

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ



Əlyazması hüququnda

KƏRİMOVA NƏRMİN MÜBARİZ
MƏHƏRRƏMZADƏ NURLAN ƏFQAN

RADİOMANEƏLƏR VƏ ONLARI ARADAN QALDIRMAQ
ÜSULLARININ TƏHLİLİ
mövzusunda

MAGİSTR
DİSSERTASIYA İŞİ

İxtisas: Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Radioelektron sistemlər

Elmi rəhbər: dos. Yusubov Ç.Ə.

Kafedra müdiri: prof. İbrahimov B.Q.

Bakı – 2024

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ
YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU

MAGİSTRANTIN ANDI

RADİOMANEƏLƏR VƏ ONLARI ARADAN QALDIRMAQ ÜSULLARININ TƏHLİLİ mövzusunda təqdim etdiyimiz magistrlik dissertasiyasını elmi əxlaq normalarına və istinad qaydalarına tam riayət etməklə və istifadə etdiyim bütün mənbələri ədəbiyyat siyahısında əks etdirməklə yazdığımı and içirəm və magistrlik dissertasiyasının AzTU Kitabxana İnformasiya Mərkəzində saxlanması, həmin mərkəz tərəfindən AzTU Rəqəmsal Repozitoriyasına daxil edilərək repozitoriyanın veb saytında yerləşdirilməsinə icazə veririk.

Kərimova Nərmin Mübariz _____

Məhərrəmzadə Nurlan Əfqan _____

Tarix _____

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	5
I FƏSİL. RADİOMANEƏLƏR, ONLARI ARADAN QALDIRMAQ	
ÜSULLARININ TƏHLİLİ VƏ ÜMUMİ VƏZİYYƏTİ	
1.1 Radiomaneələr, radio təsirinin mənbələri və radio maneələrin təsnifatı.....	9
1.2 Radioelektron mübarizə (REM) və Radioelektron kəşfiyyat (REK).....	14
1.3 Maneəyə davamlı siqnallar.....	15
II FƏSİL. RADİOVERİCİ VƏ RADİOQƏBULEDİCİLƏRİN STRUKTUR	
SXEMİ, HƏRBİ TƏYİNATLI RADİORABİTƏ SİSTEMLƏRİNƏ TƏSİR	
EDƏN MANEƏ MƏNBƏLƏRİNİN TƏDQIQI	
2.1 Rezonans	20
2.2 Salınımların modulyasiyası	24
2.3 Tezlik seçimi və məkan tədqiqatı	27
2.4 Radionun ötürülməsi və radioqəbul edilməsi mexanizmi.....	32
2.5 Hərbi təyinatlı rədiorabitə sistemlərinə təsir edən maneə mənbələrinin	
tədqiqi	34
III FƏSİL. RADİOQƏBULEDİCİLƏRİN MANEƏLƏRDƏN QORUMA	
ÜSULLARI, PARAMETRLƏRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ,	
RADİOQƏBULEDİCİLƏRƏ MANEƏ MƏNBƏLƏRİNİN TƏSİRİNİ	
NƏZƏRƏ ALAN KEYFİYYƏT PARAMETRLƏRİNİN HESABLANMASI VƏ	
QRAFİKİ ASILILIQLARIN QURULMASI	
3.1 Passiv radiomaneə, Passiv radio müdaxilələ mübarizə tədbirləri və müdafiə	
metodları, aktiv maneələrdən müdafiə metodları.....	39
3.2 Sənayedə radiomaneə mənbələri	52
3.3 Radioqəbuledicilərin maneələrdən qorunma üsulları	54
IV FƏSİL. RADİOQƏBULEDİCİLƏRDƏ SİQNAL-MANEƏ NİSBƏTİNİN	
HESABLANMASI ÜSULLARIN TƏDQIQI VƏ SƏHV EHTİMALININ	
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ	
4.1 Radioqəbuledicinin mənbələrdən çıxarılması radio səsi	56

4.2 Radio səs-küyünün qoruyucu mənbələri	60
4.3 Ötürülmüş radio səs-küyünün zəifləməsi tel ilə	63
4.4 Kompensasiya üsulu.....	65
NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR	69
QISATMALAR VƏ BEYNƏLXALQ SÖZLƏRİN MƏNALARI	70
İSTİNAD OLUNAN MƏNBƏLƏR	71

GİRİŞ

Radiotexnikanın bütün keçmiş tarixi ərzində radioelektron cihazların radiomaneə şəraiti altında çalışdırılması mövzusunda xeyli təcrübə toplanmış, radiomaneənin səbəbləri və mənbələri araşdırılmış, radiomaneənin təsirini analiz etmək üçün modellər yaradılmışdır. Maneə təbii və süni olaraq ikiye bölünür ki, bu da öz yaradılışını insan fəaliyyətinə borcludur. Antropogen amillərin yaratdığı maneə ya qəstsiz, ya da qəsdən yaradılır. Radio qəbuluna qəsdən yaradılan maneənin çox bilinən səbəbləri var. Qəsdən maneələrə atmosfer, kosmik, səs-küy, elektromaqnit uyğunluğunun pozulması nəticəsində yaranan maneələr, bununla belə, sənaye qurğuları və gənəl olaraq radiasiya ilə işləmək üçün olan, lakin radiasiya ilə işləmək üçün olmayan qurğular tərəfindən yaranan çoxsaylı sənaye maneələri vardır. Radiomaneə yaranan şəraitdə qarşı tədbir radioelektron mühafizədir (REM). REM keyfiyyətinin ölçüsü səs-küy toxunulmazlığıdır. Sistemin səs-küy toxunulmazlığı onun işinin gizliliyi ilə təmin edilir. Hərəkətin gizliliyi düşmənin radio sisteminin işləməsini tapmasını və qəsdən radio maneəsini yaratmaq yaydığı radio siqnallarının xüsusiyyətlərini bəzələməyi çətinləşdirir. Fasiləli sabitlik qərəzli və qərəzsiz maneələr şəraitində radio sistemin normal işləməsini təmin edir.

Mövzunun aktuallığı. Müasir dövrdə müxtəlif texnogen faktorların radiovasitə və radiosistemlərin effektivliyinə, hətta onların iş qabiliyyətinə təsiri müəyyən əhəmiyyət kəsb edir. Odur ki, radioqəbuledicilərin maneələrdən qorunma üsullarının təhlili, maneələrin aradan qaldırılması üsullarının effektivliyinin yüksəldilməsi və qiymətləndirilməsi yollarını tədqiqi aktualdır. Radio müdaxilənin təhlili və onların aradan qaldırılması üsulları simsiz rabitə, elektron cihazların dizaynında həm ilkin çağırışlara, həm də gələcək inkişafalara cavab verən bir çox intizamı əhatə edən mühüm mövzudur.

Tədqiqatın əsas obyekt. Radio müdaxilələrinin təhlili və onların aradan qaldırılması üsulları rabitə sistemlərinin bütövlüyünü və işini qorumaq üçün vacibdir. Müdaxilələrin mənbələrini, təsirlərini başa düşmək və təsirləri azaltma üsullarını tətbiq

etməklə simsiz rabitənin etibarlılığını və səmərəliliyini artırmaq mümkünlüyü tədqiqatın əsas obyektidir.

Tədqiqatın əsas məqsədi. İşin məqsədi yeni nəsil rabitə texnologiyaları bazasında radiomaneələr və onları aradan qaldırmaq üsullarının təhlili və qiymətləndirilməsindən ibarətdir.

Tədqiqatın analizi. Ədəbiyyatlarda olan mənbələrdəki həllərin tənqidi analizi. Analiz nəticəsində magistr işi çərçivəsində məqsədə çatmaq üçün həll edilməsi vacib olan məsələlərin müəyyən edilməsi.

