

HÍRADÁSTECHNIKA

Elliptikusan polarizált antenna jellemzése a komplex hatásos hosszal

KAPOR JÓZSEF
Mechanikai Laboratórium

Az antenna olyan szerkezet, mely a tápvonalon vezetett elektromágneses teljesítményt jó hatásfokkal képes elsugározni, illetőleg a környező térből elektromágneses hullámokat képes felfogni, vezetett hullámokká alakítani. Az antenna passzív, reciproknak is felfogható, melyet egyik oldalról a csatlakozó tápvonal, a másiktól pedig a szabad tér specifikus impedanciája zár le. A modern antennatechnikában egyre gyakoribb, hogy sajátos követelmények kielégítéséhez az antennát erősítővei, kapacitásdiódákkal, ferrites eszközökkel stb. építik egybe, így létrehozva az antennák aktív és nem reciprok osztályát, melyekre a reciprocitás elve nem használható fel közvetlenül. Esetünkben feltételezzük, hogy az antenna nem tartalmaz aktív, ill. nem reciprok elemet, továbbá a vevőantennára beeső síkhullám monokromatikus hullámforrásból ered és a monokromatikus tulajdonságát a terjedés során is megtartja.

Az antenna mint négy-pólus transzferparaméterekkel (hatásos hossz, hatásos felület...), bemeneti (bemeneti impedancia) és kimeneti (sugárzási) paraméterekkel jellemezhető.

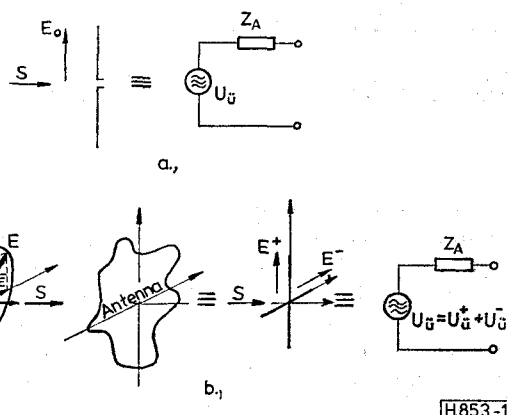
Ezek közül a komplex hatásos hosszal és a hatásos felülettel foglalkozunk részletesen, melyek segítségével az antenna valamennyi fontosabb jellemzőjét meghatározhatjuk.

Elliptikusan polarizált antenna komplex hatásos hossza

A vevőantenna a tápvonal felől aktív kétpólusnak tekinthető (1. ábra), amelynél a generátor $U_{\bar{u}}$ üresjárású feszültsége a hatásos hossz, a generátorból kivehető P_{\max} maximális teljesítmény a hatásos felület segítségével adható meg. Ez a szemléletes helyettesítőképp, amely a matematikai összefüggések felírását kényelmesebbé, jobban áttekinthetővé teszi, mindaddig használható, ameddig az antenna környezetében (közéteirében) lejátszódó fizikai folyamatok a beeső térerősség amplitúdófüggvényétől függetlennek tekinthetők.

Lineáris egyenes vevőantenna h_{eff} effektív vagy hatásos hossza az 1. ábrán vázolt helyettesítőképp alapján:

$$h_{\text{eff}} = \frac{U_{\bar{u}}}{E_0} \quad (1)$$



1. ábra.

ahol $U_{\bar{u}}$ = a vevőantenna kapcsain mérhető üresjárású feszültség,

E_0 = a beeső síkhullám villamos térerősség vektorának az antennával párhuzamos komponense.

Az antenna hatásos hossza a reciprocitási tétel felhasználásával [1] az adónak kapcsolt antenna áramelosztásából számítva:

$$h_{\text{eff}} = \frac{1}{I_0} \int_0^l I(z) dz, \quad (2)$$

ahol I_0 = az áram amplitúdója,

$I(z)$ = az áramelosztás a „z” tengely mentén elhelyezett antennán,

l = az antenna geometriai hossza.

Egyenes antennáknál a gerjesztés hatására, az antennától „r” távolságban a térerősség ezzel a h_{eff} hatásos hosszal lesz arányos [2]:

$$E_t = \frac{z_0}{2\lambda r} I h_{\text{eff}} \sin \vartheta \cdot e^{j(\omega t - \beta r)}. \quad (3)$$

A h_{eff} skalár mennyiség és $z_0 = 120 \pi \text{ Ohm}$.

