

RABİTƏ VƏ YÜKSƏK TEXNOLOGİYALAR

GENİŞ SPEKTRLİ RADİO RABİTƏ ŞƏBƏKƏSİNDƏ RADİONƏZARƏT STANSİYALARININ YERİ, VƏZİFƏLƏRİ, ONLARIN İŞLƏRİNİN TƏŞKİLİ VƏ BƏZİ PROBLEMLƏRİNİN HƏLLİ MƏSƏLƏLƏRİ

Cabit Rasulov

Beynəlxalq Rabitə Akademiyasının həqiqi üzvi, akademik

*Açar sözlər: radionəzarət stansiyaları, pelenqləmə, ölçmə avadanlığı,
pyezoelektrik çeviricilər, analizator, tezlik diapazonu, qəbuledici,
modul qəbul sistemi, qəbuledici antenna, generator, tezlik diapazon.*

Azərbaycanda qurulmuş geniş spektrli radio rabitə şəbəkəsinə daxil olan mərkəzlərə, həm də 4 radionəzarət stansiyası, rabitəyaradan mikrodalğalı siqnalı ölçən 1 stansiya aiddir.

Radionəzarət stansiyaları aşağıdakı vəzifələri yerinə yetirir:

- bədbəxt hadisə baş verdikdə ötürücünün yerini müəyyənləşdirmək.
- qeydə alınmayan ölcücünün yerini müəyyənləşdirmək.
- digər vasitələrlə aşkar edilməsi mümkün olmayan, manecilik törədən ötürücünün yerini müəyyənləşdirmək.
- rabitəyə mane olan zərərli mənbələrin, məişət elektrik avadanlıqlarının, elektrik xətlərinin zədələnmiş izalyatorlarının və s. yerini müəyyən etmək.
- qeydiyyatda olan və olmayan ötürücüləri nişanlamaq.
- qeydə alınmış ötürücülərin şüalanma parametrlərini (güc, şüalanma zolağının eni, modulyasiyasının tipi, kənar şüalanma və s.) fiksə etmək.

Qeyd etməliyik ki, bunlar reqlamentə uyğun dəyişikliklər aparmaq üçün edilir.

Bu vəzifələrin yerinə yetirilməsi məqsədilə qəbuledici qarşısında aşağıdakı tələblər qoyulur:

A. Yüksək tezlikli qəbuledicilər üçün:

1. Tezlik.	
- diapazon	10 kHs – 30 M Hs
- kökləmənin dəqiqliyi	2Hs
- stabillik	$2 \cdot 10^{-8}$
2. 100 Hs dəqiqliklə tənzimləmə vaxtı	20 msan
3. Demodulyasiyanın növü	AM, CW, FM
4. $S/k = 20$ d B nisbəti üçün qarşılıqlı modulyasiya	(1 – 30 MHs) +21d B
5. Küyün səviyyəsi	<14 d B
6. 2-ci təstib intermodulyasiyanın məhsulu	70 d Bm
7. Təsvisin kənara çıxması	> 90 d B
8. ET-in kənara çıxması	< 90 d B
9. AT zolağının eni	0,1 – 10 KHz rəqəmli sürgəsi
10. Metki sürgəsi (AT səviyyəsində)	dar 100 Hs orta 200 Hs enli 400 Hs
Nizamlama diasapazonu	+5 kHs
Tezlik addımı	10 Hs
11. Gücləndirmənin avtomatik tənzimlənməsi	140 d B
12. Gücləndirmənin əl ilə tənzimlənməsi	140 d B
13. Tənzimləmə generatorunda döyünmə	+ 5 kHs
14. RT giriş	10 KHz 30 kHs
Mümkün gərginlik həddi	30 V, və ya +36 d Bm
Giriş müqaviməti	50 s ≈ 2,5
Xarici tezlik etalonu	10 Mhs
Giriş müqaviməti	200 Om
Gərginlik	0,1 – 1 V
15. ST xətti, çıxış	
Səviyyə	0 d Bm (- 10 -10 dBm tənz)
Müqavimət	600 Om
16. Interfeys	(EJA RS 232 S/MKKT VİRS 485)

