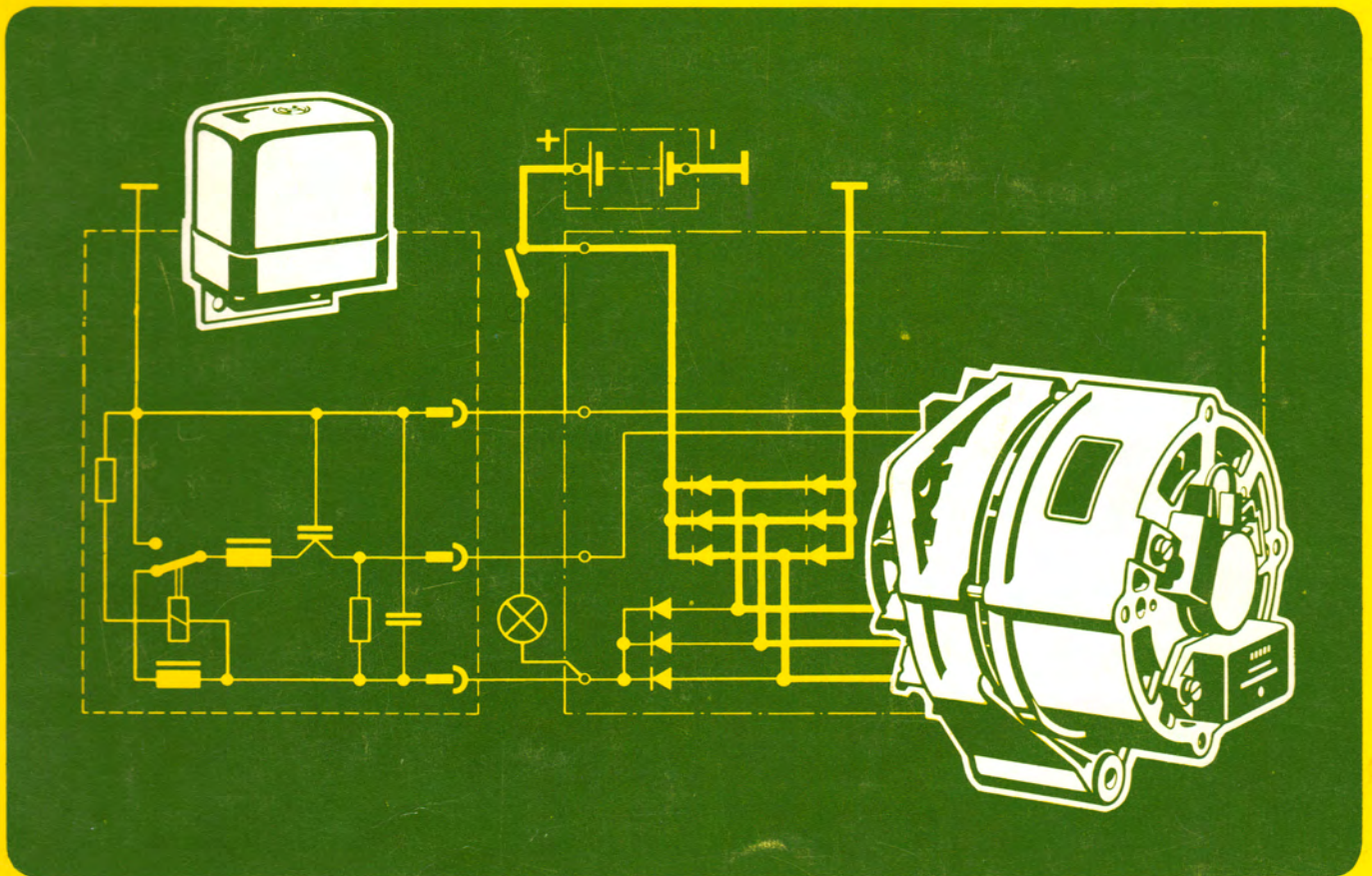


BOSCH

Teknisk information



**Vekselstrømsgeneratorer
for køretøjer og maskiner**

**Vekselstrømgeneratorer
som strømkilde i køretøjer
og maskiner**

© Robert Bosch, Stuttgart
Produktgruppe motorkøretøjsudstyr.
Afd. tekniske tryksager, KH/VDT

Chefredatør: Ulrich Adler
Redaktør: Helmut Scheuerle
med assistance fra firmaets fagafdelinger.
Sats, grafik, layout, afd. KH/VDT.
Oversættelse: Robert Bosch A/S Ballerup

Adresse:
Robert Bosch GmbH, Abt. KH/VDT, 7000 Stuttgart 1,
Postfach 50.

Eftersyn, mangfoldiggørelse og oversættelse, også ud-
dragsvis, er kun tilladt med vor forudgivne skriftlige
indforståelse og med kildeangivelse.

Afbildninger, beskrivelser, skemategninger og andre angivelser tjener kun til forklaring og tydeliggørelse af teksten. De kan ikke anvendes som grundlag for konstruktion, indbygning og angivelse af leveringsprogram. Vi garanterer ikke for indholdets fuldstændighed og overensstemmelse med gældende lovbestemmelser. Ændringer forbeholdes.

1. oplag
Redaktionen er sluttet: 30. juni 1971

Indhold

Alment

| | |
|--|---|
| Formål | 5 |
| Hvorfor bruge vekselstrømsgenerator? | 5 |
| Vekselstrømsgeneratorfordele | 5 |

Opbygning og funktion

| | |
|--|----|
| Vekselstrømsgenerator | 6 |
| Elektrodynamisk princip | 6 |
| Hvad er 3-faset vekselstrøm? | 7 |
| Ensretning ved halvlederdioder | 8 |
| Ladestrømkreds | 10 |
| Feltstrømkreds | 10 |
| Forfeltstrømkreds | 11 |
| Generatorudførelse | 12 |
| Principiel opbygning | 12 |
| Klopolgenerator med slæberinge | 12 |
| Enkeltpolgenerator med slæberinge | 15 |
| Klopolgenerator med magnetiseringsmaskine (slæberingløs) | 17 |
| Generator med ledestykkerotor (slæberingløs) | 18 |
| Typeforklaring | 19 |
| Generatoroversigtstabel | 19 |
| Billeder af grundudførelserne | 20 |
| Strømkurver | 22 |
| Køling | 23 |
| Gennemventilerede generatorer | 23 |
| Udvendig ventilerede generatorer | 23 |
| Køling af dioder | 24 |

| | |
|--|----|
| Generatorspændingsregulator | 25 |
| Reguleringsprincip | 25 |
| Kontaktspændingsregulator | 26 |
| Eenkontaktspændingsregulator | 26 |
| Tokontaktspændingsregulator | 26 |
| Temperaturkompensering | 27 |
| Elektronisk spændingsregulering | 28 |
| Elektroniske elementer | 28 |
| Transistor | 28 |
| Zenerdiode (Z-diode) | 28 |
| Opbygning af en elektronisk regulator | 29 |
| Spændingsregulering | 30 |
| Paralleldrif af vekselstrømsgenerator | 32 |
| Regulatoroversigtstabel | 32 |
| Generatorkontrollampe | 33 |
| Overspændingsbeskyttelsesrelæ | 33 |

Indbygning, drift og vedligeholdelse

| | |
|--|----|
| Indbygning | 35 |
| Drivmåde | 35 |
| Generatorkontrollampe | 35 |
| Ledningstilslutninger | 36 |
| Driftnvisninger | 36 |
| Vedligeholdelse | 38 |
| Slæbekul | 38 |
| Lejesmøring | 38 |
| Spændingsregulator | 38 |
| Kontrollamper | 38 |
| Testere og prøveapparater | 38 |
| Afjælpning af fejl | 40 |

Alment

Formål

Vekselstrømsgeneratoren drives af forbrændingsmotoren og formålet er, ved kørende motor at forsyne alle tilsluttede forbrugere i motorkøretøjet med strøm, og desuden oplade batteriet. Til denne opladning er jævnstrøm nødvendig.

Desværre frembringer vekselstrømsgeneratoren 3 faset vekselstrøm, men denne forvandles i generatoren til jævnstrøm. Da generatoren således egentligt leverer jævnstrøm kunne denne ligeså godt hedde "jævnstrømsgeneratoren". Begrebet "vekselstrømsgenerator" tjener dog ud fra den ændrede indre opbygning til adskillelse fra jævnstrømsgeneratoren med kommutator.

Hvorfor bruge vekselstrømsgenerator?

Den stadig tættere trafik fremfor alt i byerne bevirker, at holdetiden stadig bliver en større del af den samlede køretid (ved bybusser op til 40 %). D.v.s., at motoren kører hyppigere i tomgang, hvorved en jævnstrømsgenerator ofte ikke afgiver nogen ydelse. Et yderligere krav til generatoren kommer fra anvendelse af stadig flere og kraftigere forbrugere. F.eks. Halogen-lygter, klimaanlæg, bilvarmere og lign.

Under sådanne omstændigheder er det hensigtsmæssigt for at opnå en tilfredsstillende batteriepladning – især i vintersæsonen – at generatoren allerede afgiver ydelse under motortomgang. Dette medfører imidlertid en væsentlig udvidelse af det omdrejningstalsområde indenfor hvilket generatoren skal levere strøm. Derved kommer man snart til grænsen af muligheden for at anvende den normale jævnstrømsgenerator (med kommutator), thi jo større omdrejningstallet bliver des vanskeligere er det at beherske kommuteringen d.v.s. strømvendingen af den i maskinen frembragte vekselstrøm, som er nødvendig for opladning af batteriet.

Halvlederdiode giver mulighed for at løse problemet med at frembringe jævnstrøm uden kommutator, og dioderne kan på grund af små dimensioner let anbringes i generatoren. De giver i stedet for kommutatoren en ensretning af vekselstrømmen således, at vekselstrømsgeneratoren kan afgive jævnstrøm. Derfra betegnelsen "kommutatorløse jævnstrømsmaskiner" for denne type generatorer.

Som følge af det større omdrejningstalsområde kan disse maskiner opfylde kravet om at afgive ydelse allerede ved motorens tomgang. Fig. 1 viser en sammenligning af strømafgivelse mellem en jævnstrøms- og vekselstrømsgenerator med omtrent samme max. ydelse. Det ses, at vekselstrømsgeneratoren begynder at levere strøm ved lavere omdrejningstal end jævnstrømsgeneratoren, d.v.s., at strømmen flyder til batteri og øvrige forbrugere tidligere end for jævnstrømsgeneratorens vedkommende. Af kurven fremgår også, at den med varierende omdrejningstal (bestemmes jo af motoren) drevne generator ikke kan afgive nogen konstant ydelse.

Vekselstrømsgeneratorfordele:

Vekselstrømsgeneratoren viser sin overlegenhed ved at have følgende fordele:

- Ydelsesafgivelse allerede ved motortomgang.
- Højere max. omdrejningstal.
- Ringe vedligeholdelse.
- Ringe slid (derfor lang levetid).
- Større driftsikkerhed.
- Lille vægt i forhold til ydelse.
- Der kræves ingen tilbagestrømskontakt i spændingsregulatoren.
- Uafhængighed af omdrejningsretningen, (ved ændring af omløbsretningen skal generatorens ventilator i de fleste tilfælde udskiftes).
- Mulighed for at anvende mindre batterier, idet genopladning foregår hurtigere.

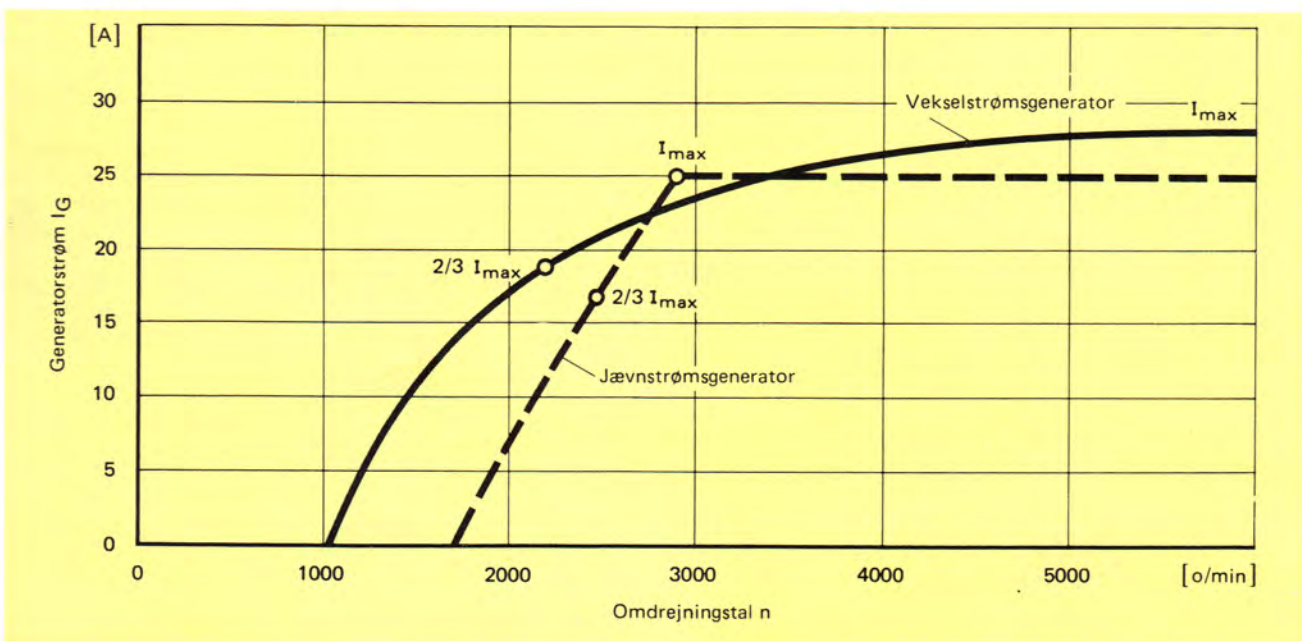


Fig. 1 Strømstyrke i afhængighed af omdrejningstallet for jævnvekselstrømsgenerator med omtrent ens maximalydelse.

Opbygning og funktion

Vekselstrømsgenerator

Elektrodynamisk princip.

Dette princip beror på, at der i en elektrisk leder, når denne skærer kraftlinierne i et magnetfelt opstår (induceres) en elektrisk spænding (elektromotorisk kraft EMK). Det er ligegyldigt om magnetfeltet står stille og lederen bevæger sig eller omvendt lederen står stille og magnetfeltet bevæger sig. I Bosch vekselstrømsgeneratorer er lederen faststående (statorvikling) og magneten (rotoren) bevæger sig.

For at forøge den inducerende virkning bliver ikke kun en ledersløjfe udsat for det vekslende magnetfelt, men derimod et stort antal ledersløjfer, som tilsammen danner den såkaldte statorvikling.

Viserudslaget på spændingsmåleren, fig. 2 og 3, angiver de forhåndenværende max. værdier efter hver halve omdrejning.

Da magnetfeltet som følge af rotorens drejning bevæger sig, opstår (induceres) der en spænding i statoren, en såkaldt vekselspænding. Spændingsforløbet mellem maximalværdierne er ved en jævn drejende bevægelse af rotoren sinusformet (fig. 4).

Den inducerede elektromotoriske kraft er større jo stærkere magnetfeltet er (jo flere kraftlinier der er pr. m^2) og jo hurtigere rotoren bevæges.

Bosch vekselstrømsgeneratoren har elektromagneter til regulering af magnetfeltet. Magnetfeltet opstår kun så længe der flyder en strøm i feltviklingen.

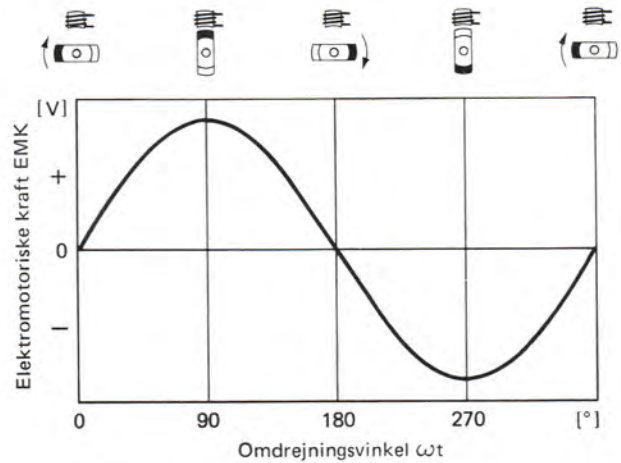


Fig. 4 Forløbet af den inducerede vekselspænding under en rotoromdrejning.

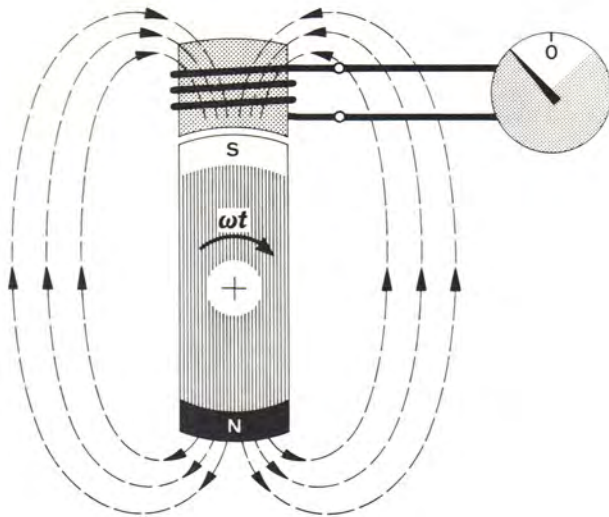


Fig. 2 Magnetisk flux i statorviklingen, kraftlinierne går fra nord- til sydpol.

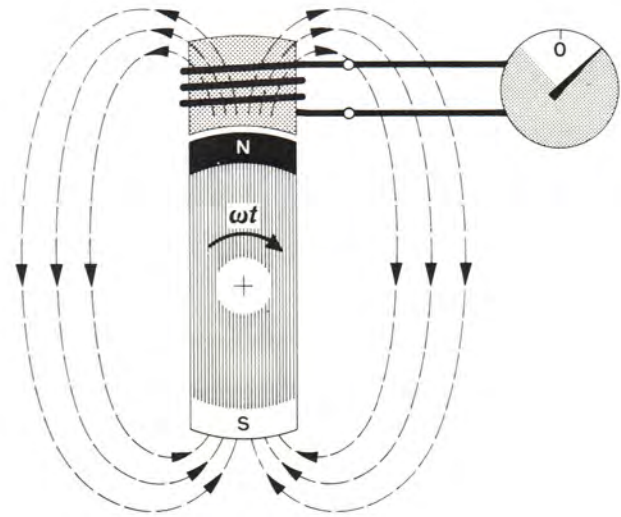


Fig. 3 Ved vending af magnetfeltet ændres den inducerede spændings polaritet.

Hvad er 3-faset vekselstrøm?

I Bosch vekselstrømsgeneratoren har statorviklingen 3 af hinanden uafhængige viklingsstrengte (fig. 5). I hver viklingsstreng opstår en vekselstrøm kaldet "fase" (u, v, w). Viklingsstrengene er således anbragt i forhold til hinanden, at faserne tidsmæssigt til stadighed er forsat 120° (fig. 5 og 6). Denne 3-fasede vekselstrøm giver en bedre udnyttelse af generatoren end en 1-faset vekselstrøm ville gøre.

De 3 faser er koblingsmæssigt koblet sammen enten i stjerne- eller trekantkobling. Fig. 7 viser koblingssymbolet for de 2 koblingsarter.

De 2 koblingsarter adskiller sig i maskinstrøm og maskinspænding. Såfremt U er maskinspænding, I maskinstrøm, U_p fasespænding, I_p fasestrøm gælder ved stjernekobling (hvor p står for u, v, w).

$$I = I_p \quad U = U_p \sqrt{3}$$

ved trekantkobling

$$U = U_p \quad I = I_p \sqrt{3}$$

$$(\sqrt{3} = 1,73)$$

Bosch vekselstrømsgenerator leveres overvejende med stjernekobling.

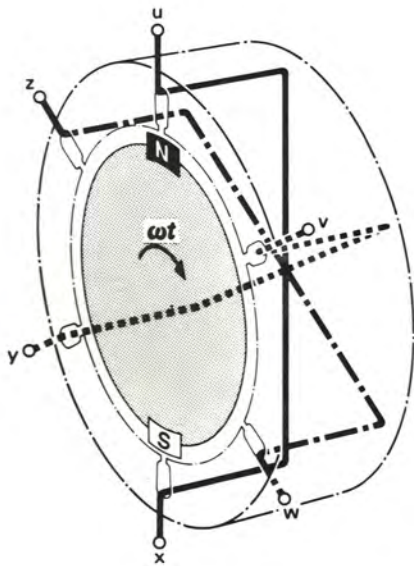


Fig. 5 Frembringelse af 3-faset vekselspænding ved tre 120° forsatte viklinger.
Fasespændinger U_u, U_v, U_w
Omdrejningsvinkel ωt .

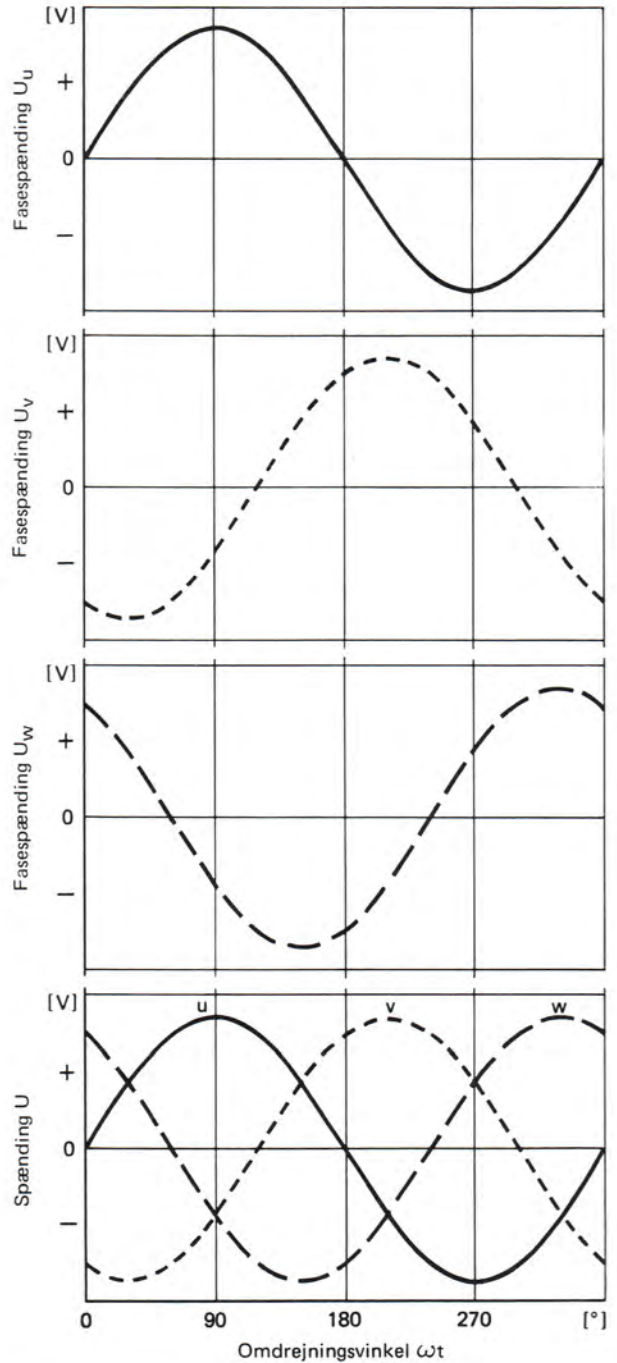


Fig. 6 Sammensætningen af de i de tre viklinger frembragte fasespændinger giver den 3-fasede vekselspænding.

