

На основу члана 8. став 1. тачка 1) Закона о електронским комуникацијама („Службени гласник РС“, број 44/10), члана 12. став 1. тачка 1) и члана 16. тачка 4. Статута Републичке агенције за електронске комуникације („Службени гласник РС“, број 59/10),

Управни одбор Републичке агенције за електронске комуникације, на основу одредбе чл. 17. – 20. Пословника о раду Управног одбора, донео је дана 28. новембра 2012. године

У П У Т С Т В О

о техничко-експлоатационим условима за дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом

1. Овим упутством се ближе уређују техничке карактеристике и остали услови које морају да испуне дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом.

Под појмом дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом подразумевају се све компоненте емисионог система које утичу на карактеристике излазног фреквенцијски модулисаног сигнала.

Дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом могу се користити само ако испуњавају услове предвиђене овим упутством.

2. Техничко-експлоатациони услови за дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом уређени су референтним међународним стандардима и препорукама и то:

- ETSI ETS 300 384: "Radio broadcasting systems; Very high frequency (VHF), frequency modulated, sound broadcasting transmitters",
- ITU-R Recommendation 450-3: "Transmission standards for FM sound broadcasting at VHF",
- ITU-R Recommendation 468 – 4: " Measurement of audio-frequency noise voltage level in sound broadcasting",
- ITU-R Recommendation SM.1268-2: "Method of measuring the maximum frequency deviation of FM broadcast emissions at monitoring stations“,
- CENELEC EN 50067: "Specification of the Radio Data System (RDS) for VHF/FM sound broadcasting in the frequency range from 87,5 to 108,0 MHz",
- ITU-R Recommendation BS.643 – 3: "Radio data system for automatic tuning and other applications in FM radio receivers for use with the pilot-tone“,

- SRPS EN 60244-13: "Metode merenja za radio-predajnike — Deo 13: Karakteristike kvaliteta rada za radiodifuzni prenos FM signala",
- IEC 244-1: "General conditions of measurements, frequency, output power",
- IEC 244-2: "Bandwidth, out of band power and power of non-essential oscillations".

3. Изрази наведени у овом упутству имају следеће значење:

- *Радио-дифузни предајник* је радио-уређај који се користи за претварање аудио-фреквенцијских сигнала намењених за пренос информација и музике у захтеване фреквенцијски модулисане радио-фреквенцијске сигнале.
- *Радни фреквенцијски опсег* радио-предајника је опсег у оквиру кога радио-предајник може бити подешен за нормалан рад.
- *Девиијација фреквенције* је разлика између максималне или минималне вредности фреквенције и фреквенције сигнала носиоца, када је извршена модулација.
- *Максимална девијација фреквенције* радио-предајника је вредност на коју девијација фреквенције мора бити ограничена према важећем пропису.
- *Преакцентуација (преемфазис)* је поступак повећања релативне амплитуде синусоидалних компонената на вишим фреквенцијама модулишућег сигнала.
- *Канални размак* је разлика између централних фреквенција два суседна радио канала.
- *Излазна снага радио-предајника* је средња вредност снаге радио-предајника у стандардним условима испитивања, у одсуству модулације, која се преноси на стандардно радио-фреквенцијско оптерећење или антенски вод.
- *Одступање фреквенције* сигнала носиоца радио-предајника или тачност додељене фреквенције је разлика између додељене фреквенције и фреквенције радио-предајника у одсуству модулације у тренутку мерења.
- *Сигнал L* - сигнал који одговара информацијама у левом каналу.
- *Сигнал R* - сигнал који одговара информацијама у десном каналу.
- *Сигнал збира* $M = (L+R)/2$, користи се за пријем сигнала на монофонским пријемницима.
- *Сигнал разлике* $S = (L-R)/2$, заједно са сигналом M омогућава стереофонском пријемнику обнављање сигнала у левом и десном каналу.
- *Мултиплексни MPX сигнал*: композитни сигнал који садржи све информације, укључујући пилот тон и сваки додатни сигнал којим се модулише носилац предајника.
- *Сtereo помоћни носилац (субносилац)*: помоћни носилац на фреквенцији $38\text{kHz} \pm 4\text{Hz}$ који конвертује сигнал S у опсег $23\text{kHz} \div 53\text{kHz}$; потиснути помоћни носилац је амплитудно модулисан сигналом S .
- *Пилот сигнал*: компонента на $19\text{kHz} \pm 2\text{Hz}$, која се користи за обнављање stereo субносиоца у stereo пријемнику.

