

Beszédjelek fázisos határolói

Írta: Viktor Poljakov (RA3AAE), ford.: dr. Sipos Mihály okl. villamosmérnök

A rádiózásban széles körben használnak a beszédjelek dinamikartományának csökkentésére szolgáló eszközöket. Ezek alkalmasak arra, hogy zajos vételi körülmények között javítsák a beszéd érthetőségét, és ezáltal nagyobb távolságú és megbízhatóbb rádiókapcsolat jöjjön létre. Ezen eszközök tartalmazhatnak automatikus szintszabályzókat (kompresszorokat), de állhatnak egyszerű határoló áramkörtől is. Utóbbiakat akár a mikrofonerősítőbe (HF határolás), akár az SSB traktusban (RF határolás) lehet elhelyezni. (Jelen cikkünk az orosz Ragyio 1980/3. számából való.)

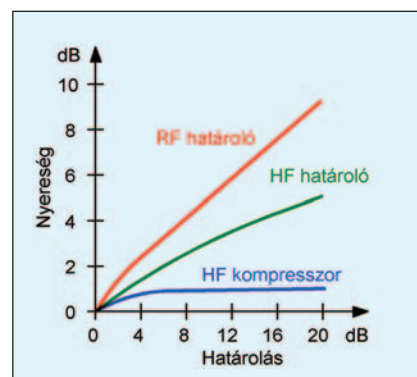
A beszédjel dinamikacsökkentése

A hangfrekvenciás (HF) határoló eszköz elég egyszerű felépítésű (1. ábra). Tartalmaz egy amplitúdóhatárolót (A1) és egy aluláteresztő szűrőt (Z1), amely kiszűri a hangfrekvenciás sávon kívülre eső harmonikusokat. Ugyanakkor az eszköznek hátránya is van. Ugyanis olyan frekvenciák is keletkeznek általa, amelyek a hangfrekvenciás sávba esnek. Így például a 300 ... 3000 Hz-es sávba eső jel szimmetrikus határolásakor a 300 Hz-es jel 3., 5., 7. és 9. harmonikusai mind belesznek a kimeneti, 3 kHz vágási frekvenciájú szűrő által átengedett tartományba. A nemlineáris torzítás nagysága emiatt elérheti a 43%-ot is.

Sokkal korszerűbbek a rádiófrekvenciás (RF) határolók (2. ábra), amelyek összetevői: SSB jelformáló egység (G1 RF generátor, U1 keverőáramkör, Z1 elektromechanikus szűrő – EMF), határoló áramkör (A1) és kiegészítő szűrő (Z2). Ha szükséges, hogy az RF szinthatároló áramkörnek legyen alacsonyfrekvenciás kimenete is, úgy a Z2 szűrő után beépítenek egy U2 SSB detektort is. Általában az ilyen (orosz) határoló áramkörök 500 kHz frekvencián működnek, és a határolandó jel har-

monikusai (1 MHz, 1,5 MHz, 2,5 MHz stb.) messze a működési sávon kívül esnek. Ezeket könnyű kiszűrni, leválasztani, ezért a jel nem torzul. Ugyanakkor a szűrőnek meredeknek kell lennie és az átengedett frekvenciasáv nem lehet több 3 kHz-nél, mivel egy összetett spektrumú jel adása során a frekvenciák mindenféle kombinációival találkozhatunk, amelyek nagyon közel lehetnek a működési sávhoz, sőt, akár abba is eshetnek.

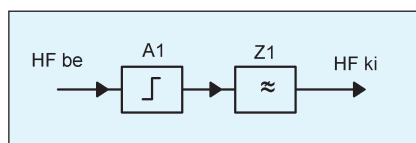
Amerikai rádióamatőrök összehasonlították a kompresszoros, valamint a HF és az RF jelhatárolókat. Értékelték, hogy mekkora előny származik a dinamika csökkentéséből az érthetőség határán történő vétel során, erős zajok jelenléte esetében. Azaz a távolsági vétel esetéhez legközelebb álló körülmények mellett. A kísérletek során felvett grafikon görbéi a 3. ábrán láthatók. Itt a vízszintes tengely mentén a kompresszió foka, mértéke található decibelben, a függőleges tengely mentén pedig az érzékenységi küszöb értékében mérhető nyereséget mutatja (a be-



