Kidolgozás a ZH-ra készülve

Antennák

1. Mi az irányhatás?
   Az antenna irányhatását definíció szerint a $D = \frac{S_{max}}{S_0}$ összefüggés adja, ahol $S_0 = \frac{P_s}{4\pi r^2}$ és P_s a kisugárzott teljesítmény. Az irányhatás annak mérőszáma, hogy a vizsgált antenna a főirányában hányszoros teljesítménysűrűséget állít elő az ugyanakkora teljesítményt kisugárzó izotróp antennához képest.

2. Mekkora teljesítménysűrűséget hoz létre egy G nyereségű antenna tőle d távolságban?

   Definíció alapján: $G = \frac{S_{max}}{S_0} \Rightarrow S_{max} = \frac{G}{S_0} = \frac{G \cdot P_t}{4\pi r^2}$

3. Az irányhatás vagy a nyereség számítható-e ki az iránykarakterisztikából és hogyan?
   Az irányhatás számítható csak ki, mivel a nyereség számításához a veszteségeket is számba kéne venni.
   Irányhatás számítása az iránykarakterisztikából:
   $D = \frac{4\pi}{\oint\oint_{4\pi} F^2(\vartheta, \varphi) d\Omega}$, ahol $d\Omega = \frac{dA}{r^2}$

4. Írja fel a vevőantenna hatásos hosszának definícióját!
   Az antennák reciprok kétkapuk, így lényegtelen, hogy adó vagy vevőantenna között különbséget tenni. (*szinte* az összes esetben)
   $h = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \frac{1-\cos\beta l}{\sin\beta l}$ Ahol l az antenna (tényleges) hossza (ez csak dipólra van)

   A félhullámhosszú dipól effektív hossza λ/π

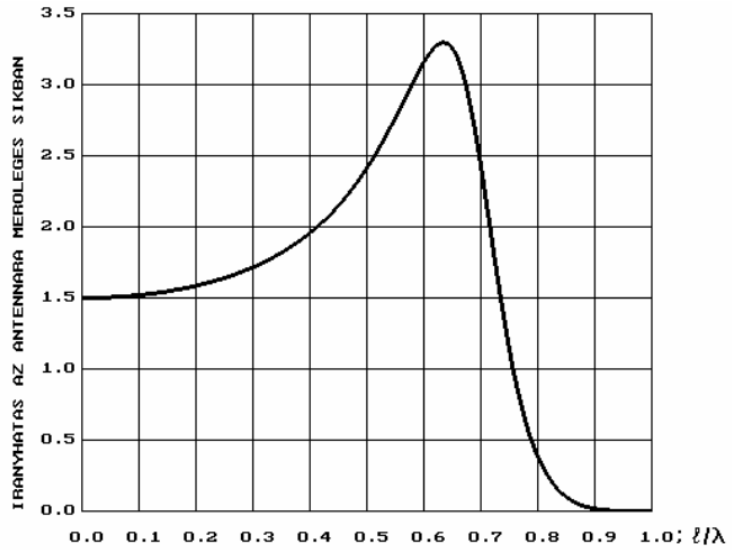
5. Írja fel a Hertz-féle dipólus által létrehozott sugárzási tér elektromos és mágneses térerősségének hányadosát.

   Cseles kérdés: 120π :)

6. Lehet-e egy antenna hatásos hossza nagyobb mint a hosszmérete?

   Nem. A hatásos hossz az árameloszlás szinuszos jellege miatt van (ahol az áramnak maximuma van, ottan az antenna jobban sugároz), ezért mindenképpen kisebb a tényleges hossznál, vagy elméletben lehet egyenlő.
   (Ehhez egyenletes árameloszlás kellene, de a dipól végén mindenképp gondja lesz az áramnak, úgyhogy az egyenletes árameloszláshoz végtelen hosszú dipól kellene)

7. Rajzolja fel a lineársi huzalantennák irányhatását az l/λ függvényében és jelölje be legalább 3 jellemző pontos értékét!



7. ábra Irányhatás ℓ/λ függvényében

3 pont: Hertz dipólus: $l/\lambda = 0$ → D = 1,5 dB
Félhullámhosszú dipólus: $l/\lambda = 0{,}5$ → D = 2,4 dB (kb)
Maximális irányhatás: $l/\lambda = 0{,}625$ → D = 3,4 dB (kb)

8. Mi a karcsúság és mi a definíciója?
   Ez idén nem volt téma, ha jól emlékszem...

9. Síkreflektor előtt elhelyezett dipólra rajzolja fel az irányhatás ill. nyereség változását a reflektor-dipól távolság függvényében.

10. Rajzolja fel a haladóhullámú vezeték iránykarakterisztikáját $\frac{L}{\lambda} = 5$ mellett!
    Mintha ez sem lett volna ilyen részletességgel...

