

vidljiva s palube na pramcu. Rezervna se svjetla podižu na jarbol na konzole ispod stalnih svjetala. Krmeno je svjetlo na ogradi, i to redovno 2 svjetla jedno povrh drugoga; stalno svjetlo je električno a rezervno na ulje.

Prednji jarbol na tankeru nije dovoljno visok za smještaj sviju potrebnih svjetala, pa stoga tankeri imaju poseban drveni ili metalni jarbol jedino za svjetla (sl. 80). Taj jarbol se naziva »božićno drvce«, a ima 5 crvenih svjetala, 3 bijela i 1 zeleno, a na vrhu Morseovu lampu. Često ovaj jarbol na vrhu nosi još i radarsku antenu. U kormilarnici su kontrolne lampe za sva svjetla.

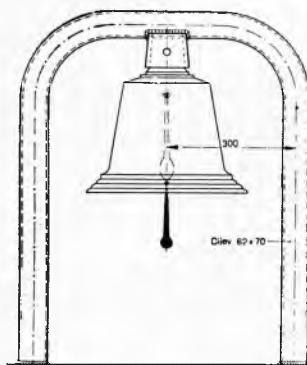
Reflektori služe za rasvjetu obale kad brod prolazi noću kanalom i kad pristaje. Za prolaz Sueskim kanalom propisan je poseban uređaj za smještaj reflektora na samom pramcu broda. Vlasti Sueskog kanala iznajmljuju brodu reflektor, a brod mora samo imati na pramcu utikačku kutiju spojenu posebnim kabelom na glavnu rasklopnu ploču u mašinskom prostoru. Brodovi imaju redovno na krovu kormilarnice vlastiti reflektor, kojim se upravlja iz same kormilarnice. Vlasti Sueskog kanala ne priznaju taj reflektor.

Morseova lampa je propisana za sve brodove iznad 150 BRT na međunarodnim putovanjima. Redovno je to električko svjetlo s dioptrijskim lećama, na vrhu jarbola ili semafora, ili na vrhu posebne motke iznad kormilarnice. Ima i ručnih i prenosnih električnih ili petrolejskih lampu za davanje Morseovih signala.

Zvučni signali. Propisi o izbjegavanju sudara na moru traže da svaki brod ima bar jedno zvono. Normalno brod ima jedno promjera 300–600 mm na kaštelu, jedno promjera 150–200 mm na komandnom mostu, jedno promjera 200–300 mm na krimi i jedno između 200 i 300 m iznad košare na prednjem jarboli.

Zvona su od bronce, lijevanog čelika ili aluminija. Na bat zvona privezan je komad kože ili kratko upleteno uže.

Zvono na kaštelu, blizu pramčane statve, umetnuto je u poseban okvir napravljen od cijevi, da se ne bi njihalo (sl. 81). Tim se zvonom daju signali s usidrenog broda za vrijeme magle, a ono služi i za signaliziranje pri sidrenju. Zvono na komandnom mostu, koje je na bočnom ili pramčanom zidu izvan kormilarnice, služi za davanje signala izmjene straže na brodu.



Sl. 81. Brodsko zvono

Svaki brod mora imati bar jednu sirenu na pramčanoj strani, pri vrhu dimnjaka ili prednjeg jarbola. Parobrodi imaju na dimnjaku dvije sirene na paru; motorni brodovi sirenu na komprimirani zrak i na električnu struju (typhoon). Na putničkim se brodovima električka sirena postavlja visoko na prednjem jarboli da ne smeta putnicima. Kao rezerva za sirenne služi rog za maglu, koji pri okretanju ručke proizvodi snažan zvuk.

Osim brodskih sirena i zviždaljki za davanje zvučnih signala i obavijesti služe megafoni i mikrofoni s pojčalom.

Megafon je konični metalni tuljak za davanje zapovijedi s mosta na pramac i krmu, a služi i za dovikivanje na obalu prilikom pristajanja ili drugom brodu u prolazu. Danas moderniji brodovi u tu svrhu imaju mikrofone povezane zvučnicima i ručne baterijske mikrofone s ugradenim pojčalom i zvučnikom.

Oprema za signalizaciju. Propisi zahtijevaju da svaki brod preko 500 BRT ima knjigu međunarodnih kodeksa i slog zastava međunarodnog kodeksa.

Ratni brodovi, a i neki trgovaci, imaju na drvenim kratkim štapovima par zastavica za ručno signaliziranje. Neki brodovi imaju i semafore. To su 3,5 metara visoke vertikalne motke iznad kormilarnice koje se mogu okretati oko svoje osi. Na gornjem kraju imaju dvije široke crno-bijele poluge koje se okreću oko horizontalne osi i u vertikalnoj ravnini mogu zauzeti razne položaje. Semaforima se daju isti znakovi kao i ručnim zastavicama.

Osim signalnih zastava brod ima nacionalnu zastavu, zastavu poduzeća, vlastiti znak s imenom broda, nacionalne zastave država u koje putuje, znak da prevozi poštu itd.

Krmeno je kopljje za zastavu dugo 4–8 metara a napravljeno je od drveta ili cijevi. Prema palubi je kopljje redovno nagnuto pod kutom od 60°. Kopljje na pramcu je dugačko 2–4 metra, a uvijek je vertikalno i može se demontirati.

Neki brodovi imaju i kratke štapove koje zajedno sa zastavom ili signalom podignu na jarbol. O donji je dio štapa privezan tanki konop kojim se namjesti kopljje da se zastava bolje vije. Na krmrenom jarbolu imaju neki brodovi kosu motku za dizanje nacionalne zastave. Običaj je, a na ratnim brodovima i propis, da se na tom kopljju vije zastava jedino u plovidbi.

Signalne se zastave drže u policama ili ormarićima u kormilarnici. Ratne jedinice imaju posebnu platformu za signaliziranje, na kojoj je pod nadstrešnicom polica s kukicama za vješanje signala.

Za navigacijske instrumente kojima je opremljen brod vidi naredno poglavlje.

S. Šilovic

BRODSKI INSTRUMENTI I SPECIJALNI UREĐAJI

Trgovaci brodovi opremljeni su različitim specijalnim uređajima i instrumentima koji im služe za navigaciju i obezbjedjenje sigurnosti plovidbe, za meteorološka i oceanografska osmatranja, za upravljanje i kontrolu brodskih pogonskih strojeva, za održavanje veza unutar broda, za održavanje vanjskih brodskih veza, za obezbjedenje sigurnosti broda i tereta, a na specijalnim brodovima kao funkcionalna oprema.

Oprema za navigaciju i za sigurnost plovidbe

Dva najosnovnija zadatka navigacije jesu: određivanje pozicije broda i utvrđivanje i održavanje njegova kursa.

Kurs broda je geografski pravac u kome brod treba da plovi, a *pozicija* je geografska tačka na kojoj se brod upravo nalazi. Pozicija se obično dobiva grafički na geografskoj karti kao sječiste dviju ili više *stajnica*, tj. pravaca ili krivih linija na kojima se negdje nalazi pozicija broda. Stajnice se određuju prema terestričkim ili prema astronomskim objektima, pa se razlikuje *terestrička* i *astronomска navigacija*; pri tome se upotrebljavaju ili optička i mehanička sredstva, ili radio, ili radar, pa se razlikuje *klasična navigacija*, *radionavigacija* i *radarska navigacija*.

SREDSTVA ZA KLASIČNU TERESTRIČKU I ASTRONOMSKU NAVIGACIJU

Za optičko mjerjenje smjerova i kutova služe na trgovackim brodovima uređaji za smjeranje i sekstanti.

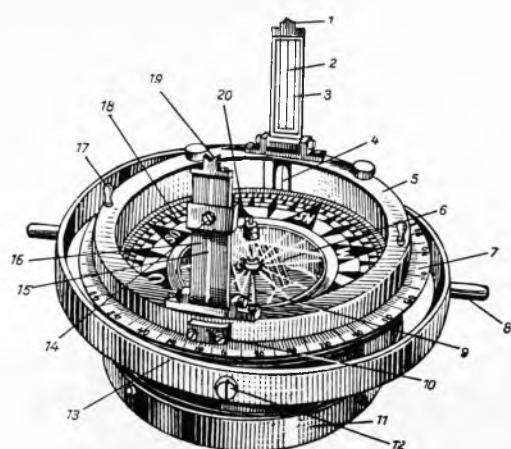
Uredaji za smjeranje. *Smjerna ploča* je kardanski obješena okrugla ploča s utegom, koja ima uz vanjski rub ugravirane dvije u suprotnom smislu rastuće skale sa razdiobom od 0° do 360°. Alihdada, koja se okreće oko ležišta ispod sredine ploče, služi s pomoći svog okulara i objektiva za viziranje objekata i određivanje njihova smjera (sl. 1). Smjer objekta očita



Sl. 1. Smjerna ploča u kutiji za spremanje

rane dvije u suprotnom smislu rastuće skale sa razdiobom od 0° do 360°. Alihdada, koja se okreće oko ležišta ispod sredine ploče, služi s pomoći svog okulara i objektiva za viziranje objekata i određivanje njihova smjera (sl. 1). Smjer objekta očita

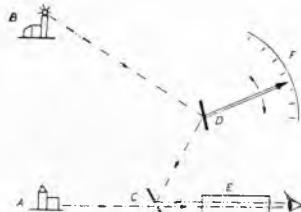
se na skali kod kazaljke koju nosi alhidada. Nul-položaj skale može se postaviti tako da leži ili u pravcu pramca, tj. u uzdužnici broda, ili da gleda prema magnetskom ili pravom sjeveru.



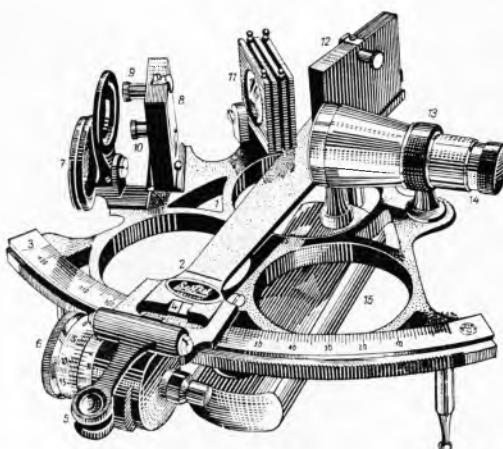
Sl. 2. Smjerni aparat postavljen na kotlič brodskog suhog kompasa. 1 prednji nišan, 2 nit smjerila, 3 okvir smjerila (objektiv), 4 pramčanica, 5 pomični obruč, 6 magnetske igle, 7 obruč s podjelom pramčanih kutova, 8 osovina kardanskog obruča, 9 stupići, 10 vodilica pomičnog obruča, 11 kotač, 12 pričvrsni vijak, 13 kardanski obruč, 14 zamračno staklo, 15 prorez smjerila, 16 smjerilo (okular), 17 ručkica smjernog obruča, 18 vjetrulja, 19 stražnji nišan, 20 šeširić

Smjerni aparat služi za smjerenje s pomoću kompasa. On se postavlja izravno na kotlič kompasa na kome se može i okreći. Smjera se s pomoću okulara i objektiva, a brojčani se iznos smjera očita ili s pomoću prizme izravno sa vjetrulje kompasa koja u tu svrhu nosi dodatnu razdiobu, ili sa obruča sa skalom na kotliču (sl. 2).

Sekstant služi za mjerjenje vertikalnih i horizontalnih kutova. On ide u grupu odraznih zrcalnih instrumenata koji mijere



Sl. 3. Princip sekstanta. A lijevi objekt, B desni objekt, C fiksno zrcalo, D pomično zrcalo s alhidadom za mjerjenje kutova, E dalekozor, F skala



Sl. 4. Sekstant s bubnjićem. tijelo, 2 alhidada, 3 limb, 4 indeksna crtica, 5 lupa, 6 bubnjić, 7 zamračna stakla malog ogledala, 8 malo ogledalo, 9 vijak za udešavanje okomitosti malog ogledala, 10 vijak za ispravljanje indeksne greške, 11 zamračna stakla velikog ogledala, 12 veliko ogledalo, 13 nosač dalekozora, 14 dalekozor, 15 ručka

kutove između dva objekta tako da se jedan objekt osmatra izravno, a alhidada sa zrcalom se pomiče dok se reflektirana slika drugog objekta pokrije sa slikom izravno osmatranog objekta (sl. 3). Mjerjenjem kuta za koji je skrenuto zrcalo iz svog osnovnog položaja određuje se kut između dva objekta, odnosno kut između horizonta i nekog nebeskog tijela. Taj instrument naziva se sekstantom jer je dužina njegove skale šestina kruga. Na toj je skali ugravirana razdioba od 0° do $\sim 120^\circ$. Za tačno očitanje kuta služi na nekim sekstantima mikrometarski bubenjić (sl. 4) a na drugima nonius.

Instrumenti za mjerjenje vremena. Za mjerjenje vremena služe na brodovima kronometri, palubni kronometri i brodski satovi. Podaci o tačnom vremenu potrebni su za određivanje položaja broda pomoću astronomskih osmatranja.

Kronometar je precizan sat specijalne konstrukcije prilagođene uvjetima rada na brodu, sa što manjom i što konstantnijom dnevnom greškom. Razlikuje se od drugih satova po konstrukciji nemirnice, zapreke i spiralne opruge. Na brodu je kardanski obješen i smješten na amortizerima (sl. 5); iz svoje se kutije ne vadi niti se regulira. Srednje griničko vrijeme (GMT) dobiva se iz očitanja kronometra tako da se očitanju pribroji stanje kronometra, tj. razlika iz kronometarskog dnevnika korigirana s pomoću dnevne greške za vrijeme proteklo od posljednjeg uporedivanja; ti se podaci dobivaju svakodnevnim čestim uporedivanjem kronometarskog vremena i GMT s pomo-



Sl. 5. Brodski kronometar (promjer 100 mm; trajanje rada 2 dana, kazaljka rastezanja pera 0...56 sati)

ću vremenskih radio-signalima, vremenskih signala u lukama ili astronomskih opažanja.

Palubni kronometri se stalno uspoređuju s glavnim kronometrom a služe za prijenos vremena na mjesto osmatranja. To su kvalitetni satovi u specijalnoj zaštitnoj kutiji.

Brodski satovi su solidno konstruirani satovi u metalnom kućištu obične ili vodonepropusne izvedbe. Oni pokazuju zonko vrijeme za opće potrebe navigacije i broda.

Električni satni uređaji služe na većim brodovima istom zadatuču kao i brodski satovi, a razlikuju se od sličnih uređaja na kopну po konstrukciji matičnog sata i prijenosnog sistema koji mora na brodu omogućivati da se svi satovi-pokazivači na

lak i jednostavan način postave na novo zonsko vrijeme kad brod uđe u drugu satnu zonu.

Navigacijski pribor, priručnici i pomorske karte. Za rad na kartama i za rješavanje grafičkih problema služe: navigacijski trokuti sa ugraviranim kutomjerom, dvokutomjeri, razmijernici, paralelke (to su dva ravnala pomicno spojena tako da ostaju uvijek paralelna; služe za prijenos smjerova na karti), navigacijski šestari i drugo. Za pomoć pri računanju služe navigacijski logaritmari. Za rješavanje astronomskih zadataka upotrebljavaju se specijalni mehanički astronomski računari i specijalne računske i nautičke tablice. Podaci o nebeskim tijelima za tekuću godinu (deklinacija, satni kur itd.) dobivaju se iz nautičkih godišnjaka. Nadalje, na brodu treba imati priručnike za sva mora, tzv. »peljare« (koji sadrže obavještenja o plovidbi), popise svjetionika, oglase za pomorce, navigacijske radio-oglase, daljinare, tablice morskih mijena, popis radio-emisija za specijalne službe i još neke druge priručnike.

Brodovi nose pomorske karte samo onih predjela po kojima će ploviti. Pomorske karte dijele se na informativne (karte morskih struja, magnetske deklinacije, meteorološke karte, itd.), navigacijske (generalne, kursne i obalske) po kojima se vodi navigacija i u koje se ucrtavaju pozicije i kursevi, i na planove.