- *RDS (Radio Data System)* – сигнал који садржи информације о програмима и дифузној мрежи. Преноси се уз помоћ субносиоца на фреквенцији 57kHz, амплитудно модулисаног кодираним подацима са потиснутим носиоцем у опсегу $\pm 2,4\text{kHz}$.
- *Емисије ван опсега* - све емисије на једној или више фреквенција непосредно изван опсега потребног за пренос сигнала, које су резултат процеса модулације, изузимајући споредне емисије.
- *Споредне емисије* - све емисије на једној или више фреквенција које су изван опсега потребног за пренос сигнала, и чији се ниво може смањити без утицаја на користан сигнал којим се преноси информација. Споредне емисије обухватају хармонијска зрачења, паразитне емисије, интермодулационе продукте и производе конверзије фреквенција, изузимајући емисије ван опсега.
- *Нежељена зрачења* - скуп емисија ван опсега и споредних емисија.
- *MPX снага (снага модулације)* – релативна снага модулационог сигнала у односу на снагу синусоидалног сигнала који производи вршну девијацију од $\pm 19\text{kHz}$, усредњена у интервалу од 60s према формули:

$$\text{MPX снага (dBr)} = 10 \log \left\{ (2/60 \text{ s}) \int (\Delta f(t)/19 \text{ kHz})^2 dt \right\}$$

- *Стандардни услови при мерењу:*
 - температура средине између $+15^{\circ}\text{C}$ и $+30^{\circ}\text{C}$;
 - релативна влажност ваздуха $\leq 90\%$;
 - атмосферски притисак између 860mbar и 1060mbar.
- *Екстремни услови при мерењу:*
 - температура средине између 0°C и $+40^{\circ}\text{C}$.
- *Стандардни напон напајања радио-предајника:*
 - из градске мреже напона 3x400/230V, +10% и -15% и фреквенције $50 \pm 1\text{Hz}$;
 - из акумулаторске батерије номиналног напона акумулатора 6V, 12V, 24V, увећан за фактор 1,1 пута.

4. Дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом имају одговарајуће карактеристике радио-дифузног сигнала у смислу: фреквенцијског опсега, карактеристика монофонског и стереофонског преноса, као и преноса додатних сигнала.

5. Дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом раде у опсегу од 87,5-108MHz, са каналним размаком од 100kHz, сагласно међународној расподели фреквенција утврђеној у Женеви 1984. године (Frequency Assignment Plan for FM Sound Broadcasting Stations in Region 1 and Part of Region 3 in the Band 87,5-108MHz).

6. Максимална девијација фреквенције радио-фреквенцијског носиоца, модулисаног аудио сигналом, износи $\pm 75\text{kHz}$.

Ланац за обраду модулишућег аудио сигнала мора да садржи коло за преемфазис, чија је карактеристика одређена временском константом еквивалентног RC кола од 50 μ s.

7. За стереофонски пренос у FM радио-дифузији користи се пилот-тон систем. Стереофонски мултиплексни сигнал којим се модулише радио-фреквенцијски носилац састоји се из компатибилног монофонског сигнала (*сигнала збира*), транспонованог стереофонског сигнала (*сигнала разлике*) и пилот сигнала.

Максимална девијација фреквенције радио-фреквенцијског носиоца, модулисаног стереофонским мултиплексним сигналом, износи $\pm 75\text{kHz}$.

Ланац за обраду аудио сигнала из левог и десног канала мора да садржи коло за преемфазис, чија је карактеристика одређена временском константом еквивалентног RC кола од 50 μ s.

Компатибилни монофонски сигнал (*сигнал збира*) и транспоновани стереофонски сигнал (*сигнал разлике*) не смеју да производе девијацију фреквенције радио-фреквенцијског носиоца која је већа од 90% вредности максималне девијације.

Пилот сигнал треба да производи девијацију фреквенције радио-фреквенцијског носиоца, која је од 8-10% вредности максималне девијације.

Преостали део потиснутог помоћног носиоца на 38kHz не сме да производи девијацију фреквенције радио-фреквенцијског носиоца која је већа од 1% вредности максималне девијације.