17. Tərtib edilmiş test	iş qabiliyyətini yoxlanması, modul səviyyəsində səhvlərin yoxlanılması
18. Elektrik nəmliyinin gərginliyi	115/230VAS +15%
19. Tezlik	47 – 63 Hs
20. Ətraf mühitin şərtləri	MEK 68-2
21. Mexaniki parametrlər	19 sütun
22. Elektromaqnit qavrayıcılıq	MEK 801-2 MEK 801-3 MEK 801-4
həyəcanlanma	II qrup
23. İşci temperatur diapazonu	0° – 50° C
24 Nisbi rütubət	90% kondensə olunmayan
25. Vibrasiya	MEK 68-2-6
B) XYT/UYT	
1. Tezlik diapazonu	20=2700 Mhs
2. Tezlik qurğusu	20=2700 mhs a) kompüter klaviaturası b) sicanla fasiləsiz tənzimləmə c) tezliyin qoşulması
3) Köçürmə	
a) yaddaşdakı stansiya	400 kanala qədər, yaxşı halda 1000 kanal
b) fasiləsiz köçürmə	20 tezlik zolağı, addım 100 Hs
4. köçürmə sürəi	1000 kanal/san.
5. Ayrıdetmə qabiliyyəti	100 Hs
6. Kompüterdə tezlik göstərmə qabiliyyəti	sınaq qəbuledicidə
7. Tezliyin ölçmə dəqiqliyi	+5x10 ⁻⁸
8. Həssaslıq	1 rB
TM	S/K=20dB
AM	S/K=12dB
9. Sahə intensivliyinin ölçülməsi	3dB
10. Modulyasiyanın ölçülməsi	< 5%
11. Zolağın eninin ölçülməsi	dB

12. Ölçüləmənin maksimal müddəti	2 san.
13. Kütüyün ümumi səviyyəsi	bir qayda olaraq 8dB
14. Zolağın eni AT (-6dB)	4,8,15,30,100,300kas+SW və J3 süzgəci
15. Demodulyasiya	AM, TM, FM, CW
16. Kütüsüz tənzimləmə	tənzimləmə və çevirmə ilə həyata keçirilir
17. Kütüsüz kökləmə	kökləmə və çevirmə yolu ilə həyata keçirilir
18. Güclənmənin avtomatik tənzimlənməsi	modulyasiyanın bütün növləri üçün 0-120 dB
19. İndikator	siqnalın səviyyəsi displeydan alınır
20. AT kəsilmə	90 dB
21. Təsvirin kəsiyi	90 dB
22. 3-cü tətib modulyasiyasının məhsulu	+17 dB
23. 2-ci tətib intermodulyasiyanın məhsulu	+40 d B
24. Antennanın girişi	50 Om
25. Çıxış:	
AT-yə görə	21,4 m As
AQ monitoru	kompyuter displeyi
Səs tezliyində	a) 600 Om, baş telefonu b) reproduktor
26. Elektrik qidalanması	a) 220 v, dəyişən cərəyan b) 24 v, sabit cərəyan
27. Məsafədən idarə olunma	RS 232 C
28. Elektromaqnit	
- qavrayıcılıq	BER 801-2
- həyəcanlanma	BER 801-3
11 qrup I	
BER 601-4	

Qeydə alınmış radionəzarət stansiyasının işinin təşkilində, bu stansiyaların fəaliyyətinin səmərəliliyinin yüksəldilməsində ən vacib şərtlərdən, önəmli cəhətlərdən biri də budur ki, onların quraşdırılacağı yer düzgün müəyyənləşdirilsə, seçilsin. Bu işdə aşağıdakı şərtlər hökmən nəzərə alınmalıdır.