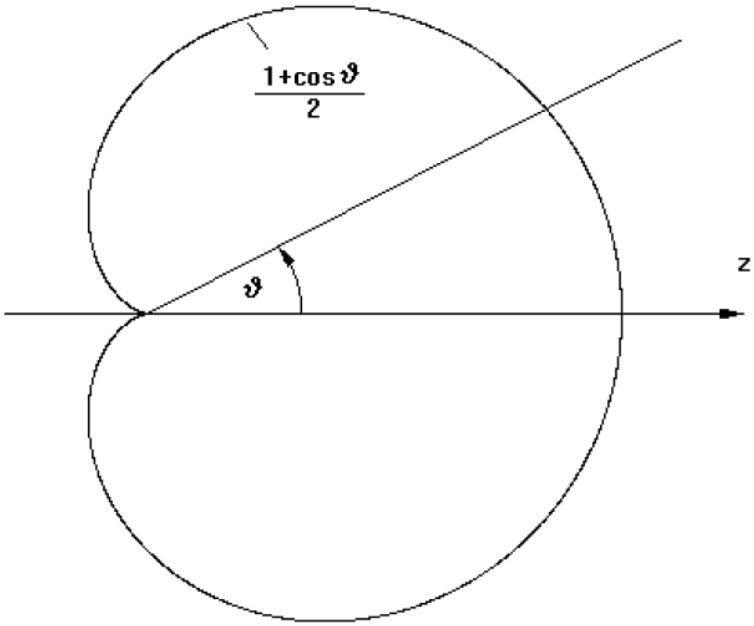
    http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Rhombic_antenna_diagram.svg

    Általánosságban mondtuk, hogy a haladó hullámú (V és rombusz antennák) $\frac{L}{\lambda}$ aránya 5-10

11. Milyen hatásuk van a lineáris, négyzetes, köbös fázishibáknak az apertura antennáknál?
    - Lineáris: A főirány elfordul
    - Négyzetes: A főnyaláb kiszélesedik, a melléknyalábok megemelkednek és a nullhelyek feltöltődnek. Szimmetrikusan torzul karakterisztika.
    - A köbös fázishibának ugyanilyen hatása van, csak asszimetrikusan torzul a karakterisztika.

12. Nevezze meg, írja fel és rajzolja le a görbét, mely megadja a Huygens féle felületelem térerősségének irányszögfüggvényét!

Az $\frac{1+\cos\vartheta}{2}$ függvény a jól ismert kardioid görbét (3.13. ábra) írja le. Ennek mintegy $\pm 30^\circ$ -os szakasza jó közelítéssel egységnyi

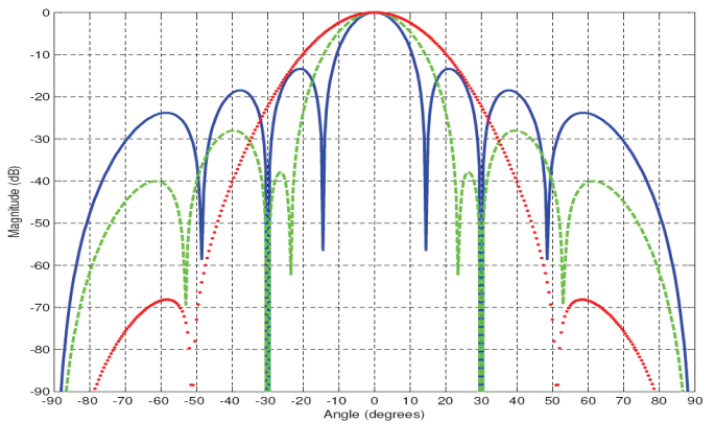


13. Mi az antennarendszerek leírásánál használt Ψ változó fizikai jelentése?

Egyenlő távolságú antennasorok esetén a sor két szomszédos eleme által előállított távoltéri térerősség közötti fáziskülönbség

$\Psi = \delta + \beta d \cos\vartheta$ βd a geometriából, δ pedig a táplálásból adódik

14. Melyik antennasor főnyalábja szélesebb, az egyenlő amplitúdóújé vagy a szélek felé csökkenő amplitúdóújé azonos elemszám esetén?
A szélek felé csökkenő amplitúdójúnak szélesebb a főnyalábja, cserébe kisebbek az oldalnyalábok. Ennek a hatásnak a fokozása a binomiális eloszlású táplálás.



