

FISKERIDIREKTORATETS SMÅSKRIFTER
Nr. 6

Elementær elektroteknikk

m. v.

til bruk ved kurser for undervisning i bruk
av elektriske anlegg ombord i fiskefartøyer.

Utgitt av

FISKERIDIREKTØREN

B e r g e n 1 9 4 5

A.S John Griegs Boktrykkeri, Bergen

FORORD.

Denne brosjyre er utarbeidet og utgitt med henblikk på å skaffe et lettfattelig teoretisk undervisningsmaterieell til bruk ved de kurser som iverksettes for å gi fiskerne undervisning i bruk av elektriske anlegg ombord i fiskefartøyer.

Stoffet er på foranledning av Fiskeridirektoratet gjennom Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen utarbeidet av firmaene A/S. Automagnet, Oslo, og A/S. Norsk Jungner Akkumulatorfabrikk, Oslo, og må ikke benyttes på annen måte enn til bruk ved undervisning ved forannevnte kurser.

Fiskeridirektoratet retter en takk til de medvirkende ved utarbeidelsen av stoffet for den støtte og hjelp som herigjennom ytes fiskerne, idet disse ved bedre kjennskap til og ved skjønnsom behandling av fartøyets elektriske anlegg vil kunne oppnå bedre og mer betryggende arbeidsforhold under utøvelsen av sitt yrke.

Fiskeridirektoratet, Bergen 17. nov. 1945.

Ola Brynjelsen,

Kr. Bratland.

ELEMENTÆR ELEKTROTEKNIKK.

Spenning, strømstyrke, ytelse, motstand, Ohm's lov, elektrisitetmengde, elektrisk arbeide.

1. Spenningen.

Ved et vannkraftanlegg snakker man om vanntrykket eller fallhøyden som måles i meter. For elektrisitetens vedkommende har man også et visst trykk eller en fallhøyde, som kalles spenning. Den måles i volt. Forskjellige kjente spenninger er følgende:

Tørrelement = 1,5 volt.

1 celle i et blybatteri = 2 volt.

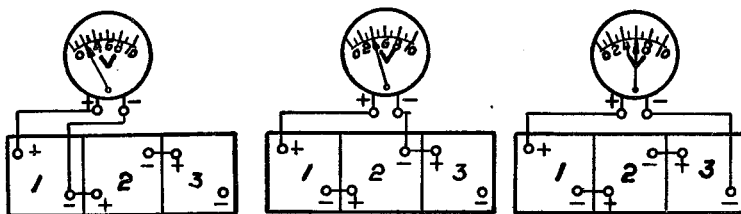
1 lommelyktbatteri = 4,5 volt.

Bildynamoer = 6, 12 og 24 volt.

Båtlysdynamoer = 12 og 24 volt.

De fleste elektrisitetsverkens nettspenning = 220 volt.

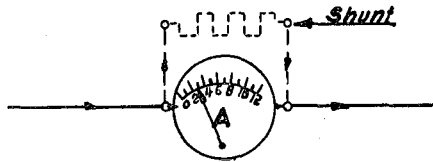
Spenningen måles ved hjelp av et voltmeter, som kobles til strømkildens poler. Voltmeteret må kun benyttes til å måle spenninger som ligger innenfor det område som angis av apparatets skala. Hvis høyere spenninger skal måles, må det anvendes spesielle formotstander.



Strømkilder kan kobles parallelt eller i serie. Ved parallellkobling er den samlede spenning lik enkeltspenningen, og ved seriekobling er den samlede spenning lik summen av de enkelte spenninger. Man må bare parallellkoble slike strømkilder som har den samme spenning.

2. Strømstyrke.

Hvis en strømforbruker (elektrisk lampe, apparat og likn.) tilkobles en strømkilde, f.eks. en dynamo eller batteri, så flyter en strøm ut av strømkilden gjennom forbrukeren. Den strøm som flyter måles i ampere (A). Måleinstrumentet kalles amperemeter. Amperemeteret kobles ikke som voltmeteret til begge strømkildens poler, men kobles inn i den ene strømførende ledning. Hvis man skal måle større strømstyrker enn skalaområdet på amperemeteret angir, må det benyttes spesielle parallelle motstander (shunter).



3. Ytelse.

Den ytelse som et vannkraftanlegg avgir, beregnes som bekjent på grunnlag av fallhøyde og vannmengde pr. sekund. Ytelsen for elektrisitetens vedkommende beregnes på liknende måte på grunnlag av spenningen som tilsvare fallhøyden og den strømstyrke som flyter.

Volt x ampere = watt = elektrisk ytelse (effekt).

Effekten eller ytelsen måles i watt (W).

1.000 watt kalles 1 kilowatt = 1 kW.

736 watt = 1 hk. (hestekraft)

I de aller fleste tilfelle er effektforbruket oppgitt for de alminneligste strømforbrukeres vedkommende, f.eks. vanlige glødelamper som tilknyttes elektrisitetsverkens nett med 15, 25, 40, 60 osv. watt, glødelamper for båtlysanlegg, 5, 10, 15, 20, 25, 35, 50, 100, 500 watt.

4. Motstand.

Vil man presse vann gjennom en vannledning, så trenges hertil et visst trykk (fallhøyde, spenning) for å overvinne motstanden (friksjonen) i rørledningen. Motstanden er desto større jo lenger røret er og jo mindre tverrsnitt det har og jo mindre rørmaterialet egner seg til formålet. Omtrent de samme forhold gjør seg gjeldende når det gjelder transport av elektrisitet. Den motstand som den elektriske strøm må overvinne,

klir større jo lengere kabelen er, jo mindre tverrsnitt den har og jo mindre babelmaterialet er egnet.

Enheten for motstand er ohm (Ω).

1 ohm er den motstand som en kvikksølv søyle på 1 mm² tverrsnitt og en lengde på 106,3 cm har. En kvikksølv søyle med samme tverrsnitt og med dobbelt lengde har følgende dobbelt så stor motstand, 2 ohm. Har kvikksølv søylen det dobbelte tverrsnitt, har den halvparten så stor motstand.