Однос фазних ставова пилот-сигнала и помоћног носећег сигнала је такав да при сваком проласку пилот-сигнала кроз нулу помоћни носећи сигнал пресеца временску осу у позитивном смеру. Разлика фазних ставова пилот-сигнала и помоћног носећег сигнала не сме да прелази $\pm 3^\circ$.

При стереофонском преносу у FM радио-дифузији позитивној вредности мултиплексног сигнала одговара позитивна вредност девијације фреквенције радио-фреквенцијског носиоца.

8. При преносу додатног монофонског програма и/или додатних информационих сигнала, морају бити испуњени следећи услови:

- постојање компатибилности са постојећим пријемницима, односно додатни сигнали не смеју битно утицати на квалитет пријема главног монофонског или стереофонског програма;

- додатни сигнали не смеју да производе девијацију фреквенције радио-фреквенцијског носиоца већу од 10% вредности максималне девијације, која износи 75kHz;
- за додатни монофонски програм положај помоћног подносиоца и његова девијација фреквенције морају да обезбеде да његова тренутна фреквенција буде у основном опсегу између 53 kHz и 76kHz;
- за додатне информационе сигнале фреквенција било ког помоћног подносиоца мора да буде у основном опсегу између 15 и 23, или између 53 kHz и 76kHz;
- додатни сигнал са подацима се преноси у систему RDS (*Radio Data System*).

9. Методе мерења параметара наведених у овом упутству морају бити у складу са нормама SRPS EN 60244-13, IEC 244-1 и IEC 244-2, уколико посебним одредбама није другачије одређено.

Уколико је предајник предвиђен за емитовање стереофонске емисије а нема уграђен стерео кодер, за испитивање се користи тест стерео кодер са карактеристикама дефинисаним у ETS 300 384.

10. Сви улазни и излазни радио-фреквенцијски (у даљем тексту: РФ) прикључци намењени за повезивање са другим компонентама радио-станице морају имати номиналну импедансу од 50Ω.

Улазна импеданса модулятора радио-дифузног FM предајника са симетричним или асиметричним прикључком мора бити у фреквенцијском подручју преношеног модулационог сигнала једнака или већа од 2kΩ.

11. Дифузни FM радио-предајник мора имати индикаторе за:

- 1) излазну снагу;
- 2) рефлектовану снагу;
- 3) фреквенцију носећег сигнала;
- 4) девијацију фреквенције носећег сигнала.

12. Максимална излазна РФ снага предајника мора да буде у границама $\pm 1\text{dB}$ у односу на номиналну (називну) снагу, при мерењу у стандардним условима. При екстремним условима, максимална излазна РФ снага предајника мора да буде у границама $+2\text{dB}/-3\text{ dB}$ у односу на номиналну снагу.

Номинална (називна) снага дифузног предајника треба да има једну од следећих вредности: 10W, 20W, 50W, 100W, 250W, 500W, 1kW, 2kW, 5kW, 10kW, 20kW или 40kW. На предајнику мора да буде омогућено смањење излазне снаге у односу на номиналну за 6dB.

Номинална (називна) снага предајника који се користи за емитовање FM радио-дифузног сигнала мора да буде у границама +6dB/-3 dB у односу на снагу предајника која је наведена у одговарајућој дозволи за коришћење радио-фреквенција.

Предајник мора да буде у могућности да номиналном снагом напаја антену чије је слабљење рефлексије не мање од 16dB, при свим фазним угловима.

Предајник мора без оштећења да ради и са другим оптерећењима, укључујући отворено и кратко спојено коло, при чему може имати могућност искључења предаје или смањења излазне снаге у овим условима.

13. Фреквенција носиоца може да одступа највише $\pm 2\text{kHz}$ од централне фреквенције радног канала, при свим условима мерења.

Дуготрајна стабилност фреквенције носиоца, у тромесечном периоду, треба да буде боља од $\pm 300\text{Hz}$, при мерењу у идентичним условима рада.

Фреквенција носиоца мора да има могућност подешавања са тачношћу бољом од $\pm 50\text{Hz}$.

Код предајника са синтезом фреквенције потребно је обезбедити аутоматско искључење предаје у ситуацијама када се детектује неисправан рад фазне петље, чиме се онемогућава нежељено одступање фреквенције. При аутоматском искључењу предаје снага носиоца мора да буде потиснута за најмање 50dB и мора да износи $\leq 1\text{mW}$.

14. Максимална девијација фреквенције РФ носиоца проверава се са укљученом опремом за лимитирање, која не мора да буде саставни део предајника. Вредност максималне девијације не сме да премаши $\pm 75\text{kHz}$.