Itt a kék az egyenletes eloszlású, a zöld a háromszög eloszlású, a piros a binomiális eloszlású táplálással kapott nyaláb. (8-as elemszám)

15. Mi a megvilágítási függvény?
    Az apertúra felületén megadja az elektromos térerősség eloszlás amplitúdóját és fázisát. Ebből kiszámítható az antenna távoltéri sugárzása:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{e^{-j\beta r}}{\lambda r} \iint_{A'} \mathbf{E}(\mathbf{r}') e^{j\beta \mathbf{r}'\mathbf{e}_r} dA'$$

    Ahol A' az apertúra felülete, amelyen r'-el "végigpásztázunk".
16. Milyen kapcsolat van a megvilágítási függvény és az iránykarakterisztika között apertúra antennáknál?
    Az iránykarakterisztika kifejezhető a megvilágítási függvény Fourier transzformáltjával.
17. Mit nevezünk a huzalantennáknál rövidülési tényezőnek?
18. Mit nevezünk ideális apertúra antennának és miért?
    Ez mintha idén nemlett volna…
    A konstans amplitúdóeloszlású megvilágítási függvénnyel rendelkező apertúrát, mivel ennek a legkeskenyebb a főnyalábja.
    Értelmezés: A megvilágítási fügvény egy négyzetfüggvény, amelynek a Fourier transzformáltja a sinc függvény, amely keskeny és nagyon gyors letörésű.
19. Mi korlátozhatja egy forgásparaboloid reflektor antenna alkalmazhatóságának felső frekvenciahatárát? A gyártás miatti felületi egyenetlenségek méretei egy idő után összemérhetőek a hullámhosszal, és ez nagy fázishibát okoz.
20. Közvetlen fókuszban táplált forgásparabolid antennánál hogyan lehet lineáris fázishibát elérni?
    Lineáris fázishiba előidézhető a tápfej fókuszpontból való lineáris elmozdításával.
21. Egyenlő távolságú sugárzósornál mi az orrsugárzás feltétele?
    Ha $\vartheta_m = 0$ *vagy* $180°$:
    A k-adik antenna táplálása: $I_k e^{jk\delta}$, ahol $\delta = -\beta d \cos(\vartheta_m)$

Hullámterjedés

1. Mi a földsugártényező és mekkora normál atmoszférában?

   ez viszi át a valós Földsugár értékét az effektiv Földsugárrá, hogy görbült terjedés helyett számolhassunk egyenessel. (jele: K)

   K(standard atmoszférában) = 4/3

2. Mi az MUF, mi az MUF(d) és milyen kapcsolatban vannak?

   MUF: Maximal Usable Frequency, Függőlegesen fellőtt MUF frekvenciájú rádióhullám még visszaverődik és érzékelhető

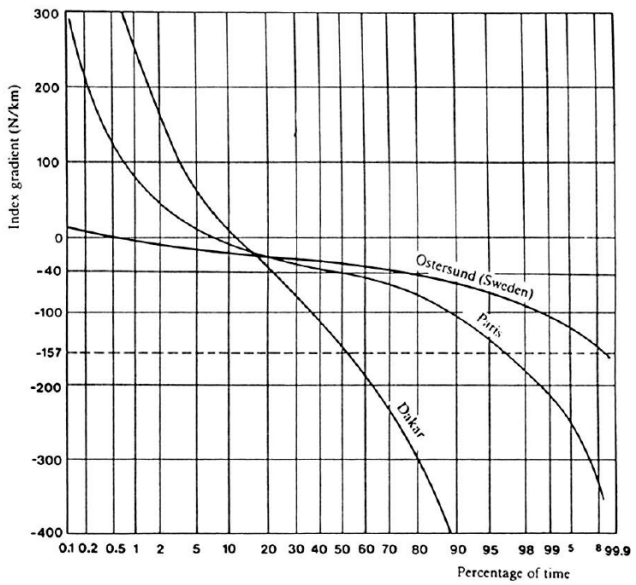
   MUF(d) az a frekvencia ahol d távolságban még látható ezen frekvenciás rádióhullám