De ledere for elektrisk strøm som anvendes i praksis, har i de fleste tilfelle en elektrisk motstand som ligger under kvikksølvets. Den spesifikke motstand er motstanden av en leder pr. meter og pr mm². Således er f.eks. =

den spesifikke motstand av kobber	= 0,0178 ohm pr. mtr. pr. mm ²
jern	= 0,1—0,15 ohm pr. mtr. pr. mm ²
platina og nikkel	= 0,1 ohm pr. mtr. pr. mm ²
nikkelin	= 0,45 ohm pr. mtr. pr. mm ²

Ledningenes ohmske motstand beregnes etter følgende formel:

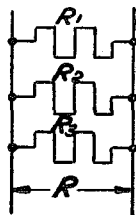
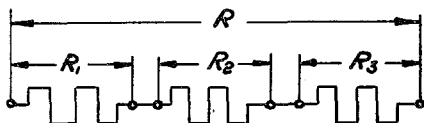
$$\text{Motstand (ohm)} = \frac{\text{kabellengde i m} \times \text{spesifikk motstand for det anvendte materiale}}{\text{kabeltverrsnitt i mm}^2}$$

En kobberkabel med en lengde på 115 m og et tverrsnitt av 2,5 mm² har således en

$$\text{ohmsk motstand} = R = \frac{115 \times 0,0178}{2,5} = 82 \text{ ohm.}$$

Som forkortelse for betegnelsen ohm benyttes også » Ω «.

I mange tilfelle kan også motstanden R beregnes på grunnlag av den såkalte ohmske lov, som behandles i neste kapittel. Denne lov sier at den strømstyrke som flyter gjennom forbrukeren, står i et visst bestemt forhold til strømkildens spenning, og forbrukerens motstand. Med henblikk på koblingen av de forskjellige motstander så kan disse kobles som tidligere nevnt for strømkilders vedkommende, i serie og i parallell.



Hvis motstandene kobles i serie, er den samlede motstand lik summen av de forskjellige enkelte motstander. Kobles motstandene derimot i parallell, er den samlede motstand mindre enn den minste av de parallellkoblede motstander. Man kan også uttrykke det på den måten at ved parallellkobling av motstander summeres motstandenes ledningsevne og dermed de forskjellige enkelte strømmer som flyter gjennom motstandene. Ved ledningsevne forstås den omvendte verdi av motstanden, nemlig motstand = R , ledningsevne, = $\frac{1}{R}$

a) Seriekobling: $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

b) Parallellkobling: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

Ved parallellkobling av 2 motstander får man derfor:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

og ved parallellkobling av 3 motstander:

$$R = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 \times R_2 + R_2 \times R_3 + R_1 \times R_3}$$

Blir f.eks. 2, 3, 4 og 5 like store motstander koblet i parallell, så er den samlede motstand $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, resp. $\frac{1}{5}$ av hver enkelts motstand.

5. Ohm's lov for likestrøm.

Kobler man en elektrisk lampe eller apparat til en strømkilde, så flyter det en strøm gjennom lampen m. v. hvis styrke står i et ganske bestemt forhold til strømkildens spenning og den ohmske motstand i lampen m. v. Ved målinger kan man fastslå at:

Spenningen = strømstyrke x motstand.

Volt = ampere x ohm.

Denne regel kalles Ohm's lov. Ved beregninger bruker man i stedet for å skrive ordene helt ut bare forkortelser som:

Spenning = E Strømstyrke = I

Motstand = R Ytelse = P.

På basis av dette kan Ohm's lov også skrives som følger:

E = I x R

Hvis 2 av størrelsene i dette regnestykke er kjent, kan som bekjent den tredje regnes ut.

Kjent	Søkt
I og R	Spenningen $E = I \times R$ volt (formel 1)
E og I	Motstanden $R = E : I = \frac{E}{I}$ ohm (formel 2)
E og R	Strømstyrken $= I = E : R = \frac{E}{R}$ amp. (formel 3)
E og I	Ytelsen $P = E \times I$ watt (formel 4)
P og E	Strømstyrken $I = P : E = \frac{P}{E}$ amp. (formel 5)
P og I	Spenningen $E = P : I = \frac{P}{I}$ volt (formel 6)

6. Elektrisitetsmengde.

Hvis en strøm med en styrke av 5 ampere flyter inn i et batteri i et tidsrom av 6 timer, så har batteriet mottatt en bestemt strømmengde som følger:

$$5 \text{ ampere} \times 6 \text{ timer} = 30 \text{ amperetimer.}$$

Forbruker man på den annen side elektrisk energi, f.eks. 8 ampere i 12 timer, så har man altså brukt opp

$$8 \text{ ampere} \times 12 \text{ timer} = 96 \text{ amperetimer.}$$

Som det framgår herav, er enheten for elektrisitetsmengde ampere-timer = Ah.

7. Elektrisk effekt og arbeid.

Hvis en strømkilde på 12 V spenning leverer en strømstyrke av 200 amp. til f.eks. en elektromotor, så er motorens forbrukte ytelse = 12 volt \times 200 amp. = 2.400 watt. Hvis denne ytelse i watt benyttes i et bestemt tidsrom, f.eks. i løpet av 3 timer, så er det elektriske arbeide = 12 volt \times 200 amp. \times 3 timer = 2.400 watt \times 3 timer = 7.200 watt-timer = 7.200 Wh = 7.2 kilo-watt-timer = 7.2 kWh.

Sammenstilling.

Betegnelse	Enhet	For- kortelse	
Spenning	volt	V	$\text{Spenning} = \text{str\o{m}styrke} \times \text{motstand}$ $= \text{watt} : \text{str\o{m}styrke}$
Str\o{m}styrke	ampere	A	$\text{Str\o{m}styrke} = \text{spenning} : \text{motstand}$ $= \text{watt} : \text{spenning}$
Motstand	ohm	Ω	$\text{Motstand} = \text{spenning} : \text{str\o{m}styrke}$ $= \text{spenning} \times \text{spenning} : \text{watt}$
Ytelse	watt	W	$\text{watt} = \text{spenning} \times \text{str\o{m}styrke}$ $1000 \text{ watt} = 1 \text{ kilo-watt} = 1 \text{ kW}$ $736 \text{ W} = 1 \text{ hestekraft} = 1 \text{ hk}$
Elektrisitets- mengde	Amp.-timer	Ah	$\text{Amp.-timer} = \text{amp.} \times \text{timer}$
Elektrisk arbeide	Watt-timer	Wh	$\text{Watt-timer} = \text{watt} \times \text{timer}$ $1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kilo-Wh} = 1 \text{ kWh}$ $736 \text{ Wh} = 1 \text{ hestekraft-time}$ $= 1 \text{ Hkh}$

DYNAMO OG REGULATOR.