Navigacijske pomorske karte izrađuju se najčešće u Merkatorovoj cilindričnoj projekciji. Na ovakvim kartama su meridijani i paralele pravci i sijeku se pod pravim kutom. Svi kutovi odgovaraju kutovima u prirodi, a udaljenosti se mogu lako odrediti. Merkatorova projekcija je stoga vrlo prikladna za kursne i obalske karte. Za izbor najkraćeg puta, tzv. ortodrome, između dva udaljena mjesta i za ucrtavanje radio-smjerova češće se upotrebljavaju karte gnomonske i konusne projekcije jer su ortodrome na njima pravci. Za polarne predjele upotrebljavaju se karte stereografske projekcije.

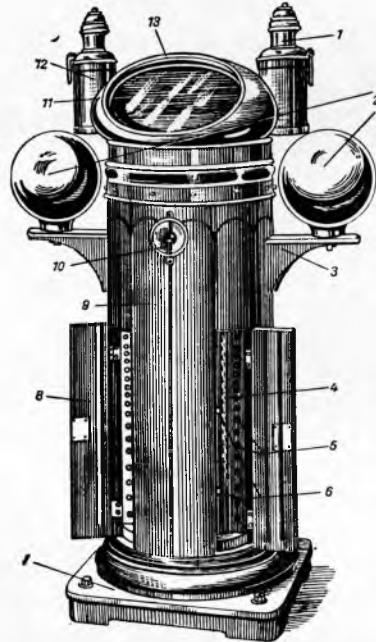
Kompasi su instrumenti ili uredaji koji služe za određivanje kursa kojim brod plovi. Prema konstrukciji dijele se kompasi na magnetske i giroskopske, a prema namjeni na glavne, rezervne, kormilarske, čamčane i ručne. Svaki kompas ima *vjetrulju* ili *ružu*, tj. okruglu ploču na kojoj je ugravirana ili odštampana podjela od 0° do 360° . Ponekad se na ruži nalazi i starija podjela na vjetrove (N, NE, E itd.) i dijelove vjetrova (1 zraka = $11^\circ 15'$). Oznaka za 0° okrenuta je na svakom kompasu, bez obzira na kurs broda, uvijek prema sjeveru (sl. 6). Kurs se očitava izravno ili s pomoću povećavajuće leće.



Sl. 6. Kompassna ruža (vjetrulja)

Magnetski kompasi rade na principu magnetske igle. Ispod vjetrulje su pričvršćeni štapičasti permanentni magneti koji se pod utjecajem magnetskog polja Zemlje postavljaju u magnetski meridijan, pa se i kompasna vjetrulja orijentira prema magnetskom sjevernom polu. Ona je okretljivo smještena u kompasnom kotliću gdje se svojim ležištem oslanja na fiksni stupić. Magnetski kompasi se izrađuju u dvije izvedbe. *Suhi kompasi*

imaju vjetrulju koja lebdi u zraku poduprta stupićem. Vjetrulja *likvidnih kompasa* lebdi u tekućini i zbog svog uzgona upire se o stupić koji je drži odozgo. Kotlić je s gornje strane zatvoren prozirnom staklenom pločom ili kalotom kroz koju se vidi ruža. Da vjetrulja bude uvijek u horizontalnom položaju, kotlić je obešen s pomoću dva kardanska prstena na ležaj na rubu stakla (v. sl. 2). Stalak je od amagnetskog materijala. Sam kompas zaštićen je kapom od mjedenog lima koja se može skidati i u kojoj je smješteno i rezervno osvjetljenje (sl. 7).



Sl. 7. Magnetski kompas sa stakalom. 1 i 12 rezervne svjetiljke, 2 kugle za kompenziranje, 3 nosač kugle, 4 lančić za vertikalni magnet, 5 utori za uzdužne magnetne, 6 po-prečni magnet, 7 podnožje, 8 vrata spremišta za magnetne, 9 trup stakla, 10 inklinometar, 11 staklo, 13 kapa kompasa

Zbog djelovanja starnog i induciranih magnetizma u trupu željeznog broda vjetrulja se ne postavlja tačno u magnetski meridijan. Greška koja zbog toga nastaje naziva se devijacija, a može se znatno smanjiti posebnom kompenzacijom. Kompas se kompenzuje s pomoću magneta uloženih u stalak i s pomoću kugala i cilindara od mekog čelika smještenih sa vanjske strane stakla (sl. 7).

Magnetski kompas sa optičkim prijenosom upotrebljava se na brodovima koji u kormilarnici nemaju magnetskog kompasa. Pomoću posebne optike projicira se slika jednog sektora vjetrulje glavnog magnetskog kompasa, smještenog na krovu kormilarnice, kroz cijev u kormilarnicu tako da je kormilar može vidjeti (v. sl. 50).

Magnetski kompas s ponavljačima upotrebljava se na brodovima gdje su podaci o kursu potrebni na više mjesta. Pomoću električkog sistema prenosi se svako i najmanje skretanje vjetrulje matičnog kompasa na sve ponavljače tako da su oni stalno usklađeni s matičnim kompasom.

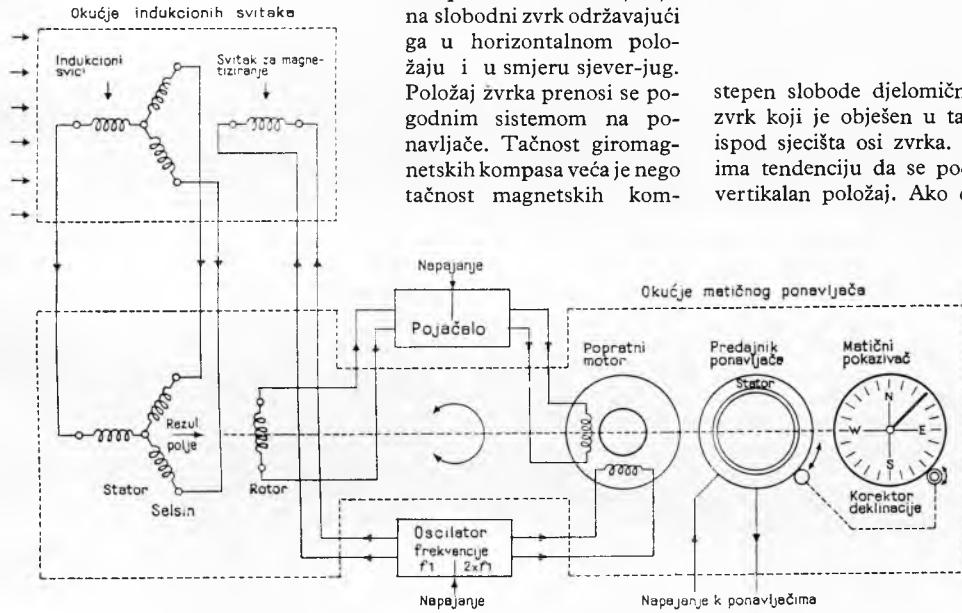
Medunarodnim propisima utvrđeno je koliko magnetskih kompasa moraju imati brodovi odredene tonaze i namjene. Pri montaži magnetskog kompasa treba se pridržavati određenih propisa u pogledu udaljenosti kompasa od željeznih predmeta, električkih strojeva i radara, kao i u pogledu izvedbe električke instalacije. Za glavni kompas propisi su stroži od propisa za ostale kompase.

Indukcijski kompasi spadaju također u magnetske kompase mada ne rade s pomoću permanentnih magneta. U njima djeliće na umjetni način modulirano zemaljsko magnetsko polje na tri svitka položena u horizontalnoj ravni tako da njihove osi među sobom zatvaraju kutove od 120° . Njihovi namotaji priključeni su na tri namotaja statora selsinskog transformatora.

Već prema kursu broda zauzimaju svici, u odnosu na magnetski meridijan, različite položaje, pa se u njima induciraju i različiti naponi. Rezultantno magnetsko polje u statoru selsinskog transformatora ima stoga isti smjer kao i zemaljsko. Ako osovina rotora nije u smjeru magnetskog meridijana, u rotoru se pojave naponi, pa pogodni servo-sistem okreće rotor dok ne dode u neutralni položaj i dok u njemu inducirani naponi ne spadnu na nulu. U tom položaju osovina rotora zauzima smjer magnetskog meridijana. Kurs se može očitati sa vjetrulje učvršćene na osnovi rotora i na ponavljačima koji su preko sinhronog prijenosa spojeni s osovinom (sl. 8).

Giromagnetski kompasi su kombinacija magnetskog ili inducijskog kompasa sa girokom (slobodnim zvirkom). Magnetski

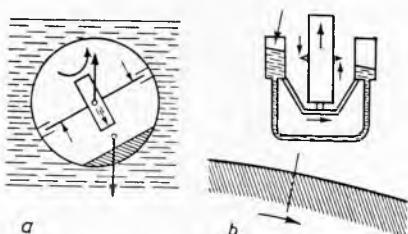
kompas i sila teže djeluju na slobodni zvirk održavajući ga u horizontalnom položaju i u smjeru sjever-jug. Položaj zvirk prenosi se pogodnim sistemom na ponavljače. Tačnost giromagnetskih kompasa veća je nego tačnost magnetskih kom-



Sl. 8. Blok-sHEMA inducijskog kompasa

pasa, a pri okretanju i promjeni brzine broda ona je čak veća nego tačnost giro-kompasa. Ovakvi kompasi vrlo su pogodni za male i brze brodove, ali se danas upotrebljavaju i kao rezerva za giro-kompas na većim brodovima. (Za opis djelovanja giro-magnetskog kompasa v. TE 1, str. 624 i 625, sl. 71 i 72.)

Kompasi na zvirk (girokompasi, žirokompasi) upotrebljavaju za održanje kompasne ruže u orientaciji sjever-jug specijalan zvirk (čigru) s velikom masom i velikom brzinom okretanja. Zvirk sa težištem u sjecištu svojih osi (zvirk sa tri stepena slobode) ima svojstvo da njegova os vrtnje zadržava nepromijenjen pravac u odnosu na svemirski prostor dok god na njega ne djeluje neka sila ili moment koji taj pravac nastoji izmijeniti. Ako se pak pojavi na njegovoj osi vrtnje moment koji je nastoji skrenuti s pravca, tj. koji djeluje oko osi okomite na tu os vrtnje, on tom momentu pruža otpor i reagira tako da mu se os vrtnje zakreće u ravni okomitoj i na os vrtnje i na os momenta koji os vrtnje nastoji



Sl. 9. Princip djelovanja sile teže na sistem zvirk.
a Anschützov kompas, b Sperryjev kompas

skrenuti. Ta je pojava poznata kao precesija. Za dovođenje osi kompasnog zvirk u smjer sjever-jug (u meridijan) i njeno održanje

u njemu i u horizontalnom položaju iskorištava se precesija pod djelovanjem okretanja Zemlje, sile teže i prigušenja oscilacija koje uslijed toga nastaju. Za to se upotrebljava zvirk kojemu je jedan



Sl. 10. Matični sistem Anschützova girokompsa. U krletkastom nosaču vide se kućišta dvaju zvirkova pod kutom od 90°. U gornjem dijelu nosača je prstenasta posuda prigušnog sistema. Matični sistem smješten je fiksno u lebdećoj kugli napunjenoj vodikom

stepen slobode djelomično ograničen djelovanjem sile teže, npr. zvirk koji je obješen u takvo kućište da je težište cijelog sistema ispod sjecišta osi zvirk. Takav zvirk djelovat će kao njihalo koje ima tendenciju da se pod djelovanjem sile teže uvijek postavi u vertikalni položaj. Ako os takvog zvirk izade iz horizontale, na nju djeluje moment koji uzrokuje njenu precesiju u horizontali uljevo ili udesno, već prema smislu okretaja zvirk i njegovom položaju na Zemlji.

Ako os vrtnje kompasnog zvirk zauzima proizvoljni položaj prema meridijanu, ona će imati tendenciju da taj položaj u odnosu na svemirski prostor zadrži, ali kako se zbog okretanja Zemlje okreće i horizontalna ravnina u odnosu na os zvirk, ta će se os svojim sjevernim krajem izdizati ili spuštati u odnosu na horizontalu, ovisno o tome da li tim krajem gleda uljevo ili udesno od meridijana, i istovremeno će početi da pod djelova-

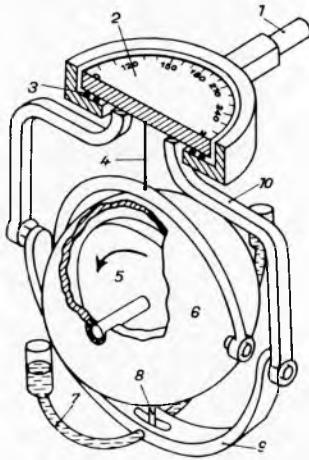
njem sile teže preko njihala uslijed precesije skreće u smjer meridijana. Precesija radi vrlo sporo, pa će se za vrijeme vraćanja prema meridijanu os zvirk i dalje izdizati ili spuštati dok os zvirk (zbog ustrajnosti) ne prede pravac meridijana, nakon čega će početi da se spušta ako se do onda izdizala i obratno. Produciranje osi zvirk opisivat će stoga oko sjevernog pravca veće ili manje elipse (ovisno o veličini početnog skretanja) i činilo bi to (zbog malog trenja) danima prije nego bi se smirilo u meridijanu, kad se te oscilacije ne bi na pogodan način umjetno prigušile. Izdizanje osi zvirk iz horizontale, a time i moment koji izaziva precesiju, postaju sve manji kako se ide od ekvatora prema polu i na ovome iščezavaju. Stoga kompas na zvirk nije upotrebljiv u visokim geografskim širinama.

Na principu njihala osnivaju se kompasi firme Anschütz (sl. 9 a). Da bi se smanjilo trenje, kugla u kojoj se nalaze zvirk (rotor asinhronog kavezognog motora) i sistem prigušivanja slobodno lebdi u tekućini sadržanoj u »slijednoj kugli« koja lebdeću kuglu izvana okružuje. Takvi kompasi vrlo su osjetljivi prema ljudljaju broda ako imaju samo jedan zvirk; stoga se sad grade Anschützovi kompasi sa dva zvrika kojima osi vrtnje stoe pod kutom od 90° (sl. 10).

Na drugom principu osnivaju se kompasi Sperryja i Browna. Njima je težište sistema u sjecištu osi zvirk, pa su stoga manje osjetljivi prema ljudljaju. Čim os zvirk izade iz meridijana, s pomoću spojenih posuda sa životom (balističkog sistema) težište se pomakne nad sjecište osi zvirk, što izaziva odgovarajuću precesiju i vraćanje osi vrtnje u meridijan (sl. 9 b). Radi smanjenja trenja sistem zvirk Sperryjeva kompasa obješen je na žicu (sl. 11).

Čim se uslijed skretanja broda promijeni položaj zvirk (Sperryjev kompass) ili zvirkova (Anschützova kompasa) u odnosu na slijedni sistem (slijednu kuglu Anschützova kompasa odn. tzv. fantomni prsten Sperryjeva kompasa), aktivira se preko osjet-

ljivog dijela ili sklopa, koji radi na principu kontakta, mosne ravnoteže, indukcije ili kapaciteta, servomotor koji dovodi slijedni sistem u stari položaj prema zvru; na kompasnoj ruži spojenoj sa slijednim sistemom može se očitati novi kurs broda. S pomoću odgovarajućeg sinhronog predajnika servouredaj pogoni i prijemnike u ponavljačima, smještenim na različnim mjestima na brodu.



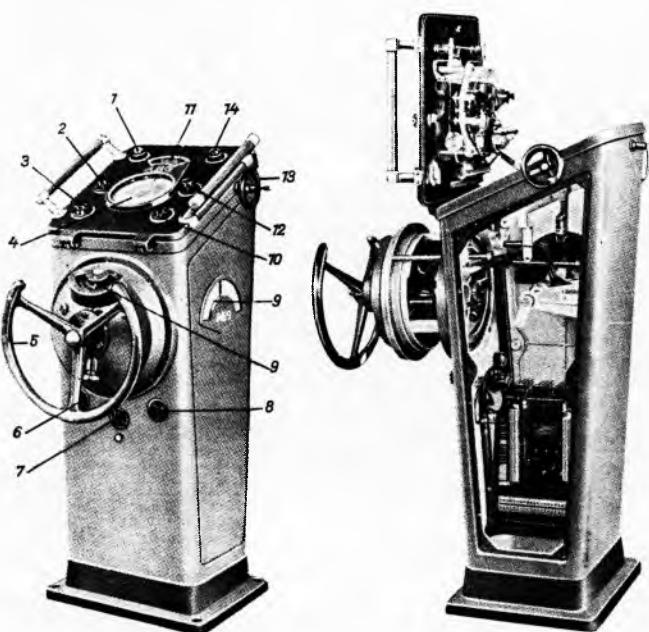
Sl. 11. Shema Sperryjeva girokom-pasa

1 spoj s brodom preko kardanskog sistema, 2 kompasna ruža, 3 kuglični ležaj fantomog prstena, 4 žica na kojoj visi sistem zvrka, 5 zvrek, 6 kućište zvrka, 7 spojene posude sa životom (balistički sistem), 8 pomični spoj sistema zvrka i balističkog sistema, 9 ovješenje balističkog sistema, 10 fantomni prsten (slijedni sistem)

Kompletan giro-kompasni uredaj sastoji se prema tome od matičnog kompasa, uredaja za napajanje i razvod i potrebnog broja ponavljača. U stalku matičnog kompasa nalazi se sistem zvrka, slijedni sistem i servouredaj. Svaki ponavljač ima u kućištu ugrađen prijemnik prijenosnog uredaja, mehanički prijenos i vjetrulju (kompasnu ružu).

