

Géczi József–Dr. Szabó László

CÉLKOORDINÁTOROK alkalmazástechnikája

A rádiótechnikai célkoordinátorok (RCK) feladata azon szögkoordináták mérése, amelyek a távolságvektor koordinátor hossz tengelyéhez viszonyított térbeli helyzetét határozzák meg. A cél helyzetének és mozgásának térbeli változását a célt és a rakétát összekötő rádiótechnikai információs csatorna vizsgálja a cél saját, vagy az általa visszavert rádiósugárzás alapján. Napjainkban a leggyakrabban az SHF és az EHF frekvenciatartományú rádiósugárzást alkalmazzák (főleg a 3 – 0,8 cm-es tartományban).

Ezen tartományok kiválasztását az indokolja, hogy jelentős mértékben lecsökkenthető a koordinátor antennájának mérete, szűkíthető az antenna sugárnyalábja, ami a pelengáció pontosságának növekedését vonja maga után, valamint az a tény, miszerint manapság igen nagy teljesítményű adóberendezéseket készítenek és alkalmaznak az előbbiekben említett frekvenciákon.

CÉLKOORDINÁTOROK FELÉPÍTÉSI ELVE

A RCK működési elve azon alapszik, hogy a célok a háttérhez képest jóval intenzívebben sugároznak, vagy verik vissza a rádióhullámokat. Az elektromágneses hullámokat gerjesztő oszcillátorok lehetnek a hordozó repülőgépen, a rakétán, de megtalálhatóak a cél fedélzetén is. Működésüknek megfelelően megkülönböztetünk folyamatos, illetve impulzus üzemi RCK-okat.

Azokat a RCK-okat, amelyek a visszavert rádióhullámok energiája alapján működnek – félaktív, vagy aktív (függ attól, hogy a cél megvilágítását a repülőgép, vagy a rakéta végzi) -, amelyek pedig a cél saját rádiósugárzása szerint működnek - passzív koordinátoroknak nevezzük.

Az optikai célkoordinátorral szemben a RCK nem képez célképet a sík, vagy a tér egy adott pontjában. Ezen okból kifolyólag a cél koordinátáinak mérését olyan fizikai elvek szerint végezzük, amelyek alapján a koordinátor elektronikus és antennablokkjai felépíthetők. Az alkalmazott elvnek biztosítania kell, hogy az elektronikus blokk kimenetén megjelenő jel alapvető paraméterei közül bármelyik megváltozása határozott és kellően észrevehető legyen.

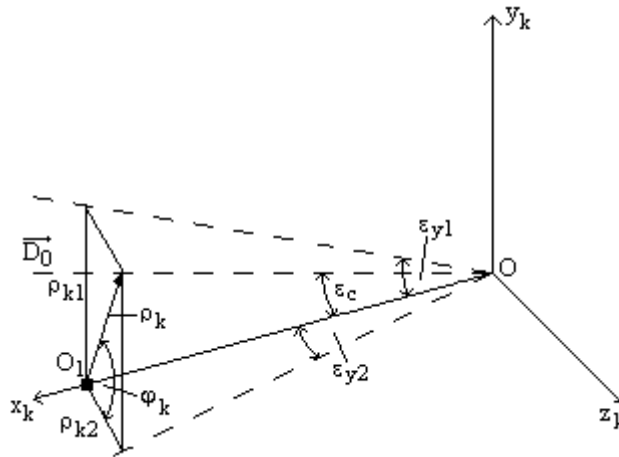
A leggyakrabban alkalmazott elvek a következők:

- speciális formájú antenna irányított működése,
- a rádióhullámok állandó sebességű áthaladása bizonyos homogén közegen keresztül.

Az előbbi elv könnyen realizálható egy keskeny sugárnyalábú parabolikus antenna alkalmazásával. Ebben az esetben, ha az antenna optikai tengelye eltér a cél irányától, akkor az elektronikus blokk kimeneti jelének amplitúdója lecsökken az eltérési szög nagyságának arányában. Ha a cél két különböző szögkoordinátáját akarjuk meghatározni, akkor két különálló antennára van szükségünk. Ezen antennák a koordinátor tengelyére merőleges irányban, egymástól adott bázistávolságra vannak eltolva. Ha a koordinátor tengelye a célra irányul, akkor a cél által kisugárzott, vagy a róla visszaverődött impulzusok mindkét sugárzóra azonos időben érkeznek, tehát a beérkező modulált jelek fázisa egyenlő lesz.

