



www.udruzenjeladjara.com

Autor: Vlado Šekerović
Zapovednik vrste A
Urednik: Branislav Vajda
Zapovednik vrste A

RADAR

Osnovne karakteristike i način upotrebe radara na brodovima



I DEO – Princip rada radara

1. Objasni ukratko, bez tehničkih izraza, princip rada radara.

Reč RADAR skraćenica je engleskih reči Radio Detecting And Ranging (otkrivanje objekata i merenje njihove udaljenosti pomoću radio signala). Princip rada radara je jednostavan. Radarski predajnik putem antene emituje elektromagnetne talasae (3cm ili 10cm) veoma visoke frekvencije u uskom snopu (širine 1° - 3°) i kratkim impulsima (kraćim od $1 \mu\text{s}$). Kada ovaj elektromagnetni talas naiđe na neki objekat, veoma mali deo energije (zavisno od površine objekta) se reflektuje nazad ka radaru kao „jeka“ koju prima prijemnik, a zatim je pokazuje na ekranu kao svetlu mrlju.

Elektromagnetni talas se prostire brzinom svetlosti ($c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$). Vreme potrebno da signal prevali put do objekta i nazad jednako je $t = 2d/c$. Merenjem vremena koje je potrebno da talas dođe do objekta i vrati se do prijemnika određuje se udaljenost objekta na ekranu. Vreme se meri jednolikim pomicanjem svetle tačke iz centra ekrana prema njegovom rubu, uz pretpostavku da se svetla tačka u trenutku emisije nalazi u centru ekrana.

2. Navedi glavne delove radara i ukratko, bez tehničkih izraza, opiši njihove funkcije.

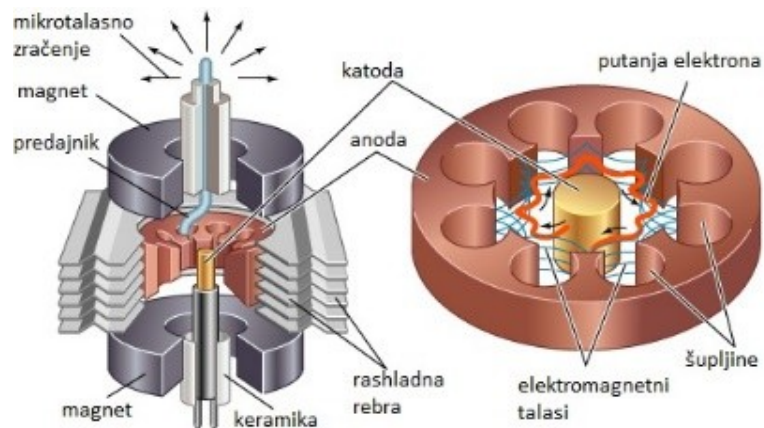
a) **Motor generator** – pretvara brodski napon i frekvenciju u odgovarajući napon i frekvenciju potrebnu za rad radara. Sastoji se iz motor-alternatora i uređaja za regulisanje izlaznog napona. Na izlazu daje jednosmernu struju. Generator se pušta u rad prekidačem „radar“ u položaju „ON“.

b) **Predajnik** – impulsni generator. Stvara impulse velike snage i visoke frekvencije koji se preko talasovoda odvede na antenu i usmereno isijavaju u prostor. On ima zadatak da sinhronizuje trenutak početka predaje impulsa sa početkom kretanja vremenske baze. Glavni delovi su mu: impulsni generator, modulator i magnetron. Impuls iz impulsnog generatora je oštrog oblika radi trenutačnog okidanja tj. uključivanja i isključivanja. Ovaj impuls pobuđuje modulator koji proizvodi četvrtaste impulse visokog napona, određuje trajanje impulsa i frekvenciju njihovog ponavljanja, te sa ovim impulsima pobuđuje magnetron. Ovo se postiže pomoću impulsnog transformatora.

Magnetron je generator koji stvara talase veoma visoke frekvencije. Ovi talasi idu od magnetrona do antene i dalje u prostor. Preko prekidača na radaru može se menjati dužina impulsa tako da radara radi sa kratkim ili dugim impulsima. To se na nekim radarima radi ručno, a na nekim automatski tako da se kraći impuls uključuje za manje domete, a duži impuls za veće. Magnetron daje impulsnu snagu od nekoliko kW (DECCA – 7kW) i tako omogućava radaru da sa centimetarskim talasima postigne veći domet. Dakle izvor predajne snage u odašiljaču je sam magnetron, a ostali delovi predajnika služe za osiguravanje preciznog rada magnetrona i njegovu sinhronizovanost sa širenjem vremenske baze na pokazivaču. Radarski predajnik radi kao impulsni odašiljač tako da modulator kao elektronski prekidač uključuje predajnik i on radi oko jedne $1 \mu\text{s}$ (dužina trajanja impulsa).

