

## Szelektív személyhívó-rendszer URH-FM adókon

ETO 621.396.62.029.62:654.938

A világ számos rádióhálózatán üzemeltetnek olyan modulációs rendszert, amely szelektív hívást és információtovábbítást tesz lehetővé. A szelektív hívó-rendszerek egy része önálló, erre a célra létesített adóhálózatot képez. Az adás csak a nemzetközileg engedélyezett frekvenciasávokban lehetséges, amely frekvenciák általában az URH tartományba esnek. A rendszerek egy része a szelektív hívás mellett audiófrekvenciás üzenetközvetítésre is alkalmas.

Más megoldás, amikor URH-FM műsorszórási adókat használunk fel szelektív hívásra, ill. üzenetközvetítésre. Ebből a célból az FM adókon a főprogram — vagyis a mono-, sztereo-, ill. SCA-csatornák mellett — további, az üzenetek közvetítésére alkalmas ún. segédcsatornákat helyezünk el. A segédcsatornákkal nyilvános, bárki által hozzáférhető, vagy zárt körű személyhívó szolgálat egyformán megvalósítható. A segédcsatornában — a szelektív hívás megvalósítása mellett — elvileg még számszerű, vagy hangfrekvenciás információtovábbítás is lehetségessé válik.

A műsorszórási adókkal a szelektív hívórendszer az ellátottság körzetén belül, 30–50 km sugarú területen működtethető. Hazánkban a személyhívó hálózat praktikus realizációjának egyik módját az URH sávú műsorszórási adók segédmodulációja képezheti. Az URH adók ilyen célú felhasználása különösen akkor eredményes, ha a hívást nemcsak egy adó körzetében, hanem az egész ország területén kell megvalósítani.

Az alábbiakban a hazai URH-FM adók ilyen jellegű felhasználásának és a hálózat méretezésének néhány rendszertechnikai problémájával foglalkozunk. A problémák egy része a segédcsatornák frekvenciakiosztásával és a moduláció paramétereivel, a másik része pedig a vevőoldali jel-zaj viszony és az ellátási körzet meghatározásával kapcsolatos.

### A segédcsatornák frekvenciakiosztása

A hazai URH-FM adóknál a legmagasabb moduláló frekvencia 90 kHz lehet. A jelenleg használatos modulációk közül a monofónikus adásnak 15 kHz, a sztereo adásnak pedig  $15 + 30 = 45$  kHz a sáv szélességigénye. Elvileg még számításba kerülhet az SCA adás is, amelyet 14 kHz sáv szélességen szokás megvalósítani. Ennek megfelelően

— monofónikus adásnál	75 kHz
— mono + SCA adásnál	61 kHz
— sztereofónikus adásnál	45 kHz
— sztereo + SCA adásnál	31 kHz

modulációs sáv szélesség kihasználatlan.

A kihasználatlan sáv több segédcsatorna beépítését is lehetővé teszi. A csatornák egymástól vivőfrekvenciájukban különböznek. A csatornák fő feladatát a személyhíváshoz szükséges szelektív hívó kód átvitele képezi. Emellett azonban biztosítani kell egyéb, elsősorban számszerű információ (esetleg beszédjel) továbbításának lehetőségét is. A csatornák közötti áthallás, ill. a vevőkészülékek segédcsatornáinak szelektivitási problémáit figyelembe véve 8 kHz-es frekvenciaváltságu csatornaosztás kielégítőnek látszott. Ezzel a moduláció sávjában (2 kHz túllépéssel 92 kHz-ig) így összesen 9 segédcsatorna elhelyezésére van lehetőség. A számításba kerülő adásmódok feltételezésével a csatornák kiosztása, ill. a sávhatárok az 1. ábrán láthatók. A 8 kHz sáv szélességű csatornában az információs sáv szélesség csak  $\pm 3$  kHz, a csatornák széleit 2–2 kHz védősáv választja el.

### A segédcsatornák modulációja

A szelektív személyhívó rendszer kétszeres modulációval működik. Az első modulációnál az átviendő információ a segédvívót modulálja, a másodiknál pedig a segédvívó modulálja a vivőhullámot.