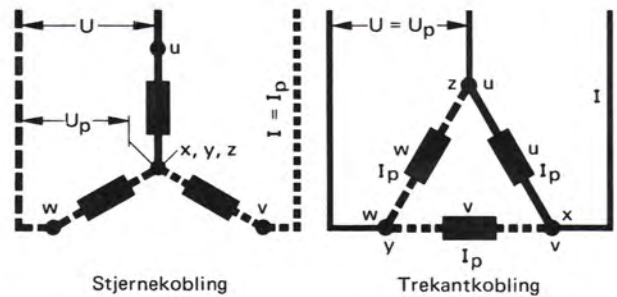


Fig. 7 3-faset kobling.
til venstre: stjernekobling
til højre: trekantkobling

Ensretning ved halvlederdioder

Den i generatorens statorvinding frembragte 3-fasede vekselstrøm skal på grund af anvendelse til batteriladning ensrettes. Dette sker ved hjælp af halvlederdioder (i det foreliggende tilfælde siliciumdiode). En sådan diode er vist i udseende, opbygning og symbol på fig. 8 og 9, den tillader kun strømmen at gå igennem i een retning (i pilens retning) og spærrer for strøm i den modsatte retning (spærreretning). Dioden virker således som ensretter. Fra generatorens udvendige klemmer aftages altså jævnstrøm.

Funktionsområdet for halvlederdiode ligger indenfor visse grænser (fig. 10). For at siliciumdiode skal blive ledende, skal der i gennemgangsretningen påtrykkes en spænding på ca. 0,6 V. Spærrespændingen er ved de her anvendte diode ca. 100 V. Dette spændingsområde egner sig fortræffeligt til motorkøretøjets lavspændingsanlæg.

I autoelektrik anvendes to slags diode, der adskiller sig fra hinanden derved, at diodematerialet er indbygget i modsat retning i huset. Dette er nødvendigt, fordi dioderne kun har een tilslutning (fig. 11), og deres hus er befæstet i en bærelade (se køling side 24), der enten er forbundet med batteriets + pol eller - pol.

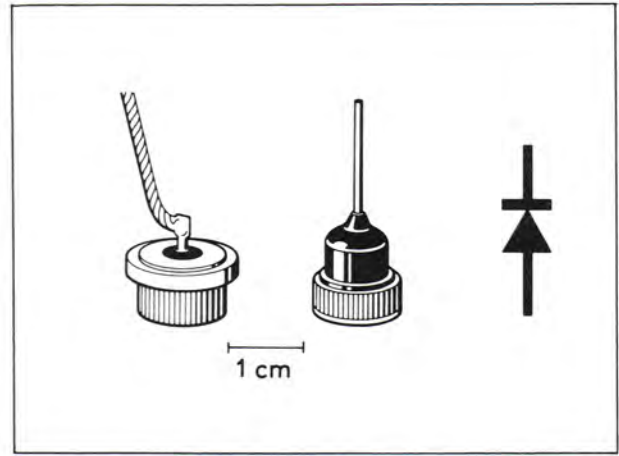


Fig. 8 Siliciumdiode, udseende og symbol. Til venstre glasindstøbt diode til højre støbeplaks diode.

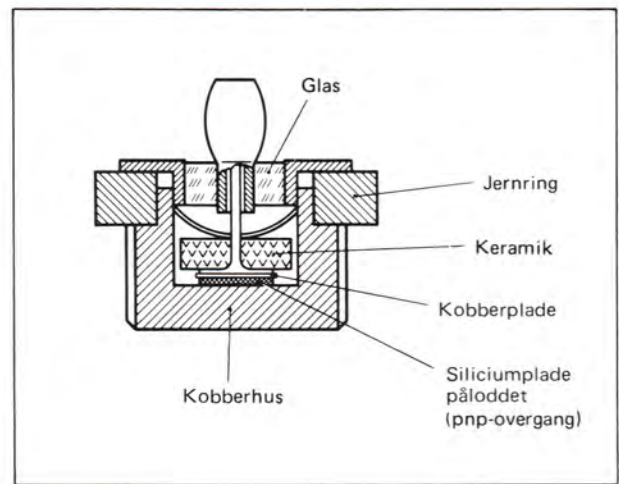


Fig. 9 Snit gennem glasindstøbt diode.

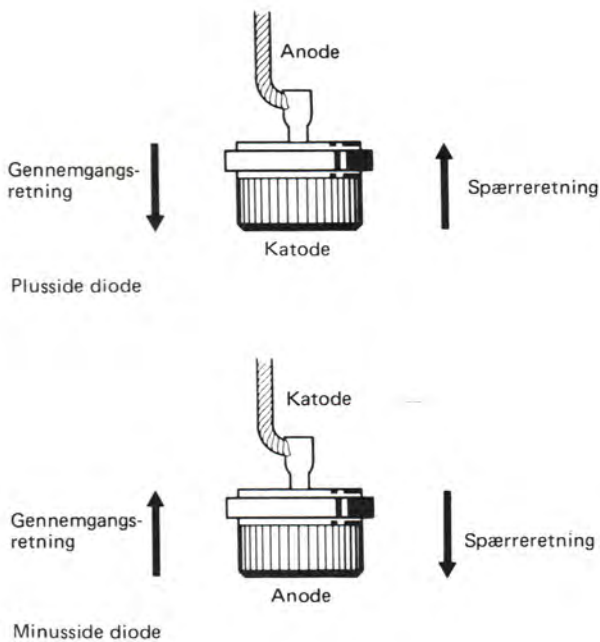


Fig. 11 Diode udførelse.

foroven: Diode med katode til stel
foruden: Diode med anode til stel

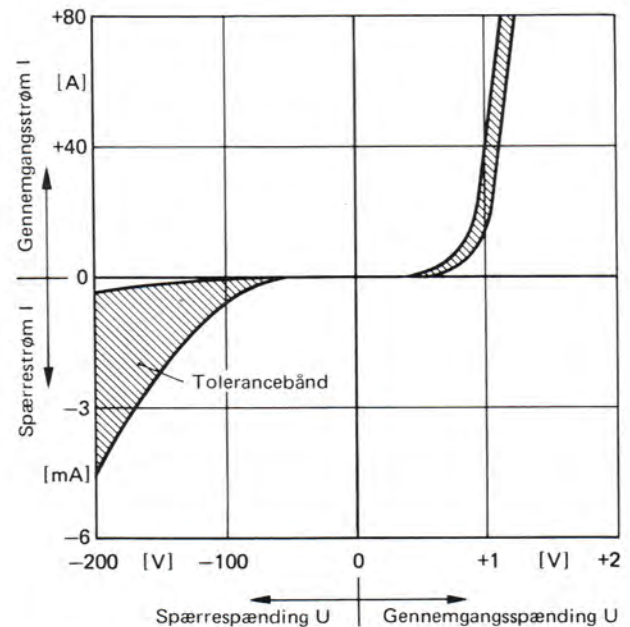


Fig. 10 Karakteristik for siliciumdiode.

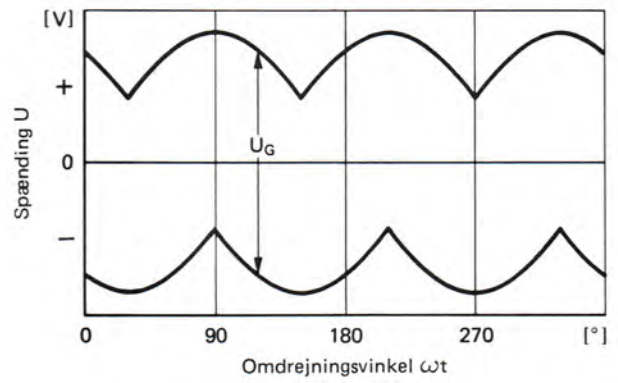
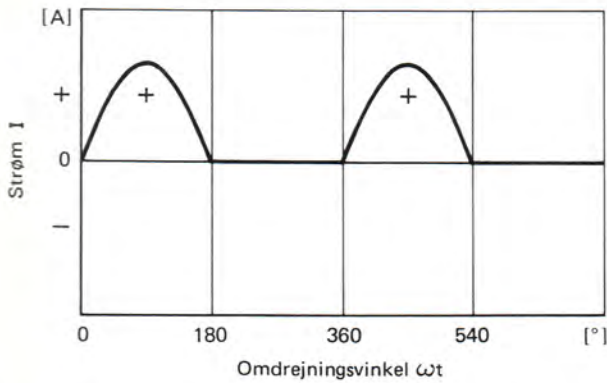
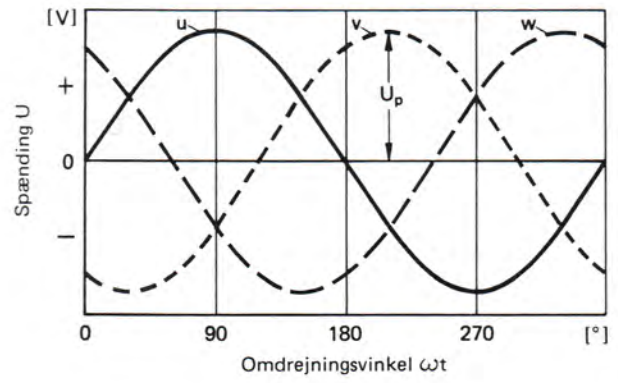
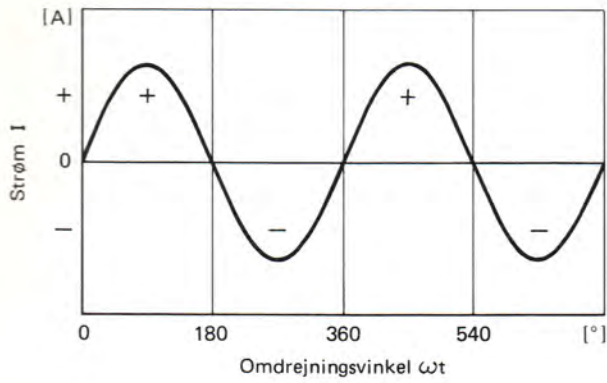


Fig. 12 Ensretning af enfaset vekselstrøm.
 før dioden: vekselstrøm
 efter dioden: pulserende jævnstrøm

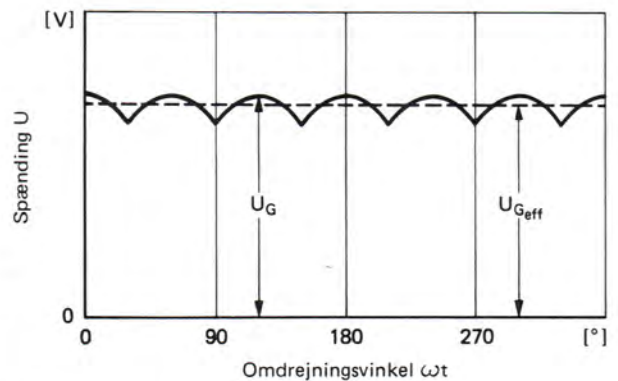


Fig. 13 Fuldstændig ensretning.
 foroven: 3-faset vekselspænding
 imidten: generatorspændingens opståen
 forneden: ensrettet generatorspænding (klemmespænding)

Funktion af en diode ved ensretning af en vekselstrøm er vist på fig. 12. De negative halvølger bliver undertrykte således, at der opstår en pulserende jævnstrøm.

For at udnytte hver halvølge til ensretning (fuld ensretning) sluttes der for hver fase en diode til + siden og - siden således, at der tilsammen kræves 6 ydelsesdioder, hvorover jævnstrømmen kan flyde (fig. 14). Denne art kobling betegnes som 3-faset brokobling.

På fig. 13 er resultatet af den fuldstændige ensretning vist. Af den 3-fasede vekselspænding (U_u, U_v, U_w) fremkommer en resulterende let pulserende (bølgeformet) jævnspænding (U_G).

For at forhøje antallet af polombygninger pr. rotoromdrejning anvendes der forskellige former for rotorer. De forskellige typer rotorer beskrives indgående i senere afsnit omhandlende de forskellige typer generatorer.

Den fuldstændige ensretterkobling anvendes ikke alene for generatorydelsesstrøm, men også for feltstrøm, der skal magnetisere feltviklingens poler.

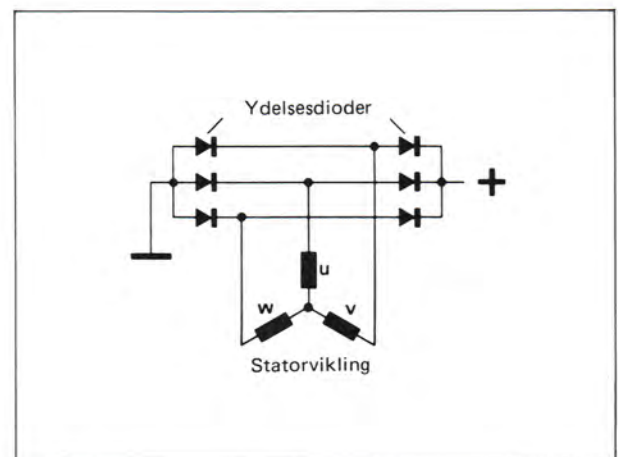


Fig. 14 Trefaset brokobling.

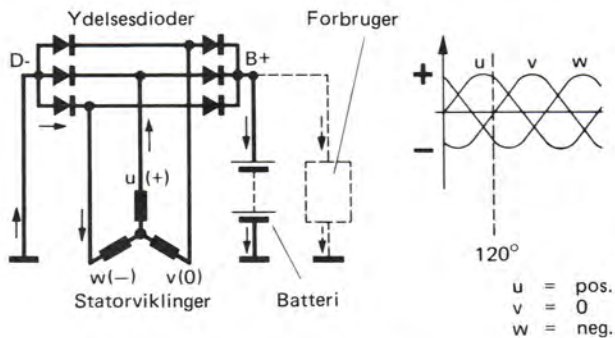


Fig. 15 Stømførløb ved fasevinkel $u = 120^\circ$.

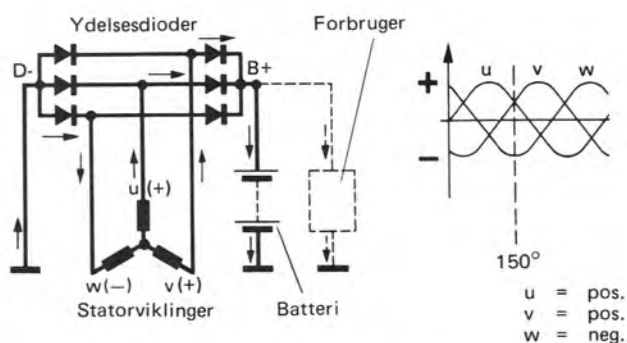


Fig. 16 Stømførløb ved fasevinkel $u = 150^\circ$.

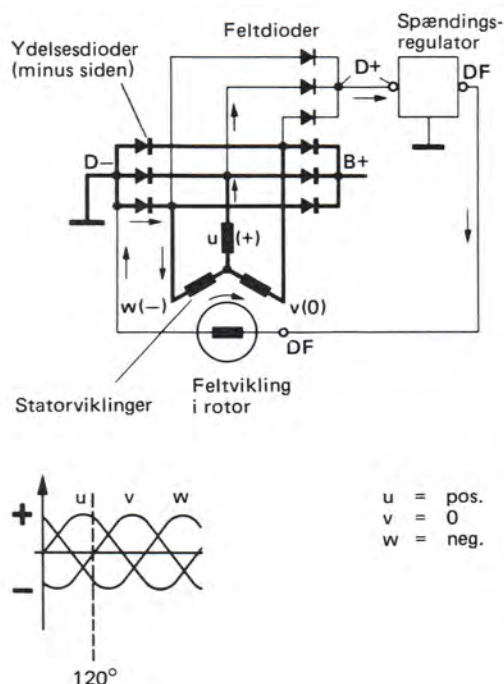


Fig. 17 Feltstrømkreds ved fasevinkel $u = 120^\circ$ (se fig. 15).

Ved vekselstrømsgeneratorer bør man skelne mellem 3 forskellige strømkredse.

Ladestrømkredsen (ydelsesstrømkredsen)

Feltstrømkredsen

Forfeltstrømkredsen

Ladestrømkreds

Strømmen til batteriladning og forsyning af forbrugere tages fra klemme B+ på generatoren. Forløbet af ladehenholdsvis forbrugerstrømmen fremgår af fig. 15. Når f.eks. punktet 120° i fase u betragtes (begge halvølger tilsammen er 360°), så er spændingen i dette punkt ved viklinsende u positiv, ved w negativ og ved v nul (spændingsløs). Strømførløbet er da som følger: Viklinsende u, plusside diode u, generatorklemme B+, batteri (forbruger), stel, generatorklemme D-, minusside diode w, viklinsende w, stjernepunkt.

Ser man for eks., på punktet 150° af u fasen, så løber strømmen efter fig. 16. I dette tilfælde har ingen fase værdien nul, men strømmen flyder i samme styrke fra viklinsenderne u og v til den tilhørende diode og vender over den til w hørende diode og vikling w tilbage til stjernepunktet. Også her er de forskellige fasers dioder i arbejde, og det gælder for de uendelig mange tilfælde, som man kunne betragte. Fasestrømmene veksler i størrelse og polaritet, mens batteri (forbruger) strømmen bibeholder sin retning.

Feltstrømkreds

Feltstrømmen til dannelse af magnetfeltet aftages fra statorviklingen og ensrettes gennem 3 særlige feltdioder og de 3 ydelsesdioder på minussiden. Feltstrømmen tager følgende vej (fig. 17):

Viklinsende u (momentan positiv), tilhørende feltdiode, generatorklemme D+, spændingsregulator-klemme D+, spændingsregulator-klemme DF, generatorklemme DF, generatorens feltvikling, generatorklemme D-, minusdiode, viklinsende w (momentan negativ), stjernepunkt.

Forfeltstrømkreds

Bosch generatore er normalt selvagnetiserende, d.v.s., feltstrømmen fås fra maskinen selv og tages fra hovedstrømmen.

Hvordan kan der opstå en magnetisering ved start af generatoren, hvor der endnu ikke flyder nogen feltstrøm? For at svare på dette må man kende begrebet "restmagnetisme" eller "remanens". Såfremt strømmen bliver afbrudt i en elektromagnet, forsvinder magnetfeltet ikke fuldstændigt, men der forbliver en lille restmagnetisme i jernet (fig. 18). Såfremt generatoren drives af motorkøretøjets motor, bevirker restmagnetismen i jernkernen, at der opstår en ringe EMK i generatorviklingen. Denne ringe EMK forårsager en lille strøm i feltviklingens lukkede strømkreds således, at der som tillæg til remanensen kommer en ringe elektromagnetisme, der forstærker feltet lidt. Som følge af det forstærkede felt fås en højere EMK osv., indtil der til slut, svarende til generatoromdrejningstallet, indstiller sig den ønskede EMK.

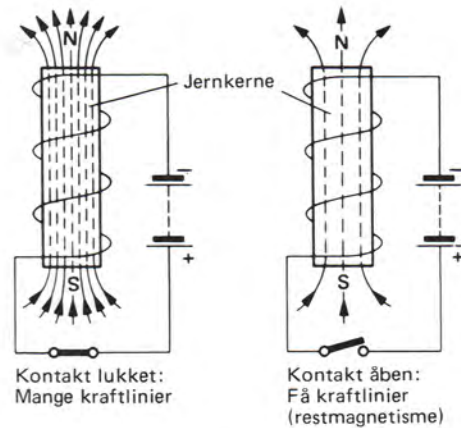


Fig. 18 Restmagnetisme (Remanens).

En 3-faset vekselstrømsgenerator har i feltstrømkredsen 2 dioder, en feltdiode og en minusdiode. Selvagnetiseringen kan først starte, når generatoren har opnået en spænding på mindst $2 \times 0,6 \text{ V} = 1,2 \text{ V}$ (fig. 10).

Det forhåndenværende restmagnetfelt i rotoren frembringer først denne spænding ved højt omdrejningstal. Derfor er det nødvendigt at formagnetisere vekselstrømsgeneratoren under starten. Normalt sker dette med batteristrøm via generatorkontrollampen. En formagnetiseringsstrøm flyder efter indkobling af kørekontakten (tændingskontakten) (fig. 19) som følger:

Batteri + pol, kørekontakt, kontrollampe, regulator-klemmer D+ og DF, generatorklemme DF, feltvikling, stel, batteri - pol.

Forfeltstrømmen, som begrænses af generatorkontrollampen, opbygger i rotoren et tilstrækkeligt stort magnetfelt således, at generatoren kan fortsætte med at magnetisere sig selv.

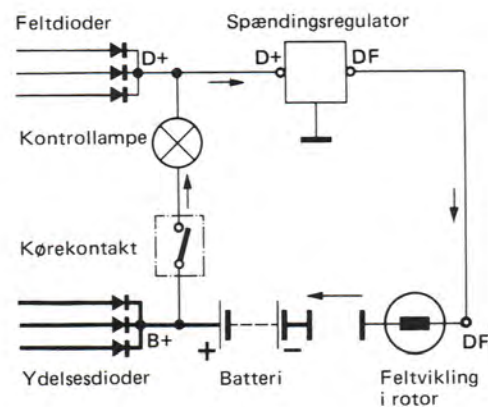


Fig. 19 Forfeltstrømkreds.

Generatorudførelse

Principiel opbygning

Til den principielle opbygning af en vekselstrømsgenerator hører en 3-faset statorvikling som faststående ledningsdel, en rotor, på hvis akse er anbragt magnetpoler med magnetiseringsvikling og (ved det overvejende antal udførelser) to slæberinge, 2 lejer i hvilke rotorakse er lejret og som samtidig danner afslutningen af generatoren til begge sider, 6 ydelses- og 3 feltdioder, endelig 2 kul, der trykker mod slæberingene for at føre feltstrømmen fra statorviklingen til den roterende feltvikling. Desuden findes tilslutningsklemmer for forbindelse af generatoren med spændingsregulatoren og ledningsnettet.

Vekselstrømsgeneratore kan køre i begge omdrejningsretninger, da der ikke som ved jævnstrømsmaskiner foretages nogen strømvending. Omdrejningsretningen er kun afhængig af arten af den anvendte ventilator.

