Asociaţia Grupul pentru Reformă şi Alternativă Universitară (GRAUR)
Cluj-Napoca
Indexul Operelor Plagiate în România
www.plagiate.ro

Grupul pentru Reformă şi Alternativă Universitară
Pagina web : www.graur.org Fondata în 2004 la Cluj Napoca. Nr.19643/2407/A/2004 din RN al ONG-urilor al Min. Justiţiei Romania, 400424 Cluj-Napoca // Dostoievski 26 E-mail: office@graur.org

Decizie de indexare a faptei de plagiat la poziţia 00473 / 14.02.2022 şi pentru admitere la publicare în volum tipărit

care se bazează pe:

A. **Nota de constatare şi confirmare a indiciilor de plagiat** prin fişa suspiciunii inclusă în decizie.

Fişa suspiciunii de plagiat / Sheet of plagiarism's suspicion		
Opera suspicionată (OS) / Suspicious work		Opera autentică (OA) / Authentic work
OS	CÎRCIU, Ionică. *Radarul panoramic de bord*, Braşov: Editura Academiei Forţelor Aeriene "Henri Coandă", 2008.	
OA	HLADIUC, Eusebiu și Alexandru Viorel POPESCU. *Navigația aeriană*, Iaşi: Editura Junimea, 1977.	
Incidenţa minimă a suspiciunii / Minimum incidence of suspicion		
P01	p.7:16 – p.8:07	p.13:25d – p.13:43d
P02	p.8:15-23	p.287:01s – p.287:11s
P03	p.9:03 – p.10:10	p.423:17d – p.424:23s
P04	p.11:01 – p.12:11	p.406:33d – p.407:22s
P05	p.12:11-15	p.407:30s-34s
P06	p.18:01-20	p.407:22d – p.408:03s
P07	p.18:21-23	p.408:07d-09d
P08	p.19:01-06	p.408:22d-28d
P09	p.19:07-09	p.409:30d-33d
P10	p.19:10-11	p.409:28s-30s
P11	p.19:12 – p.20:03	p.409:06d-20d
P12	p.27:16 – p.28:03	p.411:04d-16d
P13	p.28:04-22	p.411:57d – p.412:15s
P14	p.29:01-08	p.412:28s-45s
P15	p.29: fig.1.6	p.413: fig.390(c)
P16	p.29: fig.1.7	p.413: fig.390(d)
P17	p.30:01-08	p.412:53s-62s
P18	p.30: fig.1.8	p.413: fig.390(b)
P19	p.30: fig.1.9	p.413: fig.390(a)
P20	p.31:01-04	p.412:03d-07d
P21	p.31:05-08	p.412:15d-19d
P22	p.32:15-19	p.414:32d – p.415:01s
P23	p.32:20-21	p.415:10s-12s
P24	p.33:01 – p.37:05	p.424:39s – p.425:12s
P25	p.37: fig.2.1	p.425: fig.404
P26	p.38:01 – p.42:12	p.425:13s – p.426:04d
P27	p.45:01 – p.48:15	p.426:05d – p.427:19s

P28	p.46: fig.3.1	p.427: fig.408
P29	p.47: tab.3.1	p.427: tabel
P30	p.48:16 – p.50:13	p.427:20s-25d
P31	p.49: fig.3.2	p.428: fig.409
P32	p.50:14 – p.51:11	p.428:01s-10d
P33	p.51: fig.3.3	p.428: fig.410
P34	p.52:01 – p.54:19	p.429:01s-p.429:27d
P35	p.52: fig.3.4	p.429: fig.411
P36	p.55:01 – p.57:05	p.429:28d – p.430:16d
P37	p.55: fig.3.5	p.430: fig.412
P38	p.56: tab.3.2	p.430: fig.413
P39	p.57: fig.3.6	p.430: fig.413
P40	p.58:01 – p.60:07	p.430:17d – p.431:12s
P41	p.59: fig.3.7	p.431: fig.414
P42	p.60: tab.3.3	p.431: tabel 1
P43	p.61:01 – p.64:20	p.431:13s – p.432:23s
P44	p.61: tab.3.4	p.431: tabel 2
P45	p.63: fig.3.8	p.431: fig. 415
P46	p.65:01 – p.68:17	p.441:21s – p.442:30s
P47	p.65: fig. 3.9	p.442: fig.429
P48	p.69:01 – p.70:06	p.432:24s-03d
P49	p.70: fig.4.1	p.432: fig.416
P50	p.70:07 – p.72:17	p.432:04d – p.433:02s
P51	p.71: fig. 4.2	p.432: fig.417
P52	p.72:18 – p.73:21	p.433:03s-30s
P53	p.79:11 – p.81:21	p.433:31s – p.434:03s
P54	p.80: fig.4.3	p.433: fig.418
P55	p.82:01 – p.87:09	p.434:04s – p.435:05d
P56	p.83: fig.4.4	p.434: fig.419
P57	p.85: fig.4.5	p.435: fig.420
P58	p.86: fig.4.6	p.435: fig.421
Fişa întocmită pentru includerea suspiciunii în Indexul Operelor Plagiate în România de la Sheet drawn up for including the suspicion in the Index of Plagiarized Works in Romania at www.plagiate.ro		

Notă: Prin „p.72:00” se înţelege paragraful care se termină la finele pag.72. Notaţia „p.00:00” semnifică până la ultima pagină a capitolului curent, în întregime de la punctul iniţial al preluării.

Note: By „p.72:00” one understands the text ending with the end of the page 72. By „p.00:00” one understands the taking over from the initial point till the last page of the current chapter, entirely.

B. **Fişa de argumentare a calificării** de plagiat alăturată, fişă care la rândul său este parte a deciziei.

Echipa Indexului Operelor Plagiate în România

Asociaţia Grupul pentru Reformă şi Alternativă Universitară (GRAUR)
Cluj-Napoca
Indexul Operelor Plagiate în România
www.plagiate.ro

Fişa de argumentare a calificării

Nr. crt.	Descrierea situaţiei care este încadrată drept plagiat	Se confirmă
1.	Preluarea identică a unor fragmente (piese de creaţie de tip text) dintr-o operă autentică publicată, fără precizarea întinderii şi menţionarea provenienţei şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
2.	Preluarea unor fragmente (piese de creaţie de tip text) dintr-o operă autentică publicată, care sunt rezumate ale unor opere anterioare operei autentice, fără precizarea întinderii şi menţionarea provenienţei şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
3.	Preluarea identică a unor figuri (piese de creaţie de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menţionarea provenienţei şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
4.	Preluarea identică a unor tabele (piese de creaţie de tip structură de informaţie) dintr-o operă autentică publicată, fără menţionarea provenienţei şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
5.	Republicarea unei opere anterioare publicate, prin includerea unui nou autor sau de noi autori fără contribuţie explicită în lista de autori	
6.	Republicarea unei opere anterioare publicate, prin excluderea unui autor sau a unor autori din lista iniţială de autori.	
7.	Preluarea identică de pasaje (piese de creaţie) dintr-o operă autentică publicată, fără precizarea întinderii şi menţionarea provenienţei, fără nici o intervenţie personală care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
8.	Preluarea identică de figuri sau reprezentări grafice (piese de creaţie de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menţionarea provenienţei, fără nici o intervenţie care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
9.	Preluarea identică de tabele (piese de creaţie de tip structură de informaţie) dintr-o operă autentică publicată, fără menţionarea provenienţei, fără nici o intervenţie care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
10.	Preluarea identică a unor fragmente de demonstraţie sau de deducere a unor relaţii matematice care nu se justifică în regăsirea unei relaţii matematice finale necesare aplicării efective dintr-o operă autentică publicată, fără menţionarea provenienţei, fără nici o intervenţie care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia şi însuşirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
11.	Preluarea identică a textului (piese de creaţie de tip text) unei lucrări publicate anterior sau simultan, cu acelaşi titlu sau cu titlu similar, de un acelaşi autor / un acelaşi grup de autori în publicaţii sau edituri diferite.	
12.	Preluarea identică de pasaje (piese de creaţie de tip text) ale unui cuvânt înainte sau ale unei prefeţe care se referă la două opere, diferite, publicate în două momente diferite de timp.	

Alte argumente particulare: a) Preluările de poze nu indică sursa, locul unde se află, autorul real sau posibil.

Notă:

a) Prin „provenienţă" se înţelege informaţia din care se pot identifica cel puţin numele autorului / autorilor, titlul operei, anul apariţiei.

b) Plagiatul este definit prin textul legii[1].

> *„ …plagiatul – expunerea într-o operă scrisă sau o comunicare orală, inclusiv în format electronic, a unor texte, idei, demonstraţii, date, ipoteze, teorii, rezultate ori metode ştiinţifice extrase din opere scrise, inclusiv în format electronic, ale altor autori, fără a menţiona acest lucru şi fără a face trimitere la operele originale…".*

Tehnic, plagiatul are la bază conceptul de **piesă de creaţie** care[2]:

> *„…este un element de comunicare prezentat în formă scrisă, ca text, imagine sau combinat, care posedă un subiect, o organizare sau o construcţie logică şi de argumentare care presupune nişte premise, un raţionament şi o concluzie. Piesa de creaţie presupune în mod necesar o formă de exprimare specifică unei persoane. Piesa de creaţie se poate asocia cu întreaga operă autentică sau cu o parte a acesteia…"*

cu care se poate face identificarea operei plagiate sau suspicionate de plagiat[3]:

> *„…O operă de creaţie se găseşte în poziţia de operă plagiată sau operă suspicionată de plagiat în raport cu o altă operă considerată autentică dacă:*
> *i) Cele două opere tratează acelaşi subiect sau subiecte înrudite.*
> *ii) Opera autentică a fost făcută publică anterior operei suspicionate.*
> *iii) Cele două opere conţin piese de creaţie identificabile comune care posedă, fiecare în parte, un subiect şi o formă de prezentare bine definită.*
> *iv) Pentru piesele de creaţie comune, adică prezente în opera autentică şi în opera suspicionată, nu există o menţionare explicită a provenienţei. Menţionarea provenienţei se face printr-o citare care permite identificarea piesei de creaţie preluate din opera autentică.*
> *v) Simpla menţionare a titlului unei opere autentice într-un capitol de bibliografie sau similar acestuia fără delimitarea întinderii preluării nu este de natură să evite punerea în discuţie a suspiciunii de plagiat.*
> *vi) Piesele de creaţie preluate din opera autentică se utilizează la construcţii realizate prin juxtapunere fără ca acestea să fie tratate de autorul operei suspicionate prin poziţia sa explicită.*
> *vii) In opera suspicionată se identifică un fir sau mai multe fire logice de argumentare şi tratare care leagă aceleaşi premise cu aceleaşi concluzii ca în opera autentică…"*

[1] Legea nr. 206/2004 privind buna conduită în cercetarea ştiinţifică, dezvoltarea tehnologică şi inovare, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 505 din 4 iunie 2004
[2] ISOC, D. *Ghid de acţiune împotriva plagiatului: bună-conduită, prevenire, combatere*. Cluj-Napoca: Ecou Transilvan, 2012.
[3] ISOC, D. *Prevenitor de plagiat*. Cluj-Napoca: Ecou Transilvan, 2014.

Grupul pentru Reformă şi Alternativă Universitară
Pagina web : www.graur.org Fondata în 2004 la Cluj Napoca. Nr.19643/24407/A/2004 din RN al ONG-urilor al Min. Justiţiei Romania, 400424 Cluj-Napoca // Dostoievski 26 E-mail: office@graur.org

CÎRCIU IONICĂ

RADARUL PANORAMIC DE BORD



EDITURA ACADEMIEI FORȚELOR AERIENE
„HENRI COANDĂ”

© Copyright 2008
Editura Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă"
Str. Mihai Viteazul nr. 160, Braşov, 500183
Telefon: 0268/423421, fax: 0268/422004
e-mail: secretariat@afahc.ro

RADARUL PANORAMIC DE BORD – CÎRCIU IONICĂ

Toate drepturile rezervate
Editurii Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă", Braşov

Referent ştiinţific: Prof.univ.dr.Stelian Pânzaru
Procesare text şi coperta: Autorul
Verificare text şi multiplicare: Daniela Obreja

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
CÂRCIU, IONICĂ
Radarul panoramic de bord / Cîrciu Ionică.- Braşov: Editura Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă", 2008
Bibliogr.
ISBN: 978-973-8415-52- 2

621 396.96

Editură recunoscută C.N.C.S.I.S., cod 288

Nr. c-dă: 45/ 04.12.2007
Tiraj: 25 ex.

CUPRINS

INTRODUCERE..... 5

Cap. I BAZELE FIZICE ALE RADARULUI..... 11

1.1.Principiul radarului pasiv..... 12

1.2.Radarul primar – elemente principale..... 14

1.3.Schema bloc a radarului primar..... 16

Cap. II RADARUL PANORAMIC DE BORD..... 33

2.1.Ecranul şi pupitrul unui radar panoramic de bord..... 33

2.2.Reprezentarea diferitelor repere pe ecranul indicatorului..... 38

Cap. III FOLOSIREA RADARULUI PANORAMIC DE BORD LA EFECTUAREA CALCULELOR DE NAVIGAŢIE..... 45

3.1.Determinarea punctului aeronavei cu ajutorul unei linii de poziţie (relevmentul adevărat al aeronavei) şi distanţa până la un reper de la sol..... 48

3.2.Determinarea punctului aeronavei prin măsurarea distanţei la două repere diferite..... 50

3.3.Determinarea vitezei la sol şi a derivei prin două puncte (poziţii) ale aeronavei..... 52

3.4.Determinarea vitezei la sol şi a derivei după deplasarea radială a reperelor..... 55

3.5.Determinarea vitezei la sol şi a derivei prin vizarea şi urmărirea unui reper oarecare..... 58

3.6.Determinarea coordonatelor ortodromice ale aeronavei..... 61

3.7.Determinarea derivei cu ajutorul radarului panoramic de bord pe baza efectului Doppler..... 65

Cap. IV FOLOSIREA RADARULUI PANORAMIC DE BORD PENTRU DESCOPERIRE ŞI OCOLIREA ZONELOR PERICULOASE ZBORULUI..... 69

4.1.Evitarea abordajelor cu alte aeronave de pe acelaşi drum sau un drum convergent..... 69

4.2.Evitarea ciocnirii cu solul în cazul zborului deasupra unui relief muntos..... 70

4.3. Descoperirea şi ocolirea zonelor orajoase. 72

4.4. Analiza semnalelor reflectate 74

4.5.Determinarea limitei superioare norilor cu focare orajoase..... 79

4.6. Ocolirea formaţiunilor noroase cu focare orajoase..... 82

Cap. V NOUTĂŢI ÎN DOMENIUL RADARELOR PANORAMICE DE BORD..... 89

BIBLIOGRAFIE..... 117

Introducere

Imaginea panoramică a terenului permite recunoaşterea obiectelor şi măsurarea coordonatelor lor. Datorită acestor posibilităţi SRL (staţie de radiolocaţie) panoramice se folosesc pe larg în aviaţie pentru bombardament, torpilare, lansarea rachetelor, *navigaţie* şi *cercetarea* de radiolocaţie a terenului. Pentru rezolvarea în cele mai bune condiţii a fiecăreia din problemele enunţate SRL panoramice trebuie să îndeplinească o serie de cerinţe generale dintre care cele mai importante sunt:

- calitatea ridicată a imaginii de radiolocaţie a locului (ce asigură o bună recunoaştere şi separare a ţintelor);
- precizia înaltă de determinare a coordonatelor;
- distanţa mare de acţiune;
- stabilitate la perturbaţii şi bruiaj;
- reproducerea cât mai reală a hărţii suprafeţei terestre cercetate.

Navigaţia aeriană este ştiinţa care se ocupă cu studiul mijloacelor şi procedeelor pentru conducerea aeronavelor în zbor.

Rolul navigaţiei aeriene constă în a îmbina cu

pricepere teoria cu practica folosirii diferitelor mijloace tehnice care stau la dispoziția echipajului, creându-se posibilitatea de a se executa întocmai zborul pe un drum ordonat, ieșirea la țintă cu precizie și la timpul fixat, rezolvarea cu succes a situațiilor neprevăzute care s-au ivit în timpul zborului și aterizarea în perfecte condiții, chiar fără vizibilitatea solului.

Pentru executarea navigației aeriene, echipajul folosește mijloace tehnice de bord și terestre, hărți, instrumente de măsură, grafice, monograme, tabele și alte documentare. După modul cum sunt întrebuințate aceste mijloace, cunoaștem următoarele sisteme de navigație:

a) *Navigația observată* (din vedere). Este primul sistem de navigație, care se folosește când solul se vede. Harta se confruntă permanent cu terenul survolat. Este simplă și precisă.

b) *Navigația estimată* se bazează pe indicațiile instrumentelor de la bord și pe calcule pregătite anterior și în timpul zborului, fără a se face vreo referire la reperele de pe sol.

c) *Navigația radio*, completează navigația estimată dându-i precizie mai mare în condițiile când solul nu se vede. Cu ajutorul mijloacelor radio se pot rezolva toate problemele de navigație în timpul zborului. După

mijloacele folosite se împarte în:

- navigație radio goniometrică:
  - de bord
  - terestră
- navigația cu radarul:
  - de bord
  - terestru
  - circulară
  - hiperbolică
  - Doppler

În prezent, navigația cu radar este cea mai des întrebuințată și folosește radiocompasuri, radiogoniometre, radiofaruri, stații de radiolegătură, radare terestre și de bord, radioaltimetre, radiobalize, radiomarchere, hărți, cronometre etc.

P01 d) *Navigația astronomică* cuprinde ansamblul procedurilor care asigură determinarea poziției avionului și urmărirea unui traiect determinat, prin observarea aștrilor cerești cu ajutorul unor instrumente specializate în acest scop.

e) *Navigația inerțială* permite determinarea poziției aeronavei și urmărirea unui traiect stabilit prin două sau mai multe puncte exprimate în coordonate geografice, pe baza informațiilor dobândite de forțele de

accelerație care acționează asupra celor trei axe ale avionului în zbor.

f) *Navigația după izobară* este utilizată în zborurile la mare înălțime deasupra oceanelor și permite controlul avionului în direcție prin determinarea derivei avionului și deci a drumului real urmat, din înălțimea citită la altimetrul barometric și radioaltimetru.

g) *Navigația spațială* sau cu ajutorul sateliților. Exemplificarea acestui tip de navigație constă în faptul că prin dispunerea constelației de sateliți, orice punct de pe glob poate fi observat în orice moment de către 6 până la 10 sateliți. Acest sistem (GPS) are ca mijloace segmentul spațial (sateliții), segmentul de comandă și control și segmentul de utilizare.

Navigația radio este metoda generală de navigație, folosită de toate categoriile și tipurile de avioane, de la cele mai mici, de turism, până la aerobuze și avioane supersonice. Ea se bazează pe utilizarea posibilităților pe care le oferă radiotehnica în determinarea direcției și distanței cu ajutorul undelor electromagnetice. Din această cauză ea oferă în același timp cel mai înalt grad de precizie și de automatizare în determinarea elementelor de navigație.

Dintre toate mijloacele radioelectronice de

navigație, în lucrarea de față vom studia **radarul panoramic de bord (r.p.b.)**.

P03 Radarul panoramic de bord este un mijloc de radionavigație goniotelemetric autonom foarte eficient atât în zborul deasupra uscatului cât și deasupra mării, atunci când pe întinderea ei și în limitele zonei de descoperire există insule sau țărmul uscatului.

Datorită gabaritului și greutății reduse este astăzi posibilă dotarea cu radare panoramice de bord a tuturor categoriilor de avioane, inclusiv a celor de turism.

Spre deosebire de alte mijloace goniotelemetrice, radarul panoramic de bord prezintă o serie de avantaje și anume:

a) numărul mare de repere existente pe sol și identificate pe ecran permit alegerea acelora mai caracteristice pentru determinarea gismentelor sau relevmentelor necesare orientării;

b) lipsa radiodeviației în determinarea relevmentelor;

c) folosirea reperelor terestre pentru determinarea vitezei de sol și a derivei;

d) localizarea în spațiu a formațiunilor noroase și identificarea acelora care conțin nuclee periculoase zborului;

e) permite descoperirea altor avioane care zboară în

față, asigurând prin aceasta prevenirea abordajelor;

f) oferă posibilitatea determinării obstacolelor și înălțimii de siguranță în regiunile muntoase.

În același timp, radarului panoramic de bord îi sunt atribuite următoarele dezavantaje:

- relevmentul avionului nu poate fi obținut direct, ci numai prin calcul, pe baza capului compas;
- pentru efectuarea corectă a diferitelor determinări, a identificării diferitelor categorii de repere, sunt necesare unele deprinderi practice.

CAPITOLUL I

BAZELE FIZICE ALE RADARULUI

Pentru a cunoaşte modul cum funcţionează un radar este necesar să se ţină cont de următoarele:

a) Energia electromagnetică sub forma undelor radio se reflectă de la diferite obiecte puse în calea propagării lor. Aceste obiecte poartă denumirea de ţinte;

b) Unele tipuri de antene speciale permit concentrarea energiei electromagnetice într-un fascicol îngust, ceea ce asigură o acţiune dirijată, adică trimiterea şi primirea dinspre direcţia ţintei a energiei electromagnetice reflectate, existând astfel posibilitatea de a se determina coordonatele ţintei;

c) Cunoscând viteza de propagare a undelor electromagnetice şi ţinând cont de timpul necesar unui semnal emis de a se deplasa de la staţia radar la ţintă şi de timpul necesar semnalului reflectat (numit câteodată şi *radioecou*) de a reveni la staţia radar, se poate cu uşurinţă determina distanţa până la ţintă;

d) Staţiile funcţionează în gama undelor centrimetrice şi decimetrice, care se propagă în linie dreaptă, nu ocolesc obstacolele, sunt influenţate foarte puţin de proprietăţile de refracţie şi difracţie, dar fiind foarte influenţate de proprietăţile reflexie şi absorbţie;

e) Regimul de lucru este acela de impuls, care permite să se concentreze pe o durată foarte scurtă un semnal foarte puternic, adică o mare cantitate de energie electromagnetică ce este radiată în spaţiu. Impulsurile sunt radiate unul după altul, la anumite intervale de timp, având între ele pauze. În timpul pauzelor funcţionează receptorul radarului, care se cuplează automat la aceeaşi antenă cu emiţătorul.

1.1. Principiul radarului pasiv

Funcţionarea radarului pasiv se bazează pe fenomenul de reflexie a energiei electromagnetice de către corpurile solide.

Dacă un impuls electromagnetic este emis, undele sale se propagă pornind de la sursă cu viteza $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Întâlnind în calea sa un obstacol, o parte din energia

electromagnetică este absorbită, funcție de materia din care este făcut obstacolul, iar o parte este reflectată în toate părțile cu aceeași viteză, deci și înspre radar.

Dacă în drumul lor undele întâlnesc un corp solid (un nor, un teren, de exemplu) o parte din energia transmisă este reflectată în direcția sursei cu aceeași viteză. Dacă energia reflectată este detectată de un receptor sensibil, aflat la locul sursei, se poate măsura întârzierea între momentul transmisiei și cel al detectării semnalului reflectat sau cu alte cuvinte ecoul.

Deoarece viteza este cunoscută se poate face un calcul simplu pentru a determina distanța între sursă și obiectul reflector sau țintă.

$$R = \frac{c \cdot t}{2} \qquad (1.1)$$

unde : R-distanța radar țintă

c-viteza de propagare a undelor electromagnetice

(c=300000Km/s)

t-timpul dus întors, radar-țintă.

$$\text{Deci : } R = \frac{300000 \cdot t(\text{sec unde})}{2} \text{ Km .}$$

Determinarea azimutului se face prin sincronizarea deplasării în azimut a antenei cu deplasarea baleiajului pe

ecran. Datorită principiului său de lucru radarul primar se mai numeşte şi radar pasiv..

1.2. Radarul primar – elemente principale

1.2.1 Compunerea sistemului radar primar

Staţiile radar sunt instalaţii complexe care cuprind: antena (A), comutatorul de antenă (CA), emiţătorul (E), receptorul (R), indicatorii (I), sistemul de alimentare (SA), sistemul automat de urmărire (antenă receptor SUA), sistemul de transmitere a datelor (STD), etc.

1.2.2 Schema bloc simplificată (fig.1.1)

Emiţătorul generează impulsuri în banda X pe care le transmite antenei prin intermediul comutatorului de antenă.

Receptorul amplifică ecourile recepţionate de către antenă. Semnalul de la antenă la receptor ajunge prin intermediul comutatorului de antenă.

Comutatorul de antenă protejează între ele emiţătorul şi receptorul.

De la receptor semnalul amplificat este aplicat la indicatori prin intermediul sistemului de transmitere a datelor.

