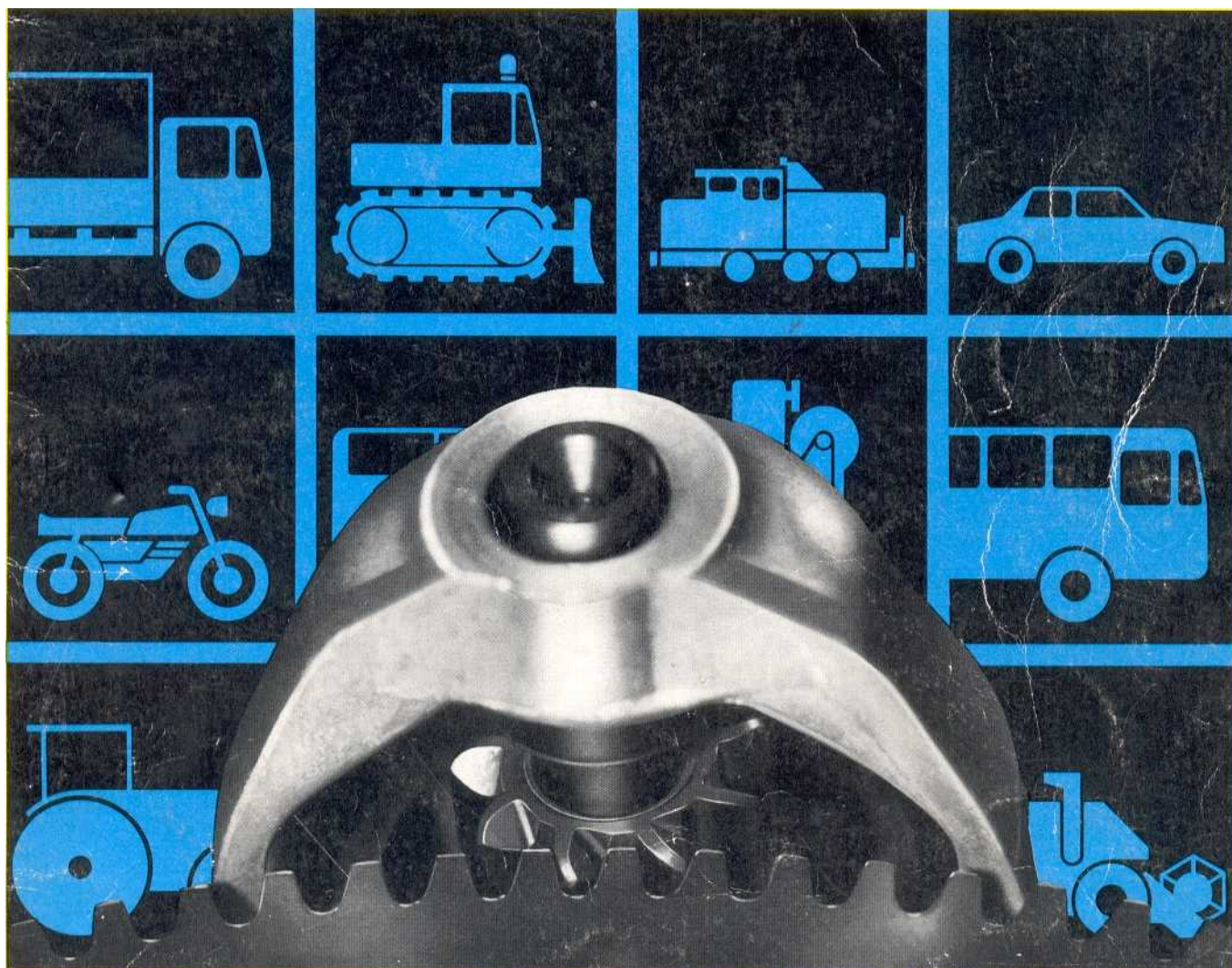




BOSCH

Technische leergang



Startmotoren

Startmotoren

We hebben er veel over nagedacht, om van het 'aanzetten' van de motor in vroegere tijden, toen nog met de slinger, to komen tot het gemakkelijke en betrouwbare 'starten' met behulp van een moderne startinstallatie.

Met een draai aan de sleutel.

Zo eenvoudig is het nu voor U.

Achter iedere keer starten is het verloop van een keten van technische processen verborgen, van het aanzetten van de startmotor, de controle van het insporen van het startmotorrondsel in de startkrans aan het vliegwiel van de motor tot en met de beveiligingsschakeling, opdat de startmotor niet op de reeds draaiende motor kan ingrijpen.

Zorgvuldig op elkaar afgestemde componenten moeten gedurende een lange tijd storingsvrij werken en gedeeltelijk een enorm aantal startprocessen verwerken. Bij een in het stadsverkeer gebruikte personenauto is dat bij een gemiddeld 15.000 km rijweg altijd nog ongeveer het 2000 maal per jaar starten van de motor. Wilt U dus nog meer weten van de startinstallatie en zijn componenten, dan leert U dat uit dit boekje.

Inhoud

1	Verbrandingsmotoren	2
1.1	Ottomotor	2
1.2	Dieselmotor	2
2	Startinstallaties	2
2.1	Overzicht	2
2.2	Startvoorwaarden	4
2.2.1	Nominale spanning van de startinstallatie	5
2.2.2	Nominaal vermogen	5
2.3	Startinstallaties voor personenauto's	6
2.3.1	Startinstallaties voor personenauto's met ottomotor	6
2.3.2	Startinstallaties voor personenauto's met dieselmotor	7
2.3.3	Stop-start-installatie	7

2.4	Startinstallaties voor bedrijfsmotorvoertuigen	8
2.4.1	Startinstallaties met batterijomschakeling 12/24 V	8
2.4.2	Startinstallaties met start-sper-inrichting	9
2.5	Speciale startinstallaties	10
2.5.1	Startinstallaties met start-herhaalrichting	10
2.5.2	Startinstallaties (12 of 24 V) met dubbel startrelais voor parallelbedrijf	10
2.5.3	Startinstallaties (50 tot en met 110 V) met schakelrelais voor parallelbedrijf	11
3	Startmotor - basisopbouw	12
3.1	Elektrische motor van de startmotor	12

3.1.1	Principe	12
3.1.2	Technische uitvoering	12
3.2	Shuntmotoren	12
3.3	Motoren met permanente bekrachtiging	13
3.4	Seriemotoren	13
3.5	Gecombineerde shunt- en seriemotoren (compoundmotoren)	13
3.6	Opkomrelais	14
3.7	Insporingsdrijfwerk	14
3.7.1	Rondsel	14
3.7.2	Insporingsaandrijving	15
3.7.3	Vrijloop	17
3.8	Ankerafremming	
4	Startmotortypen	18
4.1	Overzicht	18
4.2	Startmotor met schuifbaar- en schroefdraad rondsel zonder overbrenging	20
4.3	Startmotor met schuifbaar- en schroefdraad rondsel met overbrenging	22
4.3.1	Type EV met seriemotor	22
4.3.2	Type DW met motor met permanente bekrachtiging	23
4.4	Startmotor met schuifbare en mechanische rondselverdraaiing	24
4.4.1	Type KE met seriemotor	24
4.5	Startmotor met schuifbaar rondsel met elektromotorische rondselverdraaiing	26
4.5.1	Type KB/QB met compoundmotor	26
4.5.2	Type TB/TF met compoundmotor	28
5	Inbouwen van de startinstallatie	30
5.1	Montage van de startmotor	30
5.2	Startmotor-hoofdleiding	30
5.3	Startschakelaar	31
5.3.1	Startschakelaar met één functie	31
5.3.2	Ontstekings- en startschakelaar voor voertuigen met ottomotor	31
5.3.3	Gloeistartschakelaar voor voertuigen met dieselmotor	31
5.4	Relais	32
5.4.1	Batterijomschakelrelais	32
5.4.2	Start-sper-relais	32
5.4.3	Startherhaalrelais	32
5.4.4	Startherhaalrelais met stuurrelais	32
5.4.5	Relais voor houdschakeling	32
5.4.6	Dubbelstartrelais	32
5.4.7	Schakelrelais voor parallelbedrijf	33
5.4.8	Batterijrelais (batterij-hoofdschakelaar)	33
5.5	Startmotorbatterij	34
5.5.1	Opbouw	34
5.5.2	Kenmerken van de startmotorbatterij	34
5.5.3	Eisen gesteld aan de startmotorbatterij	35
6	Bediening	36
6.1	Onderhoud, service	36

1 Verbrandingsmotoren

Verbrandingsmotoren zijn **warmtekrachtmachines**, die door verbranding van brandstoffen bruikbare energie afleveren. Daartoe worden gerekend slagzuiger-, **wentelzuiger-** en **turbine-**motoren.

De brandstof wordt gasvormig toegevoerd en moet eerst verstoven en dan goed met **lucht** vermengd worden, opdat daarna een zoveel mogelijk volledige verbranding kan plaatsvinden. In de verbrandingskamer wordt dan het brandbare **lucht-brandstofmengsel** gecompriemd, ontstoken en verbrand. De hoge druk, die bij de verbranding ontstaat, levert via de delen van het **drijfwerk** mechanische arbeid. Bij zuigermotoren worden de verbrande gassen na elke arbeidsslag vervangen door een vers **lucht-brandstofmengsel**, terwijl bij gasturbines dit proces continu plaatsvindt.

Bij de algemeen toegepaste slagzuigermotoren wordt in principe onderscheid gemaakt tussen otto- en dieselmotoren.

1.1. Ottomotor

De **ottomotor** is een verbrandingsmotor, waarbij de brandstofhoeveelheid, ofwel door een carburateur (carburatormotor) of door een inspuitin-

latie bepaald wordt, of waaraan voor de vorming van het mengsel direct een gasvormige brandstof wordt toegevoerd (gasmotor). De verbranding van het **gecompriemde** lucht-brandstofmengsel wordt door periodiek gestuurde ontstekingsvonken van de bougie (indirecte ontsteking) opgewekt. Het vanzelf blijven lopen en het leveren van vermogen is pas na het bereiken van een minimaal toerental mogelijk.

Door deze eigenschap kan men niet buiten een aparte startinstallatie.

1.2. Dieselmotor

De dieselmotor is een verbrandingsmotor, waarbij alleen lucht in de verbrandingskamer wordt aangezogen en dat sterk gecompriemd wordt. Deze lucht wordt bij de **compressie** zo sterk verhit, dat de daarna ingespoten vloeibare brandstof vanzelf ontsteekt. De **dieselmotor** werkt zodoende met zelfontsteking. Vanzelf lopen en afleveren van vermogen is - zoals bij de ottomotor - pas na het bereiken van het starttoerental mogelijk, wat voor het aanzuigen en comprimeren van de lucht en daarbij voor het bereiken van de nodige ontstekingstemperatuur vereist is.

2 Startinstallaties

2.1 Overzicht

Verbrandingsmotoren moeten door een bijzondere inrichting gestart worden, omdat ze niet zoals **elektromotoren** of stoommachines op eigen kracht kunnen aanlopen. Daarbij moeten de aanzienlijke weerstanden van compressie, zuigerwrijving en lagerwrijving (plakwrijving) overwonnen worden, die sterk afhankelijk zijn van de bouwsoort en het aantal cilinders van de motor en bovendien van de smeermideleigenschappen en de motortemperatuur. De wrijvingsweerstand **zijn** bij **lage** temperaturen het grootst. Opdat ook bij ongunstige **omstandigheden** het bij de ottomotor voor het vanzelf lopen noodzakelijke **lucht-brandstofmengsel** gevormd wordt ofwel bij de dieselmotor de zelfontstekingstemperatuur kan worden bereikt, moet de startmotor de verbrandingsmotor met een minimaal toerental (starttoerental) rondraaien en na de eerste ontstekingen bij het aanlopen tot bij het minimum toerental voor vanzelf lopen ondersteunen. Voor het starten van verbrandingsmotoren worden elektromotoren (gelijk-, **wissel-** en **draaistroommotoren**) maar ook hydraulische- of pneumatische motoren gebruikt.

De elektrische **gelijkstroom-seriemotor** is vooral als startmotor geschikt, omdat hij het vereiste hoge beginkoppel voor het overwinnen van de aandraaiweerstand en voor de versnelling van de drijfwerkmassa's ontwikkelt. Het koppel wordt hoofdzakelijk via een rondsels en een startkrans op het vliegwiel aan de krukas van de verbrandingsmotor overgedragen, gedeeltelijk echter ook door v-snaren, tandsnaren, kettingen of direct op de krukas. Vanwege de grote overbrenging tussen startmotorrondsels en tandkrans van het motorvliegwiel kan het 'rondsels-startmotor' voor **laag** koppel bij hoge toerentallen ontwikkeld worden. Daardoor is het mogelijk afmetingen en gewicht van de startmotor klein te houden.

Een verder voordeel is, dat de voor het startverloop benodigde energie uit dezelfde batterij kan worden betrokken, die gewoonlijk ook voor de andere verbruikers van het voertuignet ter beschikking moet staan.

De startmotor moet derhalve niet **afzonderlijk** op zichzelf worden beschouwd, maar als deel van de hele installatie.

Fig. 1 **Schematische** voorstelling van het **motorvoertuignet**, waarin de startinstallatie is **geïntegreerd**. Het functionele verloop gebeurt in de richting van de pijl.

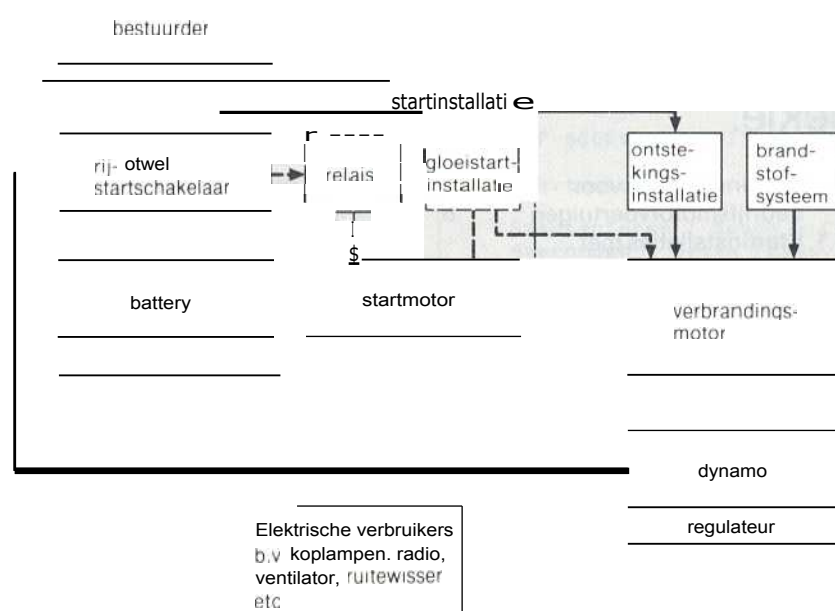
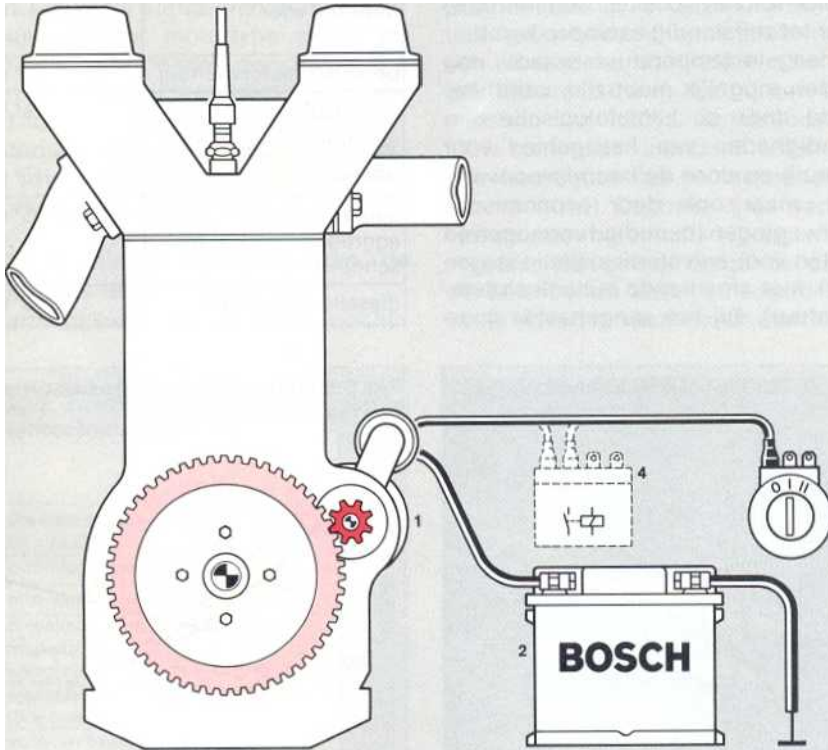


Fig. 2 Principele opbouw van een startinstallatie.

1 startmotor. 2 battery. 3 startschakelaar. 4 een of meerdere relais (in de regel alleen bij grote startinstallaties) en (bij dieselmotoren) aanvullende starthulpmiddelen.

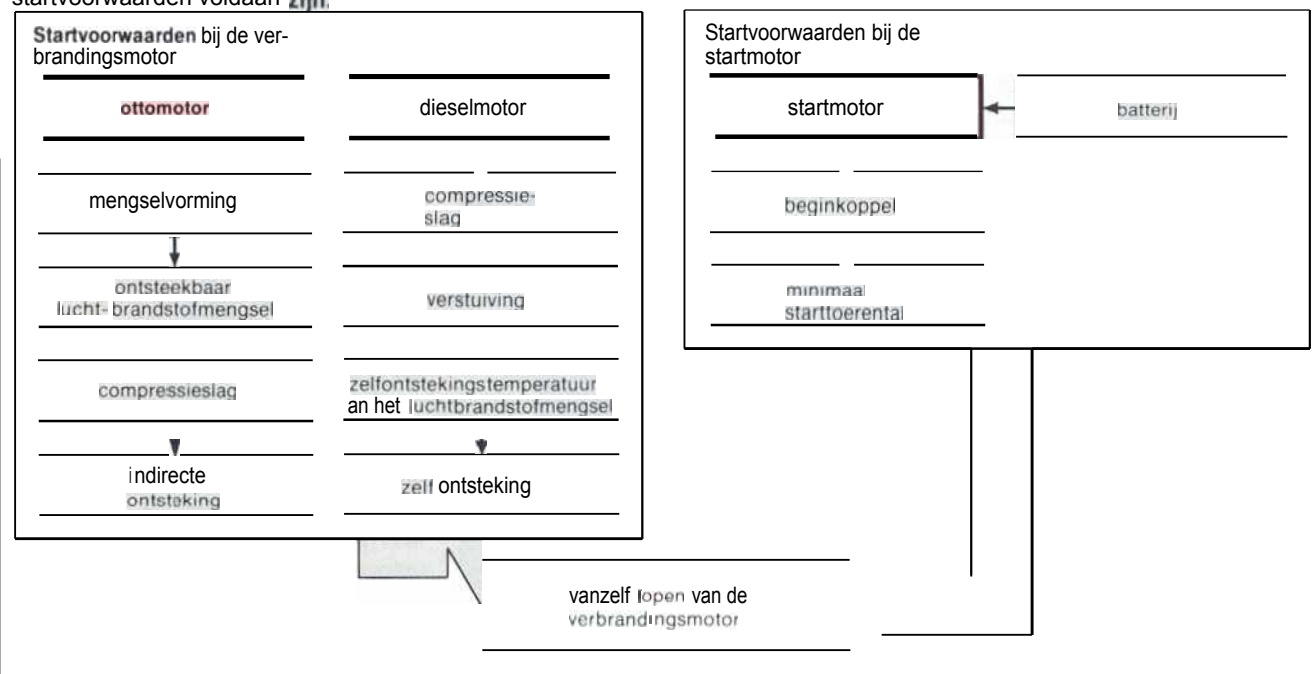


De omvang van startmotor en batterij zijn zodanig bepaald, dat ook onder ongunstige bedrijfsomstandigheden het voor het starten vereiste vermogen voldoende lang ter beschikking staat. Omdat de startmotor de grootste elektrische verbruiker van een motorvoertuig is, bepaalt hij vaak het ontwerp van de batterij. Aan de startmotor zelf worden de volgende eisen gesteld:

- Voortdurend beschikbaar voor starten;
- voldoende startvermogen bij verschillende temperaturen;
- lange levensduur, die een groot aantal startprocessen mogelijk maakt (met korte ritten is de startfrequentie uitzonderlijk groot);
- robuuste constructie, die opgewassen is tegen belasting bij het insporen, aandraaien, trillingen, corrosie-inwerkingen door vochtigheid en strooizout, vervuiling, temperatuurswisseling in de motorruimte enzovoort;
- gering gewicht en geschikte afmetingen voor montage;
- zoveel mogelijk onderhoudsvrij bedrijf.

Omdat de voorwaarden voor het starten verschillend zijn en vooral de invloed van de temperatuur erg groot is, moet de startmotor met de andere onderdelen van de startinstallatie en zijn eigenschappen alsook op de betreffende verbrandingsmotor nauwkeurig afgestemd zijn.

Fig. 3 Voordat het vanzelf lopen van een verbrandingsmotor kan beginnen, moet aan verschillende startvoorwaarden voldaan zijn.



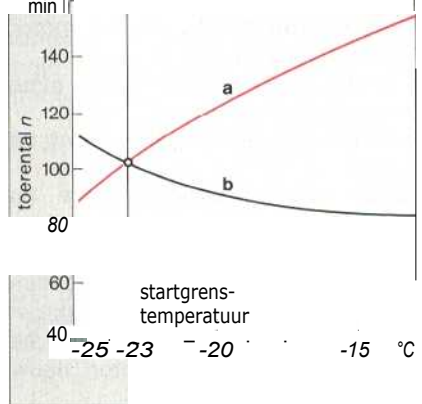
2.2 Startvoorwaarden

Naast de belangrijkste motorgegevens moeten bij het bepalen van een startinstallatie vooral de startvoorwaarden in aanmerking genomen worden.

Daartoe behoren:

- Startgrenstemperatuur, dat wil zeggen laagste temperatuur van de motor en de batterij waarbij starten nog mogelijk moet zijn;
- aandraiweerstand van de motor, equivalent met het vereiste koppel aan de krukas bij de startgrenstemperatuur (inclusief alle niet los te koppelen aanvullende aggregaten);
- vereist minimaal toerental van de motor bij startgrenstemperatuur;
- mogelijke opvoering van het overbrengingselement startmotor-krukas;
- nominate spanning van de startinstallatie;

Fig. 4 Startgrenstemperatuur voor startmotor type EV met een 2 liter-dieselmotor

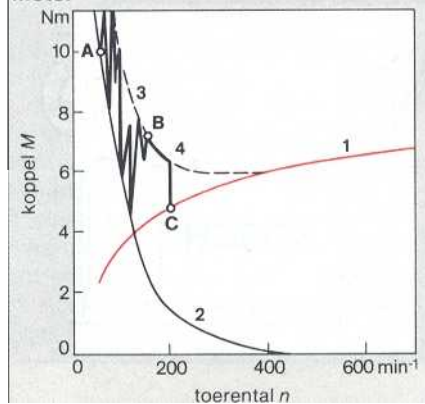


a) Toerental van de startmotor: daalt bij dalende temperatuur vanwege toename van de inwendige batterijweerstand.
b) Minimaal vereist begintoerental van de verbrandingsmotor: stijgt met dalende temperatuur vanwege toenemende aanloopweerstand.
Het snijpunt van beide curven levert de startgrenstemperatuur op (hier -23°C). Net is de laagste temperatuur, waarbij de motor onder de gegeven voorwaarden nog beslist tot zelf lopen komt.
Het vereiste starttoerental is boven de temperatuur getekend. Hoe kouder de motor is, des te hoger moet het begintoerental liggen, om hem te starten. Om aan dit temperatuursgedrag van de motor te voldoen, moest het startmotortoerental bij dalende temperatuur stijgen. In werkelijkheid gaat echter het tegendeel op: omdat de startmotor van de energievoorzorging van de batterij afhangt, daalt bij afnemende temperatuur het toerental van de startmotor vanwege de toename van de inwendige weerstand van de batterij zelfs meer dan lineair. Uit het snijpunt van beide curven volgt de startgrenstemperatuur voor iedere startinstallatie.

- eigenschappen van de (startmotor)batterij;
- lengte ofwel weerstand van de toevoerleiding tussen batterij en startmotor (spanningsval);
- koppel, toerental en vermogen van de startmotor (startmotorcurve), enzovoort.