Tədqiqatın metodologiyası və metodları. Tədqiqatın əhatə dairəsini, o cümlədən radio sistemlərinin növləri, radio dalğasının yayılması, müdaxilə mənbələri və siqnal emal üsullarının əsas prinsiplərini öyrənmək tədqiqatın əsas metodologiyasıdır.

Seçim metodları siqnalın xassələrini və parametrlərindəki fərqlərdən istifadə edərək maneədən qurtarır. 5 metod vardır:

1. Məkan-zaman seçimi
2. Tezlik seçimi
3. Funksional seçim
4. Struktur seçim
5. Uyğunlaşdırma

Məkan-zaman seçimi - məkan və zaman ayrılır. Məkan seçimi antena sistemi tərəfindən həyata keçirir, lazımı radiasiya şüa nümunələrini formalaşdırır. Bu şüalar maneə mənbələrinə doğru minimumlarla yönləndirildikdə, yararlı siqnalın maksimum səviyyəsini və maneə siqnalının ola biləcək ən aşağı səviyyəsini təmin edir. Zaman seçimi yalnız qəbuledici cihazdan siqnalarda və maneələrdə var olan bütün müxtəlifliklərdən istifadə etməklə həyata keçirir. Fərqlər amplituda əsaslanaraq amplituda seçimi edir.

Tezlik seçimi - spektral xassələrinə əsaslanaraq siqnal və maneələr arasındakı fərqlərdən istifadə edir. Spektrlər daşıyıcı siqnal tezliklərdə və genişliyində fərqlənə bilər. Tezlik seçimi qərəzli yaradılan aktiv və passiv maneələrə qarşı qorunmaq üçün

çox güclü vasitə hesab olunur. Tezlik seçiminin verimliliyini artırmaq üçün siqnalın tezlik xüsusiyyətlərinə zondlanaraq nəzarət olunur. Bu nəzarət spektral xassələrdə siqnala yaxın olan maneəni yaratmağı çətinləşdirir. Siqnalın və maneə dalğalarının polarizasiyasındakı fərqdən istifadə edən seçim antena sistemi ilə birləşdirilmiş xüsusi filtrlərindən istifadə etməklə həyata keçirilir.

Funksional seçim - bir neçə müstəqil qəbul kanalından istifadə edərək, siqnalları seçir və sonra onların hamısının birgə işlənməsini nəzərdə tutur. Funksional seçim radio siqnallarının qəbulu və emalı yollarının qurulması üçün xüsusi üsullar tələb edir. Optimal qəbuledici bir siqnal və məlum bir maneə növü üçün ən yaxşı sxemin qurulmasını əhatə edir və maneədən siqnalın funksional seçilməsi sxemin həyata keçirir.

Struktur seçim - maneəni siqnaldan seçməyə imkan verir. Struktur seçimini həyata keçirmək üçün siqnallar kodlaşdırılır və bu məqsədlə istifadə edilən kodlar siqnalları hər hansı maneədən mümkün qədər ayırır. Kodların istifadəsi hər zaman siqnalın bazasını genişləndirir.

Uyğunlaşma - REM-in strukturunun və parametrlərinin dəyişdirilməsini nəzərdə tutur. Uyğunlaşmanın məqsədi bilinməyən şəraitində səs-küyə qarşı toxunulmazlıq xüsusiyyətlərini optimallaşdırmaqdır. Digər üsullarda siqnal qəbuledici və emal cihazlarının çıxışına radio maneəsinin sızmasının qarşısını ala bilmədiyi zaman səs-küydən qorunmanın son ehtiyat seçimi kimi istifadə etmək olar. Səs-küydən qorunma vasitələri və alqoritmləri çox müxtəlif və çoxsaylıdır. Maneənin səviyyəsini azaltmaq və ya aradan qaldırmaq üçün ən çox xətti amplituda xarakteristikasına malik qəbuledici yol yaratmaq lazımdır.

Tədqiqatın predmenti. Radio loqotipləri və onların aradan qaldırılması üsulları üzrə tədqiqatlar müasir yayımın az tədqiq olunmuş aspektinə toxunur. Radio loqotiplərinin məqsədini və təsirini hərtərəfli başa düşmək və onların aradan qaldırılması üçün innovativ həlləri araşdırmaqla radiomaneələrin aradan qaldırılması üsulunu təhlil edirik. Bu prediment tədqiqatın əsas komponentlərini və məqsədlərini analiz edərək, mövzunu geniş bir şəkildə öyrənməyə kömək edir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Radiomaneələrin avtomatik aşkarlanması üçün süni intellekt kimi müasir texnologiyaların tətbiqi olunmalıdır. Radio siqnallarına müdaxilənin təsirini azaltmaq üçün yeni antenaların və filtrlərin yaradılması təklif olunur.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya giriş, üç fəsil, nəticə və təkliflərdən, ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla tərtib olunmuşdur. Birinci fəsildə radiomaneələr və onları aradan qaldırma üsulları araşdırılmış və radiomaneələrin ümumi vəziyyəti göstərilmiş, maneəyə davamlı siqnallar barədə geniş məlumat verilmişdir.

İkinci fəsildə radioverici və radioqəbuledicilərin struktur sxemi geniş şəkildə araşdırılaraq göstərilmiş, hərbi təyinatlı radiorabitə sistemlərinə təsir edən maneə mənbələri ətraflı şəkildə tədqiq olunmuş, radion siqnalın ötürülməsi və radioqəbul edilməsi mexanizmi qeyd edilmişdir.

Üçüncü fəsildə radioqəbuledicilərin maneələrdən qoruma üsulları qeyd olunaraq parametrlərinin qiymətləndirilməsi və radioqəbuledicilərə maneə mənbələrinin təsirini nəzərə alan keyfiyyət parametrlərinin hesablanması, qrafiki asılılıqların qurulması kimi məsələlər verilərək pasiv və aktiv maneələrdən müdafiə metodları göstərilmişdir.

Dördüncü fəsildə isə hesabat hissəsi verilərək radioqəbuledicilərdə siqnal-maneə nisbətinin hesablanması üsulları tədqiq olunmuş və səhv ehtimalı qiymətləndirilmiş, radio səs-küyünün qoruyucu mənbələri qeyd olunmuşdur.

Dissertasiya işinin sonunda tədqiqat mövzusu ümumiləşdirilərək nəticə və təkliflər irəli sürülmüş, istifadə edilmiş ədəbiyyatların və internet resurslarının siyahısı verilmişdir.

FƏSİL I. RADIOMANEƏLƏR, ONLARI ARADAN QALDIRMAQ ÜSULLARININ TƏHLİLİ VƏ ÜMUMİ VƏZİYYƏTİ

1.1 Radiomaneələr, radio təsirinin mənbələri

və radio maneələrin təsnifatı

Məlumat alınmasına təsir edən hər hansı xarici amil maneə adlanır. Faydalı siqnalla müqayisədə kənar olan və qəbul prosesinə maneə törədən elektromaqnit dalğalanmalarına elektromaqnit maneələri deyilir. Tezlik diapazonundakı elektromaqnit maneələri radiomaneələr adlanır. Faydalı siqnalın ötürülmə əmsalını dəyişdirən maneələrə multiplikativ maneələr deyilir. Multiplikativ maneələrin xarakterik xüsusiyyəti onların təsirinin siqnalın səviyyəsindən asılı olmasıdır. Siqnal olmadıqda bu maneələr görünür, lakin siqnalın səviyyəsi artdıqca bu maneələr də görünür. Faydalı siqnalla cəmləşərək təsir göstərən radiomaneələrə additiv maneələr deyilir. Additiv radiomaneə, qeyri-xətti elementdə siqnalla qarşılıqlı təsir vaxtı multiplikativ ola bilər. Mənşəyinə görə radiomaneələr daxili və xarici maneələrə bölünür. Mənbəyinə görə maneələr aşağıdakı siniflərə ayrılır:

1. atmosfer maneələri;
2. sənaye maneələri;
3. kosmik maneələr;
4. kənar radiostansiyaların şüalanmaları;
5. qəbuledicinin daxili küyləri.