Əvvəla, stansiyaları ehtəyər yerdə quraşdırmaq lazımdır ki, onların əhatə dairəsi respublikanın bütün ərazisini tutsun. İkincisi də fotoqrafik yerdəyişmə ehtəyər olmalıdır

ki, nəzarət olunan ərazilərin bütün nöqtələrindən gələn siqnallar maneəsiz qəbul oluna bilsinlər.

Yerləşmə, yerdəyişmə problemi baxımından bir məsələyə də diqqətlə yanaşılmalıdır. Belə ki, pelenqlənmiş obyektlərin yerləşməsinin hesabatı müxtəlif radiopelenqləşdirici stansiyaların pelenqləmə keyfiyyətindən asılıdır. Pelenqin keyfiyyətini təmin etmək üçün isə hədəfin yerinin təyini hər mərhələdə təhlil edilməlidir.

Radiopelenqləmə stansiyalarında təhlil aşağıdakı əməliyyatlarla aparılır:

- qəbuledicinin yerləşdiyi yerdə birbaşa eşidilən siqnalın nəzarət stansiyasının siqnalı ilə üst-üstə düşdüyünü yoxlamaq;
- eyni tezlikdə olan bir neçə pelenqin təsnifatlarının verilməsi;
- normadan kənara çıxmaları silmək;
- ölçmələrin orta qiymətlərini hesablamaq;
- ölçmələrdə kənara çıxmaları hesablamaq;

Radio nəzarət stansiyalarında isə pelenqlərin təhlili əsasən aşağıdakı əməliyyatlarla aparılır:

- pelenqlənmə obyektinin yerinin pelenqinin təyin edilməsinin hesabatı;
- ötürmə nöqtəsinin yerinin hesabatı
- qeyri-müəyyənlik ellipsinin hesabatı;

Obyektlərin yerinin təyin edilməsində və əllə tənzimləmə sistemində pelenqin keyfiyyəti operatorun iş bacarığından, təhlili neçə aparmasından asılıdır. Avtomatik tənzimləmədə yerin təyininə gəldikdə isə bu iş köcürmə qurğuları vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Biz öz tədqiqatlarımızda pyezoelektrik çeviricilərə malik avtomatik pelenqatorların ötürücülərinin nəzəri və təcrübəvi problemlərini geniş araşdırdıq, öyrəndik.

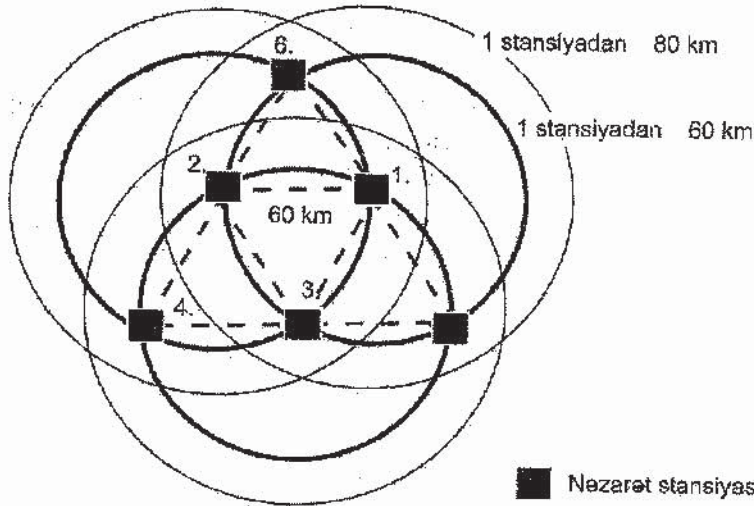
Apardığımız tədqiqatlar zamanı aşağıdakılara nail olduq:

- Verilmiş müddət və tezlik impulslarını idarə edən açarları qidalandıran pyezoelektrik çeviricilərin idarə olunma strukturunu işləyib hazırladıq.