Speciale betekenis heeft daarbij de startgrenstemperatuur, de laagste temperatuur, waarbij een verbrandingsmotor bij gegeven elektrische installatie met gedefinieerde laadtoestand van de aanwezige batterij en bepaalde olieviscositeit nog betrouwbaar tot zelfstandig aanlopen komt. De laagste temperatuur, waarbij nog starten mogelijk moet zijn, wordt bepaald door de klimatologische omstandigheden van het gebied voor gebruik en door de bedrijfsvoorwaarden, maar ook door economische overwegingen (benodigd vermogen en kosten voor een startinstallatie stijgen sterk met afnemende buitenluchttemperatuur). Bij het aangehaalde voor-

Fig. 5 Startverloop bij de verbrandingsmotor



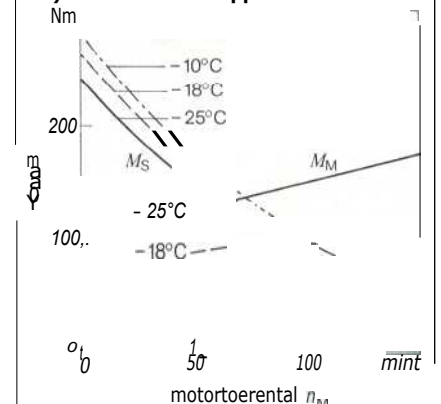
- 1 Theoretisch motorkoppel, vooropgesteld regelmatige verbranding.
 - 2 Startmotorkoppel.
 - 3 Theoretisch totaal koppel door optelling van motor- en startmotorkoppel.
 - 4 Werkelijk totaal koppel tengevolge van onregelmatige verbranding.
- A Verbrandingen beginnen onregelmatig.
B Regelmatige loop van de motor.
C Zelfstandige loop van de motor.
In de grafiek is het startverloop weergegeven. Terwijl de verbrandingsmotor bij het overschrijden van het minimaal starttoerental met de eerste ontstekingen begint en ten slotte in zelfstandig lopen overgaat, stijgt het koppel continu (curve 1, vereenvoudigd als gelijkmatige lijn). Het overlapt daarbij het dalende koppel van de startmotor (curve 2). In deze overgangsfase ondersteunt de startmotor enkel nog het aanlopen van de verbrandingsmotor, tot hij door deze wordt 'ingehaald'. Uit de sommatie van beide koppelcurven resulteert een theoretisch totaal koppel (curve 3 gestippeld). Feitelijk wordt deze curve tengevolge van de onregelmatige verbrandingen, die het eerst in punt A optreden, slechts met pieken bereikt, tot in punt B regelmatigere loop van de motor en in punt C zelfstandig lopen van de motor na uitschakelen van de startmotor volgt.

beeld is voor de startgrenstemperatuur van -23°C de startmotor EV 2,2 kW samen met de batterij 12 V 90 Ah, 450 A nodig. Daarbij wordt de batterij met zo'n 20% van zijn nominale capaciteit ontladen. Start- en aandraitests als deze worden bij Bosch erg vaak in de vrieskamers van het Technisch Centrum Auto-electro gedaan.

In Europa worden de startinstallaties in het algemeen voor de volgende startgrenstemperaturen ontwikkeld:

Motoren voor	startgrenstemperatuur
personenmotorvoertuig	-18 ... -25°C
vrachtauto en autobussen	-15 ... -20°C
trekker	-12... -1°C
aandrijvings- en aggregaatmotoren bij schepen	-5°C
diesel locomotieven	5°C

Fig. 6 Motorkoppels (rondraaiweerstand) en startmotorkoppels.



M_S Startmotorkoppels bij verschillende temperaturen (betrokken op de motoras).
 M_M Koppel van een 3-liter-ottomotor bij verschillende temperaturen. Het snijpunt van de bijbehorende curven bepaalt het toerental, waarmee de motor bij 25°C, -18°C en -10°C rondgedraaid wordt. Motorkoppels (rondraaiweerstand) van een 3 liter ottomotor en startmotordraaikoppels bij een rond 20% ontladen 55 Ah batterij bij verschillende temperaturen afhankelijk van het toerental. In het algemeen neemt de gemiddelde weerstand bij ottomotoren met toenemend toerental toe (bij dieselmotoren daarentegen kan de weerstand na een maximum bij een motortoerental van 80 tot 100 min⁻¹ vanwege terugwinnen van de in verhouding hoge compressiearbeid weer afnemen). Het snijpunt van de bijbehorende motor- en startmotorcurven bepaalt telkens het toerental, waarmee de motor bij de betreffende temperatuur wordt rondgedraaid.

De **aandraaiweerstand**, dat wil zeggen het voor het ronddraaien van de motor vereiste koppel, hangt in de eerste plaats af van het slagvolume van de motor en van de viscositeit van de motorolie (maat voor de inwendige wrijving van de motorolie). Verder hebben nog bouwsoort en aantal cilinders van de motor, verhouding van slag tot **poort**, compressieverhouding, toerental, massa van de **bewegende** drijfwerkgedeelten en hun lagering alsook **aanvullende** sleeplasten door koppeling, aandrijfwerk **enz** invloed. Het **minimale starttoerental** is, afhankelijk van het motortype en de **installatie**, voor de mengselvorming erg verschillend. Bij dieselmotoren is ook het aanwezig zijn van aparte start-hulpmiddelen van betekenis. De hierna **volgende lijst** in fig. 7 geeft enkele markante ervaringscijfers.

2.2.1 Nominale spanning van de startinstallatie

Startinstallaties zijn er voor verschil-

startmotor doelmatig. Deze startmotoren voor grote motoren van circa 20 tot 80 liter (bij parallelbedrijf van twee startmotoren van circa 40 tot 160 liter) slagvolume zijn er voor 24, 32, 36, 50, 64, 72, 96 of 110 V nominale spanning.

2.2.2 Nominaal vermogen

Naast de nominale spanning is het nominale vermogen verder een belangrijk kenmerk van een startmotor en derhalve ook een deel van de **type-aanduiding**. Het nominale vermogen is een exact gedefinieerde en op de **proefopstelling** verkregen karakteristieke **grootheid**; ze heeft betrekking op een voor deze startmotor maximaal toelaatbare batterij, die bij een temperatuur van -20°C de laadtoestand '20% ontladen' aantoont alsook op een weerstand van de toevoerleidingen van $1\text{ m}\Omega$. Daarmee is de werking van de startmotor zelfs bij ongunstige voorwaarden gewaarborgd. Het dan in de **betreffende** bedrijfstoestand werkelijk op het rondsel van de startmotor

Het **geleverde vermogen** van een startmotor hangt **essentieel** af van de weerstand van de toevoerleiding R_L , inwendige weerstand van de batterij R_B en van de **inwendige weerstand** van de startmotor R_S .
1 batterij, 2 toevoerleiding, 3 startmotor

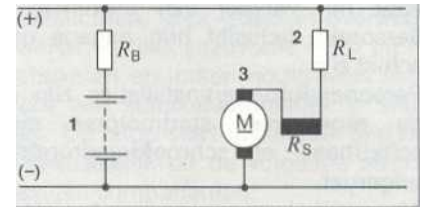


Fig. 8 Principeschakeling van een startinstallatie.

afgegeven vermogen komt overeen met het opgenomen inwendig **vermogen**, verminderd met de ijzer-, koper- en wrijvingsverliezen.

Het vermogen van een startmotor hangt dus heel essentieel af van de toevoerleidingsweerstand en **inwendige weerstand** van de batterij. Hoe kleiner de inwendige weerstand van de batterij des te groter is het startmotorvermogen.

Fig. 7 Ervaringswaarden voor minimale starttoerentalen,

Vereiste starttoerentalen bij 20°C	toerental min :
otto-slagzuigermotor	60 ... 90
otto-wentelzuigermotor	150 ... 180
dieselmotor met directe inspuiting	
zonder starthulp	80 ... 200
met starthulp	60 ... 140
(b.v. gloeibougje) voor- en wervelkamerdieselmotoren	
zonder starthulp	100 ... 200
met gloeibougje als starthulp	60 ... 100

lende nominale spanningen:

Personenmotorvoertuigen hebben **tegenwoordig** in het algemeen een 12 V installatie.

Bij **trekkers** **alsook** **kleine** aggregaat- en bootmotoren (dieselmotoren tot max. 8 liter slagvolume) is evenzo de 12 V installatie gangbaar. In afzonderlijke gevallen en bij speciale motorvoertuigen wordt de installatie voor 24 V ontworpen.

Vrachtauto's en **autobussen** hebben zowel 12 V alsook 24 V installaties. Bij grote voertuigen is **doorgaans** een startmotor-nominale spanning van 24 V **gangbaar**, omdat door een gunstiger spanningsval de bouwgroottes bij een vereist startmotorvermogen geringer kan worden gehouden.

Bij **trein-**, **scheeps-** en **stationaire installaties met grote dieselmotoren** is er wat betreft de keuze van een hogere spanning grotere keuzemogelijkheid dan bij motorvoertuigen. Een hogere spanning is hier alleen al vanwege de grotere afstand tussen batterij en

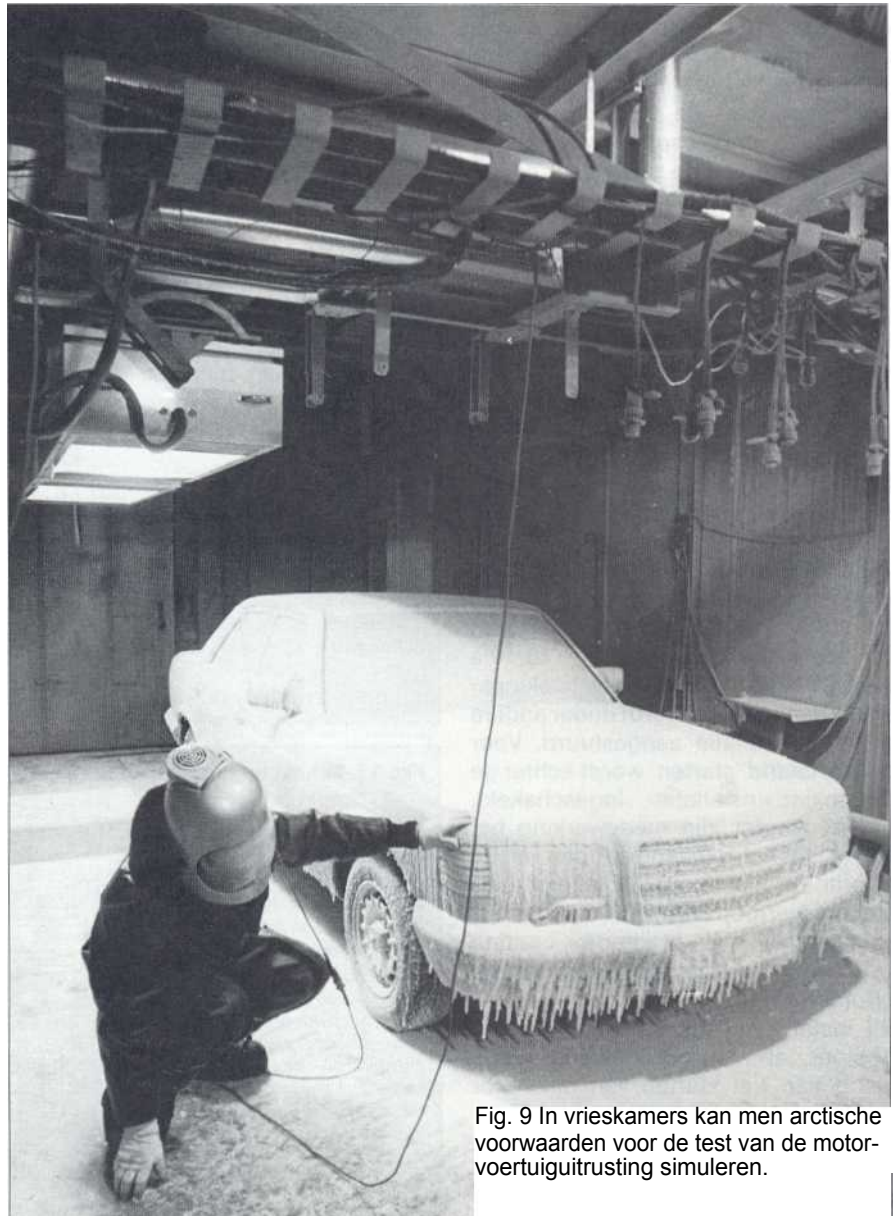


Fig. 9 In vrieskamers kan men arctische voorwaarden voor de test van de motorvoertuiguitrusting simuleren.

2.3 Startinstallaties voor personenauto's

Onder personenmotorvoertuigen verstaat men alle motorvoertuigen, die voor het vervoer van maximaal 9 personen inclusief hun bagage geschikt zijn.

Personenauto-startinstallaties zijn in de regel met startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronddsel uitgerust.

Als nominate spanning is in het algemeen 12 V naar voren gekomen. Daarmee kunnen ottomotoren tot circa 7 liter, en dieselmotoren tot circa 3 liter slagvolume gestart worden. Het benodigde startvermogen hangt sterk af van het verbrandingsprocédé. Bij gelijk motorslagvolume heeft een dieselmotor een startmotor met groter vermogen nodig dan een ottomotor.

De schakeling van personenauto-startinstallaties is meestal erg eenvoudig opgebouwd.

De verbrandingsmotor bevindt zich in de buurt van de bestuurder, die daardoor het startverloop zonder moeilijkheden meestal akoestisch kan volgen. Nadat het starten gebeurd is, is het lopen van de motor hoorbaar, zodat een ongewenste tweede keer inschakelen van de startmotor en het insporen van het startmotorronddsel in de reeds ronddraaiende motorstartkrans niet waarschijnlijk is. Derhalve zijn gewoonlijk bij personenauto's geen speciale beveiligings- en bewakingsapparaten voor het startverloop vereist. Bij veel personenautomodelen is een ontstekings- en startschakelaar met toegevoegde startherhaalverhinder ingebouwd, om iedere mogelijkheid van een ongewenste startmotorbediening uit te sluiten.

2.3.1 Startinstallaties voor personenauto's met ottomotor

De startinstallatie komt overeen met de basisschakeling van fig. 10. Via meestal een meerstaps-ontstekings- en startschakelaar wordt onder andere de startinstallatie aangestuurd. Voor de startstand 'starten' wordt echter de ontstekingsinstallatie ingeschakeld, omdat zonder zijn medewerking het starten en het zelfstandig lopen van de ottomotor niet mogelijk is. Het ontstekingsverloop zet zich na het afschakelen van de startmotor continu voort en maakt het zelf lopen van de ottomotor mogelijk.

Bij installaties met contactgestuurde bobines en voorgeschakelde weerstand kan het starten van de motor door de zogenaamde startspanningsverhoging gunstiger gemaakt worden, waarbij de bobinespoel-voorschakelweerstand wordt kortgesloten. Daarvoor zijn startmotoren vereist, die een



Fig. 10 Schakeling van een personenauto-startinstallatie met ottomotor.

Schakelstappen:

- 1 Ontsteking in
- 2 Startmotor in
- 3 Startmotor uit
- a) Startinstallatie
 - 1 Batterij
 - 2 Startmotor
 - 3 Ontstekings- en startschakelaar
- b) Ontstekingsinstallatie:
 - 4 Voorschakelweerstand (niet universeel gemonteerd, startmotor met klem 15a vereist).
 - 5 Bobine
 - 6 Verdeler
 - 7 Bougies

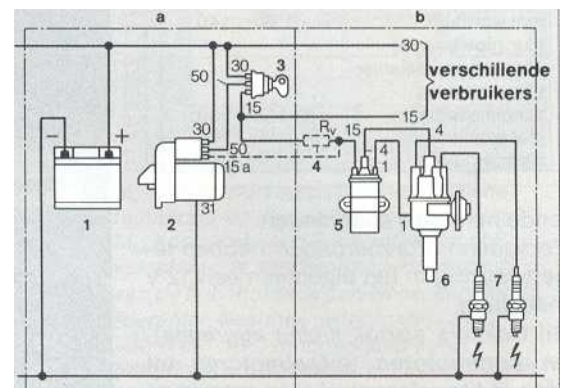
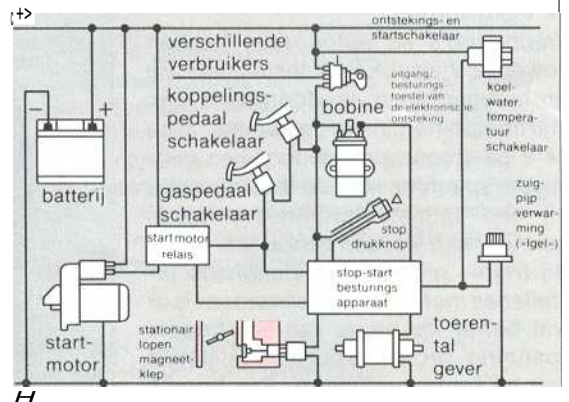


Fig. 11 Schakeling van een startinstallatie met stop-start-inrichting.

De stop-start-inrichting maakt brands tot besparing mogelijk bij een stilstaand voertuig. Bijvoorbeeld by files enzovoort. Met behulp van een elektronische besturing wordt de motor bij voertuigstilstand door het indrukken van een knop uitgeschakeld en bij ingedrukte koppeling en gaspedaal weer gestart. Do elektronica begrenst, om de batterij en startmotor te sparen de schakeltijd voor het startverloop op de daarvoor beslist vereiste duur.



aanvullende aansluitklem (15a) hebben.

2.3.2 Startinstallaties voor personenauto's met dieselmotor

Fig. 12 toont de basisschakeling van een moderne startinstallatie voor dieselmotoren. Voordat het startproces kan beginnen, moet de voorgloeinstallatie ingeschakeld worden. Nieuwe personenauto voorgloeinstallaties hebben meestal een gecombineerde rij-gloeistartschakelaar, die na beëindigde gloeitijd - aangegeven door het cloven van een indicatielampje - direct voor het starten verder geschakeld kan worden. Bij conventionele dieselstartinstallaties zijn rij-schakelaar en gloeistartschakelaar nog gescheiden van elkaar ingebouwd.

Zodra de oppervlakte van de gloei-bougie zover verhit is, dat de diesel-brandstof daaraan kan ontsteken, is het starten van de dieselmotor mogelijk. In tegenstelling tot de ontstekingsinstallatie van de ottomotor wordt de voorgloeinstallatie van de dieselmotor bij het beëindigen van het startproces samen met de startmotor uitgeschakeld.

2.3.3 Stop-start-installatie

In de lijn van het streven naar brandstofbesparing hebben verschillende personenmotorvoertuigen naast an-

dere uitrustingsonderdelen die het verbruik beperken, een zogenaamde stop-start-installatie (fig. 11).

De stop-start-installatie dient ervoor, om de verbrandingsmotor bij steeds terugkerende wachtpauzen bij verkeerslichten, voor gesloten overwegbomen, in files enzovoort, eerst uit te schakelen en indien nodig weer snel door een schakelautomatiek te starten. De stop-start-installatie bestaat hoofdzakelijk uit de volgende afzonderlijke componenten:

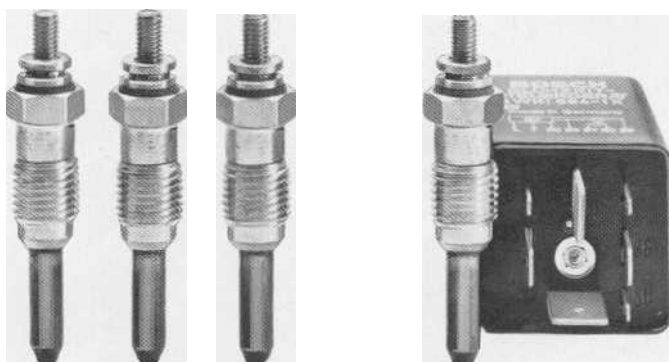
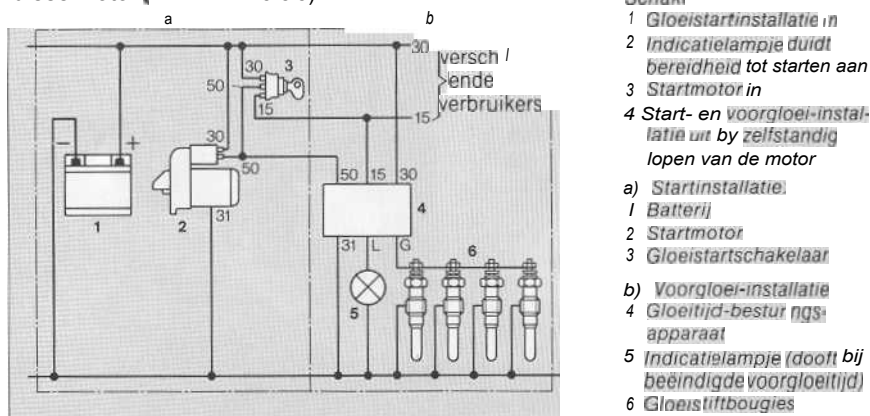
- Stopdrukknop;
- koppelpedaalschakelaar;
- gaspedaalschakelaar;
- stop-start-besturingsapparaat;
- toerentalgever.

Het uitzetten van de motor gebeurt door het bedienen van de stopdrukknop. Daarbij wordt eerst de magneetklep voor stationair lopen van de carburateur en dan de ontsteking uitgeschakeld. Dit functionele verloop is echter alleen mogelijk wanneer beneden de snelheid van 2 km/h gekomen wordt (toerentalgever). De motor wordt zonder bediening van de ontstekingsleutel bij reeds ingeschakelde 1e versnelling direct automatisch weer gestart, wanneer het koppelpedaal volledig ingedrukt (koppelpedaalschakelaar) en het gaspedaal verder dan een bepaald schakelpunt (gaspedaalschakelaar) wordt doorgedrukt.

De stop-start-installatie beëindigt het startproces, doordat de stroomtoevoer naar de startmotor bij het bereiken van het toerental van 500 min⁻¹ automatisch onderbroken wordt. Ze verhindert bovendien ook een ongecontroleerd insporen van de startmotor in de lopende motor bij een toerental dat boven 30 min⁻¹ ligt.

Door deze inrichting kan brandstof worden bezuinigd, onnodig uitlaatgas worden vermeden en bovendien een voortdurend gereed zijn voor rijden worden gewaarborgd.

12 Fig. 12 Schakeling van een personenauto-startinstallatie voor voertuigen met dieselmotor (moderne versie).



2.4 Startinstallaties voor bedrijfsmotorvoertuigen

Bedrijfsmotorvoertuigen zijn voertuigen, die voor het vervoer van meer dan 9 personen, goederen en/of voor het trekken van aanhangers geschikt zijn. Deze voertuigcategorie omvat in principe de volgende groepen:

- Autobussen (bijvoorbeeld kleine bussen, lijndienstbussen, reisbussen, speciale bussen);
- vrachtauto's van verschillende grootte;
- speciale vrachtauto's (bijvoorbeeld tankauto's, brandweervoertuigen, sleepauto's, vuilnisvoertuigen);
- trekker machines (straat- en truckmachines en trekkers).

Overeenkomstig de verscheidenheid van deze bedrijfsmotorvoertuigen worden ook de startinstallaties aangepast aan het toepassingsdoel, de montage en de verbrandingsmotor van het afzonderlijke voertuig.

Lichte bedrijfsvoertuigen zoals bestelwagens en kleine busjes met otto- of dieselmotor, maar ook trekkers, zijn meestal met eenvoudige 12 V startinstallaties uitgerust, die - afgezien van het hogere startvermogen - zoveel mogelijk overeenkomen met de ongecompliceerde opbouw van gangbare personenauto-startinstallaties. Speciale

ale omschakel- of beveiligingsrelais zijn om een storingsvrij startverloop te garanderen, niet vereist. Bedrijfsvoertuigen van middelmatige omvang met otomotoren tot circa 20 liter slagvolume hebben in de regel 12 V startinstallaties, terwijl vergelijkbare voertuigen met dieselmotoren tot circa 12 liter slagvolume startinstallaties met 12 V of 24 V nominale spanning hebben.

Bij zware bedrijfsvoertuigen met dieselmotoren tot circa 24 liter slagvolume komen alleen nog 24 V startinstallaties voor, die door twee 12 V batterijen gevoed worden. Vooral bij grotere afstand tussen batterij en startmotor zijn 24 V installaties in het voordeel: spanningsverliezen hebben minder nadelige werking, zodat bij gelijke batterijen gunstiger startomstandigheden optreden. Bovendien hangt daarvan het beoogd startvermogen af. Om deze reden zijn er ook gedeeltelijk 'gemengde' 12/24 V installaties met 12 V netspanning en 24 V startmotorspanning.

De volgende voorbeelden behandelen enkele karakteristieke schakelingen van Startinstallaties voor bedrijfsvoertuigen.

2.4.1 Startinstallaties met batterij-omschakeling 12/24 V

Verschillende zwaardere bedrijfsmotorvoertuigen - hoofdzakelijk vracht-

auto's hebben een gemengde 12/24 V installatie (fig. 17). In deze installaties zijn alle elektrische verbruikers (met uitzondering van de startmotor) en de dynamo als spanningsopwekker voor de nominale spanning van 12 V ontworpen. In tegenstelling hiermee wordt de startmotor met een nominale spanning van 24 V aangedreven. Daarmee kan de vermogensafname mogelijk gemaakt worden, die voor het starten van grotere dieselmotoren vereist is.

Voor dit doel zijn 12/24 V installaties met een batterij-omschakelrelais uitgerust. De beide 12 V batterijen van het voertuig worden bij normaal rijbedrijf of bij stilstaande motor voor de verzorging van de verbruikers parallel geschakeld en zorgen daarmee voor een spanning van 12 V. Na indrukken van de startschakelaar schakelt het batterij-omschakelrelais automatisch de beide batterijen voor het startverloop tijdelijk achter elkaar, zodat op de startklemmen een spanning van 24 V staat. Alle andere verbruikers worden nog steeds met 12 V verzorgd. Na het loslaten van de startschakelaar worden de startmotor uit- en de batterijen weer parallel geschakeld.