Egy általános antenna tetszőleges irányból érkező elliptikusan polarizált hullámmal szemben mutatott vételképessége a lineáris egyenes antennák analógiájára szintén jellemezhető a hatásos hosszal. Az általános antennán tetszőleges típusú elliptikusan polarizált antennát értünk és ennek megfelelően a hatásos

hossz komplex lesz. Ebben az esetben kevésbé szemléletes ez a fogalom, mint a lineáris egyenes antennánál, de éppúgy egyértelmű kapcsolatot ad a beeső hullám térerősségvektora és a vevőantenna kapcsain megjelenő üresjárású feszültség között. Az általános vevőantennára felírható összefüggés az (1)-gyel analóg:

$$U_a = E_{i0} h_v, \quad (4)$$

ahol U_a = az antenna kapcsain megjelenő üresjárású feszültség,

E_{i0} = a beeső térerősség amplitúdóvektora,

h_v = a vevőantenna komplex hatásos hossza.

A komplex hatásos hossz a reciprocitási tétel alapján az adási jellemzőkből a (3) összefüggéssel analóg módon a következőképpen értelmezhető:

$$\bar{E}_A(\vartheta, \varphi, r, t) = \frac{Z_0}{2\lambda r} \bar{I} h_A(\vartheta, \varphi) e^{j(\omega t - \beta r)} = \bar{E}_0 \frac{e^{j(\omega t - \beta r)}}{r}. \quad (5)$$

Ugyanazon antennát adásra, ill. vételre használva a komplex hatásos hosszak a reciprocitási elvnek megfelelően természetesen azonosak. Ezt igazolja az a gyakorlati tény is, hogy akármilyen antennáról legyen szó, az adás, ill. vétel funkciójának a felcserélésével az antenna polarizációja változatlan marad. Az antenna polarizációja pedig (egy arányossági tényezőtől eltekintve) ekvivalens az antenna komplex hatásos hosszával, mint ahogy ezt a későbbiekben igazoljuk.

A komplex hatásos hossz, akárcsak a polarizáció az antennán kialakuló árameloszlással van szoros kapcsolatban. Az árameloszlás adóantennánál a bemenetre kapcsolt gerjesztés, vevőantennánál a környező elektromágneses tér hatására jön létre az antenna típusának, geometriai felépítésének megfelelően. Azonban csak lineáris egyenes antennák esetében van olyan egyszerű szemléletes kapcsolat az antenna geometriája és a hatásos hossz között, mint ahogy azt a (2) összefüggés mutatja. Általánosságban a \bar{h} komplex hatásos hossz a $(\vartheta; \varphi)$ polárkoordináták valamilyen függvénye:

$$\begin{aligned} \hat{h}_\vartheta &= |\hat{h}_\vartheta| e^{j\delta_\vartheta}, \\ \hat{h}_\varphi &= |\hat{h}_\varphi| e^{j\delta_\varphi} \\ \bar{h}(\vartheta; \varphi) &= h_\vartheta(\vartheta, \varphi) \bar{e}_\vartheta + h_\varphi(\vartheta, \varphi) \bar{e}_\varphi. \end{aligned} \quad (6)$$

A $\delta_\vartheta, \delta_\varphi$ = tetszőleges fázisok;

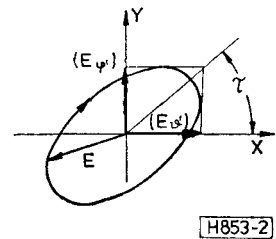
e_ϑ, e_φ = a polarizáció síkjában (a hullám terjedési vektorára merőleges síkban) ortogonális egységvektorok.

A hatásos hossz és a polarizáció kapcsolata

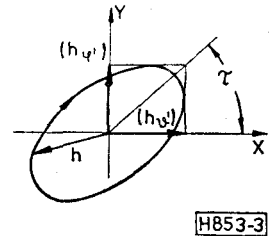
Az (5) összefüggés bal és jobb oldalának összevetéséből triviális, hogy

$$\bar{E}_0(\vartheta, \varphi) = c \bar{h}(\vartheta, \varphi), \quad (7)$$

ahol a „c” konstans mennyiség. Tehát az általános antenna által keltett, valamely (ϑ, φ) koordinátákkal



2. ábra.



