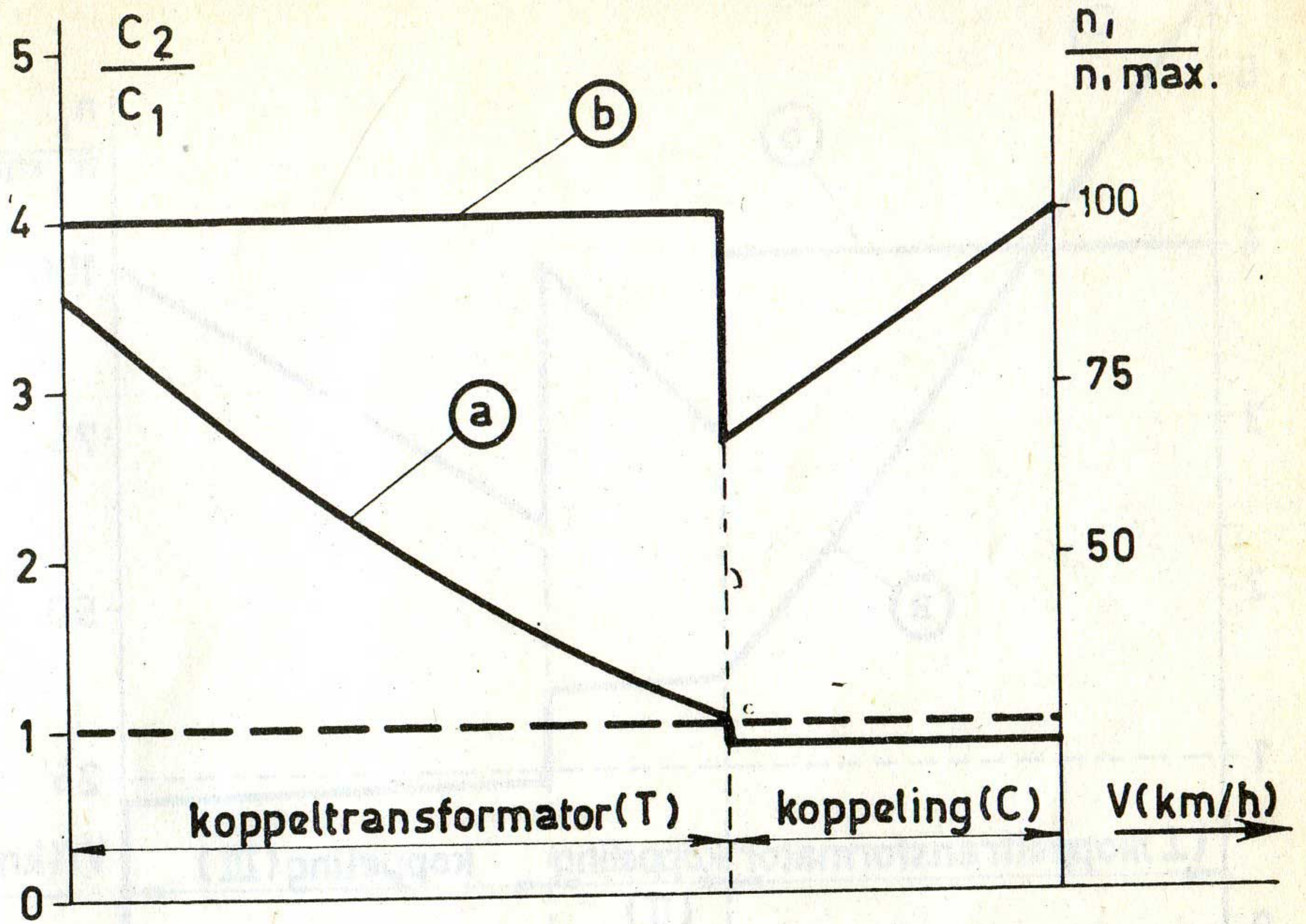


Fig. 37. TRANSMISSIE SEM TYPE GTC 4.
Motorwagens type 603 (90 km/h).

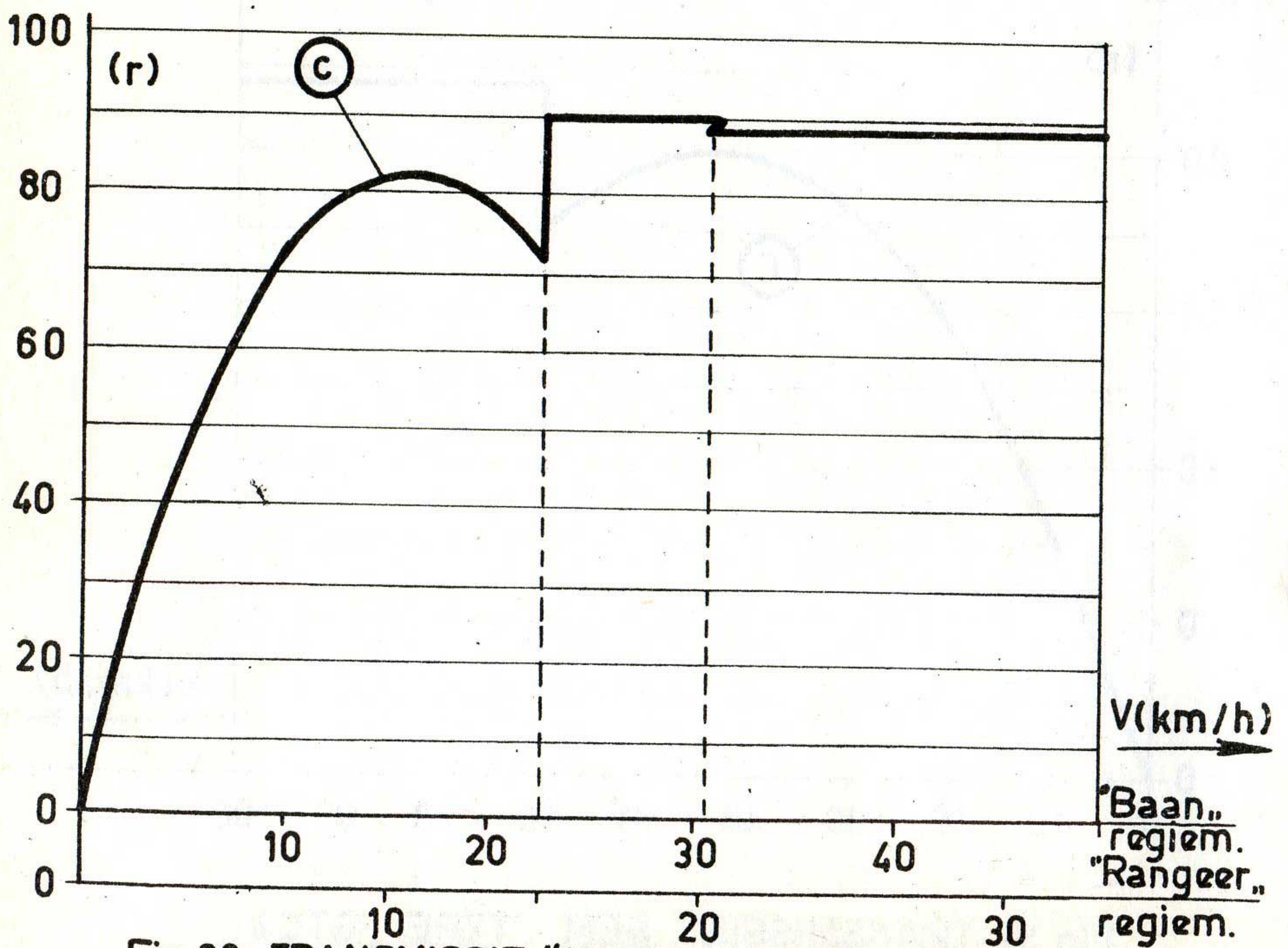
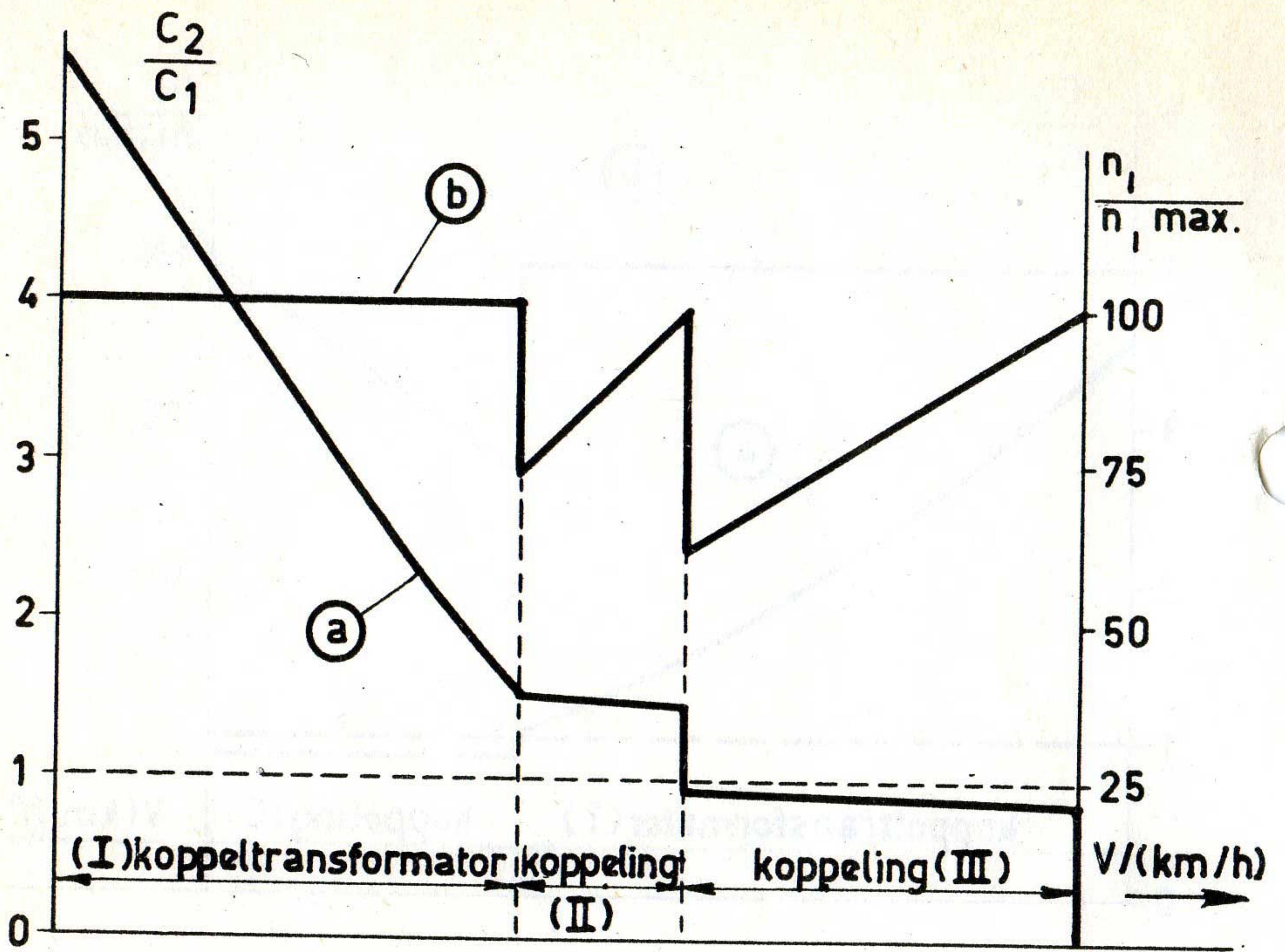


Fig. 38. TRANSMISSIE "VOITH L37 OU L 37 Z...
(Locomotieven typen : 250 - 252 - 253 - 272).

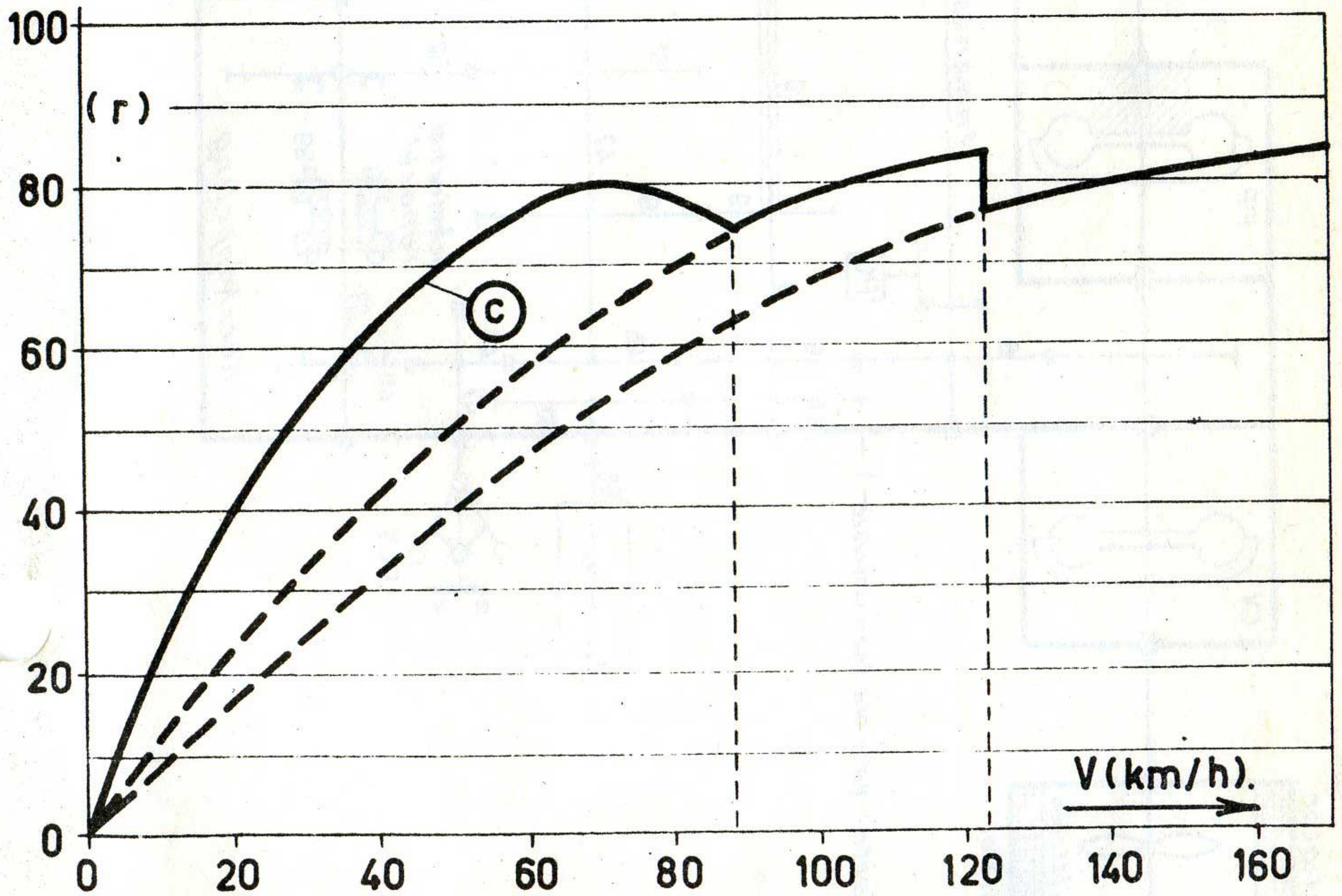
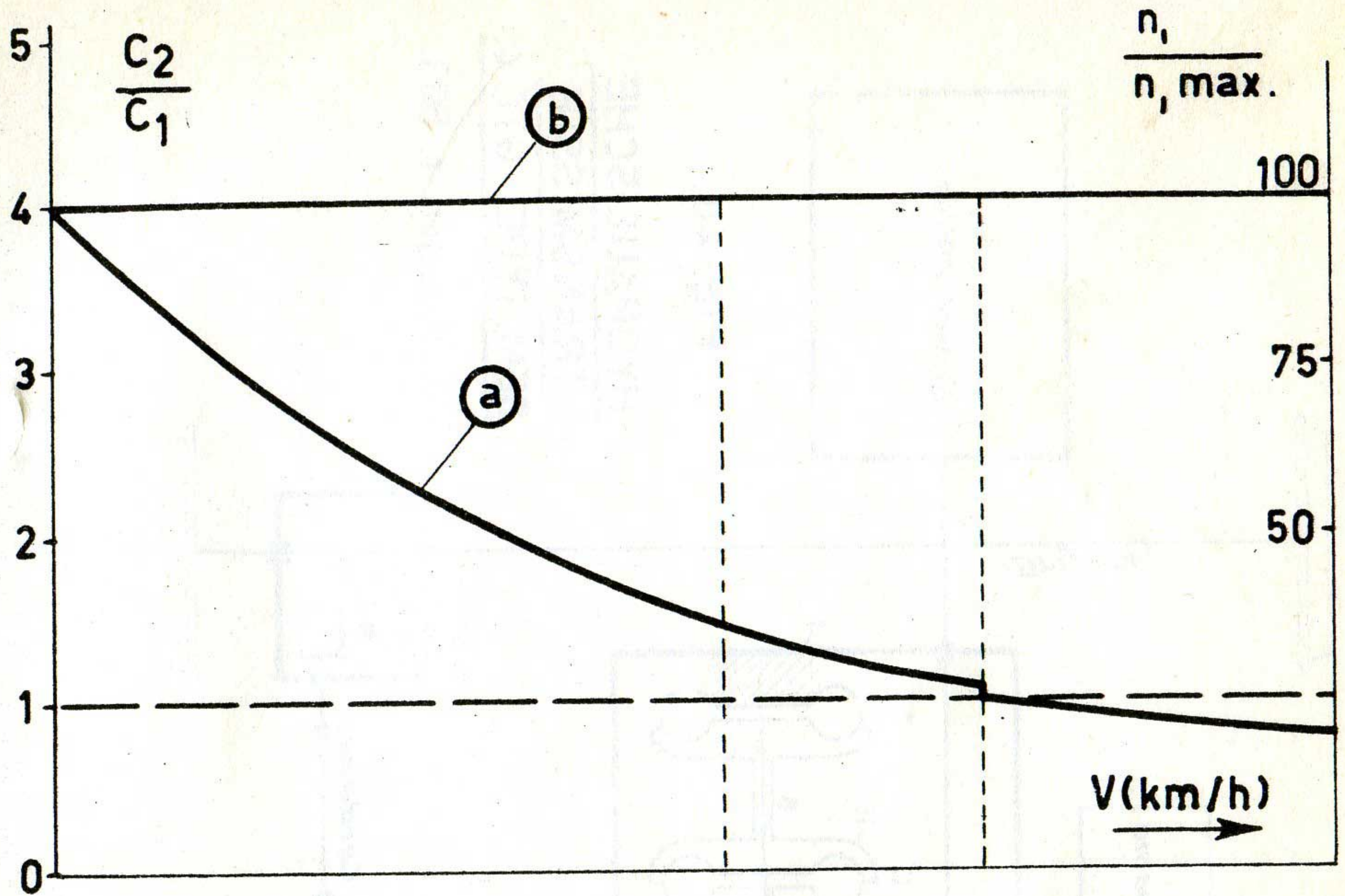