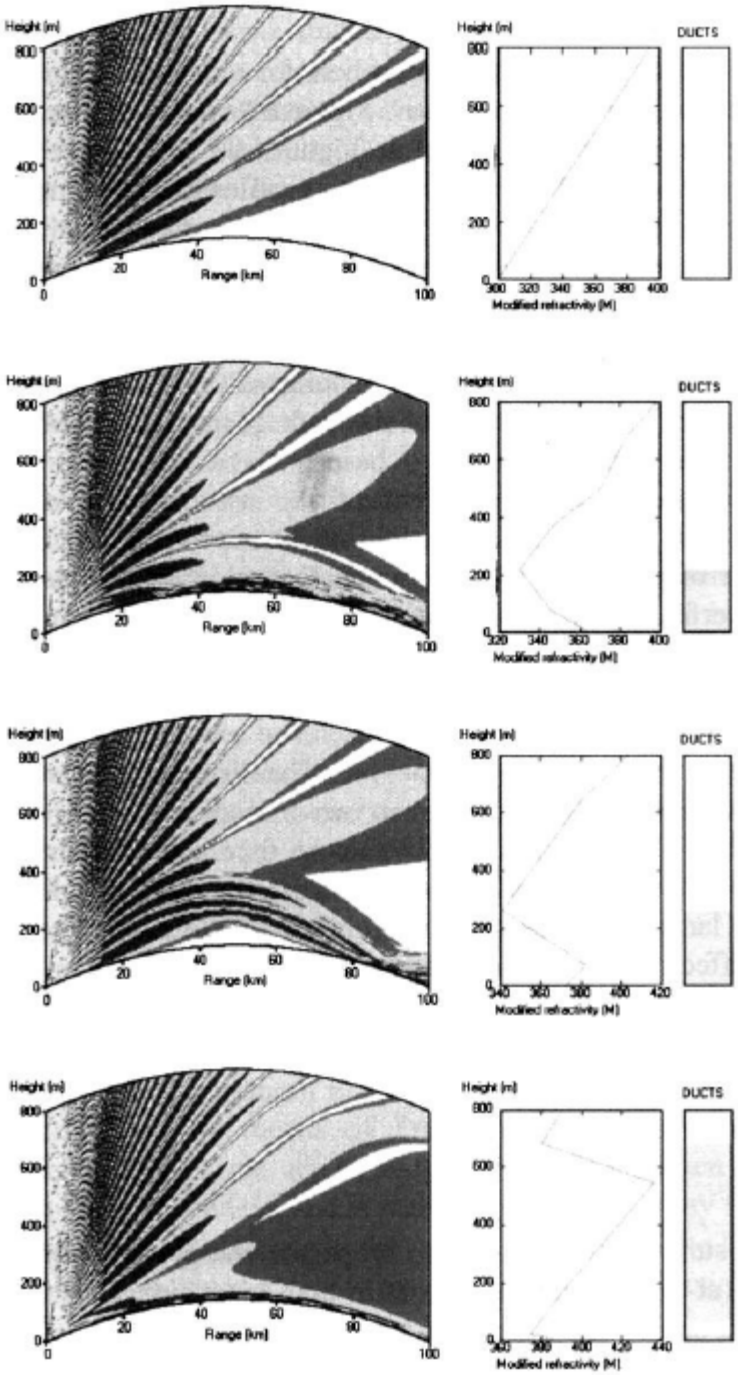
3. Mely frekvenciatartományban alkalmazzák a troposzférikus szórású összeköttetéseket?

   200MHz - 10 GHz (alatta az elég nagy nyereségű antennák (50-60 dB) geometriai mérete lesz nagy, fölötte pedig a szakaszcsillapítás)

4. kiegészítés: Elég komoly adóteljesítményre (1kW) van szükség hozzá, mert a szóródást a törésmutató index véletlen változása hozza létre ami nagyon kis mértékű. A műholdas összeköttetések elterjedésével kisebb az igény rájuk. Több száz km szakasztávolság (max 700 km)

5. Adja meg a duct kialakulásának feltételét.
   A duct a rádiós hullámok elhajlott vonalon való terjedése, amelyet a különböző légköri rétegek változó törésmutatója okoz.
   Diagram: A légköri törésmutató index gradiensének időbeli eloszlása