Giro-kompassi imaju i neke greške, kao npr. grešku zbog promjene geografske širine, i sl., ali za ove greške postoje uredaji koji ih korigiraju.

Uredaji za održavanje kursa. Brod održava u određenom kursu bilo kormilar ručnim kormilarenjem uz posmatranje kompasa bilo uredaj za automatsko kormilarenje. Za kontrolu kormilarenja služi kursni alarmni uredaj i kursograf ili pisač kursa.



Sl. 12. Kormilarsko kolo i uredaj za automatsko kormilarenje na istom stalku.
1 indikatorsko svjetlo za lijevi položaj kormila, 2 sklopka za promjenu kursa, 3 postavljanje veličine lijevog otklona kormila, 4 ponavljač kompasa, 5 kormilarsko kolo, 6 prigušivač indikatorskih svjetala, 7 sklopka za uključivanje ručnog ili automatskog kormilarenja, 8 prigušivač osvjetljenja kompasa, 9 mehanički pokazivač položaja kormila (aksiometar), 10 postavljanje veličine desnog otklona kormila, 11 pokazivač kursa, 12 postavljanje granica dozvoljenog skretanja s kursa, 13 ručno kolo za namještanje kursa, 14 indikatorsko svjetlo za desni položaj kormila

Uredaj za automatsko kormilarenje (sl. 12) bez kormilara održava brod u određenom kursu. Spojen je s jedne strane s giro-kompassom, a s druge strane s električkim ili hidrauličkim kormilarskim strojem. Čim brod skrene s određenog kursa, aktivira se kormilarski uredaj i time vrati brod u stari kurs.

Postoji više vrsta takvih uredaja ali je svima zajednički osnovni princip. U kompasnom ponavljaču nalazi se kontakt koji uspostavlja spoj sa lijevim ili desnim kontaktnim prstenom, već prema tome da li je brod skrenuo udesno ili ulijevo od određenog kursa. Time će se s pomoću niza elektro-mehaničkih uredaja kormilo pokrenuti ulijevo odnosno udesno. Čim se kormilo počne zakretati, aktiviraju se preko povratne veze kontaktni prsteni, pa se počnu micati ulijevo odnosno udesno, sve dok se ne prekine veza s kontaktom. U tom trenutku zaustaviti će se kormilarski stroj, a kormilo će ostati na odgovarajućoj strani. Zbog položaja kormila brod će početi da skreće prema drugoj strani; čim pređe određeni kurs, cijeli se proces opetuje u suprotnom smislu. Umjesto kontakta mogu služiti i neki drugi osjetljiviji elementi. Ovakvim kormilarenjem, u normalnim vremenskim uvjetima, brod će oscilirati oko određenog kursa za $\sim 0,5^\circ$. Kut za koji automatski uredaj treba da zakrene kormilo nije jednak za sve brodove, pa čak ni za isti brod ako je opterećenje različito. Ovaj otklon kormila može se na uredaju unaprijed postaviti. Na uzburkanom moru treba smanjiti osjetljivost automatskog uredaja da se kormilarski stroj ne bi preopteretio, pa će i odstupanja biti veća. Dok su stariji uredaji radili tako da je kut kormila bio razmjeran veličini skretanja sa kursa, noviji uredaji rade prema propisanom programu. S pomoću posebnog sistema unaprijed se postave sve veličine kao što su: kurs, otkloni kormila na jednu i drugu stranu, zatezanje do aktiviranja kormilarskog uredaja i trenutak vraćanja kormila tako da budu u skladu s vanjskim uvjetima plovidbe. Mijenjanjem tih veličina mogu se postići optimalni uvjeti kormilarenja u svim vremenskim prilikama. Automatskim kormilarenjem postiže se skraćenje puta zbog manjeg vijuganja i veća brzina zbog smanjenja otpora kormilarenja. Zbog ekonomске koristi od automatskog kormilarenja danas su skoro svi veći brodovi opremljeni takvim uredajem.

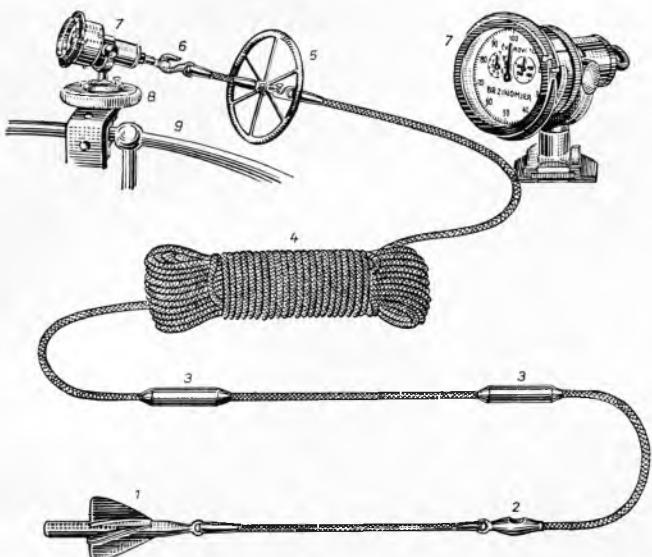
Kursni alarmni uredaj sastoji se od osjetljivog magnetskog elementa, koji se podeši na kurs kojim treba kormilari, i akustičkog alarmnog uredaja. Čim se zbog kvara na kormilarskom uredaju ili zbog nepažnje kormilara promijeni kurs za više od 10° u trajanju duljim od 3 sekunde, alarmni uredaj se aktivira i skrene pažnju oficira straze na odstupanje od kursa.

Kursograf ili pisač kursa je uredaj koji na papirnoj traci pokretanoj satnim mehanizmom upisuje momentalni kurs broda. Ovакvi uredaji obično se upotrebljavaju zajedno sa giro-kompassom, a služe za kontrolu kormilarenja i naknadnu analizu događaja.

Uredaji za mjerjenje prevaljenog puta i brzine broda. Prevaljeni put mjeri se na moru nautičkim (morskim) miljama ($1 \text{ NM} = 1852 \text{ m}$), a brzina se izražava u čvorovima ($1 \text{ čv} = 1 \text{ NM/h}$). Za mjerjenje prevaljenog puta i brzine broda danas se upotrebljavaju mehanički i električni *brzinomjeri* (logovi). Svi ti brzinomjeri pokazuju brzinu broda s obzirom na okolišnu vodu; zbog morskog struja i sustrujanja oko broda ta se brzina razlikuje od brzine broda s obzirom na kopno. Brzinu broda prema kopnu daje jedino inercijalni navigacijski sistem koji se je počeo primjenjivati tek nedavno.

Mehanički brzinomjer osniva se na principu da je ukupni broj okretaja malog propelera koji se tegli po krmi broda proporcionalan prevaljenom putu. Tijelo sa propelerškim krilima zakvačeno za pletenu, $60\text{--}100 \text{ m}$ dugu užicu pušta se preko krme broda u more, a okretanje propelera prenosi se preko užice na pokazivač broja prevaljenih milja učvršćen na razmici krme. Radi što jednoličnijeg okretanja brojača učvršćen je ispred njega još i mali zamašnjak (sl. 13). Ponekad postoji i električki prijenos podataka na komandni most i u mašinski prostor. Ovakvi mehanički brzinomjeri s propelerom rade najbolje u području brzina od 3 do 16 čv.

Električni brzinomjeri rade na istom principu. Imaju mali propeler ili turbinu koja se s pomoću posebnog profiliranog držača isturi van broda u struju vode. *Forbesov brzinomjer* se

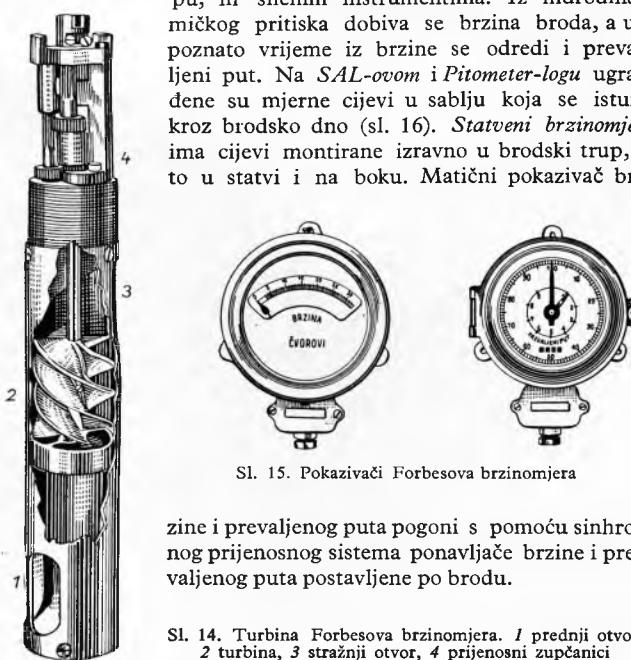


Sl. 13. Mehanički brzinomjer (Walkerov Cherub log). 1 vijak s krljcima, 2 čahura za spojni čvor, 3 olovni utezi, 4 uzica, 5 zamašnjak, 6 plonsata kuka za prenošenje okretaja, 7 brojčanik loga, 8 papučica na razmi, 9 brodska ograda

sastoji od šuplje cijevi u kojoj se nalazi mala turbina. Nju okreće struja vode koja ulazi kroz gornji, a izlazi kroz donji otvor, a ona preko zupčanog prijenosa pokreće istosmjerni generator i preko puža kontaktne valjak (sl. 14). Voltmetar na mostu dobiva struju od generatora i pokazuje brzinu broda u čvorovima, a impulsi stvoreni kontaktnim valjkom pokazuju prevaljenog puta u morskim miljama (sl. 15). Černikijevljev log ima na vrhu sablje propeler koji preko kontaktne mehanizma aktivira elektromagnetski pokazivač prevaljenog puta. Poseban uređaj utvrđuje pomoću satnog mehanizma broj impulsa u vremenskom razmaku od 18 sekunda i na osnovu toga pokazuje brzinu broda.

Brzinomjeri na pritisak osnivaju se na principu da je hidrodinamički pritisak koji nastaje uslijed gibanja broda kroz vodu proporcionalan kvadratu brzine broda. Svi takvi brzinomjeri imaju jednu Pitotovu cijev s otvorom u pravcu vožnje i drugu cijev okrenutu unazad ili bočno. U prvoj cijevi djeluje statički i dinamički pritisak vode, a u drugoj samo statički pritisak, pa njihova razlika daje hidrodinamički pritisak koji se mjeri diferencijalnim manometrima, mjernim mjehovima sa kontaktima koji aktiviraju kompenzaciju pumpu, ili sličnim instrumentima. Iz hidrodinamičkog pritiska dobiva se brzina broda, a uz poznato vrijeme iz brzine se odredi i prevaljeni put. Na *SAL-ovom* i *Pitometer-logu* ugrađene su mjerne cijevi u sablju koja se isturi kroz brodsko dno (sl. 16). *Statveni brzinomjer* ima cijevi montirane izravno u brodski trup, i to u statvi i na boku. Matični pokazivač br-

kontaktima koji aktiviraju kompenzaciju pumpu, ili sličnim instrumentima. Iz hidrodinamičkog pritiska dobiva se brzina broda, a uz poznato vrijeme iz brzine se odredi i prevaljeni put. Na *SAL-ovom* i *Pitometer-logu* ugrađene su mjerne cijevi u sablju koja se isturi kroz brodsko dno (sl. 16). *Statveni brzinomjer* ima cijevi montirane izravno u brodski trup, i to u statvi i na boku. Matični pokazivač br-



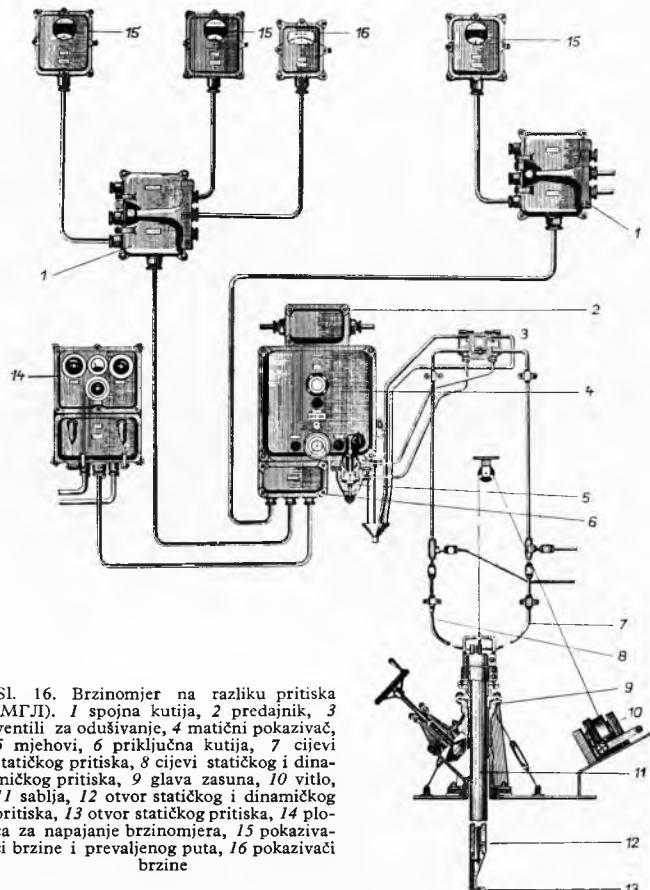
Sl. 15. Pokazivači Forbesova brzinomjera

zine i prevaljenog puta pogoni s pomoći sinhronog prijenosnog sistema ponavljače brzine i prevaljenog puta postavljene po brodu.

Sl. 14. Turbina Forbesova brzinomjera. 1 prednji otvor, 2 turbina, 3 stražnji otvor, 4 prijenosni zupčanici

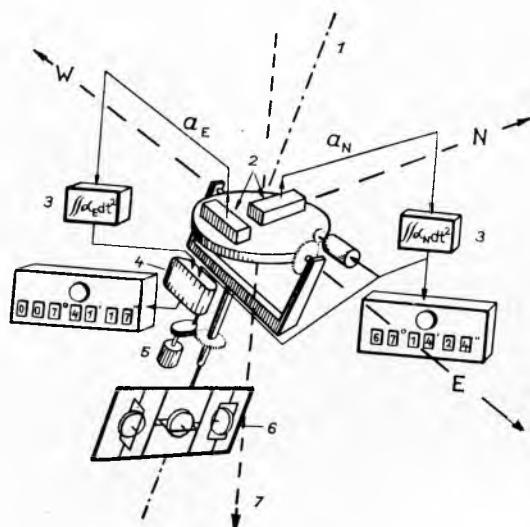
Za približno određivanje brzine broda može vrlo dobro poslužiti pokazivač broja okretaja brodskog vijka, ako je na osnovu sistematskih mjerena na mjerenoj milji odredena ovisnost brzine broda o broju okretaja vijka, gazu i stepenu obraslosti trupa.

Za grafičko prikazivanje prevaljenog puta i za grafičko zbrajanje kursova služe *zbirni* ili *situacijski stolovi*. U njima se prevaljeni put određen brzinomjerom s pomoći podataka o kursu dobivenih od giro-kompassa rastavlja mehaničkim sinus-kosinus-računalom u komponente sjever-jug i istok-zapad. Pisaljka odnosno projicirana vjetrulja kreću se s pomoći mehaničkog prijenosa za iznos tih komponenata duž stola, pa prikazuju trenutnu poziciju broda i automatski je ucrtavaju u kartu. Takvi stolovi daju i geografske koordinate trenutne pozicije.