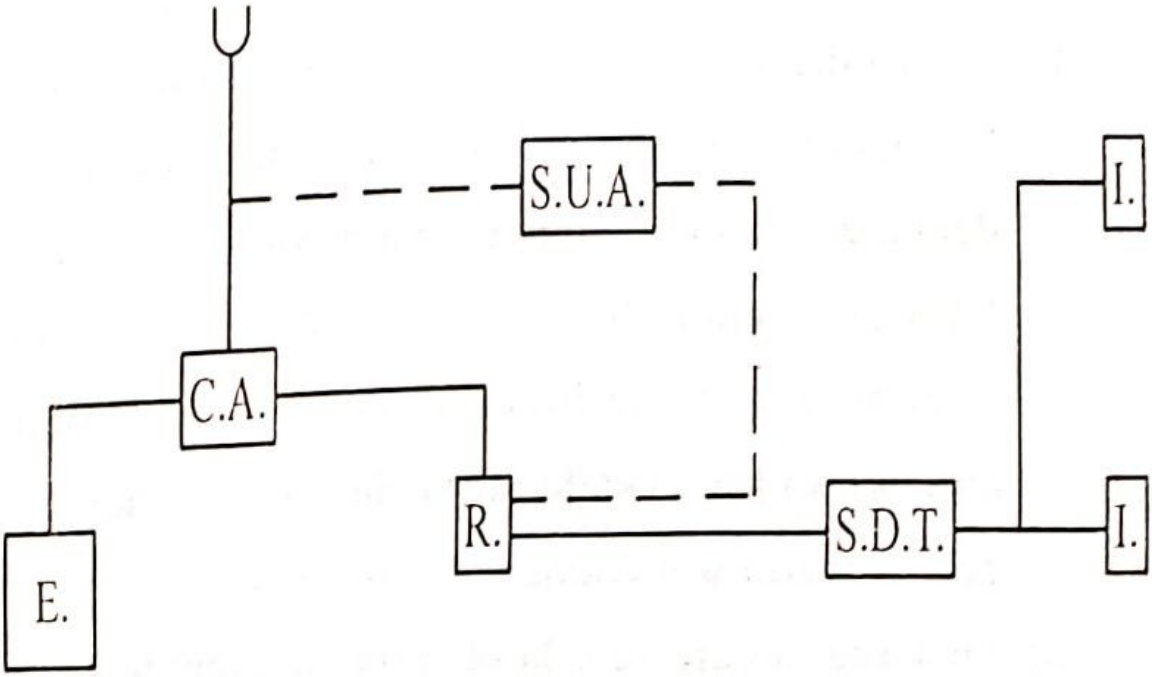


Fig.1.1 *Schema bloc simplificată a radarului primar*

În figura 1.1 mai avem notat sistemul de alimentare care asigură funcționarea întregului sistem și sistemul de urmărire automată care dă indicații în ceea ce privește azimutul.

1.2.3. Caracteristici

Cu toată complexitatea și diversitatea, această aparatură are următoarele caracteristici generale:

a) Utilizarea undelor electromagnetice pentru semnalarea prezenței și coordonatele

obiectului;

b) Transmiterea semnalelor sub formă de impulsuri care permit mărirea puterii de vârf, deci a distanței de acțiune și a preciziei;

c) Utilizarea unor antene cu o caracteristică de directivitate foarte îngustă, astfel încât poziția antenei să poată determina direcția pe care se află obiectul semnalat;

d) Distanța la care se află obiectul se determină în funcție de viteza de propagare a undelor electromagnetice, egală cu viteza luminii în spațiul liber (în realitate diferitele condiții meteorologice, ceață, ploaie, nori, etc. pot influența precizia acestei determinări).

1.3. Schema bloc a radarului primar

O schemă bloc (fig 1.2) se compune din:

A) *Emițător* compus din:

- bloc de sincronizare;
- bloc modulator;
- bloc generator de impulsuri de super înaltă frecvență.

B) *Receptor* compus din:

- mixer;
- amplificator de frecvență intermediară;
- detector de video frecvență;
- amplificator de video frecvență;
- generator de baleiaj;
- generator semne de distanță (decalibrare).

C) - *Bloc antenă* compus din:

- ghid de undă;
- comutator de antenă;
- sistem de urmărire;

D) - *Bloc indicator*

E) - *Sursă de alimentare*

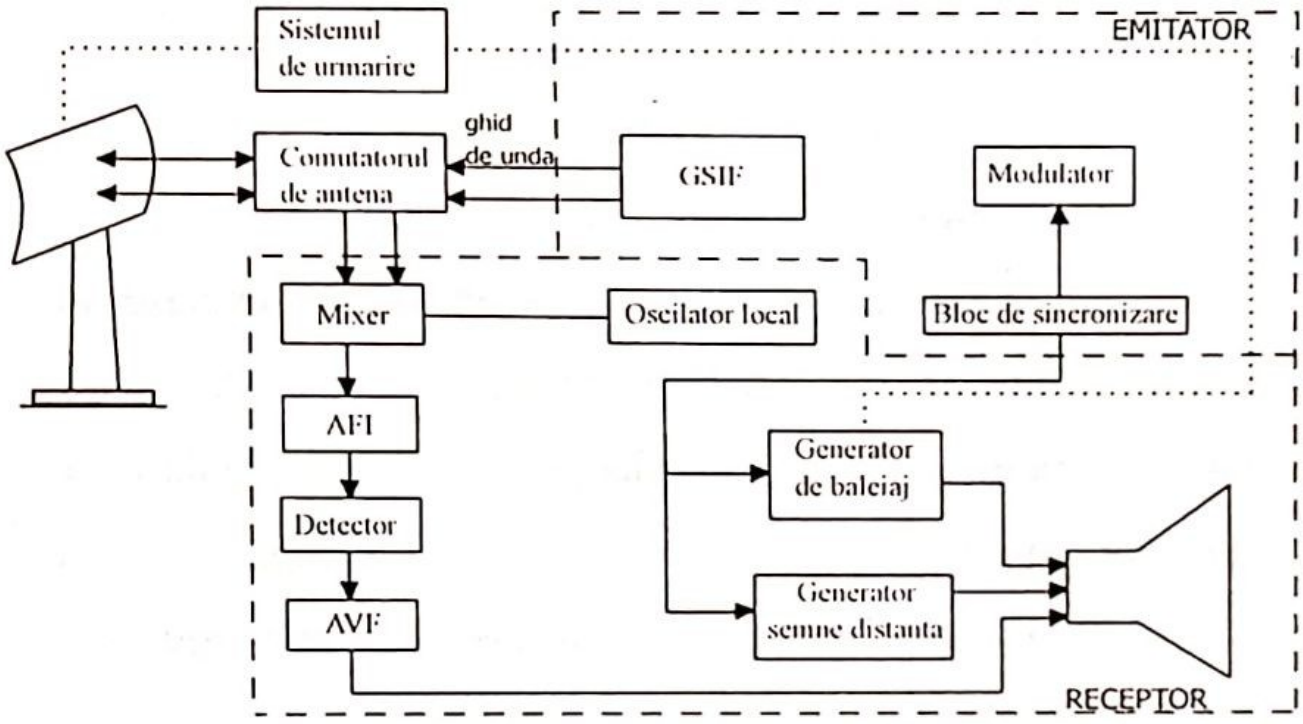


Fig.1.2 Schema bloc a radarului primar

Fiecare impuls radar este caracterizat prin formă, amplitudine şi durată. Amplitudinea impulsului este de fapt valoarea impulsului.

Durata de impuls este intervalul de timp în cuprinsul căreia se desfăşoară impulsul. Emiterea regulată a unei serii de impulsuri formează un tren de impulsuri.

Intervalul de timp dintre începutul a două impulsuri succesive se numeşte perioadă de repetare a impulsurilor.

Numărul de impulsuri într-o secundă se numeşte frecvenţa de repetare a impulsurilor.

Intervalul dintre impulsuri este invers proporţional cu durata impulsului şi cu frecvenţa de repetare. Astfel, dacă impulsul creşte, intervalul dintre impulsuri scade.

Cu cât intervalul dintre impulsuri creşte, cu atât creşte şi distanţa de acţiune a radarului.

În ceea ce priveşte frecvenţa de repetare a impulsurilor ea nu trebuie confundată cu frecvenţa undelor radio, care reprezintă numărul de oscilaţii a tensiunii câmpului electric în cuprinsul unui impuls.

Raportul dintre durata impulsului şi perioada de repetare a impulsului se numeşte ciclul de lucru al radarului.

Ciclul de lucru se mai poate spune că este egal cu raportul dintre puterea medie şi puterea maximă a impulsului.

Puterea medie a emiţătorului este puterea pe care acesta ar desfăşura-o dacă ar lucra continuu şi nu în impulsuri păstrând aceeaşi energie radiată.

În felul acesta se explică cum o staţie radar având o putere de impuls de 100KW necesită o putere medie de radiaţie de numai 0,1KW al emiţătorului.

În ceea ce priveşte distanţa de descoperire a radarului, aceasta depinde de distanţa vizibilităţii directe.

Emiţătorul radarului produce impulsuri de super înaltă frecvenţă de o anumită durată şi o anumită putere, pe care le emite în spaţiu cu o anumită frecvenţă de repetiţie (recurenţă) $f=\frac{1}{t}$.

Momentul emiterii fiecărui impuls reprezintă originea măsurătorilor.

În intervalul dintre cele două impulsuri consecutive, radarul recepţionează impulsuri reflectate pe care le transformă în informaţie pe ecran privind poziţia unei ţinte faţă de locul de amplasare a antenei radarului.

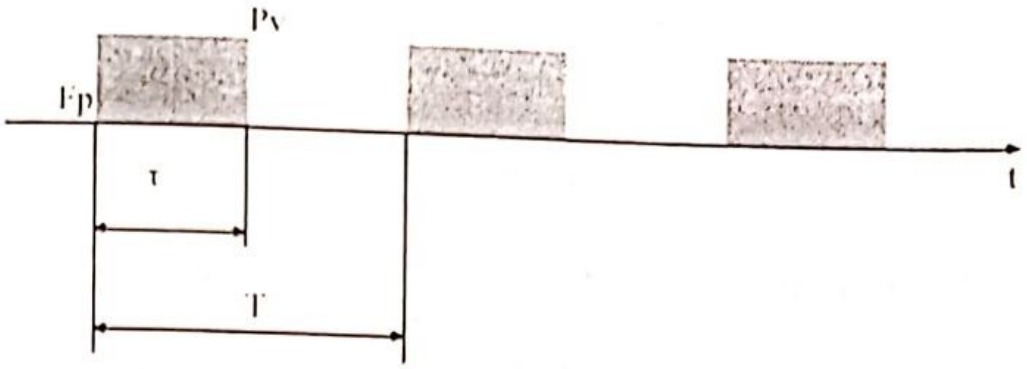


Fig. 1.3 *Parametrii impulsului radar*

τ - durata impulsului

T - frecvența de repetiție

Fp - frecvența super înaltă

Pv - puterea la vârf

Pentru obținerea acestor informații este necesar să existe o sincronizare între blocurile radarului și baleiajul antenei.

Sistemul de urmărire sincronizează deplasarea antenei în azimut cu desfășurarea generatorului de baleiaj.

Forma de semnal a emițătorului și receptorului radar se poate vedea în figura 1.4 de mai jos.

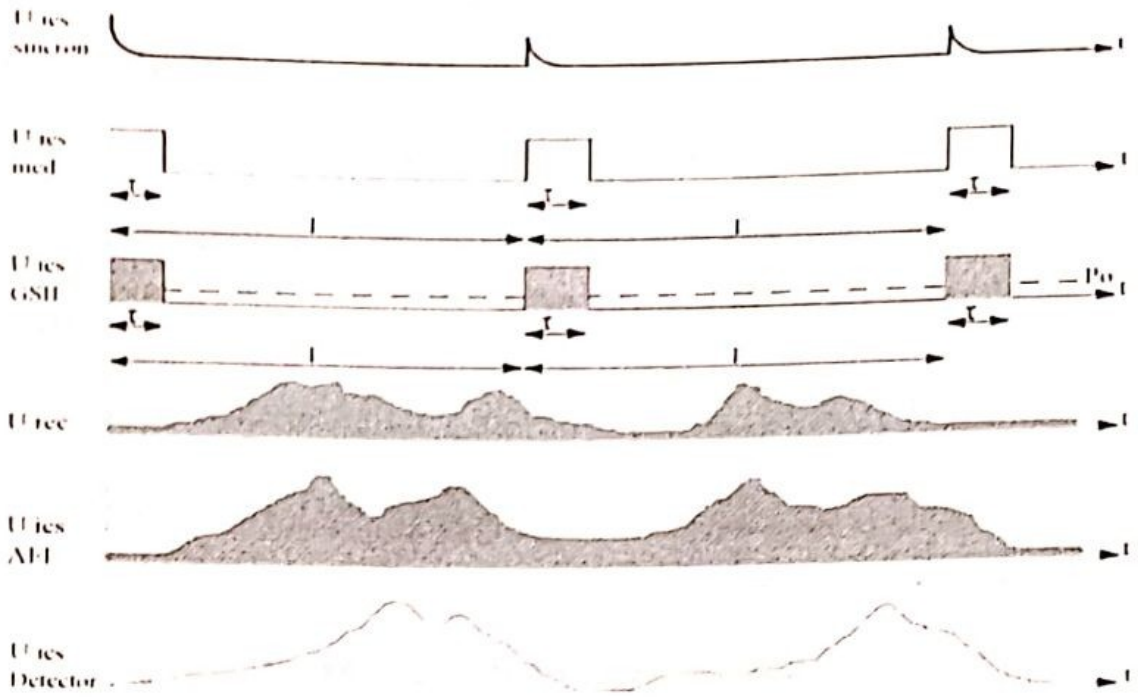


Fig.1.4 *Forma de semnal a emițătorului și receptorului radar*

A) – **Caracteristicile emițătorului**

- Blocul de sincronizare – (trigger) – fixează originea de timp și ritmul interogării radarului, conține oscilatorul pilot ce generează impulsuri de sincronizare pentru:

a) – impulsurile de comandă necesare cuplării emițătorului și blocării receptorului și invers;

b) – impulsurile de pornire a desfășurării bazei de timp pentru indicatori;

c) – impulsuri pentru generarea semnalelor de distanță;

d) – impulsuri pentru începutul emisiei cu începutul deplasării spotului din centrul ecranului către marginea sa.

- Blocul modulator – are rolul de a amplifica impulsurile de la sincronizator și de a forma impulsuri;
- Bloc generator de super înaltă frecvență – are rolul de a genera impulsuri de super înaltă frecvență Fp:
- Tuburile electronice de super înaltă frecvență au circuitele oscilante înglobate în tub, astfel încât ele devin amplificatori sau oscilatori;
- Tuburile speciale utilizate în banda de super înaltă frecvență sunt: *clistronul reflex*, tubul cu undă progresivă și *magnetronul*;
- Magnetronul este cel mai utilizat tub de putere, el poate debita o putere la vârf de ordinul megawatt-lor în impuls.

Puterea medie și factorul de umplere: - puterea medie se poate exprima în funcție de puterea de vârf, durata impulsului și frecvența de repetiție care este $f=\frac{1}{T}$.

Astfel : $Po=Pv\cdot\tau\cdot f$.

Raportul $\frac{\tau}{T}$ se numește factor de umplere și

reprezintă raportul perioadă activă - perioadă de repaus a magnetronului.

În concluzie, caracteristicile tehnice ale emițătorului sunt:

- frecvența oscilației generale (Fp)
- durata impulsului de înaltă frecvență (τ)
- puterea la vârf a emițătorului (Pv)
- puterea medie (Po)

B) – **Caracteristicile receptorului de radiolocație**

Receptorul de radiolocație are rolul de a separa semnalul ecou ce vine de la obiect (țința) de perturbații, de a-l amplifica şi transforma în semnal video care este aplicat apoi indicatorului.

Mai nou se utilizează amplificatorul cu reducerea zgomotului (amplificator parametric).

Semnalul recepționat este mixat cu ajutorul semnalului generat de oscilatorul local, rezultând frecvența intermediară (FI).

Componentele receptorului de radiolocație sunt:

- <u>Amplificatorul de frecvență intermediară (AFI)</u>

  Amplificarea etajelor de recepție este de ordinul 10^4 ori.

Frecvența intermediară (FI) trebuie să fie suficient de mare pentru a nu intra în banda de frecvență a amplificatorului video.

- Detectorul de video frecvență

Trebuie să transforme impulsurile de medie frecvență în impuls de joasă frecvență cu distorsiuni cât mai mici, cu un factor de transfer bun și să permită frecvenței intermediare să treacă spre etajul video.

- Amplificatorul de video frecvență

Are rolul de a transmite, amplifica impulsurile video și a îmbunătăți forma lor, astfel încât să poată fi aplicate indicatoarele.

- Generator de baleiaj

Permite desfășurarea semnalului de baleiaj pe tub în conformitate cu comanda de urmărire a antenei.

- Generator semnale de distanță

Are rolul de a prezenta marcajele de distanță pe ecran. Dacă este un indicator al poziției plane apar cercuri concentrice din centrul ecranului-partea de jos ca funcție de începere a bazei de timp.

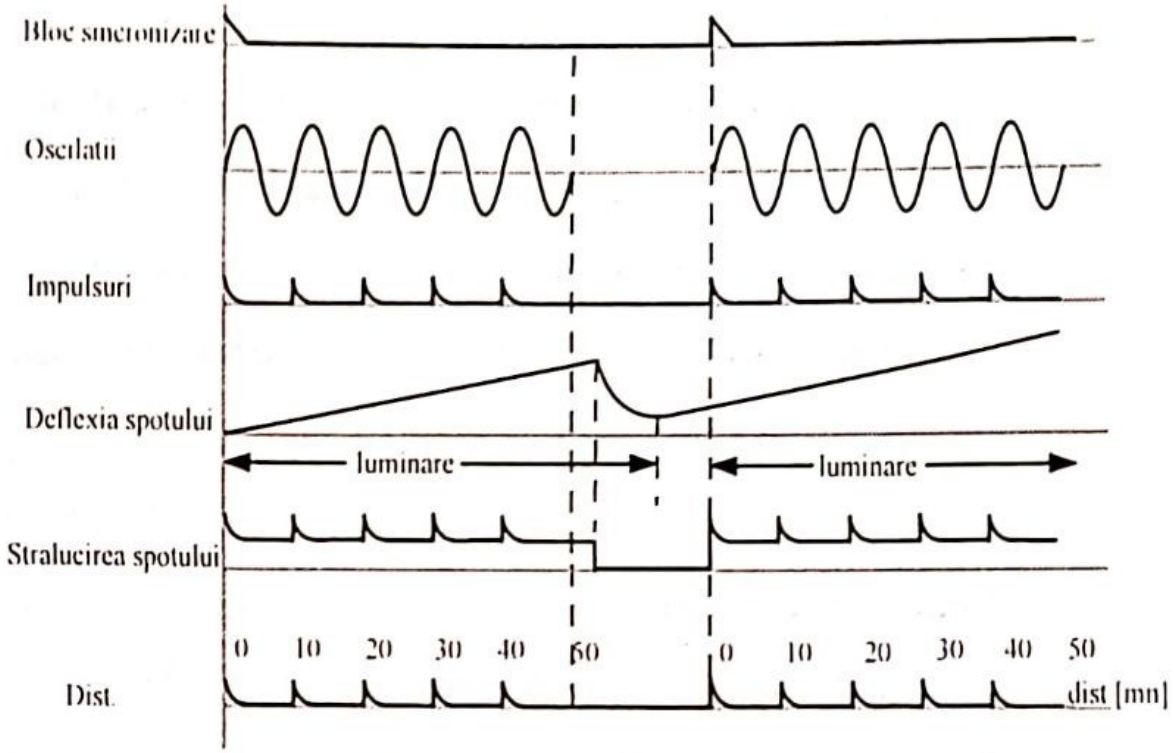


Fig.1.5 *Corelarea distanță-spot*

Dacă marcajele de distanță sunt cerute, de exemplu: la 10, 20, 30, 40 şi 50 mn atunci blocul de sincronizare comandă un oscilator care produce o serie de impulsuri egal distanțate la intervale ce corespund cu distanța radar de 10, 20, 30, 40, 50 mn.

În fig.1.5 se observă baza de timp. Remanența mare lasă o serie de cercuri concentrice corespunzând cu distanța cerută şi fixată.

C) - Bloc antenă

Antena este acea parte a unui sistem destinat emiterii şi recepționării energiei electromagnetice.

Principalele tipuri de antene utilizate în radiolocație sunt:

a) Antena cu reflector parabolic este constituită dintr-o sursă de radiație electromagnetică dispusă în focarul unui reflector parabolic (în secțiune reflectorul prezintă curba numită parabolă de unde vine și denumirea sa).

b) Antenele fantă, care sunt din ce în ce mai mult utilizate la radarele primare de supraveghere și de asemenea la radarele panoramice de bord.

Raza de acționare a unui sistem de antenă cu fantă poate să fie mărită prin utilizarea unui reflector. Constructiv antenele fantă se prezintă deosebit de simplu, fiind niște crestături practicate în pereții unor ghiduri de undă.

Blocul antenă este compus din: ghid de undă, comutator de antenă, sistem de urmărire.

Ghidul de undă

Ghidul de undă face legătura între blocul de emisie și antenă, deoarece la frecvențe mai mari de 300Mhz ($3cm<\lambda<10cm$) pierderile în cablul coaxial devin mai mari.

Unica metodă de alimentare a antenei este cu

ajutorul ghidului de undă.

Un ghid de undă este un tub metalic (flexibil sau nu) ale cărui dimensiuni trebuie să fie corespunzătoare lungimii de undă.

Principalele tipuri de ghiduri uniforme sunt cele cu secțiune dreptunghiulară, circulară și eliptică.

În mod normal, în ghidurile de undă are loc o concentrare a energiei care se propagă de-a lungul axului ghidului.

Rezultă intuitiv că dacă ghidul nu este infinit de lung, ci de lungime finită, terminându-se în „gol", această extremitate liberă va radia, existând o continuitate între fenomenul din ghid și cel din spațiul liber.

Deci ghidul de undă va radia energie electromagnetică spre reflector.

Comutatorul de antenă

Acesta reprezintă un dispozitiv electronic a cărui menire este aceea de a conecta automat și alternativ la blocul de antenă emițătorul și receptorul stației radar astfel : în momentul începerii radierii energiei electromagnetice a impulsului, el conectează antena la emițător și închide intrarea receptorului, ferindu-l de deteriorare.

După determinarea impulsului, deci a radierii, el deschide intrarea receptorului şi deconectează emiţătorul pentru ca semnalul recepţionat să intre numai în receptori.

Caracteristica de directivitate

Staţiile radar moderne dispun de un coeficient de directivitate foarte ridicat atât în plan orizontal cât şi în plan vertical. Diagramele antenelor în plan orizontal au ca origine a măsurătorilor de obicei direcţia nordului magnetic, iar diagramele de directivitate în plan vertical se construiesc de obicei prin natura unghiurilor de la orizontală în jos sau în sus.

Aproape toate antenele directive au diagrame de directivitate compuse din câteva petale (lobi), din care una este principală sau de bază şi câteva laterale, care se numesc şi petale parazite.

Cu cât petalele laterale sunt mai mici şi cu cât petalele principale sunt mai înguste cu atât este mai mare directivitatea antenei.

Petala principală reprezintă de fapt fascicolul de energie electromagnetică folosită în lucrul radarului.

Pentru a defini caracteristica de radiaţie a antenei se mai foloseşte ca parametru unghiul de deschidere al diagramei de directivitate în plan orizontal şi vertical.

Se deosebesc două categorii principale de diagrame de directivitate: diagrama îngustă şi diagrama cosecantă pătrat (cosec ^{2}).

Diagrama îngustă (fig.1.6) este folosită la radarul de bord pentru descoperirea formaţiunilor orajoase.