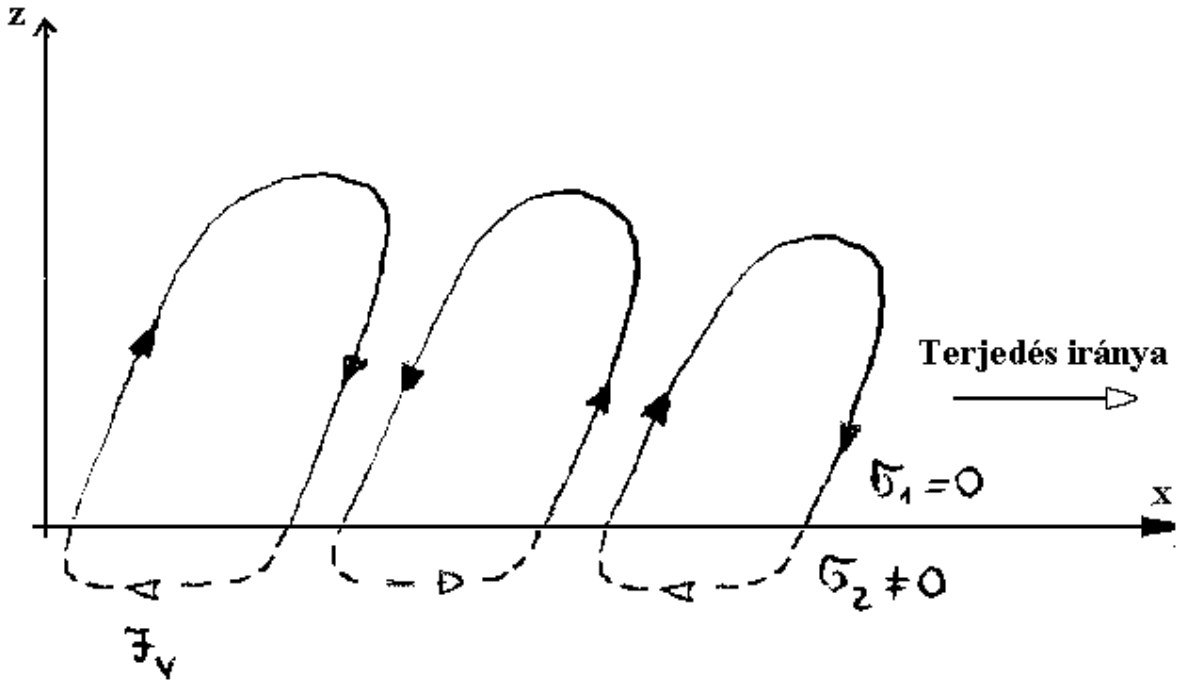


6. Milyen polarizációjú térerősséget alkalmazunk a felületi hullámú terjedésnél és miért?
   Valaki??
   Talán vízszintes polarizációjút, de nem tudom teljesen megindokolni.

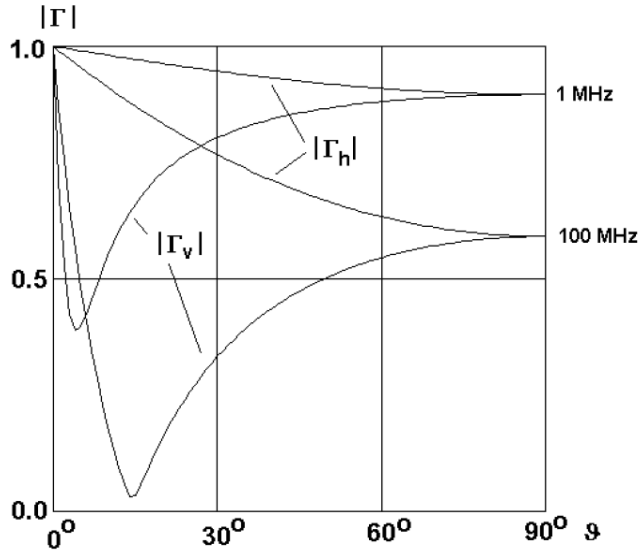
   Tartom magam a függőlegeshez. Az antenna polarizációját a kisugárzott E tér iránya határozza meg, mivel leginkább az E térből vesz ki energiát.

   A miért függőlegesre annyit tudok mondani iszonyatosan paraszt logikával, hogy mivel E teret kell létrehozni, ahhoz kondenzátort kell csinálni, azt meg a talajból és az

atmoszféra megfelelő rétegéből álló két fegyverzetből és a köztük lévő dielektrikumból (a levegő) tudunk csinálni. Ezt az eszmefuttatást hajlandó vagyok vizsgán is felvállalni. :)



Ehhez talán ez a kép segítség, amin a talajreflexió abszolút értéke van ábrázolva.



7. Mekkora a troposzférikus szórású összeköttetések szakaszcsillapításának távolságfüggése a kétutas terjedés távolságfüggésével összevetve?

8. Milyen magasságtartományban jöhet létre troposzférikus szórás?

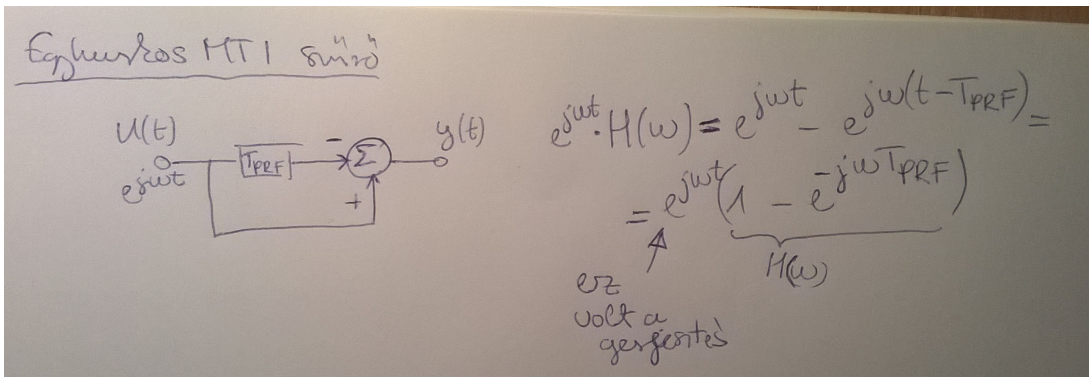
   3-8 km

9. Mit nevezünk Brewster szögnek?

   Ennél a beesési szögnél van a talajreflexió abszolút értékének minimuma.