Gedurende het in bedrijf zijn van de verbrandingsmotor, worden de batterijen weer door de 12 V-dynamo opgeladen.



2.4.2 Startinstallaties met start-sper-inrichting

Startinstallaties, waarbij het startverloop niet duidelijk akoestisch waargenomen kan worden (bijvoorbeeld autobussen met achtermotor) vereisen een groter aantal schakelmiddelen; want ze hebben een efficiënte beveiliging nodig voor startmotor en startkrans van de verbrandingsmotor. Fig. 16 toont een startinstallatie voor bedrijfsvoertuigen met elektronisch start-sper-relais. Deze schakeling beschermt de startinstallatie in velerlei opzichten:

- Afschakelen nadat de start volgde;
- verhindering tot starten bij reeds lopende motor;
- verhindering tot starten bij nog uitlopende motor;
- verhindering tot starten na slechte start, wanneer dus geen zelfstandig lopen van de motor tot stand komt.

Om in de beide laatste gevallen een te vroeg ondernomen hernieuwde startpoging te verhinderen, moet eerst een in het relais geïntegreerde spertijd aflopen.

Fig. 16 Schakeling van een startinstallatie met elektronisch start-sper-relais.

Bedrijfsvoertuig-startinstallaties, waarbij het startverloop niet direct door de bestuurder kan worden bewaakt (bijvoorbeeld bus met achtermotor), zijn ter beveiliging tegen verkeerd starten bij reeds of nog lopende motor met een start-sper-relais uitgerust

- 1 Batterij
- 2 Batterijschakelaar
- 3 Rijschakelaar
- 4 Startschakelaar
- 5 Dynamocontrolelampje
- 6 Draaistroom-dynamo
- 7 Elektronisch start-sper-relais
- 8 Startmotor

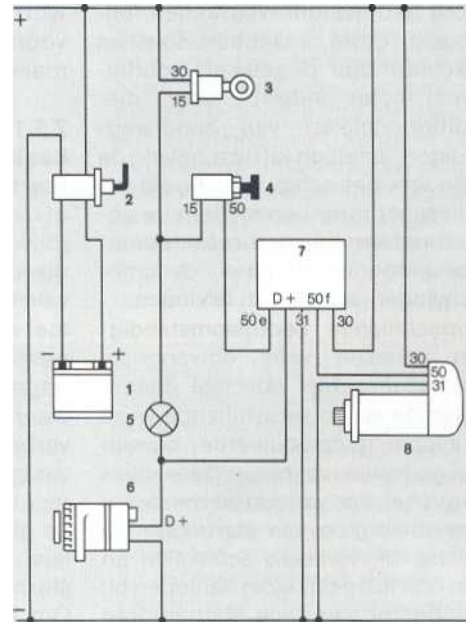


Fig. 13, 14, 15 Startinstallaties voor bedrijfsvoertuigen zijn aan het toepassingsdoel, de opbouw en de verbrandingsmotor van het betreffende voertuig aangepast.

14



15



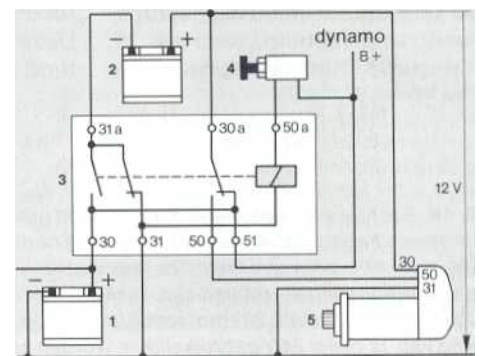
Fig. 17 Schakeling van een startinstallatie met batterijomschakelrelais.

Startinstallaties met 24 V startmotor, die in bedrijfsvoertuigen met 12 V voertuignetspanning ingebouwd zijn hebben een batterijomschakelrelais nodig

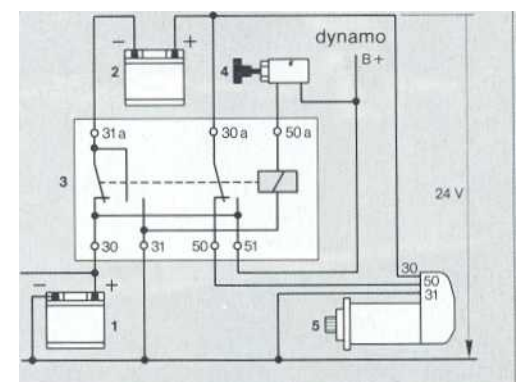
- 1 12 V batterij I
- 2 12 V batterij II
- 3 Batterijomschakelrelais
- 4 Startschakelaar
- 5 24 V startmotor

a) In de basisschakeling, dus bij uitgeschakelde startmotor, zijn twee 12 V batterijen voor de verzorging van het 12 V voertuignet parallel geschakeld. In dezelfde schakelstand worden de batterijen ook door een 12 V dynamo bij zelfstandig lopen van de verbrandingsmotor opgeladen.

a



b



b) Na indrukken van de startschakelaar worden de batterijen tijdelijk door het batterijomschakelrelais achter elkaar geschakeld, zodat op de startmotorklemmen een spanning van 24 V staat.

2.5 Speciale startinstallaties

Speciale startinstallaties kan men niet tot een bepaald toepassingsbereik of voertuigtype beperken. Ze zijn, gedeeltelijk met individuele modificaties, in grote bedrijfsmotorvoertuigen (bijvoorbeeld grote vakantiereisbussen met achtermotor of speciale voertuigen met motor onder de vloer), dieselmotorlocomotief van spoorwegvoertuigen, schepen (al naar gelang de grootte van het schip voor hoofd- of hulpdieselmotoren) en stationaire aggregaatmotoren (bijvoorbeeld pomp- of noodstroomaggregaten, dynamo-aandrijvingen, enzovoort) te vinden.

De verschillende bedrijfsomstandigheden vereisen vaak omvangrijke startinstallaties met speciaal daarop afgestemde en op verschillende wijze met elkaar gecombineerde beveiligings- en bewakingsrelais. Deze relais besturen het startverloop, verhinderen een beschadiging van startmotor en startkrans bij verkeerd schakelen en maken ook het gelijktijdig aanlopen bij parallelbedrijf van twee startmotoren mogelijk.

Meestal zijn de te starten verbrandingsmotoren zover van de bestuurder verwijderd, dat het startverloop noch optisch noch akoestisch kan worden bewaakt. In veel toepassingsgevallen wordt derhalve ook met afstandsbediening of volautomatisch (bijvoorbeeld noodstroomaggregaten, warmtepompen met dieselmotor, enzovoort), gestart.

Bij alle grotere elektrische installaties van bedrijfsvoertuigen is aanvullend een batterij-hoofdschakelaar voorgeschreven, met behulp waarvan bij motorstilstand het voertuignet om

veiligheidsredenen van de batterij gescheiden kan worden (bij afzetsfasen, onderhoudswerkzaamheden of gevallen van schade). Omdat er erg verschillende speciale startinstallaties zijn, kunnen niet alle mogelijkheden worden behandeld. De volgende voorbeelden zijn derhalve tot enkele markante schakelingen beperkt.

2.5.1 Startinstallaties met startherhaalrichting

Startinstallaties met afstandbediening of indirecte startmotorbekrachtiging (bijvoorbeeld stationaire installaties, dieselmotorwagen, in sommige gevallen ook in bedrijfsmotorvoertuigen met achtermotor) worden in bepaalde gevallen met een startherhaalrelais uitgebreid. Dit is vooral het geval, wanneer vanwege de afstand tot de verbrandingsmotor niet kan worden vastgesteld, of de startpoging eigenlijk resultaat heeft gehad. De schakeling is zo afgestemd, dat het startherhaalrelais bij normaal insporen van het startmotorrondsel niet aanspreekt. Om bij een valse start (blindschakeling) een thermische overbelasting van de startmotor te vermijden, onderbreekt echter het stuurherhaalrelais het niet gelukke startverloop en herhaalt dit automatisch. Dit verloop kan meerdere keren aflopen, en wel, tot het startmotorrondsel in de startkrans kan insporen en ten slotte het contact voor de startmotorstroom ingeschakeld is (fig. 20). Het eveneens in het schakelschema opgenomen startsperrrelais beschermt de startmotor bovendien nog tegen het per vergissing starten bij reeds of nog lopende motor.

Deze soort schakeling wordt uitsluitend voor startmotoren met schuifbaar

rondsel met elektrisch tweekraps inschakelmechaniek (K-, O- of T-startmotor) met de bijgevoegde aansluitklem 48 toegepast.

2.5.2 Startinstallaties (12 of 24 V) met dubbel startrelais voor parallelbedrijf

Voor het starten van zeer grote verbrandingsmotoren zouden, indien afzonderlijk in bedrijf, zeer grote startmotoren vereist zijn. Om redenen van plaatsgebrek is het derhalve gunstiger om in de plaats van een grote startmotor twee kleinere startmotoren te gebruiken. Omdat de motor zijn vereiste starttoerental kan bereiken, moeten echter beide startmotoren in parallelbedrijf tegelijkertijd de startkrans aandrijven.

Vooropgesteld, dat de stroomvoorzorging beveiligd is, verkrijgt men bij parallelschakeling van twee startmotoren ongeveer het dubbele startmotorvermogen van de afzonderlijke apparaten. Bij parallelstartinstallaties met lagere spanning (12 of 24 V) wordt naast het startsperrrelais en het startherhaalrelais met de reeds beschreven functies een zogenaamd dubbelstartrelais (fig. 21) bij de startinstallatie geschakeld. Met behulp van dit dubbelstartrelais wordt bereikt, dat de ene startmotor na de andere in de startkrans van de verbrandingsmotor inspoort. Pas na het volledige insporen van de tweede startmotor wordt de volle startmotorstroom ingeschakeld. Daarmee ontwikkelen beide startmotoren tegelijkertijd hun volledig koppel en geen van beide startmotoren wordt overbelast.

Startmotoren, die voor dit parallelbedrijf geschikt zijn, bezitten daarvoor aanvullende aansluitklemmen.

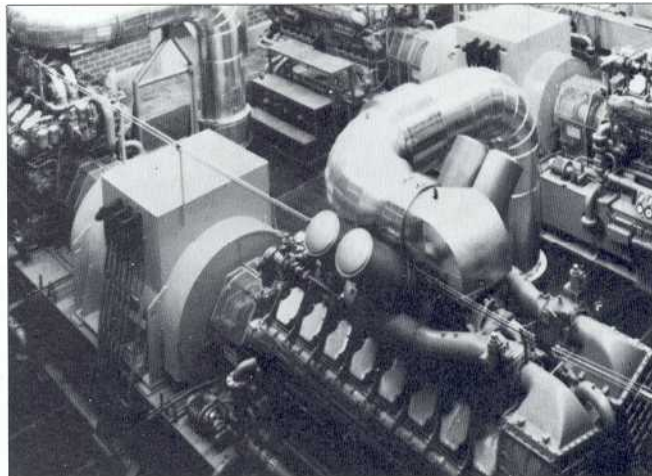
Fig. 18, 19 Grote voertuigen met dieselmotor en grote stationaire dieselmotoren hebben speciale startinstallaties nodig, die op hun speciale, door de bouwvorm bepaalde voorwaarden en toepassingsomstandigheden afgestemd zijn. Terwijl in het onderste vermogensbereik tot circa 201 motorslagruimte nog de nominale spanning van 12 ofwel 24 V gebruikelijk is, worden speciale start-

installaties voor dieselmotoren boven 20 l slagruimte met 24.50.72 of 110 V nominale spanning aangedreven. Het aantal en de combinatie van de voor de toepassing geschikte relais wordt bepaald door het toepassingsgeval (bijvoorbeeld startmotorinstallaties met afstandbediening, parallel bedrijf van twee startmotoren enzovoort).

18



19



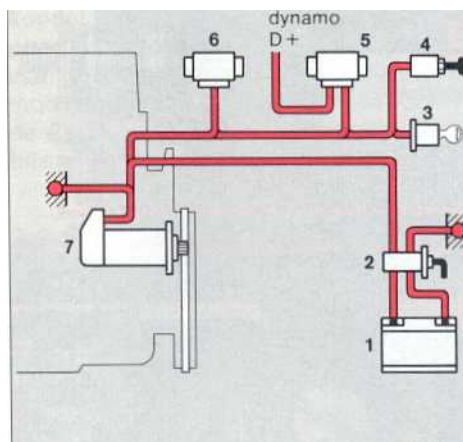


Fig. 20

- 1 Batterij
- 2 Batterijschakelaar
- 3 Rijschakelaar
- 4 Startschakelaar
- 5 Startsperr relais
- 6 Startherhaalrelais
- 7 Startmotor

Schakeling van een 12 ofwel 24 V startinstallatie met afzonderlijk bedrijf van een startmotor met schuifbaar rondsel type KB of OB alsook startsperr- en startherhaalrelais. De gebruikte relais zijn voor startinstallaties met afstandsbediening vereist of, wanneer het startproces niet door een bedieningspersoon kan worden bewaakt (bijvoorbeeld bij dieselmotorwagens, autobussen met achtermotor, stationaire aggregaatmotoren). Op deze manier wordt enerzijds starten per vergissing bij reeds of nog lopende motor uitgesloten en anderzijds is een onderbreking en automatische herhaling van het startproces bij blindschakeling mogelijk.

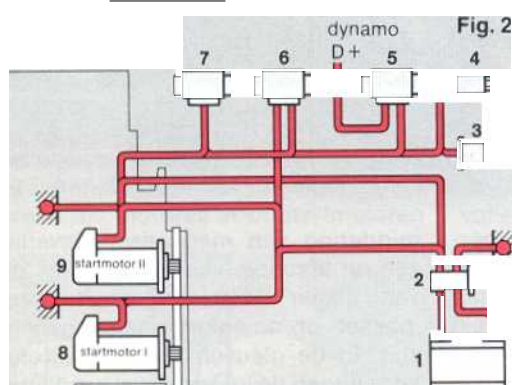


Fig. 21

- 1 Battery
- 2 Batterijschakelaar
- 3 Rijschakelaar
- 4 Startschakelaar
- 5 Startsperr relais
- 6 Startherhaalrelais
- 7 Dubbelstartrelais
- 8 Startmotor I
- 9 Startmotor II

Schakeling van een 12 ofwel 24 V startinstallatie voor parallelbedrijf van twee startmotoren met schuifbaar rondsel type KB voor het starten van zeer grote verbrandingsmotoren. Parallelstartinstallaties met lagere spanning gaan naast startsperr- ofwel startherhaalrelais bovendien van een dubbelstartrelais uit, dat gelijktijdig inschakelen van beide startmotoren na het insporen waarborgt.

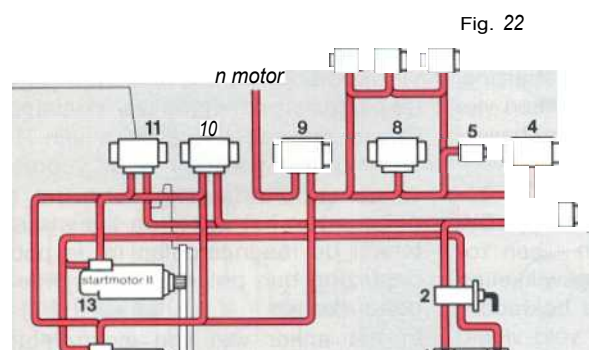


Fig. 22

- 3 Startschakelaar
- 4 Relais voor pompmotor
- 5 Motor voor oliedruk
- 6 Oliedrukschakelaar
- 7 Bewakingstoestellen
- 8 Relais voor houdschakeling
- 9 Startsperr relais (met toerentalinvoer van dynamo of geveer)
- 10 Startherhaalrelais
- 11 Parallelschakelrelais
- 12 Startmotor I
- 13 Startmotor II

Schakeling van een 50 t/m 110 V startinstallatie voor parallelbedrijf van twee startmotoren met schuifbaar rondsel type TB (met thermoschakelaar) voor het starten van zeer grote verbrandingsmotoren. Parallelstartinstallaties met hogere spanning vereisen naast startsperr- ofwel startherhaalrelais bovendien een parallelschakelrelais, dat gelijktijdig inschakelen van beide startmotoren na het insporen waarborgt. Omdat op de startmotorstuurleiding ook nog bewakingstoestellen zijn aangesloten, is bovendien een relais voor houdschakeling ter bescherming tegen daaruit resulterende onderbrekingen van het startproces aanwezig.

2.5.3 Startinstallaties (50 tot en met 110 V) met schakelrelais voor parallelbedrijf

In parallel-startinstallaties met hogere spanning (50 t/m 110 V) wordt naast een startherhaalrelais met stuurrelais en een frequentiegestuurd startsperrrelais een speciaal parallel-schakelrelais gebruikt. Het parallelschakelrelais schakelt enerzijds de hoofdstroom voor de tweede startmotor in.

Anderzijds moet het er door passende besturing voor zorgen, dat de startmotoren na elkaar insporen en pas na het volledige insporen tegelijkertijd

hoofdstroom voor het starten krijgen. Figuur 22 toont een startinstallatie met parallelschakeling voor voertuigen, die indirect of automatisch gestart worden. bijvoorbeeld bij het bereiken van een bepaalde oliedruk of een bepaalde temperatuur. In motorwagens, locomotieven, bij grotere stationaire motoren enzovoort, vindt men vaak bewakingstoestellen voor smeerolie, temperatuur en bewaking van de waterstand, die na korte tijd afvallen en daarbij de startmotorbesturingsleiding kunnen onderbreken. Opdat het bij dit verloop niet tot het

vastlassen van de contactbrug in het opkomrelais kan komen, verhindert een relais voor houdschakeling, dat de startmotor tijdens het startverloop door deze bewakingstoestellen onnodig in- en uitgeschakeld wordt. Terwijl bij installaties met lagere spanning het stuurrelais zich in de startmotor met schuifbaar rondsel bevindt, is het bij installaties met hogere spanning met het startherhaalrelais in een bouweenheid samengesteld. Daardoor wordt een verhoogde betrouwbaarheid van de schakelprocessen behaald.

3 Startmotor – basisopbouw

Startmotoren bestaan in de regel uit de volgende units:

- 1 Elektrische motor van de startmotor, gedeeltelijk met ondersteuningsdrijfwerk;
- 2 opkomrelais met elektrische aansluitingen, gedeeltelijk met toegevoegd stuurrelais;
- 3 insporingsdrijfwerk.

3.1 Elektrische motor van de startmotor

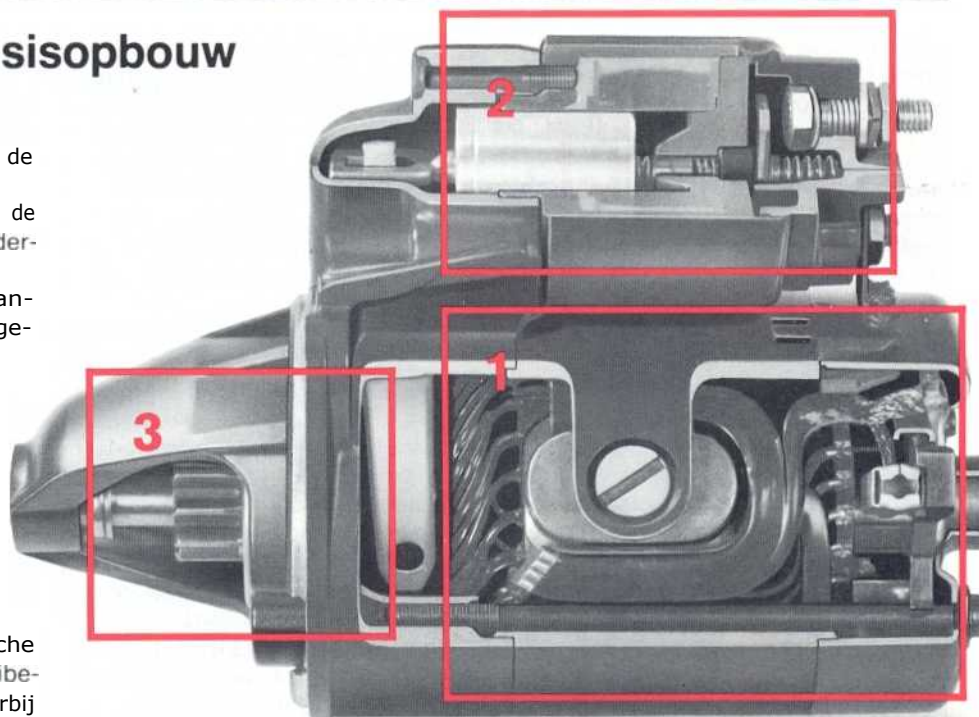
3.1.1 Principe

In de elektromotor wordt elektrische stroom gebruikt om er een draaibeweging mee to laten ontstaan. Daarbij wordt elektrische energie in mechanische energie omgezet.

Dit berust op het feit, dat op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld een kracht wordt uitgeoefend. De grootte van de kracht is evenredig met de sterkte van het magnetisch veld en de stroomsterkte en is dan het grootst, wanneer magnetisch veld en stroom loodrecht op elkaar staan.

Doelbewust wordt de geleider als een in het magnetisch veld vrij draaibare lus uitgevoerd. Wanneer er stroom door vloeit, dan gaat deze gewoonlijk loodrecht op het magnetisch veld staan en wordt daar door de magnetische kracht vastgehouden. Wordt echter in dit Bode punt de stroomrichting in de geleiderlus omgekeerd, kan het stilstaan verhinderd worden. Het koppel heeft dan steeds dezelfde draairichting en maakt een ononderbroken rotatie van de geleiderlus mogelijk. Dit omkeren van de stroom wordt verzorgd door een commutator (stroomwisselaar), die in het geval van dit model uit twee halfringvormige, van elkaar geïsoleerde segmenten bestaat, waaraan de beide leidingseinden van de lus aangesloten zijn. Twee koolborstels zijn met de spanningsbron verbonden en daardoor vloeit door de afzonderlijke leidingsslussen stroom (fig. 23, links boven).

Om een gelijkmatig koppel to bereik en, wordt het aantal geleiderlussen verhoogd. Hun afzonderlijke koppels resulteren samen in een essentieel hoger en uniform totaal koppel. Fig. 23 toont bovendien drie symmetrisch geplaatste lussen, waarvan de commutator dus dientengevolge zes segmenten, ook lamellen genoemd, vertoont. In werkelijkheid is het aantal lussen nog iets groter, waarmee onder andere het totale koppel kan worden verhoogd.



Het magnetisch veld kan door permanente magneten of door elektromagneten (elektromagneet-pool met bekrachtigingswikkeling) opgewekt worden. Afhankelijk van de schakeling van de bekrachtigingswikkeling wordt tussen shunt-, serie- en compoundmotoren onderscheid gemaakt.

3.1.2 Technische uitvoering

Bij elektrische motoren voor startmotoren bestaat de elektromagneet uit een buisvormige poolbehuizing, waarin binnenin in het algemeen vier poolschoenen (poolmagneten) bevestigd zijn.

Deze poolschoenen hebben - in zoverre het niet gaat zoals bij het type DW om permanente magneten - een zogenaamde bekrachtigingswikkeling waardoor stroom voor de bekrachtiging van het magnetisch veld vloeit. Opdat de veldlijnen steeds in een richting wijzen (namelijk steeds van de noord- naar de zuidpolen), wordt de bekrachtigingswikkeling met gelijkspanning gevoed. Omdat magnetische veldlijnen altijd gesloten zijn en in ijzer bijzonder goed geleiden, worden poolbehuizing en poolschoenen uit ijzer vervaardigd (nauwkeuriger gezegd uit een staal met bijzonder gunstige magnetische eigenschappen). Het anker komt overeen met de in het magnetisch veld draaiende geleiderlussen, echter met een toegevoegde ijzeren kern. Bij stroomdoorvoer wordt ook in de ijzeren kern van het anker een magnetisch veld met noord- en zuidpolen gevormd. De drawing van het anker berust erop, dat de gelijknamige polen van anker en poolbehuizing tegenover elkaar staan en elkaar onderling afstoten. De ijzeren kern van het anker bestaat ter ver-

minderen van magnetiseringsverliezen uit afzonderlijke bliklamellen, die van elkaar geïsoleerd en tot een 'pakket' op de ankeras samengeperst zijn. In de gleuven van deze ijzeren kern liggen de lussen ofwel windingen van de ankerwikkeling, die aan de afzonderlijke lamellen van de commutator aangesloten zijn. De commutator is direct op de ankeras bevestigd. Op de commutator slepen vanwege de gunstigere stroomovergang meestal vier koolborstels, die paarsgewijs aan de pluspool en minpool van de batterij (ofwel massa) aangesloten zijn. De commutator zorgt er door voortdurende stroomwisseling voor, dat de polariteit in het anker op tijd wisselt, terwijl de magneetpolen in de poolbehuizing hun polariteit onveranderd behouden.

In het anker van een elektromotor wordt een spanning geïnduceerd (opgewekt), die de aan het anker aangelegde spanning tegenwerkt. Hoe sneller de motor draait, des to groter is deze tegenspanning en des to geringer de stroomsterkte. Wordt daarentegen de motor belast, doordat hij arbeid moet verrichten, gaat met afnemend toerental ook de tegenspanning omhoog en de stroomsterkte neemt toe. De stroomsterkte en daardoor ook het koppel is het grootst, wanneer de motor vanuit stilstand onder belasting moet aanlopen. De elektromotor past zijn stroom derhalve vanzelf aan de mechanische belasting aan!