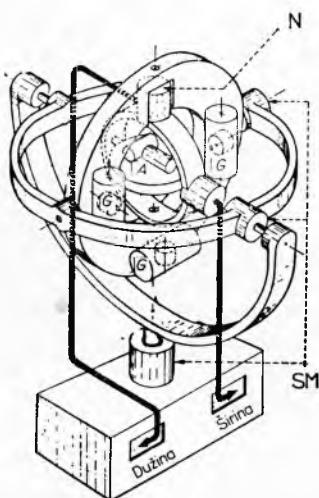
Inercijski navigacijski sistem, koji se je počeo upotrebljavati na brodovima tek od nedavna, iskorišćuje sile inercije za dobivanje navigacijskih podataka. Zbog inercije nastoji svako tijelo, pa i brod, da ostane u stanju mirovanja ili jednolikog kretanja sve dok ga neka vanjska sila, npr. vjetar, ne prisili da promjeni to stanje. Uslijed djelovanja vanjskih sila nastupit će promjena brzine i eventualno i promjena pravca kretanja broda. Sila inercije koja se odupire djelovanju vanjskih sila u stanju ravnoteže jednaka je tim silama a proporcionalna pripadnom ubrzaju; mjerjenjem veličine i smjera ubrzanja mogu se dobiti: brzina, prevaljeni put i drugi podaci. Za mjerjenje ubrzanja služe akcelerometri a da bi se dobio i smjer ubrzanja, ono se rastavlja na komponente sjever-jug i istok-zapad, od kojih se svaka mjeri po jednim akcelerometrom. Integriranjem po vremenu iz ubrzanja može se dobiti brzina, a iz brzine prevaljeni put. Ovu matematičku operaciju vrše u inercijskom navigacijskom sistemu automatska računala zvana integratori (sl. 17).

Naročito je važno da se platforma sa oba akcelerometra održava najtačnije u horizontalnom položaju i u orientaciji sjever-jug neovisno o gibanju broda, jer već i najmanja odstupanja izazivaju velike greške. U tu svrhu služi poseban uređaj sastavljen od platformi stabilizirane trima zvrvkovima, koja je orijentirana prema nekoj tački u svemirskom prostoru, kao i od korekturnih, račun-



Sl. 17. Inercijski navigacijski sistem. 1 os stabilizirane platfrome (paralelna sa Zemljinom osi), 2 akcelerometri, 3 integratori, 4 računalo, 5 sat, 6 stabilizirana platforma, 7 smjer k središtu Zemlje

skih i servo-uređaja (sl. 18). Zbog okretanja Zemlje, gibanja broda, činjenice da Zemlja nije kugla nego elipsoid i zbog promjene obodne brzine na raznim geografskim širinama dolazi do stalnog skretanja i nagibanja akcelerometarske platforme. Sve ove utjecaje korektturni uredaj neprekidno ispravlja.



Sl. 18. Princip inercijskog navigacijskog sistema. G tri giroskopa sa po jednim stupnjem slobode, SM servomotori, A platforma s dva akcelerometra, N izjednačenje Zemljine rotacije

Prednost je ovog sistema što stalno pokazuje: brzinu broda prema kopnu, pravi stvarni kurs broda, iznos kuta zanošenja, momentalne geografske koordinate, udaljenost do određene buduće pozicije, kut nagiba broda pri ljuštanju i posrtanju, tačno vrijeme, podatke za zbirni stol. Vrlo je važno što je sistem upotrebljiv i na visokim geografskim širinama.

Uredaji za mjerjenje dubine vode. Mjerjenje dubine vode za vrijeme plovidbe potrebno je iz više razloga: da se spriječi nasukavanje broda u tjesnicama, rijeckama, prilazima lukama i u svim za navigaciju teškim predjelima; da se utvrde nanosi i dubine prije sidrenja; da se uoči približavanje obali i da se kontrolira pozicija na mjestima gdje se dubine karakteristično mijenjaju. Za mjerjenje dubine postoje na brodu priručna sredstva i dubinomjerski instrumenti.

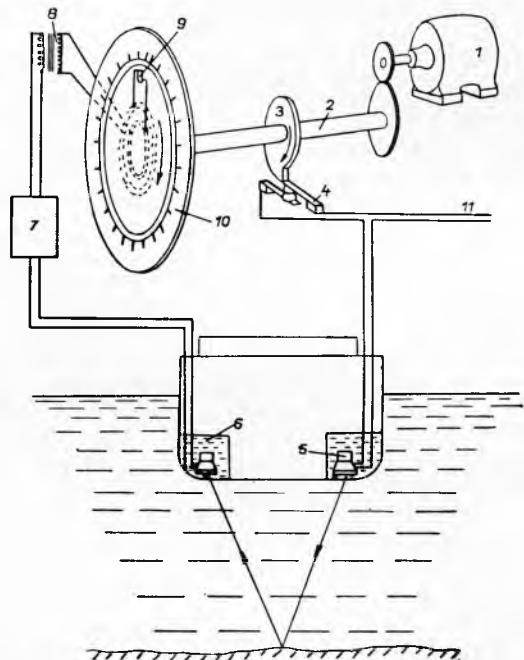
Među priručna sredstva za mjerjenje dubine spadaju čaklja i ručni dubinomjer. Čaklja je štap sa decimetarskim oznakama, koji na jednom kraju ima kuku. Ručni dubinomjer ili olovnica sastoji

se od utega i konopa sa oznakama na svakih 0,5, 1,5 i 25 m. Na dnu utega je rupa koja se ispunji lojem da bi se prilikom mjerena dubine dobio i uzorak materijala sa morskog dna. U vožnji se uteg baca prema naprijed.

Dubinomjerske mašine sastoje se od utega od 10 kg obješenog na 365 m dugu pletenu čeličnu uzicu, bubnja za namatanje, uređaja za dizanje, kočnice i indikatora dužine istekle uzice. Uzica se spušta u vodu preko kolata smještenog na krmi ili isturenog na boku broda. Dubina se može mjeriti i kad brod plovi brzinom do 15 čv ako se očitanje indikatora korigira faktorom zanošenja zbog vožnje.

Tačniji podaci o dubini dobivaju se s pomoću indikatorskih cijevi koje se učvršćuju na uteg. Zbog hidrostatičkog pritiska ulazi voda na donji, otvoreni kraj cijevi; prema visini do koje je doprla određuje se dubina. Postoje tri vrste ovakvih cijevi: u jednima se voda zadrži, u drugima ostaje po izvlačenju cijevi znak dokle se voda popela, a treće cijevi u dijelu u koji je prodrla voda promijene boju.

Bombice za mjerjenje dubine kad se bace u more tonu konstantnom brzinom od 2 m/sek i eksplodiraju pri dodiru s dnem. Vri-



Sl. 19. Ultrazvučni dubinomjer s pokazivačem dubine. 1 motor, 2 osovina rotirajuće ploče, 3 i 4 sklopka koja se aktivira na nultoj oznaci, 5 predajni oscilator, 6 prijemni oscilator, 7 prijemno pojačalo, 8 transformator, 9 neonska sijalica, 10 skala, 11 veza sa predajnikom



Sl. 20. Pisač dubinomjera. Na traci se vidi profil dna i debeli sloj nanosa

jeme u sekundama proteklo od dodira bombice s površinom do njene eksplozije pomnoženo sa 2 daje dubinu vode u metrima. Bombicama mogu se za vrijeme vožnje mjeriti dubine do 200 m.

Dubinomjeri na jeku rade s pomoću ultrazvučnih valova koji se šire kroz vodu brzinom od ~ 1500 m/sek. Dubinomjerom se utvrđuje vrijeme potrebno zvučnom valu da prevaziđe put od broda do morskog dna i da se reflektiran vratи do broda, pa se prema tom vremenu određuje dubina vode. Skale dubinomjera pokazuju izravno dubinu vode. Ultrazvučni dubinomjeri sastoje se od predajnika sa predajnim oscilatorom, prijemnog oscilatora sa prijemnikom, pokazivača i eventualno registradora dubine. Oscilatori rade na principu magnetostrikcije ili pjezoelektriciteta a montirani su na dnu broda (sl. 19). Električni impulsi stvoreni u predajniku pobuđuju titranje predajnog oscilatora. Titraji se prenose na morsku vodu i šire kao usmjereni valovi prema dnu, gdje se reflektiraju. Valovi na svom povratku pobuđuju titranje prijemnog oscilatora, pa u njemu nastaju izmjenični naponi koji nakon pojačanja stvaraju oznaku dubine vode u pokazivaču ili u pisaču. U pokazivaču dubinomjera nalazi se ploča koja rotira određenom brzinom. Kad neonska žarulja koja je na njoj montirana prode ispod nulte oznake na skali dubine, aktivira se predajnik. Reflektiranim impulsom upali se na kratko vrijeme žarulja. Brzo uzastopno paljenje žarulje vidi se kao stalna svjetleća tačka koja na skali pokazuje izmjerenu dubinu. Registrator dubine radi na istom principu. Umjesto žarulje on ima kontaktну pisalicu koja klizi preko pomicne trake od specijalnog papira. Kad nađe impuls, struja prode kroz pisaljku i papir na tom mjestu potamni. Ovako dobivene tamne tačke daju profil morskog dna (sl. 20).

UREDAJI ZA RADIO-NAVIGACIJU

Uredaji za radio-navigaciju služe za određivanje smjerova, stajnice i pozicija, a ponekad i za kormilarenje brodom određenim kursom. Među ove se uređaje ubrajaju radio-goniometri i hiperbolni radio-navigacijski sistemi LORAN i DECCA-navigator.

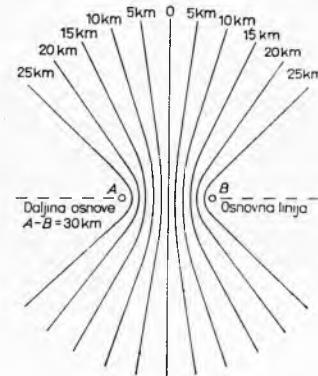
Radio-goniometar je specijalan radio-prijemnik sa okvirnom antenom, koji služi za određivanje radio-smjerova. Okvirna antena ima usmjerenu prijemnu karakteristiku te najbolje prima radio-signale koji dolaze iz pravca u ravnini okvira, a slabo ili nikako iz pravca okomitog na tu ravninu. Okretanjem okvirne antene može se dakle odrediti smjer iz koga dolaze signali.

Prema konstrukciji razlikuju se goniometri s jednim okretljivim okvirom i goniometri sa dva ukrštena fiksna okvira (antene). Ovi posljednji imaju kaveznu zavojnici u kojoj se vanjsko elektromagnetsko polje pretvara u magnetsko polje odgovarajućeg smjera i jačine. U kaveznoj zavojnici je okretljivo smještena mala okvirna zavojnica pa se okretanjem okvirne zavojnice određuje smjer radio-signala (sl. 21). Goniometri sa fiksnim okvirnim antenama izraduju se u više varijanata. Na običnom goniometru se traži smjer okrećući okvirnu zavojnici rukom, na automatskom goniometru se goniometarska okvirna zavojnica sama postavlja u odgo-

varajući smjer, a goniometar sa katodnom cijevi nema zavojnice, već naponi dobiveni iz obje okvirne antene djeluju nakon pojačanja izravno na elektrode katodne cijevi izazivajući na njezinom ekranu crtu odnosno figuru prema kojoj se može izravno očitati radio-smjer (sl. 22).

Radio-smjerovi su na brodovima zbog utjecaja željezne brodske konstrukcije u izvjesnim sektorima nešto pogrešni. Da budu greške što manje, goniometar se postavlja na što više i što otvorenije mjesto na brodu, obično na nadgradu komandnog mosta, a ponekad i na jarboli. Veličina ove greške tačno se utvrdi pa se uzima u obzir računski ili se smjer automatski korigira. Radio-smjerovi se mogu unositi u karte gnomonske projekcije izravno, a kad se unose u karte Mercatorove projekcije, treba dodati određeni kut jednak polukonvergenciji. Za emitiranje signala prema kojima se određuju radio-smjerovi postoji duž obala mreža specijalnih radio-predajnika, tzv. *radio-farova*, od kojih svaki ima drugičiju karakteristiku i tačno poznatu poziciju. Međutim, radio-smjer može se odrediti i za bilo koji drugi radio-predajnik, što je naročito važno za pronalaženje brodova ili čamaca koji traže pomoć preko radija. Radio-goniometar spada u obaveznu opremu nekih vrsta brodova.

Hiperbolni radio-navigacijski sistemi zasnivaju se na činjenici da sve pozicije broda za koje je razlika udaljenosti od dva mesta na obali stalna leži na istoj hiperboli. Ucrtaju li se u

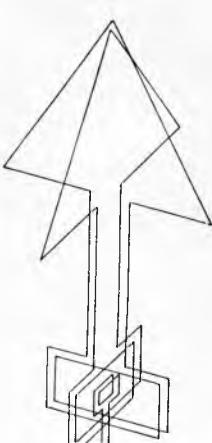


Sl. 23. Polje hiperbola za razlike udaljenosti 0...25 km

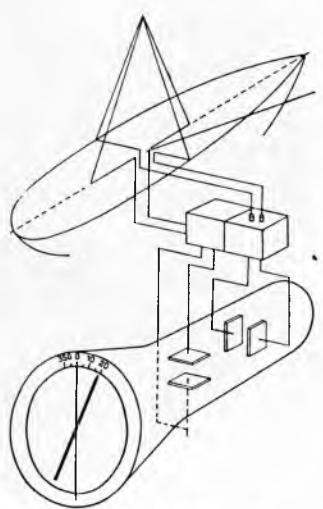
kartu stajnice broda za niz razlika udaljenosti od dvije određene tačke, dobiva se snop ili polje hiperbola (sl. 23). Hiperbolni radio-navigacijski sistemi upotrebljavaju za mjerjenje razlike udaljenosti radio-valove koji se šire brzinom od $\sim 300\ 000$ km/sek. Razlika udaljenosti utvrđuje se bilo mjeranjem razlike vremena koje treba valovima da stignu od jednog i drugog predajnika ili mjeranjem razlike faze tih valova. Pozicija broda leži u sjecištu dviju ili triju hiperbola koje pripadaju različitim parovima predajnika na obali. Među najpoznatije hiperbolne radio-navigacijske sisteme spadaju LORAN i DECCA-navigator.

U sistemu LORAN postoje glavni i pomoćni predajnik, koji se nalaze u dva među sobom udaljena mesta na obali, a emitiraju kratke i na određeni način sinhronizirane radio-impulse. Posebnim brodskim radio-prijemnikom mjeri se na ekranu katodne cijevi vremenska razlika dolaska jednog i drugog impulsa, i to tako da se okretanjem određenog dugmeta zubac jednog i drugog impulsa na ekranu poravnavaju i dovedu do poklapanja, pa se na brojčaniku očita vremenska razlika (sl. 24). Na specijalnoj pomorskoj karti sa mrežom loranskih hiperbola označenih vremenskim razlikama nađe se odgovarajuća hiperbola, a time i stajnica broda. Razni parovi predajnika sistema LORAN razlikuju se među sobom i identificiraju se prema radnoj frekvenciji (koja iznosi ~ 1900 kHz) i po broju impulsa (~ 25 odn. ~ 33 /sek) što ih emitiraju u sekundi. Danju je domet radio-impulsa do 650 NM, a noću i do 1300 NM.