P15

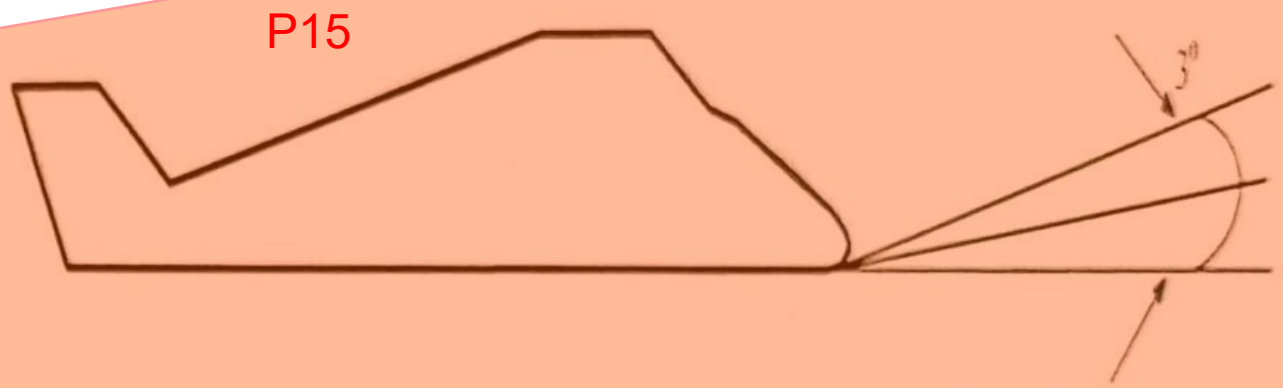


Fig.1.6- *Diagrama îngustă a unui radar de bord*

P16

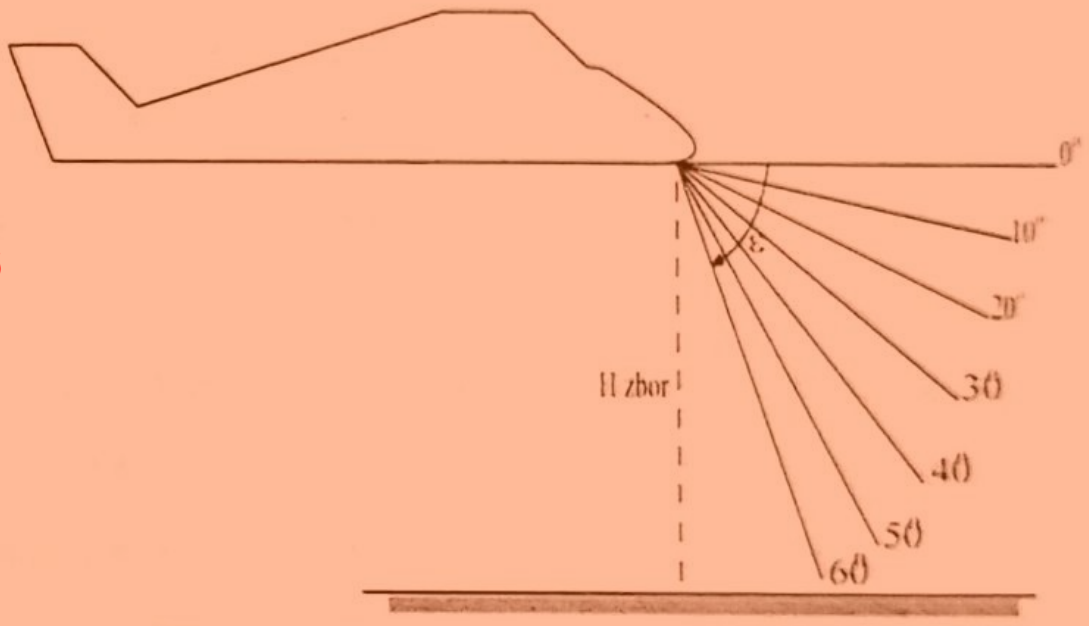
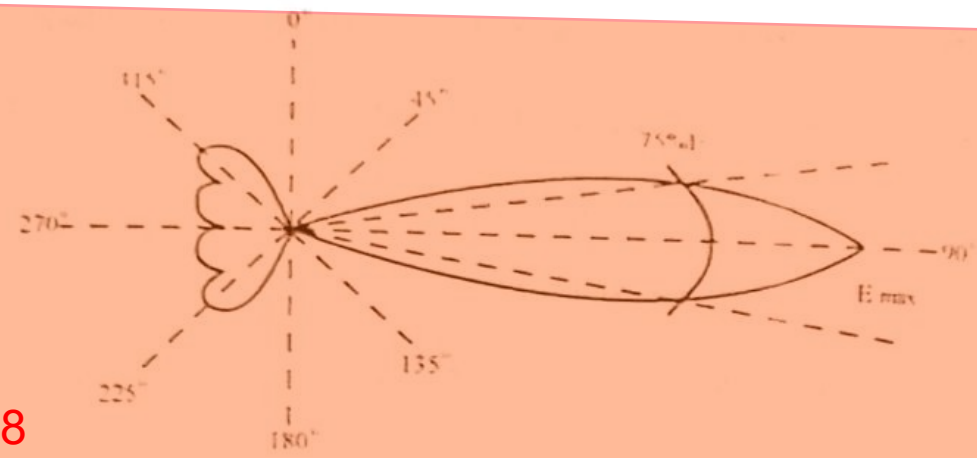


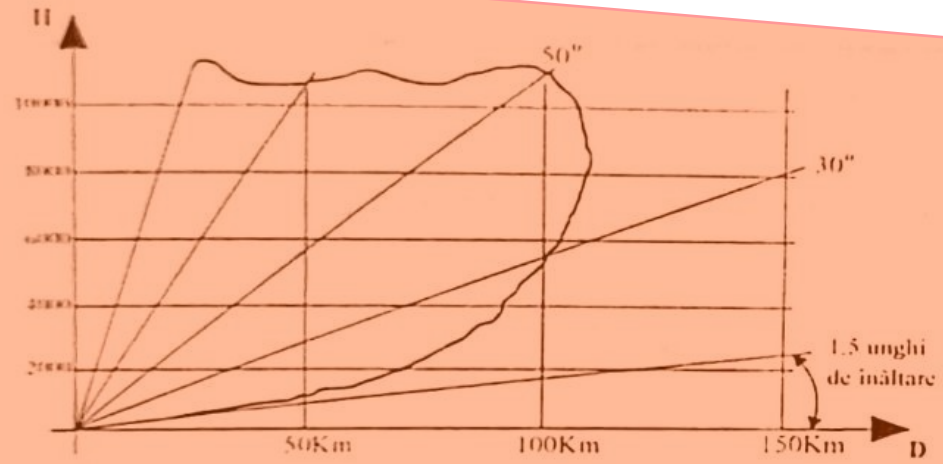
Fig.1.7-*Diagrama cosecantă a unui radar panoramic de bord*

Diagrama cosecantă pătrat (fig.1.7, 1.8, 1.9) este folosită de radarul panoramic de bord pentru identificarea reperelor de la sol.



P18

Fig.1.8- *Diagrama cosecantă pătrat în plan orizontal a unui r.p.b.*



P19

Fig.1.9-*Diagrama cosecantă pătrat în plan vertical a unui r.p.b.*

Capacitatea de separare a radarului este posibilitatea pe care o are de a deosebi două ținte apropiate, dar situate diferit în distanță, azimut și unghi de înălțare.

Capacitatea de separare în distanță – este cea mai mică distanță între două ținte care se găsesc pe același plan orizontal și la același azimut de la care se poate face observarea fiecăreia dintre ele.

Capacitatea de separare în azimut – este unghiul format între două ţinte (cel mai mic) care se află la aceeaşi distanţă de staţie şi în acelaşi plan orizontal şi care pot fi observate separat pe ecran.

Capacitatea de separare în unghi de înălţare – este cel mai mic unghi de înălţare între două ţinte care se găsesc la acelaşi azimut, de aceeaşi depărtare, dar înălţimi diferite şi care se pot deosebi pe ecranul radarului.

Sistemul de urmărire – pentru a măsura azimutul unei ţinte cu ajutorul unui radar, azimutul fascicolului principal a lobului antenei direcţionale, în referire la un reper fix (corpul avionului), este convertit într-un semnal electric.

Acest semnal poate fi obţinut prin tehnica numerică sau analogică. Se utilizează câteva metode de generare a unui semnal analogic de azimut, cele mai cunoscute fiind utilizarea unui rezolver sincron cu raport 1:1 montat pe axul de rotaţie al antenei, rezolverul sincron este similar cu un alternator bifazic din punct de vedere constructiv.

D) – Bloc indicator (ECRANUL)

Principala funcţie a ecranului este de a transforma datele referitoare la coordonatele ţintei care îi provin sub formă de semnale electrice într-o imagine uşor de

interpretat.

Cel mai des folosit este tubul cu raze catodice care permite transformarea semnalelor electrice în semnale optice. Mai nou imaginea poate fi prezentată pe un ecran TV – alb negru sau color sau pe un ecran cu plasmă.

Principalii factori care caracterizează tubul catodic sunt:

- dimensiunile ecranului
- sensibilitatea
- persistența imaginii
- puterea de separare
- dimensiunile generale
- greutatea
- puterea absorbită

E) – Sursa de alimentare

Sursa de alimentare a stațiilor radar furnizează tensiunea necesară funcționării întregului sistem radar, emițătorului și receptorului. Puterea necesară pentru alimentare depinde de tipul stației și variază în limitele câtorva sute de Watt-i.

Stațiile radar de la bordul avioanelor se alimentează de la sursele de alimentare de curent alternativ și continuu de bord, în cazul în care cele două există:

26V/400Hz sau 36V/400Hz; 115V/400Hz; 27,5V c.c.

CAPITOLUL II

RADARUL PANORAMIC DE BORD

2.1. Ecranul şi pupitrul de comandă al unui radar panoramic de bord

P24 Radarul panoramic de bord emite două petale diferite: o petală foarte îngustă (petală ac) a cărei lărgime este în jur de 3°, destinată pentru descoperirea formaţiunilor orajoase şi o petală de tip cosec pătrată a cărei deschidere în plan vertical este cuprinsă între 25°-35° cu o lăţime de aproximativ 3°. Acest fascicol este destinat supravegherii solului şi determinării elementelor de navigaţie: viteza la sol, deriva şi relevmentul şi punctul avionului, având particularităţile:

- precizia în determinarea azimutului : + 1,5°-2° ;
- precizia în determinarea distanţei : 2-3%;
- precizia în determinarea unghiului de înălţare :+ 1%.

Frecvenţele de lucru mai sus menţionate (lungimea de undă λ=3cm) sunt critice pentru radarul de bord deoarece o frecvenţă mai mică de 9300 MHz nu prezintă particularităţile de reflecţie cele mai corespunzătoare nevoilor pentru care a fost conceput radarul, iar o

frecvență mai ridicată decât 10000 MHz din contră este ușor reflectată de ceață și nori, ceea ce de asemenea l-ar face inutilizabil în anumite condiții meteorologice de zbor.

Datorită proprietăților de reflectare a diferitelor obstacole de pe suprafața terenului și a lungimii de undă critice a radarului de bord, prin observarea liniei de desfășurare, se pot determina ce anume repere se află în direcția de zbor a avionului.

Pentru a obține imaginea terenului, antena are o mișcare de balans continuă în sector, radierea în spațiu făcându-se numai în deplasarea antenei dinspre stânga spre dreapta și sincron cu aceasta se deplasează și linia desfășurării de pe ecranul indicatorului.

Ecranul indicatorului are însușirea de iluminare remanentă datorită căreia imaginea luminoasă a fiecărei linii de desfășurare se menține câteva secunde, ceea ce dă posibilitatea observării simultane a imaginii întregului sector.

Odată cu imaginea reperelor de pe ecran apar și gradațiile de azimut din 10°-15° imprimate de regulă pe ecran, precum și semnalele de calibrare a distanțelor sub formă de arce de cerc.

Folosirea unui radar panoramic de bord modern este foarte simplă și nu necesită nici un fel de control de

tensiuni şi curenţi.

Aşa cum se vede în figura 2.1. pe panoul radarului panoramic se găsesc următoarele elemente de comandă necesare funcţionării :

- butonul de pornire al radarului. La comutarea acestuia după un interval de 3—5 minute, radarul intră automat în funcţiune ;
- butonul pentru oprirea funcţionării radarului ;
- comutatorul regimului de lucru cu cinci poziţii : în prima poziţie **„PREGĂTIT"** deşi radarul este pornit, antena nu se mişcă şi nu emite. În a II-a poziţie, **„SOLUL"**, radarul începe să lucreze pentru observarea terenului survolat. Antena efectuează mişcarea basculantă stânga-dreapta şi emite de regulă diagrama cosec pătrată. În poziţia a treia **„METEO"**, radarul se utilizează pentru descoperirea şi ocolirea norilor de furtună. În acest regim de lucru antena emite diagrama îngustă (ac). În poziţia a IV-a, **„CONTUR"**, se pune în evidenţă, pentru imaginea norilor de pe ecran prezenţa nucleelor de furtună periculoase zborului. În poziţia a V-a, **„DERIVA"**, mişcarea de balans a antenei încetează. Suprapunerea diagramei de

directivitate de-a lungul vectorului vânt se realizează deplasând antena în azimut cu ajutorul a două butoane ;

- butonul pentru deplasarea antenei în plan vertical permite obținerea unor unghiuri cuprinse între +10° ale diagramei înguste ;
- comutatorul scărilor permite alegerea scării necesare după nevoile de navigație. De regulă, pentru scările mari, de exemplu 30-50-100Km, antena radiază numai petala cu diagrama cosec pătrată. Pentru scările mai mici, de exemplu 250Km, diagramele se alternează, odată diagrama cosec pătrată, odată diagrama îngustă. Pentru distanțe de descoperire mai mari, spre exemplu scara 375Km, este posibil ca radarul panoramic să utilizeze numai diagrama îngustă ;
- butonul pentru reglajul manual al acordului heterodinei și care se utilizează numai atunci când, din anumite motive, acordul automat al acestuia nu se realizează ;

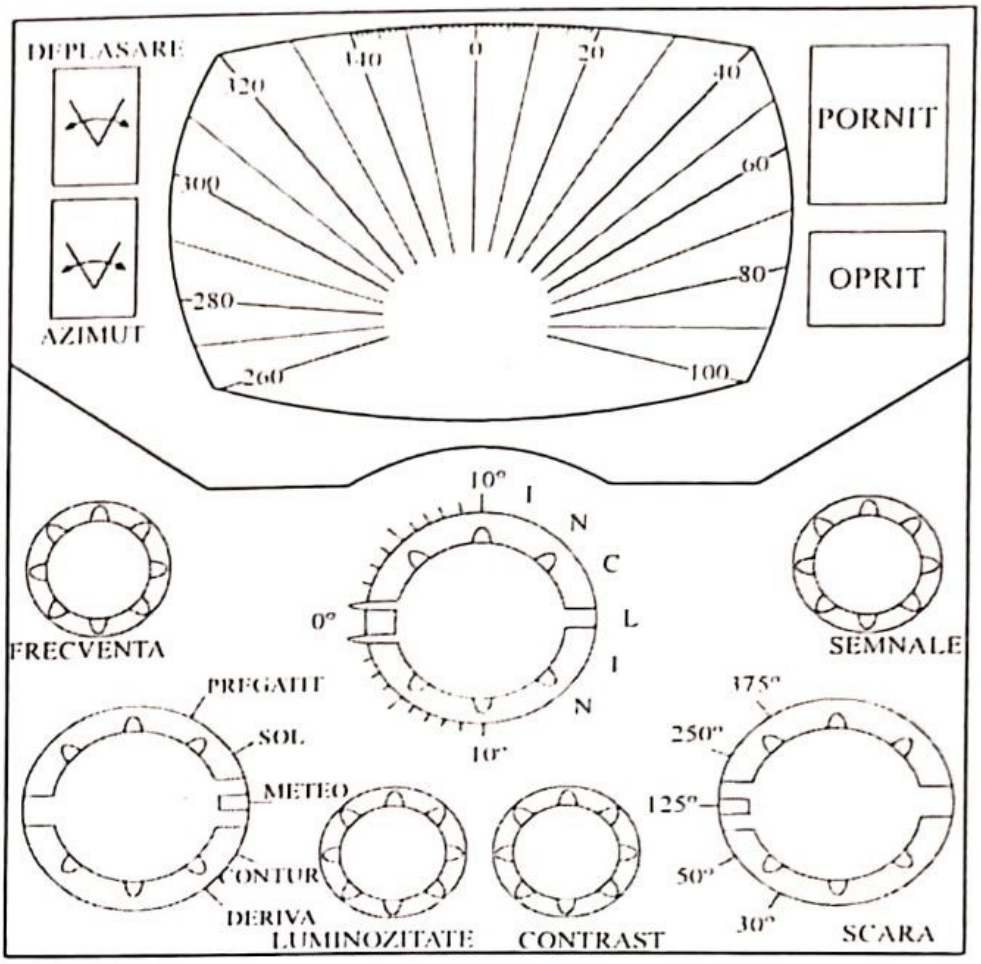


Fig.2.1- *Ecranul şi pupitrul de comandă a unui r.p.b.*

- pe panoul de comandă a radarului panoramic se mai află butonul pentru reglajul luminozității ecranului, al contrastului imaginii țintelor şi al luminozității semnalelor de calibrare a distanțelor.

2.2. Reprezentarea diferitelor repere pe ecranul indicatorului

Intensitatea iluminării diferitelor ţinte pe ecran depinde de intensitatea semnalului reflectat şi deci de capacitatea obiectelor de pe sol de a reflecta undele radio, iar capacitatea de reflecţie este determinată de natura obiectelor şi de suprafaţa lor.

Astfel şesurile, arăturile, lanurile sau păşunile, dau reflecţii puţin dispersate şi numai o mică parte a acestora, reflectate spre avion, vor fi recepţionate.

De aceea, pe ecranul indicatorului terenul şes apare ca un fond slab luminat, fără contururi precise.

Masivele păduroase reprezintă pentru undele radio o suprafaţă cu asperităţi şi dau imagine dispersată puţin mai mare decât reflecţia de la un teren neîmpădurit.

Petele de pe ecranul indicatorului sunt ceva mai deschise decât ale terenului neîmpădurit şi fără contururi clare.

Iarna, contrastul imaginilor de pădure creşte puţin, deoarece un şes uniform acoperit cu zăpadă dă un contrast mai pronunţat în comparaţie cu suprafaţa pădurii.

Suprafeţele de apă şi litoral reprezintă imaginea cea mai fidelă şi uşor de interpretat a solului.

Suprafața de apă liniștită reflectă undele radio după legile reflecției de oglindă și de aceea, acestea căzând pe o suprafață de apă sub un unghi oarecare, diferit de verticală, vor fi reflectate sub același unghi și nu se vor înapoia spre antenă.

Din această cauză, suprafața apei este reprezentată pe ecranul indicatorului sub formă de pete întunecoase, cu margini conturate precis, mai ales dacă litoralul are marginile înalte (fig.2.2).

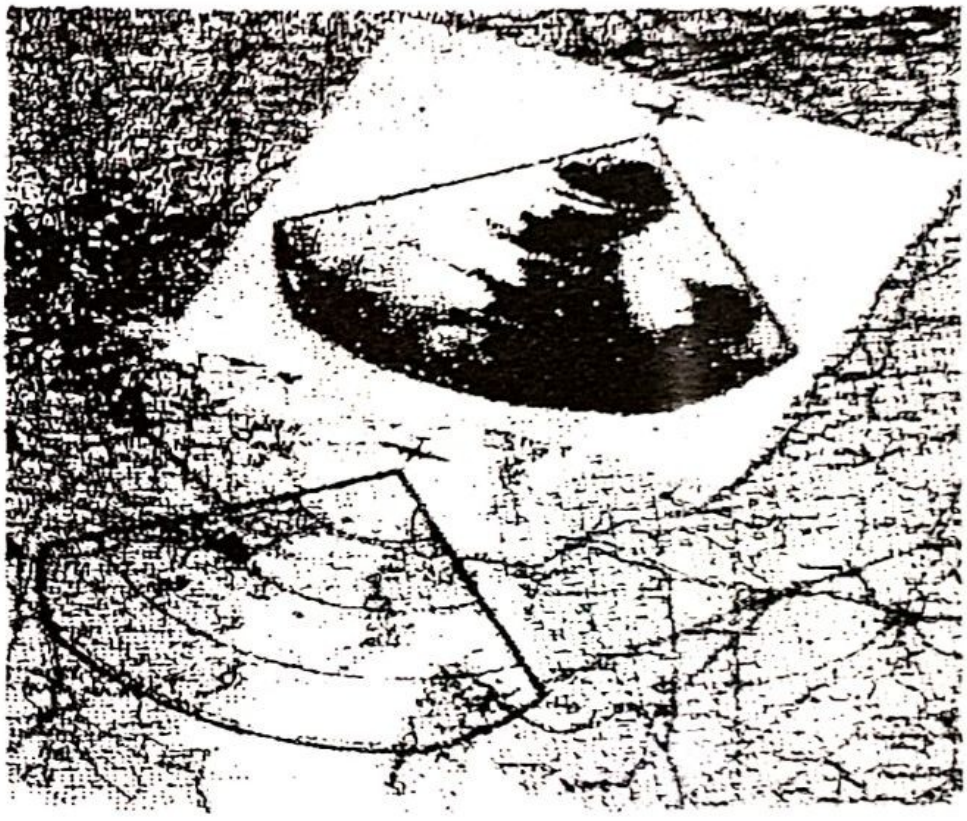


Fig.2.2- *Reprezentarea mării și a litoralului pe ecranul radarului*

De asemenea, conturul litoralului se distinge mai clar în zborul dinspre mare spre uscat.

Construcțiile portuare de pe mal se disting foarte bine sub formă de pete și benzi luminate puternic.

Insulele se remarcă clar pe fondul întunecat al suprafeței de apă sub formă de pete luminoase bine conturate.

Zonele cu valuri mari dau reflecții dispersate și se observă sub formă de pete, mai luminoase decât suprafața întunecată a apei, în special în direcția opusă mișcării lor.

Iarna, suprafețele uniforme de gheață nu modifică particularitățile de reflectare ale apelor, cu excepția unui strat gros de zăpadă, care dispersează parțial undele radio și micșorează contrastul litoralului.

În regiunile polare, ghețarii și banchizele sunt de asemenea ușor de deosebit pe fondul întunecos al apelor. Râurile mari se observă bine pe ecran sub forma unor benzi caracteristice întunecate.

Râurile mici, mai ales în regiuni deluroase și muntoase, sunt foarte greu de interpretat.

Terenul muntos, foarte accidentat, este reprezentat pe ecran sub formă de pete și benzi luminoase și întunecoase.

Petele strălucitoare reprezintă reflecțiile de la pantele apropiate, iar petele închise corespund pantelor îndepărtate care, așa cum se vede în figura 2.3, sunt umbrite de creste nu dau reflecții inverse.

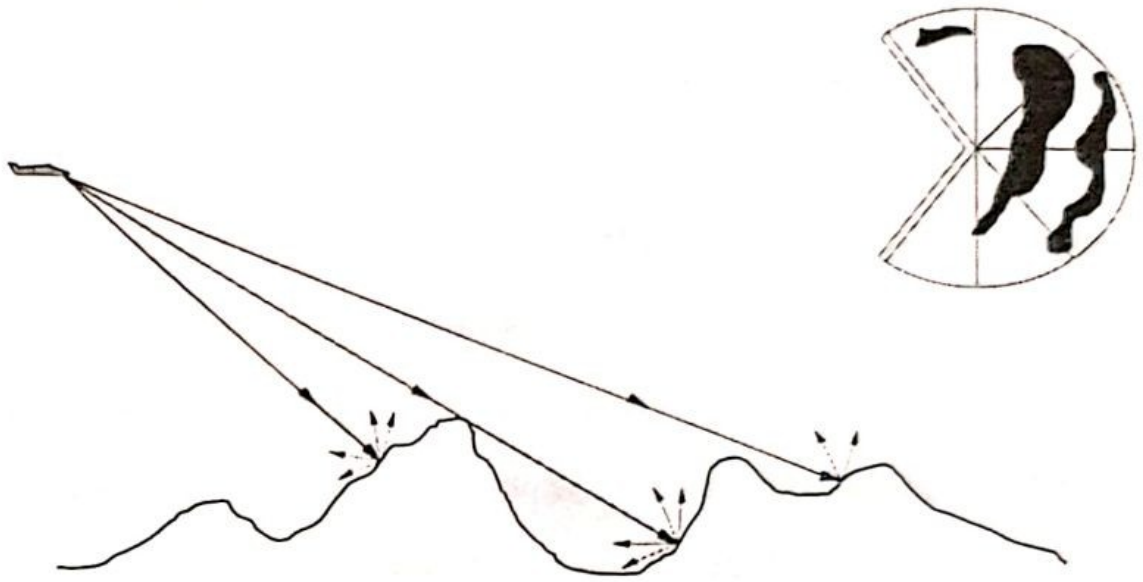


Fig.2.3- *Reprezentarea terenului muntos*

Cel mai bine se disting înălțimile și piscurile izolate care se înalță de pe platouri relativ uniforme.

Reprezentarea localităților depinde în primul rând de caracterul construcțiilor.

Localitățile urbane se remarcă ușor, sub forma unor pete mai luminoase decât terenul înconjurător, de asemenea și centrele mari industriale.

Podurile, șoselele și căile ferate pot fi ușor identificate, mai ales atunci când sunt amplasate peste râuri mari. Pentru identificarea căilor ferate este necesară

o oarecare rutină. Mai uşor se identifică însă căile ferate electrificate.

Fenomenele periculoase zborului ca descărcările electrice, grindina, ploaia intensă cu turbulenţă pot fi descoperite pe ecranul radarului de la distanţă suficientă pentru luarea măsurilor de ocolire.

Norii de ploaie, cumuli obişnuiţi fără turbulenţă sau însoţiţi de turbulenţă slabă nepericuloasă zborului apar sub forma unor pete puternic luminate (fig.2.4).