3.2 Shuntmotoren

Bij shuntmotoren ligt de bekrachtigingswikkeling parallel aan het anker. Bij voeding met constante spanning is derhalve de bekrachtiging en ook het

toerental bijna onafhankelijk van het koppel, wat voor het **startmotorbedrijf** ongunstig zou zijn. De spanningsval van de batterij door de hoge startmotorstroom leidt echter tot een voor de start geschikte curve, **soortgelijk** als bij seriemotoren.

3.3 Motoren met permanente bekrachtiging

Motoren met permanente bekrachtiging blinken uit door **eenvoudige** opbouw en geringe **grootte**. Omdat het magnetisch veld door permanente magneten wordt **veroorzaakt**, is de bekrachtiging voor iedere bedrijfstoestand altijd gelijk (permanent). **Doordat** er geen bekrachtigingswikkeling aanwezig is, **vervalt** de **bekrachtigingsstroom** ofwel de ohmse weerstand in het bekrachtigingscircuit, **zodat** een geringere totale weerstand van de elektromotor het gevolg is. **Gebruikt** als motoren voor startmotoren

aan batterijspanning tonen permanent bekrachtigde motoren een gedrag als seriemotoren.

3.4 Seriemotoren

Bij seriemotoren zijn bekrachtigings- en **ankerwikkeling** in serie achter elkaar geschakeld. De bekrachtigingsstroom wordt niet **afgetakt**, maar de ankerstroom vloeit **ook** door de bekrachtigingswikkeling. Omdat bij het **aanlopen** van de belaste motor deze ankerstroom bijzonder groot is, wekt hij een sterk magnetisch **veld** op. Seriemotoren **ontwikkelen** derhalve een hoog **aanlooppkoppel**, dat met toenemen toerental snel afneemt. Door deze eigenschappen is de **seriemotor** vooral **als motor voor de startmotor geschikt**. Bij **kleine** startmotoren wordt de seriemotor vrijwel onmiddellijk tijdens het inspoorverloop **ingeschakeld**, zodat direct het volle koppel kan werken.

3.5 Gecombineerde shunt- en seriemotoren (compound-motoren)

Grote startmotoren hebben een **compoundmotor** met een shunt en een seriewikkeling, die in twee standen kan worden geschakeld. In de voorstand wordt de ankerstroom begrensd, waarbij eerst alleen de als **voorschakelweerstand** werkende shuntwikkeling in serie met het anker wordt geschakeld. Daarbij kan het anker slechts een klein koppel voor het inspooren opbrengen. In de hoofdstand vloeit de totale stroom in de motor van de startmotor, die **daarmee** zijn **volledig** koppel ontwikkelt. De shuntwikkeling is nu parallel en de seriewikkeling **bovendien** in serie met het anker geschakeld (fig. 23, links onder). Keert het rondsel in zijn uitgangspositie terug, dan zorgt het shuntveld voor de snelle stilstand van het anker.

Schematische afbeelding elektromotor

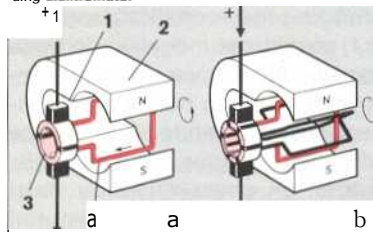
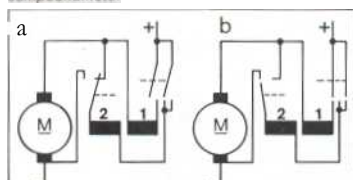


Fig. 23

- 1 koolborstels 2 magneet
3 commutator
4 geleiderlus
a met één geleiderlus
b met drie geleiderlussen

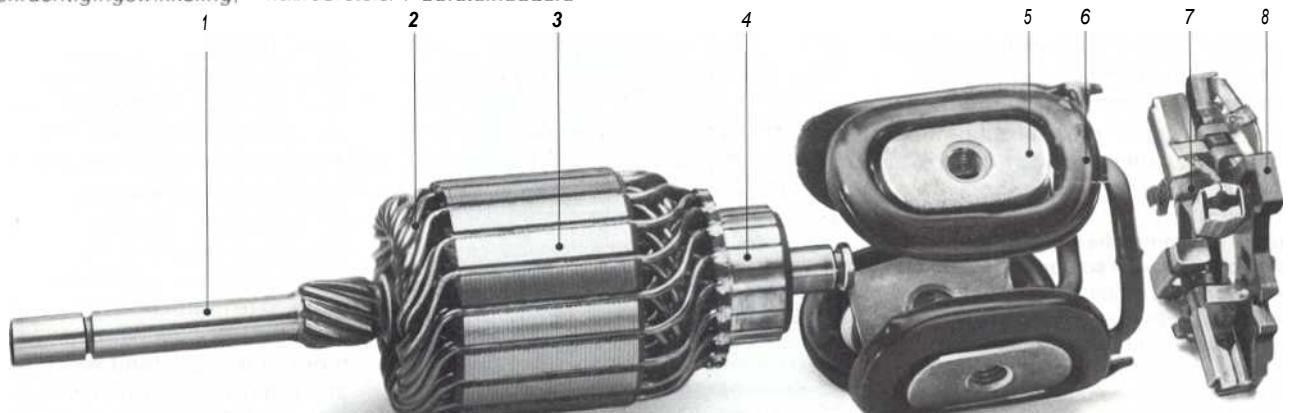
Schakelschema van een startmotor met compoundmotor



- 1 Seriewikkeling 2 shuntwikkeling
a voorstand. Alleen seriewikkeling in serie geschakeld (begrensd ankerstroom)
b hoofdstand. Shuntwikkeling parallel, seriewikkeling in serie geschakeld (volledige ankerstroom)

Fig. 24 De belangrijkste onderdelen van de elektromotor (onderdelen uit een startmotor met schuifbaar en schroefdraad rondsel).

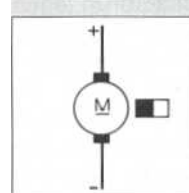
- 1 Ankeras 2 ankerwikkeling 3 ankerpakket (bloklamellen) 4 commutator 5 poolschoen 6 bekrachtigingswikkeling 7 koolborstels 8 borstelhouders



Schakelschema van een shunt-gelijkstroommotor



Schakelschema van een gelijkstroommotor met permanente bekrachtiging



Schakelschema van een serie-gelijkstroommotor

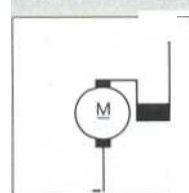
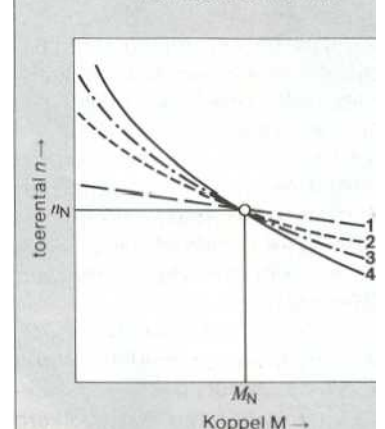


Fig. 25 Koppel-toerencurve van elektromotoren



- 1 Shuntmotor bij constante spanning
2 motor met permanente bekrachtiging
3 compoundmotor in hoofdstand
4 seriemotor

aan batterijspanning

3.6 Opkomrelais



Relais dienen ervoor om een grote stroom met een betrekkelijk lage stroom tot schakelen. De startmotorstroom bedraagt bijvoorbeeld bij personenmotorvoertuigen zeker 1000A, bij bedrijfsvoertuigen circa 2600A. Voor het inschakelen van de lagere stroom voldoet zodoende een mechanische schakelaar (startschakelaar, ontsteek- en startschakelaar, rijschakelaar).

Het in de startmotor ingebouwde 'opkomrelais' is de combinatie van een opkommagneet met een relais. Het vervult een dubbele functie:

- Vooruitschuiven van het rondsel voor het insporen in de startkrans van de verbrandingsmotor en
- sluiten van de contactbrug voor het inschakelen van de startmotor-hoofdstroom.

De opbouw van een opkomrelais wordt uit fig. 27 duidelijk. De met de behuizing vast verbonden magneetkern steekt aan de ene kant in het inwendige van de magneetwikkeling. Het beweeglijke relaisanker aan de andere kant. De afstand tussen magneetkern en relaisanker komt overeen met de totale slag van het anker.

Magneetbehuizing, magneetkern en relaisanker bepalen samen het magnetisch circuit.

De wikkeling van het relais bestaat bij veel uitvoeringen uit een opkom- en een houdwikkeling. Deze inrichting is in verband met de thermische belastbaarheid en de te verkrijgen magnetische krachten erg gunstig. Tijdens het opkomen ontstaat er in het begin een verhoogde magnetische kracht voor het overwinnen van de opkom-

weerstand. Nadat het stroomcircuit van de startmotor gesloten is, werkt alleen de houdwikkeling, want de opkomwikkeling is kortgesloten. De iets gunstiger magnetische kracht van de houdwikkeling voldoet geheel aan de wens om het relaisanker tot het hernieuwd openen van de startschakelaar vast to houden. Onder invloed van de na het inschakelen veroorzaakte magneetkracht wordt het relaisanker in de wikkeling naar binnen getrokken. Deze ankerbeweging wordt enerzijds voor de axiale verschuiving van het rondsel gebruikt. anderzijds voor het aandrukken van de contactbrug tegen de hoofdstroomcontacten. Terugstellen tussen de afzonderlijke onderdelen zorgen er voor, dat na het uitschakelen de contacten geopend worden en het relaisanker weer in zijn uitgangspositie terugkeert. Met het opkomrelais samen zijn doelbewust de elektrische aansluitingen tot een montage-eenheid samengevat. Bij

Fig. 26 Montage-eenheid opkomrelais met elektrische aansluitingen"

(en de motor met schuifbaar en schroefdraad-rondsel)

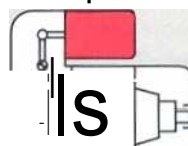
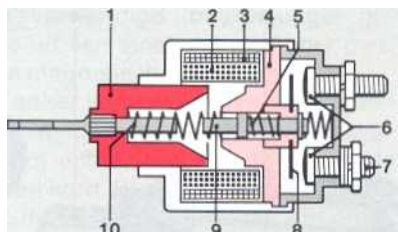


Fig. 27



- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1 Anker | 7 Elektrische aansluiting |
| 2 Opkom-wikkeling | 8 Contactbruggen |
| 3 Houdwikkeling | 9 Schakelas (gedeeld) |
| 4 Magneetkern | 10 Terugstelveer |
| 5 Contactveer | |
| 6 Contacten | |

Fig. 27 Opkomrelais van een startmotor met schuifbaar en schroefdraad rondsel in doorsnede (schema)

Het opkomrelais heeft een dubbele functie te vervullen vooruitschuiven van het rondsel voor het insporen in de startkrans en sluiten van de contactbrug om de startmotor-hoofdstroom in to schakelen

grotere startmotoren is overigens geen opkomrelais ingebouwd, maar de opkommagneet voor het vooruitschuiven van het rondsel en het stuurrelais voor de elektrische schakelstanden zijn van elkaar gescheiden.

3.7 Insporingsdrijfwerk

Het startmotoraandrijfwerk bestaat in principe uit het insporingdrijfwerk met rondsel, vrijloop (inhaalkoppeling), opkomelement (vorkhefboom of inspoorstang voor de insporingsslag) en inspoorveer. In deze startmotor-montage-eenheid worden de schuifbewegingen van het opkomrelais en de draaibewegingen van de elektrische motor van de startmotor op doelmatige wijze verenigd en op het rondsel overgedragen.

3.7.1 Rondsel

De startmotor grijpt met een klein, in- en uittrekbaar tandwiel - het zogenaamde 'rondsel in een startkrans op het motorvliegwiel. Een grote overbrenging (gewoonlijk tussen 10:1 en 15:1) maakt het mogelijk, de hoge aandraiweerstand van de verbrandingsmotor met een betrekkelijk kleine, maar snel draaiende startmotor to overwinnen. Daardoor is het mogelijk, afmetingen en gewicht van de startmotor klein to houden. Opdat het startmotorrondsel tijdens het startverloop aan de startkrans optimaal kan insporen, het vereiste koppel kan overdragen en ten slotte op het juiste tijdstip weer kan uitsporen, heeft de vertanding zeer bepaalde eigenschappen:

- voor de rondselvertanding wordt

Fig. 28 Montage-eenheid insporingdrijfwerk

(in de motor met schuifbaar en schroefdraad-rondsel)



het inspoorgunstige evolventen-profiel gebruikt;

- de tanden van het rondsel, en afhankelijk van de startmotorconstructie ook die van de startkrans, zijn aan de voorkant van een schuine kant voorzien;
- in tegenstelling tot tandwielen die voortdurend in aangrijping zijn, is de asafstand tussen rondsel en startkrans vergroot, om de speelruimte aan de tandflanken groot genoeg to houden;
- het voorkantvlak van het rondsel moet in de ruststand een minimale afstand tot het voorkantvlak van de startkrans hebben en

Rollenvrijloop

Startmotoren met schuifbaar- en schroefdraandrondsel worden, om ze te beschermen, met een rollenvrijloop uitgerust (fig. 31, blad 15). Het belangrijkste element is daarbij een vrijloopring met rollenglijcurve, die een deel van de meenemer is en daarmee door een schroefdraad met grove spoed met de ankeras is verbonden. De door kracht harde koppeling (ook wel genoemd de door kracht vaste koppeling) tussen de binnen liggende as van het rondsel en de buitenom lopende vrijloopring van de meenemer wordt door rollen tot stand gebracht, die zich op de glijcurve kunnen bewegen.

In de rusttoestand drukken schroefveren de rollen in het nauwer wordende gedeelte van de ruimte tussen de glijcurve van de vrijloopring en het cilindrische deel van de rondsels, zodat bij aanlopende startmotor het rondsel betrouwbaar met de ankeras wordt gekoppeld.

Bij aandrijvende startmotor-ankeras worden de rollen in de nauwer wordende ruimte vastgeklemd.

Wordt bij het aanslaan van de verbrandingsmotor het startmotorrondsel met groter toerental als het stationaire toerental van het startmotoranker aangedreven, dan komen de rollen los te zitten en worden - tegen de veerkracht van de schroefveren in - in het wilder wordende deel van de ruimte verschoven. Daarmee is de door kracht harde verbinding tussen rondsel en anker opgeheven.

Voordelig voor het gebruik van deze vrijloop is, dat slechts geringe massa's to versnellen zijn en het werkzame inhaalmoment van de verbrandingsmotor betrekkelijk klein is.

Lamellenvrijloop

De lamellenvrijloop wordt bij grotere startmotoren met schuifbaar rondsel toegepast. Komt bij het aanslaan van de verbrandingsmotor het toerental van het startmotorrondsel boven die van het startmotoranker. Dan verbreekt de lamellenvrijloop de door kracht harde verbinding tussen startmotorrondsel en startmotoranker. Een schroefdraad met grove spoed op de aandrijfspil zorgt voor deze scheiding. Daardoor wordt verhinderd, dat de startmotor tot ontoelaatbaar hoge toerentallen wordt versneld.

De lamellenvrijloop heeft bovendien de taak als overbelastbaar koppel het van de ankeras op het rondsel over te dragen koppel te begrenzen.

Essentieel bij de constructie van deze vrijloop is, dat de afzonderlijke lamellen, die de totale krachten moeten overdragen, weliswaar in de asrichting verschuifbaar in de meenemerflens of op het koppelingsgedeelte geplaatst zijn, maar radiaal niet verdraaid kunnen worden. Afwisselend staan ze namelijk door meenemernokken aan de buitendiameter met de meenemerflens (buitenlamellen) en aan de binnendiameter met het koppelingsgedeelte (binnenlamellen) in aangrijping. De buitenliggende meenemerflens is vast met de ankeras verbonden. Het koppelingsgedeelte zit daarentegen schroefvormig verdraaibaar op de schroefdraad met grove spoed van de aandrijfspil (fig. 32).

Harde krachtkoppeling

Voorwaarde, dat de lamellenvrijloop door wrijving een door kracht harde koppeling kan worden, is een zekere druk tussen de lamellen. In de rust-

stand wordt het lamellenpakket door een geringe voorgespannen veerkracht zo samengedrukt, dat door de aanwezige wrijving het meenemen van het koppelingsgedeelte veilig gesteld is (fig. 33).

Heeft het rondsel na het insporen zijn eindstand bereikt, dan moet de volledige harde krachtkoppeling voor het starten werkzaam worden. Het koppelingsgedeelte beweegt op de schroefdraad met grove spoed bij vastgehouden rondsel en rondraaiende ankeras naar buiten tegen de schotelveer, waardoor de druk tussen de lamellen verder verhoogd wordt. De drukverhoging blijft aanwezig tot de wrijving tussen de lamellen voor de overdracht van het telkens vereiste startkoppel voldoende is.

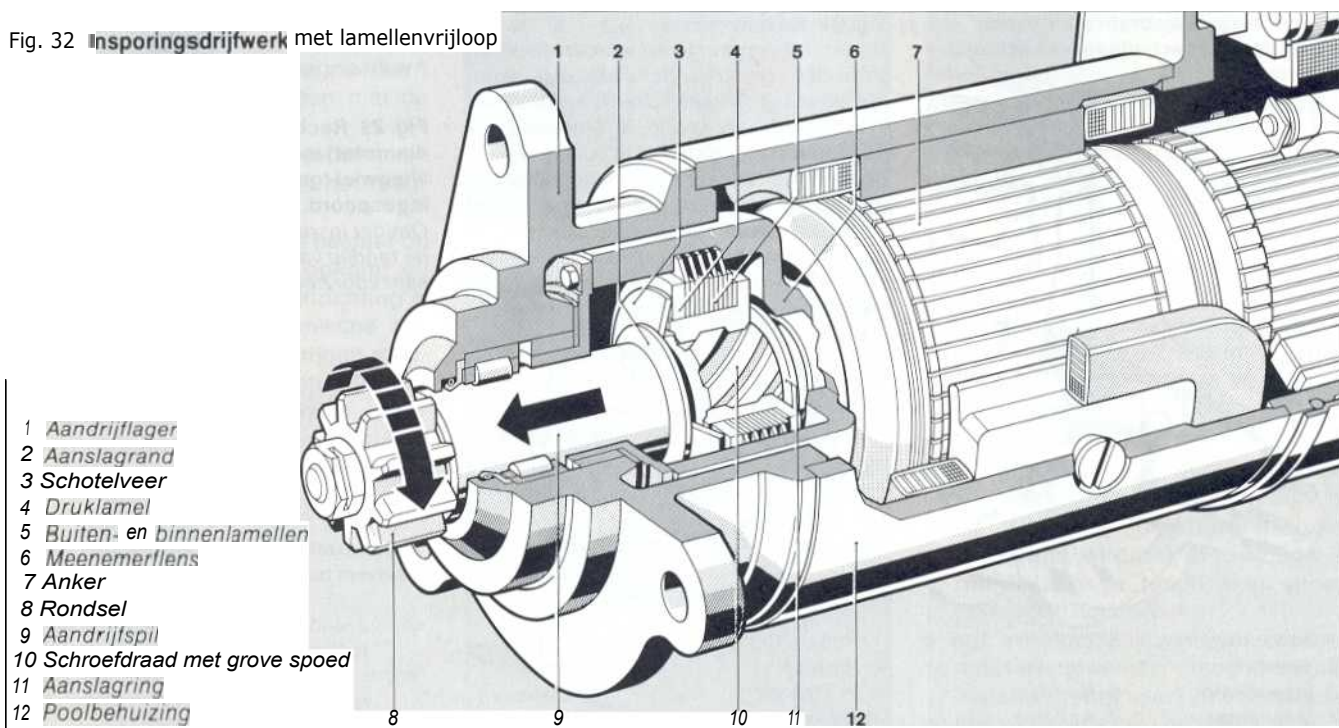
De harde krachtkoppeling verloopt daarbij als volgt:

Ankeras - meenemerflens - buitenlamellen - binnenlamellen - koppelingsgedeelte - aandrijfspil - rondsel (fig. 34).

Koppelbegrenzing

De door de schroefwerking van het koppelingsgedeelte toenemende lamellendruk en daarmee het overdraagbare koppel wordt begrensd doordat bij het bereiken van de toelaatbare grootste belasting het koppelingsgedeelte binnen tegen de schotelveer aanloopt. Het drukt daarbij met zijn voorvlak de schotelveer tegen de aanslagrand van de aandrijfspil. Daarmee heerst een evenwicht van krachten. De lamellendruk kan niet meer verder worden verhoogd. De lamellenvrijloop werkt in dit geval als overbelastbare koppeling omdat de lamellen bij de ingestelde maximale kracht en het daaruit re-

Fig. 32 Insporingsdrijfwerk met lamellenvrijloop



sulterende maximale koppel over elkaar heen glijden (fig. 35).

Inhalen

Bij versnelling van het motorvlieg wiel door ontstekingsimpulsen of bij het aanslaan van de motor gaat het rondsel de startmotor inhalen. Deze verandering van krachtrichting zorgt ervoor, dat het koppelingsgedeelte op de schroefdraad met grove spoed tot aan de aanslagring tegen het inwendige van de startmotor wordt **geschroefd**. De schotelveer ontspant zich daarbij volledig: ze kan geen druk meer uitoefenen. De lamellen komen los van de druk en zitten vrij naast elkaar. Deze **vrijloop** heft de harde krachtkoppeling op zodat geen gevaarlijke versnellingen op het startanker kunnen worden overgedragen (fig. 36).

Vrijloop met voorkantvertanding

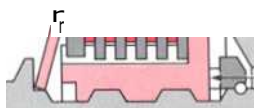
De **vrijloop** met voorkantvertanding is in samenhang met de mechanische

tweestanden **insporingsaandrijving** vooral bij de startmotoren met schuifbaar rondsel type KE ingebouwd. Zodra het inhaalproces begint, drijft de startkrans van de verbrandingsmotor volgens figuur 38 het rondsel (1) aan, dat door een voorkantvertanding met het koppelingsgedeelte (4) gekoppeld is. Het koppelingsgedeelte schuift op de schroefdraad met grove spoed naar binnen in de richting van de motor van de startmotor. Het drukt daarbij de veer (5) samen, die later het terugstellen van het koppelingsgedeelte verzorgt. De scheiding van de aan de voorkant vertande koppelingselementen (rondsel en koppelingsgedeelte) van de vrijloop met voorkantvertanding wordt door diverse centrifugale gewichten (2) ondersteund, omdat die via een conisch gedraaide ring (3) een kracht in de **langsrichting** opwekken. De koppelingsschok bij hernieuwd meenemen van de koppelingselementen wordt door een rubberpakket (6) gedempt.

3.8 Ankerafremming

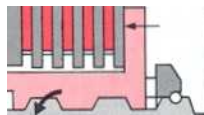
Sours is een **herhaling** van het **startproces** vereist. Van to voren most hot startmotoranker weer snel tot **stilstand** worden **gebracht**. Bij startmotoren met schuifbaar- en **schroefdraadrondsel** gebeurt dat eenvoudigweg doordat de **terugstelveer** na hot **afschakelen** van de **insporingsaandrijving** of anker tegen een **aanloop- ofwel remschijf** drukt en door de **wrijvingswerking** afremt. Bij **permanents bekrachtiging** komt een **aanvullende remwerking** (als generator) erbij tijdens hot uitlopen. Bij startmotoren met schuifbaar rondsel **zorgt** hot **shuntveld** voor een **begrensd stationair toerental**, zodat hot **startmotoranker** zo snel mogelijk tot **stilstand** komt. Andere uitvoeringen zijn daarentegen met een **speciaal geschakelde remwikkeling** uitgevoerd, die pas na hot **uitschakelen** van de startmotor parallel aan hot **nog ronddraaiende startanker** wordt **geschakeld** en als **stroomrem** werkt.

Fig. 33 Lamellenvrijloop in ruststand.



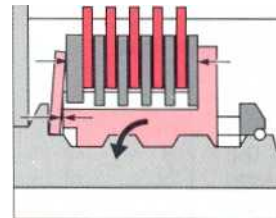
Voorgespannen veer drukt lamellenpakket samen. Zodra meenamen van het koppelingsgedeelte door wrijvingswerking betrouwbaar work?

Fig. 34 Harde krachtkoppeling.



Rondsel ingespoord. Koppelingselemente komt naar voren tegen do schotelveer on zorgt voor drukverhoging. Lamellenpakketten volledig in harde krachtkoppeling

Fig. 35 Koppelbegrenzing.



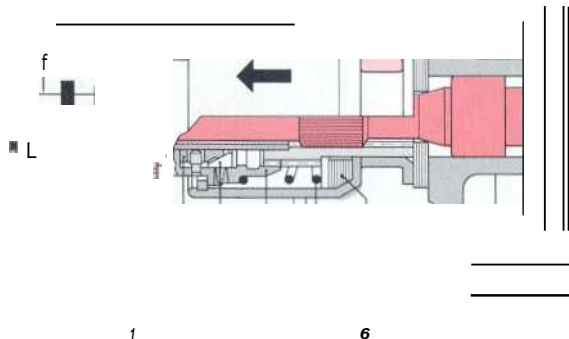
Koppelingselemente loop? tegen de schotelveer en drukt deze m. Krachtveer. wicht tussen koppelingselemente en schotelveer. Maximale ingesteide waarde is bereikt, lamellen glijden over elkaar

Fig. 36 Inhalen.