Fig.39. TRANSMISSIE "VOITH TYPE 45 MZ"
 (Motorwagens type 670).

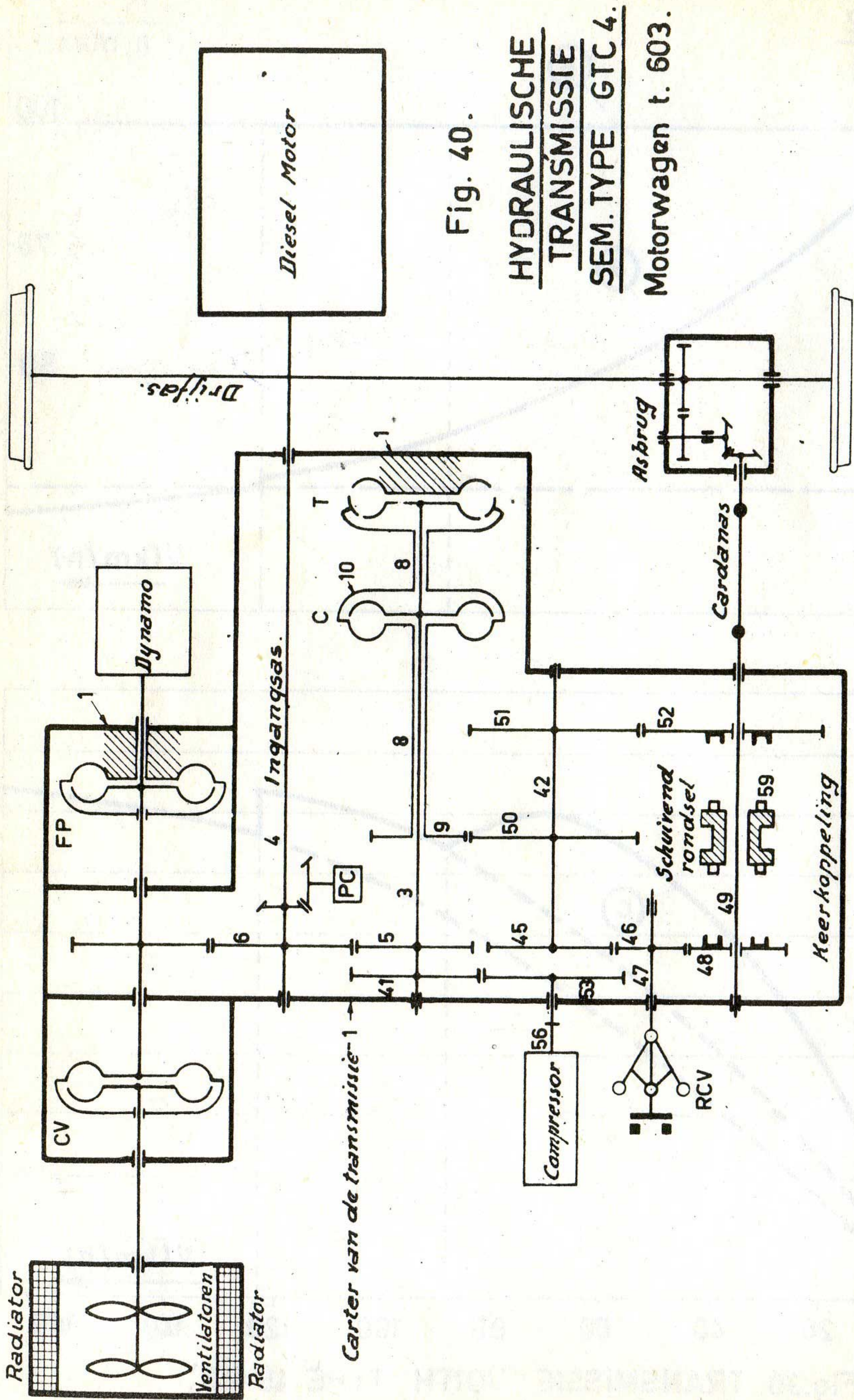


Fig. 40.

HYDRAULISCHE
TRANSMISSIE
SEM. TYPE GTC 4.

Motorwagen t. 603.

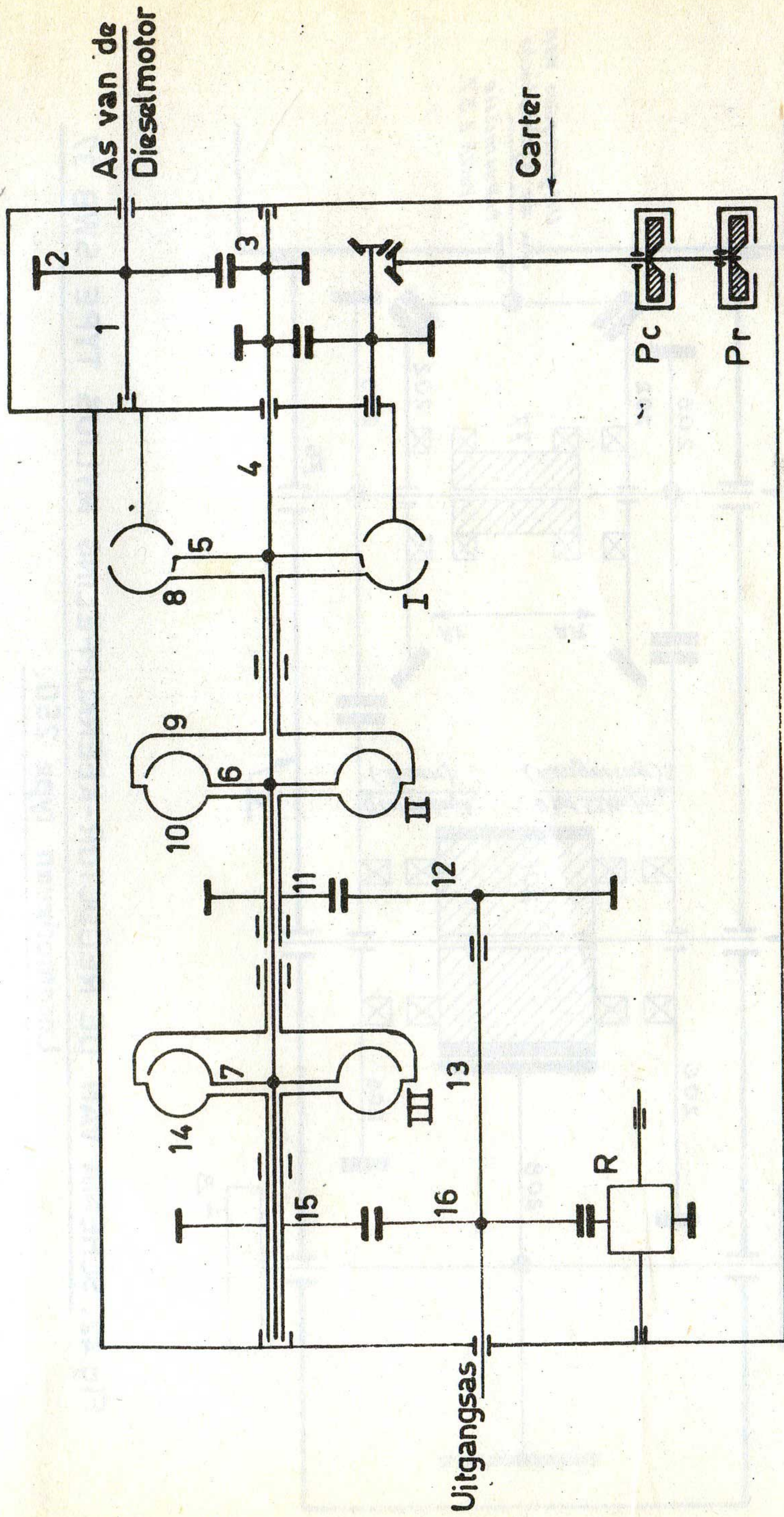


Fig. 41. SCHEMA VAN DE HYDRAULISCHE KAST "VOITH L 37 ou L37 Z."
 Locomotieven types: 250-252-253-272.

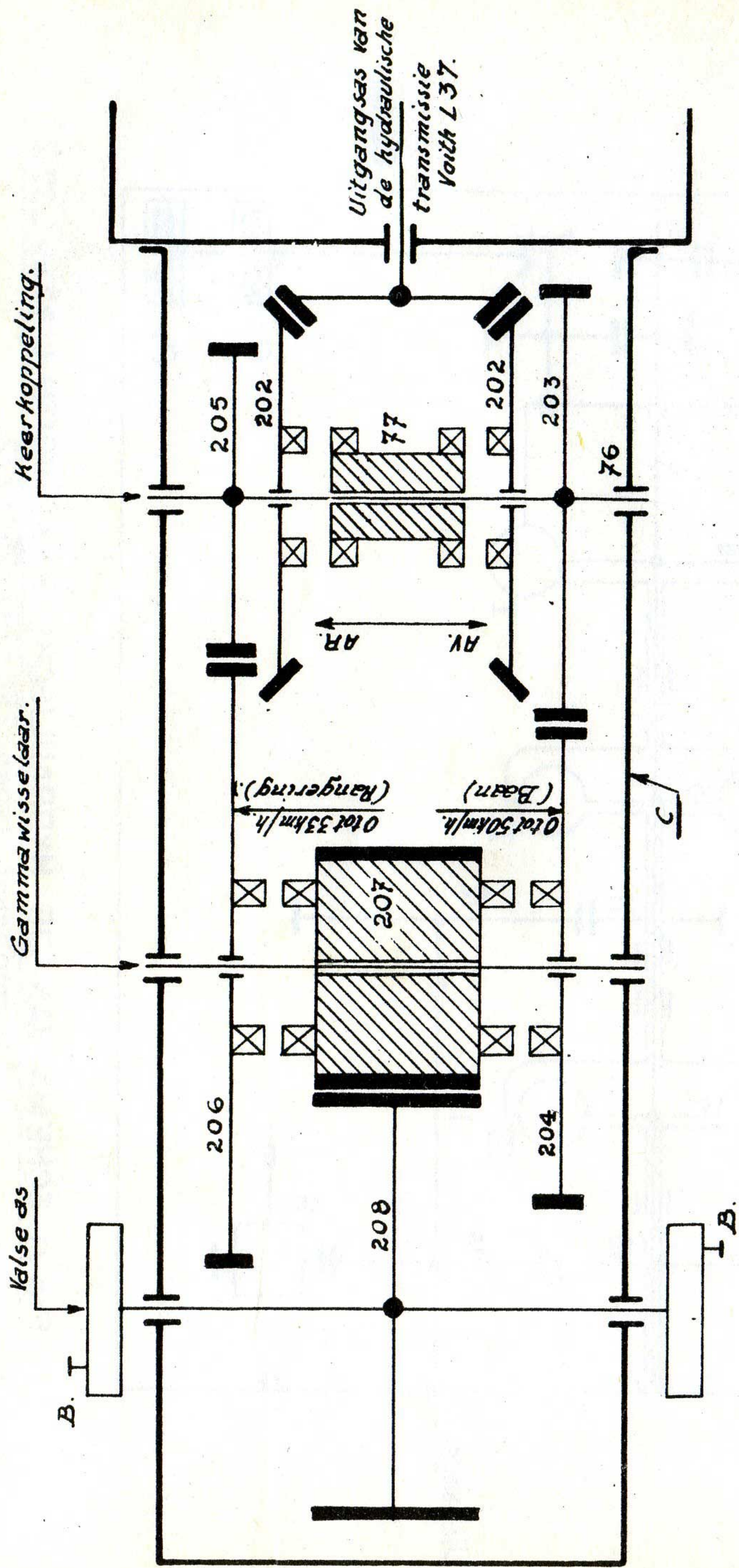


Fig.42. SCHEMA VAN DE REDUCTOR-KEERKOPPELING MYLIUS TYPE SWB 37.
 Locomotieven type 250.