Beskrivelse av dynamo.

En dynamo (generator) er en elektrisk maskin som produserer elektrisk str\o{m} n\o{r} ankeret blir drevet rundt. Det finnes to hovedgrupper av dynamoer, vekselstr\o{m}sdynamoer og likestr\o{m}sdynamoer. For b\o{at}lys\o{a}nlegg kommer bare likestr\o{m}sdynamoer i betraktning, da bare likestr\o{m} kan oppsamles p\o{a} et akkumulatorbatteri. Her vil derfor utelukkende likestr\o{m}sdynamoer bli omtalt.

En dynamo best\o{a}r av et stillest\o{a}ende dynamohus (stator) hvori er montert to, fire eller flere s\o{a}kalte polsko som igjen er omviklet med isolert kobbertr\o{a}d. Disse spoler eller viklinger kalles tilsammen for feltviklingen. Inne i dynamohuset roterer ankeret (rotor) som ogs\o{a} er forsynt med viklinger av kobbertr\o{a}d. Disse viklinger, ankerviklingene, er ogs\o{a} oppdelt spolevis, og hver spole har forbindelse fram til en kommutator (kollektor) som er sammensatt av sidestilte kobberlameller isolert fra hverandre ved hjelp av glimmer. Samtlige de roterende deler i

dynamoen, altså akselen med kommutator, magnetjern og vikling kalles for ankeret. Mot kommutatoren sleper kullbørster. De virker som bevegelige kontakter og opptar den strøm som produseres i ankerviklingene.

Polskoene i dynamohuset samt ankeret er laget av bløtt jern. Jernet i ankeret består ikke av et eneste stykke, men er oppdelt i tynne plater av såkalt dynamoblikk. Dette er for å unngå elektrisk tap og unødvendig oppvarming under driften. Når dynamoen står stille er jernet i dynamohuset svakt magnetisk. Dette kalles for remanent magnetisme. Når ankeret nå begynner å rotere inne i dynamohuset, så vil altså ankerviklingene bevege seg inne i dette svake magnetfeltet som dannes av den remanente magnetisme i statorjernet. Nå vet man jo at når en elektrisk ledning beveges i et magnetisk felt så vil det gå en elektrisk strøm gjennom ledningen såfremt det finnes en lukket krets. Altså vil det dannes elektrisk strøm i ankerviklingene, og denne strøm ledes fra ankeret ut til kommutatorlammellene hvor den igjen kan gå videre gjennom kullbørstene som sleper mot kommutatoren og er presset mot denne ved hjelp av fjærer. Ved den dynamotype vi skal omtale her, shunt-dynamo, er feltviklingen, altså viklingene om polskoene, koblet parallelt med ankerviklingene. Derved vil en del av den strømmen som produseres i ankeret gå gjennom feltviklingen, se fig. 1. Men når det går strøm gjennom en magnetvikling så vil magnetismen økes jo kraftigere strømmen er. Magnetfeltet i maskinen vil altså bli kraftigere og bevirke at strømproduksjonen i ankeret også blir stor. Dette virker atter tilbake på magnetfeltet, som ytterligere forsterkes, hvorpå ankerstrømmen igjen stiger, og slik vil strømmen og spenningen komme til å stige inntil den til omløpstallet svarende arbeidsspenning er nådd. Uten regulering i feltkretsen vil arbeidsspenningen stige i samme forhold som omløpstallet, og for å begrense spenningen er det derfor nødvendig å innføre en form for regulering. Ellers risikerer man at dynamoen overbelastes, den blir for varm og kan brenne opp. Man sier at den elektriske strøm beveger seg i en bestemt retning i de elektriske ledninger, og vi sier da at strømmen forlater ankeret gjennom plussbørsten og kommer tilbake til ankeret etter endt kretsløp gjennom minusbørsten. Strømmen vil altså komme til å gå inn i feltviklingen fra plussbørsten og komme ut fra feltet igjen ved minusbørsten.

Regulering.

Som nevnt i forrige avsnitt, vil strøm og spenning komme til å stige uforholdsmessig høyt hvis ikke dynamoen blir forsynt med en regulering. Ved å variere den strømmen som går gjennom feltviklingen kan man beherske spenningen, og derved den strømstyrke som produseres i ankeret.

Enkleste måte å regulere feltstrømmen på er å benytte en variabel motstand som står i serie med feltet og som betjenes for hånd. Et forenklet koblingsskjema for dynamoen er vist på fig. 2. Hvis denne motstand kobles helt ut, vil feltets plusside komme til å ligge umiddelbart til dynamoens plussbørste og man har da full magnetisering. Hvis derimot hele motstanden kobles inn, må feltstrømmen gå gjennom hele motstanden for å nå fram til plussbørsten og strømmen får da sin laveste verdi. Hvis nå omløpstallet på en dynamo øker og dette altså som før forklart bevirker at den induserte spenning også øker, så kan man nå øke feltmotstanden og dermed redusere strømmen i feltviklingen. Her ved bringes altså spenningen på dynamoen igjen ned.

En dynamo med slik regulering må følgelig etterreguleres ved enhver forandring av omløpstallet og også ved enhver forandring av belastningen. På store fartøy hvor man benytter 32-, 65- og 110 volts dynamoer med drift fra egen hjelpemotor som holder omløpstallet konstant, benyttes ofte denne reguleringsmetode. Maskinisten må dog likevel til enhver tid holde et øye med anleggets voltmeter for å kontrollere at spenningen er som den skal være. Blir nemlig belastningen økt eller senket så virker dette på spenningen og noe av motstanden må kobles ut eller inn.