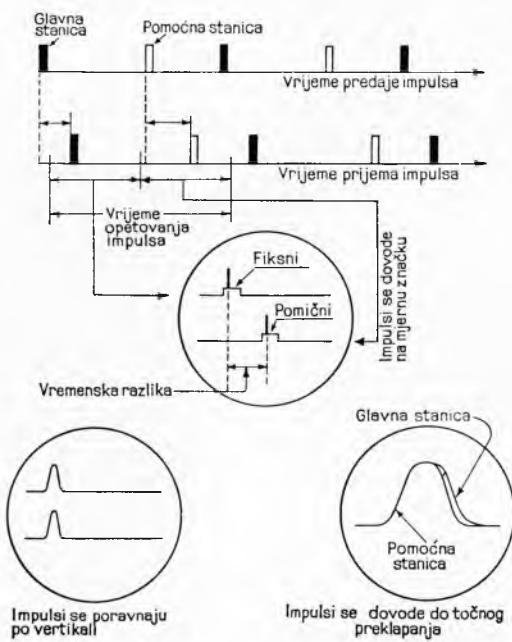
U sistemu DECCA-navigator dva radio-predajnika, udaljena jedan od drugog ~ 150 km, neprekidno emitiraju nemodulirane radio-valove. Svaki predajnik jednog takvog para emitira na drugoj frekvenciji, ali su one među sobom ipak povezane time što su obje višekratnici neke zajedničke fazno uskladene osnovne



Sl. 21. Goniometar sa dva okvira

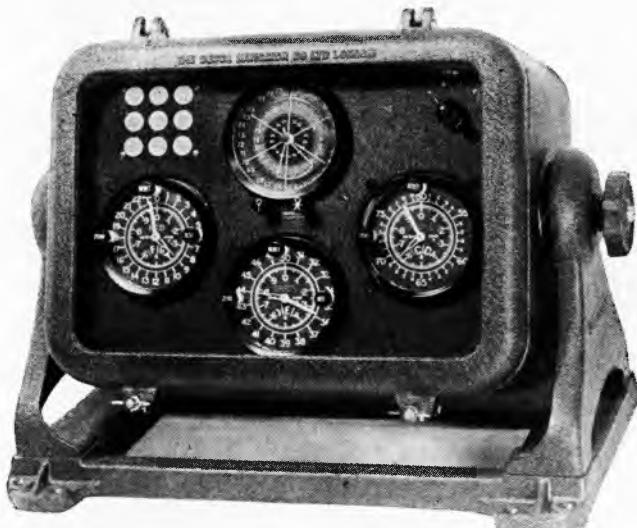


Sl. 22. Goniometar s katodnom cijevi



Sl. 24. Mjerenje razlike vremena prijemnikom LORAN

frekvencije. Razlika udaljenosti određuje se mjeranjem fazne razlike. Kako se fazna razlika može mjeriti samo između dva titraja iste frekvencije, to se u brodskom prijemniku najprije pomnože obje primljene frekvencije i pretvore u jednu zajedničku višu frekvenciju radi upoređivanja faze. Razlika faze mjeri se fazometrom. Kad se brod kreće od jednog predajnika prema drugom, mijenjanat će se faza postepeno od 0° do 360° , više puta uzastopce. Sva mesta sa istom faznom razlikom leže na istoj hiperboli. Hiperbole fazne razlike 0° dijele cijeli prostor između i oko oba predajnika na DECCA-pojače. Oko 20 pojasa sačinjava jednu DECCA-zonu. Fazometar, ovdje zvan dekometar, pokazuje na jednoj skali decimalnim brojem na kojoj se hiperboli nalazi brod unutar pojasa, a na drugim skalama brojku za označku pojasa i slovo za



Sl. 25. Kutija s dekometrima i identifikatorom pojasa

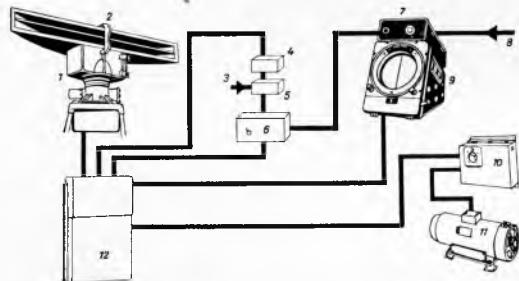
označku zone. Prema poziciji broda, određenoj drugim navigacijskim sredstvima, na dekometu se prilikom stavljanja u pogon ručno postave označke pojasa i zone u kojim se brod momentalno nalazi. Međutim, zbog male širine pojasa, neće biti uvijek poznato u kom je pojusu brod. Predajnici emitiraju stoga svake minute još dodatno, kroz kratko vrijeme, na znatno nižoj frekvenciji i s pomoću te emisije se na isti način, samo s drugim fazometrom, određuje broj pojasa unutar zone u kome se brod nalazi. Da bi

se dobilo više hiperbolnih stajnica za određivanje pozicije, svaki lanac DECCA-stanica tako je izgrađen da glavna stanica i tri pomoćne stanice sačinjavaju zajedno tri predajnička para, čije su tri mreže hiperbola označene na DECCA-kartama crvenom, zelenom i ljubičastom bojom. Tri dekometra i identifikator pojasa ugradeni su u zajedničku kutiju nepropusnu za vodu (sl. 25). Ovaj sistem je vrlo pouzdan i jednostavan za upotrebu. Njegov domet iznosi nekoliko stotina m. milja. Između predajnika i u njihovoj blizini dobiva se položaj broda tačno na nekoliko metara; tačnost opada sa udaljenosću od predajnika.

UREĐAJI ZA RADARSKE NAVIGACIJE

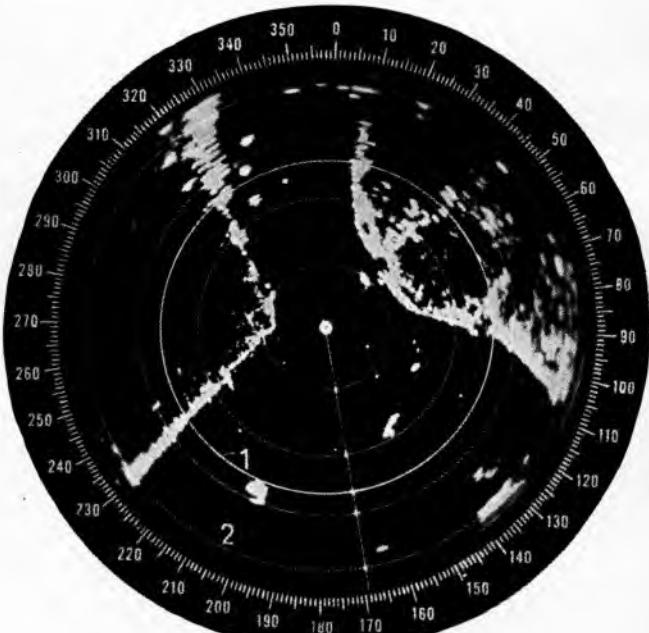
Uredaji za radarsku navigaciju obuhvaćaju: navigacijski radar, uređaje za usporedjivanje radarske slike s pomorskom kartom i uređaje za foto-projekciju radarske slike.

Navigacijski radar (v. *Radar*) sastoji se od antene, predajnika, prijemnika, pokazivača i izvora struje (sl. 26). Antena je obično postavljena na krovu komandnog mosta ili na prednjem jarbolu, ali uvjek tako da bude što manje zakrivena jarbolima i samaricama, s time da s obzirom na propise o izbjegavanju sudašta na moru po mogućnosti desni prednji sektor bude potpuno slobodan. Pokazivač se obično nalazi u kormilarnici. Navigacijski radar je elektronski uređaj koji s pomoću svoje rotirajuće antene



Sl. 26. Navigacijski radar. 1 odašiljač, 2 radarska antena, 3 vez za girokompasom, 4 ispravljač, 5 kompasni konvertor, 6 azimutni stabilizator, 7 dodatak za pravo prikazivanje, 8 veza sa brodskom mrežom, 9 pokazivač, 10 regulator napona, 11 motor-alternator, 12 prijemnik

emitira slijed kratkih radio-impulsa, obično na valu od 3 cm, a ponekad i na valu od 10 cm. Impulse reflektirane od obale, brdā i predmetā prima prijemnik radara i reproducira na ekrantu kao



Sl. 27. Slika na radaru. 1 pomoći krug za mjerjenje udaljenosti, 2 nepomoći krugovi za mjerjenje udaljenosti. Svjetleća crta iz sredine — pramčanica — pokazuje vlastiti kurs

svijetle tačkice koje se pojavljuju u odgovarajućem smjeru i na odgovarajućoj udaljenosti od sredine ekrana. Kako antena »osvjetljava« za vrijeme svakog okretaja svojim usko usnopljenim valom svaku tačku kružne panorame, to se iz svih reproduciranih tačaka na ekrantu stvara panoramska slika okolišnog terena i mora, sa položajem broda u sredini ekrana. Slika na ekrantu radara nije vjerna reprodukcija pomorske karte jer se na ekrantu vide samo »osvjetljene« strane obale i brdā. Za pravilno tumačenje radarske slike potrebno je stoga izvjesno iskustvo. Kurs vlastitog broda označava na radarskoj slici svjetla crta, tzv. *pramčanica*. Radarska slika može biti na ekrantu orijentirana prema pramcu ili prema sjeveru (sl. 27). Na ekrantu radara sa pravim pokazivanjem situacije (True Motion Radar) tačka vlastitog broda ne ostaje u sredini, već se kreće proporcionalno brzini i kursu broda (v. sl. 32).

Radar služi na brodu za identificiranje obale i objekata, za opću orientaciju, a ukoliko su objekti sa sigurnošću utvrđeni, i za određivanje pozicije broda i za upravljanje brodom po lošoj vidljivosti i tmurnom vremenu kroz predjele teške za navigaciju. Radar također pomaže da se izbjegne sudar sa drugim brodovima.

Na otvorenom moru gdje nema objekata, rad radara se kontrolira s pomoću specijalne naprave, tzv. *echo-kutije*. Echo-kutija je obično smještena na dimnjaku ili na stražnjem jarbolu, a daje jeku koja se na ekrantu vidi kao odraz koji počinje u sredini i ima određeni smjer i određenu dužinu.

Sprava za uspoređivanje radarske slike s pomorskom kartom olakšava znatno identifikaciju objekata. Radarska slika se uspoređuje bilo s običnom pomorskog kartom bilo, što je bolje, sa radarskom pomorskog kartom. Specijalna optika omogućuje da se mjerilo karte prilagodi mjerilu radarske slike i da se obje slike dovedu do poklapanja.

Sprava za fotoprojekciju radarske slike snima na fotografiski film radarsku sliku sa male katodne cijevi, za nekoliko sekundi film razvije i fiksira i zatim sliku projicira na mlijeko prozirnu ploču. Po slici se može crtati i na njoj se mogu grafički rješavati problemi (sl. 28), a zbog jakog svjetla projektora slika je jasna i na neprigušenom dnevnom svjetlu. Ako eksponicija



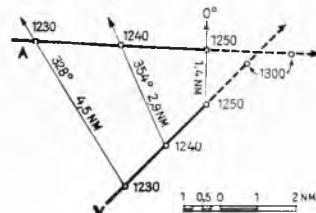
Sl. 28. Fotoprojekcija radarske slike

traje dulje (3 do 6 min), jeke brodova ostavljaju tragove prema kojima se mogu ocijeniti kurs i brzina brodova u susretu.

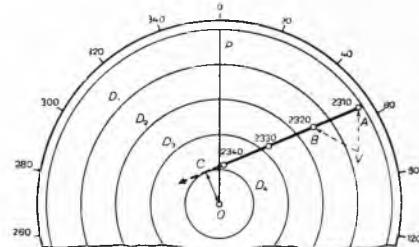
SREDSTVA ZA SPREČAVANJE SUDARA NA MORU

Kad se pri dobroj vidljivosti susretu dva broda, svaki će od njih smjernom pločom ili smjernim aparatom utvrditi da li se smjer drugog broda mijenja ili ne, procijeniti njegov kurs i brzinu i na osnovi tih podataka odrediti postoji li opasnost sudara. Prema danas skoro svi veći brodovi imaju navigacijski radar koji daje vrlo dragocjene podatke za navigaciju, ipak uloga radara kao sredstva za sprečavanje sudara još nije konačno odredena. Radar daje doduše tačan smjer, a osim toga i tačnu udaljenost, ali on ne daje nikakve ili samo oskudne podatke o kursu i brzini drugog broda. Na ekrantu radara ne može se odmah uočiti da li je drugi brod počeo da manevrira, niti se može utvrditi stepen opasnosti ukoliko mu se smjer ne mijenja. Ne zna se ni to da li je i drugi brod zapazio svojim radarom brod koji mu plovi ususret. Prema tome, jednim pogledom na radarski ekran ne može se utvrditi postoji li izravna opasnost sudara i da li treba poduzeti kakav manevr da se sudar izbjegne. Čine se veliki napor da se ti nedostaci radara uklone ili da se nadoknade drugim sredstvima. Radi toga se u posljednje vrijeme na brodovima upotrebljavaju radari sa specijalnim karakteristikama, na osnovu radarskih podataka grafički se prikazuje situacija, a i radio-sredstvima stupa se u vezu sa brodovima koji dolaze ususret.

Određivanje kursa i brzine drugog broda provodi se grafički ucrtavanjem pozicija brodova na papir, na ploče od plastike, izravno na ekran radara ili na ploču na koju se projicira ra-



Sl. 29. Pravo prikazivanje situacije.
V vlastiti kurs broda — kurs 45° ,
brzina 9 čv; A brod u susretu. Iz
crteža dobivena brzina 13,2 čv,
kurs 93° ; ne postoji opasnost sudara



Sl. 30. Relativno prikazivanje situacije na radar-
skom ekranu ucrtavanjem i spajanjem pozicija
osmotrenog broda. O pozicija vlastitog broda,
P pramčanica (pokazuje vlastiti kurs), D daljinarski
krugovi s razmakom od 2 NM, A tačka na kojoj
je primijećen brod, B pozicija broda nakon 10
minuta. Opasnost sudara postoji ako produžetak
spojnice ovih i idućih pozicija prolazi kroz ili
u blizini tačke O. Za dobijanje prave brzine
(VB) i pravog kursa (produženje VB) osmatranog
broda konstruira se trokut brzina tako da se iz
tačke A ucrti vlastita brzina u pravom omjeru
(VA) i spaja sa B

darska slika. Pri *apsolutnom* ili *pravom prikazivanju* ucrtavaju se vlastite pozicije u pravcu kursa. Iz svake od njih se s pomoću smjera i udaljenosti unosi pozicija drugog broda. Spajanjem tih pozicija dobiva se kurs drugog broda, tačka presijecanja njegova kursa s vlastitim kursom, udaljenost mimoilaženja ili tačka kolizije (sl. 29).

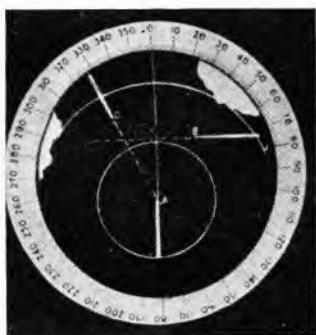
Pri *relativnom prikazivanju* nalazi se figurativna tačka osmatrača stalno u sredini dijagrama. Pozicije drugog broda ucrtavaju se sa smjerom i udaljenošću iz centra onako kao što se to vidi na radarskom ekranu. Spajanjem pozicija dobiva se relativni kurs drugog broda i udaljenost mimoilaženja (sl. 30). S pomoću trokuta brzina mogu se dobiti i svi ostali podaci. Pri relativnom pri-

kazivanju situacija nije neposredno očigledna, već je treba pravilno interpretirati, ali je crtanje jednostavnije.



Sl. 31. Crtanje relativne situacije izravno na radarskom ekranu

Da bi se mogla neposredno iskoristiti slika na radarskom ekranu, na nj se učvrsti ploča po kojoj se može crtati voštanom olovkom (sl. 31). Bez crtanja mogu se kurs i brzina ocijeniti jedino kad ekran radara ima veću persistenciju tj. svjetli kroz dulje vremene i nakon nestanka jeke. Na ekranu takvog radara vidi se svjetli trag iza broda koji vozi. Iz smjera traga može se procijeniti kurs a iz dužine traga brzina broda. Persistencija nekih radara može se prodljiti infracrvenim svjetlom čak do 20 minuta (sl. 32).



Dobre podatke za procjenu kursa i brzine daje i fotoprojektor radarske slike, ako se prodljii ekspozicija.

Da bi se utvrdilo da li je i drugi brod uočio opasnost sudara, stupa se s njime u vezu pomoću radio-telefonije.

Aparati za meteorološka i oceanografska osmatranja

Na brodovima se upotrebljavaju aparati i instrumenti za određivanje atmosferskog pritiska, temperature zraka i vode, vlage zraka, jačine i smjera vjetra i aparati za prijem i reprodukciju vremenskih karata.