În cazul existenţei unui focar orajos în cuprinsul formaţiunii noroase descoperite acesta va apare conturat în negru şi denotă că trebuie neapărat evitat.



Fig.2.4- *Prezentarea pe ecran a norilor de ploaie şi a unui nucleu orajos*

Pentru executarea orientării cu ajutorul unei staţii radar panoramic de bord este necesar să se cunoască raionul zborurilor, caracterul imaginii de radiolocaţie a reperelor pe ecranul indicatorului, precum şi să se citească corect această imagine; este necesar să se cunoască confruntarea şi trasarea drumului pe hartă şi lucrul cu radarul, să se cunoască obţinerea unei imagini precise şi cu contrast.

Când se urmăresc imaginile pe ecranul indicator este necesar să se ţină seama de deformarea configuraţiei reperelor la apropierea acestora de centrul ecranului. Cauza acestei deformări constă în aceea că desfăşurarea radială pe ecran se realizează după distanţa în plan înclinat, iar reperele pe suprafaţa pământului sunt dispuse după distanţa în plan orizontal.

La periferia ecranului aceste deformări în mod practic sunt neglijate şi nu se ţine seama de ele.

Recunoaşterea reperelor se execută după obţinerea unei imagini precise şi cu contrast în modul următor.

Executându-se confruntarea şi trasarea drumului, se determină pe hartă raionul poziţiei probabile a avionului şi se apreciază ce fel de repere de radiolocaţie se află în acest raion în limitele de observaţie a staţiei. Orientându-se harta după compas, se observă pe aceasta

indiciile caracteristice ale reperului (conturul, dimensiunile, dispunerea față de alte repere) și se determină gismente și distanțele aproximative până la repere.

După aceasta, confruntându-se imaginea de pe hartă cu imaginea de pe ecranul indicator, se caută reperul care urmează a fi recunoscut pe imaginea generală de radiolocație.

Pentru a se convinge că imaginea de pe ecran corespunde în realitate cu reperul recunoscut, este necesar să se confrunte alte imagini de pe ecran cu reperele de pe hartă. După recunoașterea reperelor se poate trece la determinarea locului avionului.

Confruntarea și trasarea drumului asigură posibilitatea navigatorului să stabilească raionul locului avionului. În acest timp o importanță deosebită o are deprinderea navigatorului de a executa trasarea din ochi a drumului pe hartă.

Iar deprinderea în citirea de radiolocație se capătă pe timpul lucrului cu indicatorul radarului, în timpul executării zborurilor pe traiect, deasupra unui teren cât mai diferit și variat.

CAPITOLUL III

FOLOSIREA RADARULUI PANORAMIC DE BORD LA EFECTUAREA CALCULELOR DE NAVIGAȚIE

Cu ajutorul radarului panoramic de bord se pot rezolva toate problemele de navigație aeriană, începând cu identificarea reperelor survolate și până la determinarea elementelor de navigație.

Pentru identificarea reperelor terestre este necesar a se alege pe ecran scara cea mai convenabilă scopului urmărit. Astfel, pentru repere de suprafață mari se poate alege o scară mică, de exemplu 250 Km, unde nu este necesară o precizie prea mare, pe câtă vreme pentru o orientare de detaliu se va alege scara de 50 la 100Km.

P27 Determinarea poziției avionului se poate efectua cu multă precizie după relevmentul și distanța până la un reper caracteristic.

Ca reper caracteristic se poate utiliza centrul localităților, țărmuri de mare, inflexiunile unui râu, lacuri etc. La determinarea poziției avionului se va alege o scară a ecranului care să se potrivească și cu harta de navigație utilizată. Relevmentul avionului se obține din însumarea

capului compas şi a gismentului reperului de pe ecran.

$$RAreper = CA + Grep \qquad (3.1)$$

$$RAavion = CA + Grep \pm 180° \qquad (3.2)$$

La transpunerea distanţelor pe hartă trebuie avut în vedere că distanţa măsurată de radarul panoramic este aceea oblică şi nu orizontală.

În consecinţă, la distanţa măsurată este necesar a se efectua o corecţie.

După cum se vede din figura 3.1, distanţa oblică Sobl reprezintă ipotenuza unui unghi, iar înălţimea de zbor H şi distanţa orizontală cele două catete. Distanţa oblică şi înălţimea fiind cunoscute, distanţa orizontală se poate calcula uşor după formula :

$$Soriz = \sqrt{S_{obl}^2 - H^2} \qquad (3.3)$$

P28

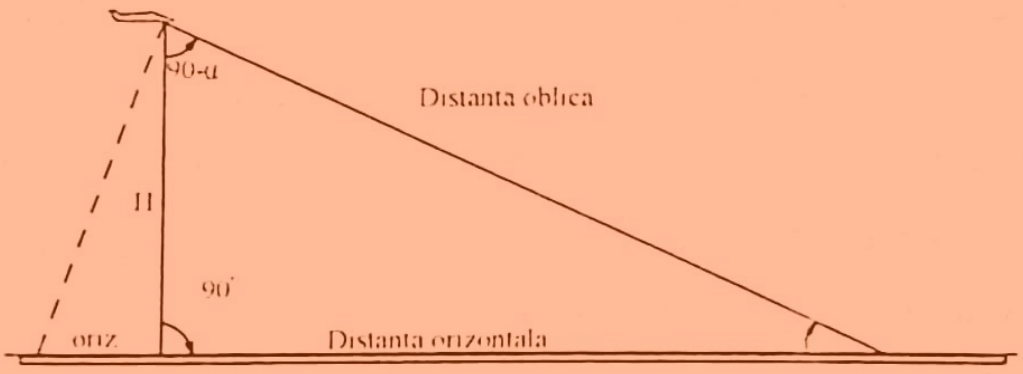


Fig 3.1- *Determinarea distanţei orizontale*

Este evident că diferenţa dintre distanţa orizontală şi distanţa oblică va fi cu atât mai mică cu cât înălţimea

de zbor va fi mai mică și cu cât distanța până la reper va fi mai mare.

În cazul când distanța până la reperul considerat este mai mare decât de cinci ori înălțimea de zbor, atunci diferența dintre distanța oblică și cea orizontală devine foarte mică și poate să nu fie luată în seamă.

În figura 3.1 se vede că distanța orizontală se poate obține din distanța oblică care este întotdeauna mai mare, scăzând corecția Δoriz:

$$Soriz = Sobl - \Delta oriz \qquad (3.4)$$

Pentru introducerea corecțiilor necesare în distanța măsurată la înălțimea de zbor se pot folosi nomograme sau tabele speciale, ca de exemplu tabelul 3.1 de mai jos :

P29

Tabelul 3.1 *Corelarea înălțime - distanță orizontală*

Sobl	Înălțimea de zbor în Km											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Corecția în Km											
5	0	0,5	1,0	2,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-
10	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	10,0	-	-
15	0	0	0	0,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
20	0	0	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
25	0	0	0	0	0	0	0,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,2
30	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,0	1,5
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5

Distanța orizontală se mai poate determina și cu ajutorul calculatorului, pe cale trigonometrică. Din figura 3.1 se observă că :

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{S_{obl}}{\sin 90^0} = \frac{S_{oriz}}{\sin(90-\alpha)} \qquad (3.5)$$

Cunoscând altitudinea de zbor și distanța oblică se obține valoarea unghiului α, iar de aici unghiul $(90-\alpha)$ din care rezultă distanța orizontală.

Măsurarea distanțelor se realizează determinând radial distanța de la originea liniei de desfășurare spre reperul de pe ecran, în funcție de cercurile de distanță și scara aleasă.

Măsurarea direcțiilor spre repere, adică a gismentului, se execută prin apreciere din ochi a unghiului stânga-dreapta față de prelungirea axei longitudinale a avionului, cu ajutorul gradațiilor azimutale de pe ecran.

3.1. Determinarea punctului aeronavei cu ajutorul unei linii de poziție (relevmentul adevărat al aeronavei) și distanța până la un reper de pe sol

Pentru determinarea punctului avionului este necesar ca pe panoul de comandă al radarului, comutatorul modului de lucru să fie pus pe poziția

corespunzătoare supravegherii solului.

Urmărind reperele de pe ecran, se va alege unul singur, care există şi pe harta de navigaţie, determinându-se distanţa şi gismentul. Din gismentul determinat şi capul compas de zbor (fig.3.2), se obţine uşor linia de poziţie sau relevmentul adevărat al avionului, care trasat pe hartă de la reperul ales la distanţa măsurată pe ecran va da punctul avionului.

P31

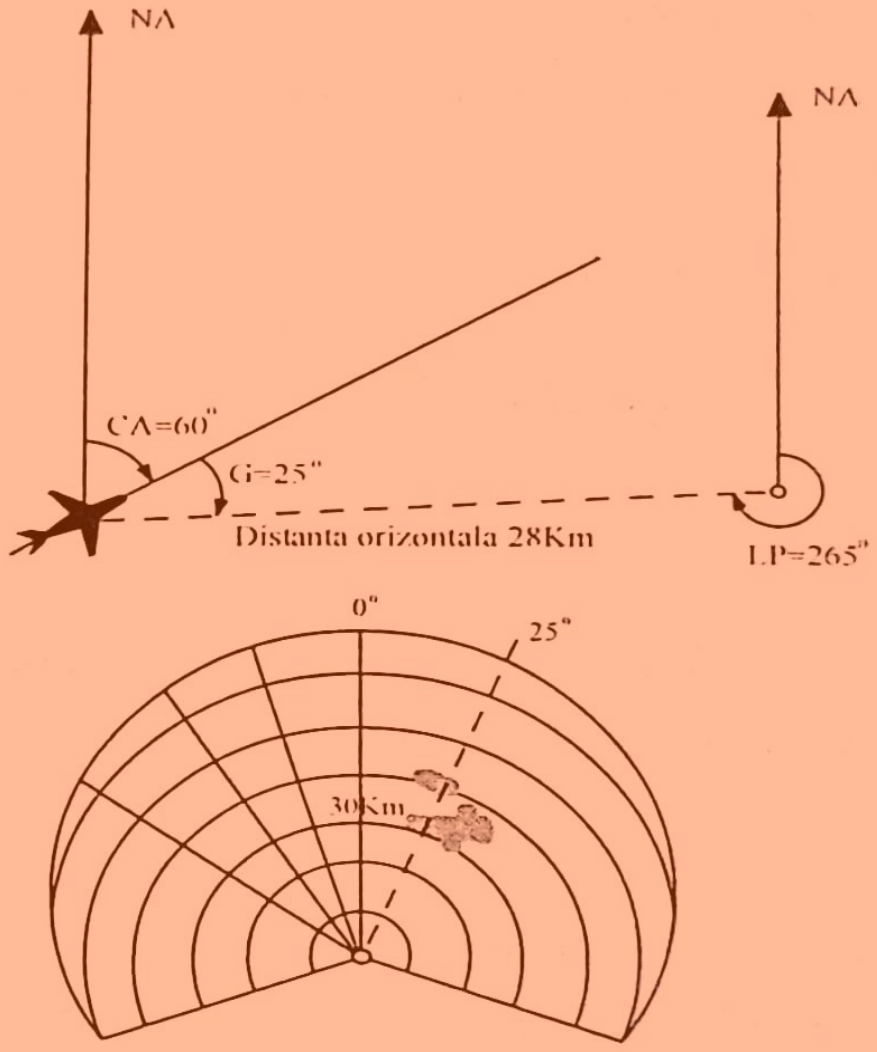


Fig. 3.2- *Determinarea punctului avionului cu ajutorul unei linii de poziţie şi distanţei până la un reper.*

Astfel, spre exemplu, un avion se deplasează cu un cap compas de 58°. Declinația magnetică este +2° iar deviația compasului 0°.

Gismentul reperului determinat pe ecran este 25°, iar distanța oblică până la reper 30Km.

Altitudinea de zbor fiind 10000 m. deci mai mică decât de cinci ori înălțimea de zbor, reiese că este necesar să se determine distanța orizontală.

Cu ajutorul calculatorului, sau folosind tabele, se obține :

Soriz=28,5Km

De asemenea:

LP=CA+Grep ± 180°=60°+25°+180°=265°

P32 **3.2. Determinarea punctului aeronavei prin măsurarea distanțelor la două repere diferite**

Se alege pe ecranul indicatorului două repere distincte și se determină distanța până la acestea.

Se identifică pe harta de navigație aceste două repere și se trasează două cercuri cu razele corespunzătoare celor două distanțe determinate (fig.3.3).

P33

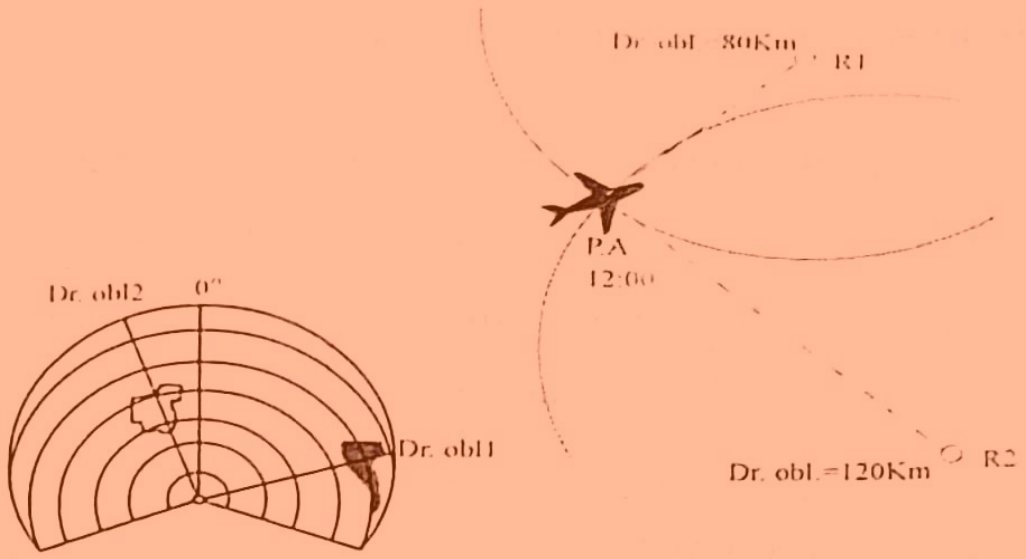


Fig.3.3- *Determinarea punctului avionului prin măsurarea distanțelor la două repere diferite*

Astfel, spre exemplu, la ora 12:00 se determină distanțele Sobl 1=80 Km și Sobl 2= 120 Km, înălțimea de zbor fiind 7000m.

Distanțele oblice fiind mai mari decât de cinci ori înălțimea, nu este necesar a se determina distanțele orizontale.

Ducând cercurile cu razele de 80 Km și 120 Km, se obține punctul avionului PA la intersecția lor.

Deoarece problema admite două soluții, se va ține seama și de orientarea aproximativă a reperelor față de avion.

P34

3.3. Determinarea vitezei la sol şi a derivei prin două puncte (poziţii) ale aeronavei.

Pentru determinarea vitezei la sol şi a derivei prin acest procedeu, se alege pe ecranul indicatorului orice reper bine conturat şi de dimensiuni nu prea mari.

În cazul în care acest reper se identifică şi pe hartă, atunci este posibil să se afle şi direcţia şi intensitatea vântului. În momentul în care reperul ajunge la un cerc de distanţă plasat către periferia ecranului se determină gismentul G1 (fig.3.4) şi se dă drumul la cronometru.

Se măsoară timpul scurs până ce reperul ales ajunge la un alt cerc de distanţă mai apropiat de origine, determinându-se de data aceasta gismentul G2.

P35

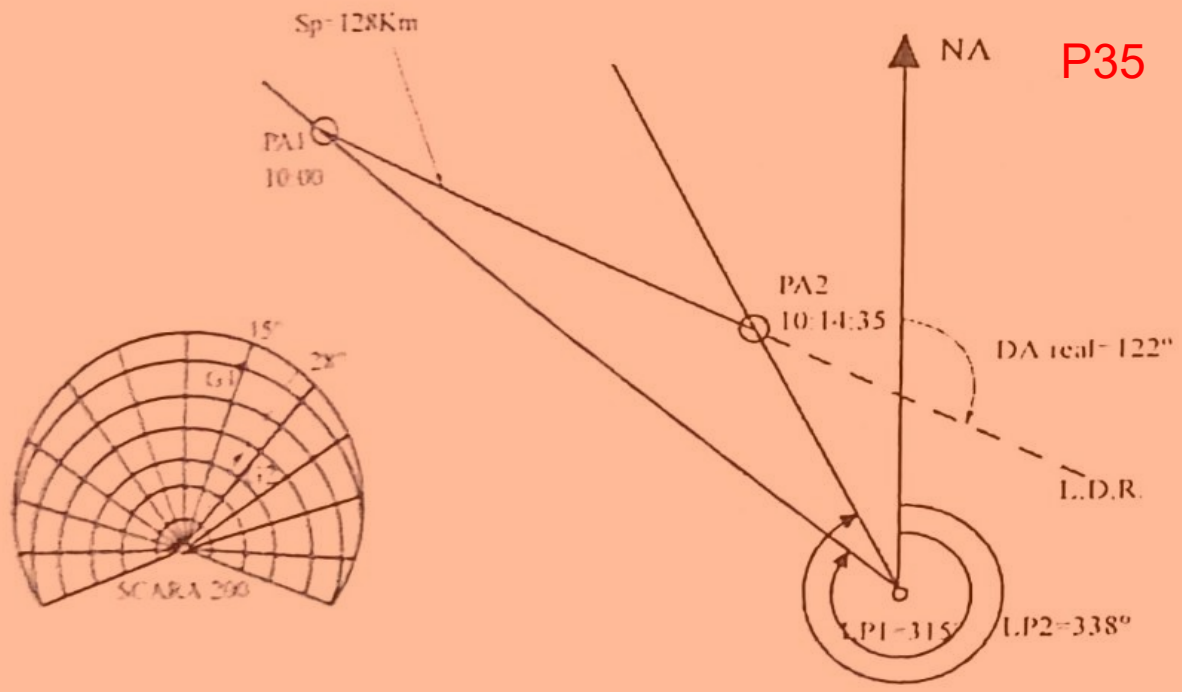


Fig. 3.4- *Determinarea vitezei la sol şi a derivei prin două poziţii ale aviomului*

Cunoscând gismentele se pot calcula cele două linii de poziție și știind distanțele se pot afla punctele avionului în cele două momente alese.

Pentru ușurință și ori de câte ori nu a fost identificat reperul pe hartă, se rezolvă problema grafic.

În acest scop, pe o foaie de hârtie, se fixează arbitrar o origine a măsurătorilor, de unde se trasează la scară elementele determinate pe ecran.

Din spațiul parcurs măsurat pe graficul întocmit și din timpul cronometrat se obține viteza la sol.

Din drumul real urmat și capul adevărat al avionului se obține valoarea unghiului de derivă.

Pentru exemplificare se consideră că un avion se deplasează cu un cap compas de 115° și la o altitudine de 6000 m.

Declinația magnetică $\Delta m=+5°$, iar deviația compasului $\Delta c= 0°$.

La ora 10:00 se identifică un reper la distanța de 200 Km și un gisment de 15° (fig.3.4).

La ora 10:14:35 reperul identificat atinge cercul de distanță de 80 Km sub un gisment de 38°.

Deoarece distanțele oblice considerate sunt mai mari decât 5 H, ele pot fi folosite direct în calcul.

Se determină liniile de poziție conform relațiilor 3.1 și 3.2 :

$$LP1=CA+G1\pm180°=120°+15°+180°=315°$$

$$LP2=CA+G2\pm180°=120°+38°+180°=338°$$

Pe o foaie de hârtie, din punctul ales ca origine, se trasează un Nord Adevărat şi cele două linii de poziţie LP1 şi LP_2.

La o scară aleasă convenabil se fixează punctele avionului după cele două distanţe determinate PA1 şi PA2 şi se obţine spaţiul parcurs egal cu 128 Km.

Cu ajutorul calculatorului sau aritmetic se află că pentru această distanţă şi un timp de 14min şi 35sec corespunde o viteză la sol de 530 Km/h.

Tot pe grafic, prelungind linia drumului real urmat, se măsoară unghiul drumului real al avionului, 122°, de unde se poate obţine şi deriva :

$$Av = DAreal—CA=122°—120° = 2°$$

Dacă reperul a fost identificat pe hartă şi cunoscând drumul obligat al avionului şi viteza proprie, se poate determina direcţia şi intensitatea vântului, construind triunghiul de navigaţie al vitezelor.

P40

3.4. Determinarea vitezei la sol și a derivei după deplasarea radială a reperelor

Atunci când se observă că unele repere de pe ecranul indicatorului se deplasează radial, de-a lungul unei linii azimutale, deriva se obține din reperul, eventual prin interpolare din ochi între liniile azimutale marcate pe ecran.

Viteza la sol se obține din spațiul parcurs și timpul cronometrat.

Astfel, spre exemplu, un avion ce zboară la o altitudine de 8000 m identifică la ora 10:00 un reper ce se deplasează de-a lungul direcției de 10° (G=10°) la o distanță oblică de 40Km.

P37

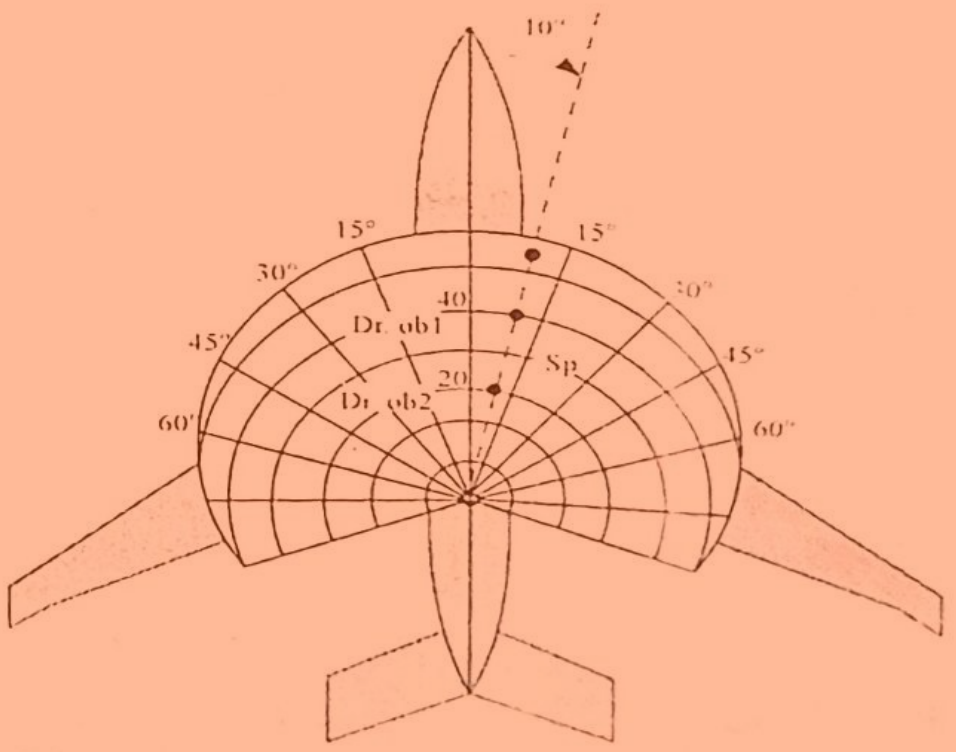


Fig.3.5- *Determinarea vitezei la sol și a derivei prin deplasarea radială a unui reper.*

La ora 10:02:25 reperul se găseşte la o distanţă de numai 20Km.

Deriva Δv este de 10° (fig. 3.5).

Transformând distanţele oblice în distanţe orizontale se obţine :

Soriz1=39Km şi Soriz2=18,1Km

Spaţiul parcurs (Sp) va fi egal cu :

Sp =Soriz2—Soriz1=39—18,1=20,9 Km

Cu ajutorul calculatorului, se determină că în 2 min. şi 25sec acest spaţiu este parcurs cu o viteză la sol de 520 Km/h.

Pentru uşurinţa calculelor se pot utiliza tabelele 3.2, 3.3 şi diagramele 3.6 şi 3.7 ca acelea de mai jos.

