

# Kvadratúra keverő, ellenfázisú jelekkel

Rádióberendezések konstruálásakor gyakran van szükség olyan frekvenciaátalakítókra, amelyek kimenetén két kvadratúra jel van. Ilyen átalakítókat használnak pl. a közvetlen keverésű (szinkrodin) vevőkészülékek, az SDR-rendszerek, digitális jelfeldolgozók esetében. A következőkben V. Poljakov bemutat egy egyszerűen megépíthető, az elv tanulmányozására való kvadratúrakeverőt.

Egy rádióhullám teljes leírásakor meg kell adnunk annak pillanatnyi  $A$  amplitúdóját és  $\Psi$  fázisát. A komplex síkon a jelet az  $A$  vektorral ábrázoljuk, amely meg van döntve  $\Psi$  fokkal (**1. ábra**). A nagyban különböző paramétereknek elektromos mennyiségek formájában történő bemutatása gyakran kifejezetten nehézkes. Sokkal kényelmesebb, ha a jelvektorok a valós tengelyre ( $I = A \cos \Psi$ ) és a képzetes tengelyre ( $Q = A \sin \Psi$ ) való vetületét használjuk. Ezek a paraméterek egymeműek, jellemzőik meghatározhatók a nullfrekvenciára történő átalakítás során keletkező (a moduláció során változó értékű) egyenáram segítségével, vagy a váltakozó áram előidézte feszültségváltozással, amikor is  $\Psi = \omega t + \varphi$ .

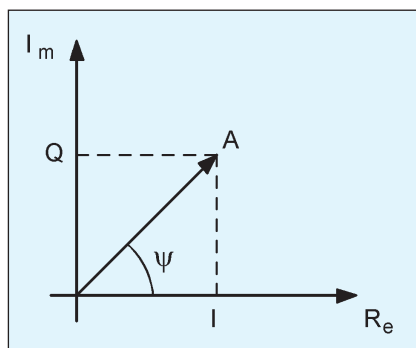
Ha ismerjük  $I$  és  $Q$  nagyságát, meg lehet határozni  $A$ -t és  $\Psi$ -t:

$$A^2 = I^2 + Q^2$$

$$\Psi = \arctg(Q/I)$$

A betűjelzések angol eredetűek:  $I$  – in phase,  $Q$  – quadrature.

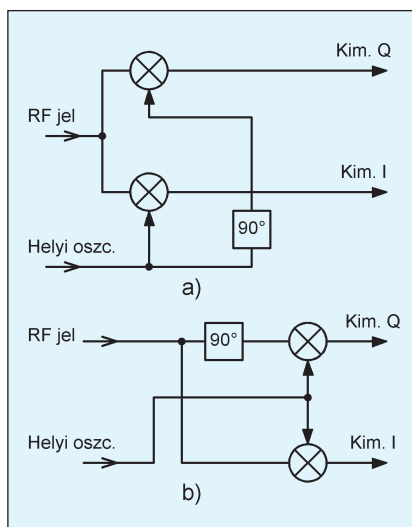
A kvadratúra átalakítók építésének tradicionális megközelítése RF fázisforgatót alkalmaz, amely a helyi rezgéseltető (heterodin) feszültségét a keverőbe bevívó láncban van (**2.a ábra**). A keverők kimenetein a különbség-



1. ábra

gi frekvenciáknak megfelelő jelek vannak. Mivel a jelek fázisai ugyanúgy átalakulnak, mint a frekvenciáik, ezért ezek a kimeneti jelek egymáshoz képest  $\pi/2$  radiánban el vannak tolva. Néha, mint például a megfordítható egysávú átalakítók esetében, a nagyfrekvenciájú átalakítót a jelláncban helyezik el, ezáltal meg tud maradni a kiszűrendő oldalsáv is (**2.b ábra**).

A 2.a ábra szerinti nagyfrekvenciás fázisforgatók könnyen megvalósíthatók digitális IC-k segítségével, egyidejűleg osztva a heterodin frekvenciáját 4-gyel. Azonban a digitális fázisforgatók átviteli sávja e cikk írásakor (!) mindössze néhány száz 10 MHz. Nem sokkal nagyobb a diszkrét LCR-elemekkel megvalósított fázisforgatók átviteli sávja, mivel a magasabb frekvenciákon egyre élelkebben jelentkeznek a nyáklap, az alkatrészek stb. okozta parazita kapacitások és induktivitások hatásai. Emiatt mindig szükség van finomhangolható alkatrészekre is az ilyen diszkrét elemes kapcsolásokban.



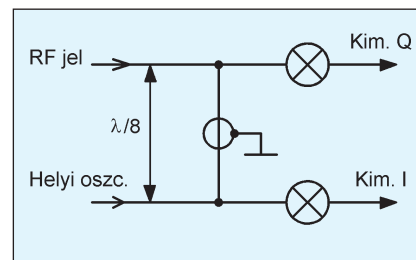
2. ábra

Az egyre magasabb frekvenciákra történő átmenet során közös tendenciaként jelentkeznek az elosztott paraméterű láncok használata, nevezetesen az ún. hosszú vonalaké. RF fázisforgatót ki lehet alakítani egy  $\lambda/4$  elektromos hosszúságú vonalból. A gyakorlatban kényelmesebb egy mindössze  $\lambda/8$  hosszú vonal használata és az RF jelet a bemenetről és a lokáloszcillátóból a **3. ábrán** látható módon beadni a keverőbe. A keverők bemenetein a jelek relatív fáziseltérése  $\pi/2$  lesz, pont ahogy nekünk erre szükségünk van. Azonban ehhez olyan keverőkre van szükség, amelyekben az átalakítandó jel és a heterodin jele ugyanarra a bemenetre kerül, azaz a közös balanszkeverők itt nem alkalmazhatók. Ezért itt a legjobban az antiparalel kapcsolt diódás keverő felel meg a céljainknak. Ebben a heterodin frekvenciája ( $f_h$ ) fele a jel frekvenciájának ( $f_j$ ) és az átalakítás a következő egyenletek szerint megy végbe:

$$F = 2f_h - f_j \text{ vagy}$$

$$F = f_j - 2f_h$$

A heterodin frekvenciáján a vonal hossza mindössze  $\lambda/16$ , de mivel mind a heterodin fázisa, mind frekvenciája az átalakítás során megkettőződik, a keverők kimenetein kvadratúra jelet kapunk.



3. ábra