3. ábra.

jellemzett irányba haladó elliptikusan polarizált síkhullámot vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az \bar{E}_0 amplitúdóvektor csak egy állandóban különbözik a hullámforrás komplex hatásos hosszától. Ez azt is jelenti, hogy az antenna által létrehozott tér, ill. síkhullám polarizációs tulajdonságainak a komplex hatásos hossza is hordozója, ha úgy tetszik meghatározója. Ennek megfelelően a síkhullám polarizációs tulajdonságait megadó polarizációs ellipszis (2. ábra) mellett, azzal analóg módon bevezethetjük a hullámforrás komplex hatásos hosszának a jellemzésére az ún. hatásos ellipszist (3. ábra). A hatásos ellipszist a következőképpen állíthatjuk elő. Az antenna komplex hatásos hosszát felhasználva, írjuk fel egy tetszőlegesen választott (ϑ', φ') koordinátákkal rögzített irányban, a terjedésre merőleges síkban azt \bar{E}_{ot} amplitúdóvektort. A (7) összefüggés alapján:

$$\begin{aligned} \hat{E}_{ot}(\vartheta', \varphi') &= c \{ |\hat{h}_\vartheta| e^{j\delta_\vartheta} \bar{e}_x + |\hat{h}_\varphi| e^{j\delta_\varphi} \bar{e}_y \} \\ \hat{E}_\vartheta &= c |\hat{h}_\vartheta| e^{j\delta_\vartheta} = |\hat{E}_\vartheta| e^{j\delta_\vartheta} \\ \hat{E}_\varphi &= c |\hat{h}_\varphi| e^{j\delta_\varphi} = |\hat{E}_\varphi| e^{j\delta_\varphi}, \end{aligned} \quad (8)$$

ahol $\bar{e}_x; \bar{e}_y$ ortogonális egységvektorok a terjedés irányára (ϑ', φ') merőleges síkban.

Az antenna síkjában ($z=0$) a komponens egyenletek az időfüggést figyelembevéve, valamint a „c” állandót elhagyva:

$$\begin{aligned} h_x &= |\hat{h}_\vartheta| \cos(\omega t + \delta_\vartheta), \\ h_y &= |\hat{h}_\varphi| \cos(\omega t + \delta_\varphi). \end{aligned} \quad (9)$$

A 9. összefüggésből az időt kiküszöbölve a jól ismert polarizációs ellipszishez hasonló egyenlethez jutunk:

$$\begin{aligned} \frac{h_x}{|\hat{h}_\vartheta|^2} + \frac{h_y}{|\hat{h}_\varphi|^2} - 2 \frac{h_x h_y}{|\hat{h}_\vartheta| |\hat{h}_\varphi|} \cos \delta &= \sin^2 \delta \\ \delta &= \delta_\vartheta - \delta_\varphi. \end{aligned} \quad (10)$$

Az ellipszis nagytengelyének az \bar{e}_x egységvektorral bezárt szöge:

$$\tau = \frac{1}{2} \arctg \frac{2|\hat{h}_{\varphi'}| |\hat{h}_{\varphi}| \cos \delta}{|\hat{h}_{\varphi'}|^2 - |\hat{h}_{\varphi}|^2} \quad (11)$$

Összehasonlításképpen az \bar{E}_{to} vektor által leírt polarizációs ellipszis egyenlete [3]:

$$\frac{E_x^2}{|\hat{E}_{\varphi'}|^2} + \frac{E_y^2}{|\hat{E}_{\varphi''}|^2} - 2 \frac{E_x E_y}{|\hat{E}_{\varphi'}| |\hat{E}_{\varphi''}|} \cos \delta = \sin^2 \delta. \quad (12)$$

A τ orientációs szög:

$$\tau = \frac{1}{2} \arctg \frac{2|\hat{E}_{\varphi'}| |\hat{E}_{\varphi''}| \cos \delta}{|\hat{E}_{\varphi'}|^2 - |\hat{E}_{\varphi''}|^2}. \quad (13)$$

Ezzel igazoltuk, hogy az antenna polarizációja az antenna hatásos hosszával is jellemezhető, ill. használata azzal ekvivalens.