Tabelul 3.2 *Corelarea înălţime – viteză la sol*

P38

Dob1 şi Dob2 / H	30-10 Km	40-10 Km	40-20 Km	50-20 Km	30-15 Km
4000	29,6	30,6	20,2	30,2	15,3
5000	20,9	31,0	20,3	30,4	15,4
6000	21,4	31,6	20,5	30,5	15,6
7000	22,0	32,3	20,7	30,8	15,9
8000	22,9	33,2	20,9	31,0	16,2
9000	24,2	34,6	21,1	31,3	16,6
10000	28,3	38,7	21,4	31,7	17,1

P39

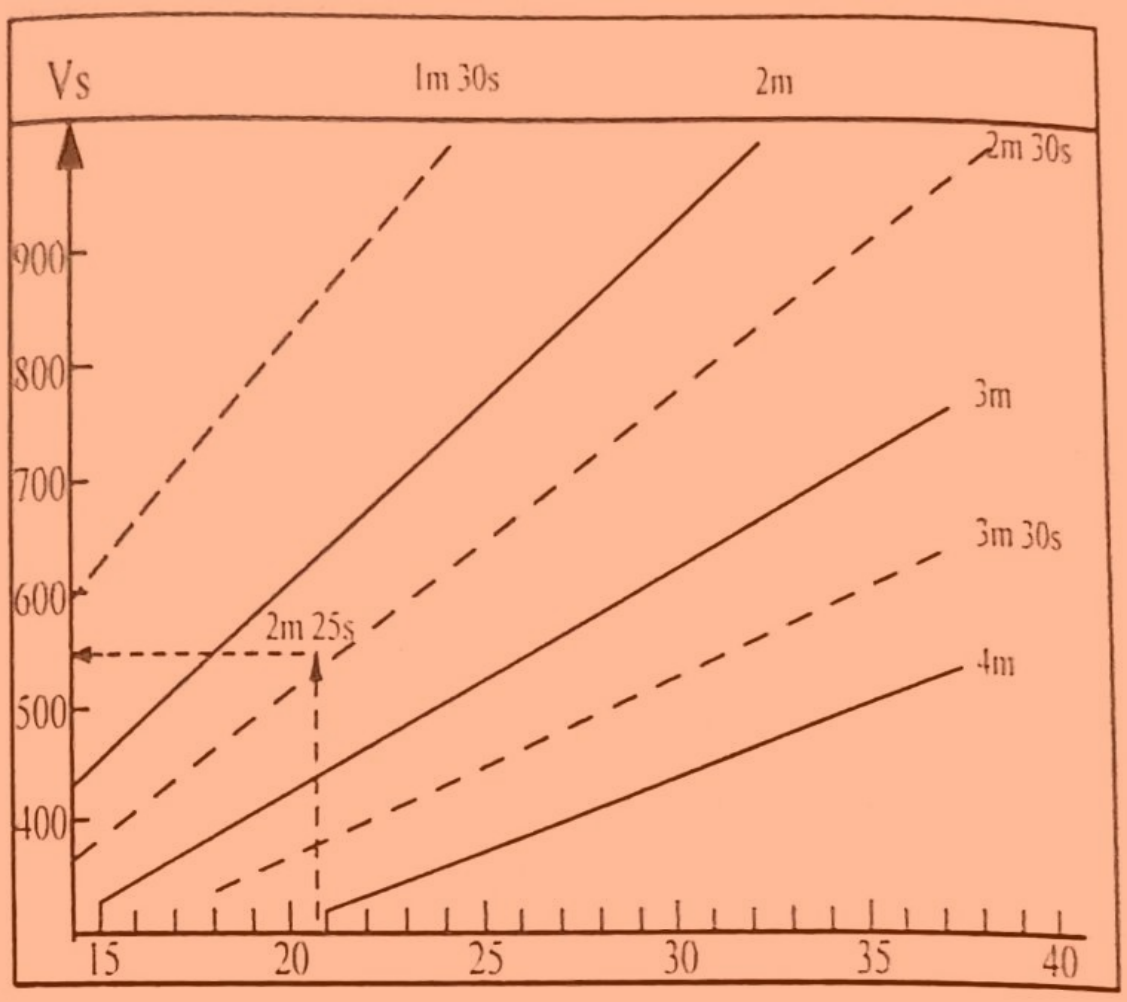


Fig.3.6- *Diagramă pentru determinarea vitezei la sol*

Astfel, din coloana corespunzătoare celor două distanțe oblice și altitudinea de zbor, se obține distanța parcursă (Sp). Din distanța parcursă și timpul între cele două date determinate pe diagrama alăturată tabelului 3.2 se obține viteza la sol.

3.5. Determinarea vitezei la sol şi a derivei prin vizarea şi urmărirea unui reper oarecare

P40

Această metodă se recomandă a se aplica distanţelor oblice de 40 Km şi 20Km sau 30Km şi 15Km adică la Sobl şi $\frac{S_{obl}}{2}$.

Ca şi în cazurile precedente, se determină şi gisementele sub care se observă reperele la cele două distanţe considerate G1 şi G2.

Deriva se determină cu ajutorul formulei :

$$\Delta v = 2G1 - G2 \pm \alpha \qquad (3.6)$$

Unghiul α este o corecţie ce se extrage din tabele şi are semnul :

\+ când deriva obţinută este negativă;

— când deriva obţinută este pozitivă.

Viteza la sol se determină din spaţiul parcurs şi timpul cronometrat pentru deplasarea reperului între cele două cercuri de distanţă.

Pentru a uşura calculele se utilizează tabele cu unele date calculate dinainte.

Astfel, spre exemplu, un avion se deplasează la o altitudine de 7000 m și identifică un reper pe cercul de distanță de 40Km sub un gisment G, de -2°, la ora 10:00. La ora 10:01:57, reperul ajunge pe cercul de 20Km și se prezintă sub un gisment G_2 de 10° (fig.3.7).

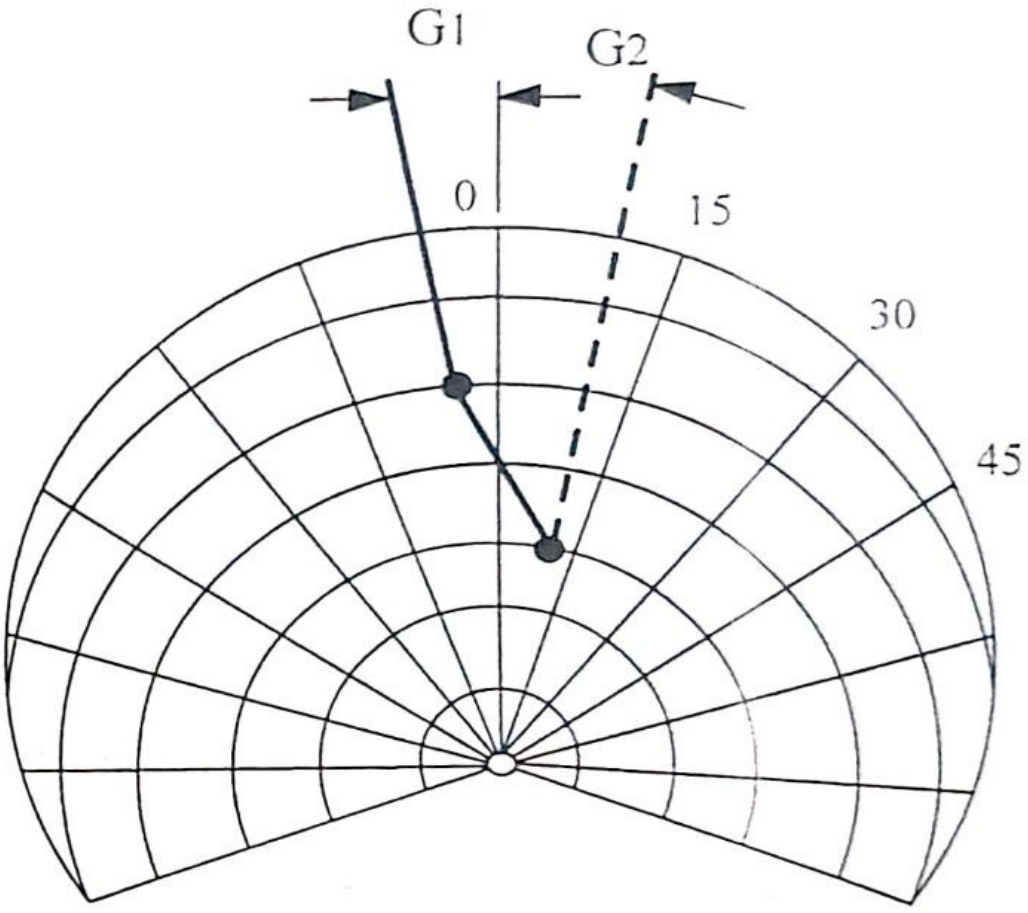


Fig.3.7- *Determinarea vitezei la sol și a derivei prin vizarea și urmărirea unui reper oarecare*

Din tabel se obține valoarea unghiului α=1. Deriva va fi deci :

$$\Delta v=2G1 - G2 \pm \alpha = -2 \bullet 2 - 10^{\circ} + 1 = -14^{\circ} + 1 = -13^{\circ}$$

De asemenea, din tabelul 3.1 se extrage spațiul parcurs Sp la altitudinea 7000 = 20,7Km iar cu ajutorul calculatorului sau aritmetic, pentru 1min și 57sec se obține o viteză la sol de 640 Km/h.

Tabelul 3.3 Determinarea corecției α la calculul unghiului de derivă pentru $Sobl2 = \frac{S_{obl1}}{2}$

H	Sobl1=40Km			Sobl2=30Km			
	Gismentele măsurate						
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	20°
4000	0	1	1	0	1	2	3
5000	0	1	2	1	1	2	3
6000	0	1	2	1	1	2	4
7000	0	1	2	1	2	3	5
8000	1	2	3	1	2	3	5
9000	1	2	3	1	2	4	6
10000	1	2	3	2	3	5	7
11000	1	2	4	2	4	6	9
12000	2	3	5	2	5	7	10

Tabelul 3.4 Determinarea spațiului parcurs necesar vitezei la sol pentru Sobl2 $\frac{S_{obl}}{2}$

H	SobI1=40Km				SobI2=30Km				
	Gismentele măsurate								
	0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°	20°
4000	20.2	20.3	20.8	21.5	15.3	15.4	15.7	16.3	16.9
5000	20.3	20.4	20.9	21.6	15.4	15.5	15.8	16.3	17.0
6000	20.6	20.6	21.0	21.7	15.6	15.7	16.0	16.5	17.2
7000	20.7	20.8	21.2	21.8	15.9	16.0	16.3	16.7	17.3
8000	20.9	21.0	21.4	22.0	16.2	16.3	16.5	17.0	17.5
9000	21.1	21.3	21.6	22.0	16.6	16.7	16.9	17.3	17.9
10000	21.4	21.5	21.8	22.4	17.1	17.2	17.4	17.7	18.2
11000	21.8	21.9	22.2	22.7	17.7	17.8	18.0	18.3	18.7
12000	22.2	22.3	22.5	23.1	18.5	18.6	18.7	19.0	19.3

3.6. Determinarea coordonatelor ortodromice ale punctului avionului

La ora actuală, coordonatele punctului avionului determinate cu ajutorul radarului panoramic sunt utilizate în mare măsură pentru corectarea coordonatelor obținute de calculatorul central de navigație de la bordul avionului sau de un alt calculator, spre exemplu al radarului Doppler.

Prin aceasta, coordonatele ortodromice calculate X_c și Y_c de pe contoarele calculatorului central se vor

transforma în coordonate reale X_r și Y_r.

Coordonatele reale pot fi determinate pe hartă, unde după datele radarului panoramic, s-a trecut punctul avionului.

Totuși, prin acest procedeu, datorită lucrului grafic în amplasarea punctului avionului față de reperul ales, este posibil să se strecoare unele erori în determinarea coordonatelor ortodromice.

Radarul panoramic permite să se determine coordonatele ortodromice după elementele de pe ecran și fără utilizarea hărții.

În acest scop, la pregătirea zborului se determină cu precizie coordonatele ortodromice X_{ort} și Y_{ort} ale unui reper radar caracteristic, iar în zbor se compară cu coordonatele polare (azimut și distanță orizontală) ale aceluiași punct.

În figura 3.8 se remarcă: linia drumului obligat LDO ca axa OY; reperul radar R; tronsonul drumului real urmat LDR (luat arbitrar față de LDO), coordonatele ortodromice ale avionului și ale reperului în momentul observării acestuia cu ajutorul radarului panoramic.

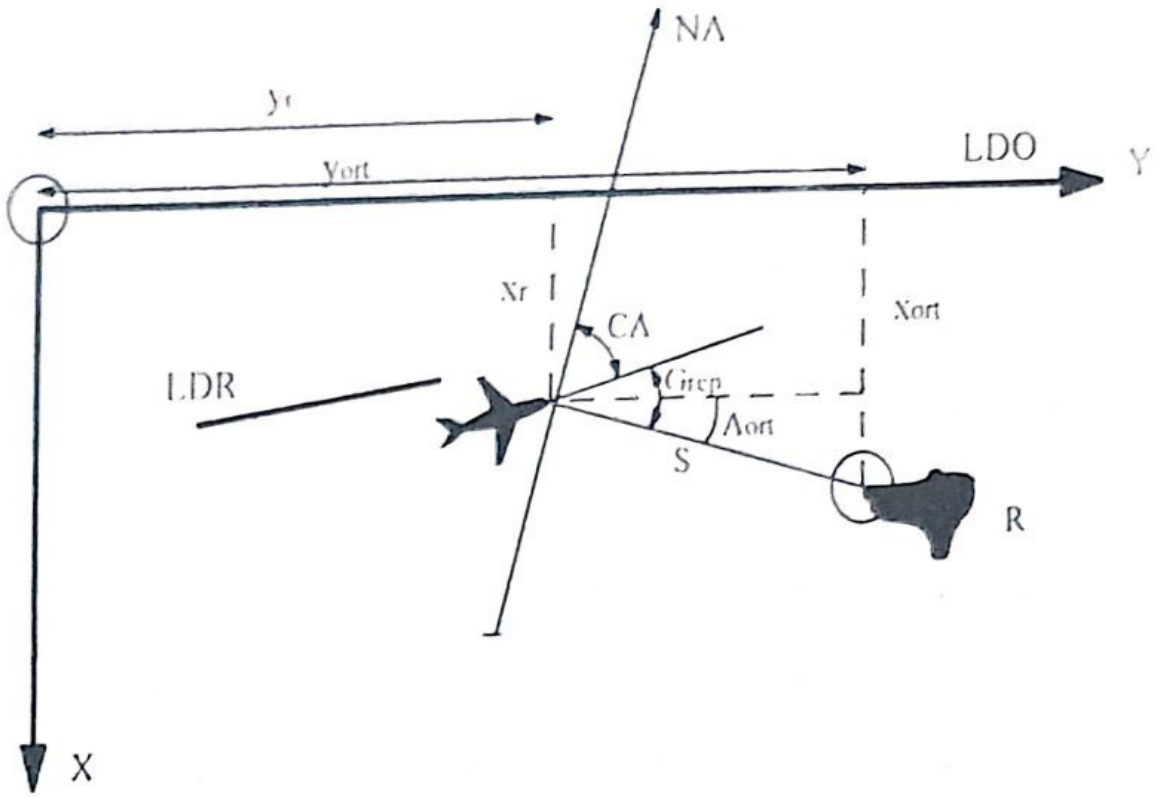


Fig.3.8- *Determinarea coordonatelor ortodromice ale punctului avionului cu ajutorul r.p.b.*

Din figura 3.8 reiese :

$$X_r = Xort - S_{sin}(CA + Grep) - UH = Xort - S_{sin}Aort \qquad (3.8)$$

$$Y_r = Yort - S_{sin}(CA + Grep) - UH = Yort - S_{sin}.Aort \qquad (3.9)$$

unde, în afară de simbolurile cunoscute, UH reprezintă unghiul hărții, adică unghiul între LDO (axa Y) și meridianul adevărat, iar Aort - azimutul reperului măsurat față de direcția ortodromei principale (LDO).

În mod practic, reperul se goniometrează la relevmentul dinainte ales astfel încât $\cos A_{ort}$ sau $\sin A_{ort}$ să fie convenabile calculului în sensul că simplifică formula (10).

Astfel, spre exemplu, la $A_{ort} = -60°$.

$$X_r = X_{ort} - 0.86\ S \qquad (3.10)$$

$$Y_r = Y_{ort} - 0.5\ S \qquad (3.11)$$

iar la $A_{ort} = +90°$, adică atunci când reperul se observă la travers, formula se simplifică şi mai mult :

$$Y_r = Y_{ort} \qquad (3.12)$$

Trecerea reperului prin azimutul A_{ort} se determină după gismentul reperului care se obţine din formula :

$$CA + G_{rep} - UH = A_{ort} \qquad (3.13)$$

$$G_{rep} = A_{ort} + UH - CA \qquad (3.14)$$

În momentul trecerii reperului prin gismentul calculat se determină distanţa oblică S_{obl} şi se marchează timpul.

După transformarea distanţei oblice în distanţă orizontală se calculează coordonatele ortodromice X_r si Y_r după una din formulele (3.10) sau (3.12).

3.7. Determinarea derivei cu ajutorul radarului panoramic pe baza efectului Doppler

După cum s-a văzut, diagrama de directivitate în plan orizontal a unui radar panoramic de bord este foarte îngustă (2°-8°) şi într-o oarecare măsură poate fi asemuită unui fascicol de radar Doppler şi deci va putea fi folosită pentru determinarea derivei.

Pentru aceasta, se presupune că mişcarea antenei radarului a fost oprită şi ea a fost fixată pe direcţia OO' la un unghi oarecare faţă de direcţia de deplasare a avionului OV, aşa cum se vede în figura 3.9 de mai jos.

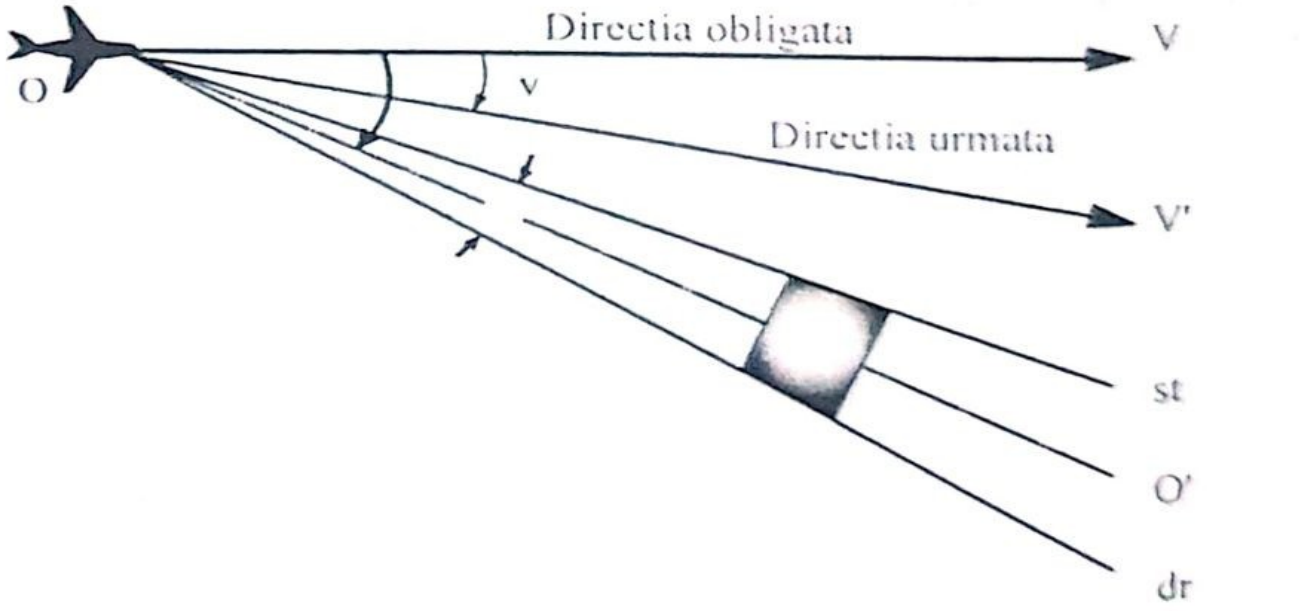


Fig. 3.9- *Formarea efectului Doppler*

De asemenea, pe sol este reprezentată o suprafață elementară "S", de la care se consideră undele electromagnetice reflectate.

Trebuie avut în vedere că frecvența acestor unde recepționate la bordul avionului, după reflecția lor de la sol, va suferi o modificare pozitivă sau negativă, față de frecvența emisă și aceasta datorită efectului Doppler.

De asemenea, trebuie ținut cont că efectul Doppler este proporțional cu unghiul cuprins între direcția reală de deplasare a avionului și direcția de propagare a undelor electromagnetice.

Acest unghi, așa cum se vede în figură, este egal cu $\alpha=\Delta v$, unde α este unghiul cuprins între prelungirea axei longitudinale a avionului și direcția de propagare a undelor, iar Δv unghiul de derivă.

Pentru simplificarea problemei se vor considera numai limite extreme, stânga-dreapta, ale diagramei a cărei lățime este egală cu ε. Pe baza considerentelor de mai sus, se poate spune că:

$$fd\ st \cong \cos(\alpha - \Delta v - \frac{\varepsilon}{2}) \quad \text{și} \qquad (3.15)$$

$$fd\ dr \cong \cos(\alpha - \Delta v + \frac{\varepsilon}{2}) \qquad (3.16)$$

unde **fd** este frecvența Doppler.

Din analiza ambelor formule se vede clar că frecvența recepționată de antenă la limita stângă a fascicolului va fi mai mare decât la limita dreaptă, deci efectul Doppler la limita stângă este mai puternic.

Din combinarea celor două frecvențe limită în blocul receptor apare o frecvență intermediară f_{int}.

$$f_{int} = fd\ st - fd\ dr \qquad (3.17)$$

Se consideră că direcția de radiere a antenei coincide cu direcția de deplasare a avionului, adică unghiul este egal cu unghiul de derivă.

În acest caz, frecvențele Doppler ale limitei stânga-dreapta vor fi egale ca mărime și proporționale cu $\cos\frac{\varepsilon}{2}$ adică:

$$fd\ st \cong + \cos\frac{\varepsilon}{2} \qquad (3.18)$$

$$\text{și } fd\ dr \cong - \cos\frac{\varepsilon}{2} \qquad (3.19)$$

Luând bisectoarea diagramei de directivitate ca referință și ca urmare a diferenței foarte mici între cosinusurile unghiurilor $\frac{\varepsilon}{2}$, din combinarea ambelor frecvențe limită, va rezulta o frecvență foarte joasă cunoscută în fizică sub denumirea de *„efectul de bătăi"*.

Practic, cu cât frecvenţa rezultată va fi mai mică, cu atât efectul de bătăi va fi mai mare.

Pe ecranul radarului panoramic de bord el se recunoaşte prin apariţia unor puncte luminoase de-a lungul liniei de desfăşurare. Rotind încet antena, pe măsura apropierii de direcţia de deplasare a avionului OV, lumina punctelor începe să pulseze cu o frecvenţă din ce în ce mai mică, dar cu o intensitate crescândă.

Când frecvenţa pulsaţiilor este minimă, iar intensitatea luminoasă a punctelor maximă, direcţia liniei de desfăşurare materializează unghiul de derivă.

Pentru determinarea unghiului de derivă este recomandabil să se folosească scara cea mai mare (20-30Km).

Determinarea derivei pe baza efectului Doppler prezintă avantajul unei precizii ridicate, care poate fi socotită de ordinul minutelor.

CAPITOLUL IV

FOLOSIREA RADARULUI PANORAMIC DE BORD PENTRU DESCOPERIREA ŞI OCOLIREA ZONELOR PERICULOASE ZBORULUI

4.1. Evitarea abordajului cu alte avioane de pe acelaşi drum sau un drum convergent

Pentru rezolvarea acestei probleme, se fixează regimul de lucru al radarului panoramic pe poziţia „METEO" (pe panoul radarului „GROZA"), iar unghiul de înclinare a antenei în plan vertical la 0°.

Datorită diagramei înguste utilizate în acest mod de lucru, pe ecran vor apare numai semnalele avioanelor ce zboară la altitudini apropiate de cea a observatorului, adică cele care prezintă un pericol real pentru securitatea zborului.

Un avion care se deplasează pe acelaşi drum sau pe un drum convergent trebuie considerat ca un pericol potenţial în cazul în care semnalul avionului descoperit se deplasează direct spre centrul sau originea ecranului şi deci abordajul este posibil (fig.4.1).