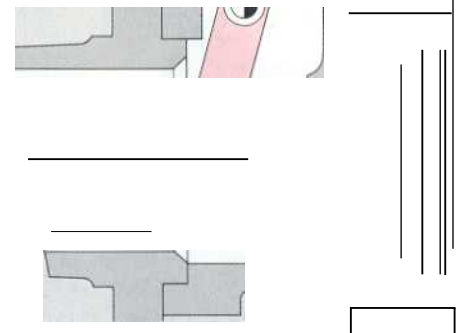
Rondsel door vlieg wiel versneld. Koppelingselemente loop? tegen aanslagring en ontlast schotelveer. Lamellenvrijloop komt in werking

Fig. 37 Insporings-aandrijving met vrijloop met voorkantvertanding in uitgangsstand.



- | | |
|---|---|
| 1 Rondsel met voorkantvertanding ('zaagtanden') | 4 Koppelingselemente met voorkantvertanding |
| 2 Centrifugale gewichten | 5 Veer |
| 3 Conische drukring | 6 Rubberpakket |

Fig. 38 Vrijloop met voorkantvertanding in gescheiden toestand.



Zodra hot **ingespoorde** rondsel door de **startkrans** words **aangedreven** (**inhaalproces**), **schuift** hot **aan de voorkant vertande koppelingselemente** naar binnen en heft do **verbinding** tussen de motor van de startmotor en rondsel op.

4 Startmotortypen

4.1 Overzicht

Verbrandingsmotoren en elektrische voertuiginstallaties zijn er in velerlei uitvoeringen. Hiermee komen ook de veelzijdige bedrijfsomstandigheden overeen, die voor de constructie van elektrische start installaties en de geschikte startmotoren doorslaggevend zijn. Deze voorwaarden zorgen er voor dat een productieprogramma met een veelvoud van startmotortypen vereist is.

Belangrijkste kenmerken ter ondersteuning zijn:

- Nominale spanning.
- nominaal vermogen;
- draairichting;
- startmotoromvang (poolbehuizingsdiameter van de startmotor): 39
- constructiesoort;
- constructievorm.

Daarbij wordt de *nominale spanning* bepaald door het toepassingsgebied van een startmotor. Er zijn kleinere startmotoren voor 12V. middelmatige startmotoren voor 12 en 24 V en grote startmotoren, afhankelijk van het gebruik in diverse stapgrootten, tussen 24 V en 110 V nominale spanning. Het *nominale vermogen* wordt bepaald door het felt, of de startmotor voor een otto- of dieselmotor bestemd is (verschillende behoefte aan startmotorvermogen) en welk slagvolume deze motor heeft.

De *draairichting* wordt door de draairichting van de verbrandingsmotor en de montagerichting van de startmotor wordt vooraf bepaald.

De *startmotorgrootte* volgt uit het vereiste nominale vermogen van de startmotor. De *constructiesoort* hangt samen met het *insporingsprincipe*, dat uiteindelijk weer met de *startmotorgrootte* ofwel startmotorvermogen samenhangt.

De *constructievorm* ten slotte wordt bepaald door inbouwomstandigheden, montagesoort en bedrijfsomstandigheden.

Type-codering

De typecodering dient als eerste

oriëntatie en wordt bij de technische gegevens van de startmotor samen met het bestellingsnummer aangegeven.

Startmotor-opschrift

Het opschrift van de startmotor (ingegraveerd in de behuizing) verenigt bestellingsnummer• draairichting en nominale spanning. Voorbeeld van een startmotor-opschrift:

0 001 314 002

12V

Fig. 39 Voorbeeld van een type-codering

Herkenningssleutel voor poolbehuizing	poolbehuizing " mm
O	65 t/m 79
E	80 t/m 99
G	100 t/m 109
J	110 t/m 119
K	120 t/m 139
a	140 t/m 169
T	170 t/m 199

B, D, E, F, G = *constructieve kenmerken*

Draairichting (gezien tegen de kant van krachtafgifte (rondsekkant) of H klokrichting of (tegen klokrichting

Nominate spanning in V

Nominaal vermogen in kW

(R) 12 V 0,8 kW



Fig. 40 Startmotorconstructiesoorten
Overzicht

insporings- drijfwerk	functie	overdrin- ging	beschreven Nile bit	soon- getuige tyden	n motor
met schulf- baar- en schroef- draadrontsel	Schroefvormig vooruitschuiven tegen de startkranen en inspooren door opkomrelais inspooren is gemakkelijker door schroefdraad met grove spoed Op a nde relaiswaa voldt inschakelen van de volle startmotorstroom	zonder M	EF 20	GB, GF, IF, JD	serie- motor
met schuit- baar rondsel	met mechanische rondseiver- verdraaiing Rechtlijnig vooruitschuiven tegen do startkranen en msporen door opkomrelais inspooren gemakkelijk door mechanische tweestanden inspoeringsaan- driving Na volheid msporen voldt inschakelen van de volle start motorstroom	zonder M	EV DW 22 23		serie- motor
	met elektromotorische rondseiv- verdraaiing Rechtlijnig vooruitschuiven tegen de startkranen on msporen door oorkomagneet. Te deliikertiid me msporen van de motor om soeren to veroe- makkeliken elektrische voor- stand VIA voor het einde van de schuitwaa voldt inschakelen van de startmotorstroom (hndrstand)	zonder E M R	KB 26	QB	com- pound motor
		E M R	TF 28	op TR- basis	

Fig. 41.
Typeseries
en gebruik
van start-
motoren

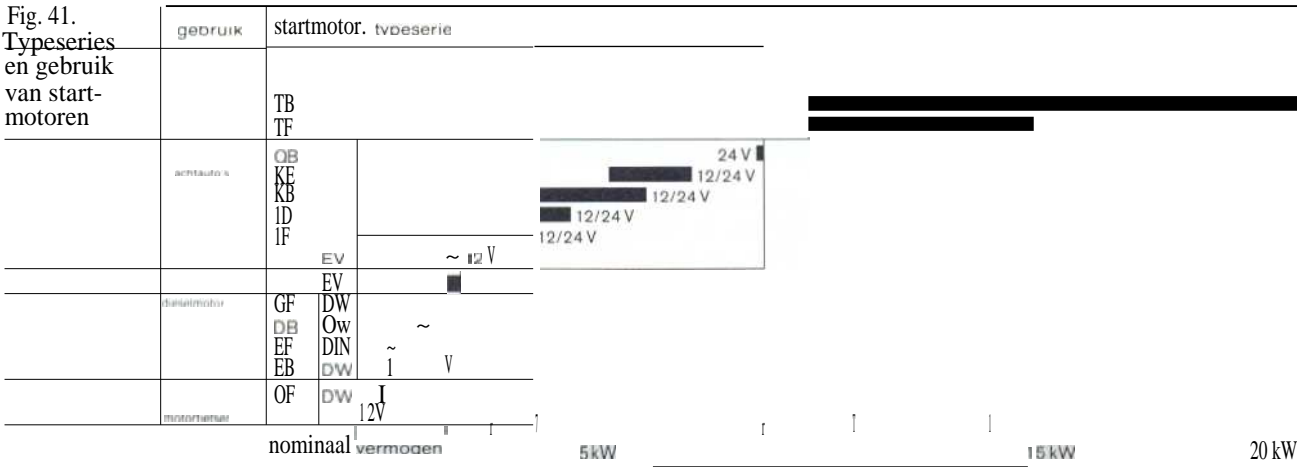
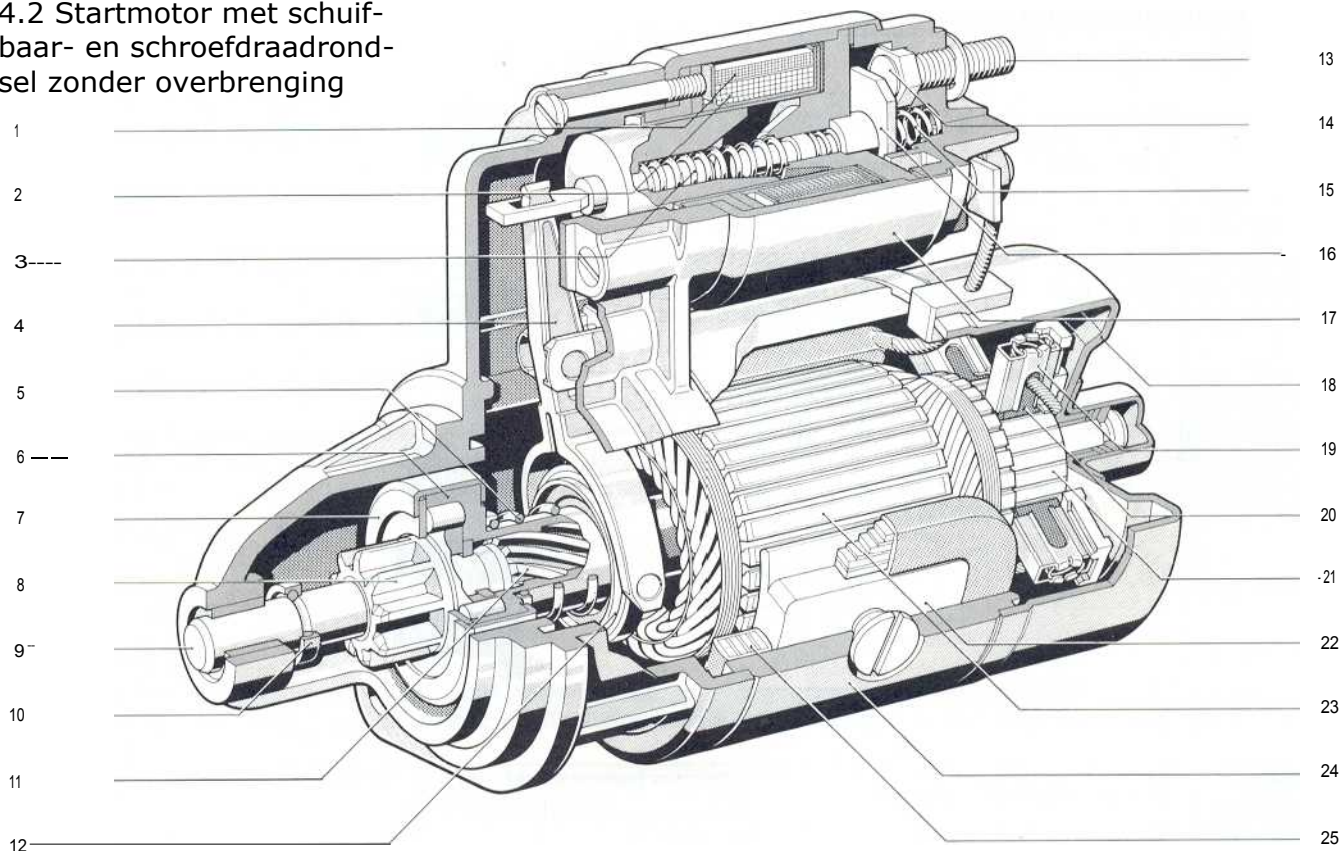


Fig. 42 Startmotorbouwsoorten, keuze

- Type OB. rondsel vrij uitlopend
- Type KB. rondsel vrij uitlopend
- Type JD. rondseelaandrijving met buitenlaag
- Type JF. rondselaandnving met buitenlaag
- Type EB. rondsel vrij uitlopend
- Type GF. rondseelaandrijving met buitenlaag
- Type EF. rondselaandnving met buitenlaag



4.2 Startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronsel zonder overbrenging



Wezenlijke kenmerken voor startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronsel zonder overbrenging zijn de elektromotor met directe aandrijving, het opgebouwde opkomrelais, het insporingsdrijfwerk voor de schuif- en schroefweg en de rollenvrijloop.

Type EF met seriemotor

De volgende beschrijving is bij voorkeur gerelateerd aan het type EF. Opbouw en werking van de typen DF, EB, GB, GF, IF en ID is soortgelijk.

Opbouw

Opbouw en inwendige schakeling van startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronsel zonder overbrenging volgt uit de figuren 43 t/m 45.

Motor van de startmotor

Als motor voor de startmotor is een gelijkstroomseriemotor ingebouwd, waarbij de bekrachtigings- en ankerwikkeling in serie achter elkaar geschakeld zijn. Het motortoerental wordt direct op het insporingsdrijfwerk overgedragen. De verlengde ankeras is van een schroefdraad met grove spoed voorzien, waarop de meenemer van het insporingsdrijfwerk geleid wordt.

Opkomrelais

Startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronsel zonder overbrenging worden via een erop gemonteerd opkomrelais met opkom- en houdwikkeling ingeschakeld. Het re-

Fig. 43 Doorsnede van een startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronsel type EF.

1 houdwikkeling, 2 opkomwikkeling, 3 terugstelveer, 4 vorkhefboom, 5 inspoorveer, 6 meenemer, 7 rollenvrijloop, 8 rondsel, 9 ankeras, 10 aanslagring, 11 schroefdraad met grove spoed, 12 geleidingsring, 13 elektrische aansluiting, 14 contact, 15 contactafschakelveer, 16 contactbrug, 17 opkomrelais, 18 commutatorlager, 19 borstelhouder, 20 koolborstels, 21 commutator, 22 poolschoen, 23 anker, 24 poolbehuizing, 25 bekrachtigingswikkeling.

laisanker heeft op zijn uitstekend einde een gleuf, waarin de pin van de vorkhefboom met een bepaalde speelruimte de dode weg - ingrijpt. Deze dode weg maakt het mogelijk, dat de terugstelveer, voor het uitschakelen van het starten, het relaisanker tegen de uitgangspositie kan bewegen en de contactbrug snel van de contacten kan tillen. Dat is noodzakelijk, opdat de startmotor na een valse start weer snel kan worden afgeschakeld.

Insporingsdrijfwerk

De meenemer, die schroefvormig op de schroefdraad met grove spoed van de ankeras wordt geleid, is zelf weer via een rollenvrijloop met het rondsel gekoppeld. De spoedrichting van de schroefdraad is zo gekozen, dat het vastgehouden rondsel bij ronddraaiend startmotoranker in de startkrans geschoven wordt. Op de meenemer zitten twee geleidingsringen ofwel

-schijven, waarin het vorkvormige einde van de vorkhefboom ingrijpt en de schuifbeweging in asrichting overdraagt.

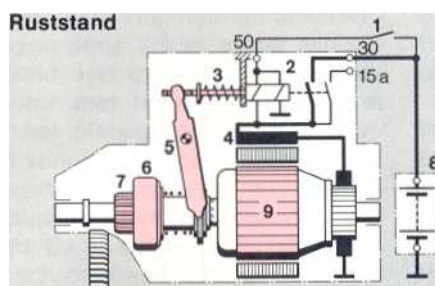
Tussen geleidingsring en meenemer zit de insporingsveer als elastisch deel, zodat de vorkhefboom principieel tot zijn eindstand beweegt en de startmotorstroom steeds wordt geschakeld, ook wanneer een rondselstand een tand van de startkrans treft (de schakelaarcontacten sluiten kort voor de eindstand van de vorkhefboom). Meenemer en daarmee ook rondsel worden door de vorkhefboom in asrichting geschoven en draaien daarbij gelijktijdig door de schroefwerking van de schroefdraad met grove spoed naar voren, tot het rondsel tegen de aanslag komt. De schroefdraad met grove spoed zorgt er zodoende voor, dat pas na volledig insporen van het rondsel een koppel op de to starten motor kan worden overgedragen. De vrijlooppkoppeling waarborgt na het insporen de door kracht harde koppeling tussen startmotoranker en motortoriel wiel en verbreekt de bestaande harde krachtkoppeling zodra het motortoerental hoger is als het startmotortoerental.

Werking

Bij de startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronsel wordt de gehele insporingsweg samengesteld uit de schuifweg en de schroefweg.

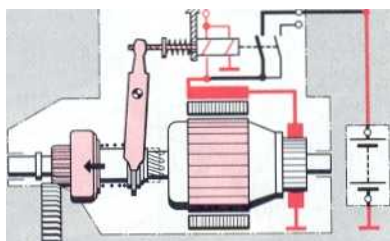
Schuifweg

Met het bekrachtigen van de start-

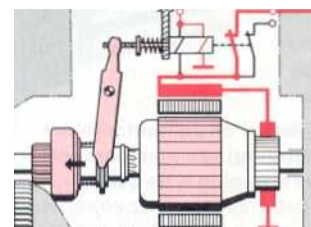


- | | |
|---|------------------|
| 1 Ontstekings-
ofwel rijschakelaar | 5 Vorkhefboom |
| 2 Opkomrelais | 6 Rollenvrijloop |
| 3 Terugstelveer | 7 Rondsel |
| 4 Bekrachtigings-
wikkeling,
seriewikkeling | 8 Batterij |
| | 9 Anker |

Tand treft op opening



Tand treft op tand



3 Moeilijke inspoorstand

Rondselstand treft op claw, ankerstand
Vorkhefboom neerdaalt inspoorveer
ingedrukt opkomwikkeling si voorn
100%. Hoofdstroom vloeit, anker gaat
draaien. Rondsel zoekt tandopening

4 Eindstand

Vorkhefboom neerdaalt, opkomwikke-
ling stro mloos. Hoofdstroom vloeit
rondsel volledig ingespoord. Motor won n
rondgedraaid

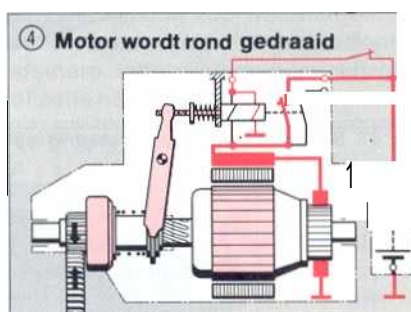
ofwel ontstekingstartschakelaar worden ook opkom- en houdwikkeling van het opkomrelais ingeschakeld. Het relaisanker trekt tegen de veerkracht van een terugstelveer de vorkhefboom aan. Deze schuift zelf weer via geleidingsringen en inspoorveer de meenemer met het rondsel tegen de startkrans van het motorvliegwielt. waarbij zich deze delen vanwege de werking van de schroefdraad met grove spoed **gelijktijdig** verdraaien. Het anker van de startmotor draait in deze fase nog niet, omdat de hoofdstroom voor de bekrachtigings- en ankerwikkeling nog niet is ingeschakeld.

Bij gunstige stand van rondsel ten opzichte van startkrans komt een tand direct op een tandopening. In dit geval spoort het rondsel zover in, tot het einde van de schuifweg bereikt is en de contactbrug van het opkomrelais tegen de relaiscontacten **ligt**. De motor van de startmotor is nu ingeschakeld. Bij ongunstige stand van het rondsel stoot een rondseltand op een tand van de startkrans. In deze situatie kan het rondsel natuurlijk niet direct inspooren.

Als **gevolg** daarvan wordt de inspooringsveer via vorkhefboom en geleidingsringen zover samengedrukt, tot de contactbrug tegen de relaiscontacten **ligt**. De startmotor is nu ingeschakeld en begint te draaien. Daarbij wordt het rondsel langs het **voorvlak** van de tanden gedraaid. Bij de eerstvolgende mogelijkheid sporen de rondseltanden onder de druk, die uit de gespannen schroefveer en vooral uit de schroefwerking resulteert, in de startkransopening.

Schroefweg

Op het einde van de relaisweg sluiten - onafhankelijk van de **rondselstand** - in ieder geval de contacten van het op-



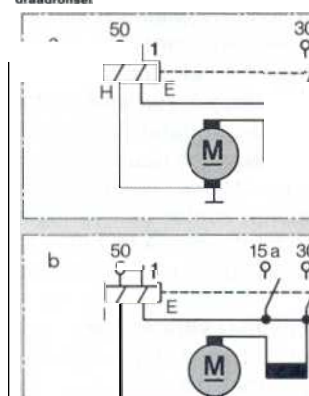
komrelais en schakelen de startmotorstroom in. Het **nu** ronddraaiende startmotoranker schroeft door de werking van de schroefdraad met grove spoed het in de startkrans tegen verdraaiing vastgehouden rondsel nog verder in de startkrans, tot **het tegen de aanslagring** van de ankeras stoot. Met het sluiten van het startmotorstroomcircuit wordt tegelijkertijd ook de opkomwikkeling kortgesloten. Nu werkt slechts de **houdwikkeling**, waarvan de magnetische kracht voldoende is, om het relais-anker tot de **beëindiging** van het startproces in de ingetrokken stand vast to houden.

Uitsporen

Nadat bij het **aanslaan** van de verbrandingsmotor het toerental van het startmotorrondsel boven het stationaire toerental van de motor van de startmotor gekomen is, verbreekt de reeds uitvoeriger beschreven rollenvrijloop de harde krachtkoppeling tussen rondsel en ankeras. Op deze manier wordt het anker tegen to hoge toerentallen, en daarmee tegen schade, beschermd. Het rondsel blijft in aangrijping, zolang de vorkhefboom in de inschakelstand wordt vastgehouden. Pas wanneer de startschakelaar uitgeschakeld wordt, gaan vorkhefboom, meenemer en rondsel door de

Fig. 44 Schematische voorstelling van de belangrijkste arbeidsfasen van een startmotor met schuifbaar- en schroefdraad-rondsel

Fig. 45 Schakelingen inwendige van startmotor met schuifbaar- en schroefdraad-rondsel

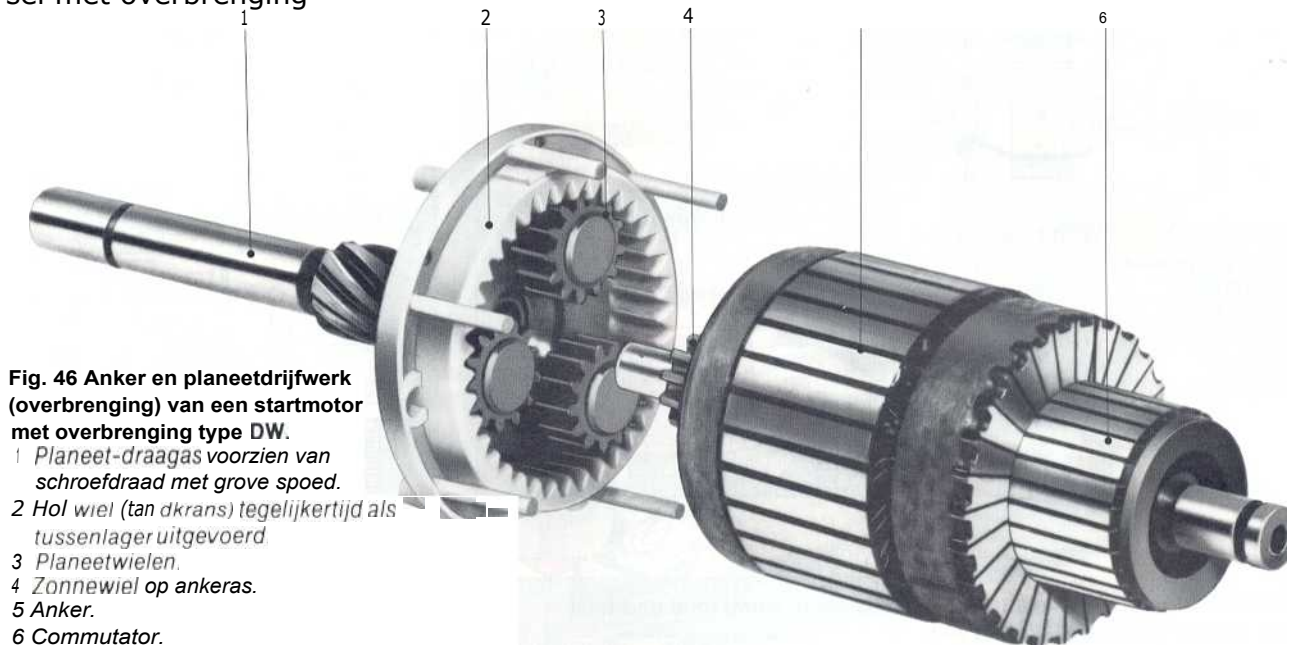


a Basisschakeling

b Toegevoegd met klem 15a voorleidingen voor de bobine-voorschakelweerstand. Deze wordt tijdens het startproces - wanneer de batterijspanning afneemt - ter verhoging van de ontstekingspanning kortgesloten

- | |
|---|
| 1 Opkomrelais |
| E opkomwikkeling |
| H houdwikkeling |
| 2 Bekrachtigingswikkeling
(in serie aangesloten) |

4.3 Startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronsel met overbrenging



Startmotoren met overbrenging komen wat opbouw en werking betreft 47 verreweg overeen met startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronsel, die op conventionele wijze het motortoerental direct op het insporsingsdrijfwerk overdragen.

Wezenlijk kenmerk ter onderscheiding van deze nieuwe startmotorgeneratie is een *planeetdrijfwerk* dat aanvullend tussen poolbehuizing en aandrijflager is ingebouwd. Het draagt het koppel over van het anker, vrij van dwarskrachten, op het rondsel. Terwijl de planeetwielen van staal zijn vervaardigd, bestaat de startkrans uit een hoogwaardige polyamideverbinding met minerale vulstoffen ter verhoging van de materiaalbestendigheid tegen slijtage.