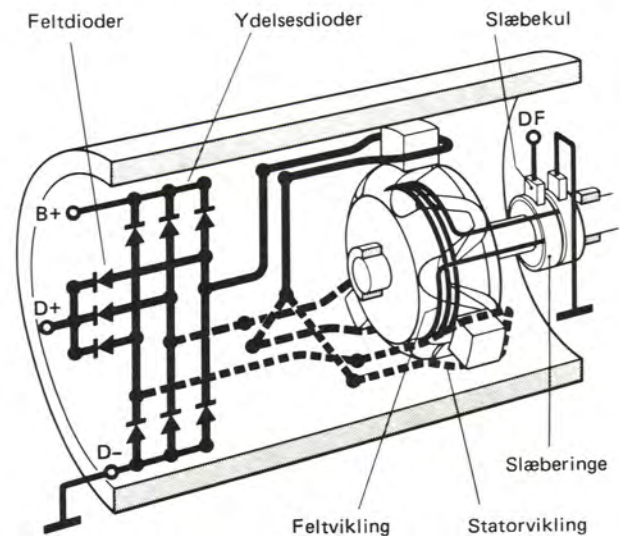


Fig. 20 Principitskitse af vekselstrømsgenerator.

Omsætningen af de teoretiske principper til praksis giver, under hensyntagen til økonomi, ønske om vedligeholdelsesfrihed og fabrikationsomkostninger forskellige grundudførelser, der bortset fra ydelsen og målene alene adskiller sig i udformningen af rotoren.

Der findes indtil nu 4 Bosch grundudførelser:

Klopolgenerator med slæberinge.

Enkelpolgenerator med slæberinge.

Klopolgenerator med magnetiseringsmaskine (slæberingsløs).

Generatoren med ledestykkerotor (slæberingsløs).

Klopolgenerator med slæberinge

Betegnelsen for denne generator stammer fra udformningen af rotoren (magneten). Den består af to halvdele (fig. 23) mellem hvilke den ringspoleformede feltvikling befinder sig. Hver halvdel har kloformet udførte poler, der vekselvis griber ind i hinanden således, at der ialt opstår 12 poler. (6 nord- og 6 sydpoler) (fig. 22).

Fra pol til pol opstår der et kraftliniefelt (fig. 21), der ved drejning skærer de 3 strenge af statorviklingen således, at der under en rotoromdrejning (360°) finder 12 polpassager sted.

Ved hver passage opstår en spændingshalvbølge afvekslende positiv og negativ. Ved en omdrejning af rotoren bliver der således induceret $12 \times 3 = 36$ spændingshalvbølger i statorens 3 faser mod kun 6 halvbølger i en 2-polet rotor (fig. 24).

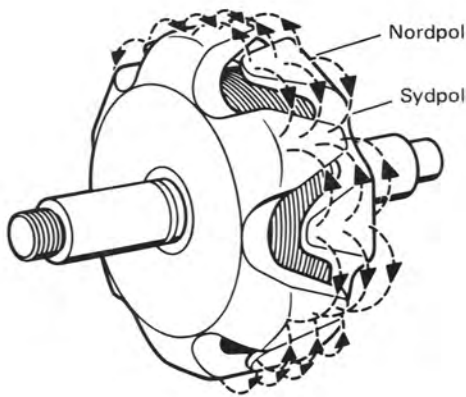


Fig. 21 Kraftlinieforløbet i en 12-polet klopolmagnet.

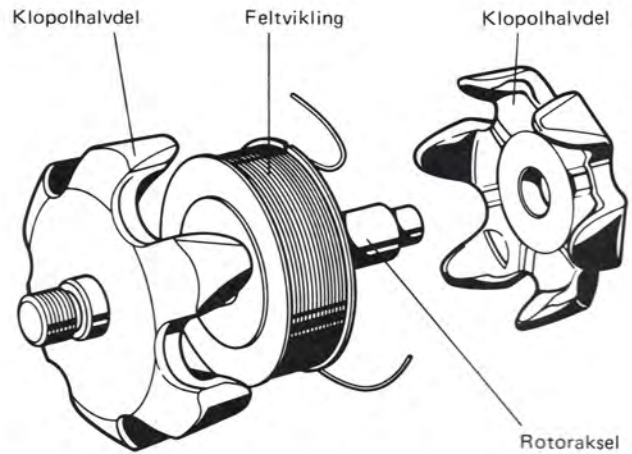


Fig. 23 Klopolrotorens bestanddele.

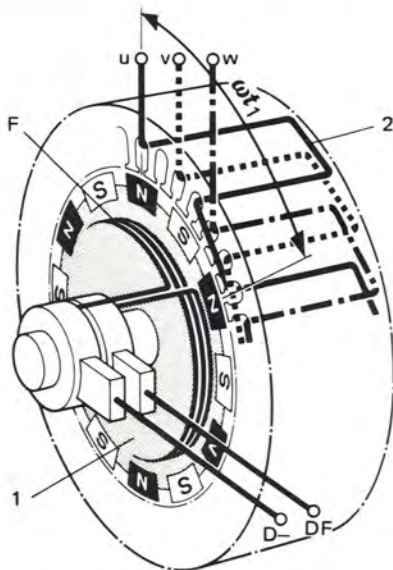


Fig. 22 Klopolgeneratorens princip.

- Statorviklinger u, v, w
- F = Feltvikling
- ωt_1 = 1 fase
- 1 = Rotor
- 2 = Statorvikling

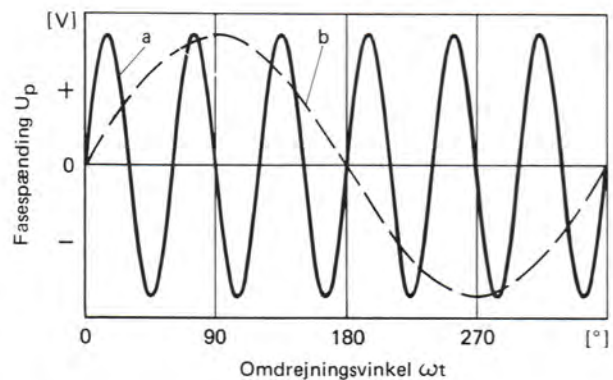


Fig. 24 Induceret spænding i een fase ved 1 omdrejning af rotoren.

- a) af en 12-polet rotor
- b) af en 2-polet rotor

På snitbilledet, fig. 25, ses den indre opbygning af klopolgeneratoren K 1.

Rotoren roterer på 2 kugelelejer. Feltviklingen får strøm over de af fjedre mod slæberingene trykkede kul. Slæberingene drejer sig med rotoren.

På kølelader i slæberingslejesiden sidder de 6 ydelsesdioder til ensretning af fasestrømmene og de 3 feltdioder til ensretning af feltstrømmen. På endefluden af slæberingsdækslet findes klemmerne D+/61, D- og DF for tilslutning af de til spændingsregulatoren hørende ledninger og klemme B+ og delvis D- for tilslutning til ledningsnettet (batteri).

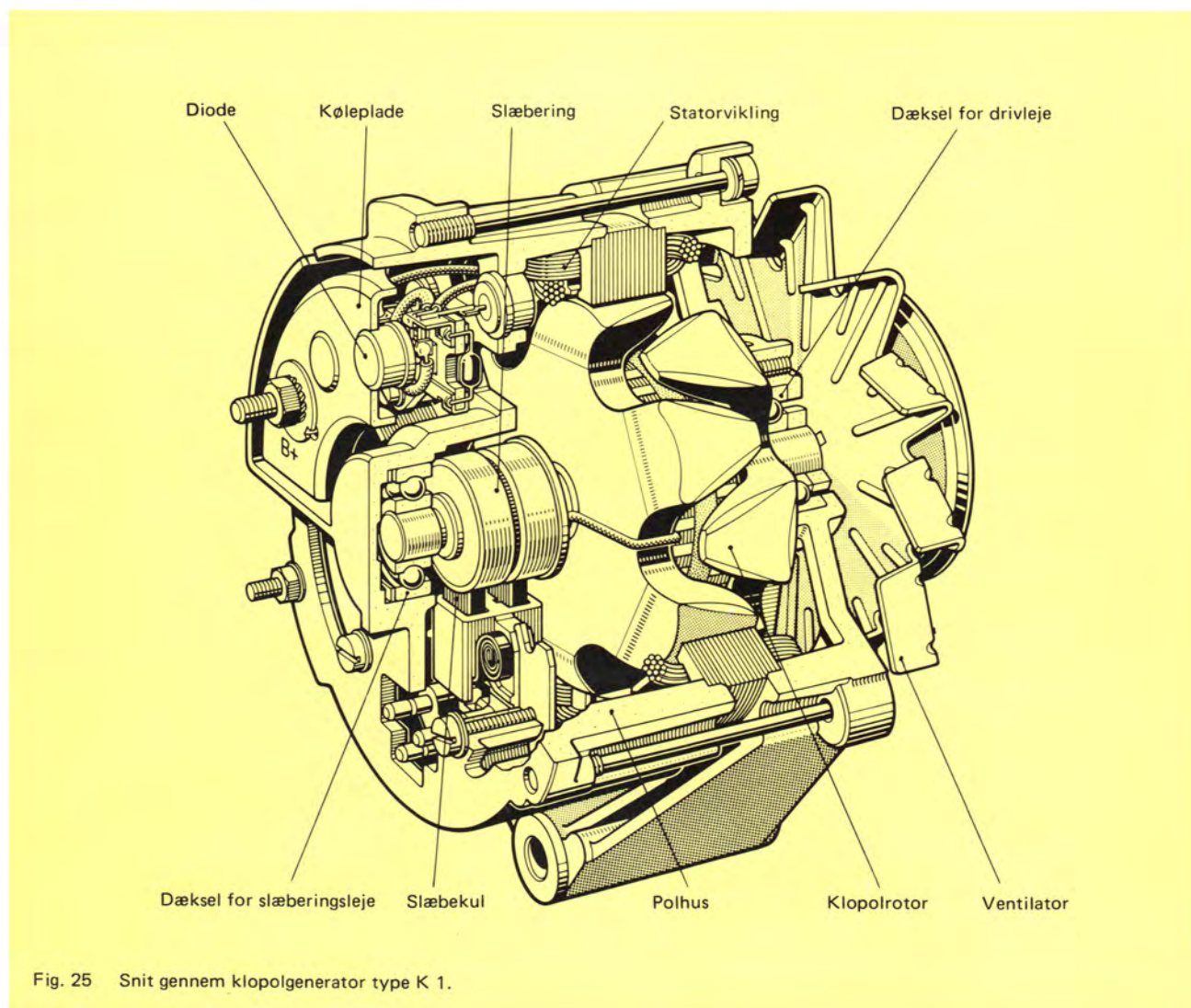


Fig. 25 Snit gennem klopolgenerator type K 1.

Klopolmaskinen efter fig. 26 er beregnet for en større ydelse således, som det f.eks. er nødvendigt i busser. Slæberingrummet er afdækket således, at det forbliver støvfrit. Dette sikrer en endnu længere levetid af kullene. Til eftersmøring af lejerne findes fedtkanaler og fedtkopper. På slæberingslejedækslet findes en luftindsugningsstuds og en støjdæmpningskondensator, der samtidig beskytter dioderne mod spændingsspidser.

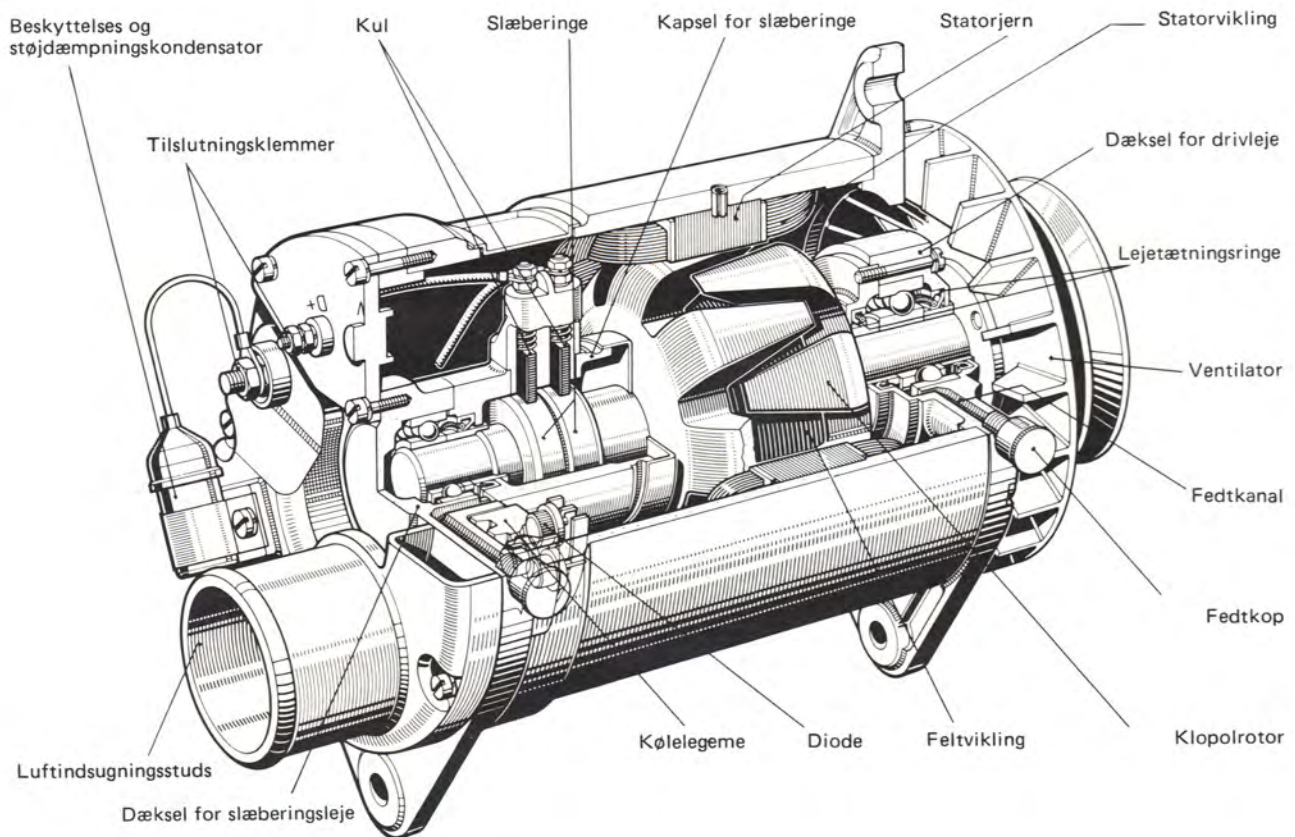


Fig. 26 Snit gennem klopolgenerator T 1.

Enkeltpolgenerator med slæberinge

Denne generatorart anvendes fortrinsvis til større ydelser med strømstyrker over 100 A. Rotoren på denne generatorgrundtype bærer i stedet for polhjul 4 (fig. 28) eller 6 enkeltpoler (fig. 29) på hvilke feltviklingen er anbragt. Hver pol er her enkeltbeviklet, medens der på klopolmaskinen anvendes en fælles vikling for alle poler. En tilslutningsdåse agerer her samlested for ledningerne mellem generator og spændingsregulator (hurtig og let betjening, støjdæmpet og vandtæt, beskyttede klemmer der ikke kan forveksles).

Ved en omdrejning sker der 4 polpassager for hver streng således, at der induceres 4 halvbølger. I alt altså $4 \times 3 = 12$ halvbølger pr. omdrejning.

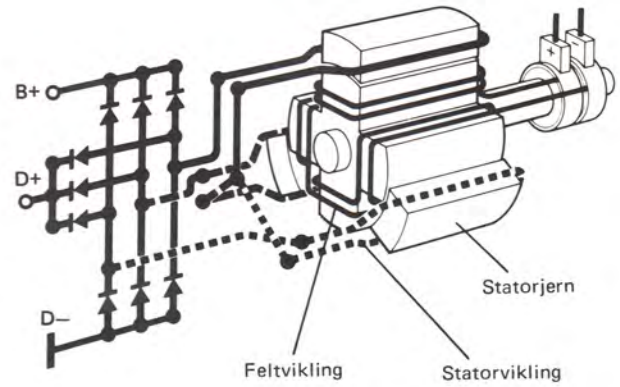


Fig. 27 Principielt opbygning af enkeltpolgenerator.

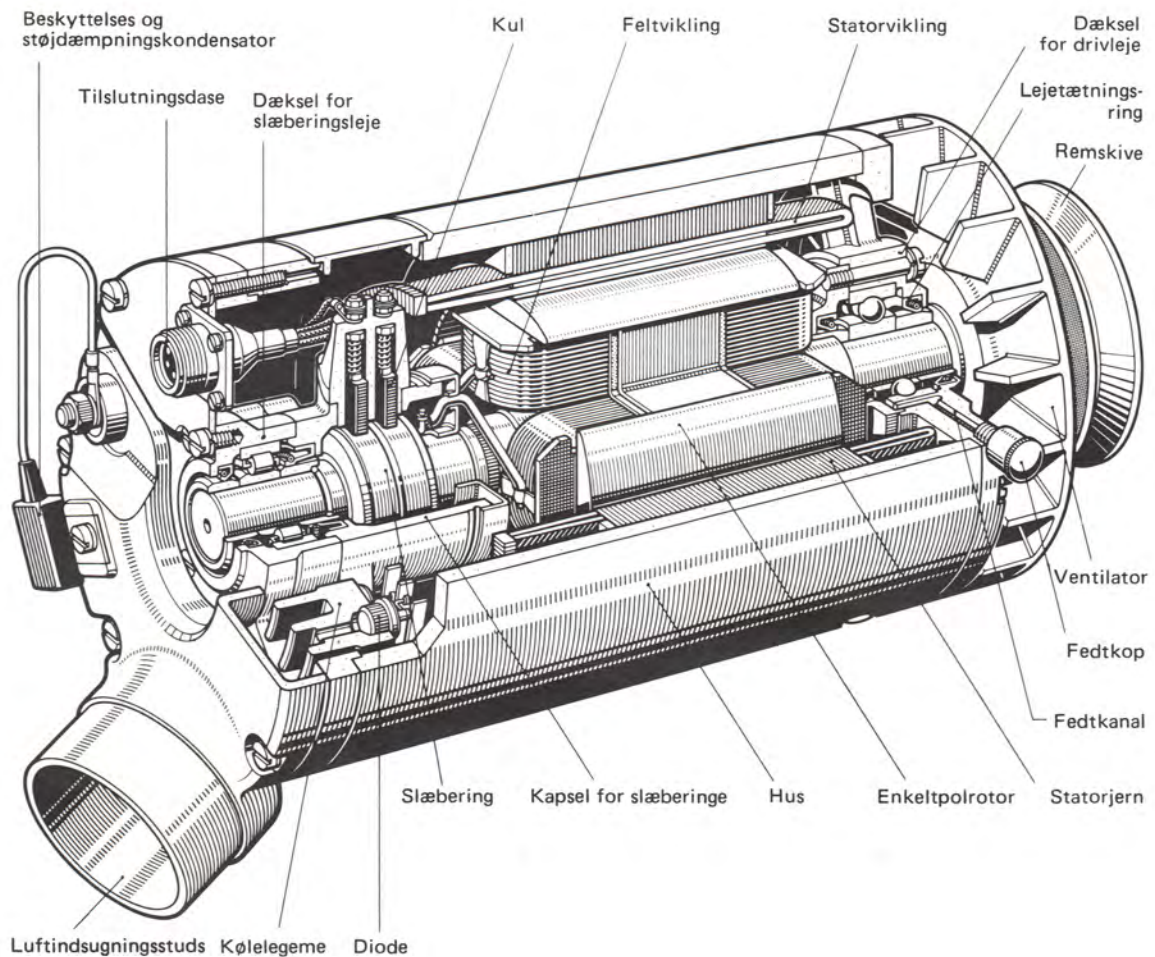


Fig. 28 4 polet T 2 generator i snit (enkeltpoltype).

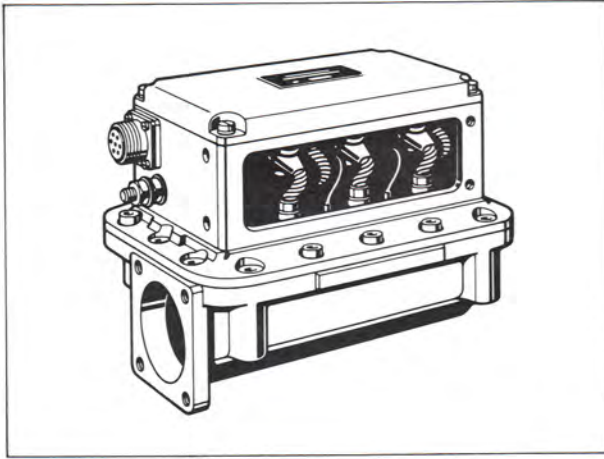


Fig. 29 Ensretter G 9 (GW 28 V 400 A).

Den på fig. 30 viste enkeltpolgenerator U 2 for svære køretøjer med meget højt strømforbrug, adskiller sig fra udførelsen T 2 derved, at ventilatoren er indbygget i U 2, generatoren er 6-polet og dioderne er anbragt udenfor generatoren i et særligt vandkølet ensretterhus (fig. 29). Disse generatorer kan let omkobles fra stjerne til trekantkobling, idet klembroerne i tilslutningskassen flottes. Afgiver maskinen ved stjernekobling f.eks. 320 A, er den maximale strøm ved trekantkobling

$$I = I_p \sqrt{3} = 320 \cdot 1,73 = 550 \text{ A (se ligning side 7)}$$

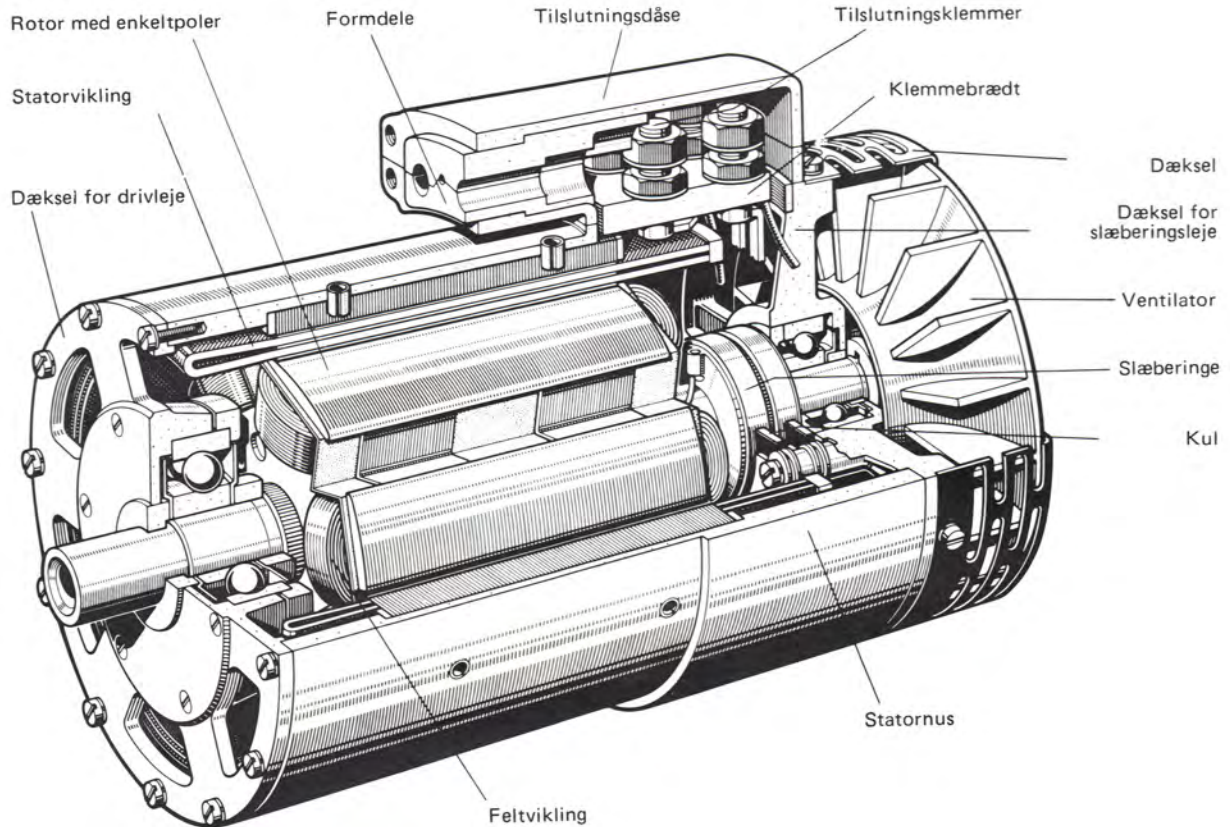


Fig. 30 6 polet U 2 generator i snit (Enkeltpoltype uden indbygget ensretter).