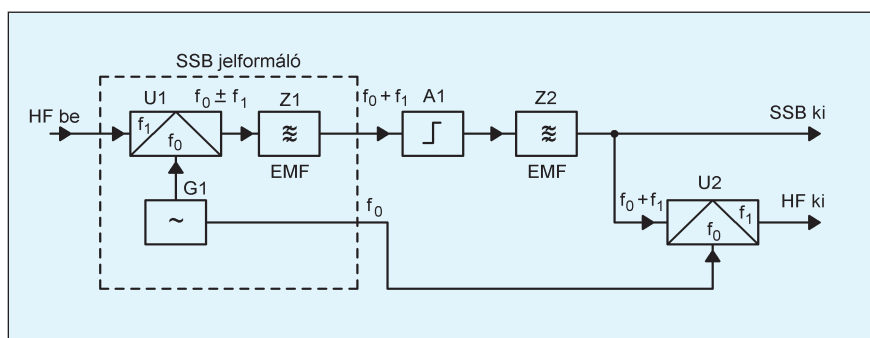
3. ábra

szédérthetőség határán). A kompresszió fokát, mértékét a jel csúcserő és a határolás szintje hányadosaként határozták meg.

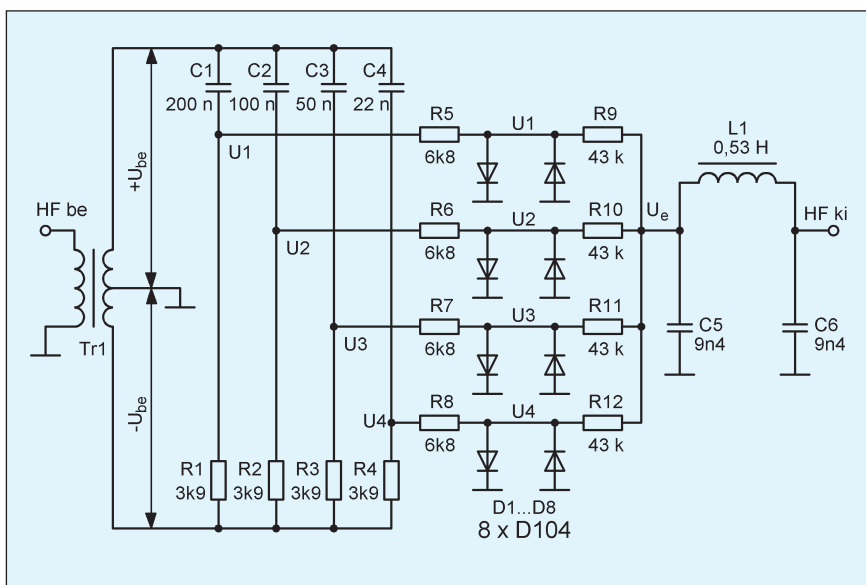
Ahogy az ábrából látható, a HF kompresszor gyakorlatilag nem ad ilyesfajta nyereséget. Ez magyarázható az AGC fokozat „tehetetlenségével”, amely elnyomja a kiugróan magas csúcserőket után következő alacsonyabb szintű jeleket is. Ez a helyzet elég sűrűn elfordul a beszéd során. A kimenőjel érthetősége HF határoló alkalmazásakor rosszabb, mintha RF határolót használnánk. Ezen kívül a HF határoló



1. ábra



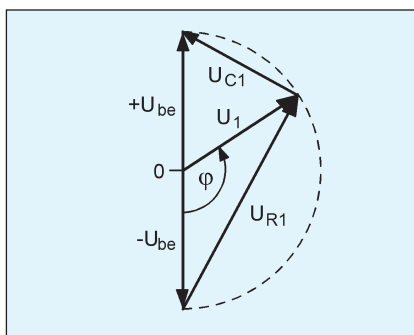
2. ábra



4. ábra

használata az SSB adó bemenetén a következő okok miatt nem igazán hatásos. Ha egy alacsony (pl. hang-) frekvenciás négyszögjelből SSB-jelét képzünk, úgy ez utóbbi jelben a HF jel meredek éleinek megjelenésekor amplitúdó túllövések keletkeznek. Következésképpen az SSB-jel csúcs-tényezője (pick factor) megint csak megnő. A HF-jelhatároló hasznossága csak AM- és FM-jelek esetében mutatkozik meg.