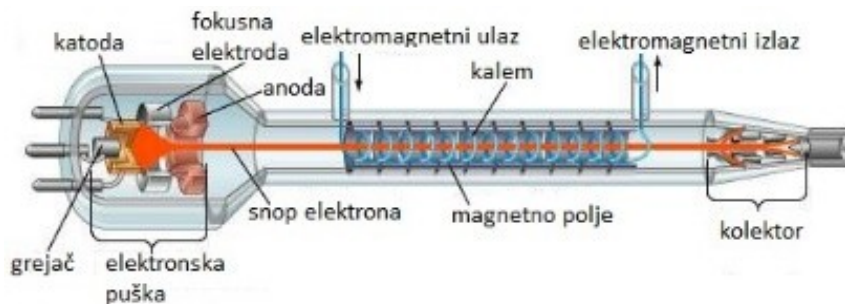
Posle toga ga pušta da miruje 1000 μs . Ovu frekvenciju uključivanja i isključivanja zovemo impulsna frekvencija. Ona mora biti takva da se između pojedinih impulsa ostavi dovoljno vremena za prijem jeke od najudaljenijih objekata za najveći uključeni domet radara. Duže mirovanje magnetrona potrebno je radi njegovog hlađenja. Dužina impulsa je vremenska dužina trajanja impulsa i iznosi od 0,05 μs do 1 μs : za 1 μs
 $d=c\cdot\Delta t=3\cdot 10^8\cdot 10^{-6}=300\text{m}$. Ako je impuls $\Delta t=0,1\mu\text{s}$ onda je $d=30\text{m}$. Prednost kratkog impulsa je da se putem radara mogu otkrivati i

bliski objekti, dok bi se kod dugih impulsa jeka impulsa vraćala dok emisija impulsa još traje. Kraćim impulsima se mogu još bolje razdvajati objekti i manje će biti njihovo izobličenje. Prednost dužih impulsa je što kod njih duže traje jeka pa se na taj način bolje otkrivaju dalji i slabiji objekti. Na radarima postoji mogućnost rada sa dve dužine impulsa što se postiže upotrebom prekidača „SHORT/LONG“. Na nekim radarima se to vrši automatski, tako da se na manjim dometima uključuju kratki, a na većim dugim impulsi.



sl.1) Magnetron

- c) **Antenski sklop** Svrha antenskog sklopa je da se elektromagnetna energija tj. impulsi proizvedeni u magnetronu odvedu preko talasovoda na reflektor antene i usmereno emituju u prostor, isto tako da se reflektovana energija tj. jeka što bolje primi na reflektor i preko talasovoda dovede u prijemnik. Antena se sastoji iz gornjeg i donjeg dela. Gornji deo isijava talase, a donji ih prima. Antena se okreće oko 18 – 30 okretaja u minuti.
- d) **Talasovod** – možemo definisati kao jednu bakarnu cev kojom putuje elektromagnetni talas. Cev je obično pravougaonog oblika. Širina talasovoda zavisi od talasne dužine upotrebljenog elektromagnetnog talasa i iznosi najmanje $\frac{1}{2}$ talasne dužine. Širina mora biti jednolika celom dužinom. Važno je napomenuti da bilo kakva deformacija može ometati njegovu funkciju. Danas je to najčešće koaksijalni kabal.



sl.2) Talasovod

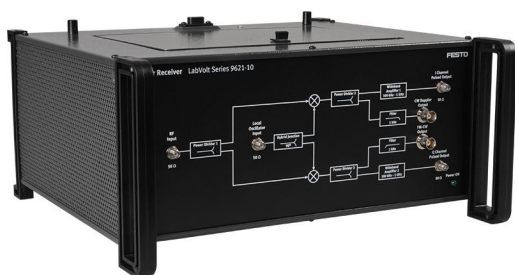
e) **Reflektor antene** Kod starijih radara reflektor je bio paraboličnog oblika. Može imati punu ili rešetkastu konstrukciju. Rešetkasta je pogodnija jer se na njoj manje skuplja nečistoća i manji je otpor vetra. U početku su radari imali dva reflektora, jedan za predaju a drugi za prijem. Što se koristi kraća talasna dužina to je potreban manji reflektor. Parabolični oblik reflektora upotrebljen je radi svojstva parabole. Ovo iskustvo je iskorišteno tako da fokus parabole predstavlja završetak talasovoda, tako da talasi direktno dolaze na reflektor antene od kojeg se reflektuju dalje u prostor, a oni koji se vraćaju dolaze na reflektor i odbijaju se u fokus. Kod novih radara reflektor i antena su završetak talasovoda. Ravnog su oblika, a talasovod je sa prednje strane isečen na žljebove i talasi se kroz njih ravnomerno emituju u prostor. Antena se okreće sinhrono sa magnetskim navojem koji otklanja vremensku bazu ka ekranu. To je neophodno da bi se dobio tačan L (pramčani ugao) i Θ (azimut) objekata. Antena se okreće

18 – 30 puta u minutu. To je relativno mala brzina tako da impuls dođe do objekta i vrati se nazad dok je antena praktično u istom položaju. Sledeća prednost sporijeg okretanja antene je što više impulsa pogađa isti objekt to je jeka snažnija.