Девијација фреквенције РФ носиоца при преносу програмског садржаја се проверава опремом у фиксним и мобилним мониторинг станицама, у свему према ITU-R Rec. SM.1268-2.

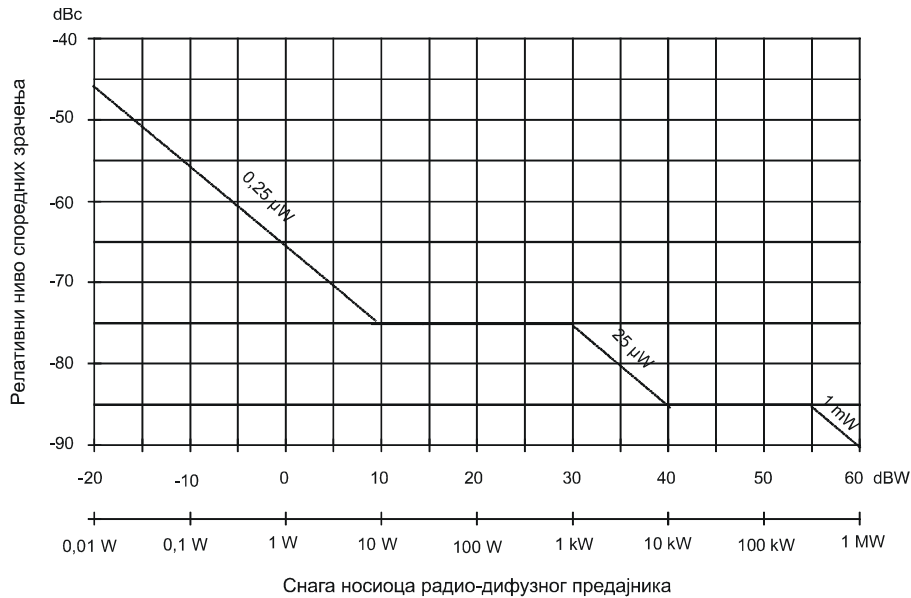
Одступање осетљивости девијације (MHz/volt) у току експлоатације предајника мора да буде мање од $\pm 3\%$ од декларисане вредности осетљивости.

15. MPX снага (снага модулације) при преносу програмског садржаја се проверава опремом у фиксним и мобилним мониторинг станицама, у свему према ITU-R Rec. SM.1268-2.

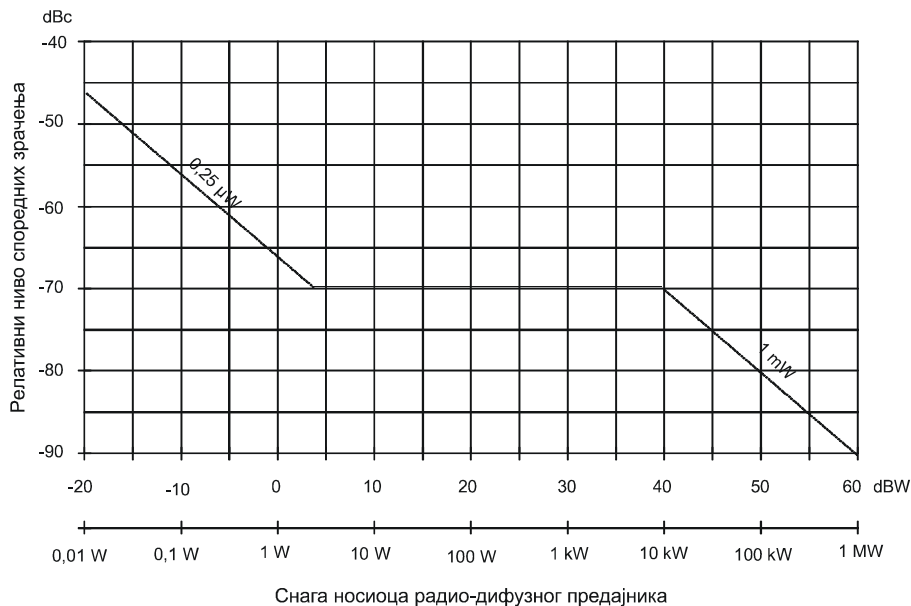
Снага модулације, мерена у произвољном временском интервалу једнаком или дужем од 60s, не сме да премаши вредност +2dB.