Maneələr dövrü və qeyri-dövrü ola bilər. [1] Daşıyıcı tezliyə malik maneələr dövrü maneələrə aiddir. Dövrü maneələr arasında kənar radiostansiyaların şüalanmaları göstərilə bilər. Qeyri-dövrü maneələr təsadüfi xarakter daşıyır və müəyyən dövrə malik deyillər. Qeyri-dövrü maneələrin qəbulediciyə təsiri impuls xarakterlidir və qısamüddətli və ya tez-tez təkrarlanan ola bilər. Qəbuledicinin maneələrə reaksiyası müxtəlif ola bilər. Qısa müddətli impulsların təsiri nəticəsində qəbuledicinin çıxış qurğusunda maneə tezliyinə uyğun səs-küy əmələ gəlir. Tez-tez təkrarlanan impulsların təsiri zamanı qəbuledicinin konturlarında bir impulsdan yaranan rəqslər növbəti impuls gələndə yox olmur. Bu radiomaneələr hamar

maneələr adlanır. Xaotik impulsar sırası ilə yaranan hamar maneələrə fluktuasiya maneələri deyilir. Eyni radiomaneə bəzi qəbuledicilər üçün impuls xarakterli, bəziləri üçün isə hamar ola bilər. Yavaş dəyişən amplitudaya malik dalğalanmalar xüsusi qrupa aid maneələrə, kvaziharmonik radiomaneələrə aid edilir. Belə maneələrə kənar radio stansiyaların və yüksək tezlikli sənaye generatorlarının şüalanmaları misal göstərilə bilər.

Maneələrin təsiri iş şəraitində öz funksiyasını yerinə yetirmək qabiliyyətinə, radiolokasiya sistemlərinin maneədən müdafiəliliyi deyilir. [2] Sistemin maneədən qorunması, maneəyə davamlılıqdan və işin gizliliyindən asılıdır. Bəzi maneələrin təsiri zamanı, taktiki və texniki parametrləri verilən hədlərdə saxlamaq qabiliyyətinə, sistemin maneəyə davamlılığı deyilir.

RLS işinin gizliliyi, onun işinin aşkar olunması və şüalandırılan siqnalın əsas xarakteristikalarını tapılmasını çətinliyini xarakterizə edən göstəricilər anlaşılır. Məxfilik nə qədər yüksəkdirsə, o qədər də RLS-in işinin aşkar olunması, ona istiqamətin və şüalanmanın texniki parametrlərinin tapılması, onun işinə effektiv maneə yaratmaq mürəkkəbdir. Belə ki, RLS-in maneədən qorunması, məxfiliyin artırılması və maneəyə davamlılığın artırılması hesabına əldə olunur. Yüksək məxfiliyə malik RLS verilərsə maneədən müdafiəlilik, yüksək gizlilik hesabına əldə olunur. [18]

RLS-də maneədən qorunma üçün xüsusi tədbir görməklə, onun maneəyə davamlılığını artırırıq. Maneədən müdafiəlilik, RLS-in yüksək maneəyə davamlılığı hesabına əldə olunur. RLS-in işinə maneələri, 3 böyük qrupa bölmək olar:

1. Təbii,
2. Düşünülmüş
3. Qarşılıqlı

Hidrometeorlardan, yer və su səthindən, fərqli yer obyektlərindən əks olunan fərqli maneə olan siqnallar, təbii maneələrə aiddir. Düşünülmüş maneələr, xüsusi texniki vasitələr ilə düşmən tərəfindən yaradılır. Radioelektron vasitələrinin eyni vaxtda işi zamanı, qarşılıqlı maneələr yaranır. Generatorların maneə olan siqnalları

qarşılıqlı maneələr yaranır. Yaranma üsulundan asılı olaraq, maneələr iki yerə, aktivlərə və passivlərə bölünürlər.

Buludlardan, yağışdan, meşələrdən, ağaclardan və başqa yer cisimlərindən əks yayılan siqnallar, təbii passiv maneə yaradırlar. Passiv maneələr yararlı siqnalı maskalaya bilər, və ya indikator ekranında yalançı hədəf nişanı yaradar.

Düşünülmüş passiv maneələr, düşən radiodalğa enerjisini intensiv yenidən şüalandıran süni əks etdiricilərin ilə yaradır. Onlara misal olaraq uzunluğu $\lambda/2$ olan folqa lentindən ya da metallaşdırılmış şüşə liflərdən olan dipol əks etdiricilərini və bucaqlı əks etdiricilərini aiddir.

Aktiv maneələr elektromaqnit enerji mənbəyi tərəfindən yaranır. Düşünülmüş aktiv maneələr əmələ gətirir:

- faydalı siqnalı maskalayır;
- qəbuledicinin ifrat yüklənməsini;
- yalançı hədəf nişanlarını.

Zolağın tutduğu enindən asılı olaraq, maneələr bölünürlər:

1. nişanəvilərə,
2. çəpərləməvilərə
3. yarımçəpərləməvilərə

Formasına görə, maneə siqnalları bölünürlər:

1. impulsu
2. fasiləsiz

Faydalı siqnala təsirinə görə bölünürlər:

1. additivlilərə
2. multiplikativlilərə

Additiv maneələr qəbuledicinin çıxışında yararlı siqnala cəmlənirlər. Additiv maneəyə, misal olaraq: maneə siqnalı ötürücülərini və qəbuledicinin öz küyünü demək olar.

Multiplikativ maneədə, yararlı siqnalın parametrlərinin dəyişməsi ilə baş verir. Belə maneələrin yaranmasına, misal olaraq: radio dalğaların yayıldığı məkanda

təsadüfi dəyişikliklərin nəticəsini, RLS-in ötürdüyü rəqsin faza və amplitudasının dəyişməsinin nəticəsini və s. demək olar[18].

Azərbaycan Respublika Konstitusiyasında qanun maddəsi 13.7. Qeyd olunur ki, Bütün növ radiovericilərin və digər radiotezlikli qurğuların yaratdığı radiomaneələrin qarşısının alınması qaydası müvafiq icra hakimiyyəti orqanı tərəfindən müəyyən edilir.

Radio təsirinin mənbələrinə aiddir:

Elektromaqnit təsir (EMT): EMT, elektronika cihazlarından, işıq cihazlarından ya da başqa kommunikasiya avadanlıqlarından yayılan elektromaqnit radiasiya tərəfindən var olur. Ümumilikdə kompüterlər, led işıqlar və elektrik motorları kimi mənbələrdən var olmağa meyllidir. [3]

Radio-Frekans Təsiri (RFT): RFT, istənilən radio kommunikasiyasına pisləşən xarici radio tezlik siqnalları ilə baş verir. Mənbələr ortasında yaxın radio vericiləri, radar sistemləri ya da oxşar tezliklərdə işləyən digər radio cihazlar yer alır.

Atmosfer Təsiri: Şimşək, günəş şüaları və hava şəraiti kimi təbii hadisələr, xüsusilə yüksək tezlikli zolaqlarda radio siqnallarına təsir edər.