Távérzékelés

1. Csoport és fázis futási idő képlettel
   (Mindenhol 2R az R helyett, a képletekben, mert oda-vissza számoljuk a terjedést)
   Ha a terjedés nem diszperz: $t_g = t_p = \frac{R}{c}$
   Különben:
   csoportfutási idő: $t_g = -\frac{\partial\varphi(\omega_0)}{\partial\omega_0}$
   fázisfutási idő: $t_p = -\frac{\varphi(\omega_0)}{\omega_0}$
   ahol: $\varphi(\omega) = \frac{2\pi R}{\lambda}$ és $R = R_0 - V_R t$
2. Egyhurkos MTI blokksémája és átviteli karakterisztikája.



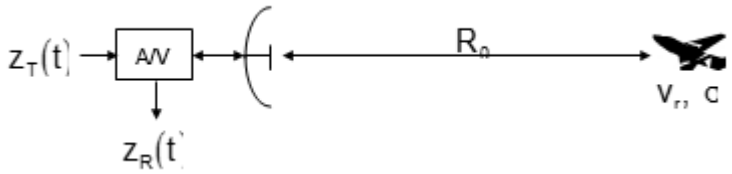
3. Doppler érzékenység fogalma
   Nem tom, de a Barker kód használata javítja...
4. Illesztett szűrő átviteli karakterisztikájának képlete:
   $H_{opt}(\omega) = \mu\frac{Z_T^*(\omega)}{S_n(\omega)}e^{-j\omega t_0}$ Ahol $Z(\omega)$ a küldött jel, $S_n(\omega)$ a zaj spektruma.
5. Radar alapegyenlete

$$P_R = P_T \cdot \frac{G_A}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \sigma \cdot \frac{A_{eff}}{4 \cdot \pi \cdot R^2}$$

σ: *RCS (Radar hatásos keresztmetszet)*

A_{eff}: *Vevőantenna effektív felülete*

6. Határozza meg a 8 impulzusos MTD szűrő #2 csatornájához tartozó szűrő h súlyve….. meg és rajzolja fel ezen szűrő átviteli karakterisztikáját.
   Szerintem szintén nem volt...
7. Hullámcsomag terjedése, mérhető paraméterek
   a. Ismertesse a modellt



Megkötések

- Nem fluktuáló céltárgy
- A céltárgy radiális sebessége konstans
- Ideális, egyutas, nem diszperz hullámterjedés
- A céltárgy az antenna főirányában van

b. Írja fel $z_T(t)$ vizsgáló jelet és a vett $z_R(t)$ jelet

$$\boxed{z_T(t) = z_a(t)e^{j\omega_0 t},}$$

$$\boxed{z_R(t) = A(\omega_0)z_a(t - t_g)e^{j\omega_0(t-t_p)}}$$

Az amplitúdó sokminden másnak is függvénye (pl távolság, reflexió, stb)!

c. $z_T(t)$ és $z_R(t)$ összevetésével mutassa meg a mérhető paramétereket
$z_T(t)$ (vett) és $z_R(t)$ (adott) közötti különbségek:

$$\boxed{z_R(t) = \underset{①}{A(R)}z_a\left[\underset{②}{\left(1+\frac{2v_r}{c}\right)}t - \underset{③}{\frac{2R_0}{c}}\right]e^{j(\omega_0 t + \underset{④}{\omega_d} t - \underset{⑤}{2R_0\beta_0})}}$$

Mérhető paraméterek:

- Csillapítás ($A(R_0,\sigma,G_A)$)
  - A csillapítás radiális távolságtól, a céltárgy reflexiós képességétől, illetve az antenna nyereségétől függ.
- Az alapsávi jel "nyuzsorodása" ($1 + \frac{2 \cdot v_r}{C}$)
  - Az alapsávi jelre vonatkozó doppler-hatás
- Az alapsávi jel időkésleltetése ($\frac{2 \cdot R_0}{c}$)
- A doppler körfrekvencia (ω_d)
- A vivő késleltetése $2R_0\beta_0$