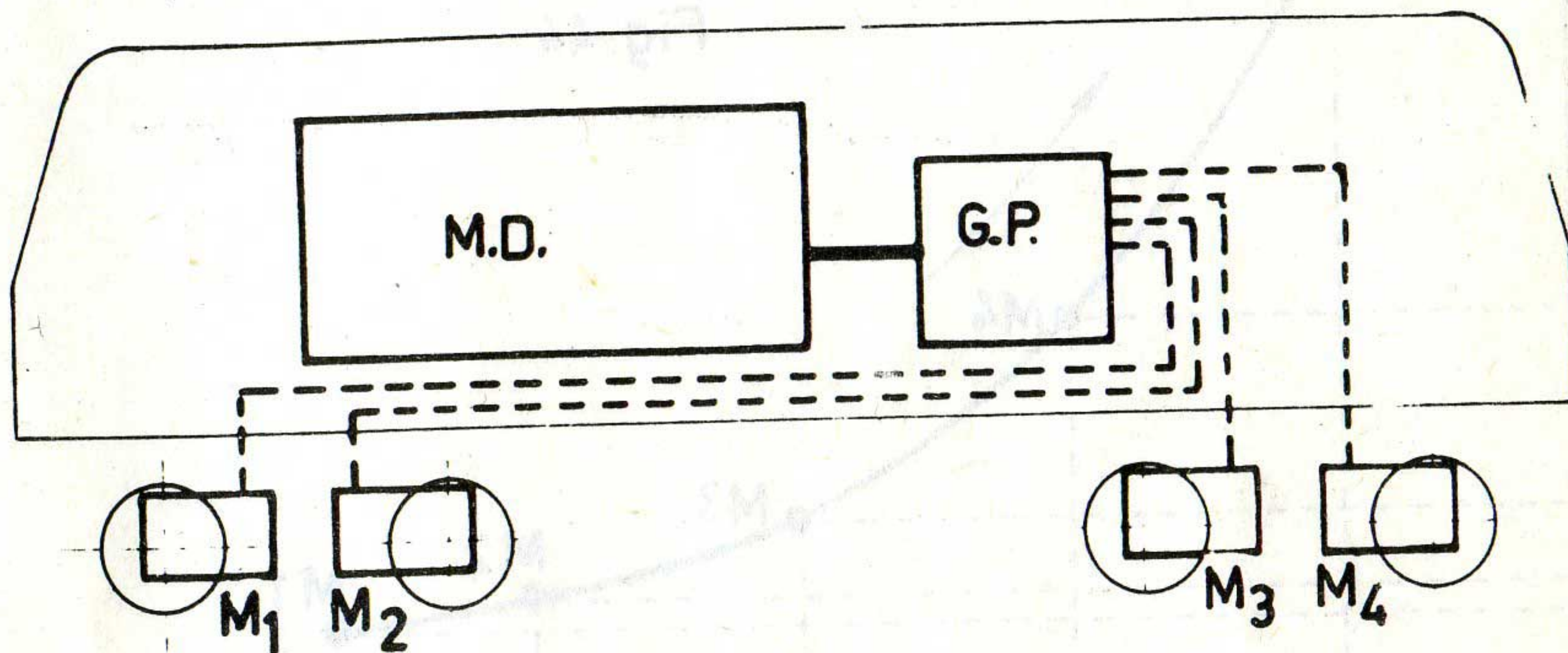
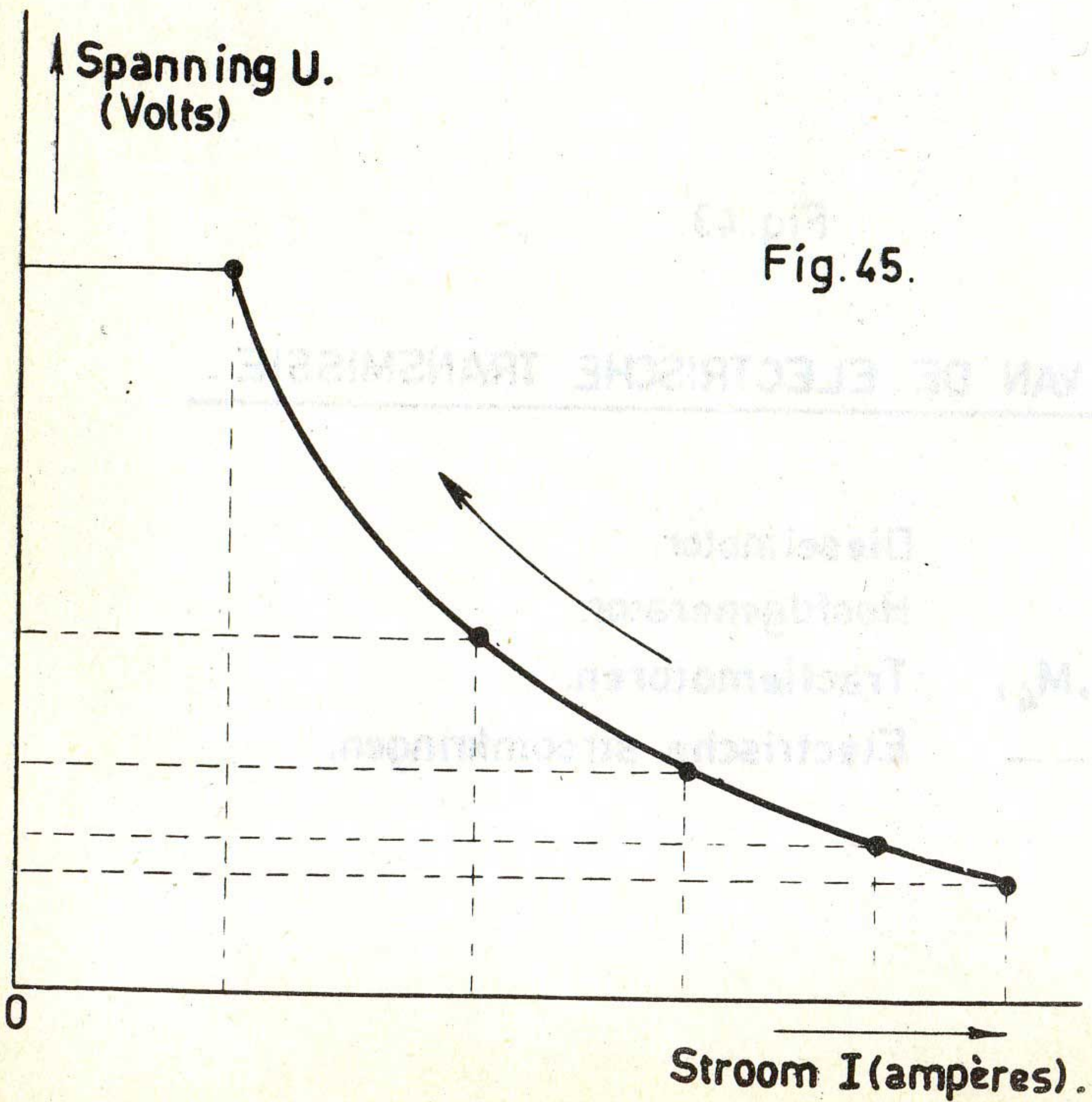
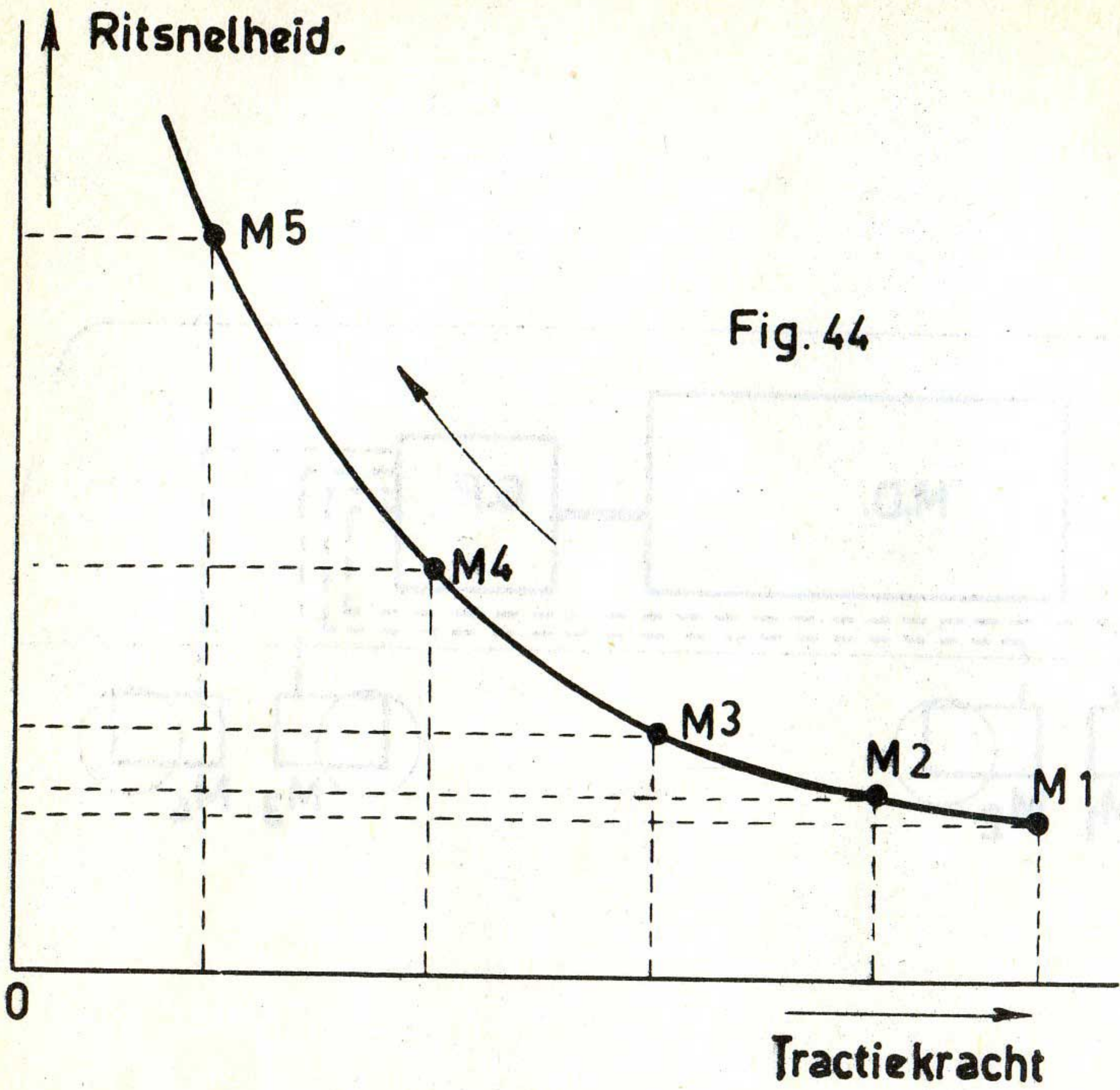


Fig. 43.

PRINCIEP VAN DE ELECTRISCHE TRANSMISSIE .

- | | |
|---|----------------------------|
| M.D. | Dieselmotor. |
| G.P. | Hoofdgenerator. |
| M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄ , | Tractiemotoren. |
| ----- | Electrische stroomkringen. |



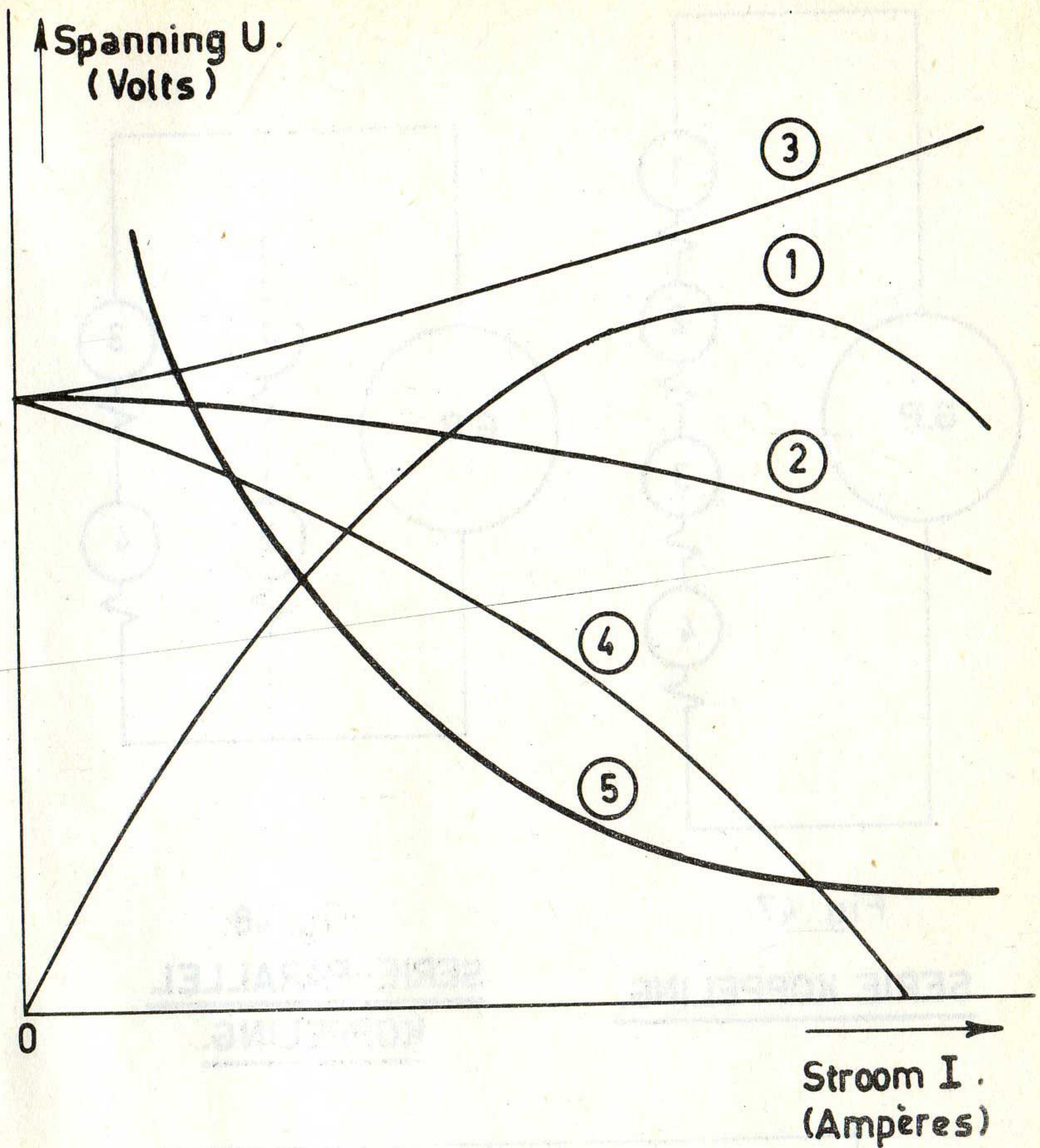


Fig. 46.

KARAKTERISTIEKEN VAN DE VERSCHILLENDE
GENERATOR-TYPES.

- ① Serie bekrachtiging.
- ② Shunt bekrachtiging.
- ③ Samenwerkende compound bekrachtiging.
- ④ Tegenwerkende compound bekrachtiging.
- ⑤ Hyperbolische bekrachtiging.

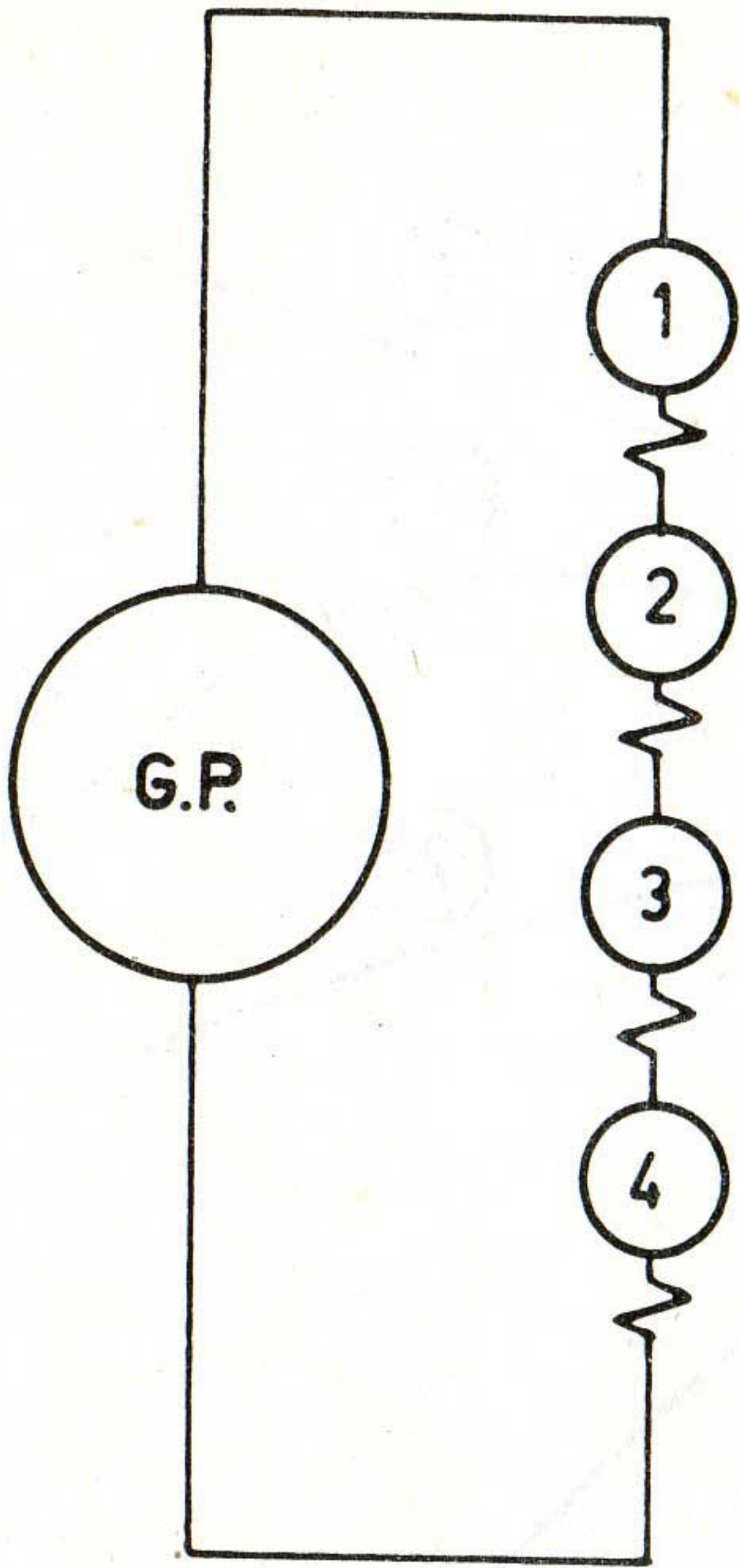


Fig. 47.
SERIE KOPPELING.