sl.3) Reflektor antene

f) **Prijemnik** Zadatak mu je da prima, pojačava i pretvara primljene signale u oblik pogodan za prikaz na ekranu. Reflektovana energija koja se prima u prijemniku u obliku jeke je neznatna. Da bi se iz ove energije mogla dobiti slika potrebno ju je pojačati oko 10^8 puta. Ako je dobijena jeka po snazi ispod jačine šumova koji nastaju u aparatu onda pojačanje nema svrhu i odraz ne može biti prikazan na ekranu. Da bi prijemnik dobro radio potrebno je da uspešno prima i pojačava jeku kao i da šum u prijemniku bude što manji. Takođe je potrebno da se što vernije prenosi oblik objekata da bi slika bila vernija onoj u prirodi. Glavni delovi prijemnika su: lokalni oscilator sa kristalnim mikserom sa kristalom, međufrekventno pojačalo i video pojačalo. Kako još nije ostvareno frekventno pojačanje preko 1000MHz, a radari rade od 9320 – 9400MHz, potrebno je ovu radnu frekvenciju radara sniziti pomoću miksera na jednu međufrekkvenciju koja iznosi 30-60MHz. Frekvencija lokalnog oscilatora razlikuje se od ulazne radne za neki željeni iznos. Ova frekvencija lokalnog oscilatora i ulazna radna frekvencija dovode se u mikser na kristal, a iz miksera se dobija međufrekvencija koja je jednaka razlici radne frekvencije i frekvencije iz lokalnog oscilatora.



sl.4)Prijemnik

g) **Pokazivač** Daje podatke o poziciji cilja (objekta). Glavni deo pokazivača je ekran. Pokazivač radara na osnovu pojačanih i ispravljenih primljenih impulsa radarske jeke i položaja antene daje na ekranu panoramsku sliku radarskog horizonta koja omogućava merenje azimuta (pramčanih uglova) i udaljenosti. Da bi na ekranu dobili panoramsku sliku radarskog horizonta i time radar postao praktičniji za navigaciju potrebno je dobiti rotirajuću vremensku bazu. To se postiže sinhronizovanim okretanjem antene i zavojnice za elektromagnetno otklanjanje koja se nalazi oko katodne cevi. Trenutan smer vremenske baze odgovara smeru u kojem je antena emitovala radarski impuls. Upravljaajući rešetkom menja se jačina elektronskog snopa. Divergirajući snop elektrona teče kroz zaštitnu rašetku koja omogućava da se elektronima da ubrzanje i čuva upravljačku rešetku od polja anode na kojoj vlada visoki napon. Anoda je od grafitnog sloja. Da bi se snop fokusirao koristi se posebna zavojnica koja se sastoji od mnogo namotaja smeštenih u plaštu od mekog gvožđa i magnetnim poljem utiče na kretanje elektrona. Iza te zavojnice nalazi se zavojnica za centriranje. Elektroni nakon izlaska iz zavojnice teku prema ekranu u vrlo uskom snopu i udaraju u središte ekrana, ako snop nije „otklonjen“. Budući da je unutrašnja strana ekrana pokrivena fosforescentnim slojem, u središtu ekrana se javlja svetla tačka, koja ostaje vidljiva i neko vreme nakon nestanka snopa elektrona.



sl.5) Pokazivač

3. Navedi faktore koji utiču na maksimalni domet radara

Maksimalni domet radara određuje više činilaca:

- a) Broj impulsa emitovanih u jedinici vremena (veći broj – veći domet)
- b) Oblik, dužina i visina antene : Duža antena emituje užu snop pa će i gustina energije na mestu daljeg objekta biti veća. Tako raste i verovatnoća da će objekt biti otkriven. Sa visinom antene raste i radarski horizont. Znači veća visina – veći domet.
- c) Maksimalna emitovana snaga (veća snaga – veći domet)
- d) Talasna dužina : Treba naglasiti da signali veće talasne dužine putujući kroz prostor doživljavaju manje slabljenje u odnosu na talase manjih talasnih dužina. Dakle veća talasna dužina – veći domet.
- e) Osetljivost prijemnika: Osetljiviji prijemnik će primiti i slabije signale od udaljenijih

objekata i tako povećati maksimalni domet radara.

- f) Karakteristike objekata: Jačina odsjaja, a time i domet radara znatno zavise o položaju i svojstvima objekata.

4. Navedi faktore koji utiču na minimalan domet radara

Na minimalni domet radara utiču sledeći faktori:

- a) Visina antene
- b) Vertikalni ugao isijavanja
- c) Uticaj vodene površine (uzburkanija površina vode, veće smetnje oko centra ekrana i manji minimalni domet).

5. Navedi faktore koji utiču na tačnost merenja udaljenosti

Faktori koji utiču na tačnost merenja udaljenosti su:

- a) **Preciznost merenja vremena.** Ovo u najvećoj meri ovisi od ravnomernosti kretanja svetle tačke odnosno o linearnosti vremenske baze. Pomak svetle tačke na ekranu u početku je suviše spor, a pri kraju je brz, što će rezultirati činjenicom da su objekti blizu ivice prikazani bliže nego što stvarno jesu, a oni udaljeni dalje.
- b) **Greška kalibracije.** Kod stalnih krugova ne sme biti veća od 1,5% najveće udaljenosti. Npr. Na udaljenosti od 1km, greška je 0,015km (15m).
Kod VRM jednaka je 2,5% najveće udaljenosti – 1km – greška 0,025km (25m).
- c) **Zakrivljenost ekrana.** Tačnost je manja prema rubu ekrana.
- d) **Izgled slike na ekranu.** Nekada je veoma teško odrediti odakle da se meri.
- e) **Skala dometa.** Veća skala – manja preciznost zbog greške kalibracije i težeg poravnanja kružnice sa rubom objekta.