A komplex hatásos hossz fizikai értelmezése

Az elliptikusan polarizált antennát két ortogonális helyzetű eltérő hosszúságú egyenes antennával helyettesítve, a komplex hatásos hossz fizikai tartalmát is szemléletesebbé tehetjük. A dipól antennákat úgy képzeljük el, hogy azok geometriai hossza az idő harmonikus függvénye szerint $|h_{\theta}|$ és „0”, ill. $|h_{\varphi}|$ és „0” értékek között változnak. Általánosságban a két antenna hosszváltozása nincs szinkronban; az egyik δ fáziskülönbséggel előbb (ill. később) éri el a maximális hosszát, mint ahogy a másik. A modell alapján vevőantenna esetében az antenna kapcsain megjelenő $U_{\bar{u}}$ üresjárású feszültséget a két ortogonálisan elképzelt antennáról külön-külön levehető feszültségek összegeként vizsgálhatjuk.

$$\begin{aligned} U_{\bar{u}} &= U^- + U^+ \\ U^- &= \hat{E}_{i0\theta} \hat{h}_{\theta} \\ U^+ &= \hat{E}_{i0\varphi} \hat{h}_{\varphi}. \end{aligned} \quad (14)$$

Az elérhető maximális vételi feszültséget akkor kapjuk, ha a beeső hullám polarizációs ellipszise, valamint a vevőantennához rendelhető hatásos ellipszis hasonlóak, ugyanakkor a nagy- és kistengelyek azonos irányításúak és az ellipsziseket leíró vektorok ellentétes irányban forognak. A vevőantenna kapcsairól nem vehető le teljesítmény, ha az egymáshoz hasonló hatásos, valamint a beeső síkhullám polarizációs ellipszise nagytengelyei egymásra merőlegesek és az ellipszisek forgásiránya megegyezik.

Az antennajellemzők és a komplex hatásos hossz kapcsolata

Kimutattuk, hogy az antenna komplex hatásos hossza a tér tetszőleges irányában egyértelműen meghatározza az antenna polarizációs tulajdonságait. Most azt is igazoljuk, hogy a komplex hatásos hossz, mint az antennát helyettesítő passzív és reciprok

négypólus transzferparamétere az antenna valamennyi fontosabb jellemzőjének a leírására alkalmas. Vegyük sorba az antenna legfontosabb jellemzőit, melyek alapdefinícióit és alapösszefüggéseit ismertnek tekintünk [4], [5]:

– $D(\vartheta, \varphi)$ irányhatás.

Az antenna irányhatása valamely (ϑ, φ) irányban:

$$\begin{aligned} D(\vartheta, \varphi) &= \frac{S(\vartheta, \varphi)}{S_a} = \frac{S(\vartheta, \varphi)}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} S(\vartheta, \varphi) d\Omega} = \\ &= \frac{\bar{E}_{to} \bar{E}_{to}^*}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} \bar{E}_{to} \bar{E}_{to}^* d\Omega}, \end{aligned} \quad (15)$$

ahol

$$S(\vartheta, \varphi) = \frac{\bar{E}_{to}(\vartheta, \varphi) \bar{E}_{to}^*(\vartheta, \varphi)}{240\pi} \quad (16)$$

a gerjesztett antenna által létrehozott Poynting vektor értéke valamely (ϑ, φ) irányban.

S_a : az antenna által egy „r” sugarú gömbön létrehozott Poynting vektor átlagértéke:

$$d\Omega = \sin \vartheta d\vartheta d\varphi.$$

Az $\bar{E}_{to}(\vartheta, \varphi) = c \cdot h(\vartheta, \varphi)$ helyettesítést elvégezve, a (15) definíció újabb alakja:

$$D = \frac{\bar{h} \cdot \bar{h}^*}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} \bar{h} \bar{h}^* d\Omega}. \quad (17)$$

A (17) összefüggésben nem használtunk adásra vagy vételre vonatkozó indexeket, mert – mint ahogy már korábban rámutattunk – ugyanazon antennát adásra, ill. vételre használva a komplex hatásos hossz azonos.

– A $g(\vartheta, \varphi)$ teljesítmény – és az $f(\vartheta, \varphi)$ feszültség iránykarakterisztika.