16. Нежељена зрачења се састоје од споредних емисија и емисија ван опсега.

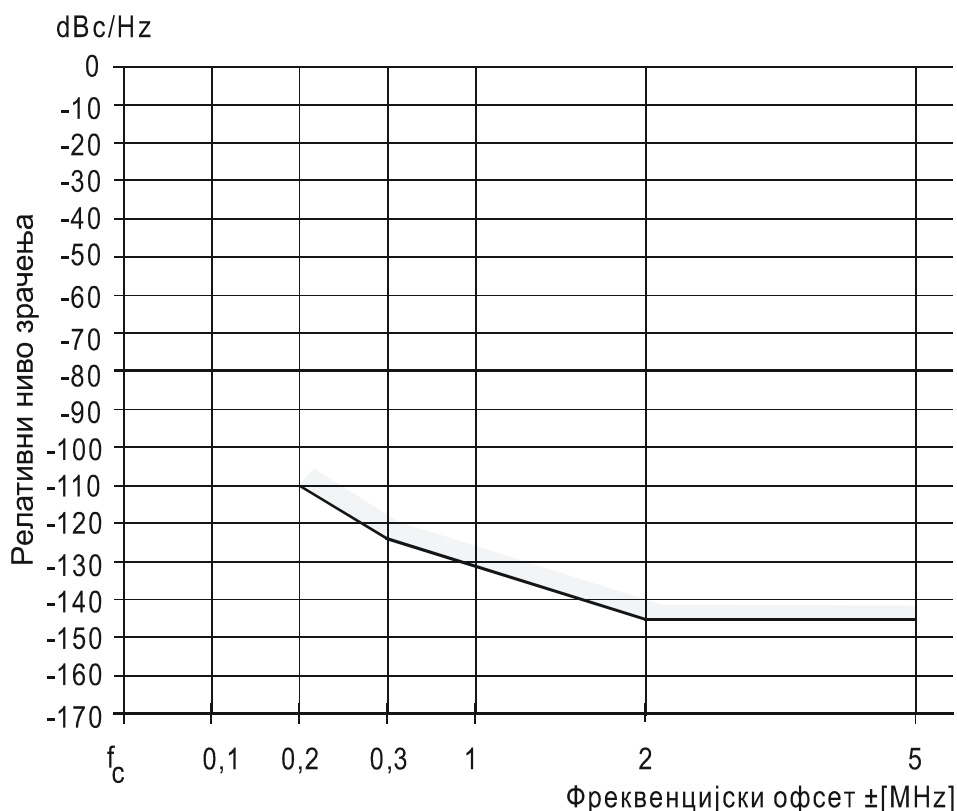
Максимално дозвољени нивои споредних емисија (апсолутни и релативни) приказани су на сликама 1 и 2. Норма за емисије ван опсега дефинише релативну спектралну густину снаге (у односу на снагу носиоца) на одређеном растојању од фреквенције носиоца, а максимално дозвољене вредности су приказане на слици 3.



Слика 1 - Максимално дозвољени нивои споредних емисија у фреквенцијском опсегу 87,5÷137MHz



Слика 2 – Максимално дозвољени нивои споредних емисија у фреквенцијским опсезима 30÷87,5 и 137÷1000MHz



Слика 3 – Максимално дозвољени интензитет емисија ван опсега

На емисије ван опсега довољно удаљене од централне фреквенције утиче карактеристика излазног филтра/комбајнера; при мерењу је потребно укључити и ове компоненте.

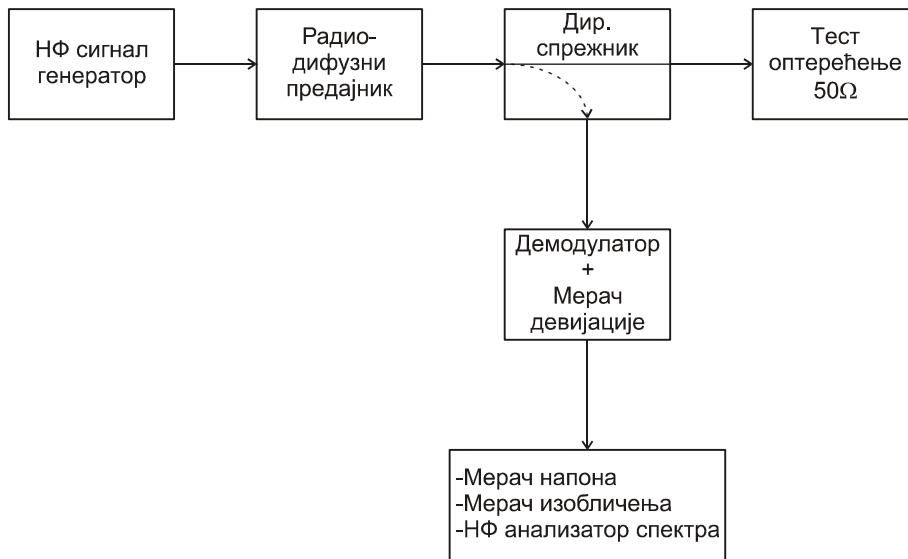
Мерење се врши са ширином филтра од 1kHz; резултантна крива се добија одузимањем 30dB од измерених вредности.