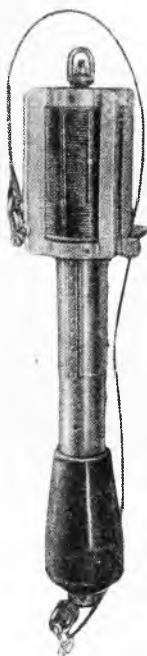
Barometri služe za mjerjenje atmosferskog pritiska. Mada su živini barometri najtačniji, oni se na brodovima rijetko upotrebljavaju jer se uslijed gibanja broda njihova tačnost smanjuje. Postoje dodeš specijalni, kardanski obješeni brodski živini barometri sa živinom cijevi suženom na jednom mjestu, da se spriječe oscilacije razine žive. Najčešće se na brodovima primjenjuju aneroидni barometri, premda nisu najtačniji. Dјeluju na principu elastičnog pera koje drži ravnotežu pritisku atmosfere na jedan zrakoprazan mijeh. Ravnotežni položaj pokazuje kazaljka na skali baždarenoj u milibarima (mb). Barografi rade na istom principu;

oni umjesto kazaljke imaju pisaljku koja sklizi po papiru bubenja koji se okreće za 360° u toku jednog dana ili jedne sedmice. Da na pisaljku barografa ne bi štetno djelovale vibracije i ljudjanje, barograf je obješen na amortiziranoj kuki.

Termometri služe za mjerjenje temperature zraka i vode. Zbog zračenja sunca i isijavanja broda termometri običnog tipa obješeni na zidu komandnog mosta ili kormilarnice obično pokazuju previsoke vrijednosti za temperaturu zraka. Tačna temperatura zraka može se dobiti jedino ventiliranim termometrom u privjetrini, npr. na suhom termometru aspiracijskog psihrometra. Osim toga postoje na brodu i maksimum-minimum termometri obične izvedbe. Za neprekidno bilježenje temperature služe termografi. Kao temperaturno osjetljiv element imaju bimetalnu traku ili Bourdonovu cijev; taj element se djelovanjem topline prema stupnju temperature jače ili slabije savije i deformaciju prenosi na pisalicu koja radi slično kao na barografu.

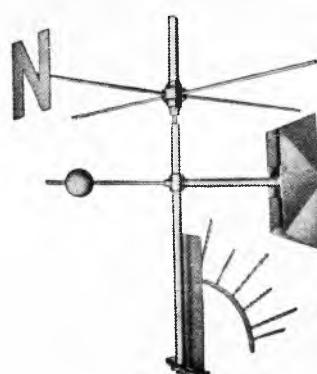
Za mjerjenje temperature morske vode na površini služe obični termometri. Postoje i specijalni termometri zaštićeni od loma, koji se spuštaju u more konopcem pa sami zahvate potrebnu kolicišnu vodu. Za mjerjenje temperature na većim dubinama služe batitermografi (sl. 33) koji s pomoću hidrostata i Bourdonove cijevi ucrtavaju krivulju temperature u ovisnosti o dubini vode.

Psihrometri i higrometri. Za tačno mjerjenje relativne vlage upotrebljavaju se na brodovima *aspiracijski psihrometri*: sastoje se od suhog i »mokrog« termometra u dobro ventiliranom kućištu. Na osnovi podataka temperature suhog i »mokrog« termometra dobiva se iz tablica relativna vлага. Za manje tačna mjerjenja služi *higrometar* na principu promjene dužine čovječje vlas i uslijed promjene relativne vlage. Odgovarajućom konstrukcijom se izduženje vlasa prenosi na kazaljku baždarenu izravno u postocima relativne vlage.



Sl. 33. Batitermograf

Vjetrulje i anemometri služe za mjerjenje relativnog smjera i relativne brzine vjetra. Vjetrulja je okretljivo tijelo smješteno tako da se zbog pritiska zraka samo postavlja u smjer vjetra (sl. 34). Osmatranjem vjetrulje ili s pomoću pokazivača na koji se električki prenosi položaj vjetrulje odredi se smjer vjetra. Za mjerjenje brzine vjetra na brodovima se upotrebljavaju obično samo anemometri sa rotirajućim šupljim polukuglama koje se okreću toliko brže koliko je brzina vjetra veća. Obični ručni anemometar ima prijenos broja okretaja izravno na brojač, pa se brzina vjetra odredi računski prema vremenu izmjerrenom na štoperici (sl. 35). Postoje i ručni anemometri koji direktno pokazuju momentalnu brzinu vjetra ili srednju brzinu vjetra u nekom kraćem vremenskom periodu. Neki anemometri imaju električki prijenos: polukugle pogone mali generator ili kontaktni mehanizam pa pokazivač voltmetarskog ili elektromagnetskog tipa na komandnom mostu



Sl. 34. Vjetrulja



Sl. 35. Anemometar

pokazuje izravno brzinu vjetra. Često se vjetrulja i anemometar kombiniraju u zajednički uredaj koji se postavlja na jarbol ili na neko drugo pogodno povišeno mjesto na brodu.

Telemetrijske hidrometeorološke postaje upotrebljavaju se na većim brodovima. Podaci o temperaturi zraka i vode, smjeru i brzini vjetra i relativnoj vlazi pretvaraju se u električne veličine i neprekidno prenose na pokazivače montirane na zajedničkoj instrumentnoj ploči u kormilarnici.

Za procjenu meteorološke situacije i predskazivanje vremena vrlo su važne sinoptičke vremenske karte koje svakodnevno izdaju meteorološke službe pojedinih zemalja i koje se prenose radio-putem u vidu šifara ili na principu faksimila. Stoga danas gotovo svi veći brodovi imaju radio-faksimilski uredaj za prijem slike sinoptičkih vremenskih karata.

Uredaji za upravljanje brodskim pogonskim mehanizmima i za kontrolu njihova rada

Mašinski telegraf povezuje komandni most i strojarnicu, a služi za prijenos naredenja za rad glavnih strojeva. Naredenja pokazuju daljinski pokretana kazaljka koja se na tablici mašinskog telegrafa postavi iznad odgovarajućeg teksta, npr. »KRMOM — POLA SNAGE« itd. Mehanički mašinski telegraf se upotrebljava obično samo za prijenos naredenja na manje udaljenosti. Poretanje kazaljke je s pomoću žice ili Gallovog lanca.

Moderno teografi imaju električki sinhroni uredaj za daljinsko okretanje kazaljke. Nekad su se primjenjivali uglavnom samo uredaji na jednosmjernu struju, s potenciometarskim ili postupnim sistemom; danas se na brodovima sa izmjeničnom strujom upotrebljavaju pretežno prenosnici selsinskog tipa.

Svaki moderni mašinski telegraf sastoji se od 1 do 2 predajnika na mostu i prijemnika sa pozivnim, kontrolnim i alarmnim



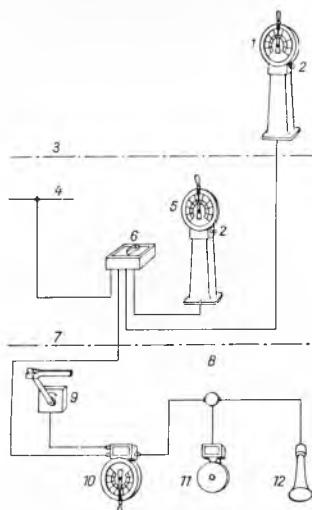
Sl. 37. Stalak mašinskog telegraфа на mostu

Mašinski teleografi obično imaju veliko i solidno izradeno kućište, a promjer ploče sa oznakama naredenja iznosi i do 300 mm (sl. 37). Predajnici za lijevi i desni stroj smješteni su na zajedničkom stalku na komandnom mostu ili su ugrađeni u komandni pult. Prijemnici u strojarnici sličnog su izgleda, samo su obično zidnog ili stropnog tipa. Zbog važnosti koja se polaze na sigurnost rada ponekad postoji i rezervni mašinski telegraf.

Kotlovnici upotrebljavaju se samo na parnim brodovima. Iste su konstrukcije kao i mašinski teleografi, a različiti su samo natpisi naredenja koja u ovom slučaju daje strojarnica kotlovnici.

Pokazivač broja okretaja brodskog vijka (tahometar) sastoji se od predajnika spojenog s glavnom osovinom i određenog broja pokazivača smještenih u strojarnici, na komandnom mostu i drugdje. Tahometar obično radi na principu generatora. S osovinom vijka vezan je preko zupčanika ili s pomoću Gallovog lanca specijalan mali generator čiji je napon upravo proporcionalan broju okretaja brodskog vijka. Pokazivači su obično voltmetri koji pokazuju izravno broj okretaja osovine. Najčešće se upotrebljavaju uredaji na istosmjernu struju. Ako je struja izmjenična, prijemnici rade na principu vatmetra ili frekvencimetra. Tačnost uređaja kreće se oko 1%.

Pokazivač položaja kormila daje tekuće podatke o stvarnom kutu otklona kormila. Sastoji se od predajnika koji je mehanički spojen s osovinom kormila i od određenog broja ponavljača smještenih u kormilarnici, strojarnici i drugdje gdje treba. Predajnik je ugrađen u nepromočivom kućištu i spojen sa osovinom kormila s pomoću polužnog prijenosa, Gallovog lanca ili remena. Omjer prijenosa odabran je tako da se osovina predajnika okreće brže od osovine kormila, kako bi opseg skale ponavljača bio veći i očitanje tačnije. Ponekad postoji osim normalnog još i poseban



Sl. 36. Mašinski telegraf. 1 i 5 predajnik, 2 potamnjivač, 3 navigacijski most, 4 brodska mreža, 5 prijeklopnik za ukopčavanje predajnika, 7 komandni most, 8 strojarnica, 9 sklopka za kontrolu pravilnog prekretanja stroja, 10 prijemnik, 11 pozivno zvono, 12 alarmni uredaj za najava pogrešno izvršene komande

uredajem u strojarnici, kao i od glavnog i pomoćnog uredaja za napajanje električnom strujom (sl. 36). Mašinski telegraf na komandnom mostu ima ručicu s kazaljkicom za predaju naredenja, predajnik prijenosnog sistema i kućište s pločom na kojoj su ispisana naredenja. Tu je smješten još i jedan sinhroni prijemnik drugog prijenosnog sistema sa kazaljkicom, kojim se iz strojarnice, uz akustički signal, daje potvrda o prijemu naredenja. Prijemnik mašinskog telegraфа u strojarnici u svemu je jednak predajniku na komandnom mostu, s time što ručica kazaljke služi za davanje potvrde prijema naredenja. Uz prijemnik se nalazi pozivni uredaj za davanje akustičkog i svjetlosnog signala i alarmni uredaj koji se aktivira u slučaju pogrešno izvršene komande.

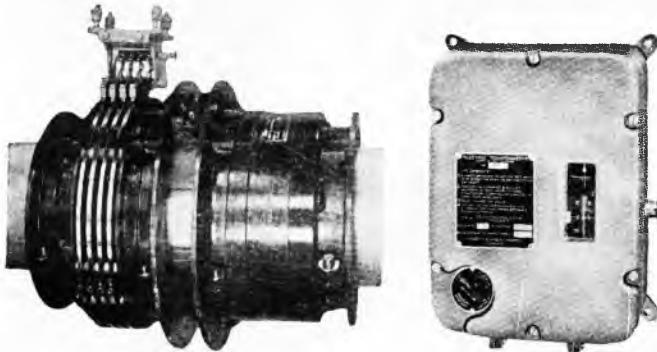


Sl. 38. Pokazivač položaja kormila

prijenos za male otklone kormila do 5° . Veličina kuta otklona kormila prenosi se od predajnika do pojedinih prijemnika u pokazivačima otklona kormila električnim putem s pomoću nekog sinhronog sistema na istosmernu ili izmjeničnu struju (sl. 38).

Pokazivač uspona krila brodskog vijka upotrebljava se samo na brodovima sa vijcima s prekretnim krilima. Prema principu i konstrukciji takvi su uredaji slični uredajima za pokazivanje otklona kormila.

Brodski torziometar služi za mjerjenje kuta uvijanja (torzije) glavne osovine. Iz tog kuta, odgovarajućeg broja okretaja osovine i modula elastičnosti materijala brodske osovine može se na jednostavan način izračunati snaga na osovinskom vodu. Svaki se torziometar sastoji od uredaja za mjerjenje kuta torzije učvršćenog na osovinu i od pokazivača smještenog u strojarnici ili nekom drugom pogodnom mjestu. Mjerni uredaj sačinjavaju dva prstena učvršćena



Uredaj na osovinu s diferencijalnim transformatorom

Sl. 39. Torziometar

čena na određenom razmaku pri kraju glavne osovine. Između njih se nalazi sistem za mjerjenje kuta torzije, a električni podaci o kutu torzije prenose se bilo preko kliznih prstenova ili na drugi način do pokazivača. Kut torzije određuje se na različite načine. Neki uredaji imaju između oba prstena razapetu čeličnu žicu koja uslijed uvijanja osovine mijenja svoju dužinu a time i svoju rezonantnu frekvenciju, što se mjeri i služi kao indikacija za veličinu kuta torzije. Drugi je način s pomoću malog diferencijalnog transformatora. Zbog uvijanja osovine mijenjaju se zazorci u jezgri transformatora a s time i naponi na sekundarima, pa prema tim promjenama napona pokazivač daje kutove torzije (sl. 39).

Snaga na osovinskom vodu i indicirana snaga stroja pri raznim režimima vožnje broda pokazuju stanje ispravnosti stroja, brodskog vijka, osovinskog voda, ležaja i prenosnika kao i utjecaj obraslosti broda, pa stoga mnogi veći brodovi imaju stalno ugradene torziometre.

Sredstva za unutrašnje i vanjske brodske veze

Sredstvima za unutrašnje brodske veze prenose se na brodu naredjenja i potvrde prijema naredjenja, izvještaji i obavještenja. Sredstvima za vanjske veze (signalima i radiom) uspostavljaju se veze jednog broda s drugim i sa kopnjom.

Sredstva za unutrašnje brodske veze jesu pored mašinskog i kotlovnog telegrafa: doglasne cijevi, telefoni, interfoni, razglasni i neki specijalni teleografi.

Doglasne ili govorne cijevi su najstarije sredstvo za vezu na brodu. Zvuk se širi izravno kroz cijevi promjera 50-80 mm, a govori se u specijalno oblikovane trube ili školjke koje ujedno služe i za slušanje. Poziv je s pomoću zvonca ili zviždaljke. Govorne cijevi se upotrebljavaju u marjoi mjeri i danas.

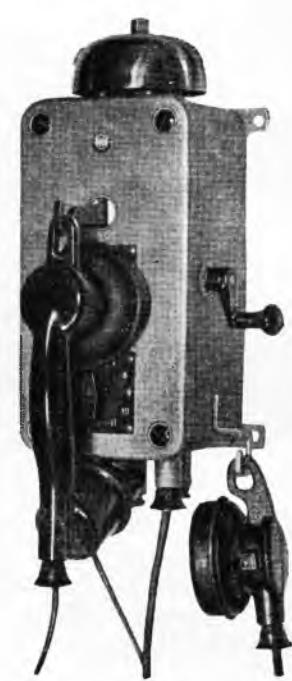
Telefoni su jedno od najvažnijih sredstava unutrašnje veze na brodovima. Telefonskim linijama su povezana komandna i radna mjesta, nastambe posade i putnika. Na važnim linijama, npr. između komandnih i radnih mesta, upotrebljavaju se specijalni brodski telefoni, robustne i nepromočive konstrukcije. To su obično bezbaterijski telefoni, neovisni o vanjskom izvoru struje, a izrađuju se u dvije izvedbe: naglavni i zidni (sl. 40). Njihovi mikrofoni rade na elektromagnetskom ili elektrodinamičkom principu, tj. potrebnu energiju za prijenos govora stvaraju sami zvučni

valovi nastali prilikom govora. Za poziv služi mali generator na ručni pogon koji na prijemnoj strani aktivira zvučni signal. Brodski telefoni te vrste ne spajaju se preko centrale, već izravno, i to dva ili nekoliko telefona zajedno. Za telefonske veze opće službe, npr. za vezu između kabina, kancelarije, smočnica itd., upotrebljavaju se telefoni uobičajenog tipa LB, CB ili automatskog tipa s odgovarajućim telefonskim centralama koje se u luci mogu priključiti na kopnenu telefonsku mrežu. Telefonski aparati su obično zidni ili stolni, fiksno su učvršćeni, a imaju i posebno pričvršćenu slušalicu da pri ljučjanju broda ne bi pala sa svog ležaja.