Klopolgenerator med magnetiseringsmaskine (slæberingsløs) Fig. 32

Generatorkullene er underkastet et vist slid og dette bestemmer vedligeholdelsesintervallet for generatoren. Ved busdrift ønskes lang tids vedligeholdelsesfri drift og dette fører til ønsket om en generator uden slæbering og kul. Vedligeholdelsesintervallerne bestemmes da kun af lejerne. Fremstillingsprisen for sådanne generatoren er dog større.

I stedet for slæberingsdelen er der indbygget en feltstrømmaskine, der består af en lille 3-faset vekselstrømsgenerator med roterende 3-faset vikling og fastående feltvikling. Den fra 3-faseviklingen på feltstrømmaskinen kommende strøm (fig. 31) ensrettes af dioder og tjener til forsyning af rotorviklingen på generatoren.

Ved denne generatorudførelse er den tilhørende (mindre temperaturfølsomme) Siliciumtransistor-spændingsregulator indbygget i en udsparring i indsugningssidens lejedæksel således, at der ikke mere kræves udvendige ledninger mellem generator og spændingsregulator. Vanskeligheder med brud eller forkert ledningsmontage kan derfor ikke mere optræde.

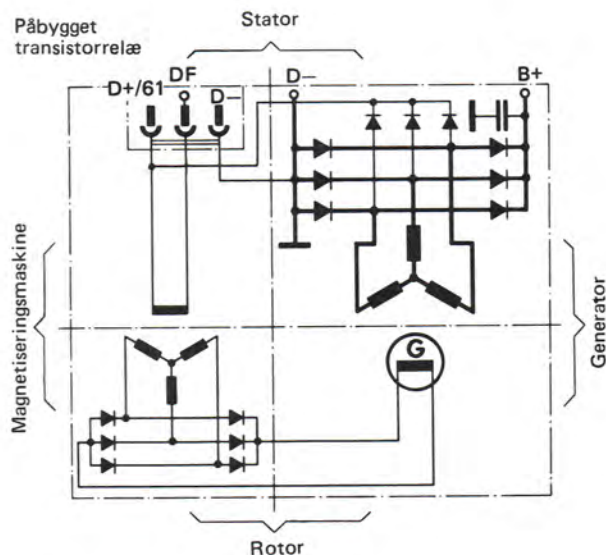


Fig. 31 Indre diagram for T 4 generator med magnetiseringsmaskine.

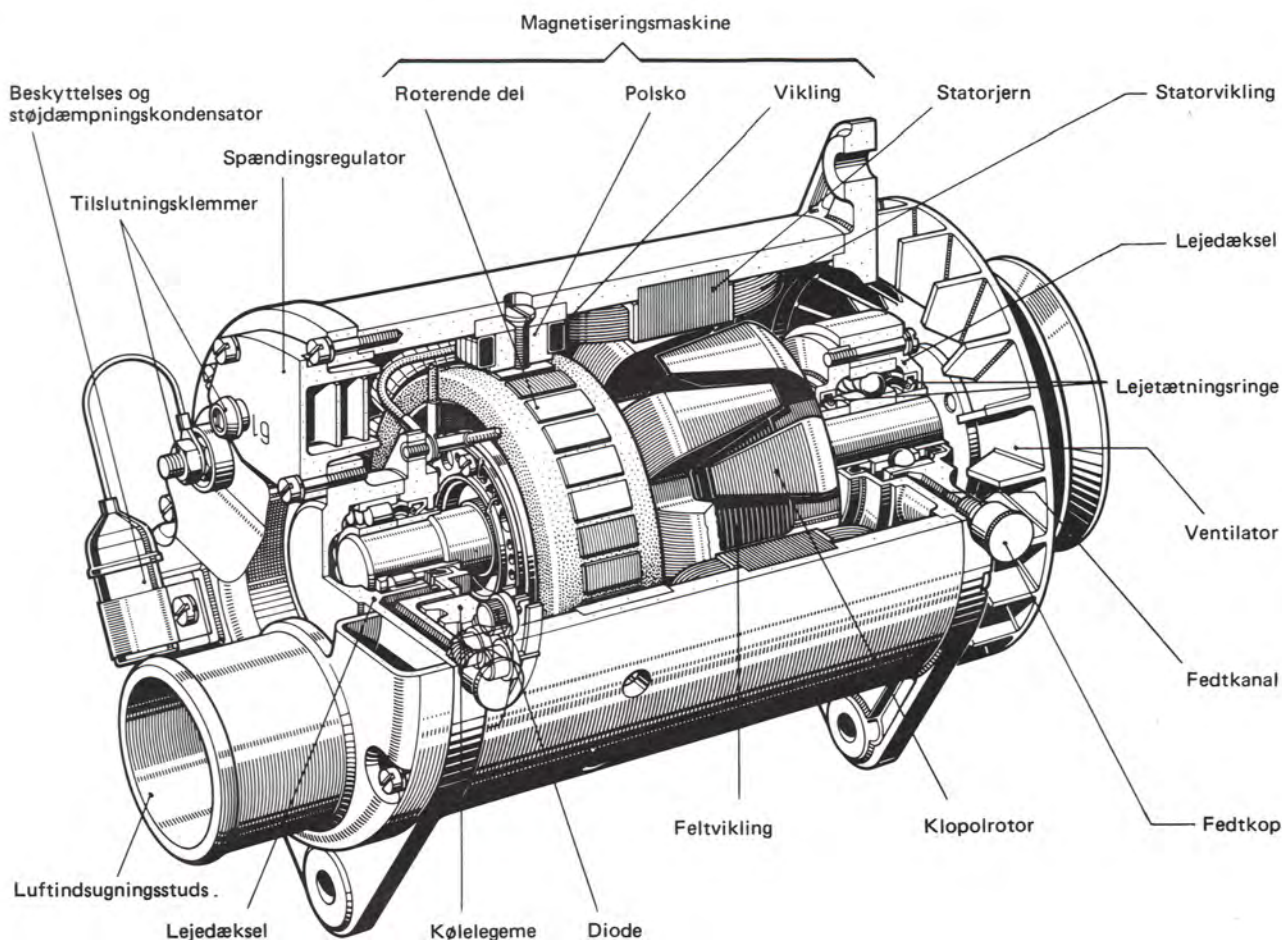


Fig. 32 Klopolgenerator T 4 i snit.

Generator med ledestykkerotor (slæberingløs)
(fig. 34)

Denne generatortype er beregnet for strømforsyning i jernbanevogne og drives via et snekegear fra vognakslen. Den er praktisk talt vedligeholdelsesfri, da den hverken har eget leje eller slæberinge og kul. Feltviklingen sidder på en faststående inderpol i centrum af generatoren (fig. 33). Udvendig findes statorviklingen. Mellem indre pol og stator drejes den 12-polede ledestykkerotor, der består af 2 polhalvdele med hver 6 kloformede poler, der griber ind i hinanden. Polhalvdelene er forbundet med en ring af umagnetisk stål. Den ene polhalvdel har en som nav udformet bund. På dette nav er ledestykkerotoren befæstet på gearets snekkeaksel. Rotoren lejres således i gearkassen.

Generatoren magnetiseres gennem den faststående inderpol, hvis felt forstærkes af formagnetiseringsstrømmen. Magnetfeltet magnetiserer den roterende ledestykkerotor, hvis magnetflux frembringer en 3-faset vekselspænding i den 3-fasede statorvikling, der derefter ensrettes på bekendt måde af dioder.

En stikdåse på diodehuset optager tilslutningsstikket med kabler og danner en vandtæt forbindelse mellem generatoren og spændingsregulatoren henholdsvis ledningsnettet i vognen.

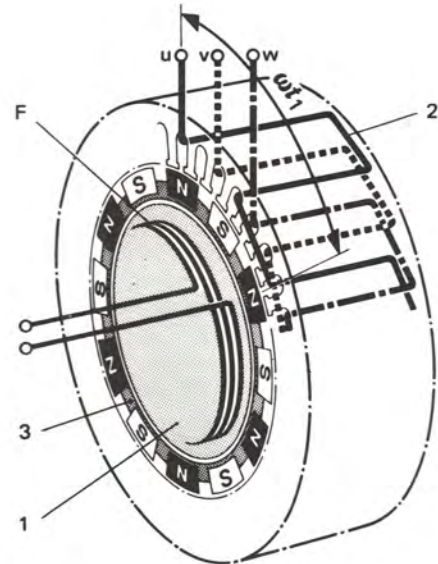


Fig. 33 Skematisk tværsnit gennem U 3 generator.

- F = Feltvikling
- ωt_1 = 1 fase
- 1 = Inderpol (faststående)
- 2 = Statorvikling (faststående)
- 3 = Ledestykkerotor (roterende)

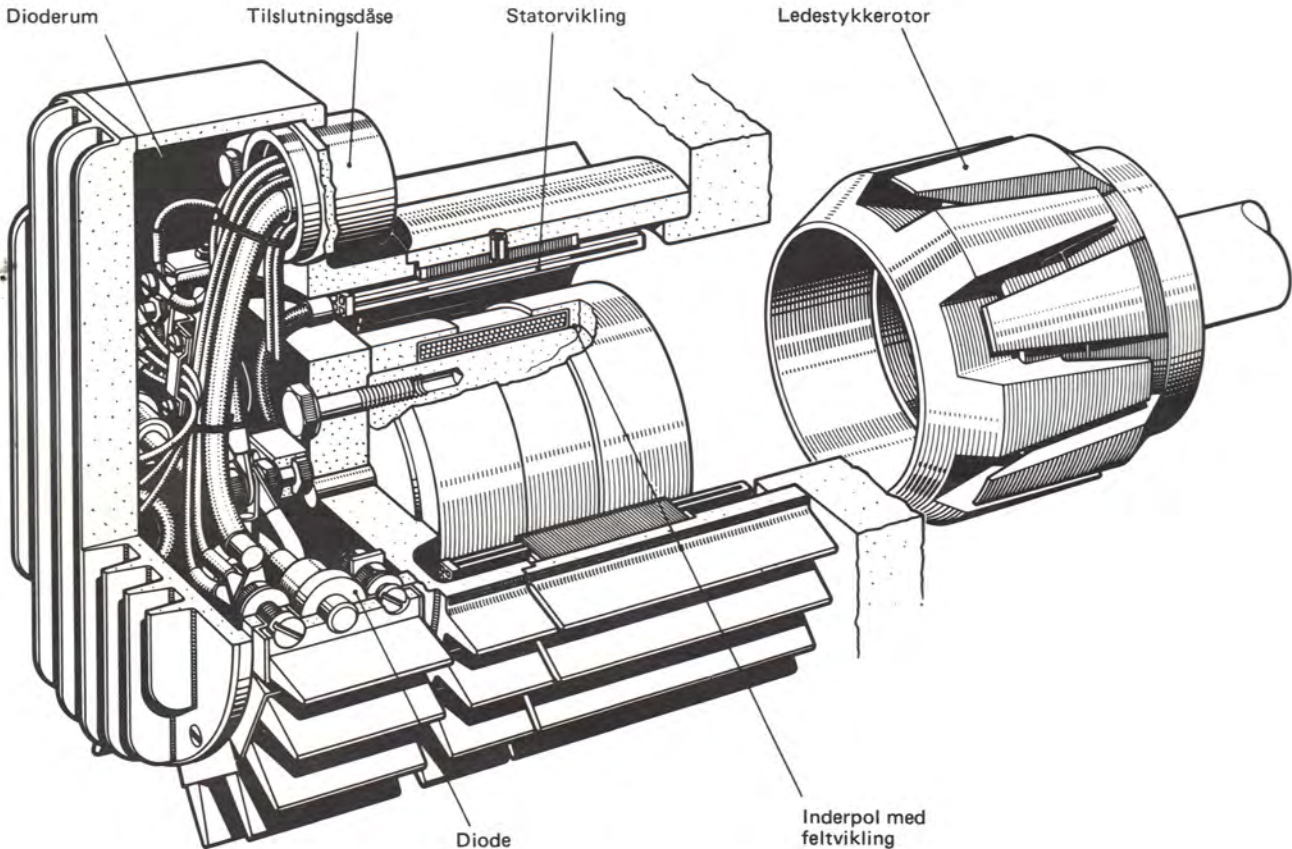
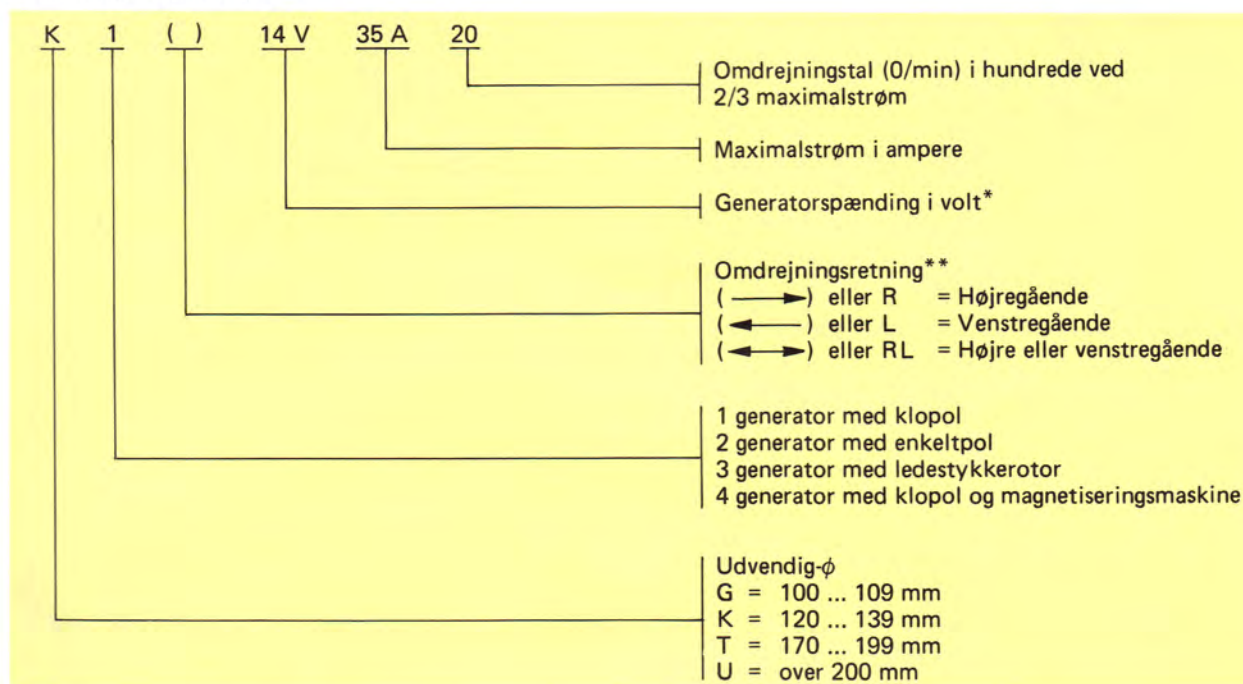


Fig. 34 Generator U 3 med ledestykkerotor i snit.

Typeforklaring

På vekselstrømsgeneratorer står foruden det ti-cifrede Bosch bestillingsnummer, som for vekselstrømsgeneratorernes vedkommende altid begynder med 0 12 ..., en typebetegnelse med følgende betydning:

Eksempel på typebetegnelse



* Generatorspændingen (17 V, 14 V, 28 V etc.) må ikke forveksles med den såkaldte anlægsspænding (Nennspannung). Generatorspændingen er den spænding, hvormed generatorer normalt drives og hvormed den er påtegnet, den er en omtrentlig middelværdi for de ladespændinger de enkelte batteriarter og driftbetingelser kræver. Anlægsspændingen er derimod den normerede batterispænding, d.v.s. netspændingen ved stille-

stående generator (6, 12, 24 V). Starter og elektromotorer er påtegnet denne spænding (6, 12, 24 V), idet disse jo drives med denne spænding.

** Set fra generatorens drivside, Højregående = i urets retning, venstregående = mod urets retning.

Generatoroversigtstabel

| Type | Hus ϕ mm | Rotor-system | Pol-tal | Slæbe-ringe | Ensretter | Spændings-regulator | Befæstelse | Anvendelse |
|------|---------------|----------------------------|---------|-------------|-----------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| G 1 | 100...109 | Klopol | 12 | med | indbygget | påbygget separat | Svingarm | Personbiler, lastbiler, traktorer |
| K 1 | 130 | Klopol | 12 | med | indbygget | påbygget separat | Svingarm | Personbiler, lastbiler, traktorer |
| T 1 | 178 | Klopol | 16 | med | indbygget | separat | Svingarm Sattel | Busser |
| T 2 | 178 | Enkeltpol | 4 | med | indbygget | separat | Sattel | Busser, Aggregatmotorer |
| T 4 | 178 | Klopol m. magnetiseringsm. | 16 | uden | indbygget | indbygget | Svingarm Sattel | Busser |
| U 2 | 203 | Enkeltpol | 4, 6 | med | separat | separat | Sattel | Svære køretøjer, skibe |
| U 3 | 270 | Ledestykke | 12 | uden | indbygget | separat | Befæstelsesflange på gearkasse | Jernbaner, skibe |

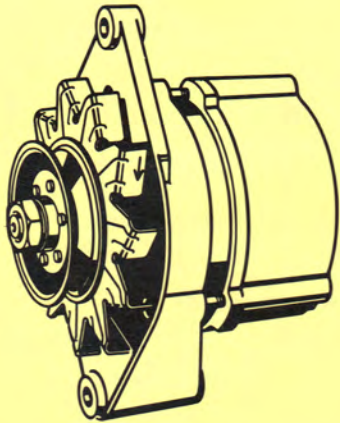


Fig. 35 Klopolygonator G 1, svingarmbefæstelse, ventileret.

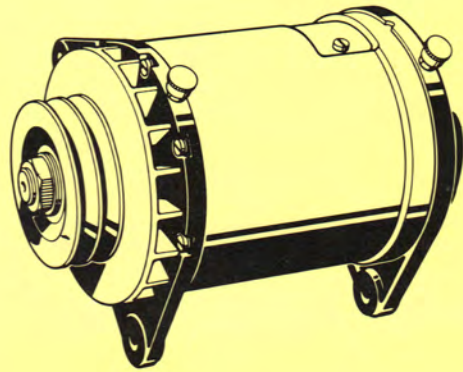


Fig. 38 Klopolygonator T 1, svingarmbefæstelse, ventileret, luftindsugningsstuds.

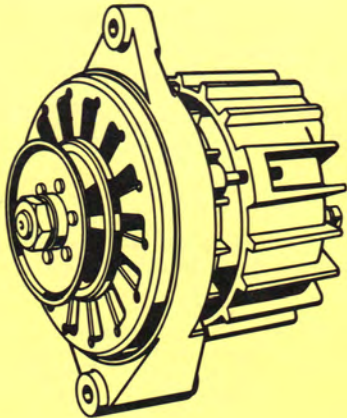


Fig. 36 Klopolygonator G 1, svingarmbefæstelse, lukket udførelse med udvendig køling.

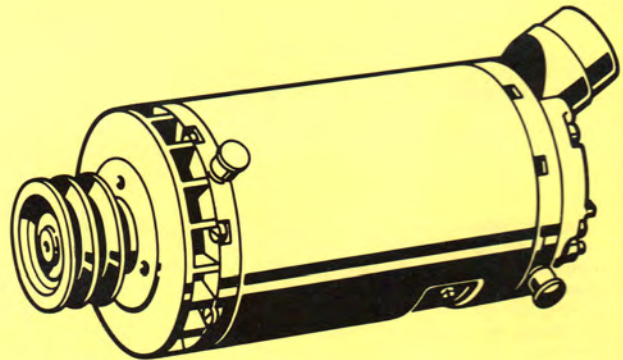


Fig. 39 Enkeltpolygonator T 2, saddebefæstelse, ventileret, luftindsugningsstuds.

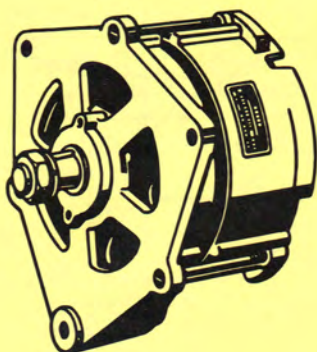


Fig. 37 Klopolygonator K 1, svingarmbefæstelse, ventileret (vist uden ventilator).

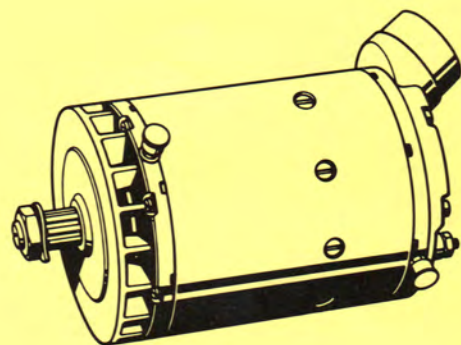


Fig. 40 Klopolygonator T 4, saddebefæstelse, ventileret, luftindsugningsstuds.

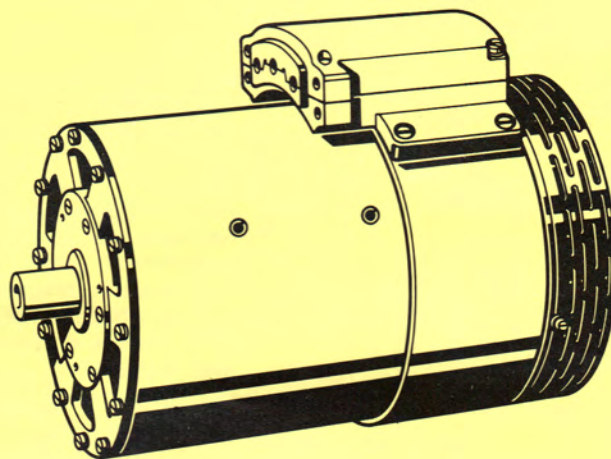


Fig. 42 Generator U 3 med ledestykkerotor (for sammenbygning med snekkedrev).