Az első modulációnál AM vagy FM, a másodiknál természetesen csak FM alkalmazható. Az első modulációnál azonban az FM alkalmazása lényegesen előnyösebb, mert így a demodulációnál jelentős jel-zajviszony-nyereség áll elő.

A kétszeres moduláció paramétereit úgy kell megválasztani, hogy a szelektív hívórendszer ellátottsági területe legalább akkora, vagy nagyobb legyen, mint a főműsoré. Emellett a segédprogram a főműsor vételi lehetőségeit csak elhanyagolható mértékben korlátozza.

A segédprogram szelektív hívójelét 1000 Hz frekvencia hordozza. Ez a hang a segédcsatornában  $\Delta F_s = \pm 1,5$  kHz frekvenciókötet hoz létre.

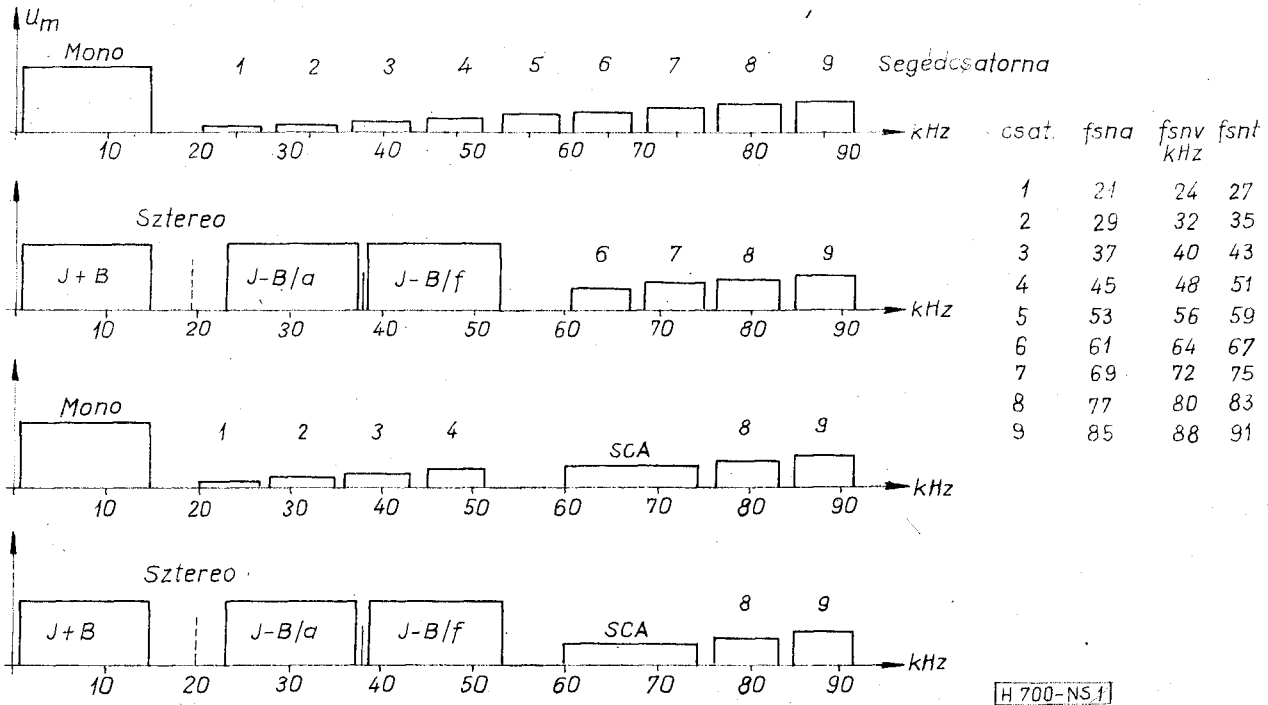
A számítások a 2. ábra jelöléseivel az alábbi rendszerértékeket adták.