På anlegg på 12 og 24 volt er det det vanlige at dynamoen drives av fartøyets framdriftsmaskin. Her vil imidlertid dynamoens omløpstall være helt avhengig av båtens fart eller det omløpstall motoren går med. For å slippe å ha en mann stående å stadig etterregulere dynamoen, noe som i dette tilfelle ville være høyst besværlig, benytter man istedenfor automatisk regulering. Denne reguleringsmåte vil senere bli beskrevet.

Dynamoen ombord i en fiskeskøyte arbeider oftest i forbindelse med et akkumulatorbatteri, dette er alltid tilfelle ved de automatisk-regulerte anlegg. Batteriet står parallelt med dynamoen slik at dets plusspol er tilkoblet dynamoens plusspol og dets minuspol dynamoens minuspol. Når dynamoen er igang går da en del av strømmen gjennom batteriet fra pluss til minus hvorved batteriet lades opp, d.v.s. strømmen

samles opp i batteriet. Når dynamoen stanser kan batteriet i stedenfor gi strøm til anlegget, batteriet avgir da strøm den motsatte vei, det lades ut. Enkleste måte å tilkoble batteriet til dynamoen og anlegget på er å bruke en topolet bryter. Man må da sørge for at dynamoen frakobles batteriet når førstnevnte står stille, ellers vil batteriet lade seg ut gjennom dynamoen og kan også komme til å drive denne som en elektrisk motor. For å slippe å passe på dette anbringer man oftest et relä i forbindelsesledningen mellom dynamo og batteri. Ved større anlegg kobles reläet eller bryteren da gjerne til for hånden og holdes inne med en magnet som magnetiseres av ladestrømmen til batteriet. Når så dynamoen stopper blir ladestrømmen borte og reläet greier ikke lenger å holde kontakten tilkoblet med den følge at den faller automatisk ut og bryter forbindelsen. Når så motoren skal startes må automatbryteren igjen legges inn for hånden.

Som allerede nevnt arbeider båtlysanlegg med lav driftspenning 12 og 24 volt, alltid automatisk. Dynamoen drives fra motorens svinghjul og den er tilkoblet batteriet gjennom et strømrelä. Når maskinen står stille er det ingen forbindelse mellom dynamo og batteri eller det øvrige anlegg. Settes maskinen igang vil dermed dynamospenningen stige etter hvert som omløpstallet går opp, og når spenningen har nådd en bestemt verdi, noe høyere enn batteriets spenning, kobler reläet dynamoen inn. Når motoren stanses og omløpstallet synker kobler reläet dynamoen ut. Reläet har en elektromagnet hvorom er viklet en spenningsspole og en strømspole som figur 3 viser. Spenningsspolen står alltid tilkoblet dynamoledningene pluss og minus og påvirkes derfor direkte av dynamospenningen. Reläet har et bevegelig magnetanker som tiltrekkes av elektromagneten og derved lukkes en kontakt. Ved å innrette reläet så at magnetankeret tiltrekkes ved en dynamospenning litt høyere enn batteriets får man altså innkoblet dynamoen på dette tidspunkt, og dynamoen vil så gi ladestrøm til batteriet. Denne strøm passerer strømspolen i reläet og virker ytterligere til at magneten holder kontakten fast tillukket. Ved avtagende omdreiningstall blir dynamospenningen lavere enn batteriets, og det vil da gå en strøm den motsatte vei gjennom strømviklingene. Det bevirker at reläankeret åpner og forbindelse med batteriet brytes. Etter sin virkemåte kalles reläet også for et tilbakestrømsrelä.

En båtdynamo som drives direkte fra motorens svinghjul får som allerede nevnt et varierende omløpstall. Med den removesetning som

vanligvis brukes blir dynamoens arbeidsområde fra ca. 1.000 — over 3.000 omdreininger. Innen dette hastighetsområde må dynamospenningen holdes innen rimelige grenser og det samme gjelder batteriets ladestrøm. Den enkleste form for automatisk regulering av en dynamo er den såkalte strømregulering, eller som den også ofte kalles trebørstereguleringen. Da denne reguleringsmåte er forholdsvis lite brukt skal den bare kort omtales.

Fig. 4 viser skjematisk et koblingsskjema for denne reguleringsmåte. Ved disse dynamoer er det mellom pluss- og minusbørstene anbrakt en tredje forstillbar børste. Feltviklingen er koblet mellom dynamoens minusbørste og den bevegelige børste, som er innstillet i nærheten av plussbørsten. Dynamoer gir sin største ladestrøm når den bevegelige børste står nærmest plussbørsten, da får jo feltet den største spenning. Lysanleggets spenning begrenses her av batteriet slik at dynamospenningen alltid blir noe nær lik batterispenningen. Men derved blir også ladestrømmen størst når batterispenningen er størst, og dette bevirker ofte en for høy spenning på lampene, særlig hvis der er en dårlig batterikontakt eller om ledningstverrsnittet mellom tavle og batteri er for dårlig. Den høye ladestrøm ved fulladet batteri er heller ikke heldig for et blybatteri, så denne batteritype egner seg derfor ikke sammen med dette system. Systemets fordel er først og fremst at det er meget robust.

Men p. g. a. nevnte uheldige ladningsforhold ved den strømregulerte dynamo har man i den senere tid væsentlig gått over til det spenningsregulerte system. Det er særlig to slags regulatorer som anvendes her i landet, den såkalte tirilregulator som arbeider med vibrerende kontakter og derfor også kan kalles en vibrasjonsregulator og kulltrykksregulatoren som arbeider med en variabel kullstøylemotstand. I begge tilfelle er det dynamoens magnetiseringsstrøm, altså strømmen i feltviklingene, som reguleres, d. v. s. regulatoren gjør samme tjeneste som en shuntmotstand, men arbeider altså automatisk. Vibrasjonsregulatoren anvendes såvel i Bosch som i Nife lysanlegg. Ved begge typer anlegg anvendes likestrøms shunt-dynamo som blir fabrikkert i forskjellige størrelser og utførelser alt etter driftsforholdene og ytelsen. Dynamoer skal levere strøm til de forskjellige forbruksapparater og tjener samtidig til å lade opp et parallellkoblet akkumulatorbatteri. Spenningsregulatoren er alltid sammenbygget med tilbakestrømsrelæet, og det plasseres enten direkte på dynamoen som ved Bosch-anleggene, eller på apparattavlen som ved Nife-anleggene.