17. Дифузна радио-станица за фреквенцијски модулисане емисије мора да емитује RDS сигнал, у свему према нормама EN 50067 и ITU-R Rec. BS.643-3.

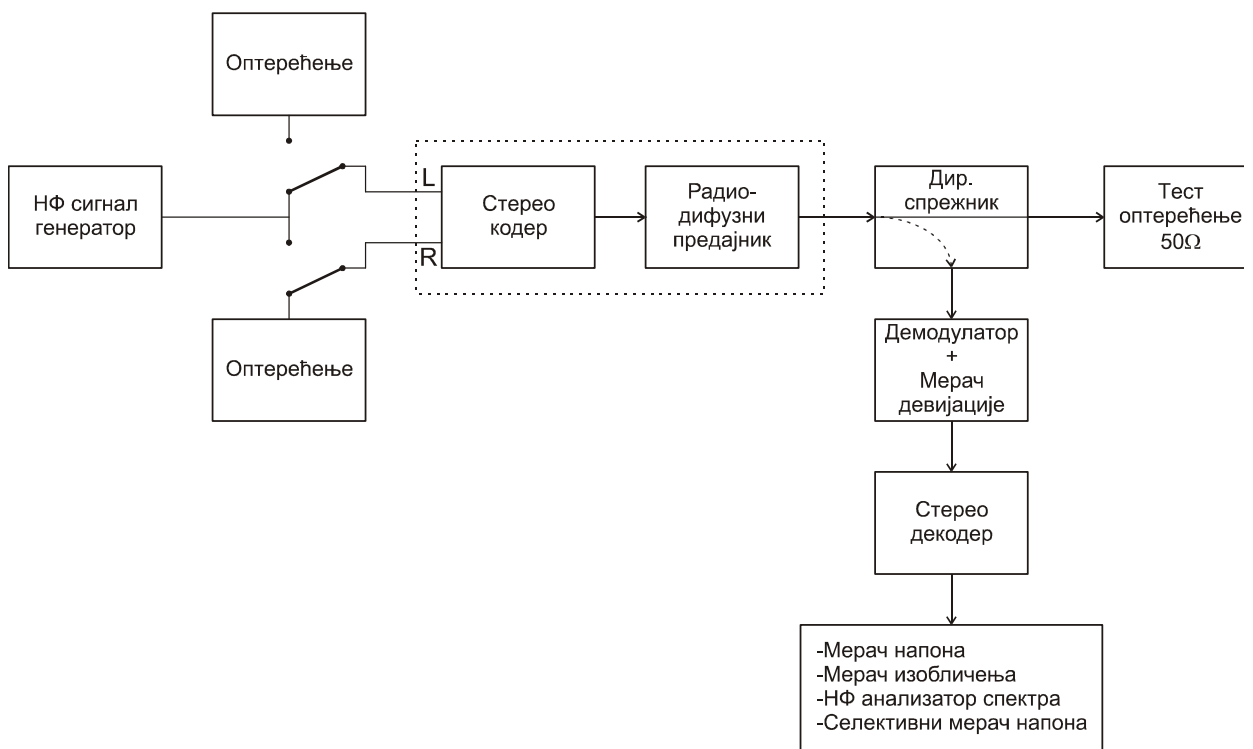
Посебно се мора поштовати предвиђен начин емитовања PI (Programme identification), PS (Programme service name) информационих блокова, као и информационих блокова TP (Traffic Programme) и TA (Traffic announcement) који су намењени за обавештавање о условима у саобраћају.