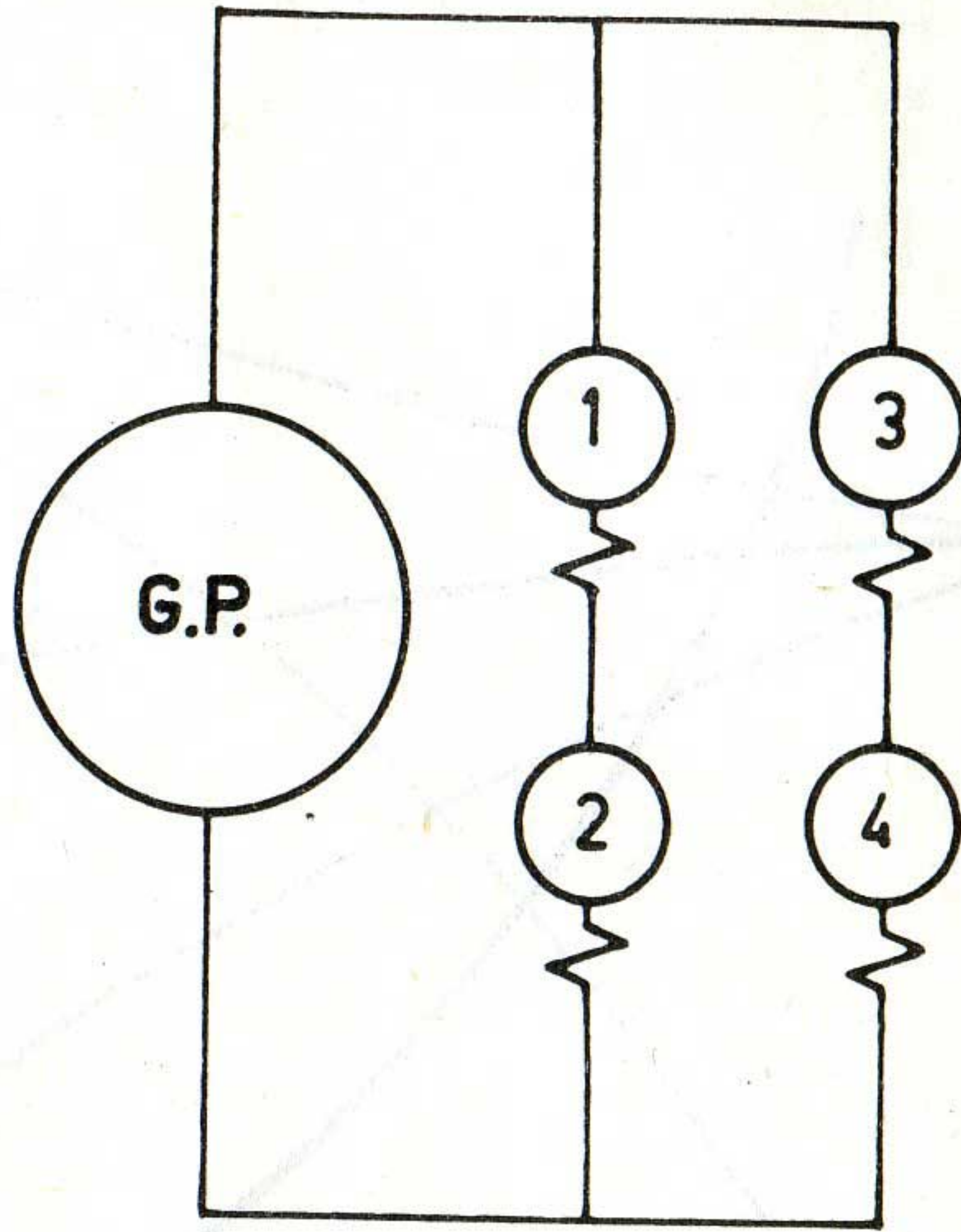


Fig. 48.
SERIE-PARALLEL KOPPELING.

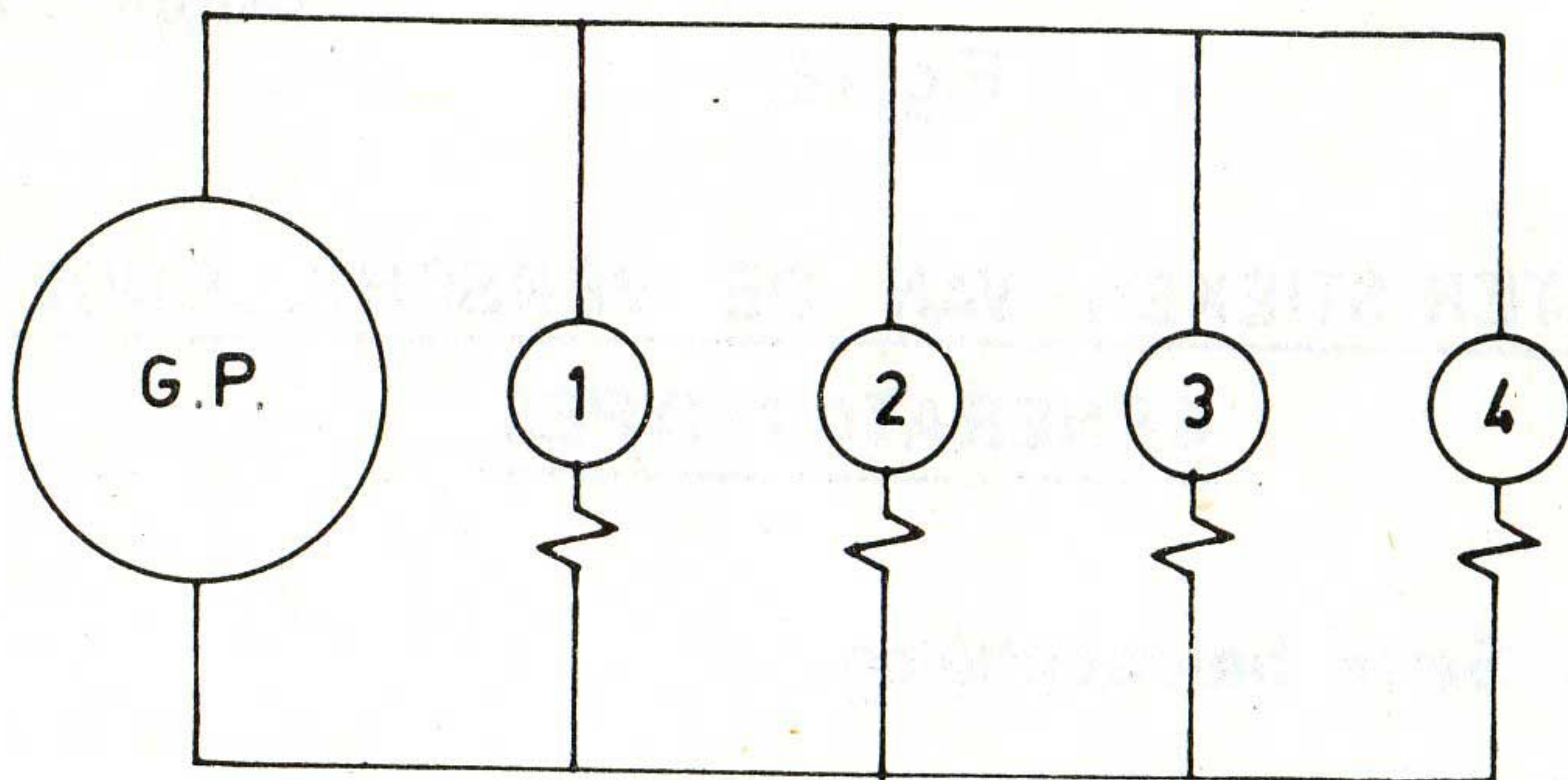


Fig. 49.
PARALLEL KOPPELING.

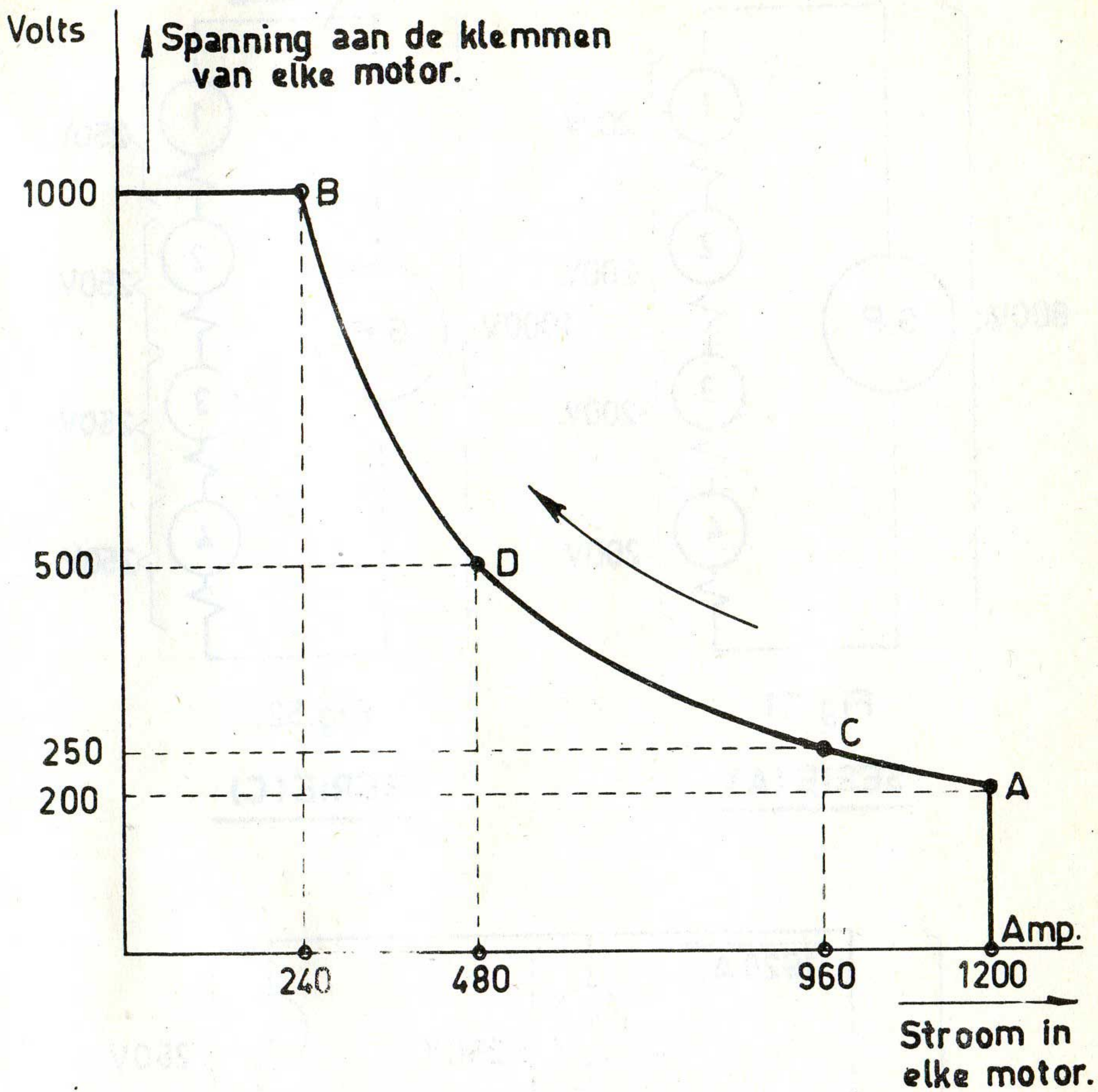


Fig. 50.

- AC : Serie koppeling.
- CD : Serie-parallel koppeling.
- DB : Parallel koppeling.

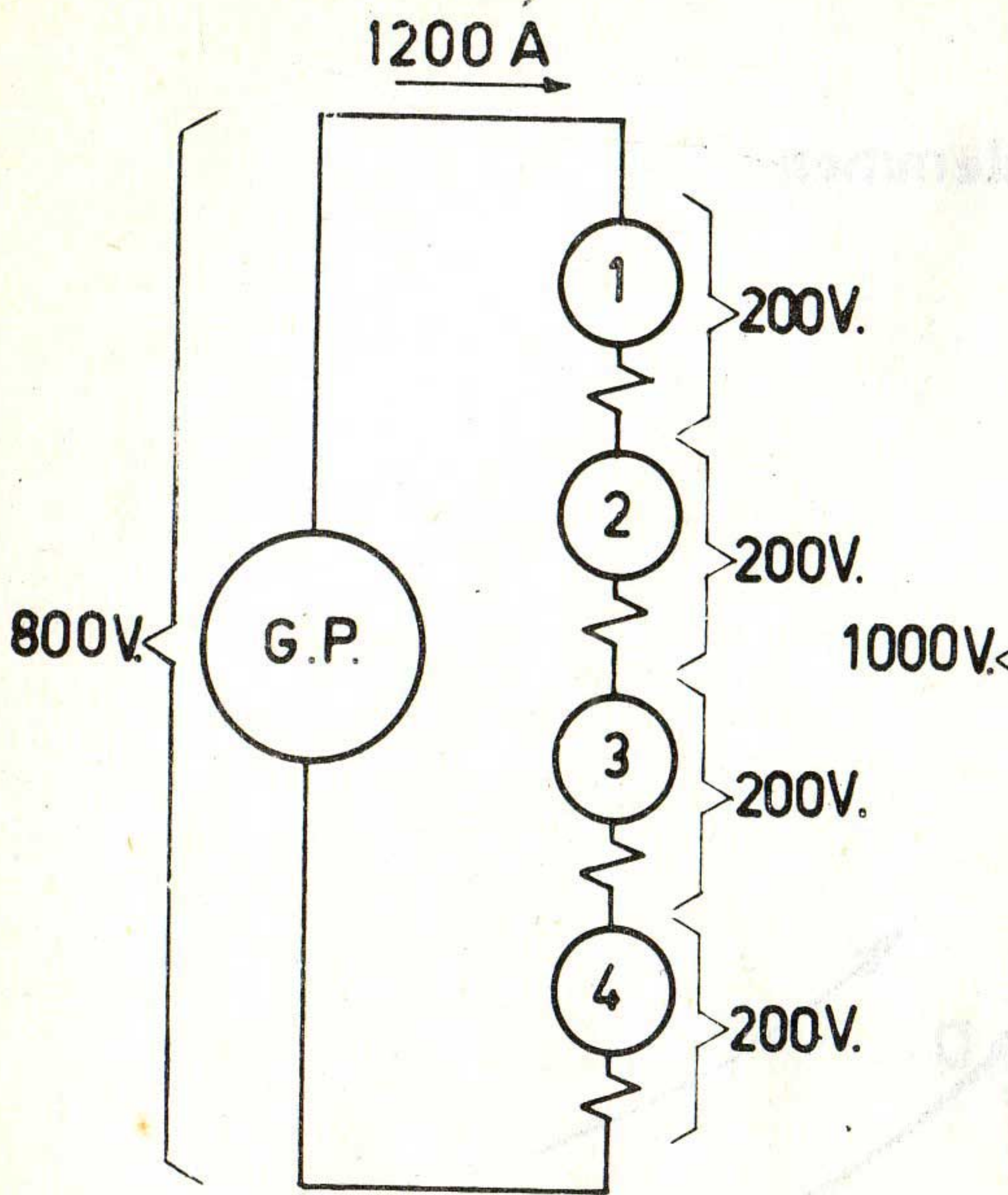


Fig. 51.

SERIE (A).