- Zaman və tezlik funksiyasına təsir edən idarə edici gərginliyin dəyişməsinə qiymətləndirən alqoritmlər aldıq.

- Axırınçı cərəyan impulsuna təsir edən pyezoelektrik elementdəki gərginliyi müəyyənləşdirən düstur tapdıq.

- Hazırlanmış qurğulardan istifadədə A sinfində avtomatik rejimdə pelenqlənmənin 1%-dən çox, 5%-dən az xəta ilə aparılması qənaətinə gəldik.



Qeydə alınmış radionəzarət stansiyalarının təsirinin konfigurasiyası

Nəzarət stansiyalarının coğrafi yerləşməsi aşağıdakı kimidir:

- Bakı - $49^{\circ} 49' 26''$ E $40^{\circ} 21' 4''$ N;
- Gəncə - $46^{\circ} 19' 55''$ E $40^{\circ} 37' 38''$ N;
- Qəbələ - $47^{\circ} 45' 6''$ E $40^{\circ} 52' 23''$ N;
- Quba - $48^{\circ} 33' 18''$ E $41^{\circ} 19' 17''$ N;
- Masallı - $48^{\circ} 33' 9''$ E $39^{\circ} 0' 43''$ N;
- Şirvan - $48^{\circ} 54' 45''$ E $39^{\circ} 55' 43''$ N;
- Naxçıvan - $45^{\circ} 2' 0''$ E $39^{\circ} 12' 0''$ N;

Onu da deyək ki, tədqiqatlar zamanı bu stansiyaların yerinin təyində Beynəlxalq Elektrotəminat İttifaqının tövsiyələrinə uyğun olaraq Okamura-Xata modelindən istifadə etmişik. Radiodalğaların yayılma modeli (Okamura-Xata) geniş şəhər və dağ şəraitini nəzərə alan modeldir. Loqoritmik şəkildə bu modelin parametrləri belədir:

$$L_p = -K_1 - K_2 \log(f) + 13,82 \log(h_b + a(h_m)) - [44,9 - 6,55 \log(h)] \cdot \log(d) - K_0$$

f - aparıcı tezlik (meqaherslə)

h_b - antenmanın hündürlüyü (metrlə)

h_m - qəbuledicinin antenmasının hündürlüyü (metrlə)

d - stansiya bazası ilə hərəkətdəki sifarişçi arasındakı məsafə (km-lə)

Bu parametrlər üçün bəzi sərhəd şərtləri də var ki, haqqında bəhs etdiyimiz model bunlarda da özünü doğruldur:

$30 \text{ m} \leq h_b \leq 200 \text{ m}$; $1 \text{ m} \leq h_m \leq 10 \text{ m}$; $10 \text{ m} \leq d \leq 20 \text{ km}$ $d(h_m)$ və K_0 əmsalları radiodalğaların "dağlıq" və ya "sıx şəhər" şəraitində yayıldığı zaman istifadə olunur:

Xüsusi halda:

$a(h_m) = [1,1 \log(f) - 0,7] h_m - [1,56 \log(f) - 0,8]$ - dağlıq yerdə.

$a(h_m) = 3,2 [\log(11,75 h)]^2 - 4,97$ - sıxıntı olan şəhərdə və K_0 - şəhərdə

$K_0 = 3$ dB - sıxıntı olan şəhərdə

K_1 və K_2 əmsalları tezlik diapozonu nəzərə alındıqda istifadə olunur.