Vibrasjonsregulatoren se fig 5, består av en magnetkjerne med to sammenvirkende viklinger og et anker med tilhørende regulator-kontakter. Den ene viking er også her en spenningsspole som påvirkes av generatorspenningen og den annen en strømspole som gjennomstrømmes av dynamoens belastningsstrøm. Dynamoer er som bekjent en vanlig shuntmaskin, og den har den ene feltledning tilkoblet den ene dynamobørste, mens den andre feltledningen forbindes gjennom en fast motstand til den annen dynamobørste. Denne motstand kortsluttes av regulatorankeret når det står i sin hvilestilling, og ved lavt omdreiningstall arbeider derfor maskinen med full magnetisering, d. v. s. den gir den fulle spenning over feltet. Når nå omløpstallet, og dermed dynamospenningen stiger, så vil spenningsøkningen også virke på regulatorens spenningsspole som igjen bevirker at regulatorankeret tiltrekkes. Ved at regulatorkontakten herved åpner blir den faste motstand innkoblet i feltkretsen. Feltstrømmen synker da atter, dynamoens klemmespenning likeså, og følgelig også spenningen på relæets spenningsspole. Dette bevirker at det magnetiske drag på regulatorankeret atter avtar og regulatorankeret går igjen tilbake til sin hvilestilling og kortslutter feltmotstanden. Dette spill vil gjenta seg i rask rekkefølge, og en midlere dynamospenning vil innstille seg. Her kommer inn også andre faktorer, som bekjent består feltviklingen i dynamoen av mange viklinger, og p. g. a. den stor selvinduksjon i feltviklingen utjevnes variasjonene i feltstrømmen slik at de ikke kan merke de små variasjoner som regulatorkontaktens vibrasjon får istand.

Dette er i korte drag den enkleste spenningsregulator, men for å opnå enda større omløpsområde er de fleste spenningsregulerte regulatorer innrettet slik at det bevegelige regulatoranker har to kontakter. Se fig. 6. Den ene side vibrerer mot en kontakt hvorved en shuntmotstand kortsluttes nøyaktig som beskrevet ovenfor. Ved et noe høyere omdreiningstall blir regulatorankeret stående mellom kontaktene, og feltmotstanden blir da stående kontinuerlig innkoblet, stiger nå omløpstallet enn ytterligere vandrer ankeret over til den annen kontakt, kontakten for høyere omdreiningstall. Ved en tilsvarende vibrerende bevegelse på denne kontakt kortsluttes og innkobles selve feltviklingen i rask rekkefølge. Herved holdes spenningen konstant selv opp til de høyeste omdreiningstall.

Som nevnt var regulatorens magnetkjerne også utført med en annen viking, strømviklingen. Når tilbakestrømskontakten er lukket

gjennomstrømmes den av belastningsstrømmen, og derved vil den også til en viss grad påvirkes av reguleringen. Strømspolen er viklet slik at strømmen går samme vei som i spenningsspolen så lenge strømmen går fra dynamo til batteri. Ved høy dynamostrøm, f.eks. ved stort forbruk og utladet batteri, oppnås at regulatoren begynner å regulere allerede på et lavere spenningsstrinn. Det utladete batteri får herved en høy ladestrøm, men samtidig blir overbelastning av dynamoen forhindret. Når nå den framskredne ladning medfører minskning av ladestrømmen regulerer regulatoren seg igjen på en noe høyere spenning så batteriet blir sikret full ladning. På samme tid blir det spenningsregulerende system meget skånsomt mot blybatteriet som følge av den sterke begrensning av ladestrømmen ved fulladet batteri, og blybatteriet er som bekjent lite motstandsdyktig mot overladning.

Kulltrykksregulatorene har også en magnetkjerne med to sammen-virkende viklinger og et bevegelig anker. Men ankeret påvirker her en søyle av kullskiver som er koblet i serie med dynamoens feltvikling akkurat som en annen motstand. Når dynamoens omløpstall stiger så minsker regulatorankere trykk på kullsøylen. Da motstanden i en slik kull søyle øker og synker etter som trykket på søylen varierer så vil den på denne måte også gjøre tjeneste som en automatisk shunt-regulator. Som vibrasjonsregulatorene har kulltrykksregulatorene også strømspole som understøtter spenningsspolen. Kulltrykksregulatorene anvendes for de større Nife-anlegg.

Som nevnt inneholder regulatorene både tilbakestrømsrelå og spenningsregulator. Ofte har disse også felles magnetkjerne med felles strøm- og spenningspole og 2 magnetankere, et for strømkontakten og et for reguleringen.

AKKUMULATORBATTERIET.

Akkumulatorbatteriets oppgave er å samle opp elektrisk energi. Det som medgår til lamper og annen belastning kan variere, og legger ikke alltid beslag på alt hva dynamoen yter, en del av strømmen går da gjennom akkumulatorbatteriet, hvor den bevirker en kjemisk prosess i platene. Herved vinnes det energi, som igjen nyttes i form av elektrisk strøm når lysmaskinen, eller rettere sagt framdriftsmotoren, ikke er igang.

Et antall like store akkumulatorceller som er koblet sammen i rekke eller serie danner et batteri. Batterispenningen, som må være

den samme som anleggets, bestemmes av antall celler. Hvor meget energi batteriet kan samle opp, avhenger av cellenes størrelse eller kapasitet. Et stort batteri er derfor en fordel, man har en større beholder å samle opp strøm i, så man har mer å gå på når båten ligger stille. Men på den annen side nytter det ikke å velge batteriet så stort at dynamoen sjelden eller aldri klarer å fylle det eller lade det helt opp. Man må nemlig være oppmerksom på at en aldri kan få mer ut av et akkumulatorbatteri enn man har ladet inn, tvertimot får man ut en del mindre som følge av tap. Forholdet mellom hva man lader inn og hva man får igjen kalles batteriets virkningsgrad.