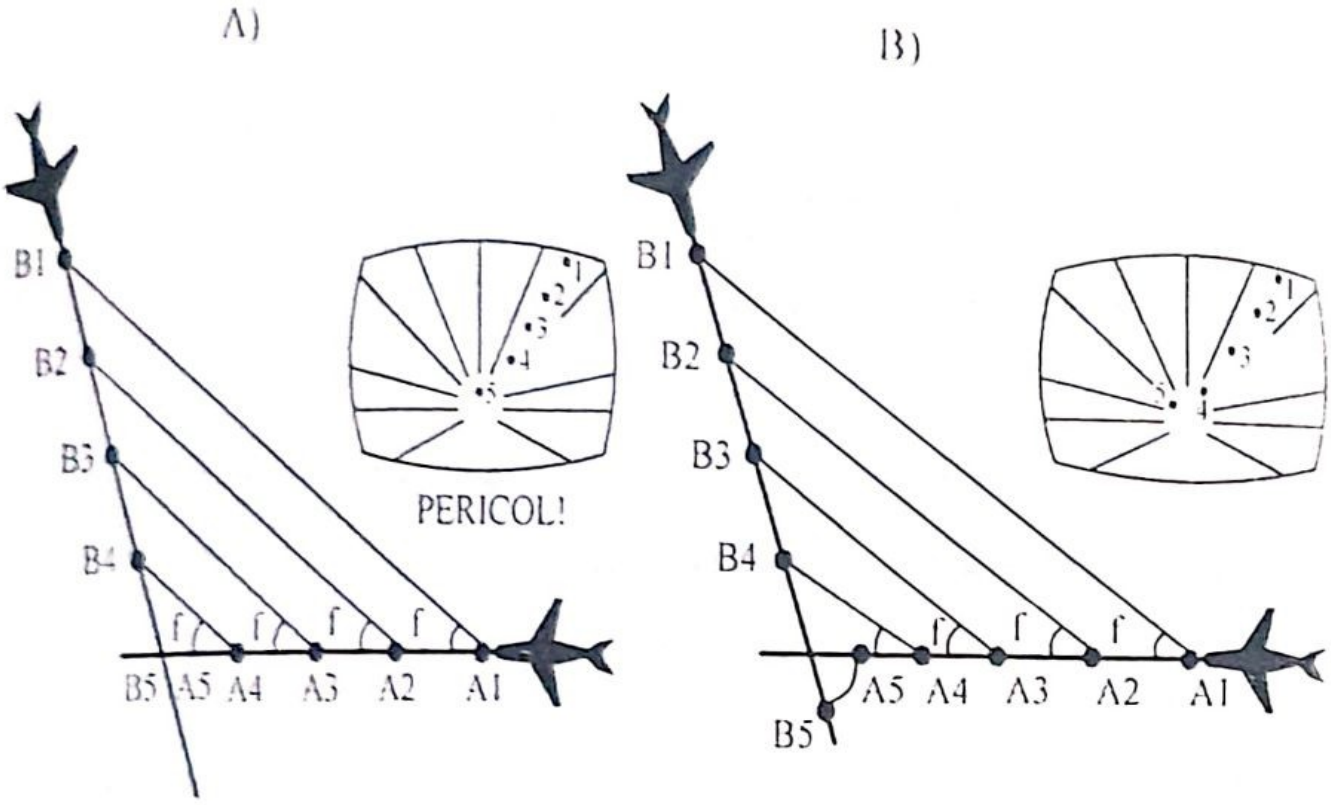


Fig.4.1- *Evitarea abordajului cu alt avion*

Aceasta denotă că avionul observator se apropie sub un gisment constant de avionul țintă.

În cazul în care semnalul avionului descoperit se deplasează pe ecran pe o linie a cărei prelungire închipuită nu trece prin centru, adică gismentele nu sunt constante, rezultă că abordajul nu este posibil (fig.4.2).

4.2. Evitarea ciocnirilor cu solul în cazul zborurilor deasupra unui relief muntos

La înălțimi de siguranță sub 1000 m, evitarea ciocnirii cu solul este posibilă în regimul de lucru „METEO", ca urmare a caracteristicei diagramei înguste de directivitate.

Principiul de lucru al descoperirii şi evitării ciocnirii cu vârfurile muntoase este arătat în figura 4.2 de mai jos.

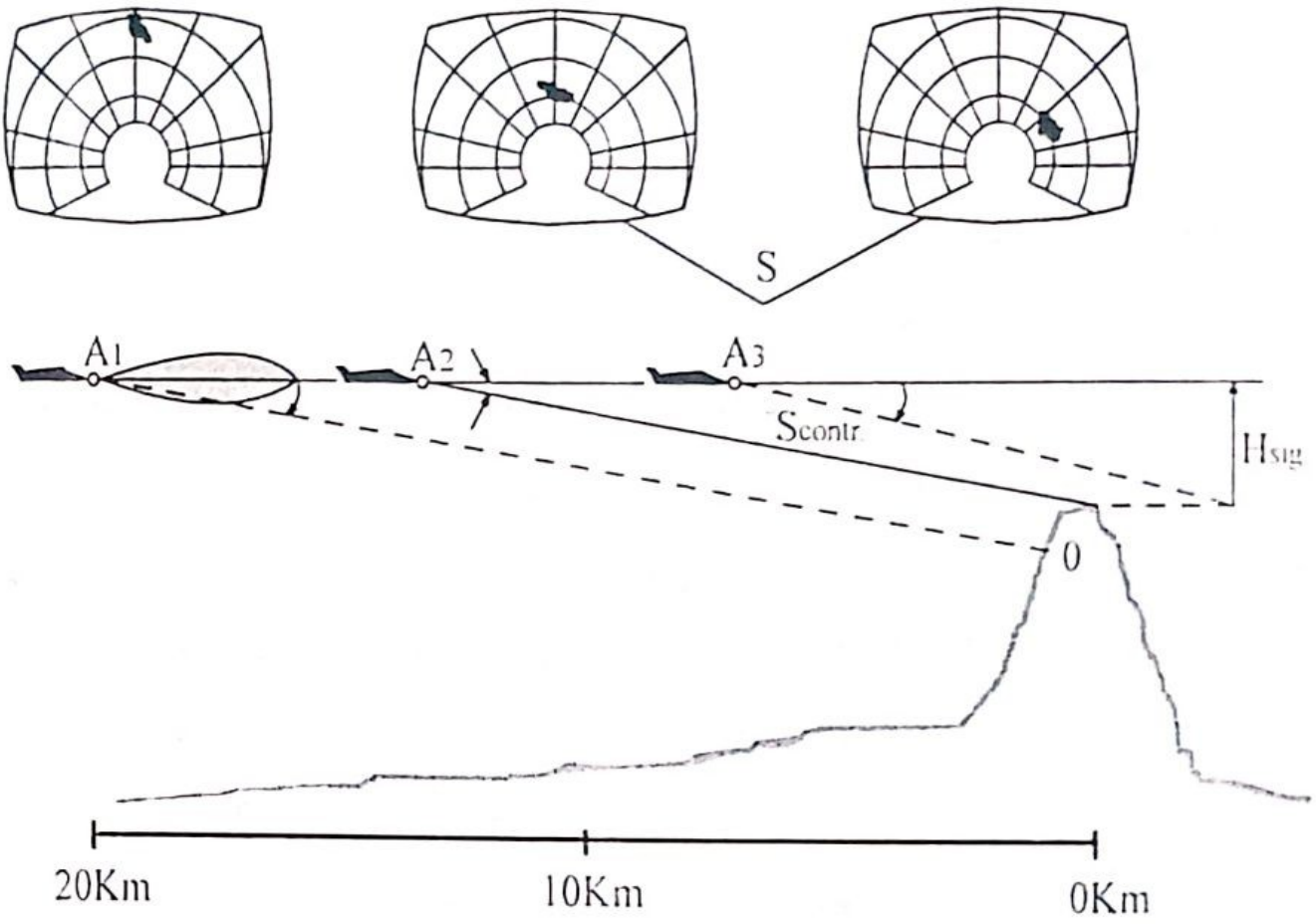


Fig. 4.2- *Folosirea radarului panoramic pentru evitarea ciocnirilor cu solul*

Deoarece lăţimea în plan vertical a acestei diagrame este foarte mică, pe ecran nu vor apare o sumă de ţinte ce se găsesc dedesubtul şi în faţa avionului, ele fiind limitate de dreapta A1O.

Unghiul ε care determină poziţia dreptei A1O faţă de orizontală depinde de diagrama de directivitate a antenei şi de

intensitatea semnalelor reflectate, respectiv de felul ţintelor şi distanţa lor, în funcţie de aceşti factori el poate varia între 1° şi 5°.

Pe măsura apropierii avionului de obstacol, semnalul ţintei de pe ecran se va deplasa dinspre periferia ecranului spre interior şi la un moment dat (poziţia A_3) va dispare complet de pe ecran şi anume, atunci când şi ţinta iese din zona de descoperire.

Semnalul ţintei va dispare la o distanţă cu atât mai mare cu cât este mai mare înălţimea avionului faţă de cea a obstacolului.

Când înălţimea de zbor este egală cu înălţimea de siguranţă, se poate determina distanţa de control Scontr la care vor trebui să dispară ţintele (linia A2O).

Astfel, spre exemplu, pentru o înălţime de siguranţă de 900 m şi unghiul ε de aproximativ 4°, distanţa de control este de circa 10-12 Km.

4.3. Determinarea şi ocolirea zonelor orajoase

În timpul zborului de zi, dar mai ales de noapte în condiţii de cumulizare, funcţionarea radarului panoramic trebuie să fie continuă, pentru descoperirea norilor, determinarea focarelor orajoase şi a calculării elementelor

de navigație necesare ocolirii acestora.

Pentru determinarea zonelor orajoase și ocolirea lor se utilizează fascicolul îngust al radarului, în care scop se fixează pe panoul de comandă regimul de lucru „METEO".

Scara ecranului se recomandă a se fixa la 100-120 Km pentru a se putea descoperi și evita formațiunile orajoase din timp.

In momentul în care pe ecranul indicatorului apar petele mai luminoase specifice norilor, așa cum se arată în figura 2.4, se comută pe regimul de lucru „CONTUR" pentru a pune în evidență focarul orajos, care va apare sub forma unor zone negre în interiorul petelor luminoase, reprezentând norii descoperiți pe ecran.

Prin comutarea pe poziția „CONTUR" se acționează de fapt asupra așa numitului etaj „IZO-ECHO" din receptorul radarului care produce tensiuni negative, proporționale cu amplitudinea semnalului primit.

Aceste tensiuni se aplică la amplificatorul de frecvență intermediară al receptorului, producând o imagine negativă a focarelor orajoase.

4.4. Analiza semnalelor reflectate

În continuare, se analizează semnalele reflectate de punctele fixe de pe suprafața terestră, recepționate pe avionul care se deplasează uniform în linia dreaptă. Semnalul radiat, în formă complexă, este :

$$u_0(t) = Ae^{j\omega_0 t} \tag{4.1}$$

Semnalul recepționat, reflectat de ținta T este

$$u(t) = kAe^{j\omega_0 (t - t_r)} \tag{4.2}$$

Unde: k este coeficientul care ține seamă de atenuarea undei în spațiu, de proprietățile de reflexie a țintei s.a. Întârzierea t_r poate fi scrisă sub forma:

$$t_r = \frac{2r}{c} = \frac{2}{c}\sqrt{r_0^2 + x^2} \tag{4.3}$$

Deoarece, în mod obișnuit, $x \leq r_0$ atunci se poate scrie

$$t_r \cong \frac{2}{c}\left[r_0 + \frac{x^2}{2r_0}\right] \tag{4.4}$$

Substituind relația în formulă, obținem:

$$u(t) = kA\exp\left\{j\left[\omega_0 t - \frac{2\omega_0}{c}\left(r_0 + \frac{x^2}{2r_0}\right)\right]\right\} \tag{4.5}$$

Sau în altă formă:

$$u(t) = kA \exp j[\omega t - \varphi_0 - \varphi(x)] \qquad (4.6)$$

Aici $\varphi_0 = 2\omega_0 r_0 / c = 4\pi r_0 / \lambda$, este defazajul semnalului din cauza existenței distanței r_0 până la țintă; $\varphi(x)$ - faza semnalului – care depinde numai de poziția elementului de recepție pe axa x.

$$\varphi(x) = \frac{\omega_0}{cr_0} x^2 = \frac{2\pi}{\lambda r_0} x^2 = \beta x^2 \qquad (4.7)$$

unde:

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda r_0} \qquad (4.8)$$

Dacă se consideră că zborul avionului este uniform cu viteza V_a, atunci

$$x = V_a t \qquad (4.9)$$

În acest caz, $\varphi(x)$ se scrie sub forma:

$$\varphi(x) = \varphi[x(t)] = \frac{2\pi}{\lambda r_0} V_a^2 t^2 \qquad (4.10)$$

Substituind relația în formulă, obținem:

$$u(t) = kA \exp j\left(\omega_0 - \varphi_0 - \beta V_0^2 t^2\right) \qquad (4.11)$$

Expresia corespunde semnalului de înaltă freevență cu modulație liniară de freevență cu panta b:

$$b = 2\beta V_0^2 \qquad (4.12)$$

Din relație se vede că faza semnalului este:

$$\psi(t) = \omega_0 t - \beta V_0^2 t^2 \qquad (4.13)$$

De aici rezultă că freevența semnalului va fi :

$$\omega(t) = \frac{d\psi(t)}{dt} = \omega_0 - \beta V_0^2 t = \omega_0 bt \qquad (4.14)$$

În felul acesta informația utilă despre poziția unghiulară a țintei la mișcarea avionului este conținută, în principal, în faza semnalului $\varphi(x)$.

Aceste informații în SRL coerentă pot fi separate de către detectoarele coerente.

De obicei, la intrarea acestor detectoare se aplică semnale de tipul:

$$u(t) = kA \exp j[\omega t - \varphi_0 - \varphi(x)] \qquad (4.15)$$

Sau

$$u(t) = kA \exp j(\omega_0 - \varphi_0 - \beta V_0^2 t^2) \qquad (4.16)$$

Şi un semnal nemodulat de referinţă de tipul:

$$u(t) = Ae^{j\omega_0 t} \qquad (4.17)$$

La ieşirea detectorului coerent semnalul este (se neglijează φ_0 deoarece nu conţine informaţii utile despre poziţia unghiulara a ţintei):

$$u_s(x) = E\cos[\varphi_0 + \varphi(x)] \qquad (4.18)$$

Sau sub forma complexă :

$$\overset{0}{u}(x) = Ee^{j[\varphi_0 + \varphi(x)]} \qquad (4.19)$$

În formula

$$r_{med} = \sqrt{(V_{dr}t - \Delta\cos\alpha + V_{dr}T_{med})^2 + \frac{H^2}{\cos^2\alpha}} = \sqrt{[V_{dr}(T + T_{med}) - \Delta\cos\alpha]^2 + \frac{H^2}{\cos^2\alpha}} \qquad (4.20)$$

este prezentat caracterul variaţiei fazei $\varphi(x)$ a semnalului reflectat de la ţintă.

Valorile maxime ale fazei corespund punctelor în care x este dat de relaţia :

$$|x|_{max} = \theta r_0 / 2 \qquad (4.21)$$

Domeniul în limitele $\pm x_{max}$ este radiat de către bucla principală a caracteristicii de directivitate a antenei. De remarcat că în apropierea valorii x=0, faza variază puțin.

Dacă se ține seama ca variația admisibilă a fazei în deschidere nu trebuie să fie mai mare de $\pi/2$ (criteriul lui Rayleigh), atunci porțiunea de variație redusă a fazei poate fi dedusă din egalitatea :

$\varphi(x_0) = \pi/2$ sau

$$\varphi(x) = \frac{\omega_0}{cr_0}x^2 = \frac{2\pi}{\lambda r_0}x^2 = \beta x^2 ;\ 2\pi x_0^2/\lambda r_0 = \pi/2 .$$

Ca urmare, obținem lungimea porțiunii în care variația fazei semnalelor nu depășește $\pi/2$.

$$2x_0 = L_0 = 2\sqrt{\lambda r_0} \qquad (4.21)$$

Viteza de variație a fazei sau frecvenței este :

$$\omega(x) = \frac{d\varphi(x)}{dx} = 2\beta x \qquad (4.22)$$

Valoarea maximă a acestei frecvențe corespunde variabilei x la limita porțiunii radiate:

$$\omega_{x\,max} = \beta 0 r_0 \qquad (4.23)$$

Deoarece β este invers proporțională cu r atunci

$$\omega_{r\max} = \frac{2\pi\theta}{\lambda} = \frac{2\pi}{d_u} ; \qquad (4.24)$$

sau

$$f_{r\max} = \frac{\theta}{\lambda} = \frac{1}{d_u} \qquad (4.25)$$

Unde d_u este deschiderea antenei reale.

Prin urmare, valoarea maximă a frecvenței $\omega_{r\max}$ pentru dimensiuni date ale deschiderii antenei este o mărime constantă.

Panta de variație a frecvenței este invers proporțională cu distanța r_u până la țintă.

4.5. Determinarea limitei superioare a norilor cu focare de oraje

După stabilirea existenței focarului, în cuprinsul unei formațiuni noroase, este necesar să se determine altitudinea acestor nori.

În acest scop se înclină antena în sus, treptat, până ce dispare complet zona focarului orajos de pe ecran și pe panoul de comandă se citește valoarea în grade a înclinării antenei (ε).

În acest moment se consideră că diagrama de radiere este tangentă la limita superioară a formațiunii noroase (fig.4.3).

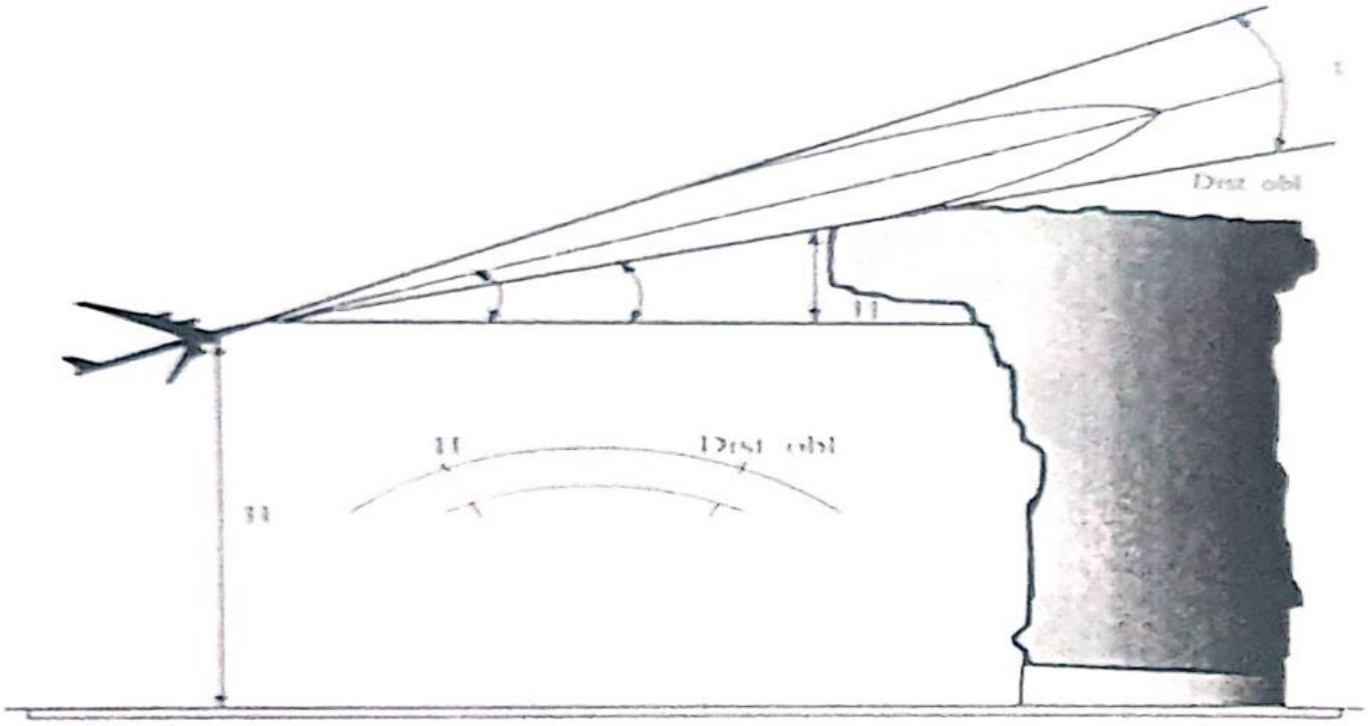


Fig.4.3.- *Determinarea altitudinii unei formațiuni noroase*

Înclinarea antenei corespunde cu axul diagramei de directivitate și pentru a afla unghiul real (β) format între planul orizontal ce trece prin punctul avionului și tangenta la partea inferioară a petalei este necesar să se scadă jumătate din lățimea (α) diagramei de directivitate, care în general este de aproximativ 3°.

Pentru a afla altitudinea formațiunii noroase se adaugă la nivelul de zbor diferența de înălțime cuprinsă între planul orizontal din punctul avionului și vârful formației noroase ΔH.

Aşa cum se vede din figura 4.3. această diferenţă de înălţime se calculează astfel :

$$\Delta H = Sobl * \sin\beta \qquad (4.26)$$

Unghiul β se deduce din unghiul de înclinare al antenei şi jumătate din lăţimea diagramei de directivitate :

$$\beta = \varepsilon - \frac{\alpha}{2} \qquad (4.27)$$

Formula (10) se rezolvă uşor cu orice calculator fixând în dreptul distanţei oblice de pe scara vitezelor valoarea sin 90° în dreptul valorii unghiului β se va citi pe scara vitezelor valoarea ΔH.

Astfel, de exemplu, un avion zboară la nivelul 6000 m şi descoperă o formaţiune de nori la o distanţă de 80 Km.

Limita superioară a formaţiunii de nori corespunde unei înclinări a antenei de 4°. Lăţimea diagramei de directivitate α=3°. Se cere altitudinea formaţiunii noroase. În acest scop se determină mai întâi unghiul β :

$$\beta = 4° - 1{,}5° = 2{,}5°$$

Cu ajutorul calculatorului se obţine ΔH = 3,5 km. Deci altitudinea formaţiunii noroase va fi : 6000 + 3500 = 9500 m.

4.6. Ocolirea formațiunilor noroase cu focare orajoase

După descoperirea formațiunilor noroase și identificarea focarelor orajoase, se determină elementele pentru efectuarea manevrei de ocolire. Sunt trei cazuri în care se pot prezenta formațiunile noroase periculoase zborului :

- lateral față de axa de zbor a avionului;
- în axa de zbor a avionului;
- prin culoare de trecere.

În cazul când formațiunea noroasă apare lateral față de axa de zbor a avionului, este necesar să se cunoască mai întâi distanța laterală față de axă, iar apoi unghiul de ocolire 0 din care se deduce corecția ce trebuie adusă capului compas.

Distanța minimă la care trebuie ocolită formațiunea noroasă cu focar orajos este de 20 Km.

Câteodată, când zborul se efectuează efectiv în nori și mai ales noaptea, se recomandă o distanță laterală chiar de 25 Km.

Pentru determinarea distanței laterale Slat a formațiunii noroase, se măsoară distanța S_{obl} și gismentul G până la limita formațiunii. Din figura 4.4 se observă că:

$$S_{lat} = S_{obl} \cdot \sin G \qquad (4.28)$$

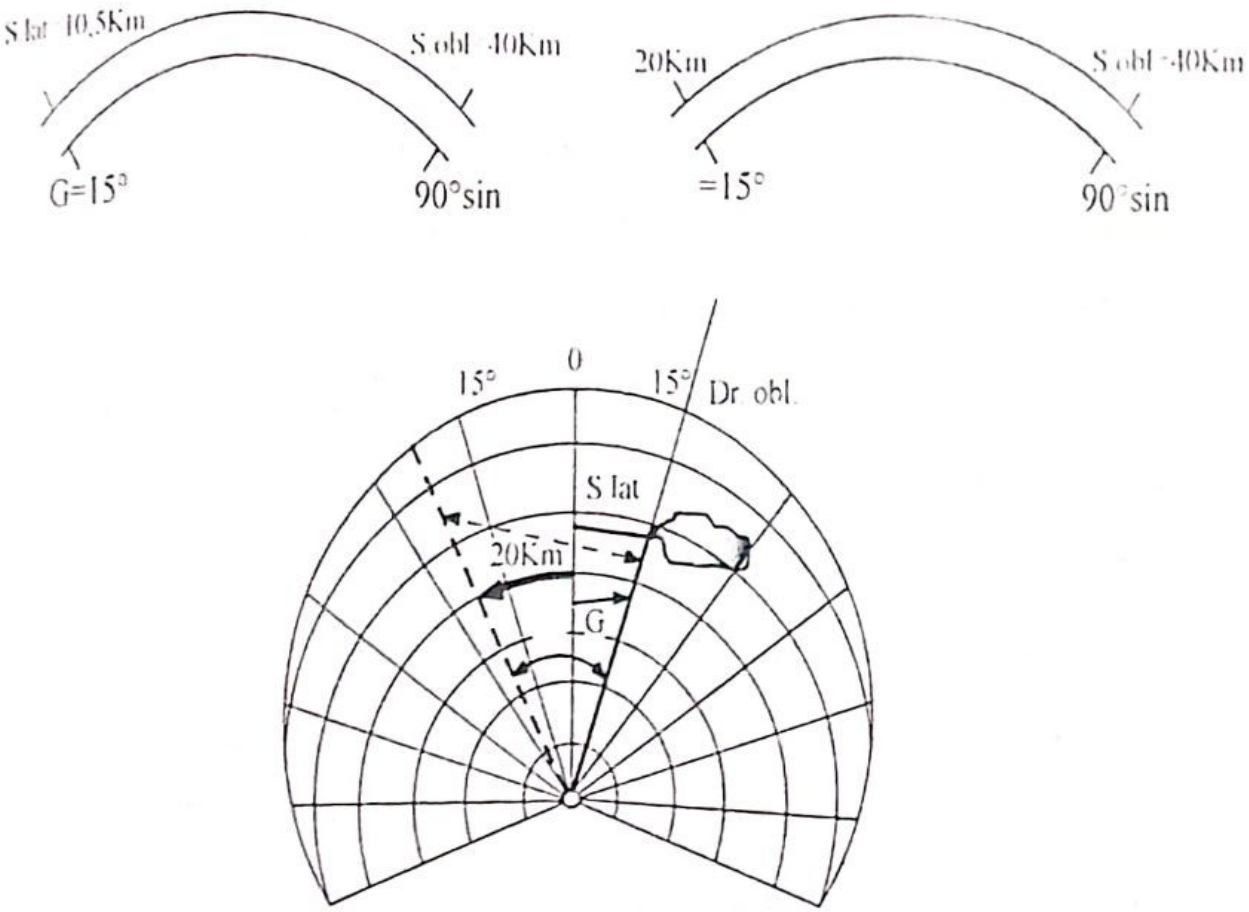


Fig.4.4.- *Elemente de ocolire a unei formațiuni noroase*

Cazul I

În cazul în care această distanță laterală este mai mică de 20 Km, se determină unghiul θ adică unghiul care corespunde unei distanțe laterale de 20 Km în momentul descoperirii formațiunii noroase.

$$\sin\theta = \frac{20\,Km}{S_{obl}} \qquad (4.29)$$

Corecția ce trebuie adusă capului compas reiese din diferența unghiului de ocolire și a gismentului.