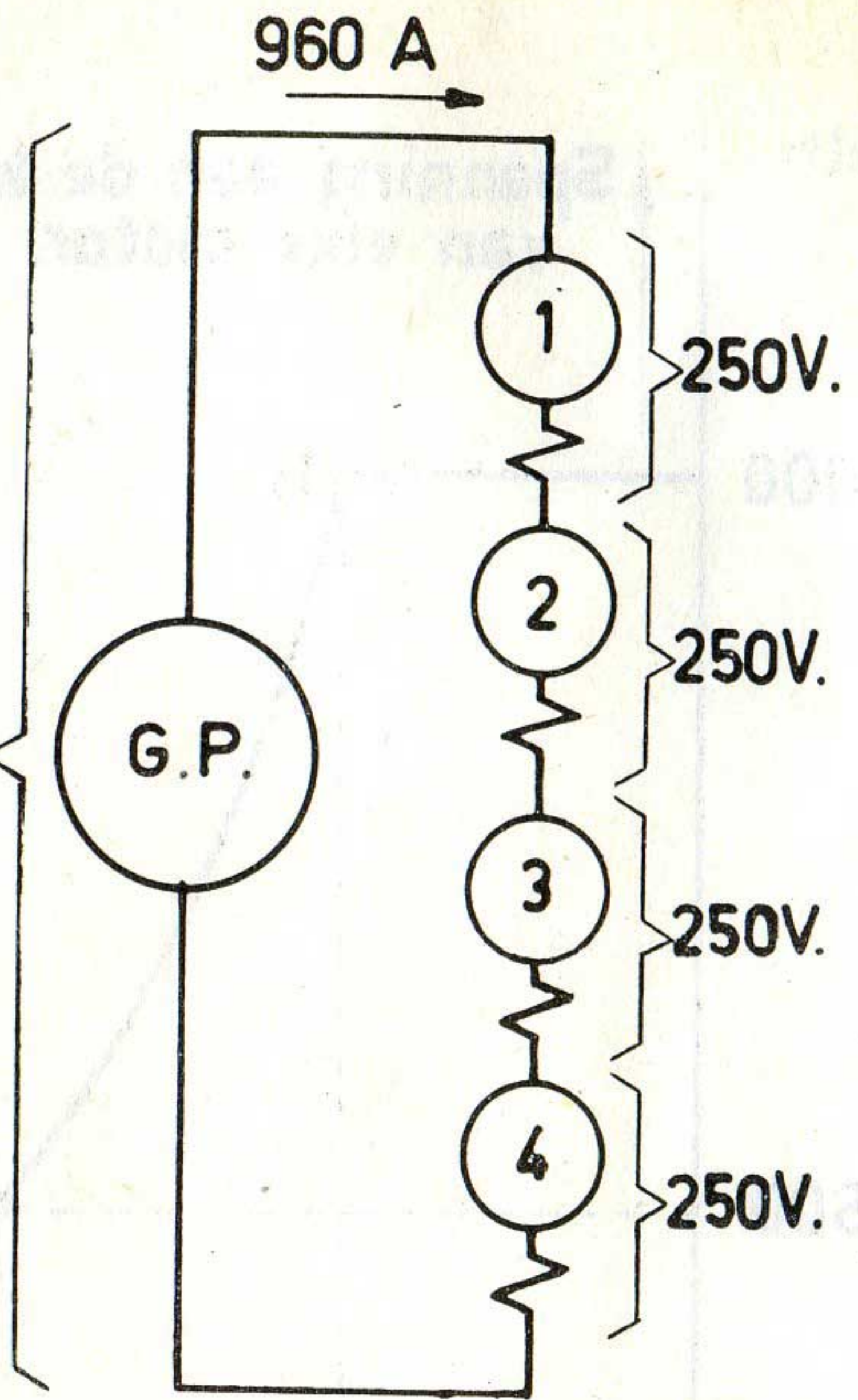


Fig. 52.

SERIE (C)

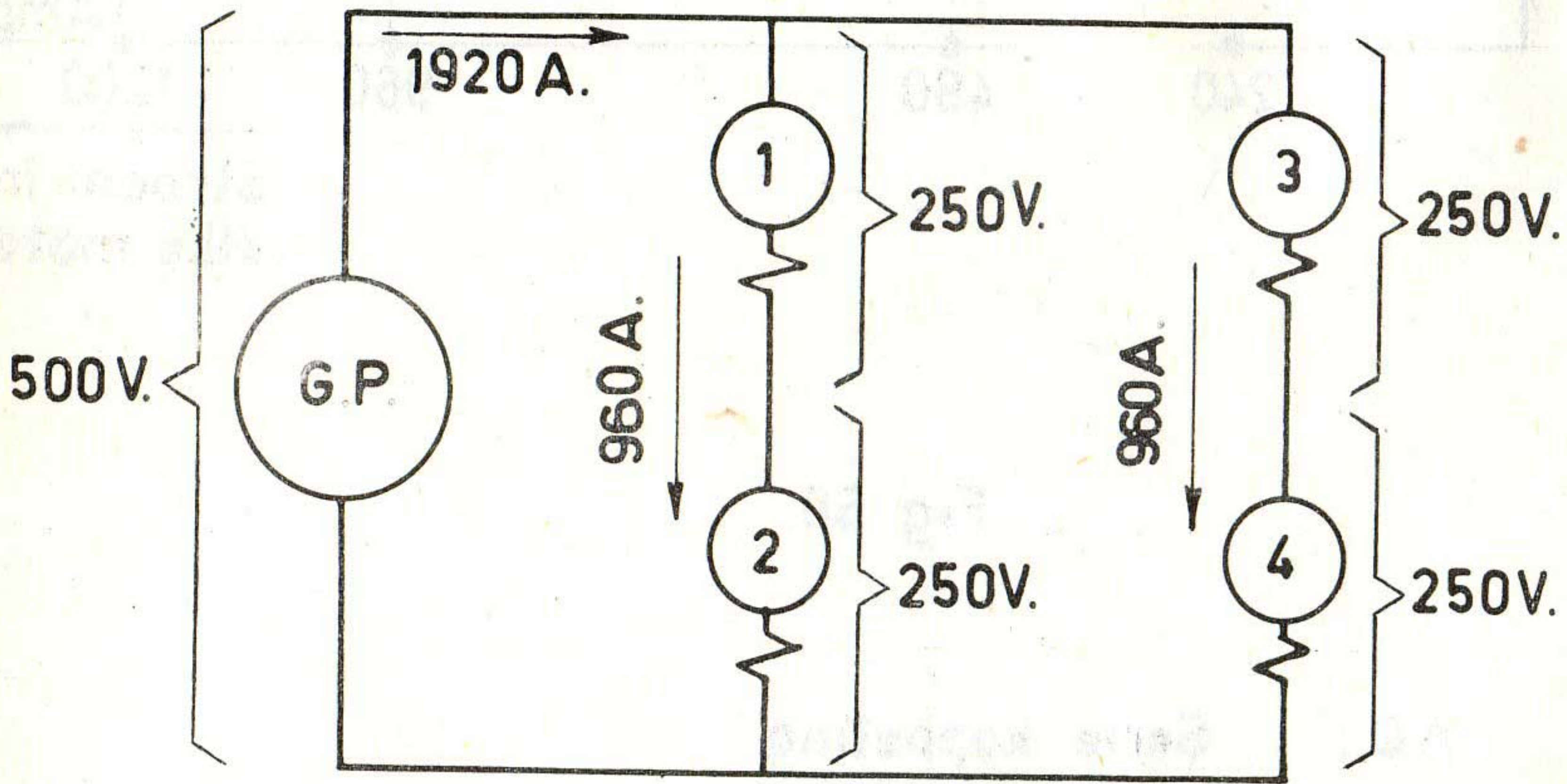


Fig. 53.

SERIE PARALLEL (C).

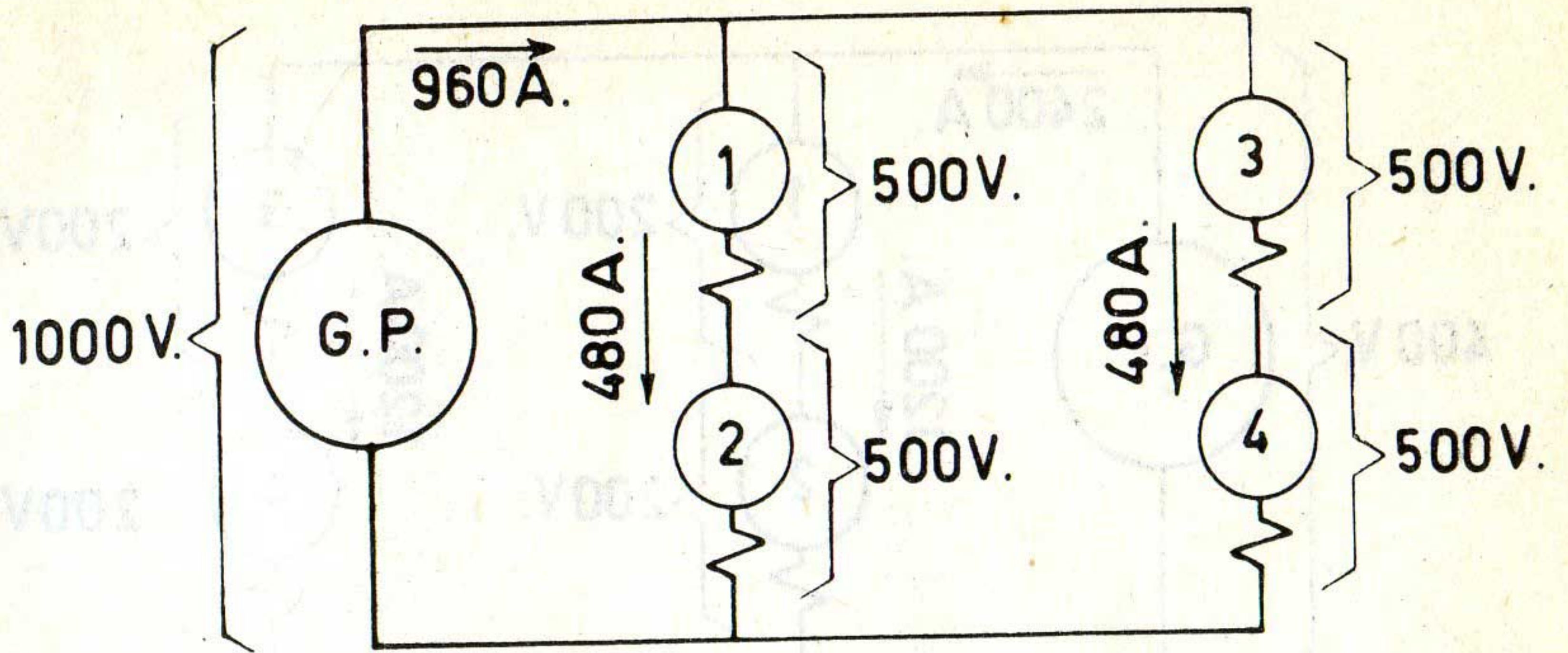


Fig. 54.
SERIE PARALLEL (D).

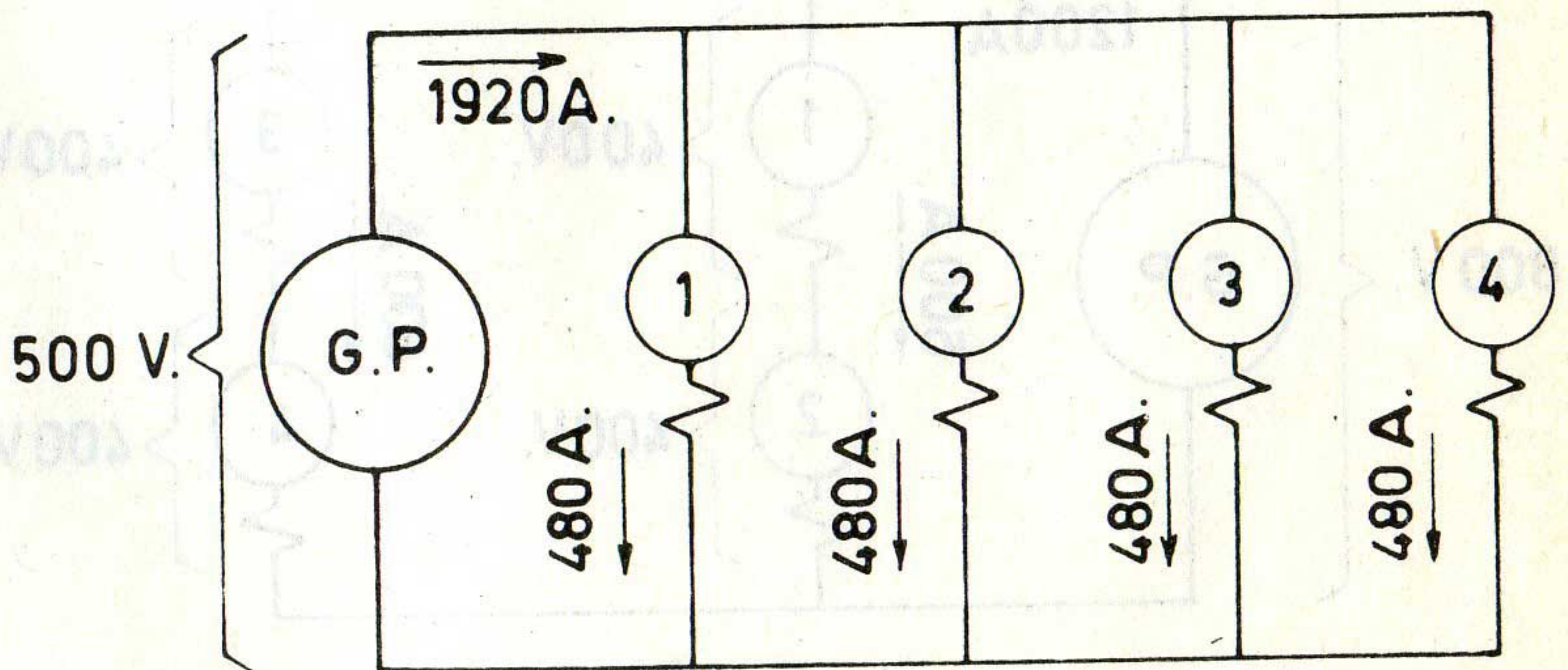


Fig. 55.
PARALLEL (D).

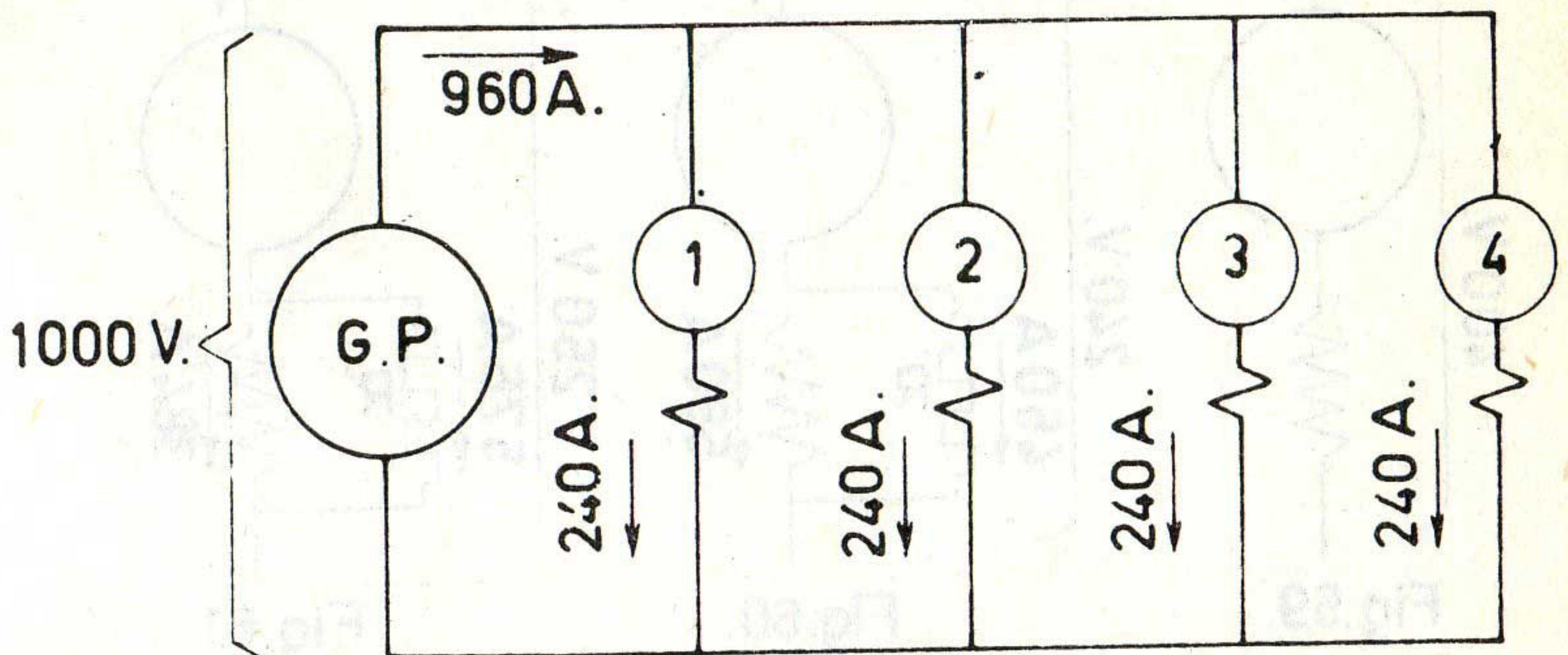


Fig. 56.
PARALLEL (B).