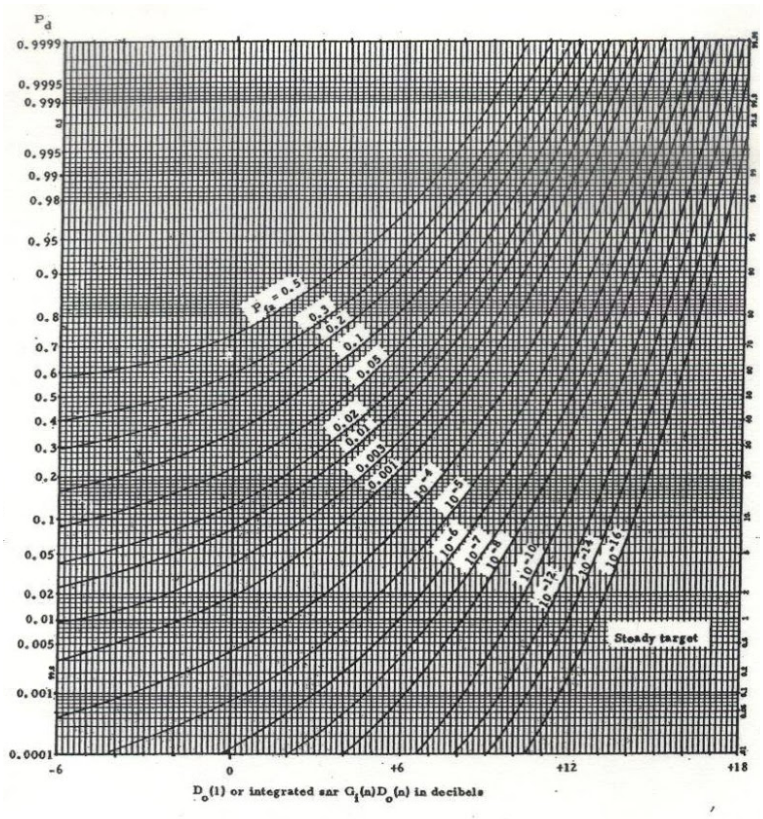
8. Adott egy ATC terminal radar az alábbi paraméterekkel:

P_d	90%
P_{f0}	10^{-8}
RCS statisztika	Swerling 1

Vivőfrekvencia	S-sáv, 3000 MHz
Impulzusszélesség	100 μs, NLFM, B=1MHz
Evelációs lefedés	0°- 40°
Azimuth lefedés	0°- 360°
Antenna irányélessége, $\Phi_?$	2°
PRF	800 Hz
RPM	12
Hatótávolság $R_?$	150 km

Kérdések:

a. $D_0(1)$ = 14,2 dB + L_d = 14,7 dB → Görbeseregről leolvasva + L_d = 0,5dB korrekciós tényező a 20dB miatt (ezt nem vágom teljesen)



b. $D_1(l) = D_0(1)+L_f$ = 23,4 dB → ahol L_f a fluktuációs veszteség, amit egy L_f (P_d) diagramról olvashatunk majd le.

c. Integrálható minták száma, M:

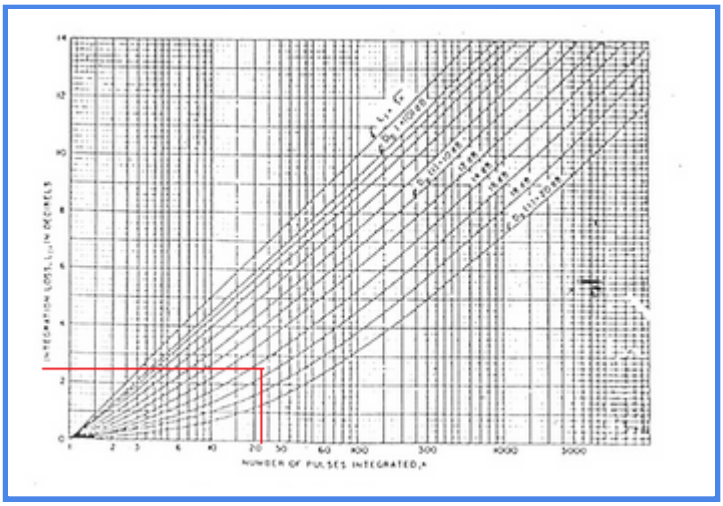
$N=T_{rpm}f_{PRF}$

RPM = 12 → T_{RPM} = 5 sec

N = 800kHz * 5s =4000 → 1°-ra: $\frac{4000}{360}\theta_{3dB} = 22$, mert $\theta_{3dB} = 2°$ (+egészrész képzés)

d. $D_1(M) = D_1(1) - 10*\lg(M) + L_{integráció} = 23{,}4 - 13{,}4 + 2{,}7 = 12{,}7$ dB

$L_{integráció}$ leolvasása:



e. Vaklármák átlagos ideje: 10^{-8} (?) nem (!)