A koordinátor tengelyének elfordulása a céliránytól az előbbiekben említett idő-, és fázisegyenlőségek megszűnését vonja maga után. A koordinátor tengelye és az irányzó vonal által bezárt szöggel arányos jelet kapunk a vevőcsatorna kimenetén, amely nem más, mint az egyeztetlenségi jel.

A koordinátor kimenetén megjelenő egyeztetlenségi jelek - melyek értékei a cél szögkoordinátáinak felelnek meg - állandóan változnak a rakéta és a cél egymáshoz viszonyított mozgása miatt, ezért kisfrekvenciás időfüggvényekkel jellemezhetők. A koordinátor bemenetére a célról nagyfrekvenciás



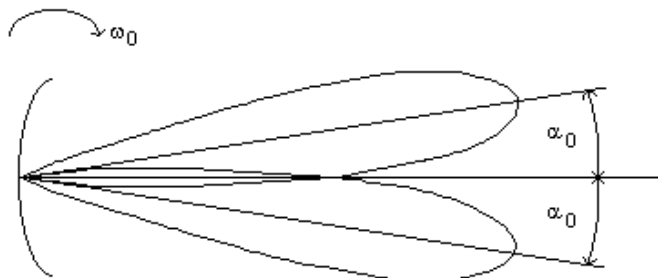
1. ábra. Az RCK koordináta rendszere

jelek érkeznek. A koordinátor kimenetén csak akkor jelentkezik egyeztetlenségi jel, ha a bemeneti nagyfrekvenciás jel olyan függvény szerint modulált, mely alapvető paraméterei a cél szögkoordinátaival arányosak. A kisfrekvenciás kimeneti jel – azaz videojel - a nagyfrekvenciás bemeneti jel demodulációjának az eredménye. A RCK bemenetén – vagyis az antennablokkon - a moduláló függvények megjelenítését az antennablokk speciális berendezése biztosítja. Ezen függvényeket pelengációs függvényeknek nevezzük.

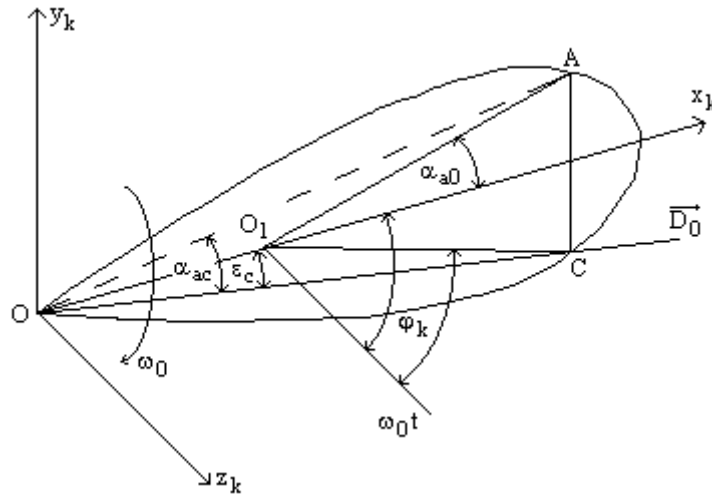
A pelengációs függvények alakjai az antennablokk felépítésének lehetséges módjai szerint:

Egy vevőcsatornás antennablokk

Ebben az elrendezésben az antenna állandó a_{a0} szöggel van elfordítva koordinátor hossz tengelyéhez képest, amely mentén állandó ω_0 szögsebességgel forog. Az x_k tengely mentén forogva létrehoz egy rádiósugarat, ahol a jel amplitúdója állandó marad. Legyen az antenna iránykarakterisztikáját meghatározó függvény $F(a_0)$, ahol a_0 érték a hossz tengelyhez viszonyított. Amikor az antenna (vagy az iránykarakterisztika sugárnyalábja) forog, akkor az a_{ac} szög értéke változni fog. Abban az esetben, amikor a cél iránya egybeesik sugárnyaláb tengelyével, a RCK bemeneti jelének amplitúdóját jelöljük U_m -feszültség értékkel.