6. Navedi faktore koji utiču na tačnost merenja azimuta.

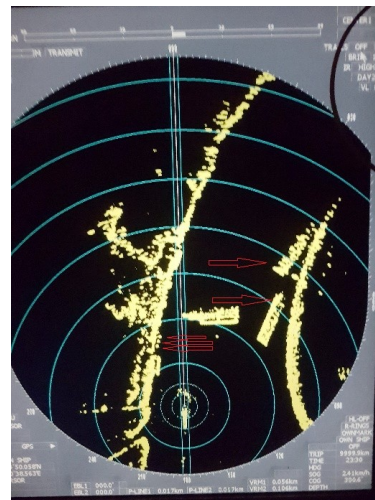
Merenja pramčanog ugla (ili azimuta) manje su tačna od merenja udaljenosti i zavise od nekoliko činilaca:

- a) **Širina radarskog snopa** – uži snop - manji azimut
- b) **Veličina objekta** – manji objekt - tačniji azimut
- c) **Brzina kretanja traga** – veća brzina – manja tačnost
- d) **Orijentacija ekrana** – veća tačnost kod kompasno stabilizovane slike, jer se kod nestabilizovane slike odstupanje od kursa odražava na tačnost azimuta.
- e) **Tačno postavljanje pramčanice** – kada je pramčanica tačno na 0° greška je manja.

7. Od čega zavisi razlikovanje objekata prema udaljenosti

Razdvajanje objekata prema udaljenosti je sposobnost radara da dva objekta koji se nalaze na istom pramčanom uglu (azimutu), ali na različitim udaljenostima, prikaže kao dva odvojena objekta. Pri tome se pretpostavlja da se dalji objekt ne nalazi u radarskoj senci bližeg objekta. Glavni faktor koji utiče na sposobnost razdvajanja objekata je dužina emitovanog impulsa.

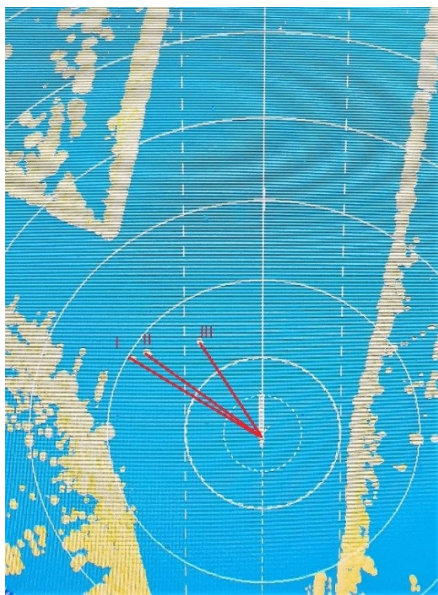
- a) Dužina impulsa – Ako je razmak između objekata manji od $\frac{1}{2}$ dužine impulsa oni se neće razdvojeno videti. Primer: za dužinu impulsa od 1 μ s radio talas pređe 300m, pa razmak između objekata mora biti veći od 150m. Što je trajanje impulsa kraće – razlikovanje je bolje.
- b) Veličina objekta – Uticaj veličine objekta na manjim skalama udaljenosti na razlikovanje udaljenosti je manji od onih na većim skalama. Poboljšanje razlikovanja udaljenosti postiže se podešavanjem kontrola „GAIN“ i izborom „SHORT PULSE LENGHT“.



sl.6) Prikaz razdvajanja po udaljenosti

8. Od čega zavisi razlikovanje objekata po azimutu

Razlikovanje objekata po azimutu je sposobnost radara da dva objekta na istoj udaljenosti, ali različitih azimuta prikaže kao dve odvojene jeke. Možemo konstatovati da je horizontalni ugao isijavanja antene glavni faktor koji utiče na spomenuto svojstvo. Rastojanje između objekata mora biti veće od širine radarskog snopa da bi se oni na ekranu videli kao odvojeni.



sl.7) Prikaz razdvajanja po azimutu

9. Izbor talasne dužine radara

Radarske frekvencije u najširem smislu (meteorološki, navigacioni, vojni i ostali radari) nalaze se u području od 30MHz ($\lambda=10\text{m}$) i 100GHz ($\lambda=3\text{mm}$).

Navigacioni radari rade na frekvencijama od 9GHz ($\lambda=3\text{cm}$) i 3GHz ($\lambda=10\text{cm}$). Iz najranijeg perioda razvoja radara ostale su šifrovane oznake „S“ i „X“ za radare od 10cm, odnosno 3cm.

Manja talasna dužina omogućava bolje razdvajanje udaljenosti, manji minimalni domet radara i sliku sa više detalja. Što je frekvencija veća – talasna dužina je manja i obrnuto.