Radio maneələrin təsnifatı- Radio qəbuledicinin həssaslığının artırılmasının mənfi yanları var. [4] Radio stansiyalarının, radioteleqraf, telefon, yayım son vaxtlar televiziya sayının böyük artımı ilə ifadə olunan radio siqnalların sürətli inkişafı bəzi radio stansiyaların digərlərinin siqnal qəbuluna mane ola bilməsinə səbəb oldu. Radio qəbulunun həssaslığının artması, maneə yaradan stansiyaların sayı artır. Sülh dövründə bu ciddi şəkildə radio stansiyalarının dalğa diapazonunun və gücünün tənzimlənməsi radio siqnalların ötürülmələrində müəyyən qaydalar tətbiq etmək və qarşılıqlı müdaxilən təsirini böyük ölçüdə ləğv etmək üçün, sonra müharibə zamanı bu tənzimləmə onsuzda qüvvədə qalmır, əksinə, düşmənlərin hər biri müdaxilə edir. Xüsusi radiomaneə yaradan radiostansiyalar ilə digərinin radio rəbitəsinə maneə göndərir. Habelə, radio qəbuluna maneə olmaq təkcə digər radiostansiyaların işi deyil. Radio dalğalar diapazonunda yerləşən hər hansı elektromaqnit dalğaları mənşəyi belə radiomaneəsi yaradır. Radio qəbuluna maneə olan elektromaqnit dalğaları elektrik dövrləri açılıb bağlandıqda yayılır və qığılımlar əmələ gəldikdə xüsusilə güclü olur..

Radio müdaxiləsi elektrik qurğuları və cihazların maneəsinə əlavə olaraq çağırılır. Buludla yer arasında ya da fərqli yüklü buludlar arasında ildırımın çaxmasının yaratdığı radiomaneə mahiyətə ilk müdaxilə edən, təbii elektromaqnit dalğalarıdır. Bizi hələ 1895-ci ildə radio teleqrafiyanın yaranmasının önçəsində zərərli atmosfer təsirləri yəni, atmosferdə ildırım fəaliyyətinin yaratdığı maneə yalnız radio qəbulunun praktiki olaraq qeyri-mümkün olduğu qasırğa mənbəyinin yaxınlığında deyil, xarici antenada qəbul edildikdə, hətta həyat üçün təhlükəlidir. Qəbuledicilər bu mərkəzlərdən çox uzaq məsafədə təsir göstərir. Zəif ya da uzaq stansiyalar və üstəlik, günün və ilin istənilən vaxtında az ya da çox dərəcədə yağıntılar, qum fırtınaları ya da çovğunlar kimi fərqli atmosfer elektrik hadisələri nəticəsində yaranan başqa radiomaneə növləri də vardır. Göstərilən mənbələrdən, kənar elektromaqnit dalğalarının olması istənilən signalın qəbulunun çox çətinləşməsinə və bəzən radio signalın qəbulun qeyri-mümkün olmasına gətirib çıxarır. Çox səs-küylü otaqda həmsöhbəti uzaq məsafədə eşitmək ya da gün ərzində parlaq günəş işığında aralıdan şam işığını görmək çətin, bəzən tamamilə qeyri-mümkün olduğu kimi, radio signalı qəbul etmək də çətinidir.

Güclü radiomaneə olduqda signal bu vaxta qədər qeyd olunan bütün növ radio maneələri təbii və ya süni sənaye-elektromaqnit dalğaları mənbələrinin fəaliyyətinin nəticəsidir və adətən onlara ümumi ad verilir – aktivradiomaneə[5]. Bunlarla yanaşı, radio signal qəbulunda digər növ maneələrdən əhəmiyyətli dərəcədə təsirlənir, yox olan elektromaqnit dalğalarının kənar mənbələrinin fəaliyyətilə əlaqələnin, lakin əsasən normala maneə edən təbii hadisələrin səbəb olduğu radio dalğaların yayılması kosmosda ötürücüdən qəbul edən yerə qədərdir. Misal, radiodalğaların atmosferin yuxarı keçirici təbəqələrindən yəni ionosferdən əks olunma radiodalğaların udulma xarakterinin dəyişməsi daxildir. Əhəmiyyətli pozuntulara səbəb olur. Bunlar passiv mexanizmlər normalda radiostansiyaların, xüsusən də aralı məsafələrdə işləməsi və onlara qarşı REM buna görə də aktiv radiomaneəə qarşı mübarizədən az əhəmiyyət kəsb etmir.

1.2 Radioelektron mübarizə (REM) və Radioelektron kəşfiyyat (REK)

Radioelektron əks tədbir, radar, infraqırmızı və ya lazer kimi aşkarlama sistemlərini yanıltmaq üçün nəzərdə tutulmuş elektrik və ya elektron cihazdır. Həm hücum, həm də müdafiə məqsədilə düşməyə yönəlmiş hədəfləmə məlumatlarını aldatmaq üçün istifadə oluna bilər. Bu sistem düşməyə çoxlu sayda fərqli hədəfi göstərərək real hədəfi ya yoxa çıxmış, ya da təsadüfi hərəkət edən kimi göstərə bilər. Təyyarələri idarə olunan raketlərdən qorumaq üçün çox təsirli bir vasitədir. Əksər hərbi hava qüvvələri, təyyarələrini hücumdan qorumaq üçün REM müdafiə sistemlərindən istifadə edirlər [6].

Radioelektron kəşfiyyat, texniki kəşfiyyatın bir növü olaraq, elektromaqnit şüalarının qəbul edilməsi və analizi vasitəsilə kəşfiyyat məlumatlarının əldə edilməsini təmin edir. Bu kəşfiyyat növü, həm insanlar və texniki vasitələr arasındakı əlaqə vasitələrindən, həm də aktiv RL və REM stansiyalarından ələ keçirilən siqnallardan istifadə edir [7]. Radioelektron kəşfiyyat, bir neçə mikrometrlik dalğa uzunluğundan başlayaraq on minlərlə kilometr dalğa uzunluğuna qədər geniş bir spektrdə həyata keçirilir. Radioelektron kəşfiyyatın aşağıdakı növləri mövcuddur:

- Radiokəşfiyyat
- Radiotexniki kəşfiyyat
- Radiolokasiya kəşfiyyatı
- Televiziya kəşfiyyatı
- İnfraqırmızı texniki qurğularla kəşfiyyat

Radiokəşfiyyat, radioelektron kəşfiyyatın ən qədim formasıdır və müxtəlif rabitə vasitələrinə qarşı yönəlmiş bir kəşfiyyat növüdür. Radiokəşfiyyatın əsas məqsədi açıq, gizli və kodlanmış siqnalları aşkar etmək, bu siqnalları pələnq etmək, tapılan məlumatları təhlil etmək və siqnal ötürən stansiyaların yerləşməsini müəyyən etməkdir. Bu növ kəşfiyyat, düşmənin siqnal göndərən stansiyaları, komanda məntəqələri, rabitə birləşmələri, raketlərin start mövqeləri və s. haqqında məlumat toplayaraq düşmənin niyyətini aşkar etməyə kömək edir.

Radiotexniki kəşfiyyat, RL stansiyaları, radionaviqasiya və radio-telekommunikasiya sistemlərinin tapılması və tanınması məqsədilə aparılan kəşfiyyat növüdür. Bu kəşfiyyat növü, radiosiqnalların qəbul edilməsi, istiqamətinin təyin edilməsi və analiz edilməsi metodlarından istifadə edir.

Radioelektron kəşfiyyat vasitələri aşağıdakıları əhatə edir:

- Ötürücü radio qurğularının daşıyıcı tezliyini təyin edən cihazlar,
- Radio siqnallarının şüalanma mənbələrinin koordinatlarını müəyyən edən cihazlar,
- İmpuls siqnalının parametrlərini ölçən cihazlar,
- Siqnal modulyasiyasının növünü (amplitud, tezlik, faz, impuls) təyin edən cihazlar,
- Radio dalğalarının şüalanmasının əlaqəli olduğu strukturu müəyyən edən cihazlar,
- Antenaların skanetmə sürətini və RLS-in sahə tədqiqat metodunu təyin edən cihazlar,
- İnformasiyanı toplayan, təhlil edən, ümumiləşdirən və qeydiyyatını aparan cihazlar.