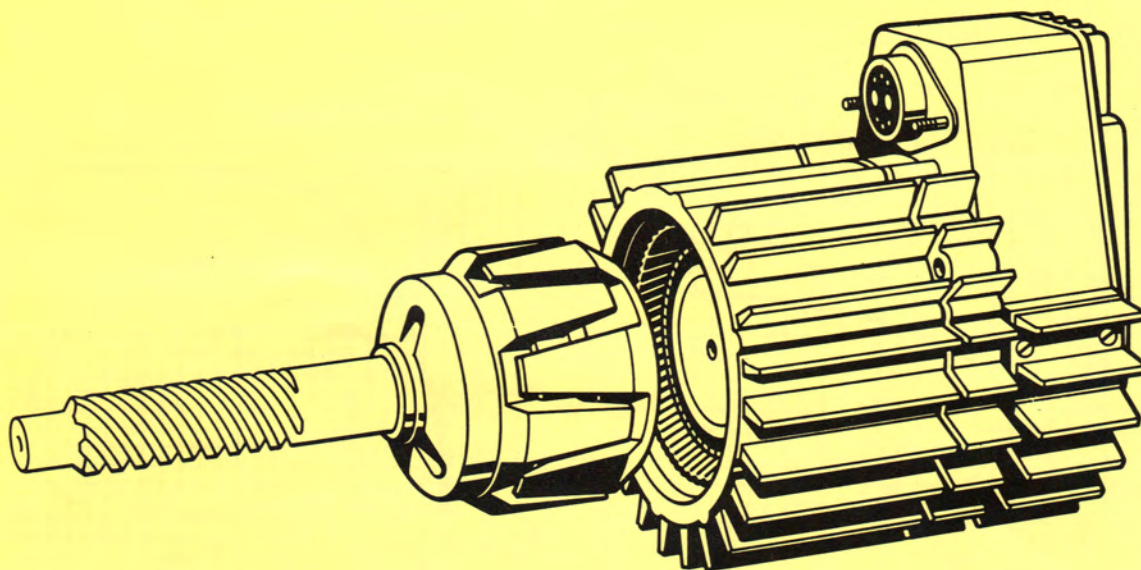


Fig. 41 Enkelpolgenerator U 2, saddebefæstelse, ventileret, dæksel med luftslidser.

Strømkurver

Ud fra strømkurverne kan man se, hvor meget strøm generatoren kan afgive ved et bestemt rotoromdrejningstal. Af særlig interesse er følgende omdrejningstal (fig. 43 og 44).

1. Omdrejningstal ved $2/3 I_{\max}$, der angives i hundreder i typebetegnelsen. Strømstyrken ved $2/3 I_{\max}$ bestemmes af det samlede ydelsesbehov af de i længere tid indkoblede strømforbrugere (konstant forbrugere). Sådanne forbrugere er f.eks. batteritænding, forlygter, baglygter, instrumentbrætbelysning. Eventuelt må man også henregne hjælpelygter, viskere, varmeapparat, varmerude og autoradio som konstant forbrugere. De i kortere tid indkoblede forbrugere, så som horn, blinker, stoplygte og cigarettænder, behøver man ikke at tage hensyn til. Er en større startydelse nødvendig, f.eks. på lastbiler med dieselmotor, bliver generatorens $2/3 I_{\max}$ i overvejende grad bestemt af batterikapaciteten.

2. Omdrejningstallet ved hvilket generatoren når maksimal strømstyrke, er I_{\max} .

3. Maximal omdrejningstal for generatoren er alt efter generatorydelse begrænset dels af lejelevetid dels af skridsikkerheden på generator og ventilatorremskiven. Dette omdrejningstal må ikke overskrides. Alt efter størrelse og type ligger de tilladelige omdrejningstal mellem 3000 og 14000 o/min.

Generatorkurverne gælder for driftvarm generator og en rumtemperatur på ca. 25°C . I modsætning til kurven vist på fig. 44 er kurven på fig. 43 fladere hvilket betyder at generatoren først når sin max. ydelse ved et højere omdrejningstal.

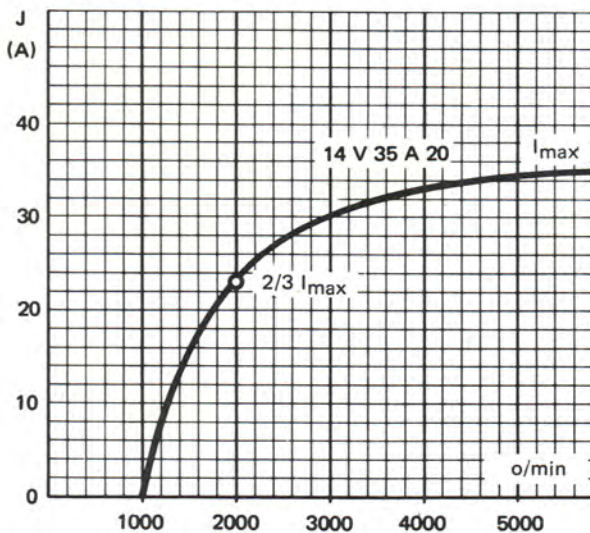


Fig. 43 Strømkurve i afhængighed af omdrejningstallet for en K 1 generator med kontaktspændingsregulator.

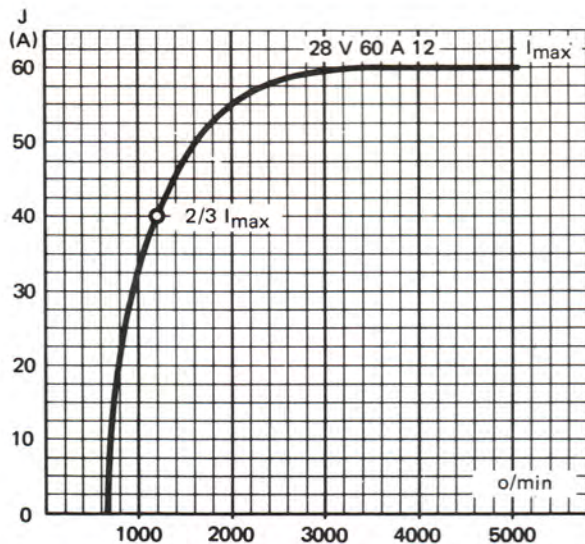


Fig. 44 Strømkurve i afhængighed af omdrejningstallet for en T 1 generator med transistor-spændingsregulator.

Køling

Den i generatoren udviklede varme og den fra motoren og udstødningen kommende varmestråling- og ledning kan være en fare for isolations- og loddestedene, men fremfor alt for halvlederne, derfor skal generatoren køles, d.v.s. den i generatoren frembragte varme skal fjernes. Generatoren må derfor kun køres sammen med den tilhørende ventilatorremskive. (Desuden er det nødvendigt at bil- eller motorfabrikanten tager hensyn dertil og beskytter mod varmestråling- og ledning).

Kølingen sker på forskellig måde alt efter generatortype.

Gennemventilerede generatore

Generatore, der ikke skal være støv-, sprøjtevands- eller vandtætte, bliver gennemventileret for køling (det er den normale udførelse af generatore i biler). Dertil anvendes ventilatore som vist på fig. 45 og 46.

Der findes 3 forskellige udførelser af gennemventilerede generatore:

Ved den første type findes en ventilatorskive med en krans af skovle anbragt udvendig på generatorakslens drivside. Køleluften suges gennem generatoren. Luften kommer ind i slæberings- henholdsvis diodesiden, stryger gennem generatoren og kommer ud gennem de i lejedækslet værende åbninger (fig. 25, 35 og 37).

Den anden type har en særlig luftindsugningsstuds anbragt i lejeskjoldet ved diodesiden i stedet for ventilatoråbninger således, at støvfattig og kølig luft ved hjælp af en slange kan indsuges fra et støvfrit rum. Ventilatoren sidder også her på ydersiden (fig. 26, 28, 32, 38, 39 og 40).

Den tredje udførelse har ventilatoren indbygget på slæberingssiden af rotorakslen (Indvendig i generatoren). I dette tilfælde suges luften ind i drivlejeskjoldet og kommer ud gennem det dæksel med slidser, der sidder på slæberingssiden (fig. 30, 41). Mellem remskive og drivlejeskjold skal holdes en afstand på 15 mm for at opnå en tilfredsstillende tilførsel af køleluft.

Temperaturen på den indsugede køleluft må højst være $+60^{\circ}\text{C}$ til $+70^{\circ}\text{C}$. Den indsugede luft skal såvidt muligt være støvfri, da generatoren ellers vil få funktions- og levetiden nedsat.

Udvendig ventilerede generatore

Generatore, der ofte skal arbejde i luft fyldt med støv (f.eks. landbrugstraktore), er lukkede og kan kun køles udefra.

Disse generatore har køleribber mellem hvilke køleluften fra kørevinden (fig. 34, 42) eller kølevinden fra en påbygget ventilator (fig. 36) kan strømme. I dette tilfælde anvendes en vendeventilator, som vist på fig. 47 med hvilken luften suges gennem åbningen ind i ventilator-dækslet og indenfor dækslet drejes 90° .

Udvendig ventilerede generatore, der skal køles af kørevinden, skal være udsat for luftstrøm og må ikke sidde i læ. Såfremt de ikke køles tilstrækkeligt, kan deres fulde ydelse ikke udnyttes, eventuelt optræder følgeskader.

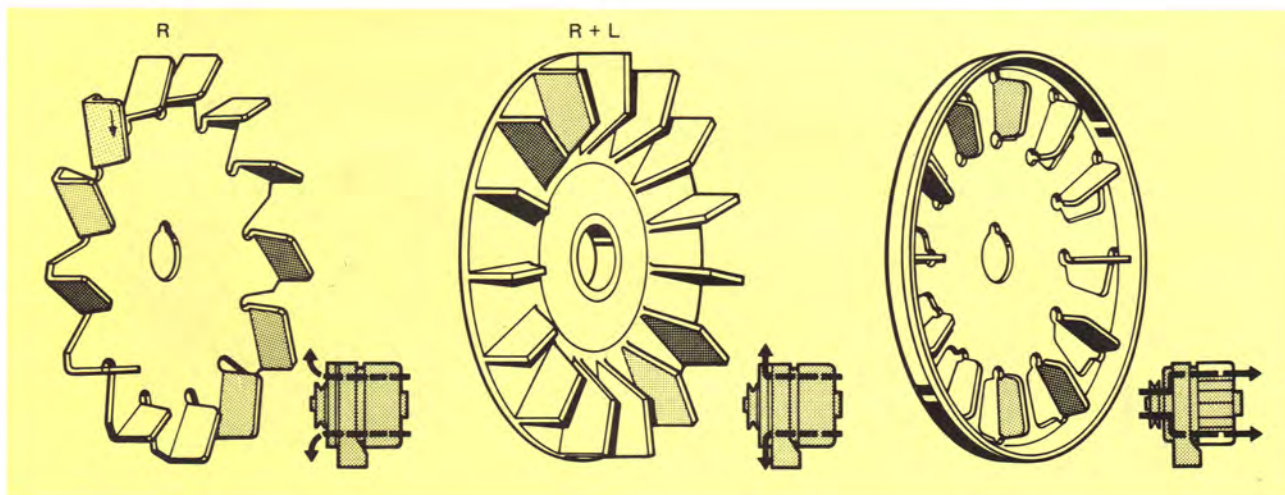


Fig. 45 Ventilator for kun en omdrejningsretning (her højregående).

Fig. 46 Ventilator for begge omdrejningsretninger.

Fig. 47 Ledeventilator (for udvendig køling).

Køling af dioder

Halvlederdiode tåler kun en bestemt maximal temperatur og den udviklede varme skal derfor med sikkerhed fjernes. Dioderne er derfor indbygget i såkaldte køleplader (fig. 25, 26, 28, 32).

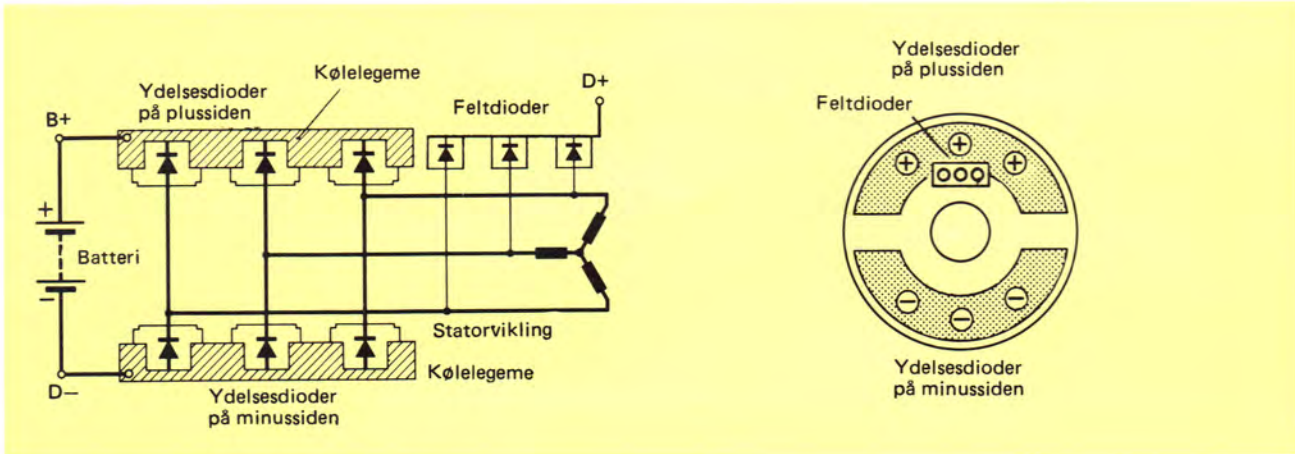


Fig. 48 2-kølelegemesystem for halvleder dioder.

De mindre vekselstrømsgeneratorer (G 1, K 1) har normalt 2 køleplader. Plussidens 3 ydelsesdioder sidder sammen på en bærelade (køleplade), medens minusidens 3 ydelsesdioder sidder sammen på en anden køleplade (fig. 48). I stedet for separat køleplade for ydelsesdioderne på minussiden, kan disse være lejret i selve generatorens lejeskjold, som igen har forbindelse til stel. Batteriets pluspol har forbindelse til den køleplade, hvorpå plussidens ydelsesdioder er monteret.

De større vekselstrømsgeneratorer (T, U) har normalt et 3-kølepladesystem, hvor der på hver enkelt køleplade er monteret 2 ydelsesdioder (1 minus, 1 plus) samt 1 feltdiode (fig. 49). På grund af de forholdsvis store strømstyrker, er kølepladerne forsynet med køleribber. Fig. 49 viser, at diodernes isolerede elektroder er forbundet med hinanden og at disse har forbindelse til henholdsvis B+, D- og D+.

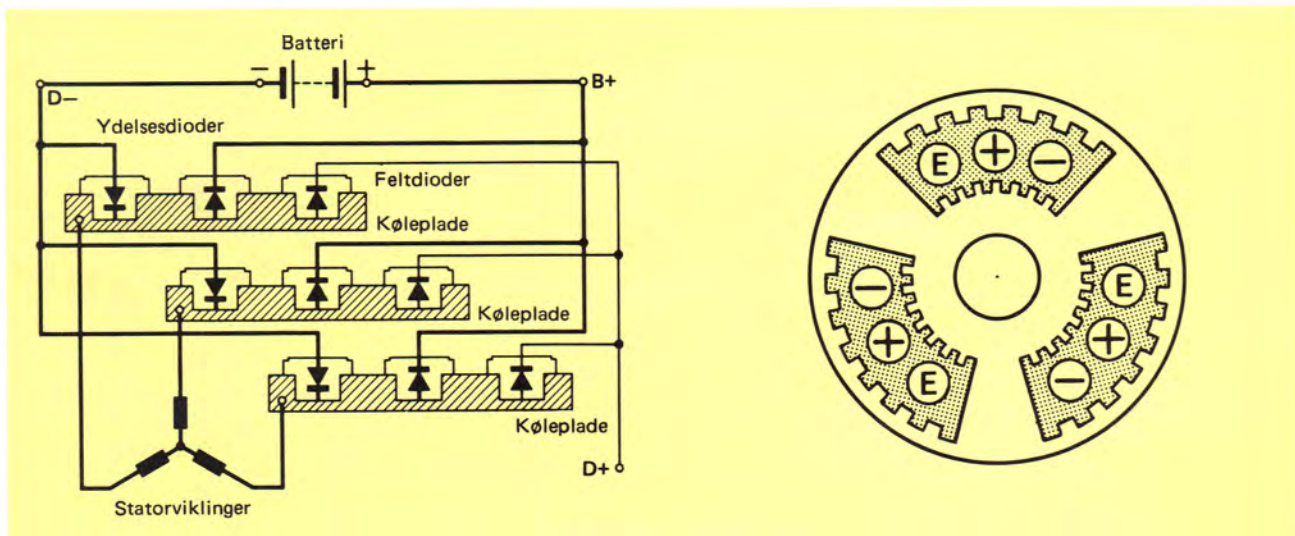


Fig. 49 3-kølelegemesystem for halvlederdiode.

Generatorspændingsregulator

Reguleringsprincip

Der stilles store krav til generatoren i en bil, da den på trods af store omdrejningstalsændringer (tomgang – fuldlast) og stærkt varierende belastning til stadighed skal holde spændingen på den af batteriet betingede højde uden dog at overlade dette. Det er derfor nødvendigt at træffe særlige foranstaltninger til automatisk regulering af spændingen. Dette sker ved hjælp af den til hver generator hørende Bosch spændingsregulator (fig. 50).

Den i generatoren frembragte spænding står i forhold til produktet af omdrejningstal og feltstrøm d.v.s. generatorspændingen er større, jo større omdrejningstallet og jo større feltstrømmen er. Princippet i spændingsregulering er, at man styrer feltstrømmen (og dermed feltstyrken i generatorens rotor) i afhængighed af den af generatoren frembragte spænding, således at generator klemspændingen ved vekslende omdrejningstal og belastning holdes konstant indtil maksimalstrømmen opnås. Så længe den af generatoren frembragte spænding ligger under reguleringspændingen (f.eks. 7,14 eller 28 volt) er regulatoren ikke i funktion.

Overstiger den frembragte spænding den givne maksimalværdi, bevirker regulatoren alt efter drifttilstanden en formindskelse eller hel afbrydelse af feltstrømmen (fig. 51). Herved aftager magnetiseringen af generatoren og dermed også den af generatoren frembragte spænding. Falder den frembragte spænding under den givne værdi, stiger magnetiseringen af generatoren atter, og hermed også generatorspændingen indtil dennes maksimalværdi igen overskrides. Derefter begynder spillet forfra.

Denne arbejdsgang afspilles så hurtigt, at generatoren indreguleres på den ønskede konstante spændingsværdi.

Tilpasningen til de forskellige omdrejningstal sker automatisk på den måde (fig. 52), at feltstrømmen ved lavere omdrejningstal løber uændret i forholdsvis lang tid og kun formindskes i kort tid, hvorved dens gennemsnitsværdi bliver høj. Omvendt forbliver ved højt omdrejningstal feltstrømmen kun kortvarig uformindsket og forringes i forholdsvis lang tid, i dette tilfælde bliver gennemsnitsværdien lav. Generatoren reguleres således ved periodisk forøgelse og nedsættelse af feltstrømmen. Dette sker enten gennem en såkaldt kontaktspændingsregulator eller en elektronisk spændingsregulator.

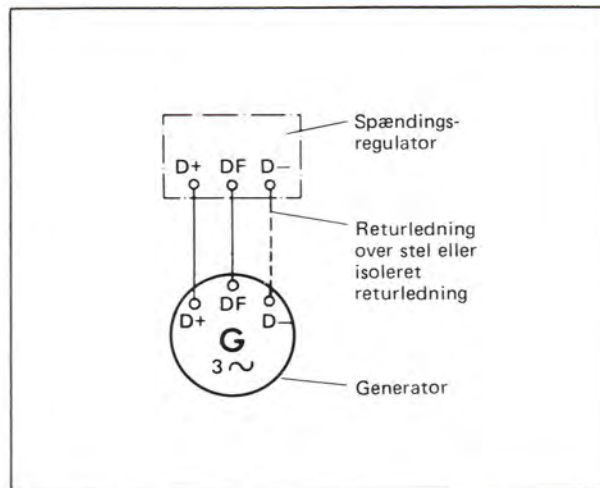


Fig. 50 Ydre forbindelser mellem generator og spændingsregulator.

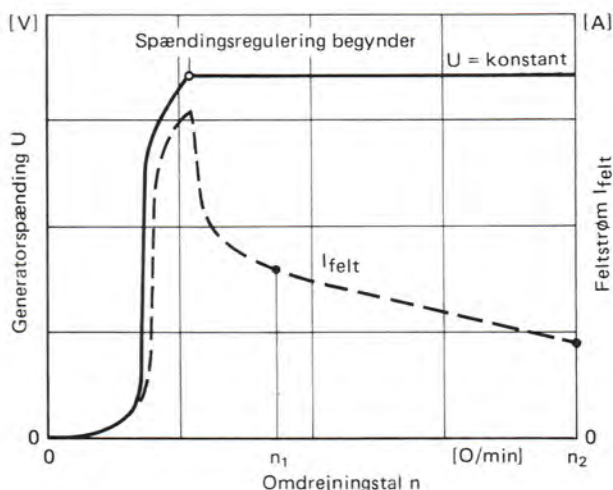


Fig. 51 Generatorspænding U og feltstrøm I_{felt} i afhængighed af omdrejningstallet.

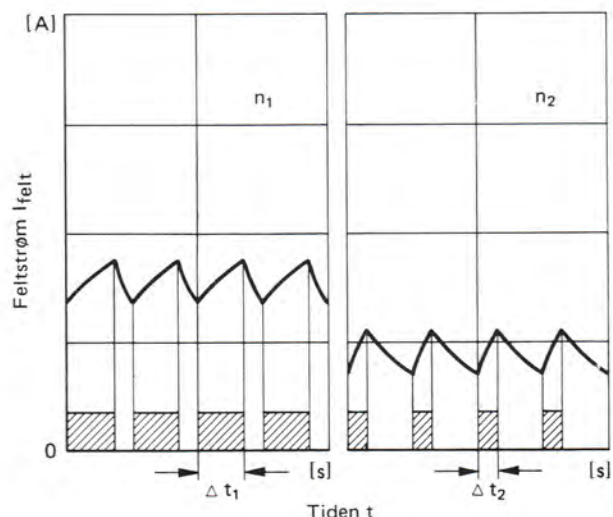


Fig. 52 Feltstrøm ved lavt og højt omdrejningstal. Δt : Feltstrømkredsens lukketid.