$K_1 = 69,55$ $150 \text{ MHz} \leq f \leq 1000 \text{ MHz}$ tezlik diapozonu üçün

$K_1 = 46,3$ $1500 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$ tezlik diapozonu üçün

$K_2 = 26,16$ $150 \text{ MHz} \leq f \leq 1000 \text{ MHz}$ tezlik diapozonu üçün

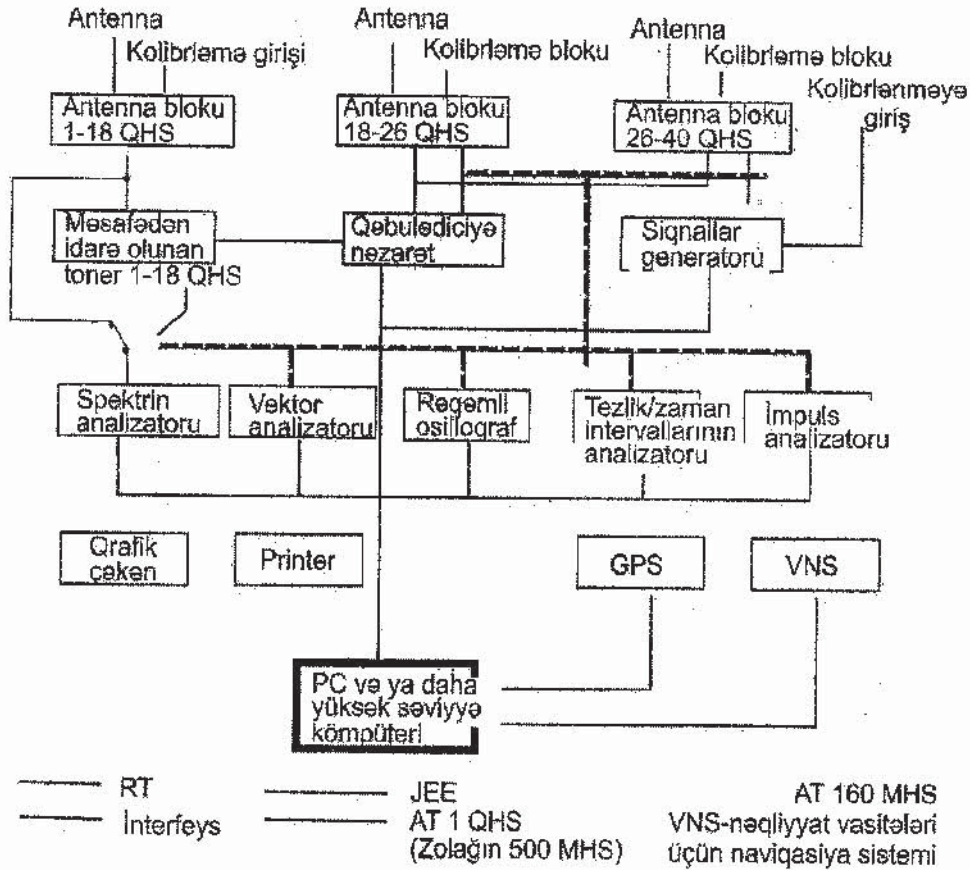
$K_2 = 46,3$ $1500 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$ tezlik diapozonu üçün



Şəkilə Azərbaycan Respublikası ərazisinin də qeydə alınmış radionəzarət stansiyalarının yerləşməsi göstərilmişdir.

Biz öz araşdırmalarımızda spektrin daha sürətlə inkişaf edən sahəsinə - mikrodalğalı radioşüalanmaya xüsusi diqqət yetirmişik. Uzun müddət apardığımız tədqiqatlar zamanı müəyyənləşdirdik ki, mikrodalğalı rabitəyə nəzarət etmək üçün aşağıdakı iki problemi aradan qaldırmaq vacibdir:

- analoji mikrodalğalı rabitədən çox istifadə olunmasına baxmayaraq, rəqəmlı siqnallardan daha geniş istifadə etmək. Bu məqsədlə kodsuzlaşmış avadanlıqların tətbiqi vacibdir.
- qeyd olunmayan ötürücülərin geniş istiqamətliliyi onların qeydiyyatını çətinləşdirir.



Mikrodalğalı nəzarət və ölçmənin blok-sxemi aşağıdakı şəkildə verilmişdir.