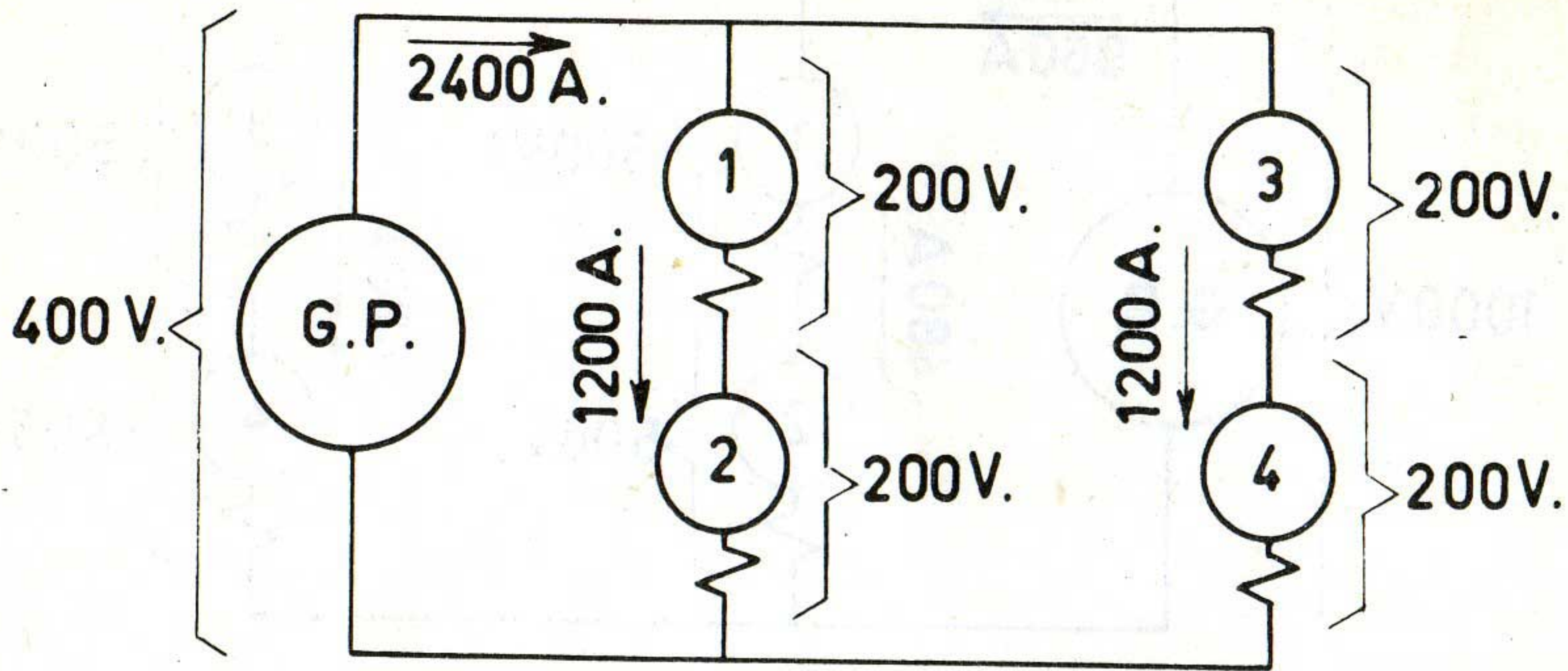


Fig. 57.

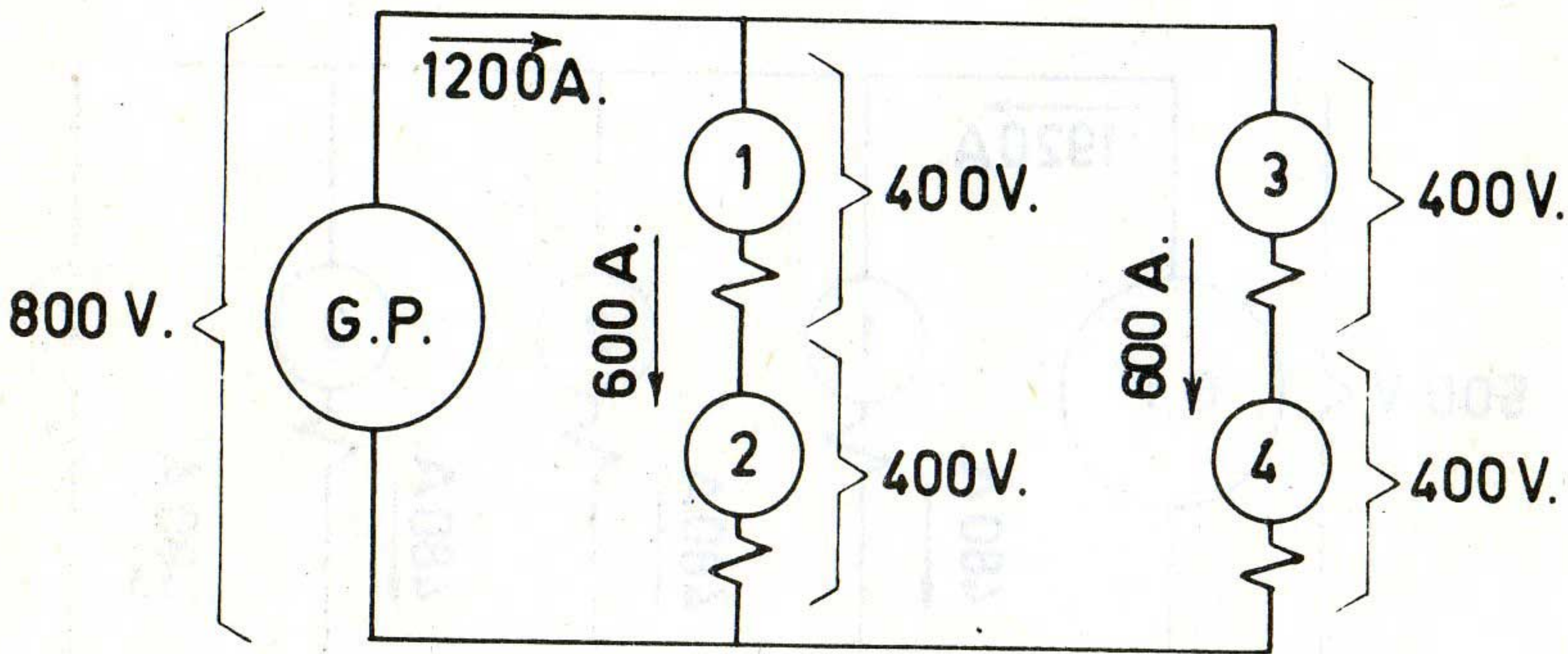


Fig. 58.

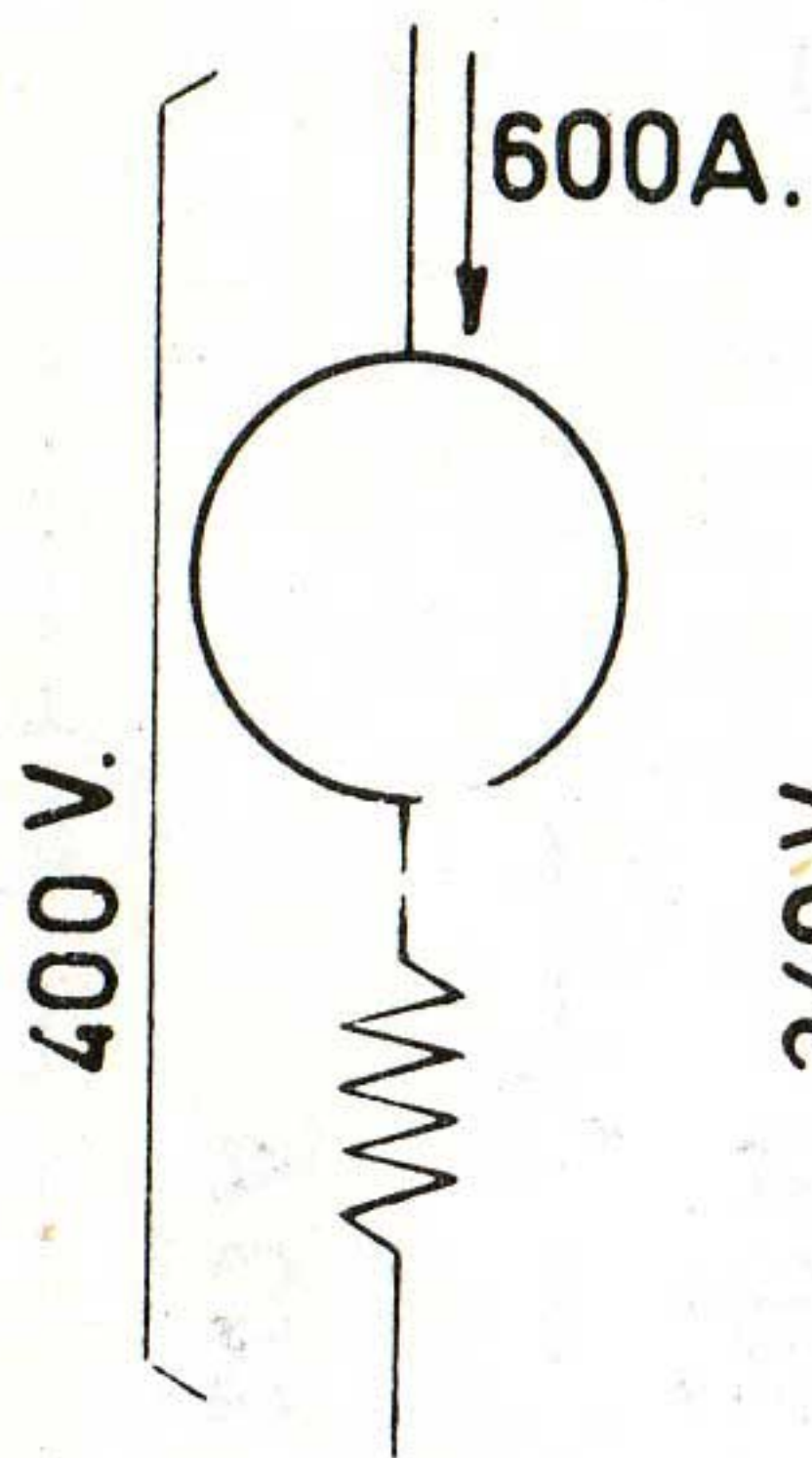


Fig. 59.

Voor shuntering

$$600\text{ A} \times 400\text{ V} = 240\text{ kw.}$$

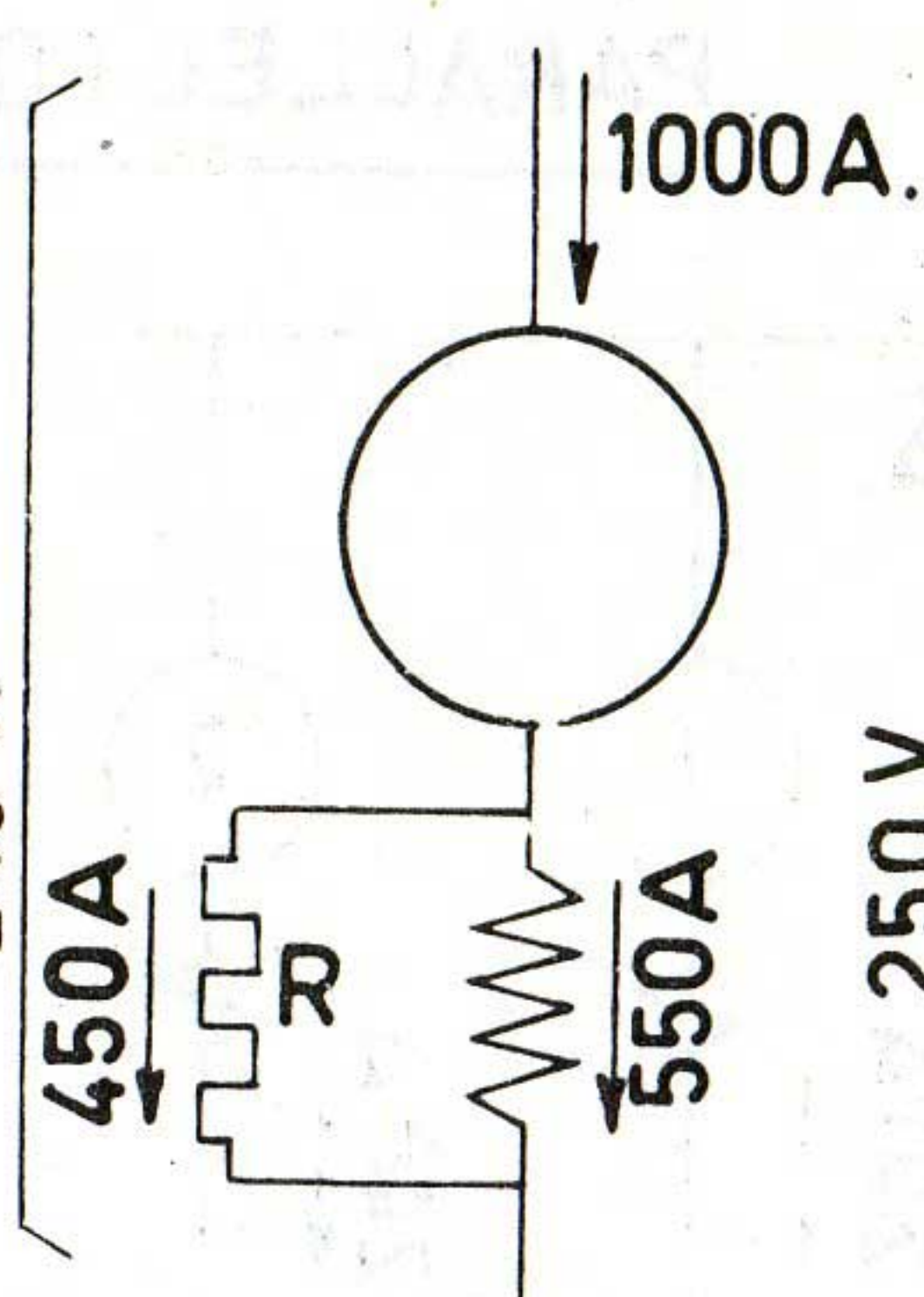


Fig. 60.

Na shuntering

aan 45%.

$$1000\text{ A} \times 240\text{ V} = 240\text{ kw.}$$

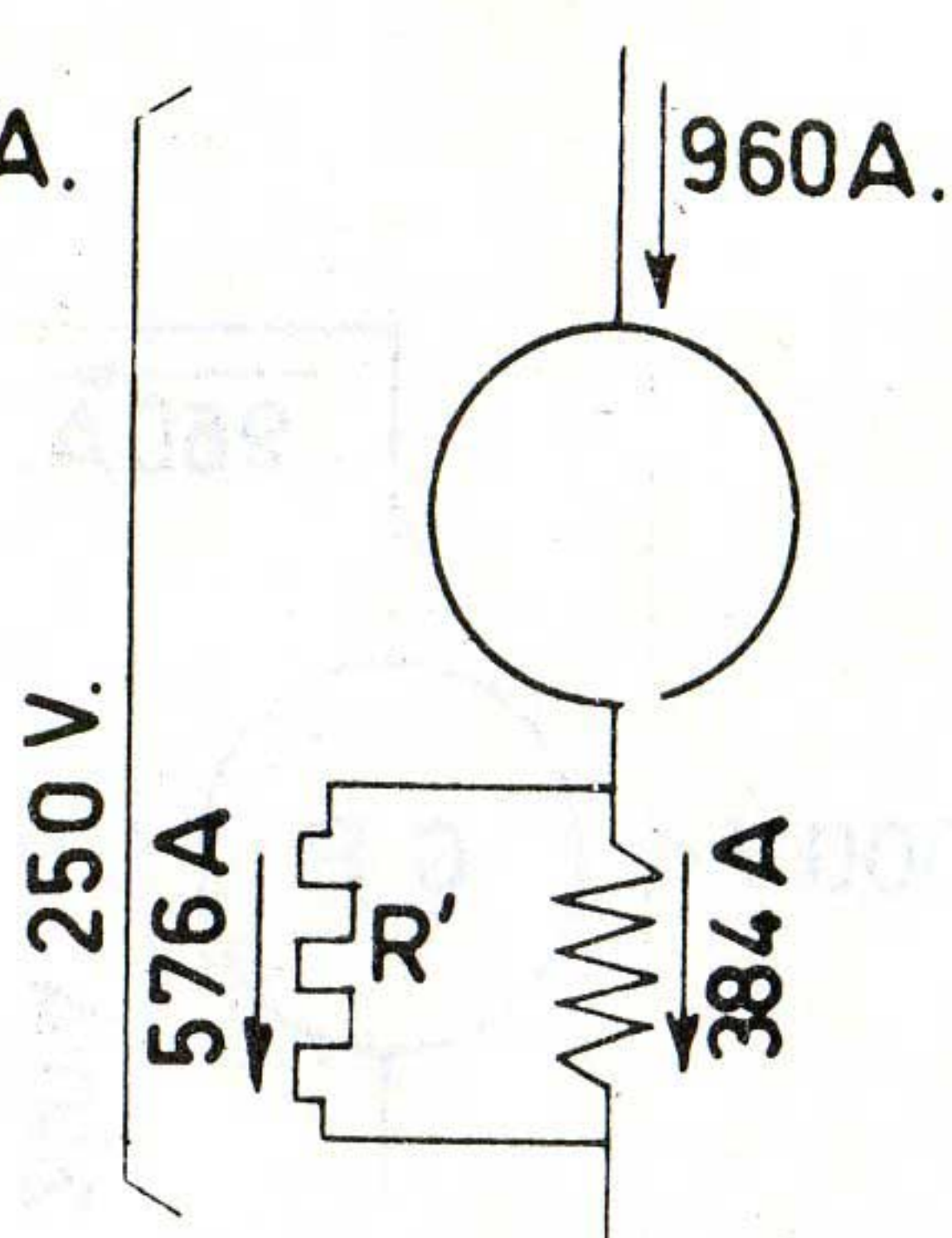


Fig. 61.