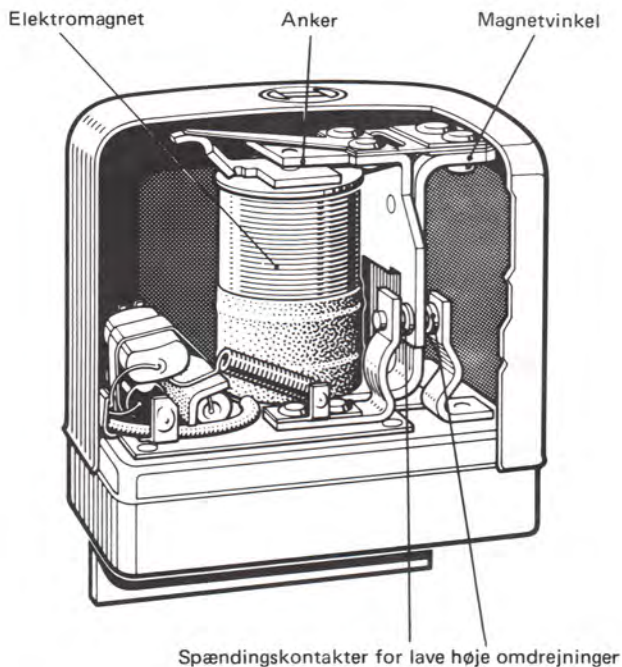


Fig. 53 Enelement-tokontakt spændingsregulator i snit.

Kontaktspændingsregulator

Kontaktspændingsregulatorer anvendes fortrinsvis sammen med de mindre vekselstrømsgeneratorer G 1 og K 1. Ved kontaktregulatorer foretages den vekselvise ændring af feltstrømmen ved åbning og lukning af en bevægelig kontaktarm, der under fjederspænding trykkes mod en faststående kontakt. Så snart elektromagnetens åbningspænding er overskredet, påvirker elektromagneten kontaktsættet til åbning, hvorved reguleringsmodstanden (fig. 54 ... 57) indkobles. Herved sænkes feltstrømmen og dermed generatorspændingen. Synker generatorspændingen under den foreskrevne værdi, overvinder fjederkraften elektromagnetens kraft og kontaktsættet lukkes atter.

De til vekselstrømsgeneratorer anvendte kontaktregulatorer er såkaldte enelementregulatorer, d.v.s. regulatorer med kun eet element (bestående af elektromagnet, magnetvinkel og anker, fig. 53). Ankeret tiltrækkes af magneten og bærer den bevægelige kontakt.

Bosch kontaktregulatorerne findes i to typer:

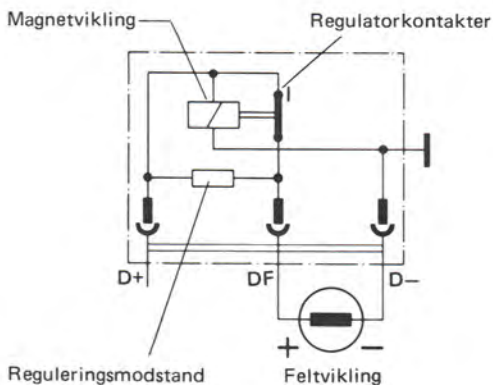


Fig. 54 Diagram for eenkontaktregulator.

Eenkontaktspændingsregulator

Af hensyn til funktionen af kontakterne er det mest fordelagtigt at vælge reguleringsmodstanden lille. Modstanden må dog ikke komme under en bestemt størrelse for at sikre, at feltstrømmen ved højeste generatoromdrejningstal og åbnede kontakter bliver lille nok. Denne betingelse er ikke let at opfylde ved biler, hvor der er et forhold mellem tomgangs-omdrejningstal og maximalomdrejningstal på 1 : 5 til 1 : 6 og hvor der kræves størst mulige feltstrøm.

Eenkontaktregulatoren anvendes i almindelighed ved spændinger på 28 V og ved mindre ydelser, altså lille feltstrøm.

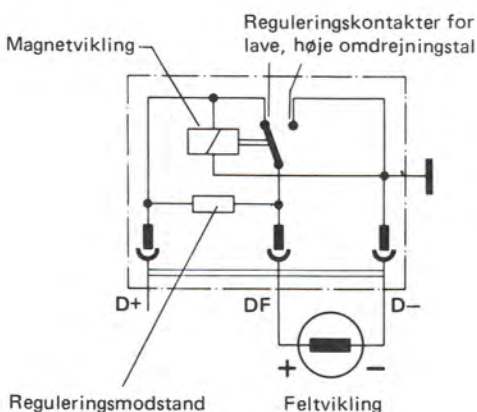


Fig. 55 Diagram for tokontaktregulator.

Tokontaktspændingsregulator

Denne regulator type tillader mere frihed i valget af feltstrømme og generatorens omdrejningstalsområde. Ved lavere omdrejningstal er virkemåden som ved eenkontaktregulatoren. Den væsentligste forskel er dog, at reguleringsmodstanden, der kobles foran feltet kan udføres betydelig mindre, hvornår der er gunstigt for kontaktlevetiden og derfor tillader højere feltstrømme. Ved højt omdrejningstal arbejder regulatoren med kontaktpar nr. 2, derved kortsluttes feltviklingen periodisk. Ved denne fremgangsmåde kan også høje omdrejningstal beherskes. Tokontaktregulatoren anvendes fortrinsvis for generatorspændinger på 7 eller 14 V.

Temperaturkompensering
Kontaktregulering

Reguleringselementets viklingsmodstand forandres ved skiftende temperaturer og ændrer derved reguleringsindstillingen. Til kompensering af dennes fejl anvendes justeringsmodstande (fig. 56, 57) og temperaturafhængige bimetal fjedre. Til beskyttelse af det fuldt opladede, varme batteri og til bedre opladning af det kolde batteri, vælges temperaturkompenseringen således, at regulatoren ved varm tilstand nedregulerer (derved undgås en særlig tropeindstilling) og ved kold tilstand regulerer op.

Strømskemaerne 56 og 57 viser den nærmere sammenhæng mellem generator og regulator. Desuden er støjdæmpningsdelene ved den støjdæmpede regulator (induktive og kapacitive) indtegnet. I eenkontaktregulatoren AE 1 findes til dæmpning en feltstrøminduktion (for at skåne kontakterne), en diode anbragt parallel med feltviklingen.

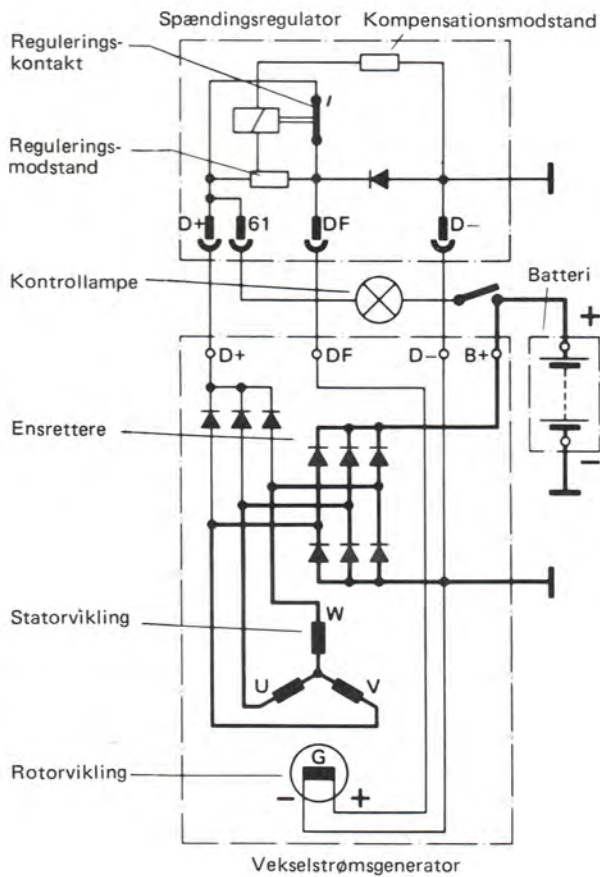


Fig. 56 Vekselstrømsgenerator K 1 (28 V) med eenkontaktregulator AE 1.

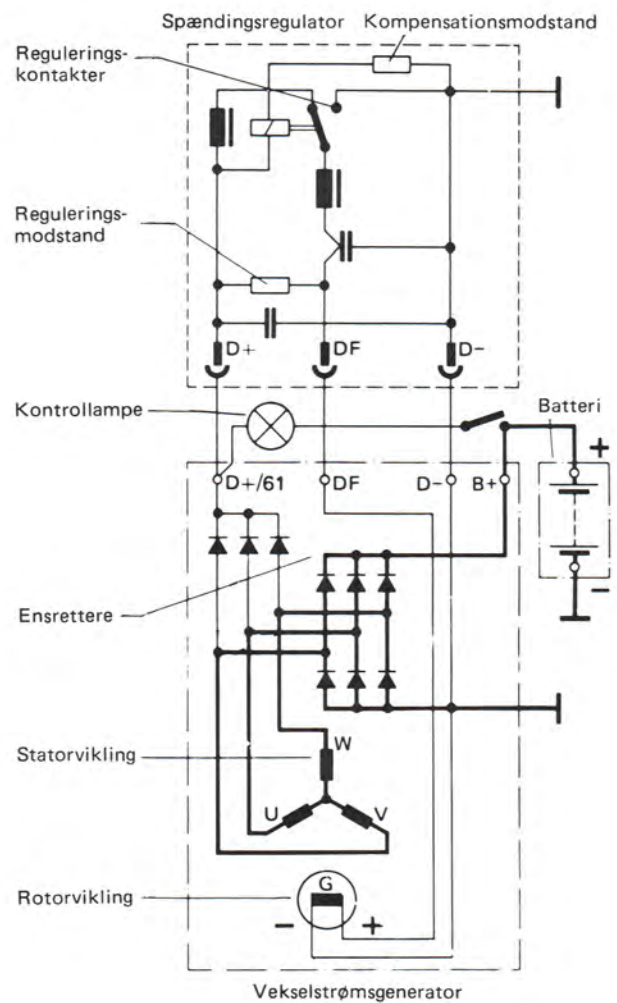


Fig. 57 Vekselstrømsgenerator G 1 eller K 1 (14 V) med to-kontaktregulator ADN 1, minus til stel, støjdampt.

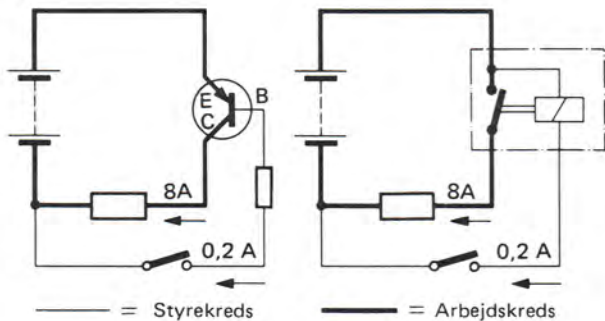


Fig. 58 Diagramsammenligning transistor-relæ.

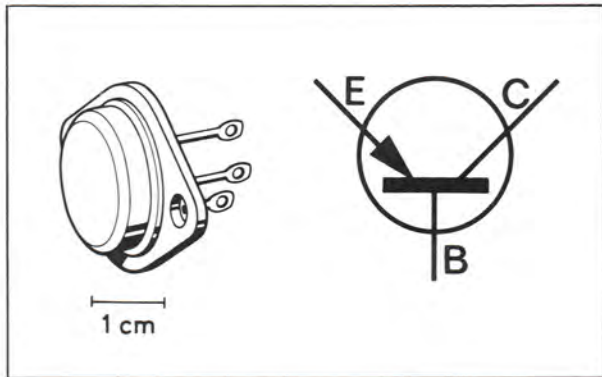


Fig. 59 Transistor i udseende og symbol.

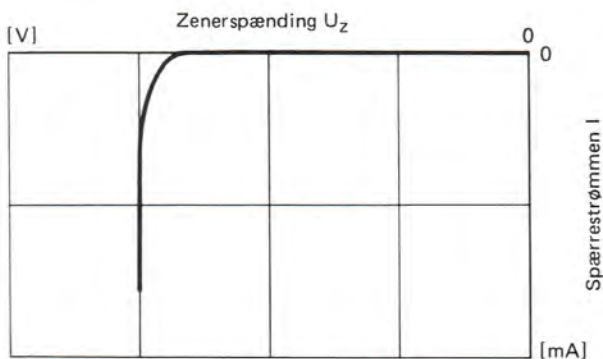


Fig. 60 Karakteristik for Z-diode.

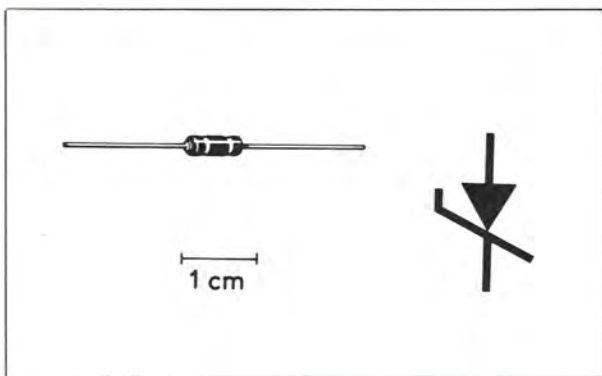


Fig. 61 Zenerdiode i udseende og symbol.

Elektronisk spændingsregulering

Elektroniske elementer

Ved mellem og store generatorydelser anvendes elektronisk regulator til spændingsregulering. Med disse kan generatorens høje feltstrømme beherskes sikkert og kravene til lang køretid (vedligeholdelsesfri drift) er opfyldt. I de elektroniske regulatorer er indbygget halvlederelementer, transistorer og Zenerdioder.

Transistor

I fig. 58 er vist, hvorledes man i stedet for et relæ med elektromagnet og kontakt (til højre) kan anvende en transistor (til venstre) til løsning af den samme opgave. Såfremt kontakten i relæets styrekreds sluttes, lukker relæets kontakt i hovedstrømkredsen (arbejds-kredsen). Det vil sige med en forholdsvis lille strømstyrke kan en langt større arbejdsstrøm styres. Akkurat det samme sker ved hjælp af transistor i venstre side i billedet. Lukkes kontakten i styrekredsen, går der en styrestrøm fra batteri+ via emitter E, basis B, en modstand og kontakt til batteri-. Gennem den over strækningen emitter - basis løbende styrestrøm bliver strækningen emitter - kollektor (E-C) ledende. Hovedstrømmen er indkoblet. Det er den karakteristiske egenskab ved transistoren.

En transistor er, hvad størrelse og vægt angår, et relæ langt overlegent (fig. 59). Den er som en diode kun på størrelse med en fingernegl, alt efter feltstrømmen. I vekselstrømsgeneratoren ind- og udkobler hovedtransistoren magnetfeltstrømmen i hurtig rækkefølge. Hovedtransistoren arbejder her ikke som forstærker som det f.eks. er tilfældet i transistorradiomodtagere, men som kontakt eller relæ.

Zenerdiode (Z-diode)

Et andet vigtigt halvlederelement i transistor-spændingsregulatoren er Z-dioden, tidligere også kaldet Zenerdiode efter sin opfinder (fig. 60, 61). Den anvendes kun i spærreområdet (fig. 60), d.v.s. dens særegenbed består i at spærrestrømmen ved en bestemt spænding (zener-spænding) pludselig tiltager. Z-dioden egner sig derfor udmærket som måleværdiimpuls-giver. I transistorregulatoren anvendes den til at styre en yderligere transistor efter at målespændingen er nået.

Opbygning af en elektronisk regulator

Den elektroniske regulator indeholder ingen kontakter. Spændingen reguleres elektronisk. Dertil anvendes de på et trykt kredsløb anbragte dioder, transistorer modstande og kondensatorer (fig. 62). Der anvendes altså ingen bevægelige dele, der er underkastet slid.

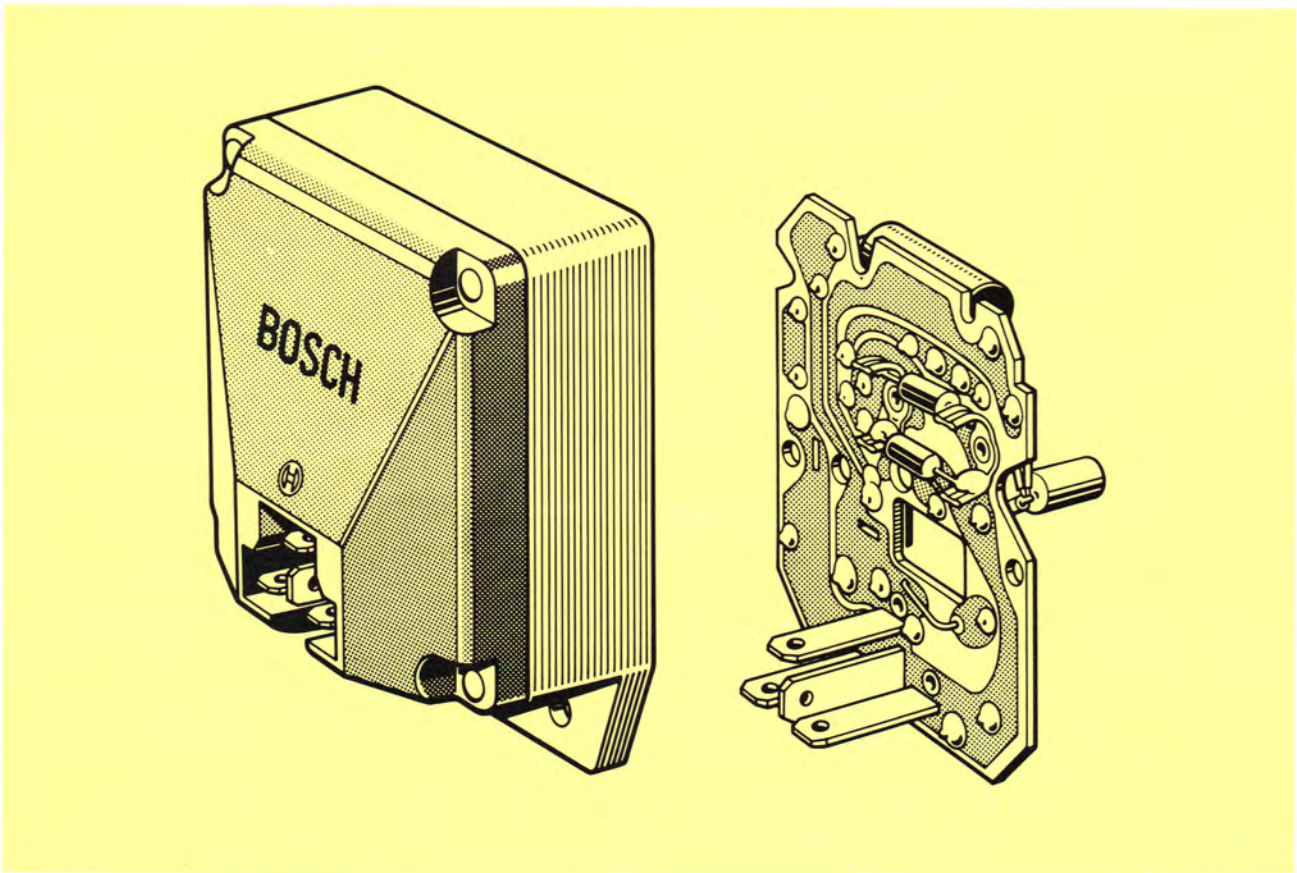


Fig. 62 Transistorspændingsregulator ED, lederplade vist til højre.

Spændingsregulering

Den på figur 63 viste forenklet fremstillede transistorregulator fungerer på følgende måde:

Fra feltioderne flyder en strøm over begge klemmer D+, emitter E på hovedtransistoren T1, dennes basis B og modstanden R3 til stel. Derved bliver E-C strækningen på transistoren T1 ledende, feltstrømmen flyder via denne E-C strækning og tilslutningerne DF til feltviklingen. Derved bliver generatoren fuldt magnetiseret og spændingen stiger. Generatorspændingen ligger også over spændingsdeleren R1/R2, der atter leverer målespændingen for Z-dioden. Når spændingen er steget til ca. 28 V er spændingen over R1 lig med Zener-spændingen og Z-dioden bliver ledende.

Z-dioden indkobler nu styretransistoren T2. Over den indkoblede transistor T2 forbindes basis på hovedtransistoren T1 med D+. Der flyder ingen basisstrøm mere. Derved afbryder hovedtransistoren T1 feltstrømkredsen. Generatoren magnetiseres nu ikke mere. Spændingen falder under den indstillede værdi og Z-dioden afbryder transistoren T2's basisstrøm. Derved forbindes basis på hovedtransistoren T1 via modstanden R3 til D-, T1 indkobler atter feltstrømmen.

Dette spil gentages meget hurtigt således, at der opnås en meget nøjagtig regulering af spændingen.

Transistor-spændingsregulatoren type EE (fig. 64/65) arbejder på samme måde som ED regulatoren, blot er EE regulatoren monteret direkte på generatoren (ingen udvendige ledninger mellem regulator og generator).

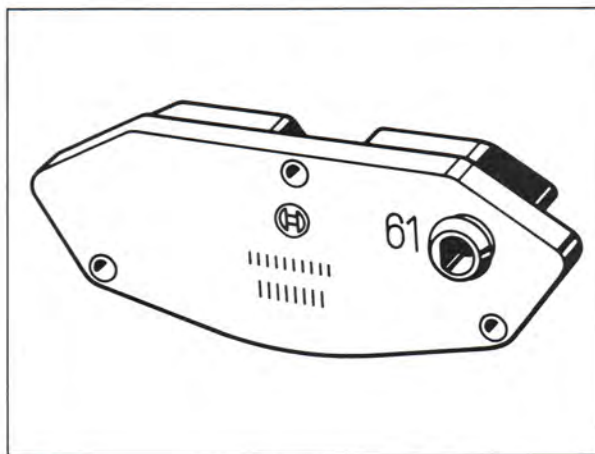


Fig. 64 Transistor-spændingsregulator type EE (for påbygning).

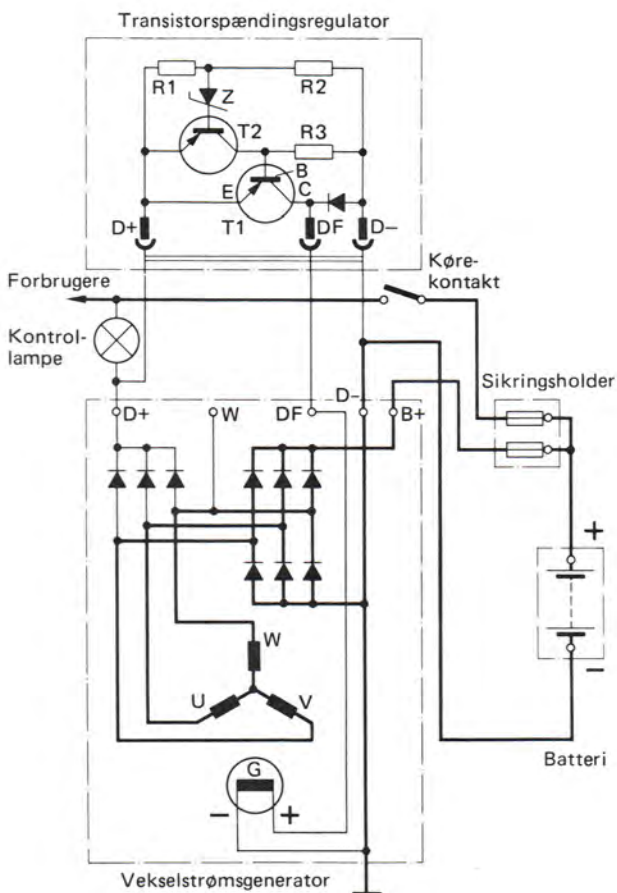


Fig. 63 Anlæg med klopulgenerator T1 og transistorregulator ED

- T1 = Hovedtransistor
- T2 = Styretransistor
- Z = Z-diode
- R1/R2 = Spændingsdeler
- R3 = Modstand

Fig. 66 viser et anlæg for svære køretøjer (skibe og lign.), hvor ensretteren er anbragt i et særligt hus (se også fig. 29). Den i dette anlæg anvendte transistorregulator EC (fig. 67) er på grund af de høje feltstrømme og den deraf følgende nødvendige varmebortførelse forsynet med køleribber.