10. Izbor dužine impulsa i frekvencije ponavljanja impulsa

Drugi bitan parametar radarskog impulsa je njegovo vreme trajanja. Dužine impulsa mogu biti od $0,25\mu\text{s}$ do $2\mu\text{s}$, zavisno od tipa radara i uslova korišćenja. Izbor se vrši prekidačem „SHORT/LONG PULSE LENGHT“. Jasno je da se u dužem impulsu nalazi veća količina energije, pa je veća i verovatnoća da će do objekta stići potrebna količina energije. Dakle veća dužina impulsa povećava i domet radara, ali smanjuje sposobnost razlikovanja

udaljenosti. Istovremeno će dugi impuls povećati minimalni domet radara. Kod radara koji imaju mogućnost izbora dužine impulsa, koristimo duge impulse za veće domete i lošijue vremenske prilike, a kraće impulse za manje domete. Kod većine radara do promene dužine impulsa dolazi automatski promenom dometa radara.

Vreme ponavljanja impulsa. Kod većih dometa razmak između emisija mora biti veći, a kod manjih manji. Veći vremenski razmak kod većih dometa povećao bi i broj primljenih odsjaja pa bi i slika objekta bila kvalitetnija.

II DEO – Radarske kontrole



1. Objasni kontrole „STAND BY“, „SHORT“, „LONG“, „EX-LONG“

U položaju „STAND BY“ cevi i termički prekidač zagrejani su i radar je spreman za rad, ali nema kolektorskih odnosno anodnih napona, pa nema ni emisije. Znači još nije uključen predajnik. Utrošak energije je vrlo mali, a uređaj je svakog trenutka spreman za rad. U uslovima dobre vidljivosti preporučuje se držanje uređaja u položaju „STAND BY“, jer se na taj način

znatno smanjuju radarske interferencije na susednim radarima.

„LONG – SHORT“ prekidač menja dužinu impulsa. Dugi impulsi („LONG“ položaj) se koriste na većim dometima dok će na manjim dometima kraći impulsi („SHORT“) dati oštru sliku sa puno detalja i dobro razdvojenim objektima koji su međusobno udaljeni. Ako smetnje nisu previše izražene, skraćivanje impulsa može zameniti „CLUTTER“ kontrolu. U većini sistema dužina i broj ponavljanja impulsa automatski se menja promenom dometa

radra. „EX-LONG“ pozicija prekidača ne menja dužinu impulsa radarskog predajnika, ali pokreće uređaj za proširenje opsega dužine impulsa u video kanalu ekrana.

2. Kako deluje kontrola „GAIN“ na izgled slike

„GAIN“ kontrolom se podešava fokus slike. Fokusanje se najbolje i najlakše vrši uz pomoć kalibracijskih prstenova („RANGE RINGS“), a uz malo pojačani „BRILIANCE“. Većina modernih uređaja fokusira sliku automatski. Pojačavanjem prijemnika (pojačavanjem kontrole „GAIN“) objekti postaju svetliji ali se time pojačava i šum. Te smetnje se pojavljuju u obliku „snega“. Ova pojava je izraženija na većim dometima, jer je kod manjih dometa vremenska baza brža pa se tačkice razvuku u tanke linije koje oko teško opaža. Zbog toga se preporučuje da se „GAIN“ podešava na većim dometima jer su tu smetnje veće, pa se kasnije prebaci na manji domet. Kada se pojavi „šum“ kontrolu „GAIN“ treba smanjiti.

3. Kako deluje kontrola „BRILIANCE“ na izgled slike

„BRILIANCE“ ili „VIDEO CONTROL“ kontrolom podešavamo osvetljenje slike. Preporučuje se njeno pojačavanje dok se ne pojavi svetli trag na ekranu, a onda je malo smanjimo. Prejaka osvetljenost „BRILIANCE“ ima niz nepoželjnih efekata: zamara oči, oštećuje ekran, razlika u osvetljenu manjih i većih objekata postaje prevelika, nakon promene