Deze technische oplossing maakt het toepassen van kleinere en lichtere startmotoren mogelijk, zodat de totale gewichtsbesparing in vergelijking met de gangbare aggregaten afhankelijk van de uitvoering toch nog circa 35 tot 40% bedraagt. Minder gewicht betekent uiteindelijk echter ook verlaging van het brandstofverbruik bij het rijden met een motorvoertuig.

4.3.1 Type EV met seriemotor

De startmotor type EV is voor motorvoertuigen met dieselmotoren van 1.8 tot 3 liter slagvolume bestemd.

Opbouw

De opbouw van de startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronsel type EV volgt uit de figuren 47 en 48.

Startmotor met overbrenging

Als motor voor deze startmotor is een gelijkstroom-seriemotor ingebouwd,

Fig. 47 Startmotor met overbrenging type EV met seriemotor in doorsnede.

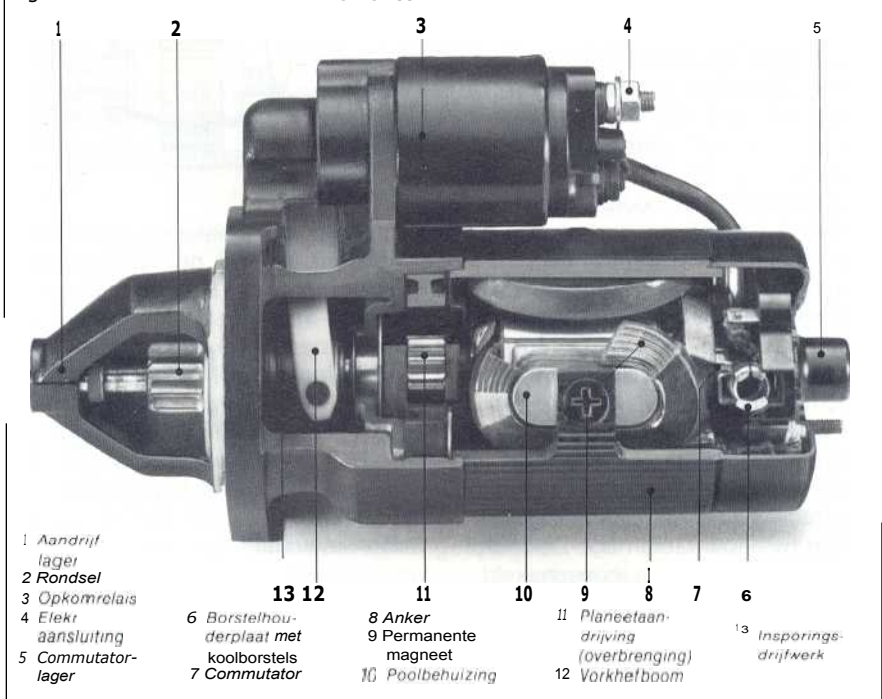
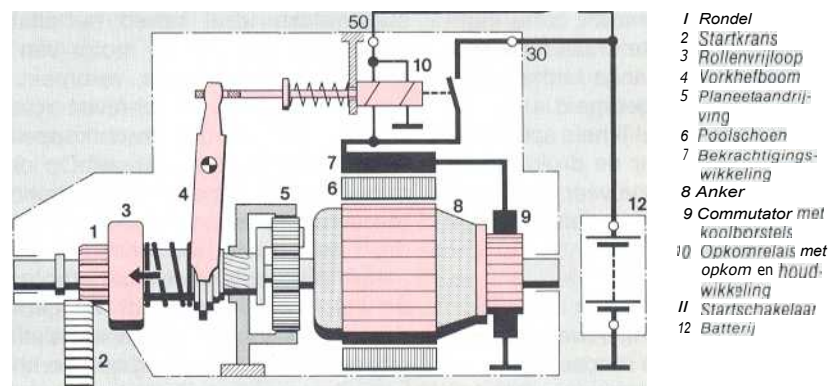


Fig. 48 Principe voorstelling van de opbouw en de elektrische schakeling van een startmotor met overbrenging type EV.



waarbij bekrachtigings- en ankerwikkeling in serie achter elkaar zijn geschakeld. Het toerental van de elektromotor met hoog toerental wordt door het planeetdrijfwerk (overbrenging) verkleind en op het insporingsdrijfwerk overgedragen. In dezelfde verhouding wordt het koppel verhoogd. De as van het holle wiel is van een schroefdraad met grove spoed voorzien, waarop de meenemer van het insporingsdrijfwerk wordt geleid.

Opkomrelais

Startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronksel met overbrenging worden net als startmotoren zonder overbrenging door een opkomrelais met opkom- en houdwikkeling ingeschakeld. Het is op de startmotor gemonteerd. De schuifbeweging wordt op dezelfde manier door de vorkhefboom op de ankeras overgedragen.

Insporingsdrijfwerk

In de opbouw zijn er geen noemenswaardige verschillen ten opzichte van het insporingsdrijfwerk van de reeds

beschreven startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronksel zonder overbrenging.

Werking

De samenstelling en opeenvolging van de verschillende startstanden komt overeen met de beschreven werking in het voorgaande hoofdstuk 'startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronksel zonder overbrenging'. Derhalve is noaamsaals een beschrijving op deze plaats niet nodig.

4.3.2 Type DW met motor met permanente bekrachtiging

De motor met overbrenging type DW met permanent veld is voor de toepassing in personenauto's met otomotoren tot 5 liter slagvolume ofwel dieselmotoren tot 1,6 liter slagvolume ontworpen. Hij biedt in vergelijking met de dusver gangbare startmotoren onder dezelfde voorwaarden een wel 40% lager gewicht en belangrijkleinere inbouwafmetingen bij gelijk of zelfs hoger startvermogen.

Fig. 49 Startmotor met overbrenging type DW met motor met permanente bekrachtiging in doorsnede.

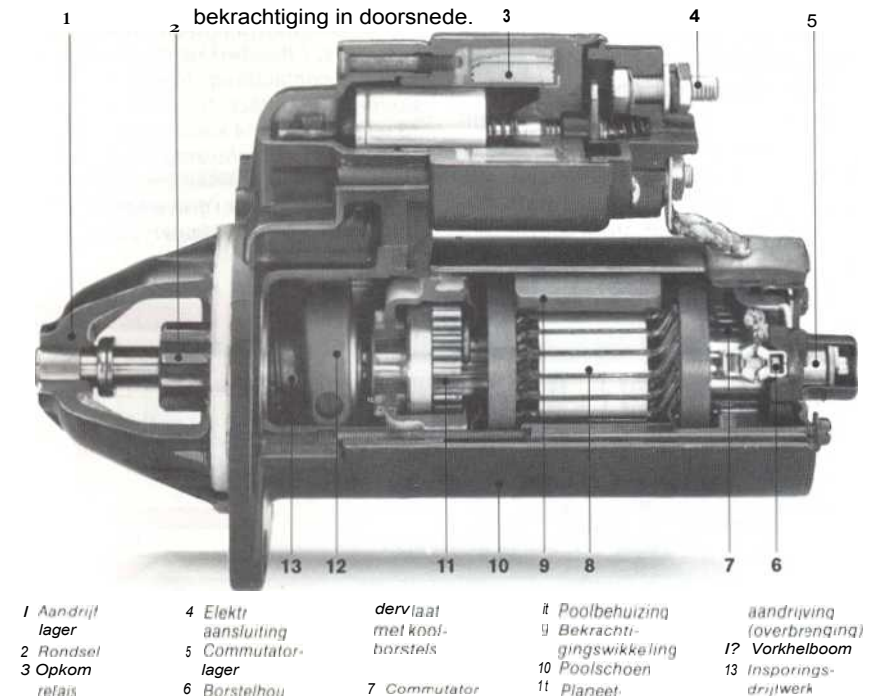
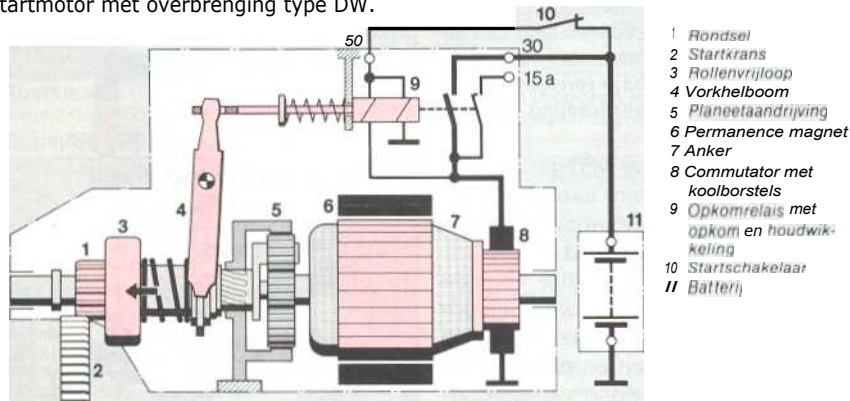


Fig. 50 Principe voorstelling van de opbouw en elektrische schakeling van een startmotor met overbrenging type DW.



Opbouw

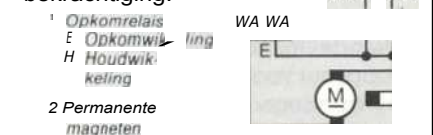
De opbouw van de startmotor met schuifbaar- en schroefdraadronksel type DW volgt uit de figuren 49 t/m 51

Startmotor met overbrenging

Als startmotor is een gelijkstroommotor met permanente bekrachtiging ingebouwd. In plaats van de elektromagneten (poolschoenen met bekrachtigingswikkeling) in het bekrachtigingscircuit worden alleen permanente magneten toegepast.

Anker en permanente magneten zijn gerangschikt afhankelijk van het vermogen van de motor (van de startmotor) qua lengte. Dit motorontwerp maakt het mogelijk, het bouwvolume van de startmotor en daarmee van de gehele startmotor essentieel te verlagen en een waardevolle gewichtsreductie te bereiken. Bovendien wordt zoals bij het type EV het hoge motortoerental door een overbrenging op het geschikte startmotortoerental teruggebracht en tegelijkertijd het vereiste hoge startmotorkoppel bereikt.

Fig. 51 Inwendige schakeling van de startmotor type DW met permanente bekrachtiging.



Opkomrelais

Zoals bij alle andere startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronksel is het opkomrelais voor het schakelen van de inspoorslag en de startmotorstroom op de startmotor gemonteerd en draagt de slagbeweging via de vorkhefboom over op de ankeras. Alle typevarianten van de startmotor DW zijn met hetzelfde opkomrelais uitgerust.

Insporingsdrijfwerk

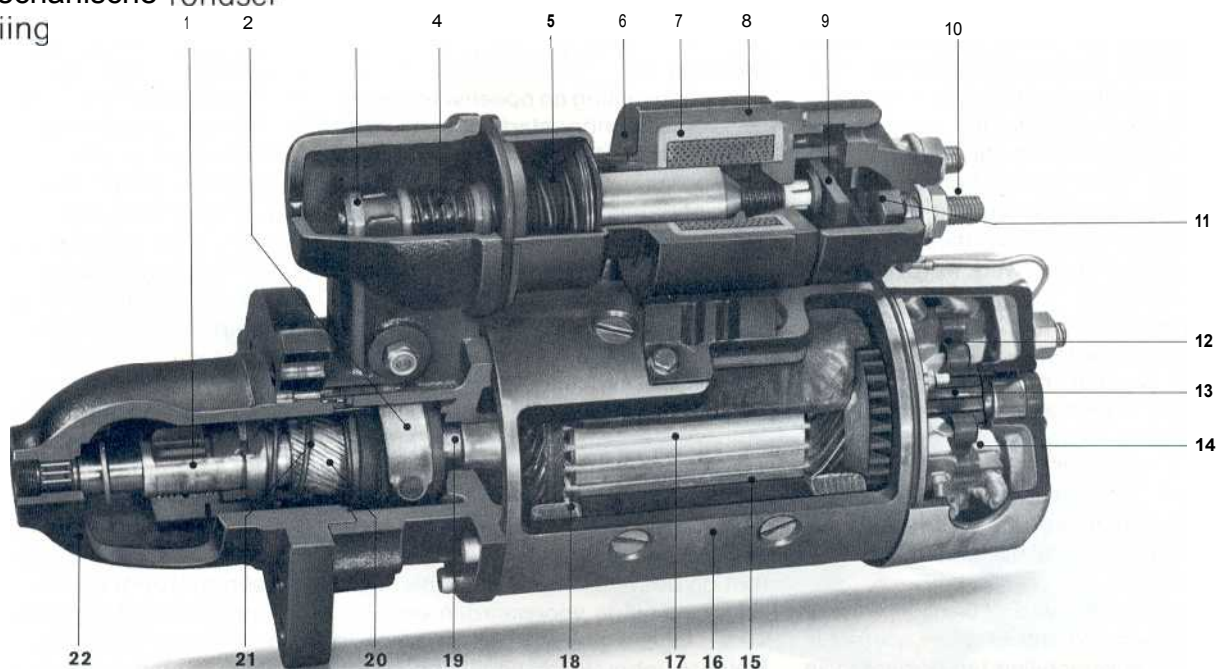
Het insporingsdrijfwerk met rollenvrijloop komt wat betreft opbouw en functie met de beschreven uitvoering van andere startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronksel overeen en wordt voor de verschillende typevarianten uniform gebruikt.

Werking

De werking van de startmotor met overbrenging type DW onderscheidt zich niet van de andere startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronksel. De beschrijving daarvoor kan men onder het hoofdstuk 'startmotoren met schuifbaar- en schroefdraadronksel zonder overbrenging' vinden.

Enkel de elektrische schakeling wijkt af van de gangbare versie, omdat de gewoonlijk in serie geschakelde bekrachtigingswikkeling niet aanwezig is. Bij het schakelen van het startmotorstroomcircuit vloeit de stroom direct naar de koolborstels en het anker.

4.4 Startmotor met schuifbare en mechanische rondsel-verdraaiing



Karakteristiek voor startmotoren met schuifbare en mechanische rondsel-verdraaiing is het erop gemonteerde opkomrelais, het in twee standen werkende insporingsdrijfwerk en de vrijloop met voorkantverandering, die in het insporingsdrijfwerk geïntegreerd is.

4.4.1 Type KE met seriemotor

De uitvoeringen van het type KE zijn voor zware bedrijfsvoertuigen met dieselmotoren tot 21 liter slagvolume bestemd, die voor de moeilijkste omstandigheden ingezet worden.

Bijzondere eigenschappen zijn:

- Onderhoudsvrij voor een voertuigrijvermogen tot 800.000 km;
- geschikt voor de hoogste trillings-eisen;
- waterdicht en aan de aandrijfszijde afgedicht voor oliedruk voor het gebruik bij motoren met natte koppeling of oliebadkoppelomzetter;
- in hoge mate ongevoelig tegen thermische overbelasting door temperatuurbestendige isolatiematerialen.

Opbouw

De opbouw en de inwendige schakeling van deze startmotoren volgt uit de figuren 52 t/m 54.

Motor van de startmotor

Als motor voor de startmotor is een gelijkstroom-seriemotor ingebouwd, waarbij de bekrachtigings- en ankerwinding achter elkaar zijn geschakeld.

De rondselvormig verlengde ankeras is van een rechte verandering voorzien, waarop de meenemer voor het insporingsdrijfwerk geleid wordt.

Opkomrelais

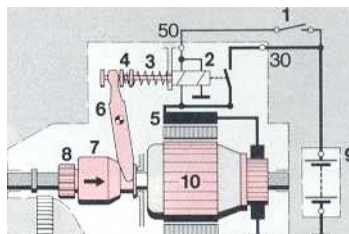
Het opkomrelais is op de startmotor gemonteerd en schuift het insporingsdrijfwerk met het rondsel via de vorkhefboom naar voren.

Het anker van het opkomrelais heeft op zijn uitstekend einde een zogenaamde 'draadklos', waarin de vork van de vorkhefboom met een bepaalde speelruimte aangrijpt. Voor aanvullen-

Fig. 52 Doornide van een startmotor met schuifbaar rondsel type KE.

1 Rondsel, 2 vorkhefboom, 3 'draadklos', 4 uitschakelveer, 5 terugstelveer, 6 opkomrelais, 7 houdwinding, 8 opkomwinding, 9 contactbrug, 10 elektrische aansluiting, 11 contact, 12 borstelvoer, 13 commutator, 14 koelborstel, 15 pool-schoen, 16 poolbehuizing, 17 anker, 18 bekrachtigingswinding, 19 remschijf, 20 schroefdraad met grove spoed, 21 insporveer, 22 aandrijflager

Ruststand

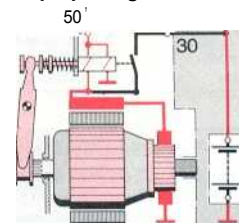


1 Ontsteking- ofwel rij-schakelaar
2 Opkomrelais
3 Terugstelveer
4 Houdveer
5 Bekrachtigingswinding

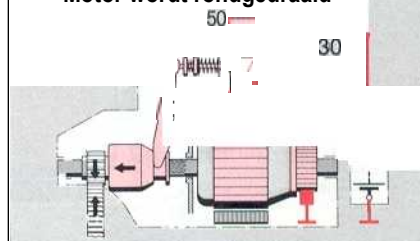
seriewinding
6 Vorkhefboom
7 Insporingsdrijfwerk
8 Rondsel
9 Batterij
10 Anker

Fig. 53 Schematische voorstelling van de belangrijkste arbeidsfasen van een startmotor met schuifbaar rondsel met mechanische rondselverdraaiing, type KE

Tand treft op opening



Motor wordt rondgedraaid



de speelruimte - dode weg genoemd tussen de glijblokken van de vorkhefboom en de geleidingswegen van de vorkhefboom is gezorgd. Daardoor wordt het mogelijk, voor de terugstelveer van het opkomrelais om het relaisanker over de waarde van de dode weg te bewegen en daarmee de contactbrug snel genoeg van de contacten te tillen.

Onder bepaalde voorwaarden, bijvoorbeeld bij het insporen in een geblokeerde startkranen, kan deze dode weg echter nut zijn. Voor dit geval is een aanvullende afschakelvering ingebouwd. Afschakelvering en terugstelveer zijn door hun veer karakteristiek zodanig op elkaar afgestemd, dat in rusttoestand de kracht van de afschakelvering en in opgekomen toestand - de kracht van de terugstelveer overheerst. Dode weg en afschakelvering zijn nodig, om in ieder geval het afschakelen van de startmotor te waarborgen.

Insporingsdrijfwerk

Startmotoren met schuifbaar rondsel type KE werken om rondsel en startkranen te ontzien met een mechanische tweestanden insporingsaandrijving. De meenemer van het insporingsdrijfwerk wordt op de rechte vertanding van de ankeras geleid en is door een koppelingsgedeelte en de 'zaagtanden' van de geïntegreerde vrijloop met voorkantvertanding met het rondsel verbonden. De vorkhefboom verschuift het insporingsdrijfwerk axiaal in de richting startkranen.

Werking

Eerste insporingsstand

Na het inschakelen van de startschakelaar wordt eerst de vorkhefboom

door het opkomrelais tegen de terugstelveer in beweging. voordat de krachtigings- en ankerwikkeling pas helemaal ingeschakeld worden. De vorkhefboom schuift het totale drijfwerk over de rechte vertande geleidingsbaan rechtlijnig tegen de startkranen. Raakt daarbij het rondsel in een tandopening van de startkranenvertanding, dan kan het zover insporen, als het zwaai bereik van de vorkhefboom toelaat. Het rondsel heeft dan de volledige schuifweg afgelegd.

Tweede insporingsstand

Komt bij het vooruitschuiven het rondsel tegen een tand, dan worden de overige drijfwerkgedeelten rechtlijnig in de richting startkranen verder geschoven. De schroefdraad met grove spoed van het vlakvertande koppelingsgedeelte zorgt ervoor, dat het rondsel in werkriching wordt verdraaid. Daarbij wordt gelijktijdig de veer van het insporingsdrijfwerk gespannen. De rondsel tand glijdt langs de startkranenstand tot bij de eerstvolgende opening, waarin het rondsel dan onder druk van de gespannen veer helemaal inspoort. Tijdens dit verloop draait het aan de voorkant vertande koppelingsgedeelte in inhaalrichting.

Verder bestaat nog de mogelijkheid, dat het rondsel in een beschadigde kerf van de startkranen komt en derhalve niet kan draaien. In dit geval draait

terwijl het drijfwerk door de vorkhefboom verschoven wordt, het startmotoranker over de schroefdraad met grove spoed, van het koppelingsgedeelte met voorkantvertanding, tegen de werkriching in en de veer wordt gespannen. Drijfwerk- en relaisweg zijn zo op elkaar afgestemd, dat door dit bewegingsverloop de hoofdstroom niet wordt ingeschakeld. In dit stadium moet de startpoging verbroken worden (blinde schakeling). Na het afschakelen van de startschakelaar ontspant de veer zich weer, het rondsel draait daardoor in inhaalrichting en krijgt zo een gunstige uitgangsstand voor een hernieuwde startpoging.

Startfase

Na het volledig insporen schakelt het opkomrelais, afhankelijk van zijn aangelegde weg, de hoofdstroom, die op de klem 30 staat. Daarbij werkt slechts de houdwikkeling. De elektromotor van de startmotor kan zijn volledig koppel op de startkranen van de te starten motor overdragen.

Inhaal- en uitsporingsverloop

Zodra door de sneller draaiende verbrandingsmotor een inhaalwerking optreedt, wordt het rondsel door de startkranen aangedreven. Het brengt daarbij het door de voorkantvertanding verbonden koppelingsgedeelte via de schroefdraad met grove spoed naar achteren en spant gelijktijdig de veer van de vrijloop.

De scheiding van de vrijlooptanden met voorkantvertanding wordt aanvullend nog door diverse centrifugale gewichten ondersteund, die via een conische ring een kracht in de langsriching uitoefenen. Daardoor wordt de motor van de startmotor goed beschermd tegen ontoelaatbaar hoog toerental. Pas wanneer de startmotorschakelaar uitgeschakeld wordt, gaan vorkhefboom en drijfwerk onder druk van de terugstelveer terug. Daarbij wordt het nog draaiende anker door een mechanische remschijf snel tot stilstand gebracht. De terugstelveer houdt het drijfwerk vast in de rusttoestand.

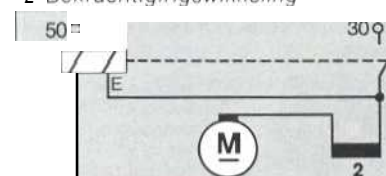
54 Inwendige schakeling van startmotoren met schuifbaar rondsel en mechanische rondselverdraaiing, type KE.

1 Opkomrelais

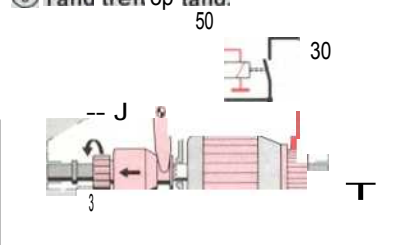
E Opkomwikkeling

H Houdwikkeling

2 Bekrachtigingswikkeling



③ Tand treft op tand.



1 Ruststand.

Startmotor stroomloos. Hoofdstroom niet ingeschakeld.

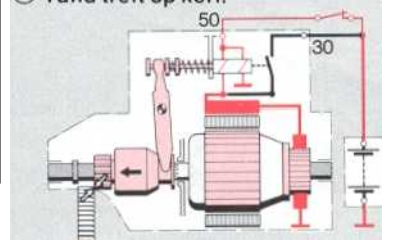
2 Gunstige insporingsstand.

Rechtlijnig insporingsstand. Hoofdstroom niet ingeschakeld. Opkom- en houdwikkeling ingeschakeld. Rondsel tand treft op tandopening, rondsel spoort direct in. Toestand kort voor inschakelen.

3 Moeilijke insporingsstand.

Rechtlijnige opkomst van de insporingsstand. Opkom- en houdwikkeling ingeschakeld. Rondsel tand treft op startkranen tand. Schroefdraad met grove spoed zorgt voor rondselverdraaiing (tweede insporingsstand). Inspoorveer samengegredrukt, rondsel zoekt tandopening en spoort in.

④ Tand treft op kerf.



4 Geen insporen mogelijk.

Schakelaar Rondsel tand treft op kerf van de startkranen en wordt geblokkeerd. Schroefdraad met grove spoed zorgt voor ankerverdraaiing tegen de werkriching to (hoofdstroom niet ingeschakeld). Inspoorveer samengegredrukt, verbraking van het startproces. Bij ontspanning van de inspoorveer volgt rondselverdraaiing in inhaalrichting en terugkeer naar de rusttoestand. Hierna nieuwe startpoging.

5 Eindstand

Vorkhefboom in stand. Opkomwikkeling stroomloos. Hoofdstroom vloeiend. Rondsel volledig ingespoort. Motor wordt aangedreven.

4.5 Startmotor met schuifbaar rondsel met elektromotorische rondselverdraaiing

Startmotoren met schuifbaar rondsel en elektromotorische rondselverdraaiing worden voor het starten van grote verbrandingsmotoren gebruikt; ze werken voor het ontzien van rondsel en startkrans met een elektrisch tweestanden insporingsdrijfwerk.