Radiolokasiya kəşfiyyatı, məlumatların radiolokasiya stansiyaları vasitəsilə əldə edilməsi ilə həyata keçirilir. RLS daşınan və ya sabit ola bilər [8]. Radiolokasiya kəşfiyyatı aparmaq üçün hava və kosmik vasitələrdə, yerüstü və ya dəniz vasitələrində quraşdırılan sabit və daşınan radiolokasiya qurğularından istifadə olunur.

1.3 Maneəyə davamlı siqnallar

Siqnal ötürmə sistemlərinin müxtəlif göstəriciləri vardır ki, bunlar sistemin maneəyə davamlılığı, etibarlılığı və səmərəliliyini əhatə edir. Əgər rabitə kanalında hər hansı bir radiomaneə olduğu halda məlumat qəbul edilə bilməzsə, bu sistemin maneəyə qarşı davamlılığı deməkdir. Siqnal növləri səs-küy və maneədən ibarətdir. Bu siqnalların faydalı informasiya daşmadığını qeyd etmək lazımdır. Səs-küy və maneənin xassələri məlumdursa, onlarla mübarizə aparmaq mümkündür. Sistemə təsir edən və siqnalın düzgün qəbul edilməsinə maneə olan xarici təsirlər maneə adlanır.

Maneələr, faydalı siqnalın təhrifinə səbəb olan kənar təsirlər kimi qiymətləndirilir. Sistem tərəfindən yaradılan səhvlər isə səs-küy adlanır. Səs-küy təkcə səslərlə bağlı deyil, rəng səs-küyü kimi anlayışlar da mövcuddur. Maneələrin aşağıdakı növləri mövcuddur:

1. Təsadüfi
2. Sənaye xarakterli
3. Qanunauyğun
4. Atmosfer
5. Daxili
6. Xarici

Atmosfer maneələrinə antenada olan qarmaqarışıqlıq, qar fırtınaları, ildırım, toz, şimal şəfəqi və digər təbii hadisələr daxildir. Sənaye maneələri isə müxtəlif dəzqah mühərriklərinin işləməsi ilə yaranır. Şəhərin elektrikle bağlı rabitə şəbəkələri də sənaye maneələri yaradır. Daimi maneələr qanunauyğun maneələrdir və onlarla mübarizə nisbətən asandır. Daimi maneələrin aradan qaldırılması üçün siqnalın yığılması, aşkar edici və səhv düzəldici kodun tətbiqi və siqnalların dayanıqlığının artırılması kimi metodlar istifadə olunur. [13]

Təsadüfi maneələrlə mübarizə isə olduqca çətin hesab olunur. Təsadüfi maneələrin iki növü var: additiv və multiplikativ. Additiv maneə siqnallarla birləşən maneədir və siqnallar mövcud olsa da, olmasa da var olur. Bu növ maneənin təsiri aşağıdakı kəmiyyətlərlə xarakterizə olunur:

$$U_o(t) = U_s(t) + U_{\xi}(t)$$

$U_s(t)$ - siqnal gərginliyini; $U_{\xi}(t)$ - maneə gərginliyidir.

Multiplikativ yalnız siqnalın ötürülməsi zamanı meydana gələn maneədir. Siqnalları gah olduqca güclü edir gah da əksinə yüksək sürətdə zəif edir. Təsir xarakterizə olunur:

$$Um(t) = \omega * Us(t)$$

ω , rabitə kanalı parametrlərinin dəyişməsinə ifadə edən əmsaldır və xarici maneədir. Daxili maneələr, siqnalların göndərilməsi və qəbul edilməsi üçün istifadə olunan

qurğular tərəfindən yaradılır. Eyni gücdə və eyni maneə şəraitində N sistemi tərəfindən alınan siqnal, M sistemindəki siqnaldan daha yaxınsa, N sisteminin M-ə nisbətən daha çox maneəyə davamlı olduğunu deyirik. Maneəyə davamlılıq dinamik və statik olaraq iki yerə bölünür. Statik maneələrə davamlılıq, məlumat daşınmadığı zaman maneənin meydana gətirdiyi səhv siqnalı rədd etmək imkanı verir. Dinamik maneələrə davamlılıq isə faydalı siqnalı küydən ayırd etmək bacarığını göstərir. Sistemdəki maneəyə davamlılıq aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$H = -(1 - pso) \log (1 - pso) - pso \log pso$$

pso – səhv alınmanın orta ehtimalıdır.

Bolluğun artması statik maneələrə davamlılığını artırır, lakin ötürmə sürətini azaldır və nəticədə kodun optimallıqdan kənarlaşmasına səbəb olur. Maneəyə davamlılıq səviyyəsini təmin etmək üçün kodun mürəkkəbliyini təyin etməkdə səmərəlilik anlayışı istifadə olunur. “Daha səmərəli sistem, eyni gücdə olan xəbərləri daha sürətlə daşıyan sistemdir.” Xəbərin bolluğunun azalması ötürmə sisteminin səmərəliliyini artırır. Bolluğun optimal həddi, ötürmə sürətinin buraxıcılıq qabiliyyəti ilə bərabər olduğu vaxtda əldə edilir. Bolluğun azalması maneəyə davamlılığını azaldır. Simvollar müxtəlif ehtimallarla, lakin eyni gücdə olarsa, bolluğu azaltmadan səmərəliliyi artırmaq mümkündür, lakin maneəyə davamlılıq artmayacaqdır. Səmərəliliyi kəmiyyət baxımından ölçmək üçün rabitə kanalı istifadə əmsalından $\eta = R/C$ və ötürmə əmsalından $\mu = R/H$ istifadə olunur. Burada,

R - ötürmə sürəti,

C - buraxıcılıq qabiliyyəti,

H - mənbənin entropiyasıdır.

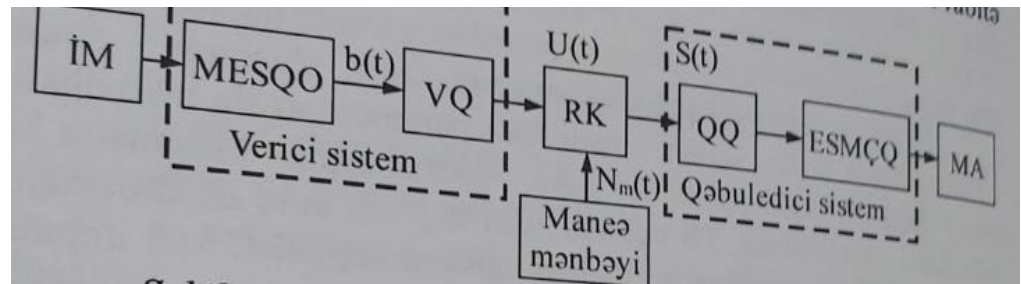
Etibarlılıq, maneəyə davamlılıq və səmərəliliklə sıx bağlıdır. Səmərəlilik artdıqca maneəyə davamlılıq azalır. Maneəyə davamlılıq və səmərəliliyin eyni anda artması isə sistemi mürəkkəbləşdirir və nəticədə etibarlılığı azaldır [13]. Göndərmə sisteminin etibarlılığı, müəyyən vaxt ərzində sistemin imtinasız işləmə qabiliyyətidir. Göndərmə etibarlılığı, qurğuların yaxşı işləməsi şərti ilə düzgün ötürmə ehtimalı kimi də adlandırılır. Yaranan səhvlər yalnız uğultu nəticəsində baş verə bilər. Rabitə etibarlılığı

isə maneələri nəzərə alaraq məlumatın düzgün qəbul edilmə ehtimalını göstərir. Rabitə sisteminin xarakteristikası rabitə etibarlılığı ilə, kodlaşma üsulunun xarakteristikası isə göndərmə etibarlılığı ilə müəyyən edilir.