A (17) jobboldalát szorozzuk be

$$\frac{\bar{h}_{\max} \bar{h}_{\max}^*}{\bar{h}_{\max} \bar{h}_{\max}^*} = 1\text{-gyel,}$$

ahol \bar{h}_{\max} az antenna maximális sugárzási, ill. vételi irányához tartozó komplex hatásos hossz jelöli. Az így kapott összefüggést átcsoportosítva írhatjuk, hogy

$$D(\vartheta, \varphi) = D_{\max} \frac{\bar{h} \cdot \bar{h}^*}{\bar{h}_{\max} \bar{h}_{\max}^*}. \quad (18)$$

A (18)-at az ismert

$$D(\vartheta, \varphi) = D_{\max} g(\vartheta, \varphi) \quad (19)$$

összefüggéssel összehasonlítva, a teljesítmény-iránykarakterisztika:

$$g(\vartheta, \varphi) = \frac{\bar{h} \cdot \bar{h}^*}{\bar{h}_{\max} \bar{h}_{\max}^*} = \frac{|\bar{h}|^2}{|\bar{h}_{\max}|^2}. \quad (20)$$

Ennek megfelelően a feszültség-iránykarakterisztika kifejezése:

$$f(\vartheta, \varphi) = \sqrt{g(\vartheta, \varphi)} = \frac{|\bar{h}|}{|\bar{h}_{\max}|} \quad (2i)$$

— R_s sugárzási ellenállás.

A tápvonalhoz illesztett vevőantenna sarkairól levehető P_{\max} maximális teljesítmény:

$$P_{\max} = \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{8R_s} \quad (22)$$

Ugyanakkor a P_{\max} teljesítmény és az antenna A_h hatásos felületének a kapcsolatából:

$$P_{\max} = A_h \cdot S = \frac{\lambda^2}{4\pi} D \cdot S \quad (23)$$

A (22) és (23) összefüggések egyenlőségéből:

$$R_s = \frac{\pi}{2\lambda^2} \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{S \cdot D} \quad (24)$$

A (24)-be a (4), (16) és (17) kifejezéseket beírva, a sugárzási ellenállásra kapott eredmény:

$$R_s = \frac{30\pi}{\lambda^2} \iint_{4\pi} \bar{h} \bar{h}^* d\Omega \quad (25)$$

Ha a kettős integrált a „ D ” irányhatás (17) összefüggéséből fejezzük ki, akkor a (25) újabb alakja:

$$R_s = 30 \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 \frac{|\bar{h}|^2}{D} \quad (26)$$

Veszteségmentes antenna esetében ez megegyezik az antenna kapcsain mérhető bemeneti impedancia valós részével.

T_A ZAJHŐMÉRSÉKLET

A szabadban elhelyezett vevőantenna természeténél fogva a hasznos információt kisugárzó hullámforráson kívül a különböző zajforrások zavaró terét is veszi. A zajforrások hatása az antenna T_A zajhőmérsékletével vehető figyelembe:

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \iint_{4\pi} D(\vartheta, \varphi) T(\vartheta, \varphi) d\Omega \quad (27)$$

ahol $T(\vartheta, \varphi)$ az antenna környezetének zajhőmérséklet-eloszlása.

A T_A definíciója a komplex hatásos hossz felhasználásával:

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \frac{D_{\max}}{|\bar{h}_{\max}|^2} \iint_{4\pi} \bar{h} \cdot \bar{h}^* \cdot T d\Omega \quad (28)$$

Az elliptikusan polarizált antenna hatásos felülete

Az előzőekben az antenna komplex hatásos hosszát használtuk fel a legfontosabb antennaparaméterek meghatározására, de ugyanúgy választhattuk volna

az antenna másik transzferparaméterét, a hatásos felületet ugyanerre a célra. Az elektromágneses tér és a vevőantenna kölcsönhatásának vizsgálatánál mindkét fiktív mennyiség bevezetése egyszerűbbé, szemléletesebbé teszi a bonyolult matematikai összefüggéseket. Esetünkben azért választottuk kiemelt jellemzőnek a hatásos hosszát, mert a tapasztalat szerint alkalmazása egyszerűbb és a lineáris antennákra való értelmezése szemléletesebb is a hatásos felületnél.

Az alábbiakban az elliptikusan polarizált antenna hatásos felületét határozzuk meg, figyelembe véve az antennának a lezáráshoz és a beeső hullám polarizációjához való illesztettségét.

A vevőantenna A_h hatásos felületének a definíciója:

$$A_h = \frac{P_{\max}}{S_o} = \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{8R_s S_o} \quad (29)$$

ahol P_{\max} az illetéketten lezárt vevőantennából ki-
vehető maximális teljesítmény;

S_o az antennára főirányból beeső teljesítmény-
sűrűség.