Av akkumulatører finnes det 2 hovedtyper, blybatterier og alkaliske batterier (NIFE, EDISON). Typene er så forskjellige at de må beskrives særskilt, men selve hovedoppbygningen er lik. Felles for dem begge er at hver celle består av 2 sorter plater, positive og negative, som er skilt fra hverandre ved hjelp av isolasjon, og som er nedsatt i et kar, cellekaret. Karet er forøvrig fylt med en væske, elektrolyten. Alle de positive plater i en celle er innbyrdes forbundet, det samme er tilfelle for de negative. Flere celler forbindes med hverandre ved at en positiv gruppe i den ene celle forbindes med den negative gruppe i neste celle.

Blybatteriet.

Av blybatterier finnes det flere typer, men da det i båtlysanlegg er overveiende bilbatterier som brukes, skal vi nøye oss med å behandle denne typen her. Platene i et bilbatteri er såkalte smurte plater, de består av gittere med påsmurt masse. En positiv og en negativ plategruppe står i cellekaret slik at det alltid er en positiv plate mellom 2 negative (og omvendt), og de enkelte plater er skilt fra hverandre ved isolasjon, som som oftest består av trebretter. Cellekarene er fylt med en væske eller elektrolyt, som består av svovelsyre utspedd med destillert vann. Cellekarene er gjerne sammenstøpt i enheter på 3 eller 6 celler.

En blyakkumulatorcelle har en gjennomsnittlig spenning på ca. 2 volt, og et 12 volts batteri er følgelig sammensatt av 6 celler. Spenningen er ikke alltid den samme, under ladning kan et 12 volts batteris spenning stige til omkring 16 volt, mens den under utladning kan synke til under 11 volt. Anleggets spenning følger batterispenningen, og kan altså komme til å variere innen de samme grenser.

Syrens konsentrasjon kan bestemmes ved å måle dens spesifikke vekt, og denne varierer ettersom batteriet er oppladet eller på det nærmeste utladet. Ved hjelp av en syremåler kan man følgelig innenfor visse grenser bestemme et blybatteris ladetilstand. Ved et full-ladet batteri skal syrens spesifikke vekt være nærmere 1,28, mens den ved et utladet batteri kan være nede i 1,14 á 1,15.

Et bilbatteri eller startbatteri er først og fremst bygget med henblikk på å klare høye strømstyrker i kort tid, og består derfor av mange og tynne plater. Levetiden for smurte plater er ikke så svært lang, særlig ikke når de også er tynne. Dertil kommer at batteriene er sterkt sammenbygde, syrevolumet er lite, og syrevekten tilsvarende høy, hvilket bidrar til at batteriet ikke tåler særlig høye strømstyrker i lengre tid. Av denne grunn er det også av viktighet at batteriet velges stort nok, ellers vil det under lang tids ladning bli for varmt og etterhvert ødelegges. Fordelene ved bilbatteriet er først og fremst at det ved sin sammenbygning er et hendig batteri, det er forholdsvis billig, og det er lett å reparere.

Det alkaliske batteriet.

Av disse er det overveiende NIFE som benyttes her, og for øvrig er det ikke stor forskjell på de forskjellige fabrikata. Et NIFE-batteri er helt og holdent oppbygget av jern, den aktive masse i platene ligger innesluttet mellom perforerte jernbånd, og polbolter og cellekar er også av jern. Platene er isolert fra hverandre med ebonitpinner.

Elektrolyten i et NIFE-batteri består av kalihydrat oppløst i destillert vann, det er altså en lut, ikke syre. Da syre angriper jern vil påfylling av selv det minste kvantum ødelegge en NIFE-akkumulator. Lutopløsningen skal ha en spesifikk vekt av 1,19, og da elektrolyten i et alkalisk batteri, i motsetning til et blybatteri, ikke deltar i den kjemiske prosess, holder den spesifikke vekt seg konstant. Man kan altså ikke med en lutmåler, som på samme måte som syremåleren angir elektrolytens spesifikke vekt, slutte seg til batteriets ladetilstand.

Ved et NIFE-batteri står de positive plater ytterst, og disse er ikke isolert fra cellekaret. Her atskiller for så vidt NIFE-batteriet seg fra et EDISON-batteri, hvor både positive og negative plater er isolert fra cellekaret. Ved begge typer må imidlertid de enkelte celler eller cellekar isoleres fra hverandre, de kan ikke stilles sammen som ved et blybatteri, hvor cellekarene består av et isolerende stoff, glass eller ebonit. Av samme grunn må man påse at det ikke faller mutre, skruer

eller likn. ned mellom cellekarene, man kan da kortslutte noen celler i batteriet.

Spenningen av en NIFE-celle er gjennomsnittlig 1,2 volt, men også her varierer lade- og utladespenningen. Under ladningen kan spenningen pr. celle gå opp til 1,8 volt, og ved utladning synker den til 1,1 volt. Et 12 volts NIFE-batteri sammensettes av 9 celler, og spenningsvariasjonen blir da altså enda noe større enn ved et blybatteri.

NIFE-akkumulatoren er robust, tåler temmelig ruff behandling og så vel høye lade- og utladespenninger som sterke utladesstrømmer. Det har en stor mekanisk styrke, og langt lengre levetid enn de vanlige blybatterier. NIFE-akkumulatoren har praktisk talt ingen selvutladning og tåler å stå uten pass i årevis uten å ta noen skade herav. Frysing i en fiskebåt er utelukket, da batteriet først fryser under -30° , og selv dette behøver ikke å ødelegge akkumulatoren. Den egner seg derfor utmerket for bruk i fiskeskøyter. I forhold til blyakkumulatoren er den imidlertid kostbar. Den har også noe dårligere virkningsgrad, hvilket dog ikke spiller noen praktisk rolle ved slik drift det her er tale om.

LEDNINGSANLEGGET.