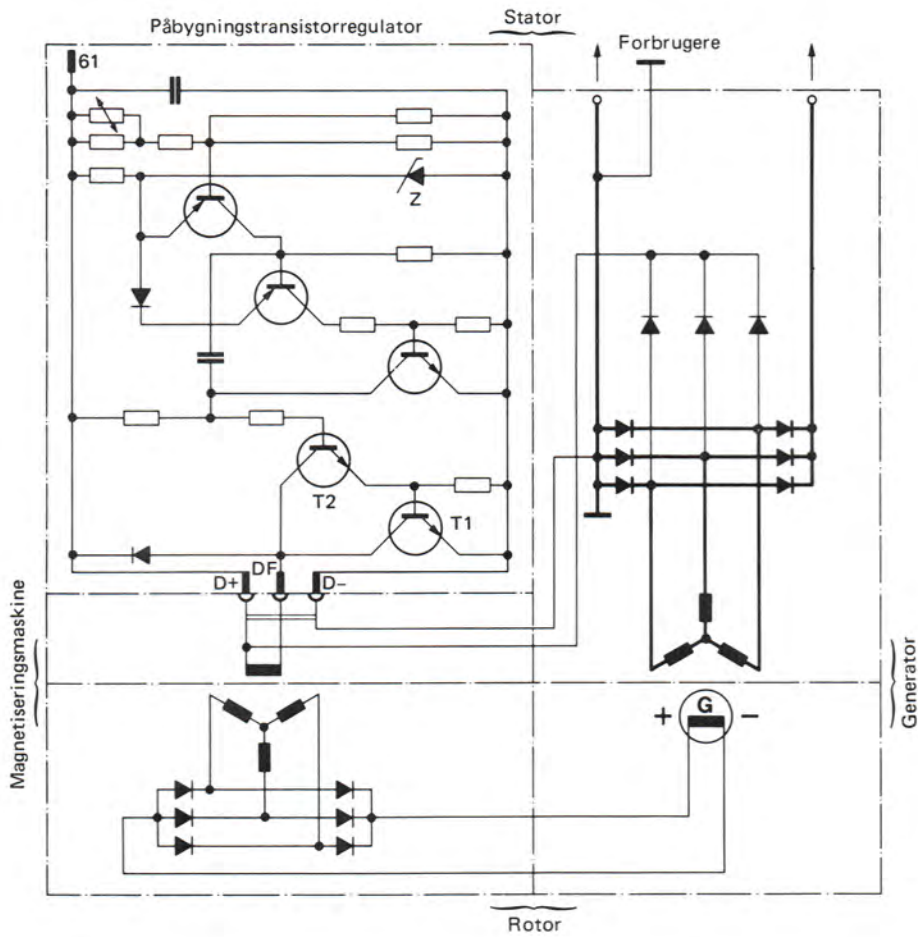


Fig. 65 Klopolgenerator T 4 med påbygget transistorregulator EE

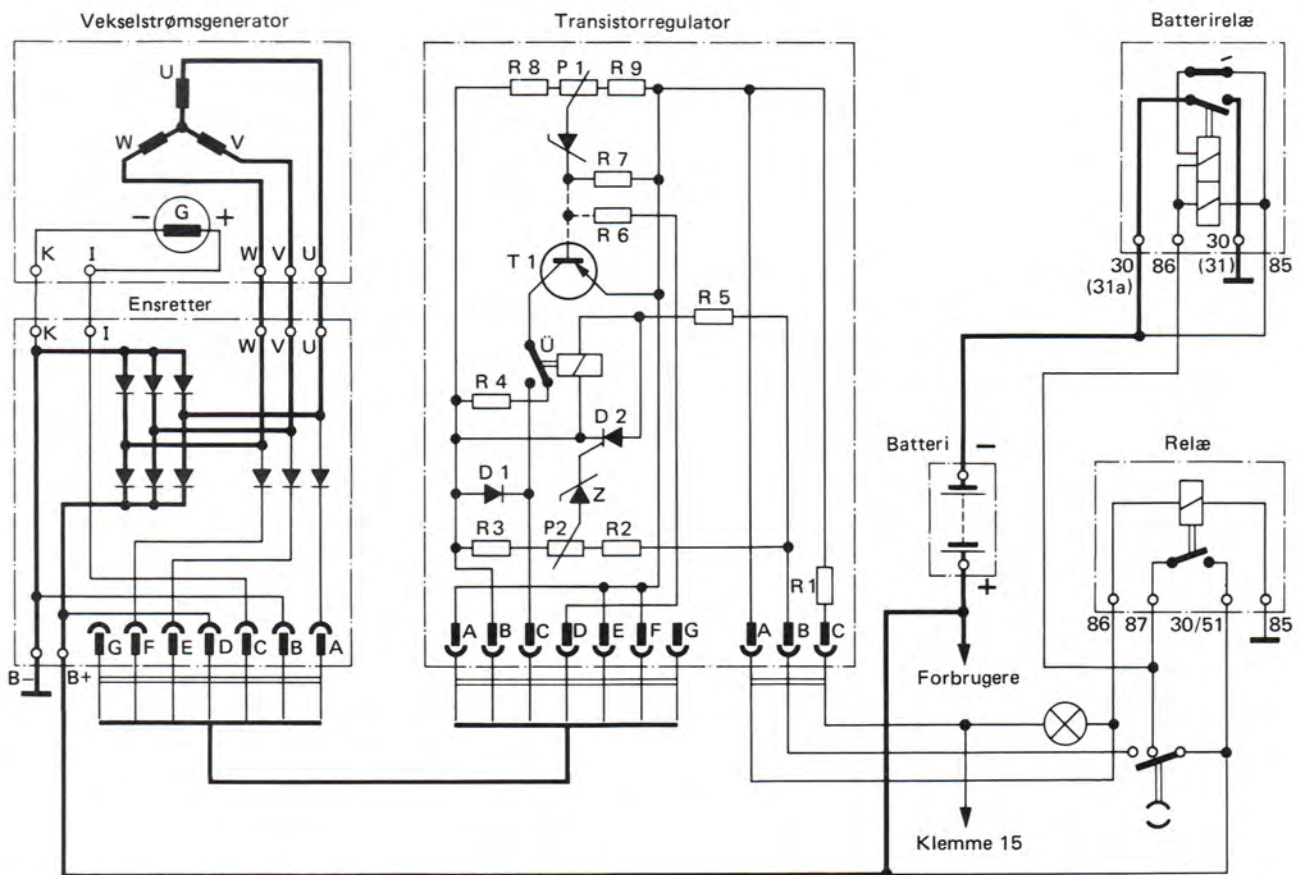


Fig. 66 Anlæg med enkeltpolgenerator U 2, Ensrætter G 9 og transistorregulator EC.

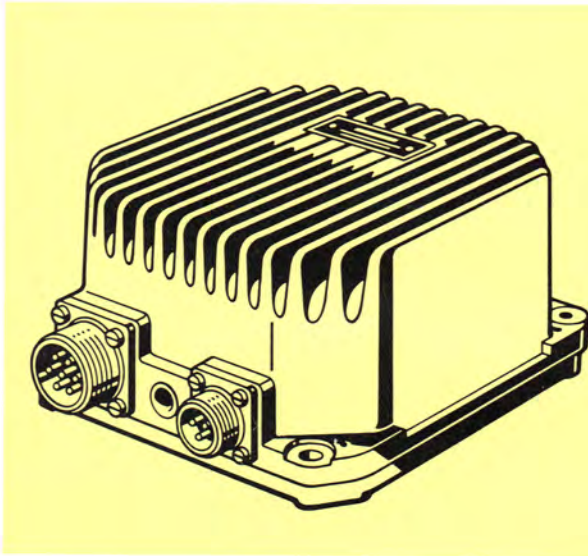


Fig. 67 Transistorregulator EC.

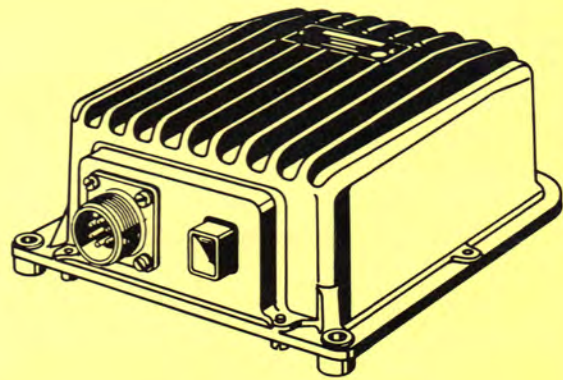


Fig. 68 Transistorregulator EA.

Spændingsreguleringen sker også i dette anlæg med EC regulator ved hjælp af Z-dioder og hovedtransistor. Regulatoren indeholder også et kontaktfølgeskadebeskyttelsesrelæ, der, såfremt regulatoren svigter, skal forhindre, at generatorspændingen stiger utilladeligt således, at batteriet ikke bliver overladt.

Transistorregulatoren EA (fig. 68) anvendes sammen med T 2 i busser. Også her er af samme grund som ved EC regulator køleribber nødvendige.

Paralleldrif af vekselstrømsgenerator.

Vekselstrømsgenerator med samme spænding kan uden videre kobles parallelt. Særlige forholdsregler til spændings udligning er ikke nødvendig. Der kan på grund af ensretterne ikke flyde nogen tilbagestrøm.

Regulatoroversigtstabel

| Regulator-type | Regulatorart | Regulator-anordning | Kontaktpar | til stel | Anvendelse |
|----------------|--------------|---------------------|------------|----------|----------------------------|
| AB | kontakt | separat | 2 | + | Person-, lastbiler |
| AD | kontakt | separat | 2 | - | Person-, lastbiler |
| AE | kontakt | separat | 1 | - | Person-, lastbiler |
| EA | elektronisk | separat | 0 | - | Busser, baner, aggregater |
| EC | elektronisk | separat | 0 | - | Svære køretøjer, skibe |
| ED | elektronisk | separat | 0 | - | Person-, lastbiler, busser |
| EE | elektronisk | påbygget | 0 | - | Busser, skibe, aggregater |

Generatorkontrollampe

Generatorkontrollampen er angivet i strømskemaet. Dennes opgave er at give oplysninger om strømfor-
syningsanlægget i bilen. Lampen er på den ene side
forbundet med kørekontakten (tændingskontakten) og
på den anden side med feltдиоден (D+). Den lyser, når
kørekontakten indkobles ved stillestående motor, idet
der da går strøm fra batteriet via kontrollampen, regula-
toren og feltviklingen til stel (fig. 69). Ved kørende
motor (generator) slukkes kontrollampen så snart der er
ens spænding i punkt D+ og B+. Kører motoren med
højt omdrejningstal og lysende eller glimtende kontrol-
lampe, er dette for føreren tegn på, at der er noget i
uorden i anlægget.

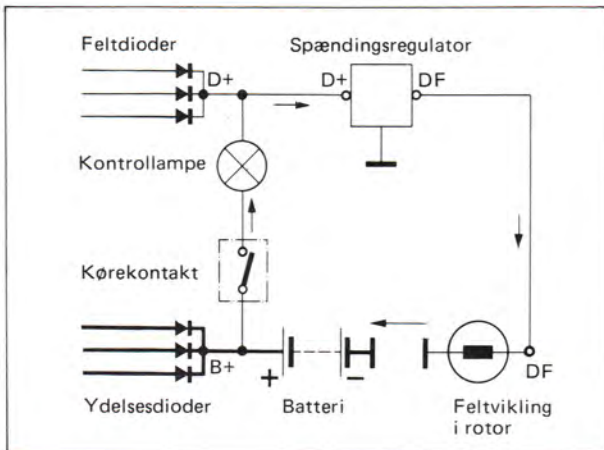


Fig. 69 Strømkreds for generatorkontrollampe.

Overspændingsbeskyttelsesrelæ

Til beskyttelse af halvlederene i generatoren og spæn-
dingsregulatoren mod overspændinger anvendes et over-
spændingsrelæ. Overspænding opstår såfremt genera-
toren kører ureguleret (med fuld feltstrøm) eller såfremt
der i det øvrige elektriske anlæg induktive (spoler) for-
brugere, som ved ind og udkobling giver kortvarige, men
for halvlederelementerne skadelige spændinger (fig. 71).
I overspændingsrelæet er der foruden andre halvledere
indbygget en thyristor (symbol fig. 70).

En thyristor er en stybar diode, der åbner for hoved-
strømmen i afhængighed af styrestrømmens impulser. På
relæsoklen findes kølepladen påskruet for at lede varmen
bort fra thyristoren, der indkoblet i kort tid befordrer en
stor strøm.

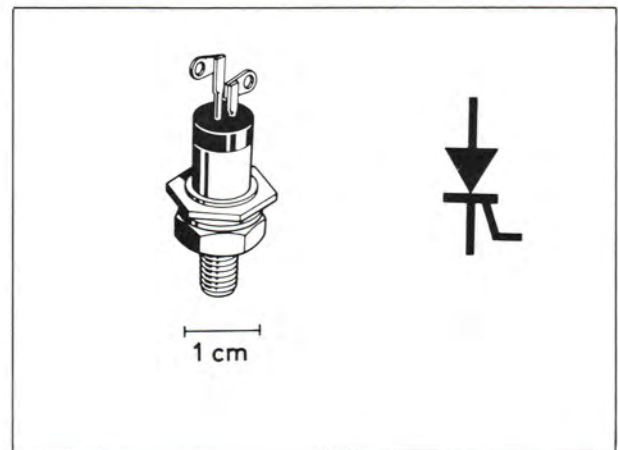


Fig. 70 Thyristor i udseende og symbol.

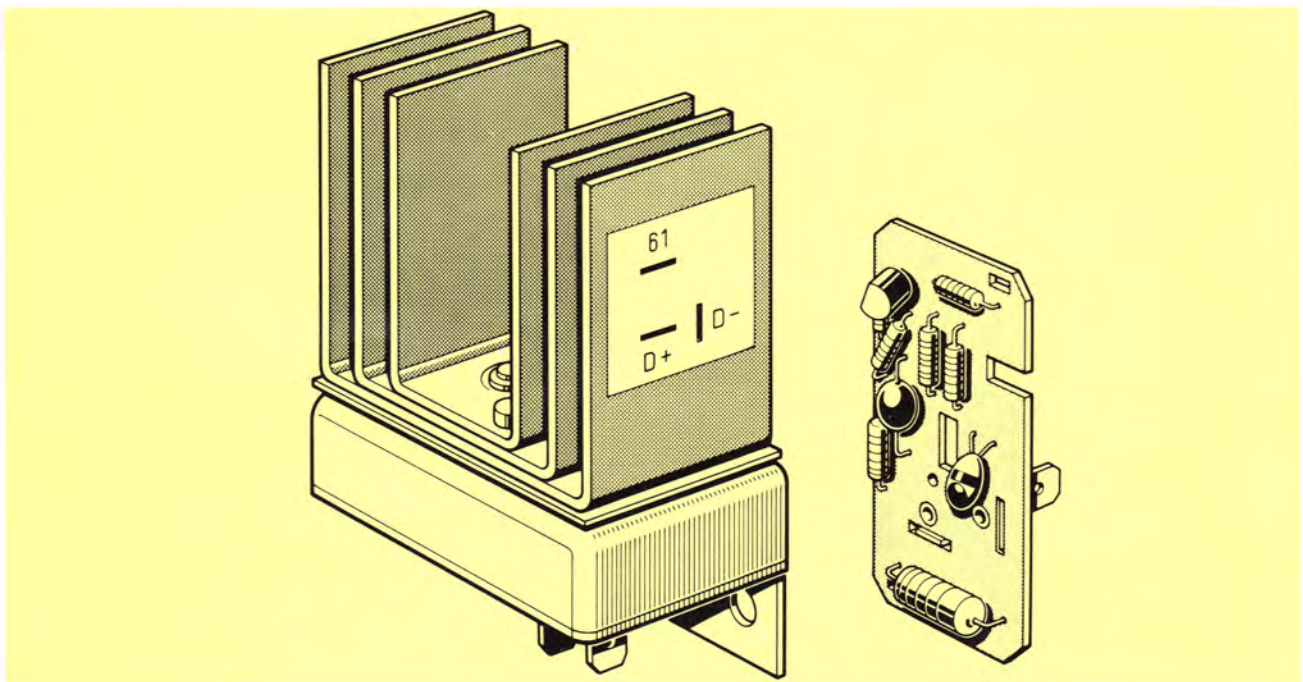


Fig. 71 Overspændingsrelæ.
Lederpladen vist til højre.

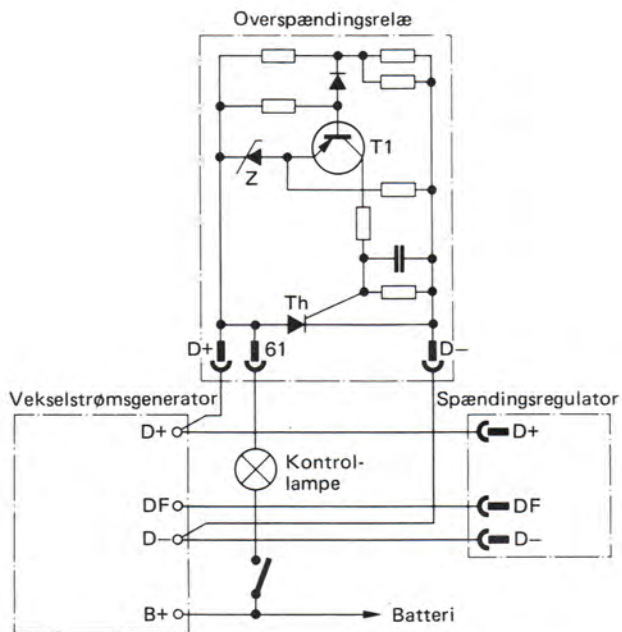


Fig. 72 Kobling for overspændingsrelæ.

Dette til 28 V anlæg bestemte relæ bliver sluttet til generatorklemme D+ og D-. Såfremt der over disse klemmer opstår en spændingsspid eller overspænding, der ligger over relæets mærkespændingsværdi på ca. 31 V bliver thyristor Th. via Z-dioden Z som impulsgeber og transistor T 1 tændt d.v.s. gjort elektrisk ledende (fig. 72). Dermed er generatoren kortsluttet indenfor millisekunder og klemme D+ og D- altså afmagnetiseret. Generatorkontrollampen lyser op, føreren advares. Thyristoren kan først slukkes når spændingen i hovedstrømkredsen er 0 d.v.s. først ved motorstilstand og udløsning af kørekontakten.

Ved fornyet start vil processen gentage sig, såfremt der er tale om en vedvarende skade.

Til relæets klemme 61 sluttet generatorkontrollampen.

I anlæg med EC-transistorregulatorer kræves dette overspændingsbeskyttelsesrelæ ikke, da der i selve regulatoren er indbygget et sådant relæ.

Indbygning, drift og vedligeholdelse

Indbygning

Mindre generatorer (G, K) har svingarmsbefæstelse, større generatorer (T, U) svingarms- eller saddebefæstelse.

Fig. 73 viser et eksempel på svingarmsbefæstelse. Ved denne befæstelsesmetode er kileremspændingen let at indstille ved hjælp af en spændarm.

Ved saddebefæstelse anvendes der kraftige spændbøjler, der helt omslutter generatorhuset. Dette er nødvendigt for at huset ved fastspænding med spændbøjlerne ikke bliver deformeret.

På anlægsfladerne må man sørge for en fejlfri god elektrisk forbindelse til motoren. Mellem motor og karrosseri må anbringes stelforbindelse med tilstrækkeligt tværsnit.

Generatorerne skal indbygges mest muligt tilgængeligt (servicevenligt) dog beskyttet mod smøremidler, brændstof og vand. Hvis nødvendigt anbringes sprøjte- eller beskyttelsesplader. I mange tilfælde er det nødvendigt at anvende korrosionsbeskyttede generatorer (ved benzinindtrængen er der brand- og eksplosionsfare, dieselolie beskadiger kul og slæberinge).

Bosch generatorer må kun anvendes i forbindelse med Bosch spændingsregulator da der ellers ikke kan gives nogen garanti for et fejlfrit samarbejde mellem generator og regulator.

Regulatoren skal fastgøres på en lodret helst vibrationsfri væg og ikke på motoren eller på varmeudstrålende dele. Den skal beskyttes mod snavs, sprøjtevand, olie- og benzindampe, stød og slag. Ved kontaktregulatorer må regulatorens hældning fra det lodrette plan i alle retninger højst være 15° . Den maximale omgivelsestemperatur må højst være $+60^\circ\text{C}$. Regulatorens ledningsafgang skal være rettet nedad for at formindske faren for indtrængende vand. Det samme gælder for overspændingsbeskyttelsesrelæet.

Returledningen fra køretøjets elektriske net til batteriets minuspol sker i de fleste tilfælde via stel. I omnibusser anvendes normalt isolerede returledninger for at formindske spændingstabene.

Når der anvendes isoleret returledning skal man på T-generatorer fjerne lasken mellem D- og luftindsugningsdæksel (stel).

Drivmåde

Generatoren drives i almindelighed via kileremme. Ved G- og K generatorer via 1 og ved større generatorer via 2 kileremme. Mere sjældent drives generatoren via en elastisk kobling. Kileremskiverne bliver for det meste sammenbygget med en ventilatorskive, der er støbt eller opbygget af plade.

Generatorkontrollampe

Til sikring af generatorens magnetisering ved start, skal der ubetinget være indbygget en kontrollampe mellem klemme 61 og B+, hvorover formagnetiseringsstrømmen kan flyde. For at sikre formagnetiseringen ved T 2 generatoren i tilfælde af defekt kontrollampe skal der være indkoblet en modstand parallelt med kontrollampen (fig. 77). Generatorkontrollampen skal i alle tilfælde for at sikre en tidlig formagnetisering af generatoren have følgende minimumværdier: Ved 6 V anlæg 1,2 W, ved 12 V 2 W, og ved 24 V 3 W.