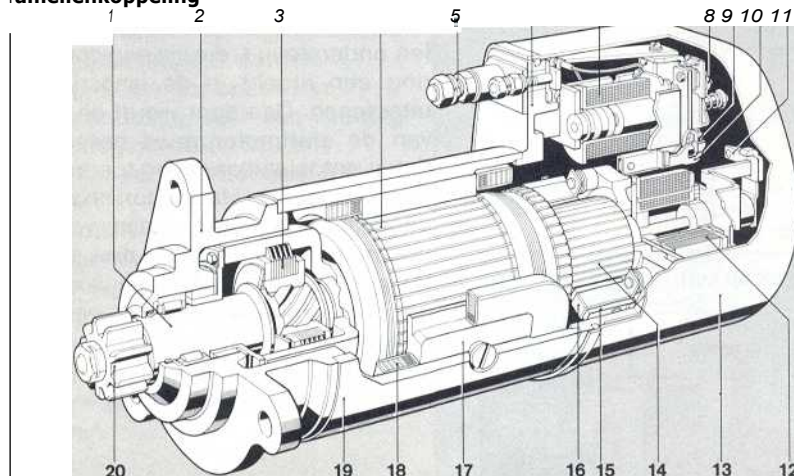
De eerste schakelstand ondersteunt enkel het insporen van het startmotorrondsel. De verbrandingsmotor wordt daarbij nog niet rondgedraaid. Pas in de tweede stand wordt direct voor het einde van de rondselin-spoorweg de volledige bekrachtigings- en ankerstroom ingeschakeld. Startmotoren van deze constructie worden gekenmerkt door het feit dat de opkommagneet samen met de andere onderdelen coaxiaal, dus in een asrichting, geplaatst is. Tot deze constructiesoort worden gerekend: KB/QB-startmotoren en TB/TF-startmotoren.

4.5.1 Type KB/QB met compound-motor

Opbouw

De doorsnede (fig. 55) toont de opbouw van een KB-startmotor.

Fig. 55 Doorsnede door een startmotor met schuifbaar rondsel, type KB met elektrisch weestanden *insporingsaandrijving*. Men herkent in het achterste deel de via de nspoorstang op het rondsel werkende opkommagneet, in het voorste deel de lamellenkoppeling



- 1 **Aandrijfspil**
- 2 **Aandrijfslager**
- 3 **Lamellenvrijloop**
- 4 **Anker**
- 4 **Elektrische aansluiting**

Fig. 56 Stuurrelais van een KB-startmotor



Motor van de startmotor

Het anker van de motor van de startmotor is in het aandrijf- en commutatorlager gelagerd; hij heeft een holle ankeras, die tot aan het aandrijfager als meenemerflens voor de lamellenvrijloop uitgevoerd is. Deze meenemerflens is door een deksel afgesloten, waarop een glijlager voor de lagering van het startankermotor in het aandrijfager zit. Aan de commutatorkant is het startmotoranker in een glijlager gelagerd.

Uit de schakeling van het inwendige (fig. 58) volgt, dat naast de seriewikkeling nog een shuntwikkeling voor het opwekken van het veld dient. Deze shuntwikkeling blijft bij verschillende uitvoeringen van het startmotortype KB principieel in beide schakelstanden parallel aan de motor van de startmotor geschakeld. Bij verdere (andere) uitvoeringen wordt de shuntwikkeling in de voorstand als voorschakelweerstand in serie met de motor van de startmotor geschakeld. Om door begrenzing van de ankerstroom aan een langzamere ankerverdraaiing bij te dragen. In de hoofdstand staat ze parallel aan de motor van de startmotor en zorgt voor een begrenzing van het maximale startmotortoerental. Bij QB-startmotoren wordt ter verhoging van het koppel van de voorstand nog aanvullend een hulpwikkeling gebruikt.

Opkommaqneet en stuurrelais

Op het commutatorlager zijn een opkommagneet voor het rondsel en een stuurrelais voor de beide schakelstanden **geflensd**. Deze plaatsing van de opkommagneet maakt **het nodig**, **dat** **het** rondsel via een inspoorstang, die door de holle ankeras **leidt**, naar voren wordt geschoven. **Bovendien** heeft de opkommagneet de taak via ontkoppelhefboom, pal en aanslagplaatje de contactbrug van **het** stuurrelais vrij to geven.

Insporingsdrijfwerk

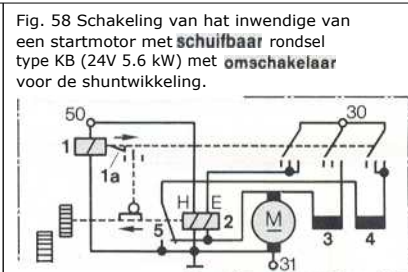
De aandrijfspil, waarvan op de schroefdraad met grove spoed de lamellenvrijloop zit, is in een rollenlager in de aandrijfslagerbehuizing en in een naaldlager van de ankeras gelagerd. Het rondsel is met de drijfwerkspil door een pasveer verbonden. De krachtkoppeling tussen startmotoranker en startmotorrondsel wordt, afhankelijk van de arbeidsfase, door de reeds uitvoerig beschreven lamellenvrijloop verzorgd of onderbroken.

Werking

De afbeeldingen en de beschrijving van de werking bij het in- en uitsporen zijn afgestemd op het type KB.

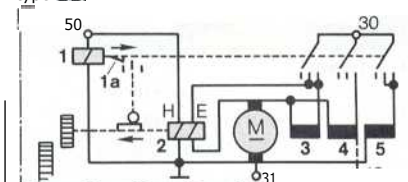
1. Schakelstarid (vóórstand)

Na het inschakelen van de startschakelaar



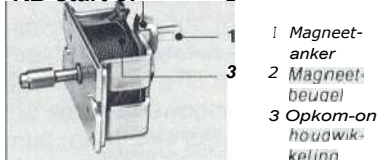
- 1 Stuurrelais
2a Pal
2 Opkommagneet
E Opkomwikkeling
H Houdwikkeling
3 Serieschakeling
4 Shuntwikkeling
5 Omschakelaar voor
shuntwikkeling

Fig. 59 Schakeling van het inwendige van een **startmotor** met schuifbaar rondsel.



- 1 Stuurrelais
- 1a Pal
- 1 Opkommagneet
- E Opkomwikkeling
- H Houdwikkeling
- 3 Houdwikkeling
- 4 Seriewikkeling
- 5 Shuntwikkeling

Fig. 57 Opkommagneet van een KB-start of 2



- 1 **Magneet-anker**
- 2 **Magneet-beugel**
- 3 **Opkom-onhoudwikkeling**

kelaar vloeit stroom door de wikkeling van het stuurrelais en door de houdwikkeling van de elektromagneet. Ten gevolge daarvan sluit het stuurrelais dan direct ook het stroomcircuit van de opkomwikkeling van de opkommagneet. Het magneetanker schuift nu via **inspoorstang** en aandrijfspil het rondsel tegen de startkrans van de verbrandingsmotor. Tegelijkertijd wordt de met het startmotoranker in serie geschakelde shuntwikkeling bekrachtigd. Ze werkt samen met de opkomwikkeling van de opkommagneet als voorschakelweerstand voor de startmotor-ankerwikkeling (bij **QB-startmotoren** bovendien nog de hulpwikkeling). Daardoor wordt de ankerstroom zo sterk **begrensd**, dat het startmotoranker slechts een gering koppel kan ontwikkelen en derhalve ook maar zeer langzaam draait. In de 1^e schakelstand wordt **dus** het **startmotorrondsel** in axiale richting naar voren geschoven en tegelijkertijd langzaam **rondgedraaid**, om een soepel insporen mogelijk te maken. De verbrandingsmotor **daarentegen** wordt nog niet rondgedraaid, omdat het geringe startmotorkoppel hiervoor niet voldoende is. Indien het startmotorrondsel ten gevolge van ongunstige stand niet direct kan insporen, wordt het langs de voorkant van het vlak met tanden van het startkrans-vliegwiel

rondgedraaid, tot de **rondseltand** in de naburige tandkransopening inspoort. Bij een blinde schakeling tengevolge van een tand-op-tand of kant-op-kant stand kan het rondsel echter niet insporen. In dit geval moet het startverloop direct onderbroken en daarna weer herhaald worden.

2. Schakelstand (hoofdstand)

Direct voor het einde van de rondsel-inspoorweg **bedient** een ontkoppelhefboom een pal, zodat de contactbrug van het stuurrelais vrijgegeven wordt. Onder de werking van een gespannen veer wordt de contactbrug met een slag tegen de contacten gedrukt. Ze schakelt de hoofdstroom in, die dan door seriewikkeling en anker vloeit. Bij **verschillende** startmotoruitvoeringen schakelt bovendien een wisselschakelaar van de opkommagneet de shuntwikkeling parallel, zodat de seriefunctie, tot dusver werkzaam, wordt **omgeschakeld** (fig. 58). De motor van de startmotor krijgt nu de **volledige** stroom en **draait** door middel van de **lamellenvrijloop** de **verbrandingsmotor** met het volledige koppel rond.

Inhaal- en uitsporingsproces

Komt bij het aanslaan van de verbrandingsmotor het **startmotorrondsel-toerental** boven het stationai-

re toerental van het startmotoranker, dan treedt een verandering van de richting van de kracht op. Door **medewerking** van de schroefdraad met grove spoed in de **lamellenvrijloop** wordt de harde krachtkoppeling tussen startmotorrondsel en startmotoranker onderbroken en hiermee wordt verhinderd, **dat** de motor van de startmotor versneld wordt tot te hoge toerentallen.

Het rondsel zelf blijft echter nog in aangrijping zolang de startschakelaar wordt bediend. Pas wanneer de startschakelaar losgelaten en **daarmee** de startmotor uitgeschakeld wordt, is de **stroomtoevoer** voor de wikkeling van het stuurrelais van de opkommagneet voorkomen. Het stuurrelais onderbreekt daarna het **hoofdstroomcircuit**, waardoor het drijfwerk met het rondsel door een terugstelveer, die zich binnenin de holle ankeras bevindt, ook weer in de ruststand kan worden gebracht. Het rondsel spoort uit en keert in zijn uitgangsstand terug.

De genoemde terugstelveer heeft ook de taak, de aandrijfspil **ondanks** de trillingen door de **lopende** motor tot het volgende startproces in de ruststand vast to houden. Bij het uitsporen wordt ook de door de veer belaste pal van het stuurrelais weer in de sperstand gedrukt, zodat het volgende startproces weer in twee standen kan gebeuren.

- 1 Ruststand.
- 1 Ontsteking ofwel rijschakelaar
- 2 Pal
- 3 Ontkoppelhefboom
- 4 Stuurrelais
- 5 Contactbrug
- 6 Aanslag
- 7 Opkommagneet
- E Opkomwikkeling
- H Houdwikkeling
- 8 Anker
- 9 Bekrachtigingswikkeling
- N Shuntwikkeling
- R Seriewikkeling
- 10 Rondsel
- 11 Batterij
- 12 Lamellenvrijloop

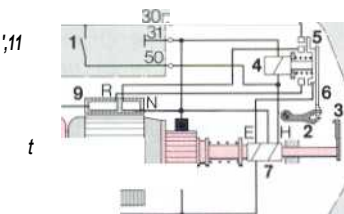


Fig. 60 **Schematische** voorstelling van de belangrijkste arbeidsfasen van een startmotor met schuifbaar rondsel type KB.

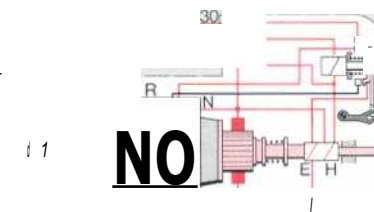
1 Ruststand.
Startmotor stroomloos. Veer van het stuurrelais drukt contactbrug in ruststand

2 Gunstige inspoorstand.
Rijschakelaar mgeschakeld Aanslag zit tegen pal. Stuurrelais, opkommagneet en shuntwikkeling zijn mgeschakeld. Rondsel wordt naar voren geschoven. Anker draait langzaam (schakelstand 1) met gering koppel. Rondseltand treft op tandopening en spoort in de startkrans in

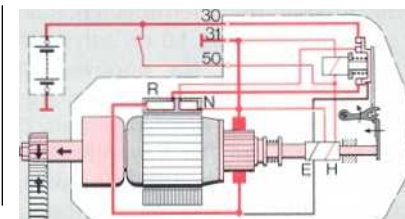
3 Geen insporen mogelijk.
Rijschakelaar ingeschakeld. Aanslag zit tegen pal. Stuurrelais, opkommagneet en shuntwikkeling zijn ingeschakeld. Rondsel wordt naar voren geschoven. Rondseltand treft op startkransstand en kan niet insporen.

Startpoging moet herhaald worden

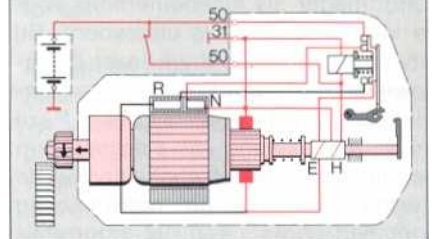
2 Tand treft op opening.



4 Motor wordt rondgedraaid.



3 Tand treft op tand of kant.



4 Eindstand.

Pal wordt door ontkoppelhefboom opgetild. Contactbrug schakelt bovendien hoofdstroom voor seriewikkeling in (schakelstand 2). Startmotor heeft volledig koppel Motor wordt rondgedraaid

4.5.2 Type TB/TF met compoundmotor

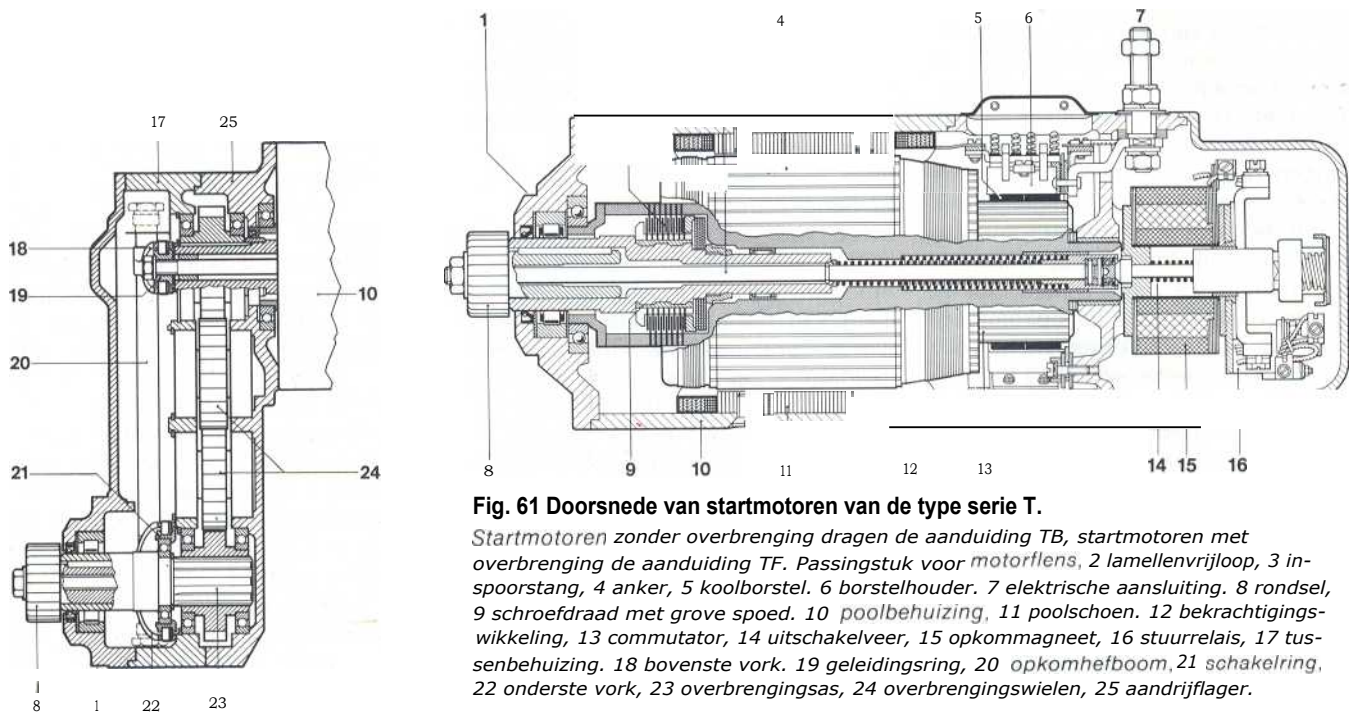


Fig. 61 Doorsnede van startmotoren van de type serie T.

Startmotoren zonder overbrenging dragen de aanduiding TB, startmotoren met overbrenging de aanduiding TF. Passingstuk voor motorflens, 2 lamellenvrijloop, 3 inspoorstang, 4 anker, 5 koolborstel, 6 borstelhouder, 7 elektrische aansluiting, 8 rondsel, 9 schroefdraad met grove spoed, 10 poolbehuizing, 11 poolschoen, 12 bekrachtigingswikkelding, 13 commutator, 14 uitschakelveer, 15 opkommagneet, 16 stuurrelais, 17 tussenbehuizing, 18 bovenste vork, 19 geleidingsring, 20 opkomhefboom, 21 schakelring, 22 onderste vork, 23 overbrengingsas, 24 overbrengingswielen, 25 aandrijflager.

Opbouw

De principiële opbouw van de T-startmotor komt grotendeels overeen met de startmotoren KB/QB. Onbeduidende verschillen komen voor in de vorm van de behuizing, de lagering en in het elektrisch bereik van de startmotoren.

Zo is bijvoorbeeld de meenemerflens van het startmotoranker niet in een glijlager, maar in een antifrictielager van de aandrijflagerbehuizing gelagerd. Ter bescherming tegen binnendringen van olie, vuil of stof in het inwendige van de startmotor zijn verschillende onderdelen speciaal afgesloten.

Motor van de startmotor

Het anker van de motor van de startmotor heeft net zoals het type KB/QB een holle as, die tot aan het aandrijflager als meenemerflens voor de lamellenvrijloop is uitgevoerd. Bij uitvoeringen tot 36 V zit naast de serie-wikkeling bovendien nog een remwikkelding op de poolschoenen. Deze werkt niet, zolang de startmotor in bedrijf is. Na het uitschakelen van de startmotor wordt de remwikkelding door een contact van het stuurrelais parallel aan het nog lopende startmotoranker geschakeld en werkt daardoor als stroomrem, die het anker in de kortst mogelijke tijd stilzet (fig. 62). Bij uitvoeringen vanaf 50 V is geen remwikkelding, maar een shuntwikkelding aanwezig.

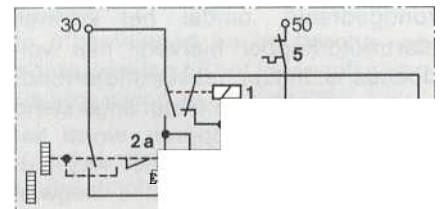
Opkommagneet en stuurrelais

De elektrische aansluitingen en het stuurrelais zijn samen met de opkommagneet in een cilindrische commu-

tatorlagerbehuizing ondergebracht, dus niet in een uitstulping zoals bij het type KB en OB. Het rondsel wordt echter op dezelfde manier door de opkommagneet via een inspoorstang naar voren geschoven, die door de holle ankeras leidt. In de opkommagneet bevindt zich bovendien nog een tegenwikkelding, die als voorschakelweerstand voor het bepalen van het startmotorkoppel bij het inspoeren dient.

Thermoschakelaar

Voor startinstallaties, waarbij met bijzonder lang starten en steeds weer herhaald schakelen moet worden gerekend (bijvoorbeeld bij geringe batterijspanning, beschadigde startkranstanden of storingen aan de verbrandingsmotor), worden T-startmotoren met twee ingebouwde thermoschakelaars ter bescherming tegen een thermische overbelasting van het schakelen in de eerste en tweede schakelstand gebruikt. Deze thermoschakelaars zijn in serie geschakeld en in de koolborstels of in verbindingseleidingen ingebouwd. Komt de temperatuur in de wikkeldingen van de opkommagneet onder invloed van blinde schakelingen of door temperaturen van andere stroomvoerende delen boven bepaalde waarden, dan onderbreken de thermoschakelaars de startmotorleiding 50 en schakelen de startmotor af. Na ongeveer 20 minuten is de startmotor zover afgekoeld dat weer kan worden gestart. De schakelingen van het inwendige van zulke startmotoren kunnen afhankelijk van de nominale spanning onbeduidend van elkaar afwijken. Ter voor-



62 Inwendige schakeling van een startmotor met schuifbaar rondsel type TB 24 V.

V.	2a	Pal
1 Stuurrelais	3 Seriewikkeling	
2 Opkommagneet	ling	
• Opkomwikkelding	4 Remwikkelding	
• Tegenwikkelding	5 Thermoschakelaar	
H Houdwikkelding		

koming van vonken is bij startmotoren van hogere spanning parallel aan de thermoschakelaars nog een condensator geschakeld.

Insporingsdrijfwerk

Het insporingsdrijfwerk bestaat zoals bij het type KB/QB uit lamellenvrijloop, aandrijfspil met schroefdraad met grove spoed en rondsel. De startmotor type TF onderscheidt zich van het type TB principieel door een overbrenging (fig. 61). Bij de TF-startmotoren is het rondsel ten aanzien van het anker verschoven. Door de zo bepaalde excentrische aandrijving kunnen bij de montage van de startmotor aan de verbrandingsmotor vaak gunstiger ruimteproporties verkregen worden. De overbrengingsas met rondsel is in het overbrengingslager verschuifbaar in draai- en langsrichting gelagerd. Een in de tussenbehuizing zittende vorkhefboom draagt de schuifbeweging van de inspoorstang over op de overbrengingsas met rondsel. Bij het

twentieth century

5 Inbouwen van de startinstallatie

5.1 Montage van de startmotor

Startmotoren worden ofwel door het vliegwiel naast de krukasbehuizing of achter het vliegwiel naast de versnelling bevestigd - afhankelijk van de uitvoering met flens of op een zadel, elektrisch goed geleidend met de motormassa verbonden. Kleinere en middelmatige startmotoren worden bij flensbevestiging meestal met een flens met twee gaten gemonteerd, terwijl grotere startmotoren een SAE-flens (genoemd naar de Society of Automotive Engineers) hebben. Verschillende voertuigtypen zijn van een aanvullende steun voorzien, om de trillingsbelasting van de startmotor te verminderen. Bij zadelbevestiging worden stevige klembeugels of een spanplaat gebruikt.

De montagestand is in het algemeen horizontaal, waarbij elektrische aansluitingen en opkomrelais boven liggen. Startmotoren, waarvan de lagers vanwege bijzondere bedrijfsvoorwaarden (stof, vuil) vaker nagesmeerd moeten worden, vereisen vrij toegankelijke smeerpunten.

Een inpassingsstuk aan de startmotor dient voor het centreren en aanhouden van de Land-flank speelruimte. Bovendien kan daarmee de vliegwielbehuizing tegen het binnendringen van vuil, olie en spatwater in de startmotor afgedicht worden.

5.2 Startmotor-hoofdleiding

Bij een blik onder de motorkap van een personenauto kan men zich ervan overtuigen, dat de van de batterij naar de startmotor lopende hoofdleiding een opvallend grote doorsnede heeft. Bovendien is de afstand tussen batterij en startmotor en zodoende ook de leidinglengte zo kort mogelijk gehouden. Dat wijst erop, welke betekenis aan deze startmotor-hoofdleiding toegekend moet worden. De doorsnede van een elektrische leiding hangt steeds van de aangesloten verbruikers af. De grootste verbruiker in het voertuig is - ook indien maar kortstondig voor het startproces - in ieder geval de startmotor. De grootte van de batterij wordt door hem bepaald en de dimensionering van de startmotor-hoofdleiding ook.

Tussen batterij en startmotor vloeien tijdens het startproces zeer grote stromen. Bij toerental '0' en ingespoord rondsel kan afhankelijk van de grootte van de startmotor kortstondig een kortsluitstroom van 335 A (type DF) tot 3250 A (type KB/TF) vloeien. Onder deze voorwaarden moet de hoofdstroomleiding een zo klein mogelijke weerstand hebben, opdat geen to hoog spanningsverlies optreedt. Terwijl de weerstand (aanvoer- en terugvoerleiding) niet boven 1 mil moet komen, is het toelaatbare spanningsverlies bij 12 V nominale spanning op 0,5 V en bij 24 V nominale spanning op 1 V begrensd. De hoofdleiding van de startmotor moet dus zo kort mogelijk worden gehouden en een voldoende grote doorsnede hebben.

Voorbeeld:

De startmotor type EF 12 V 0,85 kW voor ottomotoren tot 2 liter slagvolume neemt, wanneer hij aan een batterij met nominale capaciteit van 55 Ah aangesloten is, een kortsluitstroom van 427 A op. Wanneer rekening wordt gehouden met leidingverwarming en spanningsverlies moet een 1,9 m lange startmotorhoofdleiding minstens een doorsnede hebben van circa 30 mm² (afgerond op de eerstvolgende genormaliseerde doorsnede van 35 mm²).