Cor CC = 0-G (4.30)

Astfel, de exemplu, se descoperă o formațiune noroasă la o distanță de 40 Km și un gisment de 15°. Capul compas de zbor al avionului este 300°.

Pentru obținerea distanței laterale față de axa de zbor cu ajutorul calculatorului, se fixează în dreptul distanței Sobl de pe scara vitezelor valoarea sin 90°.

În dreptul gismentului de 15° se va citi pe scara vitezelor distanța laterală de 10,5 Km.

Fiind mai mică decât cea oblică de 20 Km prevăzută de instrucțiuni, este necesar a se determina unghiul de ocolire pentru distanța S_{obl} de 40 km.

Unghiul 0 se obține în același fel ca și în prima parte a problemei, adică se fixează în dreptul distanței S_{obl} de pe scara vitezelor, sin 90°.

În dreptul distanței de 20 Km se va citi pe scara sinusurilor valoarea unghiului θ, egal cu 30°.

Capul compas se va corecta deci cu :

30° - 11° = 19°, adică 300° - 19° = 281°.

În cazul în care formațiunea noroasă apare direct în axa de zbor a avionului, atunci corecția ce trebuie adusă capului compas este :

Cor CC = 0 + G

Procedeul de calcul rămâne același (fig.4.5).

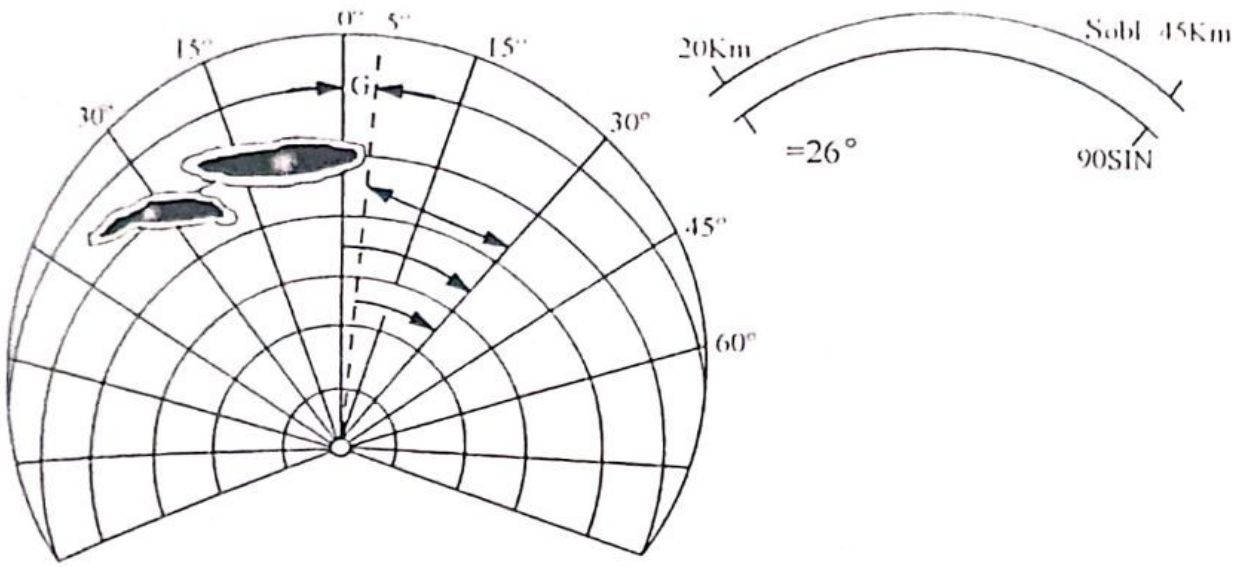


Fig.4.5.- *Elemente de ocolire a unei formațiuni noroase*

Cazul II

Spre exemplu, distanța de descoperire S_{obl} este de 45 km, iar gisментul formațiunii de nori 5°.

Capul compas al avionului = 300°.

Cu ajutorul calculatorului, folosind aceeași cheie de rezolvare, se obține :

$\theta = 26°$

Cor CC = G + 6 = 5° + 26° = 31°

CCcorectat = 300° + 31° = 331°

În cazul în care pe ecranul indicatorului apar mai multe formaţiuni noroase, atunci este necesar a se determina distanţa dintre focare în vederea stabilirii posibilităţilor de trecere prin culoarele create (fig.4.6).

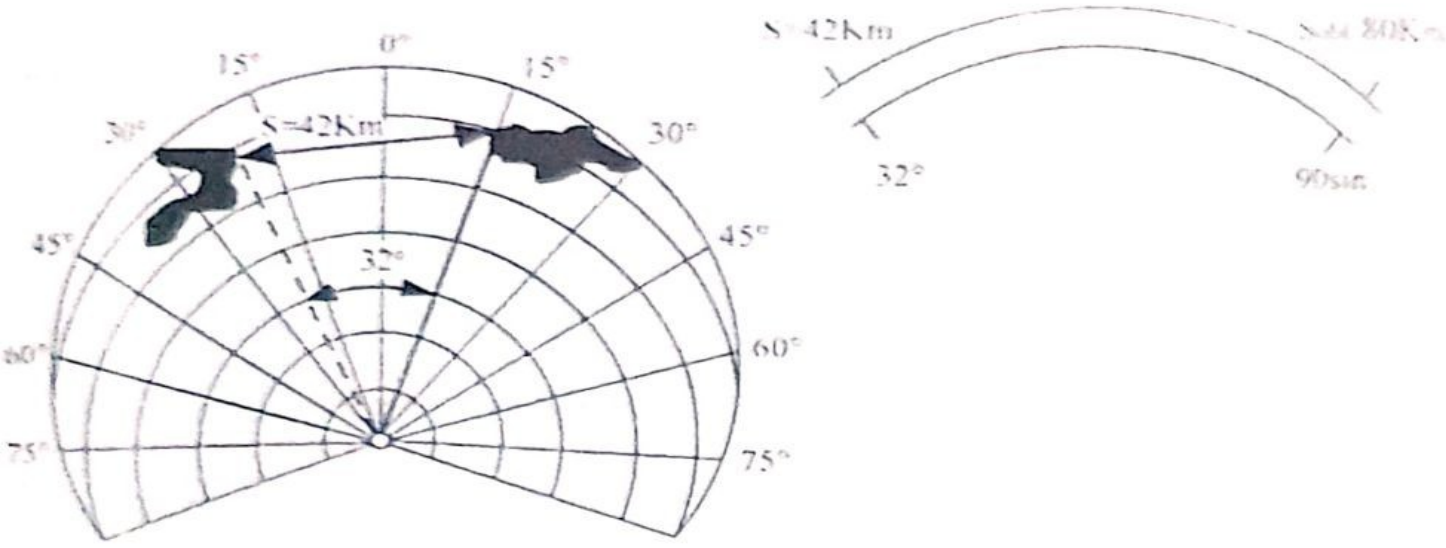


Fig. 4.6.- *Trecerea printre două focare orajoase*

Astfel, pentru o distanţă de 80 Km şi un unghi între două focare de 32°, se obţine o lăţime a culoarului de 42 Km. Reiese că trecerea printre cele două focare ale formaţiunii noroase este posibilă.

Determinarea elementelor de navigaţie ale zborului cu ajutorul radarului panoramic de bord, înţelegând prin aceasta calcularea derivei, a vitezei la sol, a poziţiei avionului, stabilirea corecţiilor în direcţie şi distanţă, operaţiuni care în general se utilizează mai puţin în zborul de-a lungul căilor aeriene cu tronsoane scurte,

unde există un număr mare de alte mijloace de navigație radioelectrică.

Utilizarea cea mai freeventă o are radarul panoramic de bord în regimul „METEO" și „CONTUR", pentru descoperirea și ocolirea zonelor periculoase zborului. Totuși, cunoașterea modului de rezolvare a problemelor de navigație în regimurile de lucru „SOLUL" și „DERIVA" este utilă și își poate găsi întrebuințare în zborurile deasupra zonelor puțin populate și a oceanelor.
Diverse zone ale reliefului suprafeței pământului, în funcție de natura materialelor din care sunt formate, au proprietăți diferite de radiație și de reflexive. Aceste aspecte permit obținerea pe ecranul SRL respectiv display, a unei imagini convenționale a terenului.
Diferențelor în ceea ce privește proprietățile electrice ale detaliilor reliefului le corespund porțiuni cu luminozități diferite la ecranele alb negru sau în spectrul color la cele moderne.

După principiul de funcționare deosebim două tipuri de radare panoramice – active și – pasive, modul de funcționare fiind descris anterior .

SRL panoramice active pot avea atât observare circulară cât și observare laterală. Antena SRL formează o caracteristică de directivitate sub formă de fascicul plan sub

formă de evantai, lat în plan vertical şi îngust în plan orizontal, acest aspect permite radierea porţiunilor de teren mai îndepărtate cu o intensitate mai mare , ceea ce asigură egalizarea nivelelor de semnal luminos(color) pe indicator a imaginilor porţiunilor de teren aflate la distanţe diferite.

În funcţie de natura compoziţiei suprafaţa terestră reflectă în mod diferit undele radio, suprafaţa netedă de stepă dă o reflexie a undelor radio aproape izotropă, de intensitate relative scăzută, pe când regiunile cu pădure reflectă undele radio mai intens, suprafaţa apei dă o reflexive în oglindă la care unghiul de incidenţă este egal cu unghiul de reflexive, construcţiile sunt caracterizate printr-o reflexive foarte directă şi intensă dar sub formă dantelată în funcţie de dimensiunile şi tipul materialelor suprafeţelor reflectoare.

CAPITOLUL V

NOUTĂȚI ÎN DOMENIUL RADARELOR PANORAMICE DE BORD

În capitolele precedente am observat posibilitățile radarului panoramic de bord şi anume: observarea în sector a terenului din faţa avionului; folosirea acestuia pentru executarea navigației aeriene, în condițiile lipsei vizibilității, prin determinarea locului avionului după reperele de radiolocație şi elementele de navigație; iar de asemenea, se poate scoate avionul la țintă sau la aerodromul de aterizare.

Din cauza acestor multiple utilizări ale radarului panoramic de bord acesta este un instrument ce n-ar trebui să lipsească din dotarea aeronavelor din ziua de azi, chiar dacă acesta este folosit doar ca instrument de control şi nu de bază în efectuarea observațiilor, calculelor şi manevrelor.

Acest aparat de bord datorită caracteristicilor sale este folosit mai ales în dotarea aeronavelor de viteză relativ mică, de obicei la elicoptere şi la avioanele de transport.

La unele aeronave radarul panoramic de bord este un radar combinat-multifuncțional, are şi funcții de marcare a țintelor, de ghidare a rachetelor, de urmărire, de control, de

cartografiere a terenului, de supraveghere, de urmărire a vremii, etc.

Mai jos voi enumera şi descrie câteva tipuri de radare panoramice de bord, aflate în dotarea câtorva aeronave din lume.

1. Primul tip de radar este **AN/APS-503, LASR-2** sau **ROMEO II.**

   Acesta este un radar ce foloseşte emisia undelor milimetrice.

   El este creat special pentru dotarea elicopterelor.

   SRL are un emiţător/receptor ce operează la freevenţe de 94 GHz, cu o procesare digitală de mare densitate, realizată de un calculator multifuncţional.

   El are o capacitate mare de deteeţie a ţintelor mici, cum ar fi cablurile de tensiune, piloni, antene, poduri, copaci şi stâlpi de telegraf.

   ROMEO II, datorită compatibilităţii sale foarte mari cu diferitele mijloace radiotehnice poate fi folosit pe multe aeronave.

   Display-ul este color, prezentând într-o gamă foarte variată de culori obstacolele (ţintele).

Roşul este o culoare *"pericol"*, ce avertizează distanţa foarte mică de obstacolele periculoase.

Pentru avertizarea obstacolelor periculoase zborului, în loc de ecranul clasic al radarului se mai pot folosi un **HUD** (head up display) sau o cască (**DASH-**).

Puterea ieşită, de aproape 400 mW, va rezulta o rază mare de dezvoltare a spaţiului, de aproximativ 3000 m.

Versiunile lui **ROMEO II** sunt testate şi dezvoltate în continuare pentru o cât mai complexă utilizare a lui în institutul *French MOD Flight Test Center*.

Parametri:

- frecvenţa – 9,4 GHz;
- rază de acţiune de până la 3000 m, în modul maxim de dezvoltare;
- puterea dată de 400 Mw;
- greutate - unitatea de procesare de 12 Kg;
- unitatea de control 1 Kg.

2. Cel de-al doilea tip este tot de proveniență franceză, acesta este sistemul radar **ORB-37** .

Acest sistem radar a fost desemnat de French Air Force pentru supravegherea sectorului de spațiu din fața avionului, cercetarea zonelor orajoase posibile, cartografierea terenului și în primul rând pentru efectuarea calculelor de navigație cerute pentru aeronava **C-160 Transall.**

Funcțiile principale ale acestuia sunt pentru urmărirea cu o bună acuratețe a zonelor orajoase și elaborarea foarte detaliată a hărții terenului din fața avionului.

Acest tip de radar poate funcționa cu radiobalizele și cu stațiile radio de la sol (de aducere).

Sistemul este constituit din șapte subsisteme:

- o antenă plată;
- un sistem emisie/recepție;
- un acumulator (power supply);
- un PPI (plan positional indicator), adică un display (circular) analogic pentru elaborarea hărții de către stația de navigație;

- un display digital pentru puntea de comandă;
- şi două unităţi de control, una pentru fiecare staţie.

Pentru eficienţă maximă antena scanează la o rată joasă în modul "*WEATHER*" ("VREME"), iar pentru modul "*GROUND MAPPING*" ("CARTOGRAFIERE TEREN") scanarea se face la o rată înaltă (sau frecvenţă).

Pulsaţia corespunzătoare este cuprinsă între 2,5 şi 0,4 μS.

În 1996 era încă în producţia lui French Air Force.

Parametri: - frecvenţă – 9375MHz;
- puterea ieşită – 10KW.

3. Al treilea tip de radar este **ANTILOPE V RADAR**, sistem radar de navigaţie şi de urmărire a terenului.

El a fost creat special pentru avionul Mirage 2000N. Funcţiile sale de bază sunt: urmărirea terenului (interlace), supravegherea spaţiului aerian şi celui terestru.

Caracteristicile esențiale a le lui ANTILOPE V sunt:

a) transmisia în banda J – creează o mare reflectivitate a terenului (obstacolelor);
b) balansurile antenei pe verticală au o mare viteză;
c) antena este asimetrică – ceea ce asigură o mare acuratețe a localizării obstacolelor în drumul aeronavei;
d) antena de tipul *arie întinsă* (flat slotted array) produce o diagramă polară mai ușoară cu două nivele, datorită lobilor laterali de difuzie (a se vedea diagrama cosecantă pătrată de la figura 9.);
e) recepția se face foarte dinamic și cu o frecvență surprinzătoare;
f) imaginea ascuțită a monopulsației, de tipul compresiei în planul de înălțime îi oferă o mare acuratețe în determinarea înălțimii obstacolelor;
g) date radar procesate în timp real;
h) sistem de testare continuu și automat

Informațiile radar sunt afișate pe HUD și pe un ecran multimod CRT în trei culori, la fel ca și informațiile de navigație și cele de armament.

Sistemul poate asigura urmărirea terenului de la minim 300ft. (aproximativ 100m).

4. În Statele Unite ale Americii s-a creat o familie mare de sisteme radar **AN/APN** Airborne Surveillance Radar, destinația acestora fiind pentru navigație și pentru supravegherea spațiului aerian și celui terestru.

   Aceste sisteme radar au o greutate și mărime mică, afișarea datelor făcându-se pe un display digital color; ele sunt desemnate să asigure descoperirea zonelor orajoase, elaborarea hărții terenului, deci datorită acestor calități aceste sisteme se pot adapta foarte ușor diferitelor aeronave.

   RDR-1500B MULTIMOD SURVEILLANCE RADAR face parte din această familie de radare. El se află în dotarea multor aeronave, printre care și următoarele: Augusta 109, Fokker F 27, Dornier Do 228, Aerospatiale Super Puma și Dolphin, Westland Lynx, Sea King, etc.

Specificații: - frecvența - 9375 ± 5 MHz;

- sau pentru emisie/recepție în regim weather/search 9310 ± 5MHz;
- puterea debitată – 10KW;
- raza de acțiune – 300 Km;
- pulsația – 0,1-0,5-2,35μS;
- mărimea razei undei (beam width) – 2,6° ori 3,4° în azimut și 10,5° în înălțime;
- unghiul de scanare al antenei – 360° sau 120°;
- greutate – 34 Kg.

5. În România unul dintre avioanele de transport dotate cu radar panoramic de bord este avionul **BN-2.**

Datele tehnice:

a) frecvența de lucru: 930 – 10000 MHz (λ=3cm);

b) puterea de impuls: 20 – 60 Kw;

c) durata de impuls: 1 – 200s;

d) frecvența de repetare a impulsului: 400 – 1000 impulsuri (pe sec);

e) distanța de descoperire: 200 – 350 Km – comutabilă pe mai multe scări;

f) sectorul de supraveghere: 100 - 200°;

g) viteza de deplasare a antenei (viteză de baleiaj) care este egală cu 60 balansuri/minut.

Radarul emite doi lobi diferiți:

- un lob foarte îngust a cărui lărgime este în jos de 3°, destinat pentru descoperirea formațiunilor orajoase;
- un lob de tip cosec pătrat a cărui deschidere în plan vertical este cuprinsă între 25 - 35° cu o lățime de 3°.

Acest fascicol este destinat supravegherii solului și determinării elementelor de navigație:

- viteza la sol;
- deriva și relevmentul;
- punctul avionului.

h) precizia în determinarea distanței: 2 – 3%;

i) precizia în determinarea unghiului de înălțare: ± 1%;

În cazul avionului BN 2 există un invertor special – invertorul P-20, ce se alimentează la 28V c.c. și dă la ieșire 115V/400 Hz. cu o putere de ieșire de 75 VA.

Familia radarelor de bord este foarte numeroasă și diversificată, ea se va mări continuu datorită dezvoltării tehnicii radio, laser și de calcul.

Partea informatică va ocupa un loc de frunte în determinarea poziției avionului, elaborării hărții, descoperirii spațiului din fața avionului, calculelor de navigație, descoperirii țintelor reale și implicit marcării lor.

Într-un viitor nu prea îndepărtat sistemul radar va conlucra cu alte sisteme de pe aeronavă.

Una din soluții este conlucrarea lui cu sistemul **GPS** (Global Position Sistem).

Acest lucru se va întâmpla deoarece un sistem radar este foarte ușor de bruiat, adică foarte ușor de făcut ca informațiile afișate de ecran să fie false.

Se știe că hărțile elaborate de sateliți sunt destul de sigure și de actualizate.

Harta „calculată" de satelit va fi căutată în baza de date a calculatorului central al sistemului GPS, va fi transmisă la aeronavă, iar apoi se va suprapune cu cea arătată de ecranul radarului, bineînțeles suprapunerea clară și precisă se va face cu ajutorul calculatorului de bord, astfel poziția aeronavei, detaliile terenului, obstacolele vor fi determinate cu mai multă precizie și detaliere.

6. INSTALAȚIA RADAR METEO BENDIX/ KING RDR 2000

A. Generalități

Instalația radar meteo RDR 2000 (Digital Weather Radar System) este destinată explorării stării atmosferei, cartografierii terenului şi detectării obiectelor la sol.

Instalația montată pe elicopterele IAR330 versiunea NATO cuprinde:

- Antenă – emițător – receptor ART 2000 (fig.5.1)
- Indicator IN-182A (fig.5.2)
- Modul de configurare CM2000
- Cutie ARINC 407

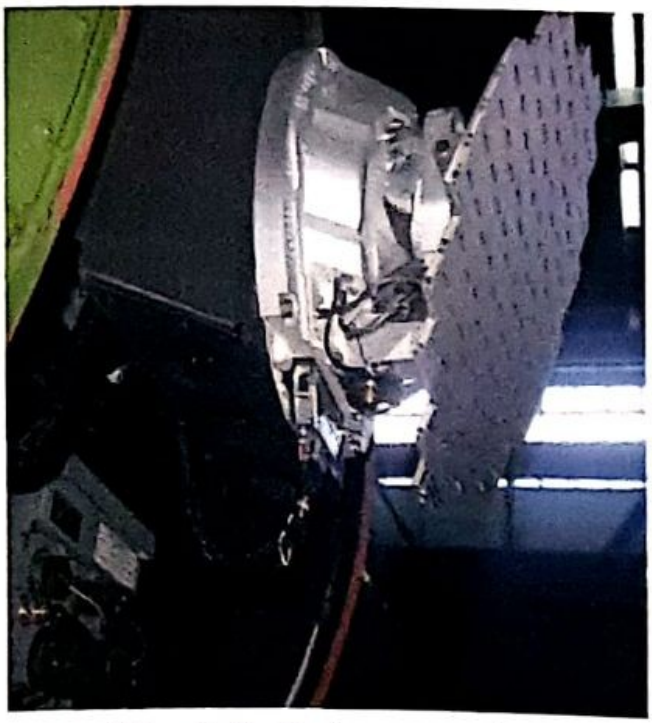


Fig.5.1 *Antena radar*

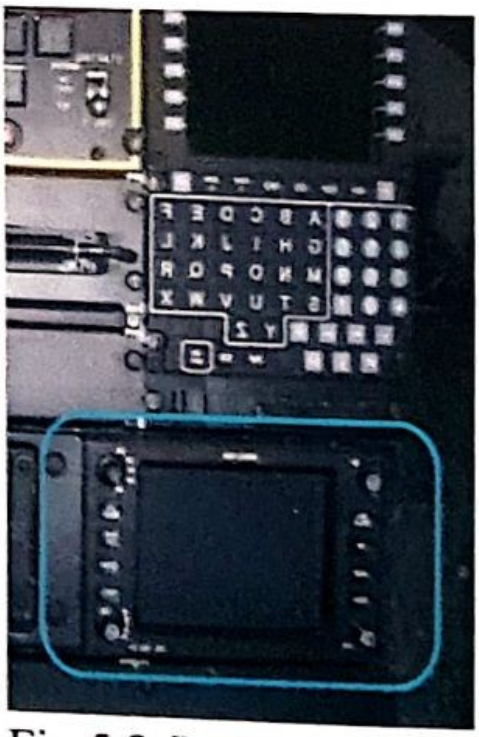


Fig.5.2 *Display radar*

Radarul meteo de bord, folosind metoda de localizare a țintelor cu ajutorul undelor radio, se utilizează în scopul *evitării* zonelor cu fenomene meteo severe. Siguranța zborului în zone cu ecouri radar depinde de intensitatea ecourilor, distanța dintre ele, posibilitățile aeronavei și experiența pilotului.