Radio maneələr üçün əsas riyazi tənlik:

$$S(t, b_i) = M_m(t) * U(t, b_i) + N_n(t)$$

Diskret informasiyaları RK vasitəsilə ötürmək üçün kullanılan texniki kompleks - kanal idarəedici elementləri və çoxfunksiyalı terminal qurğusu hesab olunur. Diskret məlumatlar, bərabər zamanda qeyri-danışıq trafiki olub, diskret siqnallar və ikili kodlardan istifadə etməklə abunəçi və şəbəkə terminalların köməyi ilə göndərilməsini yerinə yetirilir. Diskret bilginin diskret mənbədən daxil olur və kod məlumatında elektrik siqnalları diskret rabitə kanalıyla lazımi ünvana ötürülür, diskret bilgi verilişi sistemi hesab olunur. Şəkilə diskret bilgi verilişi sistemi sadə kanallı rabitə sisteminin struktur sxemi verilmişdir (Şəkil 1.1).



Şəkil 1.1. Sadə kanallı rabitə sisteminin struktur sxemi

Diskret bilgi verilişi sistemi diskret RK-dan effektiv istifadə olunması, bilginin veriliş sürəti, diskret siqnalların qəbulu vaxtı səhv ehtimalı, kanalın tezlik zolağının eni AF modulyasiya növü $U(t)$ və sürəti ilə xarakterizə olunur. Yəni,

$$E_{io} = W [V, P_{səh}, U(t), B, \Delta F_k].$$

W - ötürülən bilginin qəbul operatoru hesab olunur.

Rabitə sisteminin struktur sxemindən görünür ki, sistemin xüsusi çəkisində terminal qurğuları üstünlük təşkil edir və aşağıdakı abunəçi və şəbəkə terminallarından ibarətdir. Məlumat mənbəyi və alanı insanlar, müxtəlif terminal blokları, hesablama maşınları və komplekslərinin elementləri ola bilər. MESÇQ və ESMÇQ-uyğun olaraq, informasiyanı elektrik siqnalına və elektrik siqnalını isə bilgiyə çevirən qurğulardır. Bu bir növ verici və qəbul edici sistemləri, rabitə xətti və ya rabitə kanalını MM və MA-

lar ortasında razılaşdırmağa xidmət edirlər. VQ və QQ verici və qəbuledici qurğu ŞT qrupuna aiddir və VQ ilkin elektrik siqnalını $U(t)$, yüksək tezlikli siqnala çevirərək RX-nə lazımi formada göndərir [13]. RK-na ötürülən bilgidən, mühitdən asılı olaraq müxtəlif məneələr təsir edir və çıxışda yekun siqnal qarışıq şəkildə qəbuledici sistemin girişinə daxil olur:

$$S(t, b_i) = M_m(t) * U(t, b_i) + N_n(t)$$

b_i sistemin ikili elementdən ibarət olmasını və $b_i = \{0,1\}$ göstərir;

$M(t)$ müəyyən t -zamanında multiplikativ maneə;

$U(t,b)$ müəyyən t - zamanında ötürülən faydalı məlumatın siqnalı;

$N(t)$ müəyyən t -zaman anında additiv tipli maneələri ifadə edir.

Əsas elementlərdən biri də RX ya da RK olub, verici terminaldan qəbuledici terminala siqnalları göndərmək üçün istifadə edilən rabitə vasitələri və aparatların toplusundan ibarətdir və fiziki aralıq hesab olunur. Rabitə kanalları və kabellər, optik-liflər, radio-rele, peyk fiziki aralıqlardan istifadə edilərək qurulurlar. Fasiləsiz, fasiləsiz-diskret, diskret, diskret-fasiləsiz, rəqəm və optik kanallar TS-də göndərilən bilginin tipindən asılı olaraq seçilirlər və istifadə olunurlar.

FƏSİL II. RADIOVERİCİ VƏ RADIOQƏBULEDİCİLƏRİN STRUKTUR SXEMI, HƏRBITƏYİNATLI RADİORABİTƏ SİSTEMLƏRİNƏ TƏSİR EDƏN MANEƏ MƏNBƏLƏRİNİN TƏDQIQI

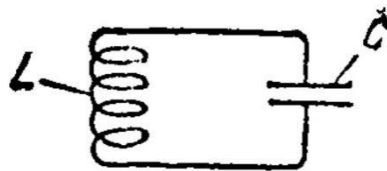
2.1 Rezonans

Adi bir dinamikin şükürlü işləməsi üçün bir neçə volt sıralı bir gərginliyə sahib olması lazımdır. Gərginliklərə uyğun olaraq qəbuledici antennada yayılan, hətta ən yaxşı vəziyyətdə, tapıldıqdan sonra qeyd cihazı təsir etməkdən uzaqdır. Onlar öncələr yüz minlərlə və hətta milyonlarla dəfə artırılmalı və gücləndirilməlidir. Radio inkişafının birinci mərhələsində, radio boruları hələ bilinməyən, gücləndirmə üçün yeganə vasitə idi. Rezonans hadisələrin istifadəsi olundu. [9] Biz hər addımda rezonans hadisələri ilə qarşılaşırıq, rezonans hadisəsi yalnız elə sistemlərdə baş verə bilər ki, onları yelləyən qüvvənin fəaliyyəti dayandırıldıqdan sonra dərhal tarazlıq vəziyyətinə qayıtmasın. Lakin, sarğaç kimi yerinə yetirməyə davam edir.

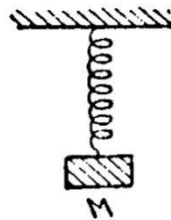
Təbii vibrasiya- salınım sistemləri deyilən sistemlərdə rezonans, sallanan qüvvənin ritmi onun titrəyişlərinin ritmi ilə üst-üstə düşdüüyü vaxt baş verir. Salınmaların ritmi sistemin iki bərabər vəziyyəti arasında, misal, eyni istiqamətdə onun tarazlıq mövqeyindən maksimum fərqi arasında və ya tarazlıq mövqeyindən bərabər keçidləri arasında zaman intervalı ilə müəyyən edir. Sistemin tam bir salınım etdiyi bu zamanda deyilir. Dövr rəqslər və sistemin bir saniyədə (t) yerinə yetirdiyi belə tam rəqslərin sayı deyilir. Tezliklər tərəddüd, salınan sistemdə rezonansın baş verməsinin şərti yellənən ritmik qüvvənin dövrlərinin ya da tezliklərinin və ya sistemin təbii rəqslərinin bərabərliyidir. Salınım sistemi öz rəqslərini yerinə yetirərək həm hərəkət zamanı zərərli müqaviməti dəf etməyə, gah da dalğaların yayılmasına çoxlu enerji sərf edərsə, onda təbii rəqslər çox tez sönəcək ya da enerji ehtiyatı olduğundan nəmlənəcək. Sistemin enerjisi tez tükənəcək. Aşağı enerji çıxışı olan sistemlər öz salınımlarının aşağı düşüb sönümlənməsinə malikdir. Salınım sisteminin sönümlənməsi nə qədər aşağı olarsa, ritmik dövrü sallanan qüvvənin reaksiyası altında onda həyəcanlanan salınımların intensivliyi bir o qədər çox olur. Mexanik sistemlərdə belə titrəmələrin amplitudası bəzi vəziyyətlərdə yellənən sistemin gücündən artıq olan və məhvə səbəb