$T_{avg} = \frac{1}{P_f \cdot B} = 100\ sec$

f. Komprimált impulzus hossza

$\tau_c = \frac{1}{B} = 1\mu s$

g. Antenna horizontális mérete (kb): Horizontális méret: D_H

A azimuth szögfelbontásból számoljunk ami korábban $\theta_{3dB} = 2°$ nak volt megadva.

$\theta_{3dB} \geq \frac{\lambda}{D_H}$

$D_H \approx \frac{0{,}1\ m}{0{,}0349\ radian} = 2{,}86m$

h. Radiális felbontás:

$\delta_R = \frac{c}{2B} = \frac{c \cdot \tau_c}{2} = \frac{3e8}{2e6} = 150m$

i. Tangenciális felbontása 100 km-en

$\delta_t = R\ \theta_{3dB} = 10^5 \pi \frac{2}{180} = 3{,}49\ km$

j. Minimális hatótávolság:

Impulzus hossz allatt nem tud venni → $T = 100\mu s$ →

$R_{min} = \frac{c\tau}{2} = \frac{3e8 \cdot 1e{-4}}{2} = 15 * 10^4\ m = 15\ km$

k. Egyértelműségi hatótávolság:

$R_1 = \frac{c}{2f_{PRF}} = \frac{3e8\ m*Hz}{2*800Hz} = 187{,}5\ km > R_{max}$

De! Valami miatt mégsem igaz… A jegyzetben ez áll:

“Fluktuációs veszteség miatt jó a k féle frekvencia.

4 féle polárdiagram!

lehetetlen 4 együttes mellhely” ??nullhely lehetett az

l. Hány százalékkal csökken a fenti radar hatótávolsága adott irányban, ahol 100 mm/h intenzitású felhőszakadás van a radartól 1-16 km tartományban?

$L_p = \alpha_p \cdot d = 0,17\frac{dB}{km} \cdot 15\ km = 2,55dB\ = 1,8 \rightarrow$

$R'_{max} = R_{max}\sqrt[4]{\frac{1}{1,8}} = 129,5\ km \rightarrow$ 86%-ára esik a hatótávolság.

m. Tegyen javaslatot a minimális hatótávolság csökkentésére. Indokolja meg, hogy a javaslat ténylegesen képes a feladat ellátására.

Az eddigi impulzus előtt egy rövidebb kilövése megoldja: 1µs impulzus + 100µs szünet + 100 µs impulzus

Ellenőrzés:

R_{max} = 150 km eddig → 1µs használatával?

$R_{max} = konst * \sqrt[4]{E}\ = konst * \sqrt[4]{1\mu s * P}$

$\frac{R_{max}}{\sqrt[4]{100}} = \frac{150km}{\sqrt{10}} \rightarrow R_{max} = 47$ km Ez a korábbi minimális 15km-es minimális hatótávolságnál nagyobb, így áthidalja az eddig lefedetlen területet.

n. 10 végfokból 2 tönkrement, mondja meg mennyivel csökken a hatótávolság?

??ezt vki

Tipp: Itt szerintem arra gondolnak, hogy a kétszeres terjedés miatt a távolság negyedik hatványával kell számolni. Ha 10 végfokod van, akkor a teljesítményeid összegződnek, így ha kettő kiesik összesen az eredeti 80%-ával adsz. Ezt az összefüggést mutatja meg a kereső radar alapegyenlete. Ennél szerintem egyszerűbb, HPA végfokoknál dobta fel ezt a feladatot. Csak ott 10%-a esett ki az eszközöknek, itt most 20%.

$R_{max} = konst\sqrt[4]{P_t}$

$R'_{max} = konst\sqrt[4]{P_t}\sqrt[4]{0,8}$ azaz 0,94%-a az eredeti távolságnak

$$D_0(1) = \frac{\sigma}{k4\pi}\frac{T_r}{\Psi_s R_{max}^4}\frac{P_{av}A_{eff}}{T_\Sigma}\frac{1}{L_\Sigma}$$

ahol σ a céltárgy radar hatásos keresztmetszete (RCS),

k a Boltzmann állandó, $k = 1.38 \cdot 10^{-23}\ \frac{W}{HzK}$

Ψ_s a letapogatott térszögtartomány

R_{max} a maximális hatótávolság

T_r az antenna körülfordulási ideje

T_Σ a vevő bemenetére redukált rendszer zajhőmérséklet

P_{av} az adó átlagteljesítménye

A_{eff} a radar antenna hatásos felülete

L_Σ a radar összes veszteségé

$R_{max} = konst.\sqrt[4]{P_{av}}$

Ha az adó átlagteljesítménye változik csak, akkor:

$$R^4_{maxuj} = R^4_{max} * \frac{4}{5}$$

$$R_{maxuj} = R_{max} \cdot \sqrt[4]{\frac{4}{5}}$$