Az RF határolók széleskörű elterjedésének akadályát jelenti a bonyolult áramköri felépítésük és költségességük (két darab drága szűrő használata). Ugyanakkor létezik más módszer is a határolás során keletkező jeltorzulások megszüntetésére! Ez a határolt HF-jel harmonikusainak fázisos kompenzációja. Ennek során a HF- és RF-határolók teljesen ekvivalensként viselkednek mind a kimenőjel spektrális összetevői



5. ábra

szempontjából, mind a hatásosság tekintetében. Egy érdekes analógiát használunk fel e megoldás során: létezik mind fázisos mind szűrős SSB-jel képzés, és ugyanúgy létezik fázisos és szűrős módszer a jelhatároláskor keletkező torzulások megszüntetésére.

Párhuzamos fázisos jelhatárolás

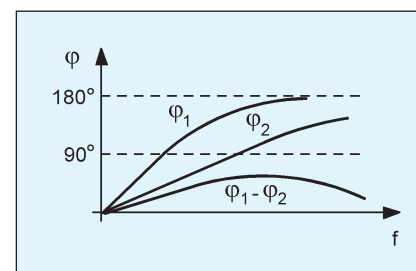
A párhuzamos működésű fázisos jelhatároló bemenetén egy szélessávú HF fázisforgató található, amely a nagyszámú kimenetén más és más fáziseltolást tesz lehetővé. Ezekre a kimenetekre kapcsolódnak a határoló áramkörök, amelyek kimeneteiről a jel egy összegző tagon keresztül egy HF szűrőre kerülnek. A fáziseltolás mértékét az egyes csatornáknak úgy választják ki, hogy a jel határolásakor keletkező harmonikusok egymást kompenzálják a HF szűrő bemenetén. Például ha a fáziseltolás

$$\varphi_k = (k-1)(120^\circ/n)$$

ahol $k = 1, 2, \dots, n$, az n csatorna mindegyikében teljes elnyomásra kerülnek a legintenzívebb 3. és 9. harmonikusok, az 5. és 7. harmonikusok is lényegesen kisebbek lesznek. A nemlineáris torzulások mértéke jelentősen lecsökken, a jel minősége megnő.

Egy négyfokozatú fázisos határoló elvi kapcsolási rajzát a 4. ábra mutatja. A fázisforgató áramköri rész a Tr1 szimmetrizáló transzformátorból és négy fázisforgató láncból (R1C1 ... R4C4) áll. A transzformátor bármilyen HF szimmetrizáló trafó lehet. A jelhatároló fokozat minden csatornában egyforma. Azok az R5 ... R8 ellenállásokból és az utánuk levő antiparalel kapcsolt D1 ... D8 szilícium diódákból állnak. A jel kétoldalas határolása a bemenő feszültség 0,5 V-os értékénél következik be. A határolás mértékét az $U_{be}/0,5$ V összefüggéssel lehet meghatározni. Nagyobb bemenő szinthez nagyobb határolási tényező tartozik. A jelösszegző láncot az R9...R12 ellenállások alkotják. Ezen ellenállások értéke lényegesen nagyobb, mint a fázisforgató és jelhatároló kimenőellenállása, ill. szintén nagyobb, mint a HF szűrő bemenő ellenállása. Ezért a csatornák egymásra gyakorlatilag nem hatnak. Az L1, C5, C6 kimeneti szűrőt 10...15 kohmos terhelésre méretezték, a vágási frekvenciája 3 kHz.

A fázisforgató működését az 5. ábra vektordiagramja érzékelteti. Az U_{be} és $-U_{be}$ vektorok megfelelnek a Tr1 transzformátor tekercsein jelen lévő jelfeszültségnek. A 0 pont a közös (föld-) vezeték nulla potenciáljának felel meg. Az U_{R1} és U_{C1} feszültségek összege megegyezik a transzformátor két szélső kivezetése között mérhető feszültséggel ($2U_{be}$). Az R1, C1 lánc kimenő feszültsége U_1 vektorának a vége a frekvencia értékének 0 és végtelen közötti változása során egy félkört ír le, azonban abszolút nagyságát illetően az U_1 vektor értéke mindvégig megegyezik az U_{be} -vel. Ilyenképpen a négy fá-



6. ábra