Tabelul 5.1 *Interpretarea culorilor pe display*

Nivel display	Cantitate precipitații (mm/ oră)	Clasificare Video Integrated Processor (VIP)			Observații
		Categorie furtună	Nivel VIP	Cantitate precipitații (mm/ oră)	
(4) Magenta	>50	Extremă	6	>125	Turbulențe severe, grindină mare, descărcări electrice, rafale de vânt (vijelie) pe arii extinse și turbulențe.
		Intensă	5	50-125	Turbulențe severe, descărcări electrice, zone cu vijelie, posibil grindină
(3) Roșu	12-50	Foarte puternică	4	25-50	Posibil turbulențe severe, descărcări electrice.
		Puternică	3	12-25	Turbulențe severe, posibile descărcări electrice.
(2) Galben	4-12	Moderată	2	2.5-12	Turbulențe ușoare până la moderate posibil cu descărcări electrice.
(1) Verde	1-4	Slabă	1	0.25-2.5	Turbulențe ușoare până la moderate, posibil cu descărcări electrice.
(0) Negru	<1				

Radarul meteo digital în bandă X detectează numai precipitațiile atmosferice sau obiectele mai dense decât apa cum ar fi solul sau structurile solide (fig.5.3), nedetectând în mod direct furtuni sau turbulențe și nori.



Fig.5.3
Gradul de reflexie a precipitațiilor pe ecranul radar.

Instalația montată pe elicopterele IAR330 versiunea NATO asigură următoarele moduri de operare:

• *două moduri convenționale de evitare meteo : Wx (meteo) şi WxA (meteo-alertă).* În aceste moduri, culorile imaginilor (vezi fig.5.5) sunt negru, verde, galben, roşu şi magenta reprezentând cinci nivele de intensitate ale țintelor.

Aceste nivele sunt valabile dacă reflexiile afişate sunt în domeniul STC al radarului (aprox.40 mile), nu există interferențe radar, ținta este încadrată complet în fasciculul radar. În modul WxA zonele magenta semnalizează intermitent între magenta şi negru cu o frecvență de 1Hz.

• *un mod de detecție şi căutare aer-sol: GND MAP*

În acest mod, culorile afişate sunt: verde pentru semnale reflectate slabe, galben pentru semnale reflectate moderate, magenta pentru semnale reflectate intense.

- *un mod de explorare în plan vertical: VP*

Acest mod oferă informații despre caracteristicile pe verticală ale furtunii, pilotul având posibilitatea să distingă ușor între semnalele reflectate de sol sau ape și cele meteo.

Pentru un azimut oarecare (TRK line) selectat în limitele de operare ale sistemului, indicatorul radar va afișa o scanare verticală la 6 30°.

NOTĂ: Interpretarea imaginilor de pe ecranul radar și deci utilitatea acestei instalații depind de cunoștințele și experiența pilotului.

La sol: Este interzisă operarea radarului în timpul alimentării aeronavei sau în vecinătatea containerelor cu materiale inflamabile sau explozibile. În timpul operațiilor de testare la sol nu se poziționează aeronava în interiorul hangarelor sau cu botul orientat spre obiecte metalice mari (hangare, uși) situate în apropiere.

În aer: Sistemul îndeplinește numai funcțiunile de detectare a vremii și cartografiere a terenului. Radarul meteo nu trebuie să fie utilizat pentru îndeplinirea funcțiilor de proximitate sau de prevenire anticoliziune.

Zonele reprezentate pe display cu magenta sau roșu vor fi ocolite în timpul zborului la o distanță de minim 20 mn.

AVERTIZARE: Nu se va zbura în zona umbrită (Fig.5.4) ce poate să apară în spatele zonei cu ecouri meteo. Este posibil ca, în această zonă, ploi puternice să blocheze energia radarului.

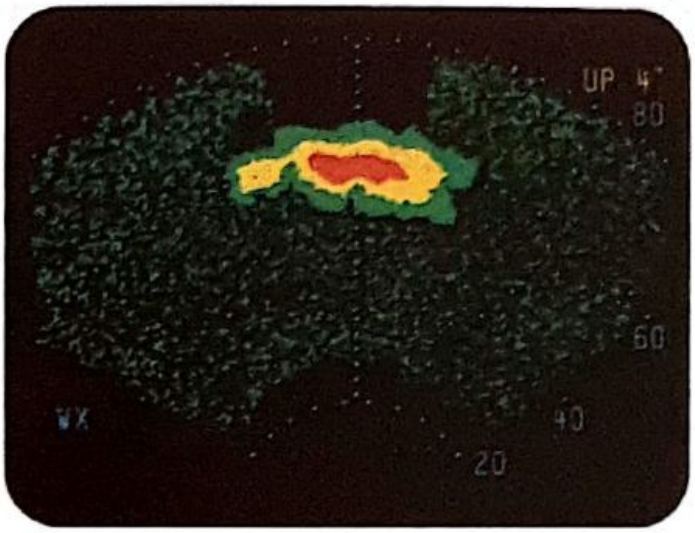


Fig.5.4 *Zone umbrite*

Se va evita zborul în zonele cu furtună cu descărcări electrice.

B. Verificarea înaintea zborului

- Se pune selectorul de funcțiuni pe TST și se manevrează butonul TILT pentru ridicarea antenei la 7^0 (U 7.0 pe display).

  Pe ecran apare modelul de test.

  Se verifică dacă acesta corespunde cu imaginea de mai jos:

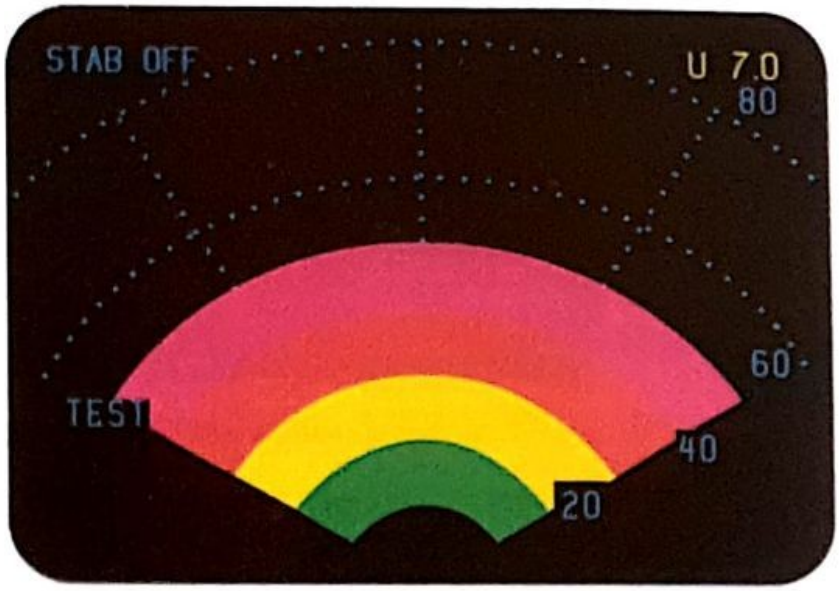


Fig.5.5 *Testul culorilor*

Se modifică domeniul de distanță cu butoanele RNG și se urmărește conformarea informațiilor de pe display cu comenzile date.

- Cu selectorul pe TST sau pe SBY se aduce elicopterul într-o zonă în care nu există oameni, aeronave, vehicule sau construcții metalice pe o rază de 100 m.
- Se aduce selectorul pe ON. Indicatorul va afişa modul Wx şi domeniul de 80 MN. După perioada de încălzire (60 sec.), pe display va fi afişată orice țintă posibilă (meteo sau de pe sol) în verde, galben, roşu sau magenta.
- Se stabileşte domeniul de distanță la 40 MN.
- Se intră în modul WxA şi se urmăreşte dacă zonele de culoare magenta clipesc (dacă există).
- Se basculează antena în sus între 0 şi 15^0 manevrând butonul TILT şi se urmăreşte dacă obstacolele de la sol apar pentru unghiuri mici, iar eventualele zone locale de ploaie apar pentru unghiuri mari.
- Se repetă operația de mai sus basculând antena în jos în acelaşi domeniu de valori.
- Se readuce selectorul de funcțiuni pe TST sau SBY, înainte de decolare.
- Dacă se doreşte operarea radarului meteo (după decolare sau chiar înainte), se plasează selectorul de funcțiuni pe ON şi se urmează instrucțiunile de exploatare de la punctul următor.

Atât în timpul acestui test cât şi în zbor pot apărea următoarele mesaje de defecte, a căror semnificaţie este după cum urmează:

- Defecte "Hard" (în urma cărora sistemul trebuie trecut pe OFF)
    a. TX FLT – transmiţător defect;
    b. 429 FLT – pierderea magistralei de date 429;
    c. ANT FLT – pierderea poziţiei antenei;
    d. IN FLT 6 – pierderea comunicaţiei dintre display şi ART.

- Defecte "Soft" (în urma cărora sistemul poate fi menţinut în funcţiune, dar datele afişate pot fi eronate)
    a. TX FLT alternând cu ANT FLT – modulul de configurare nu este citit;
    b. STAB LMT – depăşirea limitelor de stabilitate a antenei ($\pm 30^0$);
    c. STAB OFF – antena nu mai este stabilizată.

C. Acțiuni în zbor

Folosirea antenei în elevație ("TILT").

Este elementul cel mai important care este pus la dispoziția pilotului pentru a obține maxim de informații din mediul înconjurător.

Trei factori primari trebuie luați în considerație:

- pentru distanțe mari trebuie ținut cont de curbura pământului;
- axa centrală a fascicolului radar este raportată la planul orizontal de către sistemul vertical de referință al elicopterului;
- acționarea butonului de control al elevației (TILT) are ca rezultat stabilirea planului de scanare al fascicolul radar deasupra sau sub planul de referință.

Pentru optimizarea abilității radarului de detectare rapidă a elementelor meteo semnificative, se procedează astfel:

- Se selectează modul de operare Wx.

- Se reglează nivelul de iluminare al display-ului la un nivel convenabil.

- Se selectează domeniul de distanță la 40 sau 80 MN.

- Se coboară antena până în momentul în care ecranul se umple cu reflexii ale solului.

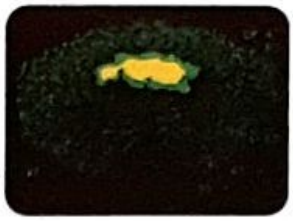
- Se ridică încet antena până când reflexiile de la sol acoperă doar treimea de sus a ecranului(fig.5.6).

- *Se urmăresc cele mai puternice reflexii vizibile pe ecran.*

- *Se încearcă separarea țintelor meteo de cele de la sol prin interpretarea hărții meteo la diferite unghiuri de elevație ale antenei.*

- Se examinează zonele din spatele reflexiilor puternice. Dacă se detectează "umbre radar" (arii incomplet penetrate), zonele respective trebuie evitate, indiferent de altitudine, fiind suspecte de ample formațiuni orajoase. Modificând unghiul de elevație al antenei în sus și în jos se poate determina, prin optimizarea recepției, nivelul la care furtuna are intensitate maximă. Dacă ținta receptată pare să fie o celulă meteo, dar este parțial ascunsă de reflexii de la sol, se fixează linia de azimut pe țintă și se selectează scanarea verticală (butonul VP).





Fenomenele meteo manifestă o reflectivitate mai puternică decat solul.
O țintă meteo va arăta ca o masă solidă în vreme ce munților le corespunde un gol în dreptul varfurilor.





Se ridică antena până în momentul în care ținta meteo se separă de reflexiile solului.



Se ridică antena până cand ținta meteo este sparată de sol





Domeniul de distanță al țintelor de la sol crește pe măsură ce elevația antenei crește.



Fig.5.6 *Corelația între „realitate" și afișarea pe display*

Rezoluția sistemului în distanță este de 1/3 mile nautice.

Rezoluția în azimut este o funcție de lățimea fascicolului radar și de distanță: pentru distanțele de 25, 50, 100 și 200 MN, diametrul fascicolului este de 3, 6, 12 și respectiv 24 MN.

Planificarea rutei :

Se ocolesc zonele corespunzătoare culorilor magenta și roșu cu cel puțin 20 de mile nautice.

Nu se ocolește în direcția vântului decât dacă este absolut necesar. Șansa de a întâlni zone cu turbulențe și grindină se reduce semnificativ ocolind într-o direcție contrară vântului.

Dacă se caută un coridor de trecere printre două celule meteo cu zone roșii și magenta, distanța dintre acestea trebuie să fie de cel puțin 40 de mile nautice.

Celulele meteo situate dincolo de 75 mile nautice, constituind zone de căderi masive de ploaie, trebuie evitate înainte de a se colora pe display în roșu sau magenta.

Dacă o ocolire completă este impracticabilă, se încearcă totuși ocolirea celulelor adiacente cu cel puțin 20 de mile.

Periodic se trece pe domeniul de distanțe lungi pentru a evita „coridoarele oarbe", ca în exemplul de mai jos (fig.5.7):

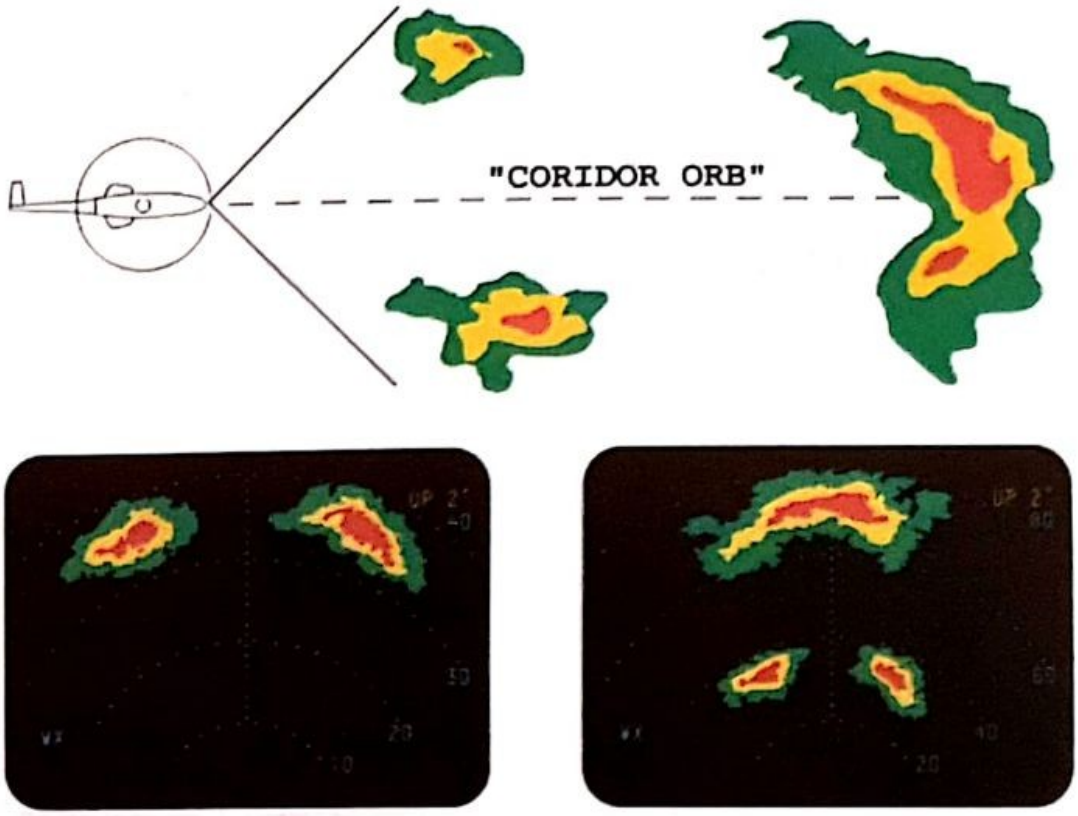


fig.5.7 *Reprezentarea coridorului orb*

D. Verificarea stabilității antenei

Stabilizarea automată a antenei constă în menținerea, prin mijloace electro-mecanice, a unui unghi de basculare a antenei constant relativ la orizontul pământului. Pentru aceasta, sistemul radar meteo foloseşte referința giroverticalei.

Pe parcursul diferitelor manevre ale elicopterului, calitatea stabilizării este afectată de erorile de precesie ale

giroverticalei, care pot persista până la 5 minute după revenirea la zborul orizontal şi staţionar. Efectul acestor erori este formarea unei imagini dezechilibrate pe display, jos într-o parte şi sus în cealaltă.

Se recomandă, pe parcursul manevrelor de viraj larg, să se ridice antena cu $1^0 \div 2^0$ până la ieşirea din viraj, pentru a reduce reflexiile de la sol cauzate de precesia giro.

1. Limite de stabilitate

   Dacă în timpul zborului se schimbă atitudinea elicopterului astfel încât să se depăşească limita de stabilizare ($\pm 30^0$) a sistemului radar, pe display-ul indicatorului (jos,dreapta) apare mesajul STAB LMT.

   Este posibil ca pe anumite porţiuni de scanare limita să nu fie depăşită şi mesajul să nu fie afişat.

   Mesajul dispare complet când atitudinea elicopterului este restabilită în limitele de operabilitate a sistemului.

Dacă imaginea comută într-una asemănătoare cu cea din fig.5.8, stabilizarea nu este posibilă şi sistemul trebuie verificat.



Fig.5.8 *Lipsă stabilizare*

- Se verifică performanțele de tangaj astfel:

  - Se restabileşte modelul din fig.5.9 efectuând un zbor orizontal şi staționar;



Fig.5.9 *Obținerea stabilității*

  - Se aduce elicopterul la un tangaj de 5^0 (nu mai mult de 10 ÷ 20 sec. pentru a minimiza efectele modificării altitudinii);
  - Dacă inelul interior al modelului se deplasează spre valori mai mari de distanță (exterior), se reglează în jos elevația antenei până când se obține modelul inițial. Se notează noul unghi.

- Dacă inelul interior al modelului se deplasează spre valori mai mici de distanță (interior), se reglează în sus elevația antenei până când se obține modelul inițial. Se notează noul unghi;
- Dacă noul unghi diferă față de unghiul inițial cu mai mult de 2^0, sistemul trebuie verificat pentru recalibrarea circuitului de tangaj.

E. Folosirea "Profilului Vertical"

Pe lângă posibilitatea scanării la diferite unghiuri de elevație ale antenei, pilotului i se pune la dispoziție şi abilitatea de a scana în plan vertical la unghiul de azimut dorit. Se pot obține astfel caracteristicile verticale ale unei celule meteo: înălțime relativă, formă, dezvoltare verticală, zonele cu precipitații concentrate.

- Se stabileşte un unghi de elevație optim pentru antenă;
- Se apasă unul din butoanele TRK pentru deplasarea stânga sau dreapta, pe display, a liniei galbene de azimut;
- Se poziționează linia de azimut pe ținta dorită. Unghiul de azimut este afişat în partea de sus, stânga, a display-ului. Dacă nici unul din butoanele

TRK nu este apăsat timp de 15 sec., linia galbenă va dispărea.

- Se apasă butonul VP. Pe ecran va apărea configurația specifică "Profilului Vertical", iar antena va furniza informațiile corespunzătoare unei scanări de $\pm 30^0$ în plan vertical (după un scurt interval de timp).

Modul de funcționare prestabilit (TST, Wx, WxA sau GND MAP) rămâne neschimbat. De asemenea, se poate schimba oricare din modurile menționate.

Odată selectat modul VP, se poate schimba unghiul de azimut după dorință, acesta fiind afişat pe display.

NOTĂ: Nu este eficient acest mod în manevrele de viraj, stabilizarea în ruliu nefiind funcțională.

Pentru a reintra în modul de scanare orizontală, se apasă din nou butonul VP.

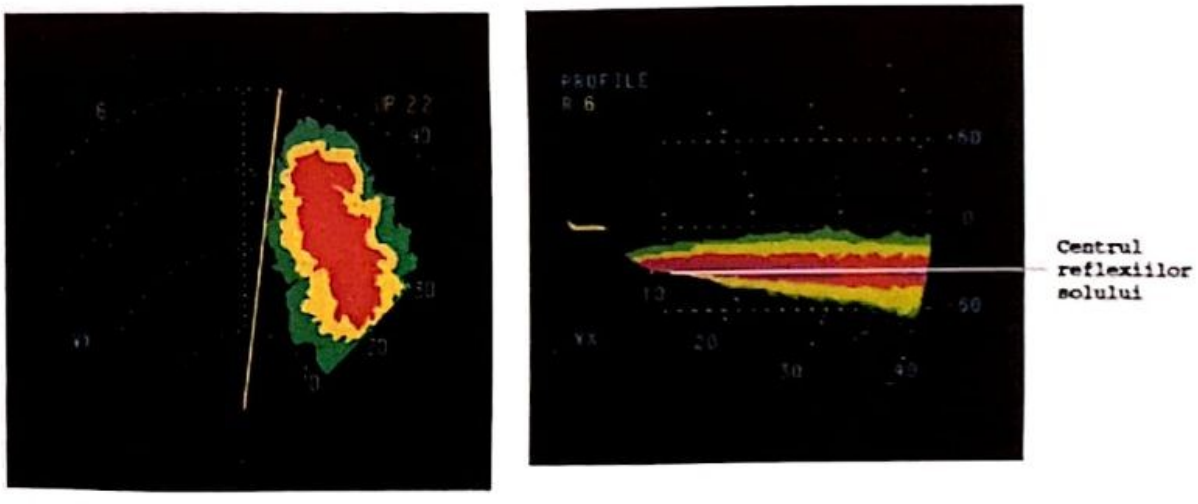


Fig.5.10 *Exemple de interpretare*

Domeniu de distanță = 40 MN; înălțimea = 20000 ft deasupra nivelului mării; Elevația antenei = $2,2^0$; Azimut = 6^0.

Linia centrală din această imagine reprezintă solul (fig.5.10) întrucât fascicolul radar baleiază solul, reflexiile creează o imagine simetrică deasupra şi dedesubtul nivelului solului.

Pe măsură ce altitudinea şi domeniul de distanță cresc, reflexiile solului descresc în acelaşi mod în care acestea au crescut de la prima intersecție cu solul.

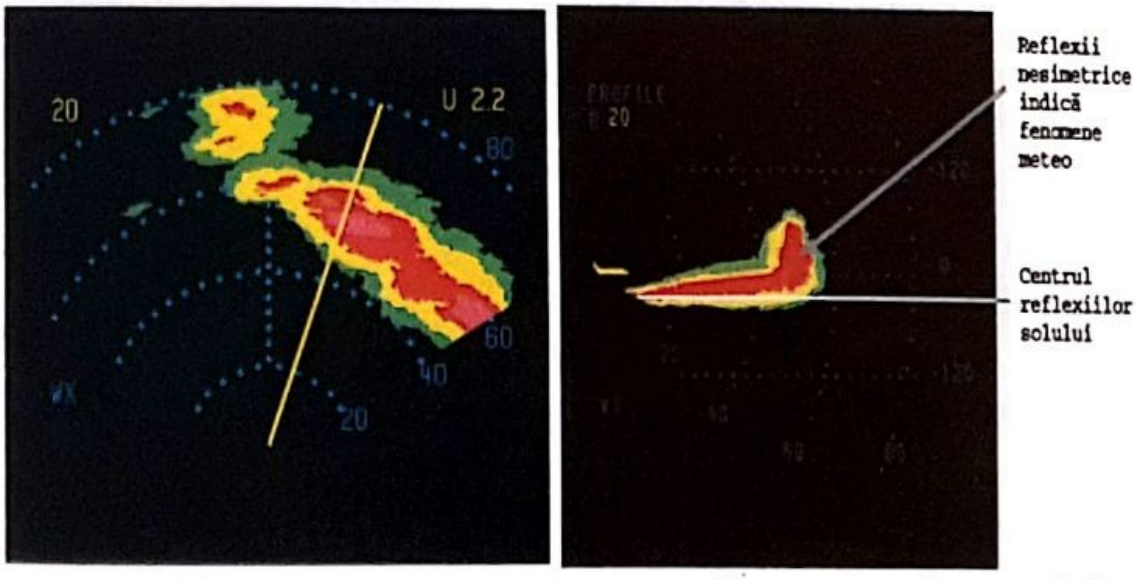


Fig.5.11 *Imaginea asimetrică reprezintă o zonă de furtună intensă*

Domeniu de distanță = 80 MN; înălțimea = 20000 ft deasupra nivelului mării; Elevația antenei =$2,2^0$; Azimut = 20^0.

Imaginea asimetrică reprezintă o zonă de furtună intensă .

În caz de avarie a sistemului radar, în caz că nu periclitează integritatea aeronavei (nu provoacă incendiu), se continuă zborul pe baza aparaturii prezente la bord şi pe baza informațiilor meteo primite de la sol.

BIBLIOGRAFIE

1. Eusebiu Hladiuc, Alexandru Viorel Popescu, *Navigație aeriană,* Editura Junimea, Iași, 1977;

2. Ed. Me. Graw Hill, *Principles of radar*

3. G. Rulea, *Bazele Radiolocației*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1966

4. I.Cîrciu, *Sisteme radioelectronice de aviație și comunicații* , Editura Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă", Brașov, 2006

5. Gh. Rogobete, *Instalații moderne de radiolocație*, șă 7 Editura Militară, București , 1983

6*** - *Airborne weather radar*: Pilot' Handbook/RCA

7*** - *Manual de navigație aeriană* , București 1987

8*** - *JANE'S RADAR AND ELECTRONIC WAREFARE SYSTEMS 1995-1996*

9*** - Manual de pilotaj, IAR-330 PUMA – NATO.



ISBN 978-973-8415-52-2