Anlegg under 28 volt er ikke underlagt det offentlige Elektrisitets-tilsyn. Dette gir en viss frihet, men en frihet som ikke må misbrukes. De gjeldende regler for ledningstverrsnittet er gitt først og fremst for å hindre skadelig oppvarming av ledningene som i uheldigste tilfelle kan medføre brann. Da risikomomentet ved brann eller annet uhell er større i en fiskebåt enn i et hus, så følger det av seg selv at man mest mulig må følge forskriftene selv om man ikke er tvungen til det.

I nær forbindelse med ledningstverrsnittet står størrelsen av sikringene. Hvert ledningstverrsnitt har sin sikringsstørrelse, og hvis man forgrener anlegget og samtidig går over til mindre tverrsnitt bør de nye ledninger sikres med tilsvarende mindre sikringer. Ellers blir jo den mindre ledning sikret med en for stor sikring, hvilket vil si det samme som at ledningen kan belastes med større strømstyrker enn den tåler uten at sikringen går. I mer eller mindre grad har det alltid vært syndet mot disse regler når det gjelder lysanlegg for fiskebåter. Øket ledningstverrsnitt og flere sikringer fordyrer selvfølgelig anleggene noe, og dette i forbindelse med den manglende kontroll har gjort det fristende å slå

av på fordringene. Erfaring har imidlertid etter hvert vist at de beste anlegg allikevel i lengden blir de billigste driftsmessig sett.

Som ledninger benyttes ompunnet blykabel. Den har vist seg å gjøre utmerket tjeneste ombord i fiskeskøyter. Den tjæreimpregnerte kabel er den mest holdbare, men er ikke så pen, den kan med fordel brukes i maskin og lasterom. Kabelen festes med messingklemmer og der benyttes spiker eller skruer av messing, ikke av jern.

Selve kursfordelingen blir installatørens sak, denne bør alltid utarbeide en ledningsplan på forhånd. Som oftest vil det passe fra tavlen i maskinrommet å gå med en kurs forover og en akterover, samt en opp til styrehuset. Denne fordeles til lanterner, lyskaster og belysning. Bruker man ikke fordelingstavle i styrehuset bør man ha egen kurs på lyskasteren direkte fra tavlen.

Fordelingsbokser skal være av metall, og alt armaturet i det fri skal være vannrette typer. Stikkontakter bør anbringes i maskinrommet og over alt hvor en håndlampe eller bevegelig armatur kan trenges. Lanternene bør kunne tennes og slukkes hver for seg fra førerhuset. Lanternene kan gjerne være kombinerte med elektriske holdere innsatt på parafinbrenneren istedenfor lampeglasset, men holderne bør i så tilfelle være tilknyttet lysnettet gjennom stikkontakter. Spesielle elektriske lanterner derimot kobles fast til nettet. Angående størrelsen av lanternene henvises til gjeldende sjøfartsregler bl.a. gjengitt i »Veiledning i utførelse, vedlikehold og skjøtsel av elektriske anlegg i fiskefartøyer« utgitt av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen. For ledningsanleggets vedkommende henvises det også til de generelle betraktninger i denne brosjyre.

Ved anskaffelse av anlegg kan det sis å være en almen regel at anleggene ikke vør velges for små. Det viser seg alltid at man etterpå har bruk for flere lampepunkter enn fra først beregnet, og dessuten melder det seg stadig nye krav. Foruten den vanlige belysning kan man ha ladning av bøyelykter og anlegget skal gi strøm til en radiomottaker. I enkelte tilfelle utstyres motoren med elektrisk tenning som krever forholdsvis meget strøm i kort tid, og altså setter øket krav til batteriet. Det samme gjelder for elektrisk reversering som også kan komme til å få betydning i framtiden.

SKJØTSEL.

Det henvises til den før omtalte veiledning utgitt av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen hvor skjøtsel og vedlikehold av båtlysanlegg er utførlig behandlet. For anleggene medfølger også fra leverandørene skjøtselforskrifter som bør følges på det nøyaktigste.

For øvrig kan det ikke nok understrekes at et godt pass og godt vedlikehold av anlegget er av avgjørende betydning for anleggets holdbarhet.

FEILSØKNING.

Ledningsnettet.

Ved båtlysanlegg skal anleggets poler begge være isolert fra jord, d. v. s. fra båtmotoren og plateklædningen i maskinrommet, barduner osv. Dette må ved en nyinstallasjon kontrolleres før anlegget overtas. Feil på ledningsnettets gir seg som regel til kjenne ved kortslutning sikringene for vedkommende ledningskurs vil da brenne av, eventuelt går også hovedsikringen for hele anlegget. At en sikring går behøver dog ikke bety en feil, overbelastning kan også være årsaken. Ser man ingen direkte feil får man gjøre et overslag om så kan være tilfelle og forsøke med å sette inn en ny sikring etter at belastningen er minsket. Går sikringen igjen må feilen finnes.

Man må da undersøke den del av anlegget som henhører under vedkommende sikring, særlig de utsatte punkter hvor kablen er åpen, i stikkontakter, lampepunkter og i tilfelle i koblingsbokser. Særlig lampepunkter på dekk og i masten kan være årsak til feil, her er det mulighet for at det er oppstått overledning. Sjøvann kan ha trengt inn og angrepet kontakter og isolasjon hvorved der dannes mer eller mindre kontakt mellom anleggets poler, eller mellom en pol og jord. Hvis den ene leder fra før av har forbindelse til jord, vil den sistnevnte overledning også arte seg som kortslutning. En slik overledning på en av polene kan oppstå ved uforsiktig montering ved innføring i pakkbokser av metall, eller ved at kablen skades ved skjødesløshet, f.eks. med en eller annen skarp gjenstand.

Man skal også være oppmerksom på at enkelte forbruksapparater kan være forbundet med jord. Således vil elektriske startplugger for båtmotorer oftest ha den ene side av motstandspolen til jord. Så lenge tenningen står på er altså den ene side av anlegget jordet. Herav følger

at et elektrisk startanlegg bare må monteres i forbindelse med anlegg som er fullkomment isolert, og lysnettet må ha 2-polet bryter og bør være topolet sikret .