2. ábra. A koordinátor tengelye (egyenlő zónák tengelye)



3.ábra. Az amplitúdó-fázis pelengációs antennablokk koordináta rendszere

A pelengációs függvény:

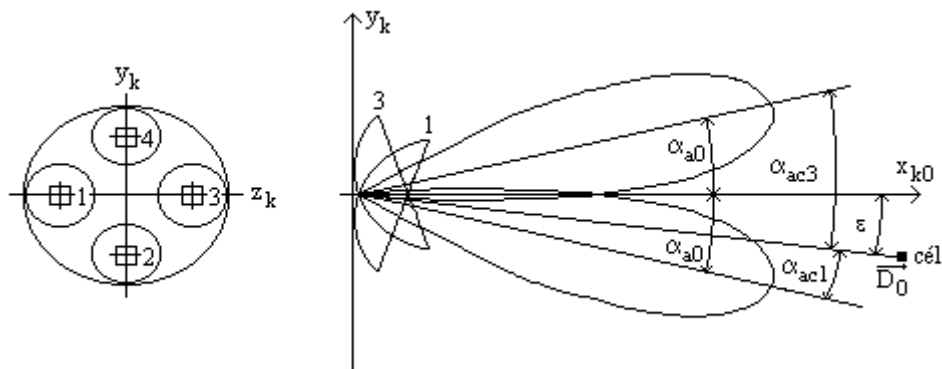
$$U = U_0 [1 - \mu_m \varepsilon_c \cos(\omega_0 t - \varphi_k)]$$

Az egyenletből látható, hogy a vizsgált esetben a cél nagyfrekvenciás jele amplitúdó- és fázismodulált lesz, illetve a koordinátor a cél koordinátáit poláris mérési rendszerben állapítja meg.

Az antennák irányított működésén alapuló többcsatornás antennablokk

Ebben az esetben a koordinátamérő csatornában (vízszintes és függőleges) vagy két antennát, vagy antennaként két sugárzót alkalmaznak. Az antennák nem forognak és tengelyük (vagy a sugárzóik) a koordinátor x_k hossz tengelyéhez képest α_{a0} szöggel eltérnek. A két mérőcsatorna működése teljesen megegyezik.

Tegyük fel, hogy a vízszintes csatornához tartozik az első és a harmadik antenna, a függőlegeshez pedig a második és a negyedik. Ekkor a koordinátor tengelye meghatározza az egyenlő jelek irányát.



4.ábra. Az amplitúdó pelengációs antennablokk koordináta rendszere

$$U_1 = U_0(1 - \mu_m \varepsilon_{c2})E(t),$$

$$U_3 = U_0(1 + \mu_m \varepsilon_{c2})E(t).$$

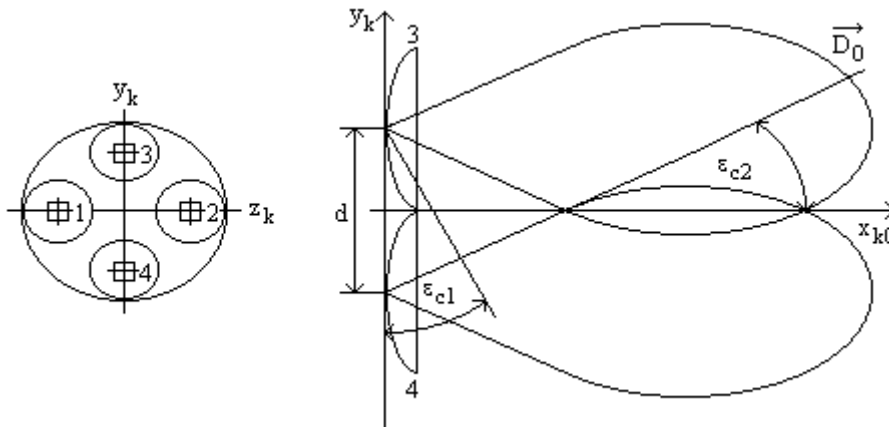
$$U_2 = U_0(1 - \mu_m \varepsilon_{c1})E(t)$$

$$U_4 = U_0(1 + \mu_m \varepsilon_{c1})E(t),$$

Az egyenletekből jól megfigyelhető, miszerint a cél szögkoordináták információját azon jelek amplitúdói tartalmazzák, amelyek a RCK elektronikus blokkjának bemenetén jelentkeznek. A cél nagyfrekvenciás jelének amplitúdó-modulációja az elektronikus blokkban megy végbe - az antennablokkban formált pelengációs függvények segítségével. A vizsgált koordinátortípus a cél szögkoordinátáinak mérését derékszögű koordináta rendszerben végzi.

A rádióhullámok állandó terjedési sebességét felhasználó többcsatornás antennablokk

Az előzőekhez hasonlóan itt is két antennát (vagy sugárzót) alkalmazunk csatornánként. A mozdulatlan antennák tengelyei az x_k tengellyel párhuzamosak. Az antennák mindkét csatornában a koordinátor tengelyére merőleges irányban, egymástól (d) bázistávolságra helyezkednek el.