A segédcsatorna kimenetén 20 dB jel-zaj viszonyt kívánunk biztosítani  $f_0 = 1000$  Hz esetén. Ekkor

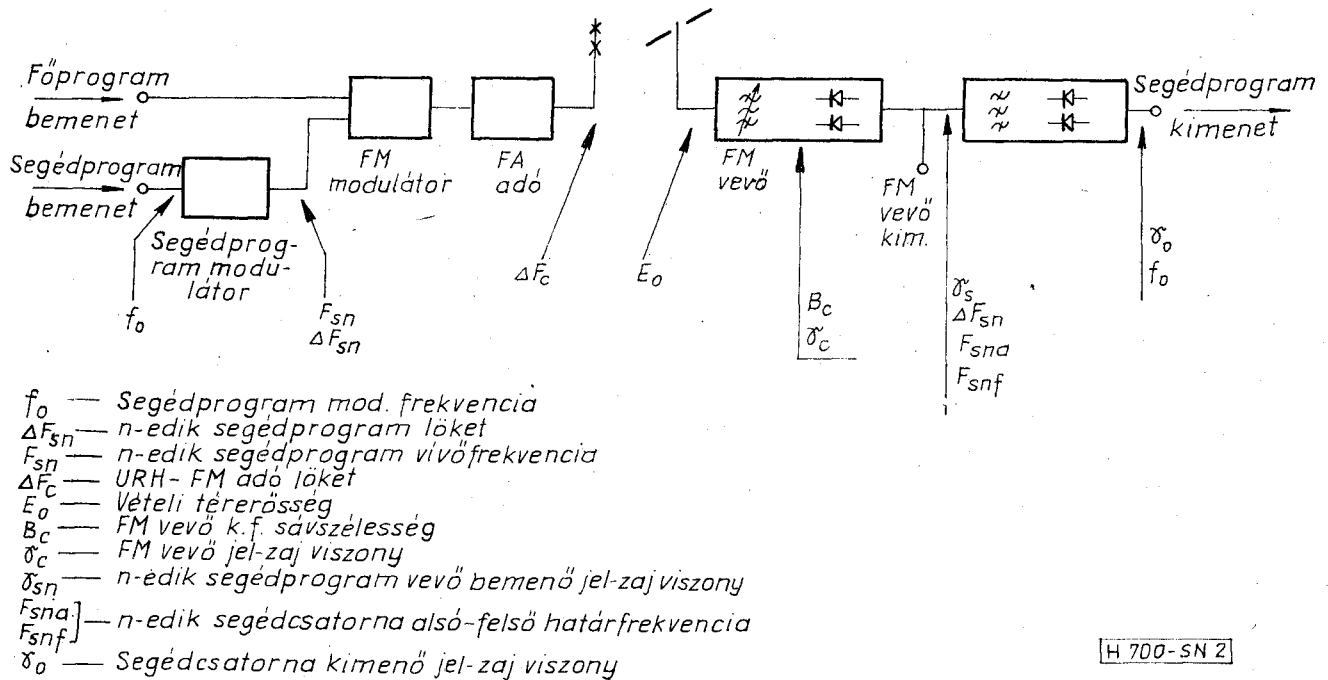
$$\frac{\gamma_0}{\gamma_{sn}} = 3 \frac{F_{sn}^2}{f_0^2} = 6,75 \div 8,3 \text{ dB,}$$

vagyis a segédcsatorna bemenetén  $20 - 8,3 = 11,7$  dB jel-zaj viszony elegendő.

Az első demodulátor kimenő jel-zaj viszonya a segédcsatornák közepes frekvenciájától, valamint a segédvívó által okozott frekvenciókettőtől függ.



1. ábra. Segédcsatornák frekvenciakiosztása



2. ábra. Szelektív személyhívó rendszer-blokkdiagramja

Amennyiben a löketet megfelelően változtatjuk, a jel-zaj viszony konstans marad.

Az első ( $n=1$ ) csatornára,  $F_{sna}=595$  Hz esetén: ( $B_c=200$  kHz, az FM vevő kf sávzélessége)

$$\frac{\gamma_s}{\gamma_c} = 3 \frac{\Delta F_{sn}^2 B_c}{f_{snf}^3 - f_{sna}^3} = 1,54 \cdot 10^{-2}, \quad (a)$$

ezzel

$$\gamma_c = \frac{\gamma_{sn}}{1,54 \cdot 10^{-2}} = 438 + 26,4 \text{ dB.} \quad (b)$$

Az (a) formulában a  $\Delta F_{sn}^2 (f_{snf}^3 - f_{sna}^3)^{-1}$  hányadost kell konstans értéken tartani. Az egyes csatornákra a konstans jel-zaj viszonyhoz szükséges  $\Delta F_s$  vivőlöketet az alábbi táblázat tünteti fel.