Na shuntering

aan 60%.

$$960\text{ A} \times 250\text{ V} = 240\text{ kw.}$$

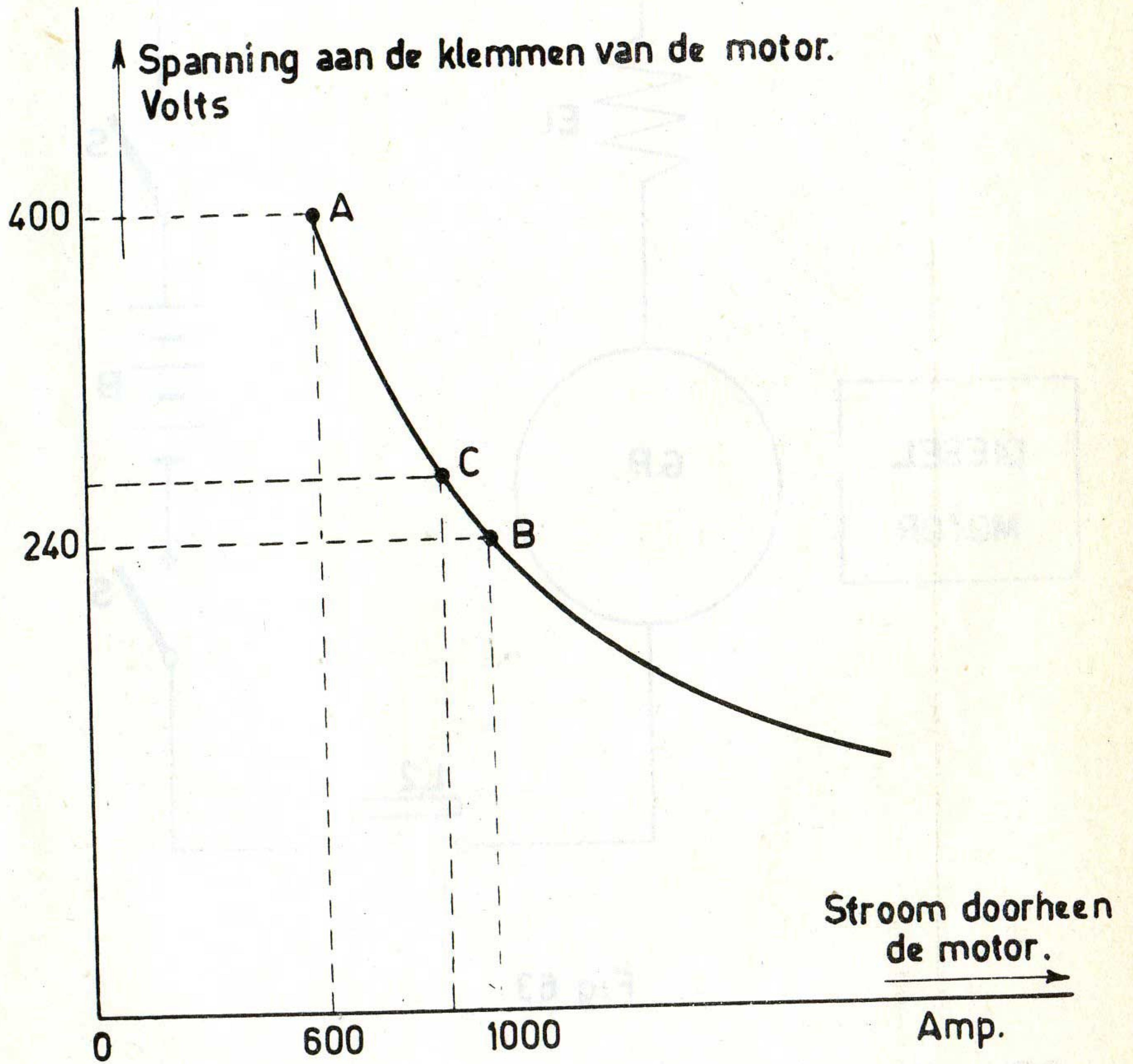


Fig. 62.

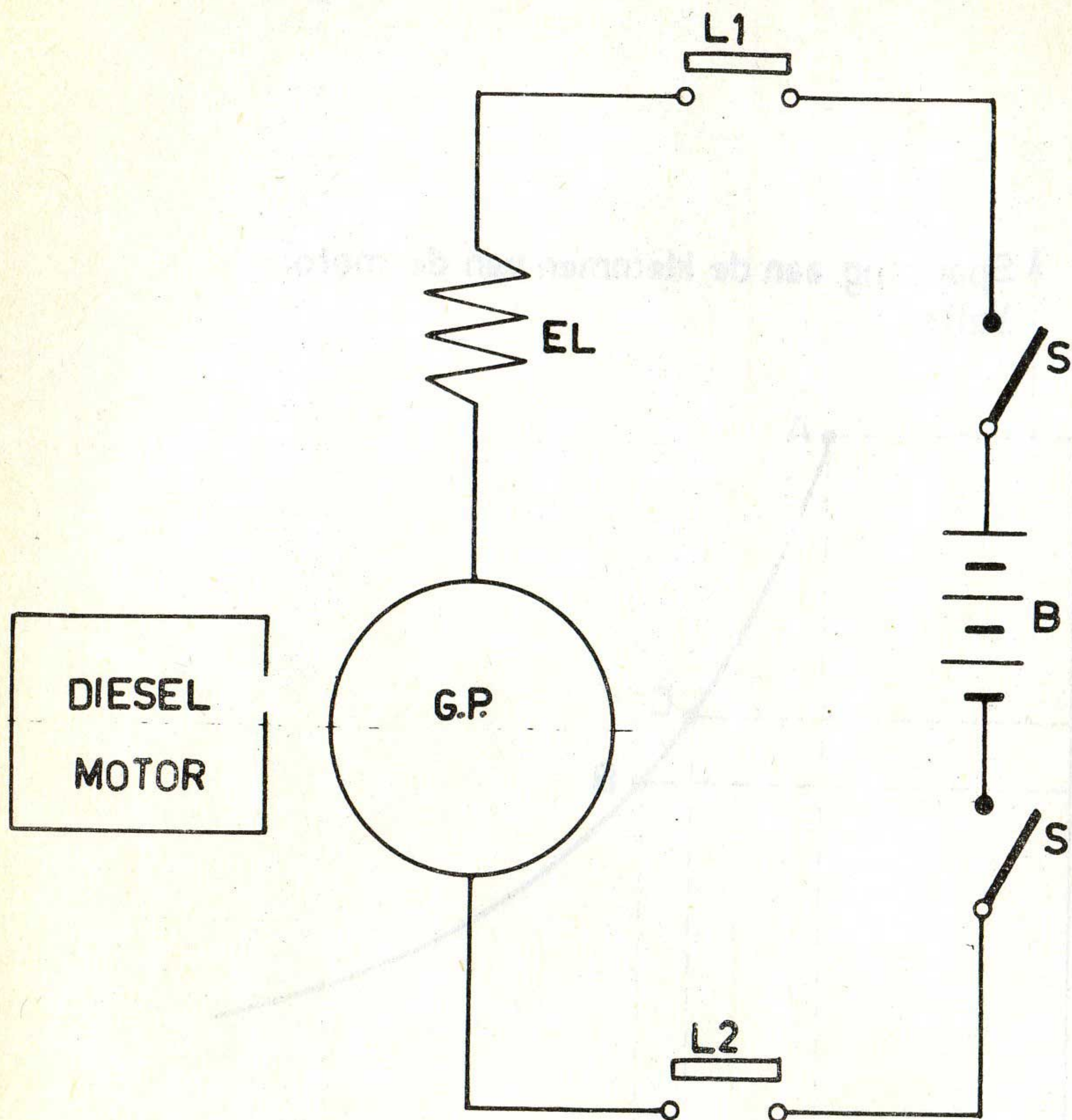


Fig. 63

- GP: Hoofdgenerator.
- EL: Startwikkeling.
- B: Accumulatorenbatterijen.
- L1,L2: Startcontactoren.
- S: Hoofdschakelaar van de batterij.

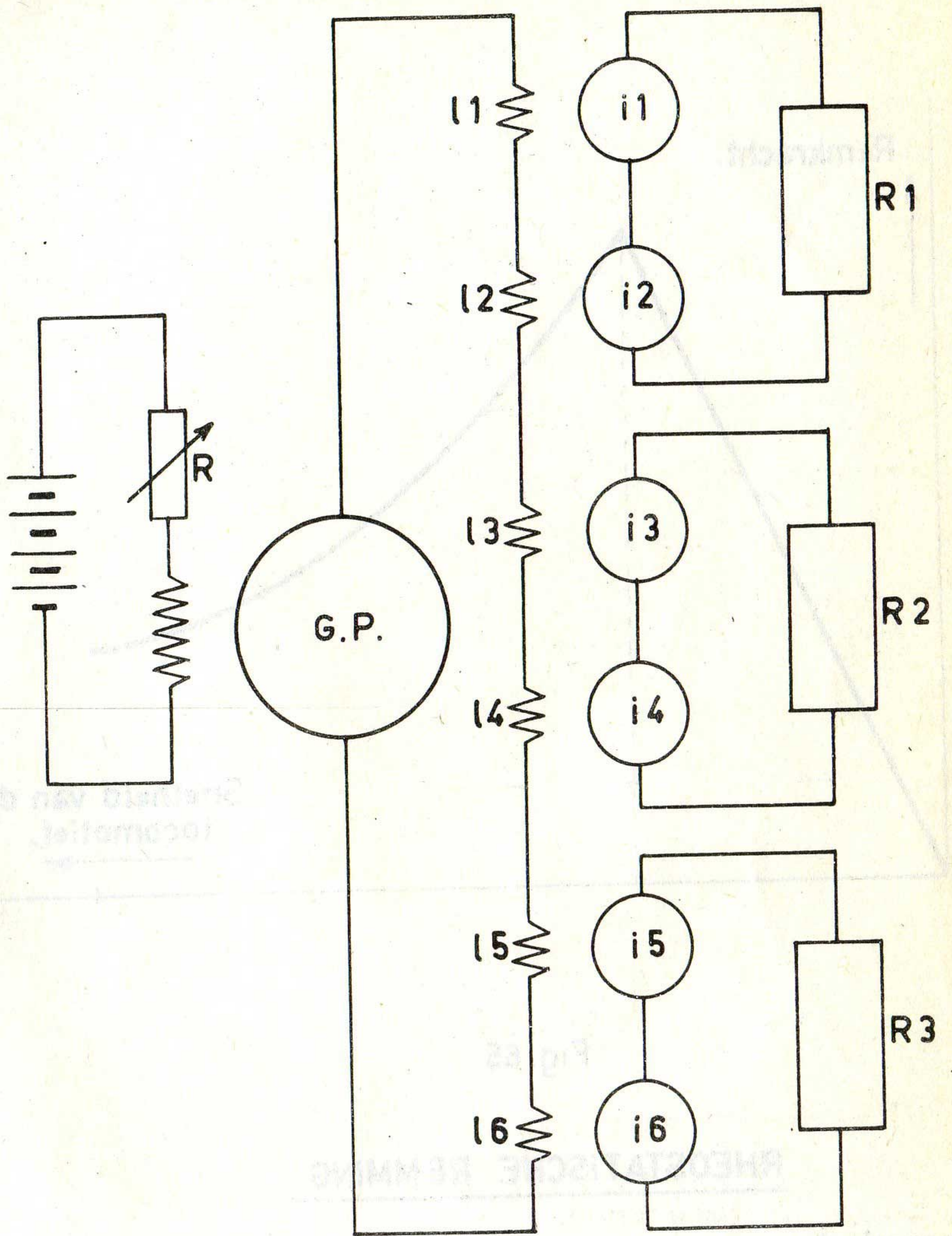


Fig. 64.

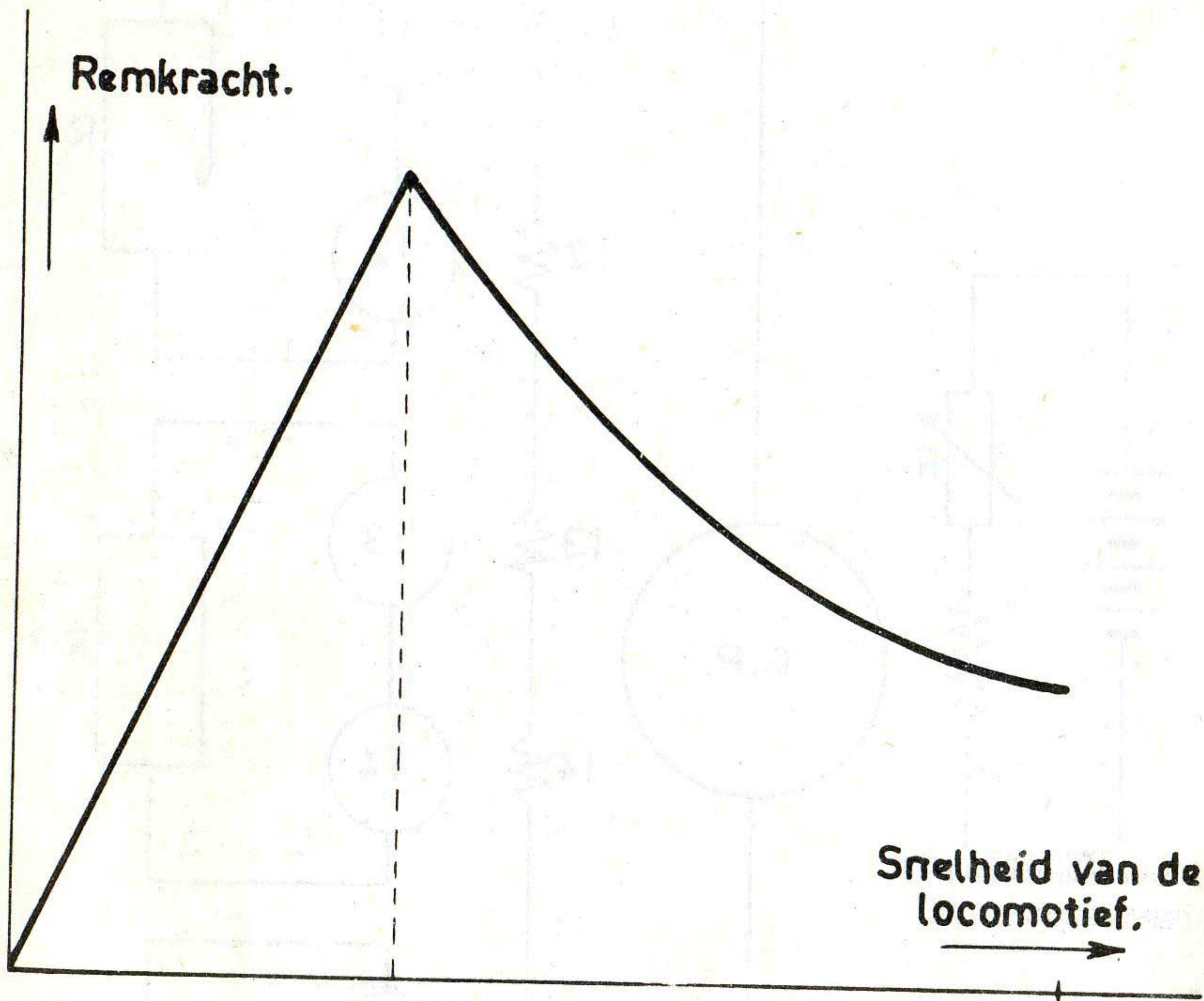


Fig. 65.