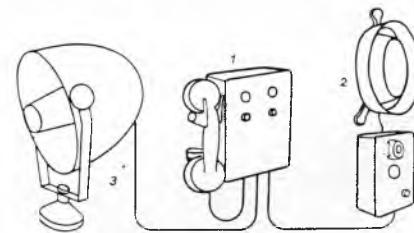
Pojedina važnija mesta su katkada povezana i *interfonom* brodskie izvedbe.

Komandni brodski razglas postoji danas na svakom većem brodu. To je dvosmerni razglasni uredaj koji omogućava da se sa komandnog mosta izdaju preko zvučnika naredjenja cijeloj posadi ili jednom njezinom dijelu, a i da posada preko istog sistema potvrdi prijem naredjenja. Na mostu se govori u mikrofon, a posada odgovara samo vikanjem prema zvučniku koji u tom slučaju djeluje kao mikrofon. Uz poseban jak i usmjereni zvučnik ovaj razglas se može upotrijebiti i za dovikivanje drugim brodovima, peljaru itd. (sl. 41).

Opći brodski razglas je jednosmerni razglasni uredaj kojim se s jednog ili više mesta na brodu prenosi govor ili glazba cijelom brodu ili samo nekim prostorijama. Ti su uredaji uobičajene konstrukcije, nešto otpornije izvedbe za rad u brodskim uvjetima. Opći razglasni služe na brodovima za prijenos obavijesti posadi i putnicima i za emitiranje zabavnog programa.



Sl. 40. Brodski zidni telefon s dodatnom slušalicom za prostore s većom bukom



Sl. 41. Komandni brodski razglas. 1 mikrotelefon za izdavanje naredenja i slušanje potvrde o prijemu s pojačalom i preklopnikom za izbor zvučnika, 2 zvučnik za prijem naredenja s pojačalom za odgovor, 3 jak zvučnik za dovikivanje

Manevarski teleografi upotrebljavaju se na većim brodovima za izdavanje naredenja posadi na pramcu, krmili i čamčanoj palubi prilikom ulaska u luke ili dokove, pri tegljenju i pristajanju, kao i prilikom drugih manevara. Po konstrukciji su ovi teleografi slični mačinskim telegrafima.

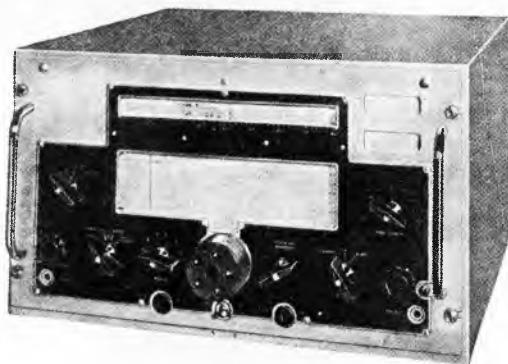
Teleografi za izvidače povezuju mjesto izviđača u košu ili na pramcu sa komandnim mostom. Ovim telegrafom izviđač poziva akustičkim signalom most i saopćava mu smjer u kome je nešto primjetio. Kao potvrda prijema služi akustički signal; inače su ti teleografi po konstrukciji slični svim ostalim.

Signalna sredstva služe brodovima za prijenos obavijesti na male udaljenosti, do ~ 2 km. Svaki brod mora posjedovati međunarodni signalni kodeks koji propisuje sve što se odnosi na brodsku signalizaciju te sadrži velik izbor signala za riječi i fraze koje se upotrebljavaju u pomorstvu. Na brodovima primjenjuju se tri načina signalizacije: zastavama, semaforima i svjetlom. Za signalizaciju zastavama služi skup od 40 platnenih zastava različnih oblika i u različitim kombinacijama boja. Svaka zastava

označuje slovo, broj ili neki znak. Zastave se dižu na jarbol i njima se daju signali prema kodeksu ili alfabetiski prema slovima. Za signalizaciju semaforom služe dvije male zastavice na kratkim ručkama, koje se postavljaju u razne položaje spram tijela. Signaliziranje svjetlom je s pomoću tipkala na mostu i žarulje, vršnjache, na jarbolu ili pomoću ručnog signalnog reflektora kojim se daju Morseovi znakovi. U slučaju ozbiljne opasnosti, da bi na sebe skrenuli pažnju, brodovi ispaljuju rakete, pale baklje i vatru.

Radio-uredaji za vezu služe trgovачkim brodovima u prvom redu za sigurnost ljudskih života na moru i za sigurnost broda i plovidbe. Preko radija se daje u slučaju velike i neposredne opasnosti znak za opasnost (SOS), znak za uzbunu, znak za hitnost i znak za sigurnost kao i sva obavještenja u vezi s time. Preko radio-veze primaju se i meteorološki izvještaji, vremenske prognoze i tačno vrijeme, izmjenjuju se obavještenja i instrukcije između komandanta broda, brodovlasnika, lučkih vlasti, ustanova i agencija. Radio-veza služi i za otpremanje ličnih telegrama putnika i posade kao i za izravnu radio-telefonsku vezu broda s telefonskom mrežom na kopnu. Brodske radio-stanice održavaju vezu s kopnom preko specijalnih obalskih radio-stanica. Obavezna radio-oprema za brodove, njezine karakteristike, način eksploracije, obavezni broj telegrafista i vrijeme njihova rada kao i raspodjela radnih radio-frekvencija i frekvencija za davanje znakova opasnosti itd. utvrđeni su međunarodnim konvencijama, koje su u pojedinim zemljama i uzakonjene. Sada važe u tom pogledu preporuke Međunarodne konvencije za telekomunikacije zaključene u Ženevi 1959 i preporuke Konvencije o zaštiti ljudskog života na moru donijete u Londonu 1960.

Za brodske radio-veze predviđeno je više radnih područja na niskim, srednjim, visokim i vrlo visokim frekvencijama. Utvr-



Sl. 42. Brodski radio-prijemnik

dene su također frekvencije na kojima treba pozivati i davati znak za opasnost, uzbunu itd.

Propisi predviđaju da svi teretni brodovi iznad 1600 BRT, kao i svi putnički brodovi bez obzira na tonazu, moraju imati kompletну radio-opremu koja se sastoji od glavnog srednjevalnog telegrafskog predajnika i prijemnika, pomoćnog srednjevalnog predajnika i prijemnika, autoalarmu i goniometra. Za brodove od 300 do 1600 BRT u obalskoj i srednjoj plovidbi predviđen je samo radio-telefonski primopredajnik za radno područje 1605...3800 kHz. Osim toga svi brodovi za koje je propisana radio-oprema imati i prijenosnu primopredajnu radio-stanicu za čamac za spasavanje. Za brodove ispod 300 BRT nije predviđena obavezna radio-oprema.

Brodska radio-oprema po pravilu odgovara uobičajenoj komercijalnoj izvedbi s time što je konstrukcija brodskih uredaja predviđena za teže uvjete rada na moru.

Glavni predajnik radi samo telegrafijom na srednjem valu na 8 utvrđenih i kvarcom upravljenih frekvencija između 405 i 535 kHz. Njegova snaga kreće se obično između 300 i 500 W, što osigurava domet do ~ 1000 NM. Uz predajnik je prijemnik sa širim radnim područjem. Oba uredaja se napajaju iz brodske mreže (sl. 42).

Pomoći (rezervni) predajnik ima slične karakteristike kao glavni predajnik, ali je manje snage: između 30 i 70 W. Uz njega spada i jednostavniji prijemnik. Primopredajni rezervni radio-

-uredaj ima zaseban izvor napajanja, nezavisan od brodske mreže, a mora biti smješten na što višem mjestu na brodu (sl. 43).

Autoalarm je uredaj koji je za vrijeme dok se ne vrši služba u radio-stanici uključen za prijem na frekvenciji od 500 kHz. U slučaju da primi međunarodni automatski signal za opasnost, sam aktivira alarmni uredaj (sl. 44).



Sl. 43. Rezervni radio-predajnik

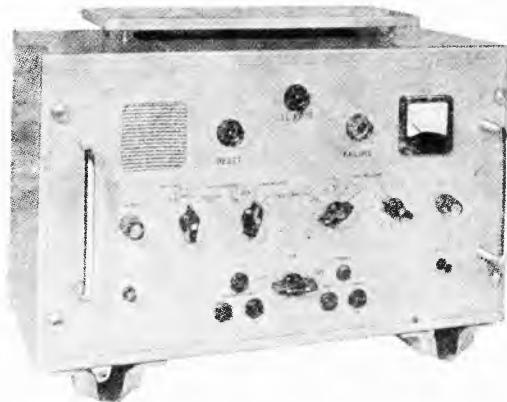
Primopredajnik za čamce za spasavanje je prijenosni radio-telegrafski ili telefonski uredaj ugrađen u nepromočivo kućište, koji se pogoni ručno ili baterijski, a unaprijed je postavljen za davanje znaka opasnosti na frekvencijama od 500 i 2182 kHz. Tim uredajem mogu rukovati i nekvalificirana lica.

Radio-telefonski primopredajnik za područje od 1605 do 3800 kHz ima 8 do 18 unaprijed postavljenih i kvarcom upravljenih radnih frekvencija i snagu od 30...80 W. Može imati domet i do 1000 km. Radi stalnog praćenja prijema uredaj ima poseban zvučnik na komandnom mostu.

Osim obavezne opreme brodovi često imaju druge radio-uredaje: kratkovalne i ultrakratkovalne primopredajnike i automatsko tipkalo za davanje znaka uzbune.

Kratkovalni predajnik sa pripadajućim prijemnikom danas imaju skoro svi veći trgovaci brodovi. Uredaj radi telegrafijom i telefonijom na više frekvencija unutar područja 4, 6, 8, 12, 16, 22 i 25 MHz. Sa snagom od 200 do 500 W i uz pravilan izbor frekvencije mogu se njime postići i najveći dometi, pa stoga služi za izravnu vezu brodova s domovinom i za vezu s telefonskom mrežom na kopnu, i to naročito na većim putničkim brodovima.

Radio-primopredajnik za područje od 1605 do 3800 kHz, koji je obavezan za manje brodove, imaju i mnogi veći brodovi za vezu s peljarskim i manjim brodovima.



Sl. 44. Radio-telegrafski automatski alarmni uredaj

Primopredajnici vrlo visokih frekvencija (UKV), koji rade na području od 156 do 162 MHz, sve se više primjenjuju. Rade telefonijom sa frekventnom modulacijom i služe za veze do 50 km, u simpleks-saobraćaju s brodovima u susretu, s obalom i s peljari-ma, a u dupleks-saobraćaju s telefonskom mrežom na kopnu.

Automatsko tipkalo služi u slučaju nesreće za automatsko davanje međunarodnog znaka uzbune (12 povlaka), a upotrebljava se u vezi s glavnim i pomoćnim radio-uređajem.

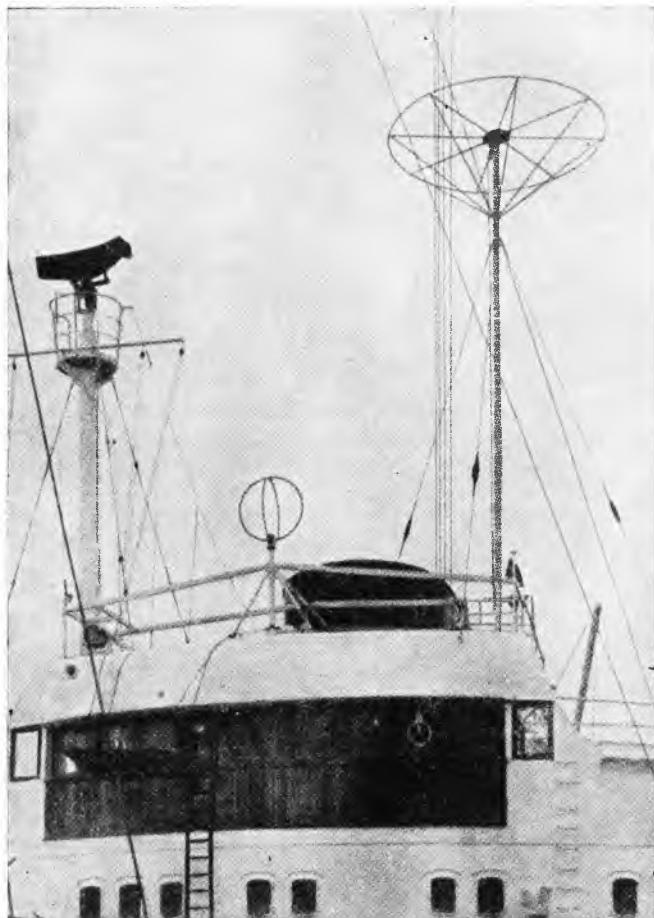
U svakoj brodskoj radio-stanici mora biti ispred radnog stola sat sa crveno označenim sektorima vremena obavezne radio-šutnje i sa znakovima koji omogućuju vremenski pravilnu predaju automatskog znaka za uzbunu (12 povlaka) (sl. 45).



Sl. 45. Brodski sat za radio-službu

Antene. Do nedavna su se na trgovackim brodovima upotrebljavale skoro isključivo vertikalne žičane radio-antene oblika L i T. Kako današnji trgovacki brodovi imaju samo jarbole za samarice, to se medu njima razapete antene moraju stalno skidati prilikom ukrcavanja i iskrcavanja tereta. Da bi se to izbjeglo, u posljednje vrijeme sve se više upotrebljavaju specijalne antene u obliku štapa ili stupa sa dodatnim elementima. Takve se antene postavljaju na krov mosnog nadgrađa (sl. 46).

Radio-priručnici. Međunarodni telegrafski kodeks sadržava sve potrebne kratice i signale (kombinacije slova) za mnoge pojmove i fraze iz oblasti radio-službe i ostalih za pomorstvo važnih

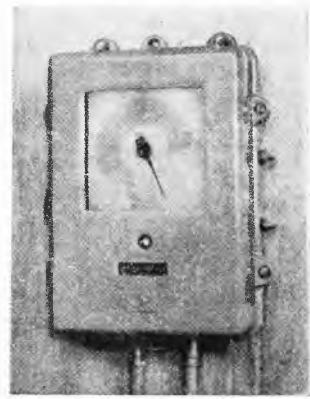


Sl. 46. Brodske antene. Vide se: radarska antena, uzice za signalne zastave, žičane antene, antena goniometra s dva fiksna okvira i stup s prstenastom antenom

područja. Kao i signalni kodeksi, on omogućava sporazumijevanje bez poznavanja tuge jezika. Spisak obalskih radio-stanica daje njihove karakteristike i pozivne znakove. Spisak brodskih radio-stanica daje pozivni znak za svaki pojedini brod. U popisu specijalnih službi nalaze se podaci o svim radio-službama za potrebe pomorstva.

Aparati za sigurnost broda i tereta

Pokazivači nagiba broda (inklinometri) služe za mjerjenje kuta bočnog nagiba broda. Ovi instrumenti rade obično na principu njihala ili libele. Moraju imati što veću tromost, kako ne bi pokazivali vrijednosti veće od stvarnih. Da bi inklinometar pokazivao što tačnije vrijednosti, treba da je smješten u osi oko koje se nagiba brod. Stoga pokazivači nagiba postavljeni na komandnom mostu pokazuju redovito nešto prevelike kutove. Obični inklinometri se sastoje od laganog njihala sa skalom, a kao graničnike mogu imati dvije pomicne kazaljke koje pokazuju najveći kut nagiba. Libelni inklinometri imaju oblik savijene cijevi sa skalom i nalaze se obično na stalku kompasa. Specijalni inklinometri se sastoje od laganog njihala čije se gibanje prigušuje tekućinom, a položaj njihala projicira se s pomoću odgovarajuće optike na uvećanu skalu. Najtačnije podatke o nagibanju broda daje inercijski navigacijski sistem.



Sl. 47. Pokazivač perioda ljljanja broda. Opasnost postoji kad kazaljka dove na tamni sektor

Aparati za određivanje stabiliteta broda mogu se podijeliti u tri grupe: a) aparati na principu vase (zapravo modeli broda s označenim mjestima za smještaj tereta i zaliha; pokazuju ukupnu istisninu i početnu metacentarsku visinu); b) aparati na principu ovisnosti između početne metacentarske visine i vlastite periode ljljanja broda i c) aparati koji mijere kut nagiba broda proizveden momentom poznate veličine.