olan qiymətə çata bilir. Habelə, rezonans nəticəsində yaranan fəlakətin klassik misalı, bu əsrin əvvəllərində San-Peterburqda Misir asma körpüsünün formalaşmadan keçən süvari dəstəsinin ritmik hərəkəti altında yol verilməz yellənməsi sonrasında uçmasıdır. [10] Digər bir misal, I dünya müharibəsindən bir qədər öncə 250 metrlik metro stansiyasının uçmasıdır. Layihə vaxtı nəzərə alınmayan fırtına küləklərinin dirəyin yellənməsi sonrasında Berlin yaxınlığındakı Nauen şəhərində dəmir radio dirəyinin uğultusudur. Quruluşun dinamik gücünü hesablayarkən rezonans ehtimalı həmişə nəzərə alınmalıdır. İnkişaf və hazırda mühəndislik strukturlarında rezonansdan yaranada biləcək fikirlərə qarşı bütün tədbirlər görülür. Radio sahəsində, mühəndislikdən fərqli olaraq, rezonans hadisələri, bir qayda olaraq, qarşısını almır və onlardan mümkün qədər geniş və tam istifadə etməyə çalışırlar. İlk növbədə həyəcanlanan zəif elektrik rəqslərini gücləndirmək üçün, misal, radiostansiyadan radio dalğalarının reaksiyası altında qəbuledici antena. Rezonans fenomeni radioda qəbuledilən göndərməni bərabər vaxtda işləyən digər stansiyalardan bir sıra göndərilmələrdən fərqləndirmək üçün istifadə olunur.

Elektrik salınım sistemi - Radio həvəskarlarına bilindiği kimi, ən sadə salınım sistemi sözdə olan sistemdir. Salınım dövrəsi, qapalı elektrik dövrəsidir kondansatör.



Şəkil 2.1. Elektrik salınım sistemi- salınım dövrəsi:L özünü induksiya.



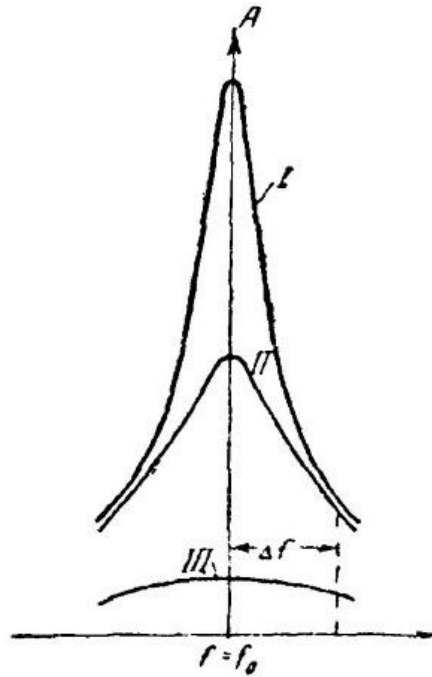
Şəkil 2.2. Mexaniki salınım qüvvəsi sistem- yay sarkacı, M- çəki.

Lakin öz-özünə induksiya sarğısı və elektrik adlanan bir spiral naqillə birləşdirilir sıxlaşdırıcı. Yay sarkacının salınımları onun yuxarı ucuna bərkidilmiş yaydan asılmış bir yük olduğu kimi, təmsil edir [11].

Mexaniki salınım sisteminin vibrasiyası- yükün yuxarı və aşağı dövrü hərəkətindən və yayın alternativ genişlənməsi və sıxılmasından ibarətdir. Salınım dövrəsindəki elektrik rəqsləri elektrik cərəyanının bu ya da digər yönlərdə hərəkətində özünü göstərir və kondensator elementlərində elektrik yükünün alternativ olaraq artması və azalması baş verir. Burada elektrik kondensator yay rolunu oynayır və onun elektrik tutumu yayın uyğunluğuna, özünü induksiya sarğısı isə enduktansa uyğun gəlir. L- yükün kütlə ilə roludur. Eynilə salınma dövrü kimi yay sarğacı, yükün kütləsi və yayın elastikliyi və elektrik cərəyanındakı salınım müddəti nə qədər çox olarsa, dövrə, induktor daha böyükdür maqnit ətalət rulonları və kondansatörün tutumu nə qədər böyük olur. Elektrik dövrəsinin salınım dövrü Tom düsturu ilə müəyyən edilir:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad t = 2\pi\sqrt{Ma}$$

Əgər bu rəqsin dövrü təbii rəqslərin dövründən çox fərqlənir. Dövrə bu zaman yalnız çox zəif salınımlar həyəcanlanır. Dövrənin rəqs tezliyi ona reaksiya verən rəqsin tezliyinə yaxınlaşdıqca dövrədə həyəcanlanan rəqslərin intensivliyi artır. Sonda, reaksiya verən salınımın tezliyi dövrənin təbii salınımlarının tezliyi ilə üst-üstə düşdükdə ya da sazlama zamanı xarici rəqslərlə rezonansda olan dövrə, onda çox güclü rezonans rəqsləri yaranır. Xarici sinusoidal rəqsin reaksiyası altında dövrədə həyəcanlanan salınımların intensivliyinin dəyişdiyini qrafik olaraq təsvir etsək təbii tezlik olduqda dövrə dəyişir, onun parametrlərini onda bir əyri alırıq. Bu əyrinin kəskin ifadə olunmuş maksimumu dövrənin tezliklərinin eyniliyinə və təsir edən vibrasiyaya uyğun gələn nöqtədə yerləşir. Belə, rezonans zamanı elektrik dövrəsindəki gərginliyin rezonansdan uzaq olan gərginlikdən dəfələrlə böyük olduğunu bildirir, yəni xarici vibrasiyanın tezliyi dövrənin təbi tezliyindən çox fərqli olduqda. Habelə, rezonansdan istifadə edərək som, həqiqətən qəbul edilən vibrasiyaları gücləndirə bilərsiniz. Bərabər şəkildən çox aşağı zəifləmələrdə salınımların maksimumu çox böyükdür və rezonans əyrisi o qədər kəskin formaya malikdir. Bu ya da digər istiqamətdə çox kiçik bir hərəkət kifayətdir. Rezonansdan vibrasiyaya qədər, polad kontur çox kiçik və kontur nəzərə çarpacaq dərəcədə cavab verməyi dayandı təsir edən vibrasiyadır. Detuning yəni tezlik fərqi dövrənin təbi salınımları və xarici vibrasiyadır.



Şəkil 2.3. Vaxtla salınan dövrlərin rezonans əyriləri şəxsi zəifləmə: kontur zəifləməsi 115 dəfə və kontur 1 pambıq yundan 10 dəfə azdır.