RHEOSTATISCHE REMMING.

Verandering van de remkracht in functie van de
snelheid der locomotief.

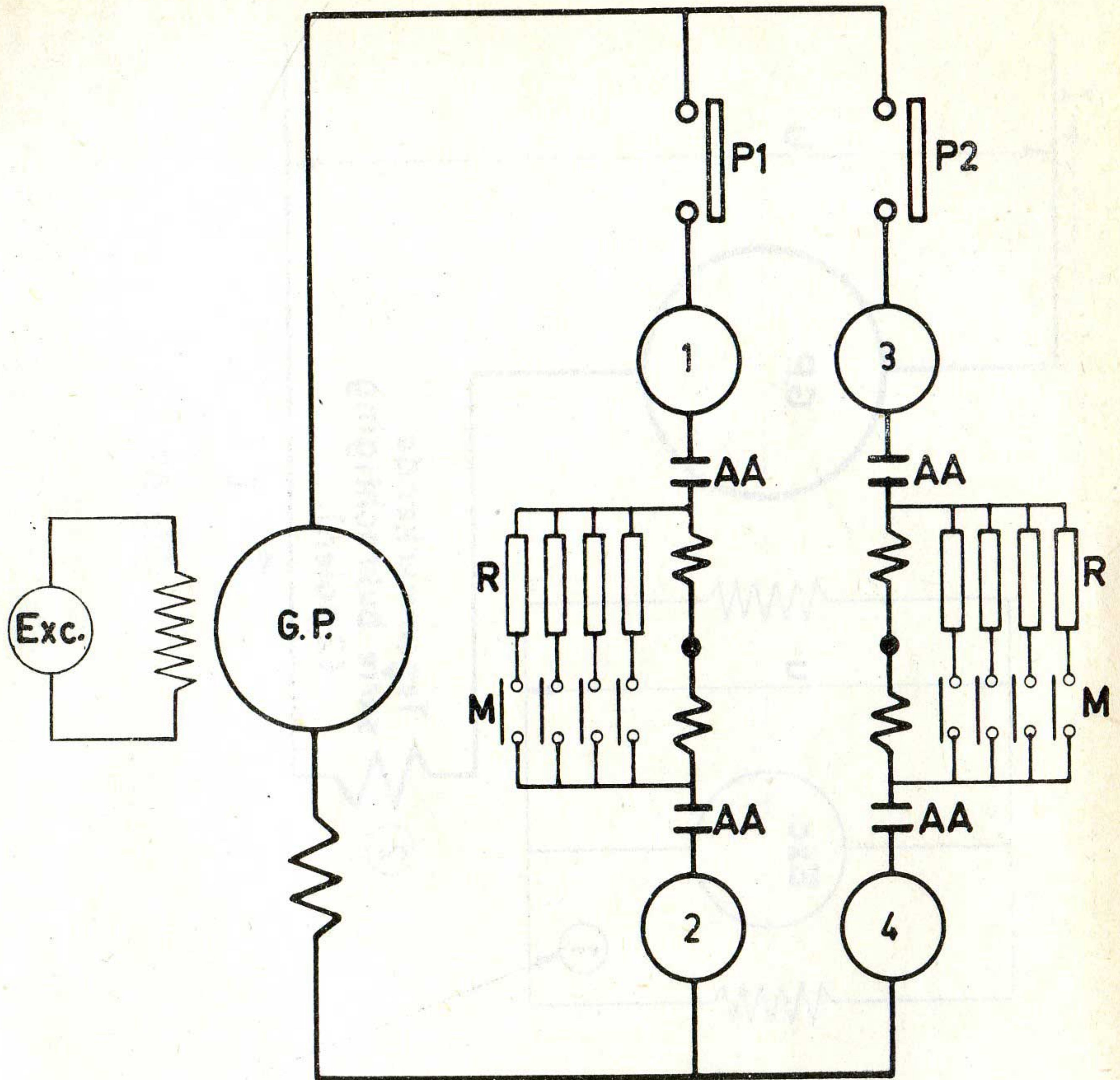


Fig. 66.

- 1,2,3,4: Tractiemotoren.
P1,P2: Vermogen contactoren.
AA : Contacten van de ritwisselaar.
R.: Shunteringsweerstand.
M.: Shunteringscontactor.
G.P.: Hoofdgenerator.
Exc.: Bekrachtigingsgenerator.

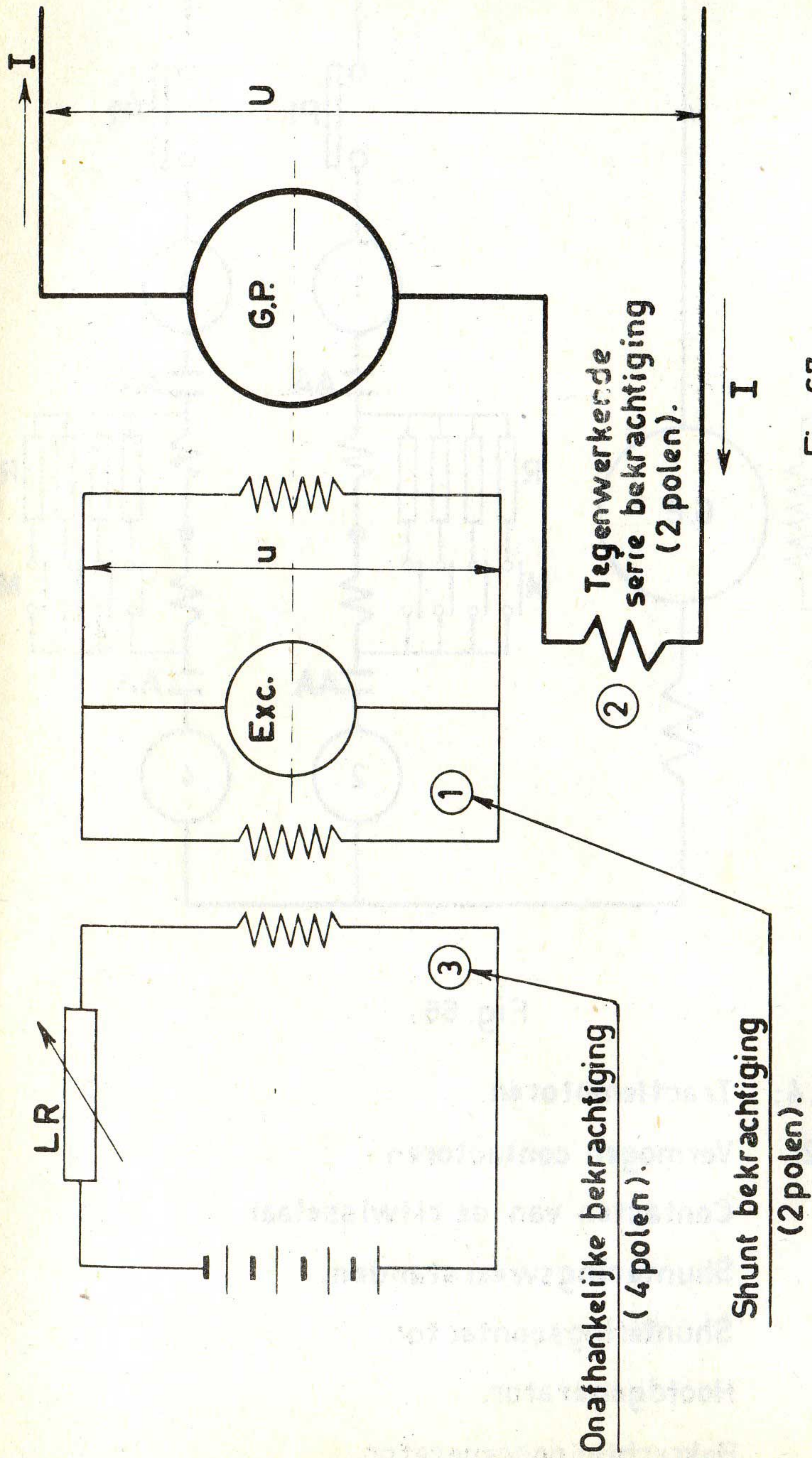


Fig. 67.

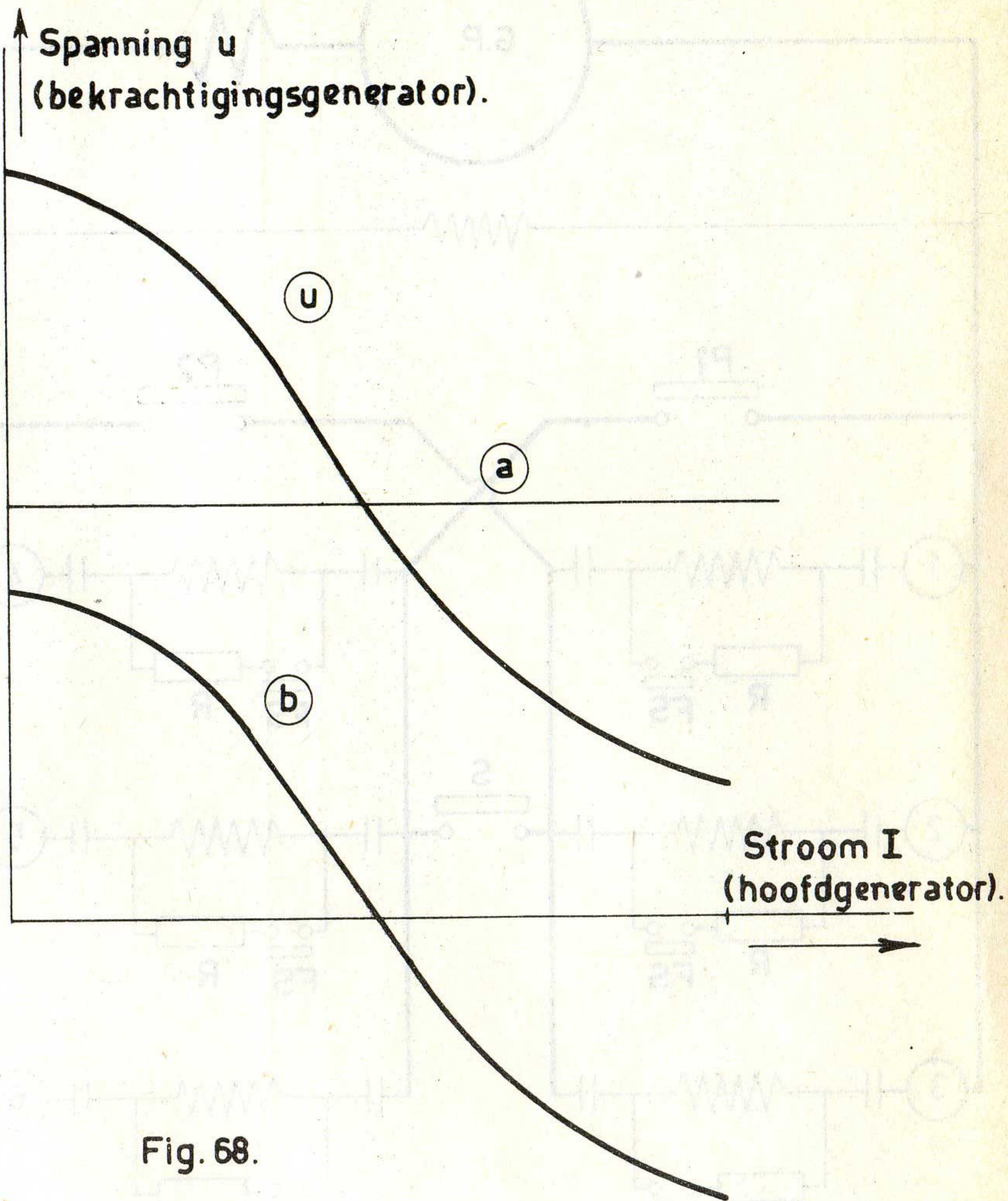


Fig. 68.

- a= Spanning bekomen met de onafhankelijke bekrachtiging.
- b= Spanning bekomen met de tegenwerk. compound bekrachtig.
- $u = a + b =$ Uiteindelijke spanning.

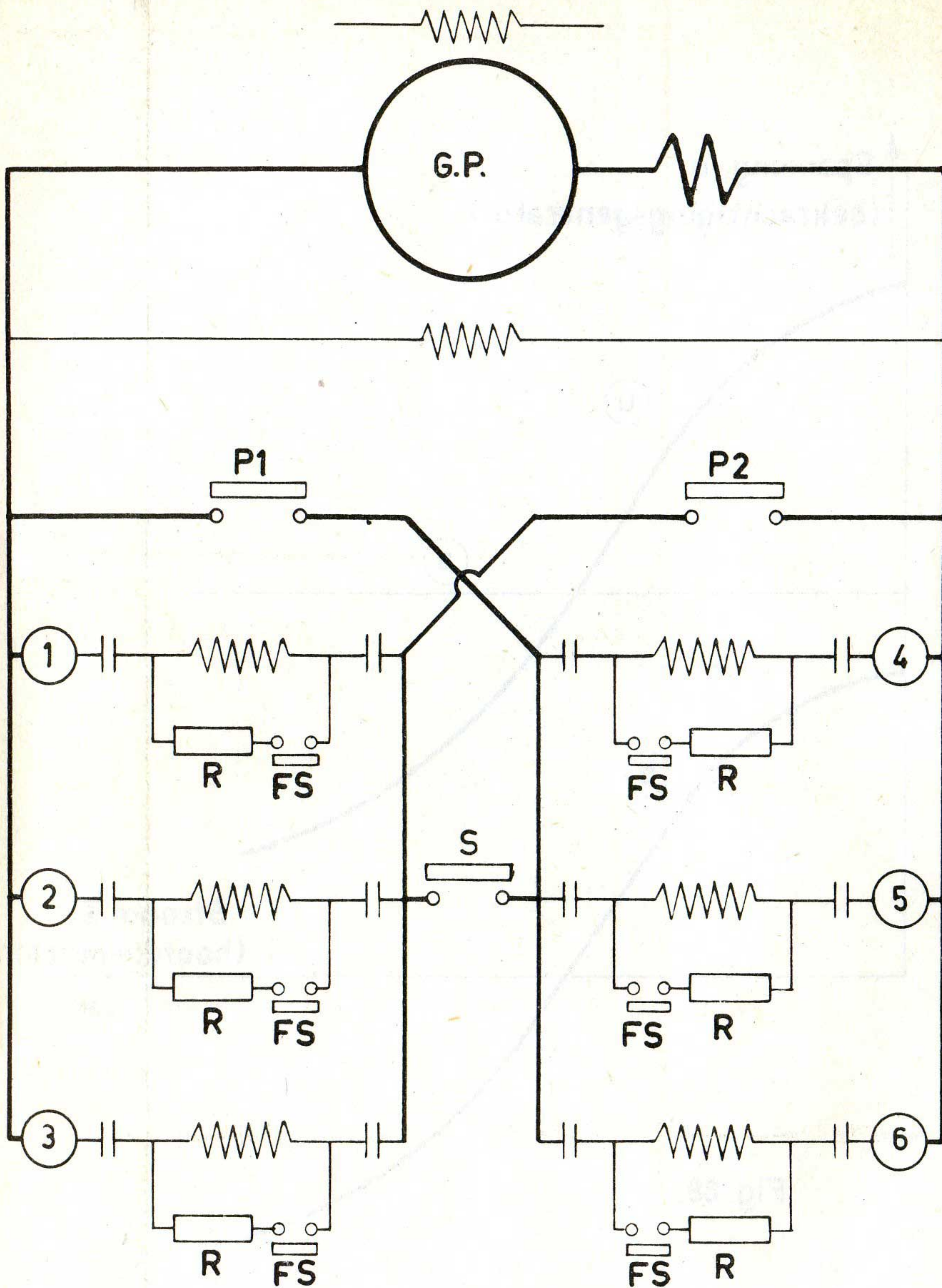


Fig. 69.

- G.P. : Hoofdgenerator.
- 1 tot 6 : Tractiemotoren.
- P1,P2,S : Vermogen contactoren.
- R : Shunteringsweerstand.
- FS : Shunteringscontactor.