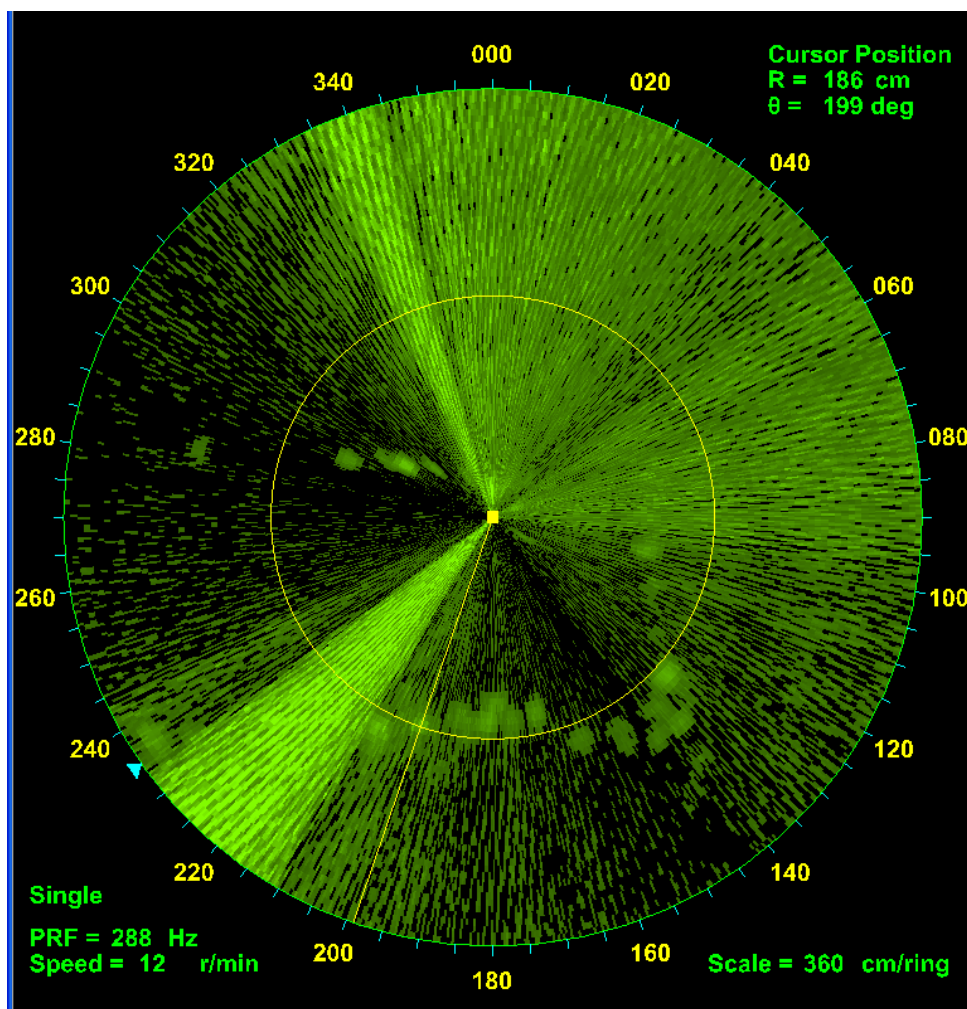
dometa slika se predugo zadržava i defokusira, a pokretni objekti (i kopno kod relativne slike) ostavljaju za sobom trag koji sliku čini nejasnom. Noviji uređaji imaju tzv. „DAYLIGHT“ ekrane sa pojačanim osvetljenjem. Oni se od starijih uređaja razlikuju po tome što imaju kvalitetniji premaz ekrana (fosforescentni sloj).

4. Objasni kontrolu „TUNING“

„TUNING“ kontrolom se frekvencija klistrona prilagođava emisionoj frekvenciji magnetrona tako da njihova razlika bude uvek jednaka frekvenciji na koju je podešeno pojačalo radra. „TUNING“ kontrola se može podešavati prema nekom indikatoru (magično oko, instrument) udaljenom objektu, šumu ili svetlom krugu, kada koristimo Rx monitor, radari sa AFC (Automatic Frequency Control) nemaju ručne „TUNING“ kontrole jer se frekvencija klistrona podešava automatski.

5. Objasni kontrolu „ANTI CLUTTER – SEA“

„ANTI CLUTTER – SEA“ kontrola otklanja smetnje od delovanja vode, odnosno prigušuje ih. Kod podešavanja ove komande treba biti pažljiv, naročito na skalama malog dometa, jer se tako mogu poništiti mali ciljevi. Vrlo je opasno „CLUTTER“ držati stalno u istom položaju, već povremeno treba menjati nivo prigušenja smetnji. Mnogi radari imaju mogućnost i automatskog poništavanja smetnji.



sl.8) Smetnje kiša/sneg

6. Objasni kontrolu „ANTI CLUTTER – RAIN“

„ANTI CLUTTER – RAIN“ kontrola prigušuje smetnje od kiše. Važi isto kao i za „ANTI CLUTTER – SEA“.

7. Objasni kontrolu „VRM BRILL“ i „EBL BRILL“

„VRM BRILL“ (Variable Range Marker Brilliance) kontrola kontroliše osvetljenje promenljivog kalibracionog kruga, a „EBL BRILL“ (Electronic Bearing Line Brilliance)

kontrola kontroliše osvetljenje linije za elektronski snimanje uglova.

8. Objasni kontrolu „HEAD UP“, „NORTH UP“, „COURSE UP“

a) Orijehtacija „HEAD UP“ ima sledeće karakteristike:

- 1) Vlastiti brod se nalazi u centru ekrana ili na 30%
- 2) Pramčanica je uvek postavljena prema nuli skale i slika je kompasno nestabilizovana
- 3) Kurs vlastitog broda se ne može očitati sa skale
- 4) Promena kursa vlastitog broda izaziva pomeranje objekata po krugu. Iza objekata ostaje trag koji sliku čini nejasnom
- 5) „BEARING MARKER“-om mogu se meriti samo pramčani uglovi objekata
- 6) Isti je raspored objekata na slici kao i pri pogledu kroz prozor
- 7) Ako radar ima elektronski marker, moguće je sliku pomaknuti prema krmu, da bi po pramcu dobili veći prostor za osmatranje.

b) Orijehtacija „NORTH UP“ ima sledeće karakteristike:

- 1) Pramčanica pokazuje kurs broda i slika je kompasno stabilizovana
- 2) Promenom kursa broda pomiče se pramčanica, a slika miruje
- 3) Pogodna je za obalnu navigaciju
- 4) Raspored objekata na slici i „pogled kroz prozor“ mogu se znatno razlikovati pogotovo ako brod plovi u južnim kursevima
- 5) Slika je stabilizovana žirokompasom, što znači da se kod svakog upućivanja kompasa mora podesiti njegov ponavljač na radaru.

c) Orijehtacija „CORSE UP“ ima sledeće karakteristike:

- 1) Pramčanica je u nuli fiksne skale radara i kursu na ponavljaču žirokompasa
- 2) Promenom kursa menja se pramčanica, a okolina miruje pa je slika kompasno stabilizovana
- 3) „BEARING MARKER“-om mogu se meriti pramčani uglovi i azimuti
- 4) Pogleda na ekranu je identičan sa pogledom kroz prozor komandnog mosta.