$n$	$\Delta F_{sn}$ Hz	$n$	$\Delta F_{sn}$ Hz
1	595	5	1382
2	791	6	1579
3	988	7	1776
4	1185	8	1974
		9	2171

Amennyiben egyszerre csak egy (vagy esetleg 2—3) segédcsatornát alkalmazunk, az URH—FM adóra megengedett  $\Delta F_{\max} = 50$  kHz löketet a segédcsatorna lényegtelenül terheli. (A főprogram maximális lökétét ugyanis a segédcsatorna lökétével csökkenteni kell.) Az átlagos löket azonban 12—16 kHz-nél általában nem nagyobb.

### A vételkörzet nagysága

A (b) egyenlőség szerint 26,4 dB jel-zaj viszony szükséges az URH—FM vevő demodulátora előtt. Átlagosan jó vevőt feltételezve, annak bemenetén 6  $\mu\text{V}$  feszültség ehhez a jel-zaj viszonyhoz elegendő. A szelektív személyhívó-rendszerben azonban kisméretű, a hullámhosszhoz képest igen rövid dipólus alkalmazásával lehet csak számolni. A rendszermeréseknél alkalmazott vevőkészülékek a megkívánt jel-zaj viszonyt 8  $\mu\text{V}/\text{m}$  környezeti térerősségnél már biztosítani tudták.

A tényleges vételnél azonban különféle térerősség-csökkentő tényezőt figyelembe kell venni. Így pl. az adó által a szabad térben biztosított térerősséget az épületek, villamosvezetékek stb. csökkentik, valamint sokféle ipari zavarforrás is jelen van. Időnként a légkör elnyeléséből, ill. többutas terjedésből eredő fadingre is számítani kell.

Budapesten, ill. környékén a zavaró tényezők számszerű meghatározása céljából kb. 600 különféle helyen méréseket végeztünk. A szabadtéri térerősséghez képest az épületek belsejében átlagosan kb. 10 dB-lel (a mérések során maximálisan 28,2 dB-lel) kisebb volt a térerősség. Hasonlóan megvizsgáltuk az URH-sáv zajforrásaiból eredő zajok hatását is.

A mérések alapján jó vételi körülmények között kb. 8—10  $\mu\text{V}/\text{m}$ , épületekben, zajos körülmények között pedig kb. 80—100  $\mu\text{V}/\text{m}$  térerősség kielégítő volt. Megállapítottuk, hogy a szelektív személyhívó-rendszer a főprogram ellátottsági körzetén belül kielégítően üzemeltethető.

### A kísérleti rendszer

Üzemi tapasztalatok, kísérleti eredmények szerzése céljából kísérleti személyhívó-rendszer kidolgozására került sor. A rendszerben 2 URH—FM adó (Budapest és Kabhegy) vett részt. A hívóprogramot a budapesti adó sugározta. Kabhegy reléadóként működött, és a segédcsatorna jelét saját vivőhullámán továbbította. A rendszerben 10 db kisméretű URH—FM vevő működött, valamennyinek más-más hívókódja volt. (A vevők továbbfejlesztett változatában az RF, KF és demodulátoregység kb. gyufásdoboz méretű.) A vevők a városban kifogástalanul működtek. A megfigyelt legnagyobb hatótávolság kb. 100 km volt.

A segédcsatornáknak a főprogramra gyakorolt hatása elhanyagolható. Szubjektív vételmegfigyelés nem mutatta a segédprogram jelenlétét. Szelektív szintmérő a főprogramban 8 kHz-ig nem mért ki jel-zaj viszonyromlást, de még a magasabb frekvenciákon is csak 2—3 dB zajsztintnövekedést tapasztaltunk. A segédprogram hatása tehát elhanyagolható.

A Mikrohullámú Híradástechnika Tanszéken kidolgozott kísérleti rendszer tapasztalatai azt mutatták, hogy a hazai URH—FM adókon keresztül körzeti vagy országos kiterjedésű szelektív személyhívás megvalósítható.