A hatásos felület és a nyereség közötti jól ismert összefüggés szerint a hatásos felület:

$$A_h = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_{\max} = \frac{\lambda^2}{4\pi} D_{\max} \cdot \eta_R \quad (30)$$

ahol G_{\max} ; D_{\max} : az antenna főirányra vonatkozó
nyeresége és irányhatása;

η : az Ohmos (diszipatív) veszteséget kifejező
tényező.

Veszteségmentes antennánál:

$$G = D \quad \text{és} \quad A_h = A_{h \max}$$

A (30) összefüggés arra az optimális esetre vonatkozik, amikor az antenna illesztett a lezáráshoz, továbbá a beeső síkhullám — melynek polarizációja illeszkedik a vevőantenna komplex hatásos hosszához — a fő vételi irányból érkezik a vételi ponthoz. A valóságban az optimális vételi feltételek általában nem biztosítottak és a hatásos felület a (ϑ, φ) koordináták mellett az antennának a lezáráshoz, valamint a beeső hullám polarizációjához való illesztettségének a függvénye. Ezt figyelembe véve a hatásos felületre vonatkozó (30) összefüggést a következő felírásmóddal általánosíthatjuk [6], [7]:

$$A_h(\vartheta, \varphi) = \frac{\lambda^2}{4\pi} D(\vartheta, \varphi) \eta_R \eta_I \eta_p \quad (31)$$

Az η_I tényező

Ha $Z_A = R_A + jX_A$ az antenna és $Z_L = R_L + jX_L$ az antennát terhelő impedancia, akkor az antenna és a lezárás közötti illesztettség mértékét megadó η_I tényező:

$$\eta_I = \frac{4R_A R_L}{(R_A + R_L)^2 + (X_A + X_L)^2} \quad (32)$$

A Γ reflexiós tényezőt bevezetve:

$$\eta_r = 1 - |\Gamma|^2,$$

ahol

$$\Gamma = \frac{Z_A - Z_L^*}{Z_A + Z_L}.$$

Az η_r tényező szélső értékeit illesztés ($Z_A = Z_L^*$, $\eta_r = 1$), valamint az antenna kapcsainak rövidre zárása, ill. szakadása esetén veszi fel ($Z_L = 0$ vagy $Z_L = \infty$; $\eta_r = 0$).

Az η_p tényező

Az η_p tényező a beeső hullám polarizációjának a vevőantenna komplex hatásos hosszához (ill. polarizációjához) való illeszkedés mértékére jellemző. A hatásos felület veszteségmentes antennát és illesztett lezárást feltételezve:

$$A_h(\theta, \varphi) = \frac{U_{\dot{u}} U_{\dot{u}}^*}{8R_s S(\theta, \varphi)}. \quad (33)$$

A (33) összefüggés a (4), (16) és (26) felhasználásával az egyszerűsítések elvégzése után a következő alakú:

$$A_h(\theta, \varphi) = \frac{\lambda^2}{4\pi} D \frac{|\bar{E}_{io} \bar{h}_v|^2}{|\bar{E}_{io}|^2 |\bar{h}_v|^2}. \quad (34)$$

Innen a polarizáció illesztést megadó η_p tényező:

$$\eta_p = \frac{|\bar{E}_{io} \bar{h}_v|^2}{|\bar{E}_{io}|^2 |\bar{h}_v|^2}. \quad (35)$$

Ha az $\bar{E}_{io} = c\bar{h}_A$ helyettesítést elvégezzük, akkor az η_p tényező az adó- (h_A) és a vevőantenna (h_v) komplex hatásos hosszaiával felírva:

$$\eta_p = \frac{|\bar{h}_A \cdot \bar{h}_v|^2}{|\bar{h}_A|^2 |\bar{h}_v|^2}. \quad (36)$$

A (36) összefüggésből jól látható, hogy két teljesen egyforma elliptikusan polarizált antenna egyikét adó-, másikat vevőantennaként használva, az összeköttetési rendszerben a polarizációillesztés nem lesz optimális. Maximális polarizációillesztést akkor érhetünk el, ha az adó- és a vevőantennák komplex hatásos hosszai komplex konjugált kapcsolatban van-

nak egymással. Ilyenkor az adó- és vevőantennákhoz rendelhető hatásos ellipszisek egymás tükörképei, ill. található olyan arányossági tényező, melynek segítségével egymás tükörképeivé tehetők. Ezt szemlélteti a 4. ábra, ahol a hatásos ellipsziseket közös koordináta-rendszerbe rajzolva látható, hogy az ellipszisek tengelyei egymásnak komplex konjugáltjai és az ellipsziseket leíró \bar{h}_A és \bar{h}_v síkvektorok forrásiránya megegyezik.