18. Под уграђеним карактеристикама сматрају се карактеристике које није могуће изменити подешавањем спољашњих променљивих елемената.

За проверу ових карактеристика користи се опрема повезана према блок-шеми на слици 4 (за монофонске предајнике), односно на слици 5 (за стереофонске предајнике).



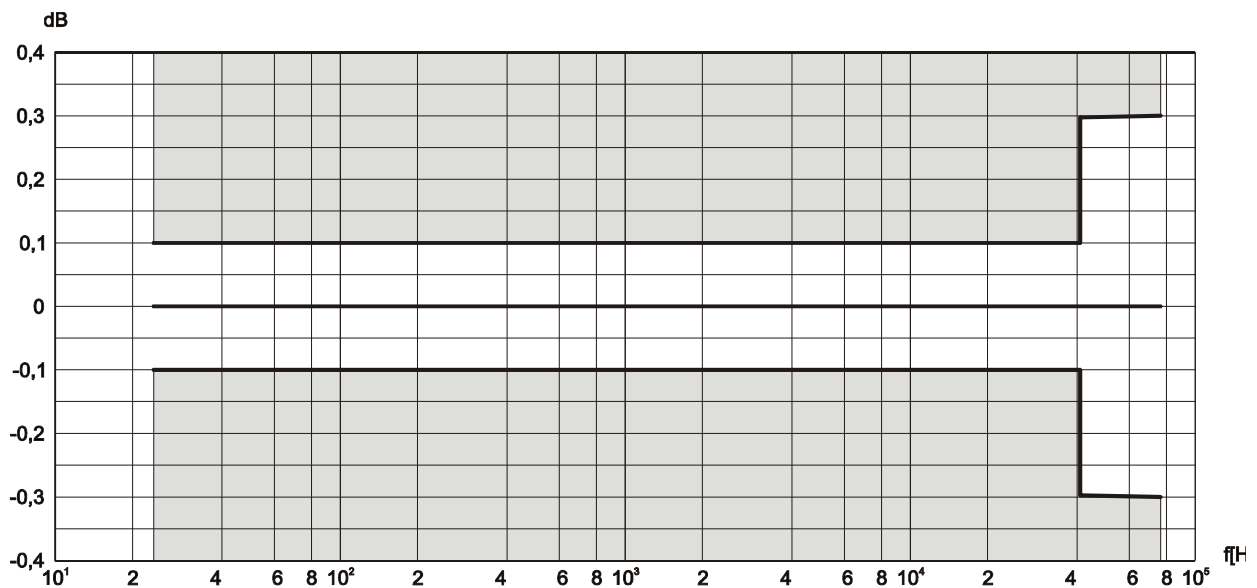
Слика 4 – Повезивање мерне опреме за мерење карактеристика монофонског предајника



Слика 5 – Повезивање мерне опреме за мерење карактеристика стереофонског предајника

Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења сигнала у модулисаном носећем сигналу, у фреквенцијском опсегу од 30Hz до 15kHz, при девијацији фреквенције од $\pm 75\text{kHz}$, мора да буде $\leq 0,7\%$.

Амплитудно-фреквенцијска карактеристика предајника, са искљученим колом за преемфазис, у опсегу између 30Hz и 43kHz мора бити унутар $\pm 0,1\text{dB}$, а у опсегу између 43kHz и 75kHz унутар $\pm 0,3\text{dB}$, мерено у односу на 1kHz.