9. Objasni kontrolu „MOTION“

Kontrola „MOTION“ ima položaj „RELATIVE“ i „TRUE“. Kod položaja „RELATIVE“ vlastiti brod se nalazi u centru ili na 30% ekrana u smeru kretanja. Navigator ima kontinuirani osećaj da vlastiti brod stoji, a da se sve drugo kreće. Pokretni objekti (plovna sredstva) kreću se na ekranu relativnim kursevima i brzinama, koji predstavljaju vektorski zbir između kursa i brzine vlastitog broda i brzine drugih objekata. Stacionirani objekti kreću se suprotnim kursevima od našeg i našom brzinom. Kod pozicije „TRUE“ vlastiti brod se kreće po ekranu, kao i svi pokretni objekti. Trag koji za sobom ostavljaju odgovara njihovom pravom kursu i brzini.

10. Objasni kontrolu „PICTURE SHIFT“

Kontrolom „PICTURE SHIFT“ slika se može pomerati levo-desno i gore-dole. Služi i da bi se slika centrirala u centru ekrana ako se to ne učini merenje uglova odnosno smerova nije tačno. Pre podešavanja najbolje je mehanički kursor postaviti na 0° ili 180° i 90° ili 270° .

III DEO – Upotreba radara u navigaciji

1. Dobijanje pozicije pomoću radara.

Pozicija pomoću radara se može dobiti na jedan od sledećih načina:

- a) Jednim smerom i daljinom
- b) Dva ili više smerova
- c) Dve ili više udaljenosti
- d) Merenjem jednog ili više horizontalnih uglova

2. Je li relativna ili prava orijentacija bolja za prikazivanje situacije i kada?

Relativna orijentacija je poželjna kod ulaznja i izlaznja iz luke, u plovidbi kanalima ili između plutača, u unutrašnjoj plovidbi. Olakšava orijentaciju i kontrolu efekta kormila.

Prava orijentacija je poželjna u pomorskoj plovidbi, kod prilaznja obali kada je potrebno određivanje pozicije broda jer se dobijaju pravi azimuti pa nije potrebno pretvaranje. Kod ove orijentacije pogled na ekranu odgovara navigacijskoj karti tog područja.

3. Upotreba radara za izbegavanje sudara

Međunarodna pravila za izbegavanje sudara na moru zahtevaju da svaki brod u svako vreme mora održavati takvu brzinu i kurs koja mu omogućava preduzimanje efikasne akcije izbegavanja sudara i zaustavljanje na udaljenosti koja odgovara postojećim okolnostim i uslovima.

Kod određivanja tzv sigurne brzine moraju se uzeti u obzir sledeći faktori:

- a) Od svih brodova:

1. Vidljivost
2. Gustina saobraćaja uključujući koncentraciju čamaca ili bilo kojih brodova
3. Manevarske sposobnosti broda uzimajući u obzir daljinu zaustavljanja i sposobnost okretanja u postojećim vremenskim uslovima
4. Stanje vetra, udar vode, kao i postojanje navigacionih opasnosti
5. Gaz u odnosu na postojeću dubinu vode

Dodatak za brodove sa radarom

6. Karakteristike, efikasnost i ograničenja radarskog uređaja
7. Svako ograničenje u dometu radara u u potrebi
8. Uticaj vode, vremenskih prilika i ostalih smetnji na prijemu radara
9. Mogućnost da se mali objekti, led ili drugi plutajući objekti mogu ne odraziti na radaru na određenoj udaljenosti
10. Broj, položaj i pravac kretanja brodova otkrivenih radarom

Rizik sudara

Svaki brod mora upotrebiti sva raspoloživa sredstva koja odgovaraju postojećoj situaciji da bi se odredilo da li postoji rizik sudara, radar mora biti upotrebljen ako je instaliran i radi, uključen na osmatranje na velikim udaljenostima da bi se obezbedilo rano upozorenje na postojeće rizike, opasnosti kao i radarsko plotovanje ili slično sistematsko osmatranje otkrivenih objekata.