Ölçmə avadanlığı iki hissədən ibarətdir. O, nəqliyyat vasitəsində quraşdırılmalıdır.

Modul qəbul sistemi 1000 MHz - 40 PHs tezlik diapozonundan siqnalları qəbul etmək üçün hazırlanmışdır və aşağıdakı komponentlərdən təşkil olunub:

1-18 QHS tezlikli qəbulədiçisi. Qəbulədiçisi antenna blokundan kənarda qurula, idarə oluna bilər.

18-28 QHS tezlikli qəbulədiçisi. Qəbulədiçisi antenna blokuna daxil edilir.

26-40 QHS tezlikli qəbulədiçisi. Qəbulədiçisi antenna blokuna qoşula bilər.

Analizator radiotezlikli antenna blokuna və ya aralıq tezlikli qəbul sisteminin çıxışına birləşdirilir. Analizator geniş zolaqda radiotezlik spektrinin təhlilində istifadə olunur.

Qəbul sisteminin çıxışına aşağıdakı qurğular birləşdirilir:

- Radioloktorun impulslarını dəqiq ölçmək üçün impuls analizatoru;
- Periodik təkrarlanan siqnalların analizi üçün 500 MHz-lik rəqəmli osilloqraf.

Zaman və tezliyin analizatorunun tezlik zolağı 110 MHz, yüüklüyü isə 250 seçim/san-dır.

Genişlənmiş spektrlə siqnalı təhlil etmək üçün siqnalların vektor analizatorundan (tezlik diapazonu 2 MHz – 1,9 GHz), amplitudun, tezliyin, fazanın dəqiq rəqəmli demodulyasiyasından, dar zolaqlı (300 Hz – 3 MHz) spektral sistemlərdən, yüksək ayırdetmə (0,001 Hz) və yüksək dəqiqlik (0,1x10) dərəcəsindən istifadə olunur.

Siqnal generatoru sistemdəki önəmli qurğulardandır, və o gücün ölçülməsi, sintez edilmiş tezlik spektrlərini n aparıcı siqnallarının yaradılması üçündür.

Generatorun xarakteristikası aşağıdakı kimidir:

- tezliyin spektral təmiz-siqnalizatoru;
- tezlik diapazonu – 0,01 – 40 GHz;
- tezlik ayırd etməsi – 1 Hz;
- dinamik çıxışın səviyyə diapazonu – 90-dan +10 dBm-ə dək;
- harmoniyalar <20 dB

Göründüyü kimi siqnal generatoru ən önəmli funksiyalardan, sistem üçün gərəkli işlərdən birini yerinə yetirir. Ümumiyyətlə, geniş spektrli radio rabitə şəbəkəsinə daxil olan bütün stansiyaların, radionəzarət, ölçmə, stansiyalarının, qurğuların, avadanlıqların özünəməxsus rolu, funksiyaları, vəzifələri var. Bunların hər birinin işlərinin düzgün təşkili, vəzifələrinin yerinə yetirilməsinə, səmərəliliyinin artırılmasına yönəlik apardığımız tədqiqatlar, bunlardan aldığımız elmi nəticələr bütövlükdə şəbəkənin düzgün qurulmasına, idarə olunmasına, tənzimlənməsinə, keyfiyyətinin daha da yüksəldilməsinə geniş imkanlar yaradır.

Rezümə

Məqalədə geniş spektrli radiorabitə şəbəkəsində radionəzarət, ölçmə stansiyalarının və bir çox avadanlıq, qurğuların yeri rolu, vəzifələri, stansiyaların işinin təşkili, həmin işlərin effektivliyinin daha da artırılması yolları, pelenqləmə, ölçmə işləri, bunların keyfiyyətinin daha da artırılması məsələləri, stansiyaların işlərinin analizi, təhlili yolları, stansiyaların yerləşdirilməsi, yerlərin seçilməsi şərtləri kimi və s. problemlər araşdırılır, əldə edilən nəticələrdən bəhs edilir.