De stroomterugvoer gebeurt in de regel via de startmotor- en motormassa. Dit wordt mogelijk gemaakt door een goede massaverbinding van de startmotor en optimale massaterugvoerleiding tot aan de batterij. Als een geïsoleerde terugvoerleiding aanwezig is, kan deze massaverbinding vervallen. De elektrische aansluitingen worden met rubberen hulzen of rubberen kappen beschermd.

De vereiste doorsnede van een startmotor-hoofdleiding hangt van de volgende invloedsgrontheden af:

- Stroomopname van de startmotor bij kortsluiting (toerental '0') en met het oog op de verwarming kortstondig toelaatbare belasting van de leiding;
- materiaal van de toevoerleiding en zijn soortelijke elektrische weerstand (vanwege de gunstige materiaaleigenschappen zijn gewoonlijk koperleidingen gebruikelijk);
- leidinglengte;
- nominale spanning van de startinstallatie en toelaatbaar spanningsverlies bij kortsluitstroom.

Fig. 64 Startmotor met flensbevestiging

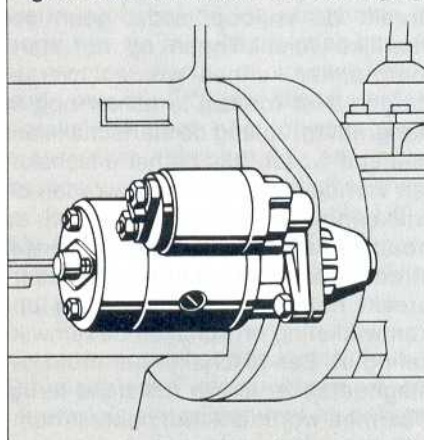


Fig. 65 Startmotor met aanvullende steun.

- 1 Flensbevestiging
- 2 Steun 2

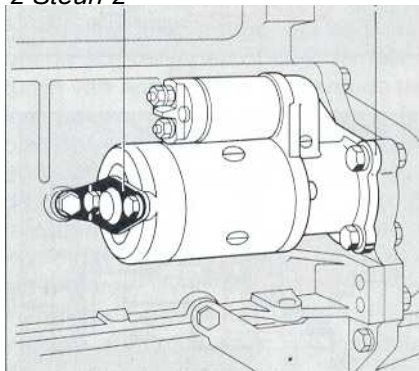
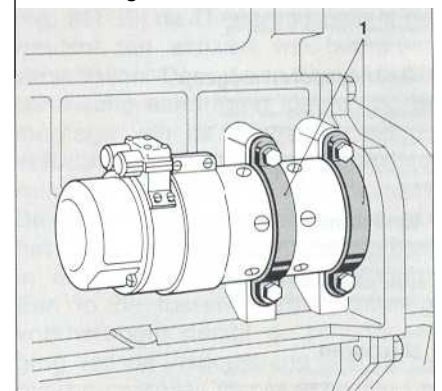


Fig. 66 Startmotor met zadelbevestiging.

- 1 Klembeugels omsluiten de startmotor-behuizing



5.3 Startschakelaar

Bij schakelaars, die voor startinstallaties van belang zijn, gaat het meestal om mechanische **handschakelaars**. Ze dienen **ofwel** voor het direct schakelen van kleinere startmotoren of voor het indirect schakelen van grotere startmotoren via een aanvullend vereiste relais.

5.3.1 Startschakelaar met een functie
De drukknop is als normale schakelaar met een functie met **in-uit-schakelfunctie** de eenvoudigste soon **startschakelaar**. De drukknop gaat automatisch in de uitgangsstand **terug**.

5.3.2 Ontstekings- en startschakelaar voor voertuigen met ottomotor

Ontstekings- en startschakelaars met ingebouwd veiligheidsslot zijn schakelaars met meervoudige functie voor batterij-ontstekingsinstallaties. Hiermee wordt de stroom voor het grootste gedeelte van de verbruikers, inclusief de ontsteking, ingeschakeld en het starten uitgevoerd. De schakelaaruitvoeringen onderscheiden zich door het aantal schakelstanden of ook wel door het felt of een startherhaalverhinderend ingebouwd is of niet. De gebruikelijke schakeistanden **'uit-in-starten'** kunnen bovendien met de standen **'parkeerlicht'** en/of **'radio aangevuld'** zijn. Vanuit de laatste schakelstand **'starten'** gaat de sleutel automatisch in de basisstand **'in'** terug.

5.3.3 Gloeistartschakelaar voor voertuigen met dieselmotor

Voor het starten van **dieselmotoren** worden gloeistartschakelaars in de vorm van trek-, draai- of sleutelschakelaars gebruikt.

Gangbare startinstallaties hebben **trek- of draaischakelaars**, die uitsluitend voor het voorgloeien en starten geschikt zijn. Deze gloeistartschakelaars met de drie schakeistanden **'uit-voorgloeien-starten'** veronderstellen een aanvullende rijschakelaar, waarmee van to voren de elektrische installatie **ingeschakeld** wordt. Na het inschakelen van de algemene rijschakelaar wordt de schakelknop van de **trekschakelaar** in stappen in de voorgloe- en startstand getrokken en daar voor de duur van het gloei- en startproces vastgehouden. Bij het loslaten gaat de schakelknop automatisch in de basisstand **'uit'** terug. Bij **draaischakelaars** wordt hetzelfde startproces door een draibare schakelingreep mogelijk **gemaakt**.

Sleutelschakelaars hebben een **combinatie** van gloeistart- en rijschakelaars. Ze vervullen met de veer (of vijf) schakeistanden **'(parkeerlicht)-uit-in-voorgloeien-starten'** alle vereiste schakelfuncties en maken zodoende een rijschakelaar overbodig.

Van het aanzetten tot het starten

In de **beginjaren** van de **automobil** kon de motor van het motor **vertuig** slechts met een **handslinger 'aangezet'** worden. Dit proces, het **'aanslingeren'**, was erg **vermoeiend** en vanwege te **rugslagen** to nu en (fail door voor-**ontsteking** lurk tells nog **gevaarlijk**.

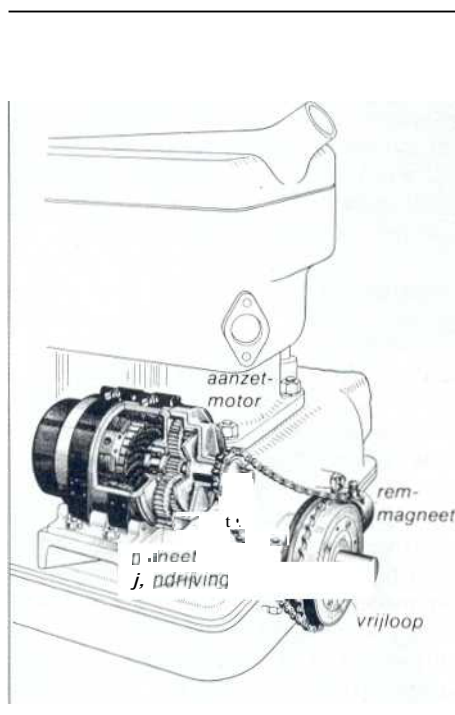
De **eigenlijke ontwikkeling** van de **nicest** verschillende startmotorsystemen voor motorvoertuigen kwam omstreeks 1905 opgang, loch do **toenmalige** automobiellclub van Frankrijk **Cell** wedstrijd organiseerde, die **Cell** startinrichting in plaats van de **hand-slinger** verlangde.

Reeds in het jaar 1912 begon Robert Bosch met de house van een **elektrisch aangedreven** cent **refugale-kraft** startmotor (lange tijd 'starter' genoemd) waarvan het principe in de **dertiger** jaren na do **invoering** van **dieselmotoren** in motorvoertuigen nogmaals **aangepakt** wrd. Een paar later wrd een **elektro-startmotor** ontwikkeld, (tic als **aandrijving** een **sneldraaiende elektro-motor** kreeg. Door een **planeetaandrijving**, die **erachter** wrd **geschakeld**, wrd het vereiste **hoge koppel** bereikt. De **aandrijving** van de **verbrandingsmotor** gebeurde via een **kettingaandrijving** en een **speciale vrijlooppkoppeling**, die de **harde krachtkoppeling**

na do start van de motor **ophief**.

Door het **verkrijgen** van **Amerikaanse** patenten in het jaar 1914 wrd do **verdere ontwikkeling** - **eers** dic van do startmotor met **schuithaar rondsel** **ingeleid**. Aan hem **vooruitstekende** cinde van het anker was **nu een klein rondsel** bevestigd, dat met het **vertande liegwiell** van de motor in **aangrijping** kwam, zodra het **gehele anker** hij het **inschakelen** van de startmotor door het **magnetisch veld** uit zijn ruststand **axiaal verschoven** wrd. I let **insporen** en **starten** **maakt** men **mogelijk** door een **voetschakelaar** met drie **schakelstanden**. Een **ankerterugzetveer** zorgde voor het **terugzetten** in de ruststand.

In de **daarop volgende tijd** leidden **s erdere ontwikkelingsstappen**, **under andere** door **economische motieven**, tot **wezenlijke verbeteringen** en **vereenvoudigingen** in de **opbouw** en de **functie** van do startmotor. %o wrd in 1926 door over name van een **licentie** van de startmotor met **schroefdraadrondsel**. In 1930 de startmotor met **schuithaar rondsel** en **nogmaals** circa 10 jaren later de **startmotor** met **schuithaar- en schroefdraadrondsel** **ingevoerd**. I let **basisprincipe** van deze start motoren is tot nu toe **gehandhaafd** gebleven.

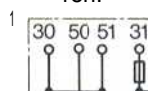


'Bosch-starter' uit het jaar 1913 met planeetaandrijving en vrijlooppkoppeling.

5.4 Relais

Relais worden hoofdzakelijk voor grotere startmotoren gebruikt en hebben afhankelijk van het bestemmingsdoel verschillende taken te vervullen:

- Schakelen van de hoge startmotor-hoofdstromen;
- omschakelen van de stroomcircuits;
- bescherming voor schade aan de startmotor en startkrans;
- startherhaling bij valse start;
- parallelschakelen van startmotoren.



5.4.1 Batterijom-schakelrelais

Het batterijom-schakelrelais wordt in gemengde 12/24 V-installaties (12 V voertuignetspanning en 24 V startmotorspanning) gebruikt. Na indrukken van de startschakelaar krijgt het schakelrelais in het batterijom-schakelrelais via klem 50a stroom. Het parallel schakelt daarbij de contacten zo om dat de beide van tevoren parallel geschakelde 12 V-batterijen voor het startproces tijdelijk achter elkaar geschakeld worden en op de startmotor een spanning van 24 V staat.

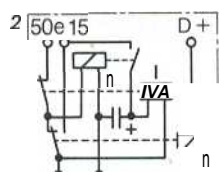
5.4.2 Start-sper-relais

Het start-sper-relais wordt pas dan gebruikt, wanneer het startproces niet optimaal kan worden bewaakt. Het dient ter beveiliging van de startmotor, het rondsel en de motorstartkrans in bedrijfsauto's met motor onder de vloer, of achtermotor, startinstallaties met afstandsbediening en volautomatisch startende installaties (bijvoorbeeld noodstroomaggregaten, warmtepompen met dieselmotor enzovoort). In ieder geval moeten de volgende functies vervuld worden:

- Uitschakelen na geslaagde start;
- verhindering tot starten bij draaiende motor;
- verhindering tot starten bij uitlopende motor;
- verhindering tot starten na valse start (geen zelfstandig lopen van de motor), waarbij bij de laatste twee functies pas een hernieuwde start mogelijk is, nadat de geïntegreerde spertijd afgelopen is.

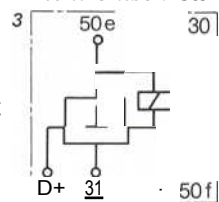
Het start-sper-relais werkt afhankelijk van de spanning van de dynamo of van een toerentalgever. Daarbij is de soort spanningsstijging (spanningsverloop tussen nul V en nominale spanning, gemeten op de klemmen D+ en D- van de koude en warme dynamo) bij het starten in samenhang met het over to brengen toerental van de krukas ten opzichte van het dynamotoerental maatgevend.

Elektromechanisch start-sper-relais

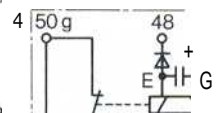


In elektromechanische start-sper-relais bevinden zich het schakelrelais I en III met verbreekcontacten respectievelijk verbreeken en wisselcontacten, waarmee het opkom- ofwel stuurrelais in de startmotor stroom krijgt en verder een schakelrelais II met maakcontact, waarover een aan de buitenkant van het start-sper-relais gemonteerde condensator opgeladen wordt. De condensator dient om het relais I met verbreekcontacten nog enkele seconden geopend to houden en daarmee het schakelverloop te verhinderen, indien de motor bij het eerste starten niet op gang komt of na het eerste rondraaien afslaat. Bij lopende motor wordt, door de door de dynamo opgewekte spanning, het verbreekcontact van relais III geopend en het maakcontact van relais II gesloten gehouden, opdat bij onmiddellijk herhaald inschakelen van de startschakelaar het startproces verhinderd wordt en het rondsel niet in de nog draaiende startkrans kan insporen (gevaar van beschadiging).

Elektronisch start-sper-relais



Het elektronisch start-sper-relais heeft het voordeel van het geringe gewicht en het geringe aantal slijtage-delen, want inwendig is nog maar slechts een schakelrelais ingebouwd. Verder heeft de anders vaak zeer lange startmotorleiding (bijvoorbeeld bij bussen met achtermotor) geen ongunstige uitwerking meer, omdat de klem 50 van de startmotor niet door de verwijderde rijschakelaar, maar direct door klem 30 via het start-sper-relais wordt gevoed. Verder is een betere stabiliteit van de ingestelde waarden (zoals bijvoorbeeld uitschakelspanning of tijdconstante) aanwezig.



5.4.3 Startherhaalrelais

Het startherhaalrelais dient ter bescherming van het startmotoropkomrelais in voertuigen, waarin het aanlopen van de motor niet door de bestuurder is to horen (bijvoorbeeld bedrijfsmotovoertuig met achtermotor, dieselmotorwagen), bij parallelbedrijf van twee startmotoren alsook bij stationaire installaties met afstandsbediening.

Het is uitsluitend ontworpen voor startmotoren met elektrische of mechanische tweestanden manier van

inschakelen (K-, Q- en T-startmotoren), die daarvoor de bijgevoegde klem 48 nodig hebben. Bij normaal insporen van de startmotor spreekt het startherhaalrelais niet aan. Komt het rondsel bij blinde schakeling echter niet in de rondopening terecht, volgt ondanks ingeschakeld opkomrelais geen levering van hoofdstroom over de contacts.

Het startherhaalrelais dient ook als beveiliging voor het opkomrelais.

Dat gebeurt met behulp van een vertraagd verbreekrelais.

5.4.4 Startherhaalrelais met stuurrelais

Terwijl bij startinstallaties met lagere spanning (tot 36 V) zich het stuurrelais voor de startmotorhoofdstroom in de startmotor bevindt, is het bij installaties met here spanningen (50 tot 110 V) met een startherhaalrelais verenigd. Daarvoor wordt een verhoogde betrouwbaarheid van de schakelprocessen verkregen.

5.4.5 Relais voor houdschakeling

In installaties van motorwagens, locomotieven en grote stationaire motoren met smeeroliedruk-, temperatuur- en waterstandbewaking zijn vaak bewakingsapparaten gebouwd, die kortstondig kunnen afvallen en dan de startmotor-aanstuurlijn onderbreken. Het relais voor houdschakeling verhindert, dat de startmotor tijdens het startproces door deze bewakingsapparaten onnodig in- en uitgeschakeld wordt, wat of het vastlassen van de schakelbruin in het opkomrelais kan leiden.

5.4.6 Dubbel startrelais

Voor het starten van zeer grote verbrandingsmotoren zijn twee gelijktijdig aandrijvende startmotoren met schuifbaar rondsel voor parallelbedrijf nodig: bij een overeenkomende vergroting van de batterijcapaciteit resulteert met deze parallelstartinstallaties ongeveer het dubbele startmotorvermogen. Voor parallelstartinstallaties met lagere spanning (tot 36 V) is een dubbelstartrelais vereist. Dit zorgt ervoor, dat bij beide startmotoren pas na het volledig insporen van de beide startmotor-rondselen gelijktijdig de hoofdstroom wordt ingeschakeld. Beide startmotoren draaien dan gemeenschappelijk de motor aan.

5.5 Startmotorbatterij

Bij het starten moet de verbrandingsmotor in enkele seconden vanuit stilstand in beweging gebracht worden. Daartoe is een groot koppel en een bepaald minimaal toerental vereist.

De daarvoor in de batterij opgeslagen chemische energie moet derhalve in zo kort mogelijke tijd in elektrische energie omgezet worden. Dit geldt vooral ook bij lage temperaturen. Startmotorbatterijen zijn aan deze voorwaarden aangepast.

5.5.1 Opbouw

Iedere startmotorbatterij bestaat uit meerdere cellen. Loodbatterijen, hier toe worden ook startmotorbatterijen gerekend, leveren per cel ongeveer 2 V (voor 12 V-batterijen dus 6 cellen). De afzonderlijke cel heeft een plaatblok, dat samengesteld is uit positieve en negatieve platen en de tussengevoegde scheidervan. De platen bestaan uit corrosievaste hardloten roosters met hierop aangebrachte 'actieve massa'. Looddioxide bij de geladen plus-platen. verdikt lood bij de geladen min-platen. Platen van dezelfde opbouw zijn met elkaar door een platenverbinder verbonden. Hoe meer platen van gelijke polariteit parallel geschakeld zijn, des to hoger is de stroom, die men kortstondig kan afnemen. Naburige cellen zijn door inwendige verbindingen, die de cellen direct met elkaar verbinden, verbonden. Scheiders van zuurvast, voor de batterijzuren (verdund zwavelzuur) doorlaatbaar microporeus materiaal verhinderen kortsluiting door onderlinge aanraking van de platen van verschillende polariteit. Alle cellen zijn door een gemeenschappelijk deksel zuurbestendig vastgelast. Voor het vullen van het batterijzuur heeft het deksel per cel een opening, die met een stop afgesloten is. De stop laat in- en uitlaat van gas toe, maar verhindert ook het binnendringen van vuil en water en het naar buiten komen van zuur en zuurdamp.

Onderhoudsvrije batterijen hebben geen afsluitingsstoppen meer, omdat de zure vulling voor de gehele levensduur voldoet. Een opening onder het deksel dient voor de in- en uitlaat van gas.

Om een verwisselen van de klemmen te vermijden, zijn de polen verschillend gevormd en door ingegraveerde + en - aangeduid.

5.5.2 Kenmerken van de startmotorbatterij

Alle in Duitsland vervaardigde startmotorbatterijen zijn naast de aparte gegevens van de fabrikant ook aangeduid met het volgende opschrift, die in de DIN-Norm 72311 vastgelegd is.

Voorbeeld: 12 V 88 Ah 395 A. dat wil zeggen:

- Nominale spanning in V (12 V)
- nominale capaciteit in ampere-uren (88 Ah);
- koude-teststroom in ampere (395 A):

De nominale spanning U_n van startmotorbatterijen bedraagt in het algemeen 12 V. De feitelijke klemspanning U_s van de batterij neemt echter met toenemende belastingstroom of vanwege de inwendige batterijweerstand R_B tot beneden de nominale spanning. Deze weerstand blijft niet steeds hetzelfde maar is onder meer afhankelijk van temperatuur en laadtoestand van de batterij: hoe lager de temperatuur en hoe slechter de laadtoestand van de batterij, des to hoger is de inwendige weerstand van de batterij en des to lager de klemspanning U_B van de batterij.

De aan de klemmen van de startmotor beschikbare spanning U_0 , is ten slotte nog met de waarde van het spanningsverlies in de toevoerleiding (U_0 / R_L) kleiner dan de batterijspanning. Voor de startmotorspanning geldt zo-

$$U_s = U_0 - I(R_B + R_L)$$

U_s Startmotorspanning;

U_0 rustspanning van de batterij;

I belastingstroom;

R_B batterij-inwendige weerstand;

R_L weerstand van de (heen- en terugleiding).

Belangrijk is, dat de spanningsval tussen batterij en startmotor zoveel mogelijk gering blijft.

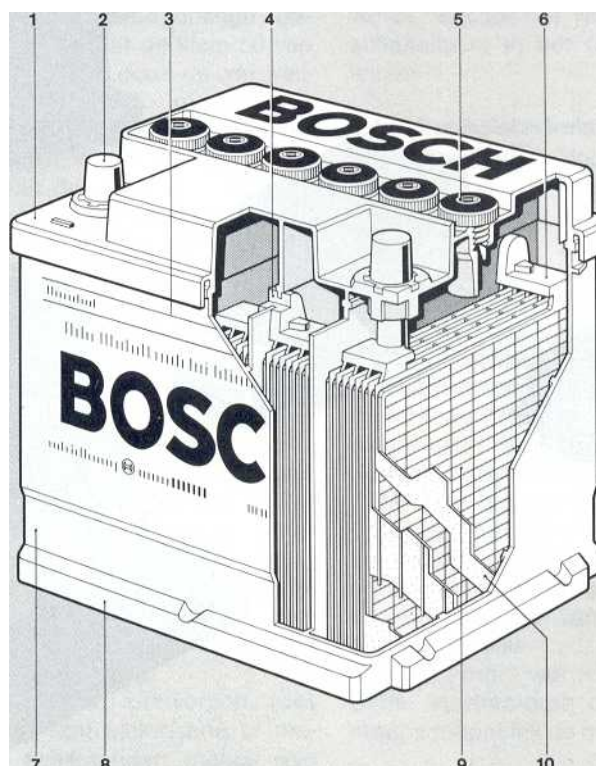
De nominale capaciteit zegt iets over de in de batterij opgeslagen energie. Ze hangt van de hoeveelheid van de beschikbare actieve massa en het aanbod van zuur af. De nominale capaciteit is een produkt van stroom en tijd ($I \cdot t$), waarbij de stroom als basis gebruikt wordt, die een 12 V batterij bij +27° C gedurende een tijdsbestek van 20 uren kan leveren, zonder dat de klemspanning beneden 10,5 V daalt.

Voorbeeld: Een 88-Ah-batterij kan dus minstens 20 uur met een stroom van 4.4 A ontladen worden (88 Ah : 20 h = 4.4 A), tot de uiteindelijke ontladingspanning van 10,5 V bereikt is. Daarmee is de nominale capaciteit een belangrijke vermelding voor de continue-verbruikers van het motorvoertuig.

Voor een voertuigbatterij, die de elektrische energie voor de startmotor moet leveren, is het startvermogen bij koud weer vaak nog belangrijker dan de capaciteit. Een maat voor het startvermogen is de koude-teststroom: deze heeft betrekking op een kortstondige stroomafname bij lage temperatuur.

Fig. 68 Opbouw van een Bosch startmotorbatterij.

- | | | |
|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1 Blokdeksel | 4 Directe cel-
lenverbinding | 7 Blokhuis |
| 2 Eindpool | 5 Afsluitstop | 8 Rand van de vloer |
| 3 Merk zuur-
hoogte | 6 Poolbruggen | 9 Plus- en min-platen |
| | | 10 Kunststof-scheidervan |



6 Bediening

Bij gunstige temperatuursomstandigheden en in orde zijnde installatie is het startproces gewoonlijk erg kort. Maar zelfs bij lage temperaturen, waarbij de bereidheid tot starten van de motor lager is, moet men de startmotor vanwege zijn hoge stroomafname zoveel mogelijk niet langer dan 10 seconden onafgebroken ingeschakeld laten. Na een tevergeefse startpoging is een pauze van 30 tot 60 seconden vereist, opdat de startmotor kan afkoelen en de batterij zich kan herstellen.

6.1 Onderhoud, service

De ervaring heeft geleerd, dat startmotoren in personenauto's geen speciaal onderhoud in het kader van voertuiginspectie nodig hebben, in zoverre er niet uitzonderlijk vaak aanspraak op wordt gemaakt of aan bijzonder zware bedrijfsomstandigheden blootgesteld worden. Ze bereiken in de regel ongeveer dezelfde gemiddelde levensduur als de voertuigmotoren, waarop ze gemonteerd zijn. Bij zeer hoge eisen, vooral bij commercieel voertuiggebruik met talrijke starts, is echter een herhaalde controle van het startsysteem op zijn plaats.

Want bij jaarlijks 15.000 km rijweg hoofdzakelijk in stedelijk verkeer start de motor in ditzelfde tijdsbestek altijd nog 2000 keer. Daarbij treden in de loop van de tijd slijtageverschijnselen op, die het starten langzamerhand kunnen beïnvloeden.

Bij de bedrijfsvoertuigen, die ten opzichte van personenauto's vaak een meervoudige looptijd toverduren hebben, wordt van to voren in een controle van de startmotor in bepaalde onderhoudsintervallen voorzien.



75

Fig. 74 De garages van de Bosch servicediensten zijn voor het vakkundig testen van de startinstallatie met hoogwaardige apparaten uitgerust.

Met de afgebeelde startmotor-test bank die voor een koppel van 10 t/m 200 Nm ontworpen is, kunnen startmotoren tot 15 kW vermogen getest worden.

Fig. 75 Combinatietestbank voor het testen van startmotoren, dynamo's met reguleurs, dioden, verdelers en bobines.

Fig. 76 Vervangings-startmotor met kwaliteit en garantie zoals bij nieuwe producten maken snelle en voordelige voertuigreparaties mogelijk.



76