4. Radarske smetnje usled vremenskih uslova, kratkoročna vremenska prognoza pomoću radara

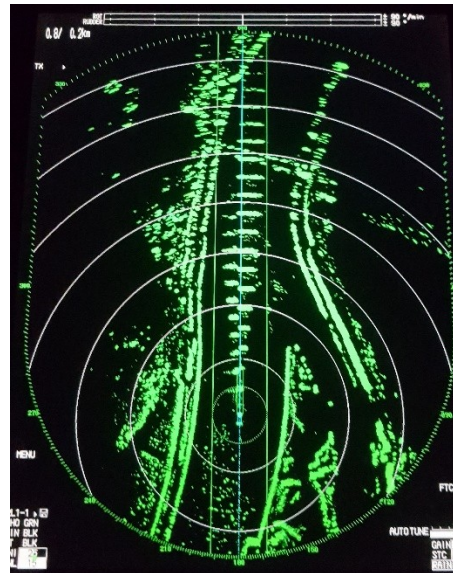
Kiša, grad, snežna oluja i dr. daju povratne jeke koje maskiraju objekte na ekranu pa se može reći da je jaka kiša opasnije od magle jer može onemogućiti upotrebu radara. Kišni oblaci se takođe vide na radaru u obliku „vunaste mase“ pa se radar može upotrebiti za kratkoročnu vremensku prognozu.

5. Lažni odsjaji i njihova identifikacija. Mrtvi uglovi.

Lažna jeka nastaje od delova broda koji se nalaze na putu radarskih signala (jarboli, dimnjaci itd.). Tada imamo dve jeke od kojih je ona lažna manja i po intenzitetu slabija od prave. Lažne jeke nemaju oštro definisan oblik, slabijeg su intenziteta, „CLUTTER“ kontrola ih najčešće briše. Kada brod menja kurs lažna jeka ostaje uvek na istom mestu i daljenosti.

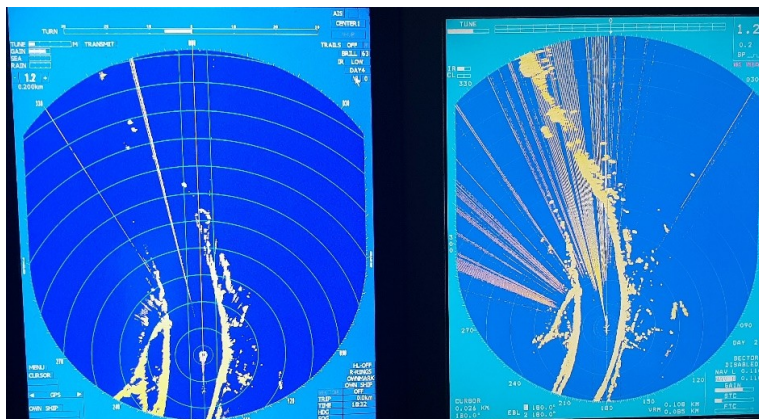
Višestruka jeka javlja se kada se u blizini vlastitog broda nalazi veći objekt (brod ili kopno) pa dolazi do višestrukog odbijanja

signala. Na ekranu se u istom smeru i na istim odstojanjima vidi više jeka. Prava je ona najbliža centru ekrana i najveća.



sl.9) Lažna jeka

Radarske interferencije se javljaju kada se u blizini vlastitoga broda nalazi drugi brod sa uključenim radarom. Na ekranu se vide kao sektor sastavljen od isprekidanih linija.



sl.10) Radarske interferencije

Sekundarne jeke su jeke van radarskog dometa – nalaze se na tačnom azimutu ali ne i na tačnoj udaljenosti.

Mrtvi sektori nastaju kada se na putu radarskog signala nađe neki objekt (metalna konstrukcija broda).

6. Pomoćna sredstva u radarskoj navigaciji

Pomoćna sredstva u radarskoj navigaciji se dele na mehanička i elektronska.

Mehanička su radarski ugaoni reflektori. To su ploče od specijalnog, dobro reflektujućeg materijala. Postavljaju se na manjim i nižim objektima (bove, brodovi svetionici, manji plovni objekti, niske obale, mostovi isl.) čime se nekoliko puta povećava mogućnost njihovog otkrivanja.

Elektronska su REMARK i RACON. RACON radi na na radarskim frekvencijama. Vidimo ga kada se njegova frekvencija poklopi sa frekvencijom našeg radara. Prva tačka u odnosu na poziciju vlastitog broda je objekt, a signal je uvek okrenut prema obodu ekrana.



Sl.11) Mehanički reflektori



sl.12) Elektronski reflektor RACON (RADIO BeaCON)

LITERATURA:

- Skripta RADAR I ARPA (fakultet za pomorstvo Kotor)
- Beleške sa predavanja Elektronske Navigacije (srednja pomorska škola Kotor)
- Wikipedia

GRAFIČKI PRIKAZI:

- Privatne fotografije (Vlado Šekerović)..... (sl.6, sl.7, sl.9, sl.10)
- Online pretraga(<https://kids.britannica.com/students/article/electrontube/106024/media?assemblyId=137>, <https://www.furuno.com/en/merchant/chartradar/>, https://www.labvolt.com/solutions/60-9621-10_radar_receiver, <http://www.radartutorial.eu/12.scopes/sc01.en.html>, https://www.labvolt.com/solutions/9_telecommunications/69-8096-40_radar_active_target_training_system_add_on_to_8096_1_8096_2_and_8096_3, <http://www.nauticexpo.es/prod/mediterraneo-senales-maritimas-sll/product-64363-473422.html>, https://www.sevenstarelectronics.com/s_701_sart.htm)