A valóságban a monokromatikus forrásból eredő polarizált hullám sohasem ideális, zajtól izolált környezetben terjed. Az időben véletlenszerűen változó, statikusan független polarizálatlan zajtér, mely többnyire a hullámok diszperziójából és a környezet termikus zajából ered, hozzáadódva a hasznos információt hordozó polarizált térhez, részben polarizált [8] eredő teret eredményez. A terjedés során időtől függő valószínűségi változóvá váló polarizáció figyelembevételéhez a hatásos felület (31) összefüggése további kiegészítésre, általánosításra szorul [9]. Ugyanakkor a hatásos felület a (31) kifejezéssel megadott formában, a tett kiinduló feltevések mellett általános érvényűnek tekinthető.

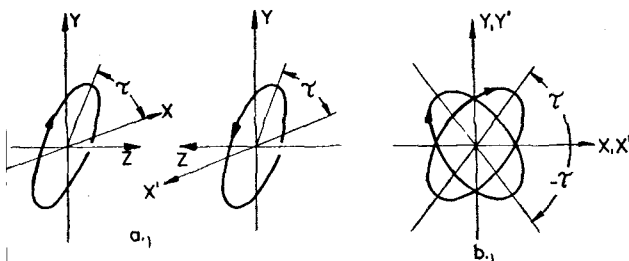
Következtetések

Ebben a cikkben az elliptikusan polarizált tér és az általános vevőantenna kölcsönhatását vizsgáltuk a vevőantenna 1. ábrán látható áramköri modellje alapján. A polarizációs ellipszisszel analóg módon bevezettük a hatásos ellipszist, melynek segítségével fizikai értelmet adtunk a komplex hatásos hosszaknak. Általánosítottuk az antenna polarizációjával szoros kapcsolatban álló komplex hatásos hossz használatát az elliptikusan polarizált antennák jellemzőinek meghatározásában. A végzett analízis alapján a következő tényszerű megállapításokat tehetjük:

- a hatásos hossz teljes értékű jellemzőnek tekinthető;
- a hatásos hosszal (a tett feltevések mellett) egységesen tárgyalhatók az antennák;
- a hatásos hosszal felírt antennajellemzők viszszaadják a megszokott hagyományos definíciók alapján számított, ill. már ismert esetek eredményeit és egyéb bonyolult esetekben is jól használhatók;
- az általános antennák hatásos felületükkel való jellemzésénél is célszerű a hatásos hossz alkalmazása.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton fejezem ki köszönetem Szekeres Béla egyetemi adjunktusnak, volt tudományos témavezetőmnek, aki az adott témakörrel foglalkozó munkáinak kéziratát a rendelkezésemre bocsátotta. Továbbá köszönettel tartozom Ferencz Csabának, a műszaki tudományok doktorának, akivel való szakmai beszélgetések és konzultációk a cikk megírásában segítettek.



H853-4

4. ábra.

I R O D A L O M

- [1] *Dr. Simonyi Károly*: Elméleti villamosságtan. Tankönyvkiadó, Bp. 1967.
- [2] *Dr. Istvánffy Edvin*: Tápvonalak, antennák és hullámterjedés. Tankönyvkiadó, Bp. 1979.
- [3] *Born and Wolf*: Principles of Optics, Pergamon, Press, 1975.
- [4] *Dr. Almássy György*: Mikrohullámú kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1973.
- [5] *J. D. Kraus*: Antennas. Mc Graw-Hill, 1950.
- [6] *Chen To Tai*: On the Definition of the Effective Aperture of Antennas, IRE Trans on. Ant. and Prop. p. 22 March, 1961.
- [7] *Kapor József*: Diplomamunka 1975 BME.
- [8] *H. C. KO.*: On the Reception of Quasi-Monochromatic, Partially Polarized Radio Waves, Proc. IRE p. 1950. sept. 1962.
- [9] *R. C. Hansen*: Microwave Scanning Antennas I. Academic Press 1964.
-