5. ábra. Fázis pelengációs antennablokk koordináta rendszere

Vizsgáljuk meg egy ilyen antennapár működését a függőleges csatorna példáján keresztül (5. ábra). (A vízszintes csatorna esetében is hasonlóképp járhatunk el). Ha a cél az egyenlő jelek irányába esik, akkor az elektronikus blokkok vevőinek bemenetére azonos jelek kerülnek.

Amikor a cél iránya eltér az x_k tengelyhez képest, akkor a 3-as és a 4-es antennák vevőinek bemenetén megjelenő jelek amplitúdója egyenlő értékkel megváltozik az ε_{c1} változásának függvényében. Ebből következik, hogy a jelek amplitúdóinak összehasonlításával nem kaphatunk információt a cél ε_{c1} koordinátájáról.

Az egyeztetlenségi jelet a fázisok összehasonlításával képezzük. A 3-as, illetve a 4-es antenna-vevők bemeneti jeleinek fázisa az ε_{c1} egyeztetlenségi szög változásakor nem egyformán változik. Az egyeztetlenség során jelentkező fáziseltérés annak köszönhető, hogy a 3-as és a 4-es (valamint az 1-es és a 2-es) antennák „d” távolságra vannak egymástól.

Folyamatos üzemű sugárzás esetén a vevők bemenetén megjelenő jeleket a következőképpen írhatjuk fel:

$$U_1 = U(\varepsilon_{c2})\sin\omega t, \quad U_2 = U(\varepsilon_{c2})\cos(\omega t - \varphi_v),$$

$$U_3 = U(\varepsilon_{c1})\sin\omega t, \quad U_4 = U(\varepsilon_{c1})\cos(\omega t - \varphi_f).$$

Eszerint az adott felépítésű antennablokk alkalmazásakor a kapott jel fázisa hordozza az információt a cél szögkoordinátáinak értékéről. A RCK a koordinátákat derékszögű koordináta rendszerben méri.

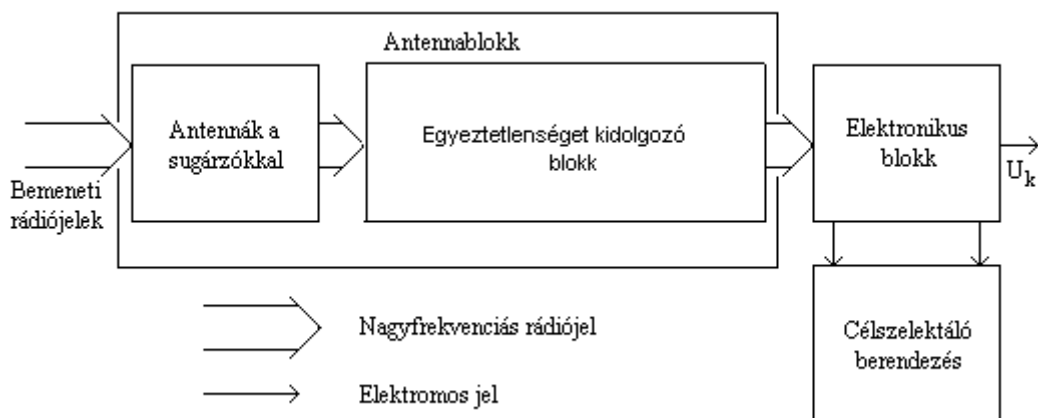
A különböző felépítési elvű antennablokkok működésének elemzése során az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

Bármelyik RCK-ról is van szó, blokkvázlatának a következő alapvető elemeket kell tartalmaznia:

-antennablokk, amely antennából, speciális formájú sugárzóból, valamint egyeztetlenségi jelet kidolgozó blokkból (úgy, mint antennaforgató berendezés, fázisfordítók, nagyfrekvenciás összegző-kivonó berendezések, stb.) áll;

elektronikus blokk, amelybe az alábbi berendezések tartoznak: szuperheterodin típusú vevő, frekvencia-átalakítók, szorzó-áramkörök, szűrők és egyenáramú erősítők;

szelektáló berendezés, amely feladata a valós cél kiválasztása az álcázó célok, valamint a természetes és mesterséges zavarok közül.



6. ábra. Az RCK általános blokkvázlata

FELHASZNÁLT IRODALOM:

V. G. Grigorüev: Aviacionnie upravisnie raketí
 Farkas Vince: Rádiófrekvenciás célkoordinátorok működése