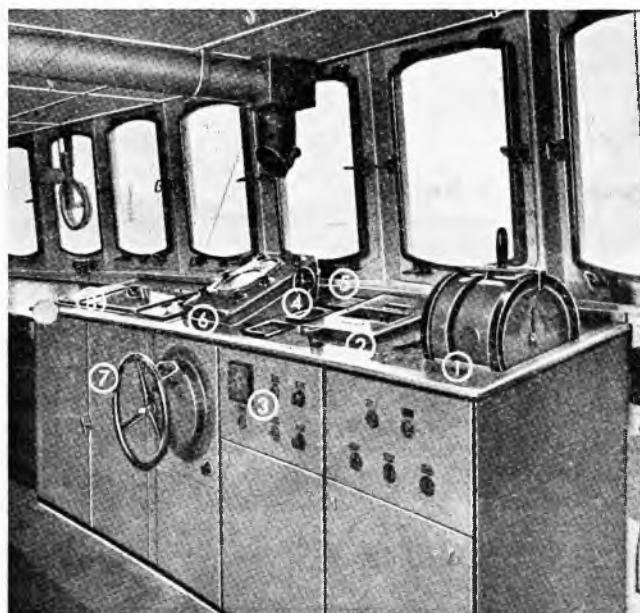
Postoje dvije vrste instrumenata prve grupe, gravitacijski i perni. *Gravitacijski instrument za određivanje stabiliteta* zasniva se na principu pomicnih utega, proporcionalnih težinama i zalihama na brodu, koji izbalansirani u horizontalnom i vertikalnom smjeru daju na odgovarajućim skalama istisninu, trim i početnu metacentarsku visinu. Na uzburkanom moru i kad je trim broda velik, utezi se ne mogu tačno izbalansirati, pa je u tim uvjetima aparat neupotrebljiv. *Perni instrument za određivanje stabiliteta* ima umjesto utega pero kojemu se napon može podešavati tako da odgovara pojedinim težinama broda. Kad je instrument podešen, na skalama se očita srednji gaz, nosivost i metacentarska visina broda. Premda je perni instrument znatno kompaktniji i mnogo manje osjetljiv na gibanje broda nego gravitacijski, ipak nije idealan jer pera moraju stalno biti podešena na ispravni napon, a osim toga ni taj ni gravitacijski instrument ne pokazuju utjecaj trima na početni stabilitet broda.

Aparati druge vrste vrlo su jednostavni, a zasnivaju se na principu da trajanje njihaja broda stoji u nekom određenom odnosu s početnom metacentarskom visinom. Razvijeni su automatski instrumenti koji mijereći satnim mehanizmom njihaje broda pokazuju srednju vrijednost amplitudne njihaja ili direktno početnu metacentarsku visinu. Na skali instrumenta mogu se označiti i pojedina stanja opterećenja broda, kao i faktor koji daje vezu između periode ljljanja i početne metacentarske visine (sl. 47).

Treći tip instrumenta sastoji se uglavnom od kombinacije klinometra ili njihala i kliznog računala. Ti instrumenti omogućavaju automatsko izvođenje pokusa nagiba broda, a usavršeni tip aparata koji je razvio prof. K. Wendel, osim trima i početne metacentarske visine, daje i krivulje poluge stabiliteta. Prof. K. Wendel izradio je i aparat za mjerjenje stabiliteta broda na valovima, koji pokazuje kutove nagiba broda, poluge stabiliteta i momenta sila prigušivanja.

Pokazivači gaza broda služe za određivanje i kontrolu gaza broda pri ukrcajanju i iskrcavanju tereta. Električni pokazivači gaza rade na različitim principima. Obično se statički pritisak vode koji vlada na dnu pramca i krme broda prenosi preko cijevnog voda i ventila na diafragmu u matičnom pokazivaču. Kompenzacija i određivanje pritiska izvedeni su na sličan način kao na brzinomjeru na pritisak. Korigirani podaci o gazu prenose se od matice na udaljeni pokazivač električkim putem s pomoću prijenosnih sinhronih uređaja. Pokazivač se nalazi obično na komandnom mostu i eventualno još na nekom drugom mjestu, a ima skalu za očitanje gaza u metrima i centimetrima ili u stopama. Gaz se mjeri na pramcu i krmi, a pokazivači jednog i drugog uređaja montirani su jedan do drugog.

Uredaji za daljinsko mjerjenje temperature omogućuju da se s jednog centralnog mjeseta stalno prati temperatura u nekim brodskim prostorijama. Ovi uređaji služe za kontrolu temperature u brodskim spremstima, hladnjачama, skladištima lako upaljive robe i na dijelovima nekih strojeva. Sastoje se od mjernih elemenata smještenih u pojedinim prostorijama i od pokazivača temperature koji je obično na komandnom mostu (sl. 48). Radi



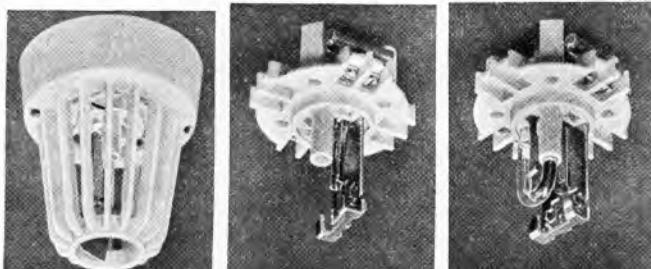
Sl. 50. Pult s instrumentima na komandnom mostu broda. 1 mačinski telegraf, 2 razglas, 3 kontrolne sijalice pozicionih svjetala, 4 pokazivač broja okretaja, 5 pokazivač položaja kormila, 6 automatsko kormilarenje, 7 kormilarsko kolvo za ručno kormilarenje, 8 uređaj za detekciju dima; gore optički prijenos magnet-skog kompas-a



Sl. 48. Pokazivač električkog daljinskog termometra

mjerjenja temperature pokazivač se prekopčavanjem priključuje na pojedina mjerna mesta. Brodski uređaji ove vrste rade obično na principu termoelementa ili metalnih otpornika koji mijenjaju svoj otpor s temperaturom.

Uredaji za dojavu požara. Požari se na brodu šire vrlo brzo i predstavljaju jednu od glavnih opasnosti za brod. Stoga je



Sl. 49. Temperaturni detektori požara

vrlo važno da se požar otkrije blagovremeno. Svaka se vatra, osim u slučaju eksplozije, rada obično polagano. Najprije materijal počinje tinjati pri čemu se razvijaju plinovi. Nešto kasnije javlja se dim i tek na kraju plamen. Svaki uređaj za dojavu požara sastoji se od većeg broja detektora, smještenih u pojedinim prostorijama, i centralne ploče uređaja u požarnoj centrali ili na komandnom mostu.

Detektori za otkrivanje požara rade na različitim principima. Temperaturni detektori dijele se na maksimalne i diferencijalne (sl. 49). Prvi se aktiviraju kad temperatura u nekoj prostoriji pređe određenu granicu, npr. 60°C , drugi prorade u slučaju kad se temperatura prebrzo povisi za određeni broj stupnjeva. Ova vrsta detektora vrlo je uspješna u manjim prostorijama, ali se u velikim prostorijama i spremstima ne aktivira dovoljno brzo. Za takve prostorije povoljniji su svjetlosni detektori, koji su osvjetljivi za pojačanu svjetlost od plamena, ili ionizacioni detektori, koji reagiraju na prisutnost plinova.

Na brodovima se također mnogo upotrebljavaju detektori dima. Sve važnije brodske prostorije su spojene cijevima s vatrogasnom centralom. Kroz cijevi struji zrak, a u slučaju požara i dim, koji se na kontrolnoj tabli direktno vidi i osjeća mirisom. Uz detektor dima može postojati i automatski alarmni sistem koji se aktivira s pomoću fotočelije. Taj je sistem obično sastavni dio uređaja za gašenje požara ugljičnim dioksidom.

Razmještaj instrumenata i pokazivača na komandnom mostu

Na starijim brodovima su mnogobrojni pokazivači, uređaji i sredstva unutrašnjih veza porazmješteni po svim zidovima komandnog mosta, a naročito po krmnom zidu. Zbog takvog rasporeda oficir straže se mora često okretati ili napuštati svoje mjesto, prekidajući osmatranje i gubeći pregled vanjske situacije. Da se to izbjegne, noviji brodovi imaju velike pultove prislonjene uz prednji zid komandnog mosta. Na tim su pultovima koncentrirani svi pokazivači, instrumenti, uređaji i sredstva veze koji su potrebni za vođenje broda i navigaciju. To omogućava istovremeno pregled vanjske situacije i promatranje pojedinih instrumenata i pokazivača. Ovi pultovi treba da budu što uži da se udaljenost do prednjeg stakla ne bi suviše povećala i time smanjila preglednost osmatranog sektora mora, a ploha s brojčanicima i kazaljkama skošena da njena površina bude što veća, da stakla instrumenata ne bliješte i da se instrumenti mogu očitavati i s veće udaljenosti (sl. 50).

Dodatna oprema za specijalne brodove

Osim standardnih instrumenata i opreme koja posjeduje svaki trgovski brod, postoji i specifična oprema koja se primjenjuje samo na pojedinim vrstama brodova.

Ribarski brodovi upotrebljavaju za brže i lakše pronađenje ribljih jata tri različita ultrazvučna uređaja. Riblji »asdik«, tako nazvan prema engleskim uređajima za otkrivanje podmornica, služe za traženje i praćenje ribljih jata i za određivanje smjera kretanja jata i udaljenosti broda od jata. Riblji ultrazvučni dubinomjer omogućava praćenje jata ispod broda i daje dubinu na kojoj se nalazi centar jata. Dubinomjer za otvor može služiti za tačno određivanje dubine na kojoj se nalazi otvor mreže, da bi se dubina mreže mogla podesiti tako da zahvati što veći dio ribljeg jata. Svi ovi uređaji rade na potpuno istom principu kao i ultrazvučni dubinomjeri. Razlika je jedino da se oscilator pramčanog ribljeg asdika može okretati po strani kao i po visini i što on ne zrači prema dnu već u horizontalnom ili kosom položaju. Dubinomjer za mreže ima oscilator učvršćen na gornjem otvoru mreže i kabom vezan za uređaj na brodu. Podatke svih dubinomjera registriraju pisači (rekorderi). Postoje i uređaji koji imaju sva tri spomenuta instrumenta spojena u jednu zajedničku aparaturu (sl. 51).



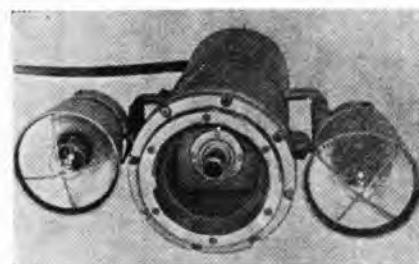
Sl. 51. Riblji asdik i dubinomjer

Postupak prilikom lova ribe ultrazvučnim uređajima je dakle ovakav: zvučnim snopom asdika uperenim skoro horizontalno naprijed pretražuje se more. Kad se pronade jato, brod usmjeri kurs na jato i asdikom ga prati sve dok jato ne stigne ispod broda. Tada praćenje preuzme dubinomjer i odredi dubinu centra jata, a dubinomjerom mreže podesi se dubina sredine otvora mreže tako da zahvati što više riba (sl. 52).

Brodovi za spasavanje imaju ponekad i uređaj za podvodnu televiziju. Taj uređaj omogućava traženje potonulih objekata na većim dubinama i praćenje rada ronilaca, što znatno olakšava davanje uputa, jer stručnjaci nisu uvijek i ronioci. Kamera za podvodnu televiziju ima specijalnu optiku, a smještena je u nepropusnom kućištu. Za osvjetljenje objekta služe jaki reflektori učvršćeni oko kućišta. Kućište kamere je kabelom spojeno sa TV-prijemnikom na brodu. Kamera se spušta pod vodu ili s pomoću 3 čelik-čela ili je nose ronioci (sl. 53).

Hidrografske brodove imaju osim klasične opreme za hidrografiju, triangulaciju, topografiju i nivelman još i tačne meha-

ničke i akustičke dubinomjere za male i veće dubine, kao i instrumente za geomagnetska istraživanja. Danas takvi brodovi obično imaju i kompletну električnu opremu za tačno određivanje pozicije kad je udaljenost od obale veća od optičke vidljivosti.



Sl. 53. Ručna kamera za podvodnu televiziju

U tu se svrhu upotrebljavaju elektronski impulsni sistemi SHORAN i EPI ili sistemi na principu mjerjenja fazne razlike kao što su LORAC, RADYST, RANA i drugi. Dok impulsni sistemi daju kružne stajnice, stajnice faznih sistema su hiperbole. Da bi hidrografske brodove s pomoću jednog od tih sistema mogao odrediti svoju poziciju, moraju se postaviti odgovarajući električni uređaji i na kopnu, i to na prikladnim tačkama čija je pozicija tačno određena.

Veliki tankeri i neki brodovi za prijevoz rasutog tereta imaju specijalne ultrazvučne razinomjere, tj. mjerice sadržine tankova, koji rade na sličnom principu kao ultrazvučni dubinomjeri, a služe za daljinski prijenos mjernih podataka, kako bi se s centralnog mjesa moglo pratiti ukrcavanje i iskrcavanje tereta. Kontrola opterećenja broda je potrebna radi sprečavanja prevelikih naprezanja brodske konstrukcije. Na tankerima razinomjeri pokazuju, osim razine nafte, i razinu vode na kojoj naftha pliva. Mjeraci razine su sastavni dio uređaja za automatsko krcanje tereta. Na osnovi podataka razinomjera pumpa se automatski zaustave ako pri krcanju tereta dođe do nejednakomjernog opterećenja broda.

V. Podlesnik

BRODSKA POGONSKA POSTROJENJA

Brodska pogonska postrojenja jesu energetski uređaji koji proizvode mehaničku, električnu, toplinsku i druge oblike energije neophodne brodu. *Glavni energetski uređaj* služi za propulziju broda, a *pomoći energetski uređaj* namiruje energijom ostale brodske potrebe. Prema tome se i strojevi koji služe za pogon propelerske osovine zovu *glavni*, a ovi ostali *pomoći*. Snage glavnih strojeva zavisne su od veličine i brzine broda, a snaga koja otpada na pomoćne strojeve zavisi od veličine i namjene broda. Snaga potrebna za pomoćne strojeve obično iznosi 10...20% snage glavnih strojeva.

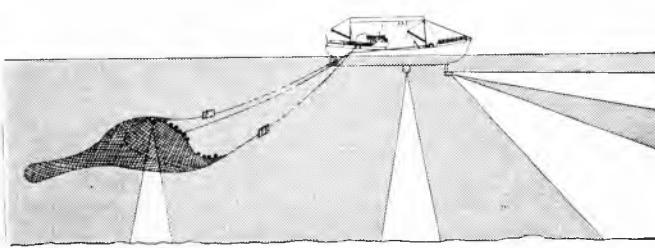
Glavni i pomoći pogonski strojevi mogu biti *primarni* i *sekundarni*. U primarne se ubrajaju: parni stupni strojevi, parne i plinske turbine i dizel-motori. Sekundarni pogonski strojevi jesu: elektromotori, hidraulički i pneumatski pogonski strojevi.

Goriva služe za proizvodnju topline ili za proizvodnju snage u strojevima direktno ili posredstvom radnog medijuma. Generatori radnog medijuma su na brodovima parni kotlovi, nuklearni reaktori i generatori plinova.

Prijenosi su uređaji s pomoću kojih se energija primarnih pogonskih strojeva pređaje pogonskoj osovini. Prijenosi mogu biti mehanički, električni ili hidraulički. Brodski osovinski vod prenosi mehaničku energiju od prirubnice prijenosa ili pogonskog stroja do propelera.

Sistemi pogonskih postrojenja obuhvaćaju sve cijevne vodove, pumpe, filtre i izmjenjivače topline s njihovom armaturom, mjerim i kontrolnim instrumentima. Zadaća je sistem da energetsko postrojenje snabdijeva vodom, zrakom, gorivom, uljem za podmazivanje i radnim medijumima i da postrojenje povezuje u jedan energetski kompleks. Prema tome postoje sistemi napojne vode, rashladne vode, goriva itd.

Brodska se pogonska postrojenja dijele prema vrsti upotrijebljenog goriva na postrojenja na ugljen, ulje, plin ili na nuklearno gorivo; prema tipu glavnih strojeva na motorna, parnotur-



Sl. 52. Primjena ribljeg asdika, ribljeg dubinomjera i dubinomjera za mrežu