Det finnes også andre forbruksapparater hvor en pol er jordet, f.eks. elektrisk vifte for sentralfyringsanlegg. Hvis belyningsbatteriet leverer glødestrøm til en radiosender så er denne alltid utstyrt med jordforbindelse, hvilket medfører at batteriets ene pol er jordet når radiosenderen brukes. Ved feilsøking bør en derfor notere seg alle apparater og motorer etc. som er tilkoblet anlegget, og være særlig oppmerksom på de ovenfor nevnte jordete forbindelser som kan være til stede.

Installerer man i et eldre anlegg et nytt forbruksapparat som har jordet forbindelse må man selvfølgelig undersøke om det før finnes apparater med jordet forbindelse, og i så fall sørge for at samme pol blir jordet. Dette skulle synes en selvfølge, men i praksis har det allikevel vist seg at det overses. Feilen viser seg jo ikke uten at begge apparater er innkoblet samtidig, og det behøver jo ikke å skje før lenge etter at installatøren har forlatt båten.

En oppstått feil lar seg selvfølgelig ofte straks lokalisere, oppstår feilen i forbindelse med innkobling av et bestemt apparat eller ledningsdel så har man jo straks en direkte rettleiing. Ellers må feilsøking alltid foregå systematisk, man lokaliserer de enkelte ledningsdeler og søker etter hvert utover anlegget inntil feilen er avsløret. Er det kablen som er defekt, vann kan ha trengt inn så isolasjonen er dårlig, så må den skiftes ut i hele sin lengde og ikke skjøtes på utsatte steder. Skjøtene skal alltid være plasert i bokser plasert på godt beskyttete steder under dekk.

Batteriet.

Dårlig kontakt ved batteriklemmene er ofte årsak til feil. Særlig med strømgulerte dynamoer er gode kontakter av avgjørende betydning da batteriet her inngår i reguleringssystemet. Uten batteri, eller med for dårlige kontakter, løper spenningen opp og lampene springer. Ved spenningsregulerte anlegg blir følgene mindre og feilen lokaliseres jo lett ved at lyset blir borte bare når dynamoen stanser. Blybatterier for båter bør helst ha påsveisete skrukontakter slik at batteriledningen kan forsynes med en solid kabelsko. De vanlige koniske tapper er der med henblikk på batterienes bruk i biler, og de tilhørende batteriklemmer

vil etter en tid opptæres av svovelsyren. Slike kontakter må derfor med mellomrom utskiftes og ofte etterses og innsføres med syrefri vaselin. Et blybatteri har en meget begrenset levetid og batteriets endelig har ofte gitt seg tilkjenne ved at en celle i batteriet blir kortsluttet. Det vil ha dårlig lampespenning til følge særlig når dynamoen ikke lader, og når dynamoen lader vil ladestrømstyrken bli for høy da batteriet gir mindre motspenning.

At batteriet er ferdig gir seg også tilkjenne ved at batteriets kapasitet går ned til nærmere null, man får ikke lenger noen nytte av batteriet når motoren står. Har tendensen vært tilstede gjennom litt lengre tid kan man jo være temmelig sikker, men ellers er det ikke alltid så lett å avgjøre om batteriet er ferdig og defekt, eller om det bare er utladet. Andre feil som kan oppstå i batteriet er sprekk i en mellomvegg. Dette har også tilfølge at batteriets spenning synker, cellene på hver side av sprekken vil virke som en celle. Et batterikar med feil i kan ikke repareres, det må utskiftes med nytt.

Et NIFE-batteri som gjennom lang tid er utsatt for underladning hvilket kan skje i anlegg hvor dynamoen er for liten i forhold til belastningen, kan etter hvert svekkes sterkt i kapasitet. Batteriet kan ofte bringes i orden igjen ved en del kraftige overladninger.

Dynamo og regulator.

Feil ved en dynamo kan man neppe regne med å få rettet ombord, Selv utskiftning av kulelagre bør foretas av en som har dertil passende verktøy.

Regulatoren er et ømfintlig apparat, men behøver ikke noe regelmessig tilsyn. Nødvendig ettersyn og reparasjon bør foretas av fagfolk, og ved mange typer er garantien avhengig av at der ikke foretas noe inngrep. I alle tilfelle bør leverandørens anvisninger strengt følges.

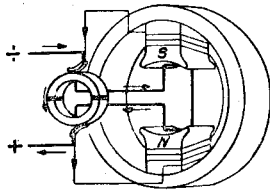


Fig. 1

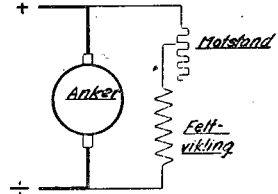


Fig. 2

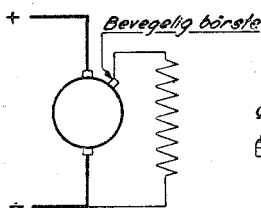


Fig. 4

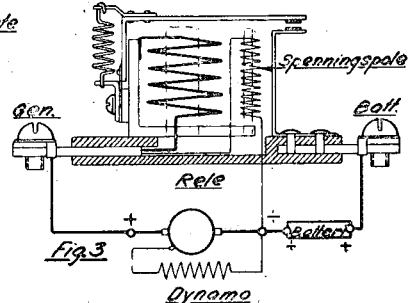


Fig. 3

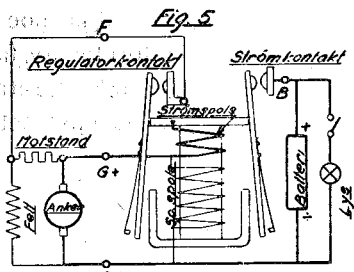


Fig. 5

Generator Spenningsregulator

Vibrationsregulator i kontaktsystem

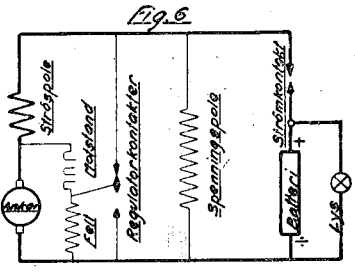


Fig. 6

Prinsskema for

Vibrationsregulator i kontaktsystem