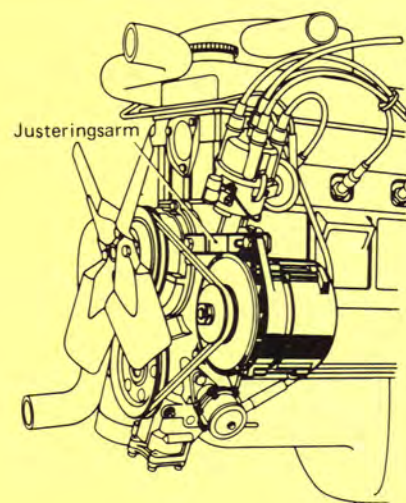


Fig. 73 Indbygning af vekselstrømsgenerator med svingarmbefæstelse.

Ledningstilslutninger

For tilslutning af ledningerne anvendes kabelsko, fladstikbøsninger eller stikkoblinger (enkelte eller flerpoled) med flad- eller rundstik.

I kabelsko kan ledninger uden betækning indloddes, dog må loddemidlet ikke løbe ud over det på fig. 74 angivne mål, da der ellers er fare for at den stive ledning brækker af sko.

Kabelsko og fladstikbøsninger til påklemning kan også anvendes.

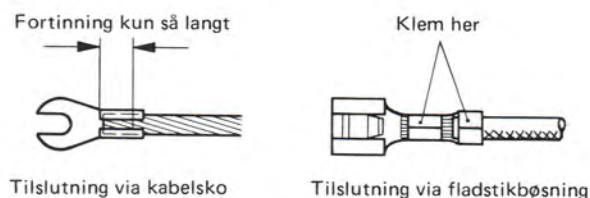


Fig. 74 Lodde og klemmetilslutning for ledninger.

Fig. 75 viser stikkoblinger, der tillader en hurtig og bekvem montering og demontering af ledningerne mellem generator og spændingsregulator.

Koblingerne er vibrationssikre og er udformet således at fejlmonteringer ikke kan finde sted.

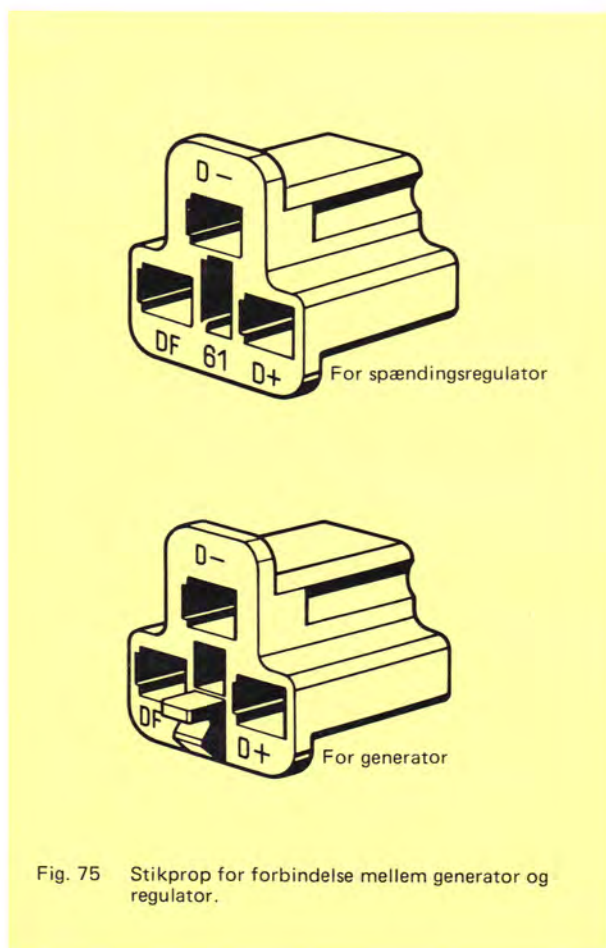


Fig. 75 Stikprop for forbindelse mellem generator og regulator.

Driftnvisninger

Vekselstrømsgeneratoren må kun være i drift med tilsluttet spændingsregulator og tilsluttet batteri.

Såfremt et køretøj skal anvendes uden batteri skal ledningerne mellem generator og regulator fjernes.

Forkert tilsluttet batteri. (Forveksling af polariteten) fører omgående til ødelæggelse af dioderne. Den ved jævnstrømsgenerators forekommende prøvemethode med at undersøge om der er spænding på en ledning ved at lave et gnistoverslag til stel må ubetinget undgås ved vekselstrømsgeneratoranlæg. (Ingen skruetrækkertest).

Ved elektrisk afprøvning af anlægget skal forbindelserne til ensretteren (såfremt denne er separat monteret) og til transistor-spændingsregulatoren fjernes. For isolationsprøvning af ensretterdioderne og transistor-spændingsregulatoren må kun anvendes jævnstrøm med en spænding under 40 V. (Vekselstrømsdrejeinduktorer må ikke bruges).

Ved montage- og svejsearbejder på køretøjet skal plus- og minuskablet fjernes fra batteriet. Dette skal også foretages såfremt der anvendes hurtiglader.

Under driften må spændingen på grund af fare for ødelæggelse af dioderne på ingen måde overskride 100 V. Der kan f.eks. være fare for overspændinger såfremt forbindelsen til batteriet afbrydes medens generatoren er i drift. Spændinger på mere end 100 V kan endvidere opstå såfremt der i det elektriske anlæg findes induktive forbrugere (spoler) såsom relæer, dørlukkeventiler o.s.v.

I sådanne tilfælde kan induktionsspændingen begrænses ved hjælp af en såkaldt slukkediode (fig. 76).

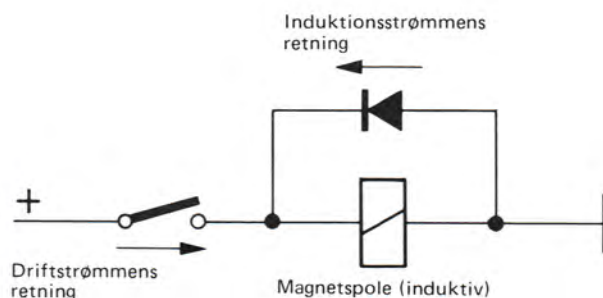


Fig. 76 Begrænsning af overspændinger med friløbsdiode.

Klemmen D+ eller 61 som er begrænset belastbar, tjener til tilslutning af generatorkontrollampen. Samtidig kan man med jævnstrømmen også forsyne startspærrelæ eller en driftmetæller etc. (Forsigtig! Vær opmærksom på induktive spændingsspidser). Såfremt der findes en klemme W, ligeledes begrænset belastbar, tjener denne til forsyning af frekvensafhængig styreanlæg.

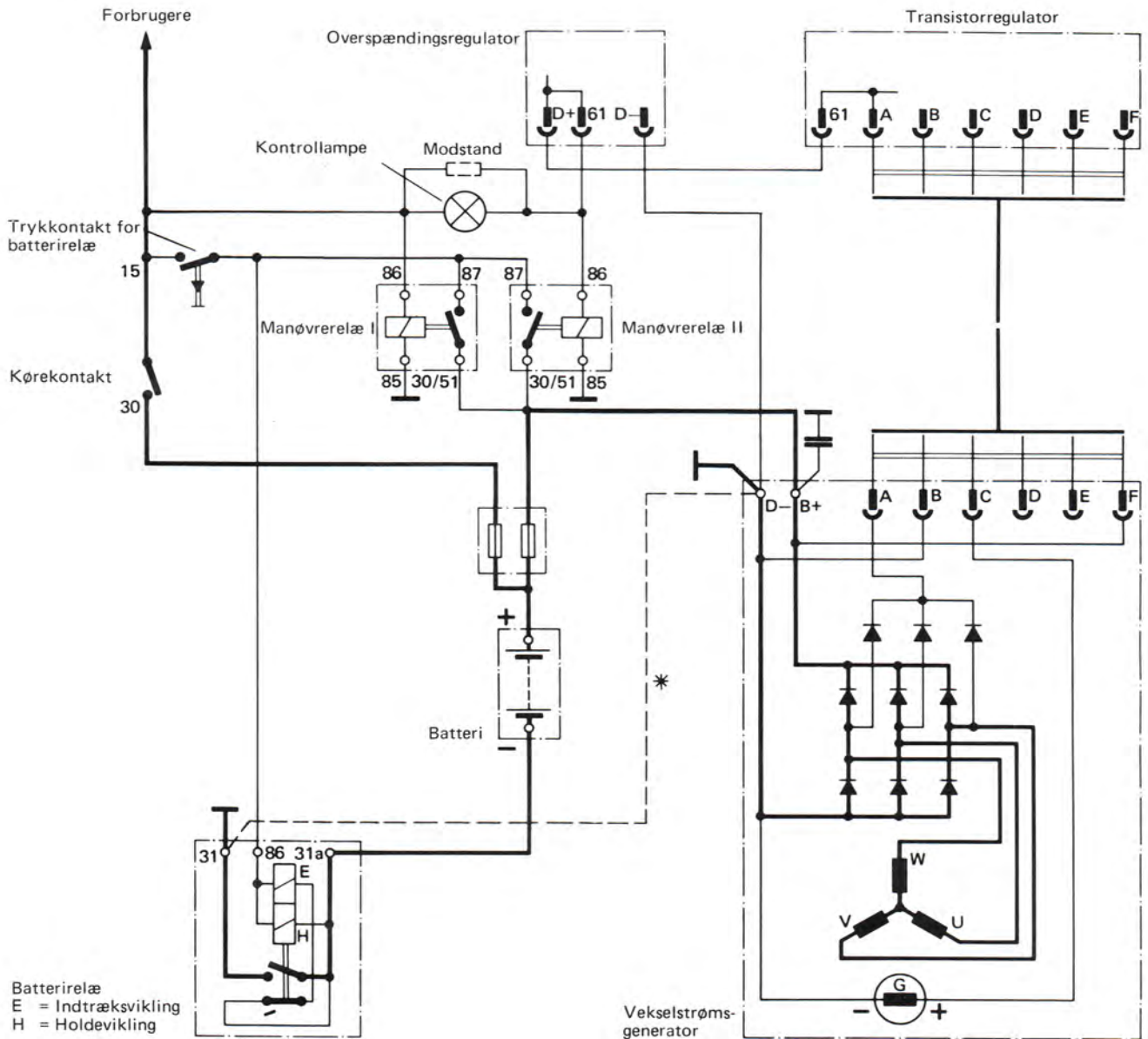


Fig. 77 Beskyttelsessystem for vekselstrømsgenerator forhindrer spændingsfald og ukontrolleret virkning af overspændingsrelæet.

Fig. 77 viser en beskyttelseskobling som ved hjælp af et batterirelæ (erstatte en håndbetjent batterihovedafbryder) og 2 lukkerelæer, sikrer at batteriet kun kan skilles fra generatoren, når motoren står stille. Betjenes kørekontakten indkobles batterirelæet og gennem relæ 1 holdes det i denne stilling, så længe kørekontakten er lukket. Relæ 2 forhindrer udkobling af batterirelæet ved

kørende motor. Det er vigtigt for biler med dieselmotor, da motoren her kører videre selv efter udkobling af kørekontakten. Til støjdemning er ud over en støjdemningskondensator for generatoren ingen yderligere støjdemningsmidler nødvendige bortset fra tilfælde hvor der stilles særlige krav til støjdemningen (militærkøretøjer o.s.v.).

Vedligeholdelse

Slæbekul

Som følge af den lille feltstrøm og en omhyggelig indkapsling af slæberingene for beskyttelse mod snavs og vand, er kulsliddet overordentligt ringe på en vekselstrømsgenerator. Grænseværdien for kullevetiden er således at den normalt ved generatorer G og K bliver ca. 100 000 km. Ved T generatorer er levetiden ca. 250 000 til 300 000 km. Afslidte kul meldes føreren via generatorkontrollampen, (se senere afsnit om afhjælpning af fejl).

Lejesmøring

På generatorer uden eftersmøringsmulighed er fedtmængden i lejerne tilstrækkelige indtil ca. 100 000 km's drift.

Udførelser med eftersmøringsmulighed (en del af T-generatorerne) har fedtbøsninger og fedtkanaler (fig. 26, 28, 32).

Ved de høje maskintemperaturer og omdrejningstal rækker en lejefedtfyldning knapt 150 000 km. Kuglelejerne bør derfor eftersmøres efter 100 000 km via de påbyggede fedtkopper. Kun således kan den minimale

levetid for lejerne på 300 000 km udnyttes. Indtil eftersynet skal generatoren således eftersmøres 2 gange. Der må kun anvendes foreskrevne Bosch special kugleleje-fedt Ft 1 v 34 (bestillingsnr. for en 250 g tube 5 700 009 025).

Spændingsregulator

Spændingsregulatoren behøver ingen vedligeholdelse. Er den beskadiget skal den udskiftes som en helhed. Reparation eller ændring af regulatorindstillingen må kun foretages af kyndige værksteder. Ved indgreb i spændingsregulatoren under garantiperioden ophører garantien.

Det samme gælder for overspændingsbeskyttelsesrelæet.

Kontrollamper

Overbrændte kontrollamper bør straks erstattes med nye. Vær opmærksom på korrekt spændings- og ydelsesangivelse.

Testere og prøveapparater

Til isolationsprøvning af generatordioder og transistor-spændingsregulator må kun anvendes jævnspænding på højst 40 Volt. (Vekselstrøms- drejeinduktorer må ikke bruges).

Ved isolationsprøvning af de øvrige anlæg skal forbindelserne til generator og transistor-spændingsregulator fjernes.

Vekselstrømsgeneratorer kan kun prøves korrekt med de tilsvarende prøveapparater og testere. Fig. 78 til 81 viser et udvalg af Bosch værkstedstestere der egner sig hertil.

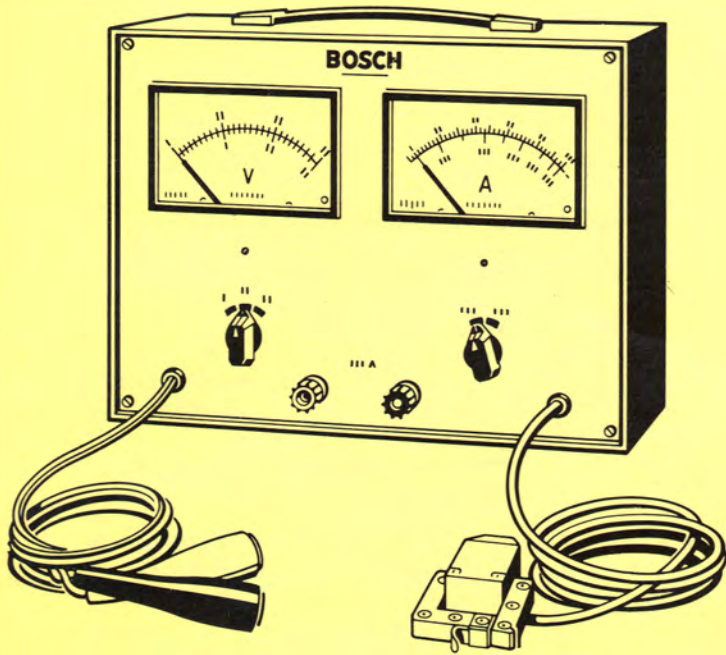


Fig. 78 Volt-Ampere tester.

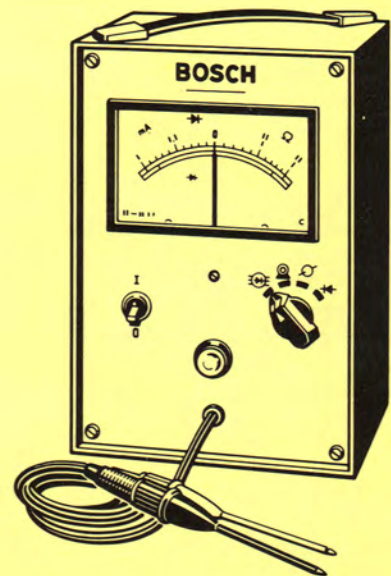


Fig. 80 Bosch vekselstrømsgeneratorortester for kontrol af ydelses og feltдиодer samt viklingsmodstande.

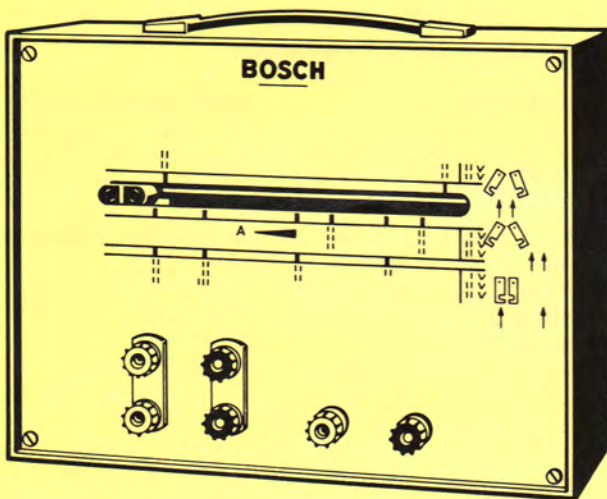


Fig. 79 Belastningsmodstand.

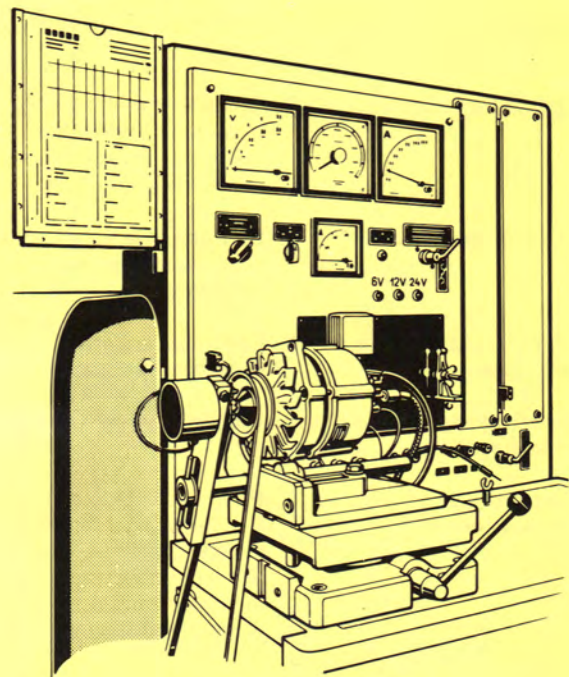


Fig. 81 Bosch generatorprøvestand med opspændt generator.

Afhjælpning af fejl

Ved fejl i strømforsyningsanlægget bør man altid være opmærksom på at årsagen ikke behøver at ligge i fejl ved generator eller spændingsregulator, men også kan skyldes batteriet, ledningerne eller andre dele af det elektriske anlæg.

Nedenfor er angivet en række råd til afhjælpning af vanskeligheder.

| Årsag: | Afhjælpning: | Årsag: | Afhjælpning: |
|--|---|---|--|
| I. Ingen eller utilstrækkelig opladning af batteriet. | | III. Generatorkontrollampe lyser ved højere omdrejningstal. | |
| 1. Ledning mellem batteri- og kørekontakt eller ledning mellem batteri og stel er løsnet eller beskadiget. | 1. Erstat ledningen, tilspænd tilslutningerne. | 1. Ledning D+/61 har kortslutning til stel. | 1. Erstat ledningen. |
| 2. Batteriet bediget. | 2. Batteriet kontrolleres på specialværksted, eller udskiftes. | 2. Spændingsregulator beskadiget. | 2. Udskift spændingsregulatoren. |
| 3. Ensretter beskadiget, slæberingene snavsede. | 3. Lad generatoren reparere på specialværksted. | 3. Overspændingsbeskyttelsesrelæ beskadiget. | 3. Udskift relæet. |
| 4. Spændingsregulator beskadiget. | 4. Udskift regulatoren. | 4. Ensretter beskadiget, slæberinge snavsede, kortslutning i ledning DF eller rotorvikling. | 4. Lad generatoren reparere på specialværksted. |
| 5. Kilerem for slap. | 5. Kileremmen spændes, således at den med et tommelfingertryk kan nedpresses 1.5 – 2 cm. | IV. Ved stående motor brænder generatorkontrollampen med fuld styrke men bliver ved kørende motor kun mørkere eller glimter. | |
| II. Generatorkontrollampen brænder ikke ved motorens stilstand og indkoblet kørekontakt: | | 1. Overgangsmodstand i ladestrømkredsen eller i ledningen til kontrollampen. | 1. Ledningen udskiftes, tilslutninger fastspændes. |
| 1. Lampen er brændt over. | 1. Monter en ny glødelampe. | 2. Spændingsregulator beskadiget. | 2. Udskift spændingsregulator. |
| 2. Batteriet afladet. | 2. Oplad batteriet fra fremmed strømkilde, under opladningen fjernes batterikablerne. | 3. Generator beskadiget. | 3. Lad generatoren reparere på specialværksted. |
| 3. Batteriet beskadiget. | 3. Batteriet efterses på specialværksted eller udskiftes. | V. Generatorkontrollampen blinker. | |
| 4. Ledninger løsnet eller beskadiget. | 4. Ledninger erstattes, tilslutninger fastspændes. | 1. Kilerem for slap. | 1. Spænd kileremmen således at man med tommelfingertryk kan trykke den 1.5 – 2 cm ned. |
| 5. Spændingsregulator beskadiget. | 5. Regulator udskiftes. | 2. Ved kontaktspændingsregulatorer forkert indstilling eller gennembrændt reguleringsmodstand. | 2. Udskift spændingsregulator. |
| 6. Kortslutning i en + diode i generatoren. | 6. Fjern straks ladeledning B+ eller afbryd batterihovedafbryderen, ellers sker afladning under motorstilstand. Lad generatoren reparere. | | |
| 7. Kullene slidt. | 7. Udskift kullene. | | |
| 8. Oxydlag på slæberinge, afbrydelse af rotorviklingen. | 8. Lad generatoren reparere. | | |

er hidtil udkommet



VDT-UBE 001/10**)



VDT-UBE 315/30*)



VDT-UBE 761/1



VDI-UBE 120/3*)



VDT-UBE 410/1**)



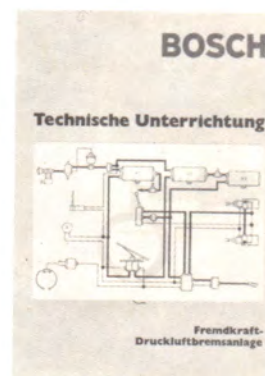
VDT-UBP 001/15*)



VDT-UBE 140/4*)



VDT-UBE 501/1**)



VDT-UBB 110/12

*) findes med dansk tekst

***) kommer med dansk tekst

Disse hæfter kan De få fra nærmeste
Bosch filial eller fra Robert Bosch A/S
Telegrafvej 1, 2750 Ballerup.

Såfremt De er interesseret i yderligere
undervisningsmidler såsom undervisningstavler,
undervisningsmiddelmappe, diasforedrag er
vi gerne til tjeneste med tilbud.



ROBERT BOSCH GMBH

STUTTGART/TYSKLAND

Printed in Germany -
Imprimé en Allemagne Rép. Féd.
par Robert Bosch GmbH
Hausdruckerei
VDT-UBE 315/30DK (11.71)