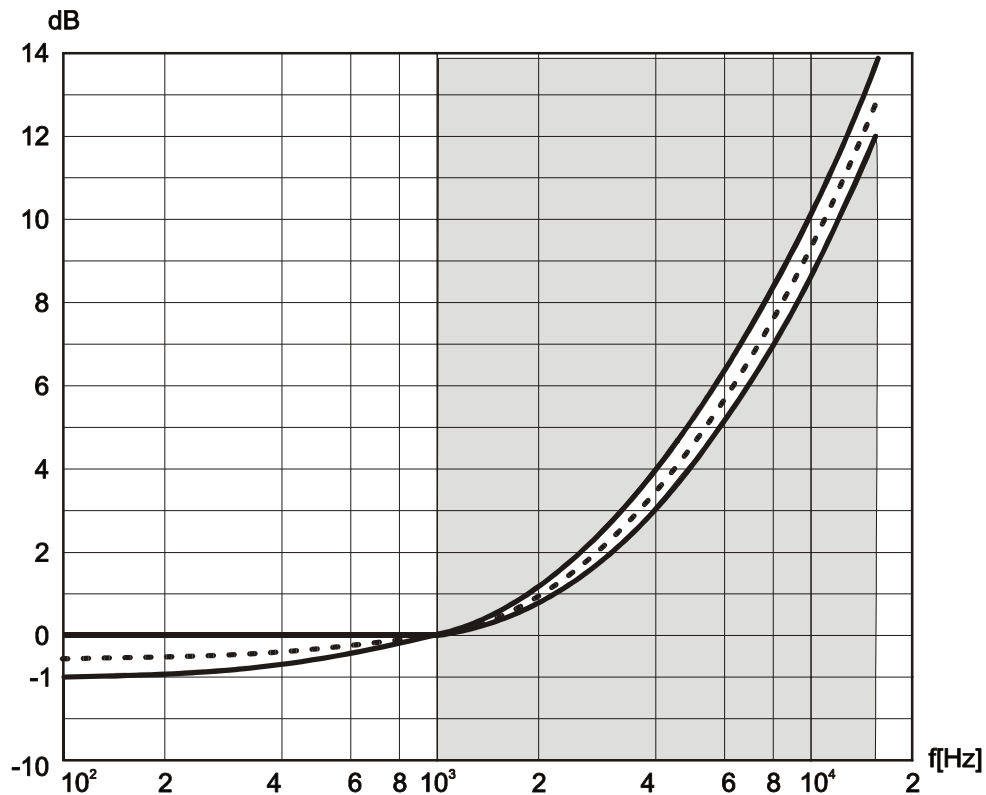


Слика 6 – Границе за амплитудно-фреквенцијску карактеристику у основном опсегу

Фазно-фреквенцијска карактеристика радио-дифузног FM предајника може у опсегу од 30Hz до 43kHz одступати од идеалне фазно-фреквенцијске карактеристике највише 1° , а у опсегу од 43kHz до 75kHz највише 3° .

Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу, са укљученим колом за преемфазис, мора да буде у границама које су дате на слици 7. Мора да постоји могућност искључења кола за преемфазис.

При укључивању кола за преемфазис мора се укључити и ниско-пропусни филтар са номиналном граничном фреквенцијом 15kHz, слабљење тог филтра на 19 kHz мора бити најмање 40dB.



Слика 7 – Границе за амплитудно-фреквенцијску карактеристику у аудио опсегу

Слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала треба да буде $\geq 46\text{dB}$, у опсегу између 100Hz и 5kHz . Испод 100Hz и изнад 5kHz дозвољава се да слабљење преслушавања опада 6dB по октави.

Однос сигнал/шум, са укљученим колом за преамфазис, мерен са референтним сигналом 400Hz и нивоом који производи девијацију $\pm 75\text{kHz}$, треба да буде $\geq 72\text{dB}$.

Дубина синхроне АМ носиоца модулисаног сигналом 500Hz који производи девијацију $\pm 40\text{kHz}$ треба да буде $\leq 2\%$.

Дубина паразитне АМ, у одсуству модулације, треба да буде $\leq 1\%$.

Максимална дозвољена интермодулациона изобличења тонског сигнала у обвојници фреквенцијски модулисаног носећег сигнала (у основном опсегу до 15kHz) за пренос монофонског и стереофонског програма не смеју бити већа $0,6\%$ за изобличења другог реда, односно не смеју бити већа од 1% за изобличења трећег реда.

Модулациони тест сигнал се састоји од два тона једнаке амплитуде која производи максималну девијацију фреквенције носећег сигнала, при чему су тонови фреквенцијски размакнути за 1kHz.

19. Дифузне радио-станице са фреквенцијском модулацијом које се пуштају у рад после ступања на снагу овог упутства морају да испуњавају услове дефинисане одредбама овог упутства.

Све карактеристике дифузних радио-станица са фреквенцијском модулацијом које су постављене и пуштене у рад пре ступања на снагу овог упутства морају се ускладити са одредбама овог упутства, и то у року од годину дана од дана његовог ступања на снагу, у супротном се не могу користити.

20. Ово упутство објављује се на Интернет страници Агенције и ступа на снагу осмог дана од дана објављивања.

Број: 1-01-3400- /12

У Београду, 28. новембар 2012. године

**Председник
Управног одбора**

проф. др Јован Радуновић