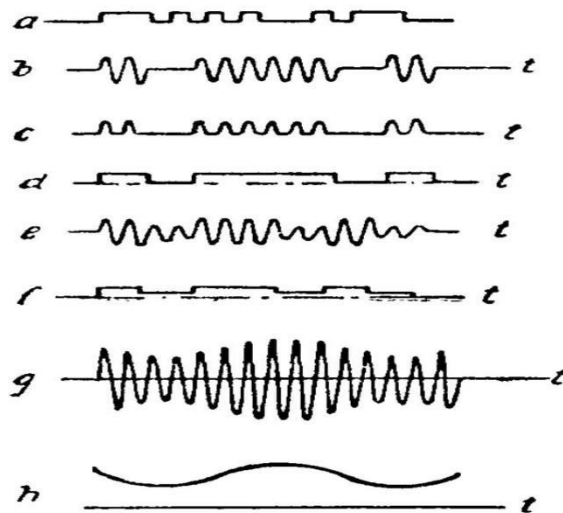
Az rezonans daha kəskinidir. Dövrənin daha az sönməsidir. Nəticədə əgər eyni vaxtda hərəkət edəcək lakin iki ya da daha çox sinus müxtəlif uzun müddətli vibrasiya arasında fərqlənən tezliklər çox olan qiymətdədir. Belə dövrə, köklənir aktiv salınımlardan biri, ancaq ona cavab verəcək və bütün obirlərinə cavab verməyəcək. Habelə, rezonans dövrəsi, daha az zəif olsada, rezonans tezliyindən çox az fərqlənən çox yaxın tezlikli salınımlarada cavab verəcəkdir. Zəif sönmələnmiş dövrənin köməyilə həcənt ki, qəbul edilən sinusoidal rəqləri gücləndirmək, həm müxtəlif tezliklərdə eyni vaxtda fəaliyyət göstərən bir sıra sinusoidal rəqlər arasından istədiyiniz rəqləri seçməkdir. Əks halda kifayət qədər aşağı zəifləməsi olan rezonans dövrə yalnız həmin rəqlərə cavab verir. Onlardan yalnız dövrənin öz salınımları dövrü ilə eyni dövrə malik sinusoidləri gücləndirir. Radio rabitəsinin inkişafını əvvəlcədən tapan bir sıra mühüm nəticələrə gətirib çıxarır. Hər şeydən əvvəl, rezonans dövrə yalnız sinusoidal rəqləri seçir və gücləndirir, onda hər hansı başqa formada olan rəqlərdən radio göndərilməsi üçün kifayət qədər səmərəli istifadə edə bilməz və onlar irrasional olaraq yaranır radio ötürücüdə. Qəbuledicidə çox aşağı zəifləmə ilə rezonans sxemlərinin istifadəsi çox zəif salınımları böyük dərəcədə gücləndirməyə imkan verir [12]. Nəticədə, belə bir dövrənin sinusoidal üçün çox yüksək həssaslığı bərabər dövrün

rəqsləri və onun başqa dövrlərin rəqslərinə həssaslığının düşük olması kənar stansiyaların, yəni istədiyimizdən başqa hər bir stansiyaların maneə təsirindən azad olmaq üçün geniş imkanlar açır. Bütün bunlar radio ötürücüdə olan ən təmiz sinusoidal rəqslərin yaradılması və qəbuledicidə rezonans dövrlərindən çox yüksək istifadə istiqamətində radiorabitə texnologiyasının inkişafını müəyyən etdir.

2.2 Salınımların modulyasiyası

Radionun inkişafında yaxşılaşma gedir və qəbuledicidə ən zəif zəifləmə ilə ötürücü və elektrik rezonatorlarında mümkün olan ən təmiz sinusoidal rəqslərin yaradılması problemini həll etdikdən sonra pyezokvars tezlik stabilizatorlarının və pyezokvars rezonatorlarının çıxardılması, bu 2 problemi demək olar ki, tamamilə həll edilmiş hesab olunur. Radiotexnika tək-cə son dərəcə zəif signal qəbulu problemini həll etmədi, həm də başqa dövrlərin bütün salınımlarını maneə təsirindən azad etmək problemini həll etdi. Yalnız burada radiotexnika əsaslı şəkildə keçilməz bir çətinliklə qarşılaşdı. Aydındır ki, dəyişməz formalı radiodalğaların fasiləsiz təkrarlanması başlanğıcı və sonu olmayan sırf sinusoidal salınımlar başqa bir şey deyildir. Ancaq bu cür rəqslərin müəyyən bir yerdə var olduğunu ifadə edə bilər, lakin heç bir signal ola bilməz [14]. Signal göndərmək üçün müvafiq olaraq dalğaların xarakterini dəyişmək lazımdır ya da modulyasiya etmək. Onlar təbi olaraq, onların sinusoidallığını pozmalıdırlar.

Morze şriftinin teleqraf simvollarını yəni nöqtə və tire ilə naqil üzərindən ötürmək üçün xəttə elə fasiləli cərəyan göndərilirki, cərəyanın müddəti ötürülən xarakterə uyğun olsun. Yazı teleqraf aparatından qəbul məntəqəsindən bu cərəyan göndərmələrinin uzunluğuna görə nöqtələr və tirelər alınır. Qrafik olaraq, Morze simvollarını ötürərkən xəttəki cərəyan şəkildə göstərilən formalara malikdirlər.



Şəkil 2.4. Radio dalğalarından istifadə göndərilən əlamətlərə görə müxtəlif müddətlərdədir.

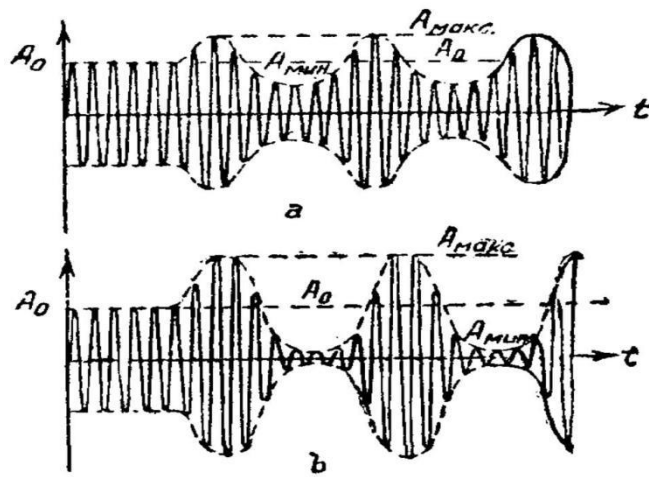
a. Musiqi və ya nitq ötürüldükdə dəyişənlər xəttə göndərilir ötürülən mürəkkəb səslərin tərkib hissəsi olan səs vibrasiyalarına uyğun gələn müxtəlif tezlik və amplituda titrəyişlər toplusundan ibarət cərəyanlardır. Səs vibrasiyalarının elektrikə çevrilməsi ical, bilindi ki, mikrofonda istehsal olunur. Qrafik olaraq, xəttəki cərəyan mürəkkəb bir formanın səs tezliyi salınması kimi təmsil olunur. Kopyalanma halında bir musiqi tonu cərəyanı edərək, siqnalların ötürülməsidir. Xəttə ötürülən tonla eyni tezlikdə sinusoidal dalğalanma olacaq. Qəbul məntəqəsində elektrik dövrələri Telefonun və ya səs gücləndiricinin membranında hərəkət edən titrəmələr, orijinaları ilə eyni olan səs vibrasiyalarına səbəb olur. Morse simvollarının ötürülməsi halında çox sadə şəkildə həll olunur. Teleqraf açarından istifadə edərək radio ötürücü sxemlərindən birində yüksək tezlikli dalğalanmaları kəsmək kifayətdir. Belə halda, radio ötürücü fasiləsiz bir sıra dalğalar əvəzinə bir sıra ayrı-ayrılıqda yayacaqdır. Radio dalğalarından istifadə ötürülən əlamətlərə görə fərqli müddətlərdə.

b. Qəbul edicidə onlar eyni yüksək tezlikli salınım qruplarına səbəb olacaqlar. Habelə, radio aparatın mexaniki hərəkət edən hissələri bu çox sürətli vibrasiyaları izləyə bilməz. Üstəlik, bu cərəyanlar 0 alternativ olmaqla bir istiqamətdə hərəkətə səbəb ola bilməz və yazı alətinin relesini idarə etmək üçün birbaşa istifadə edilə bilməz. Onlar önçəsində impulslara çevrilməlidirlər. Daimi cərəyan, onların aralıq xarakterini

açmaq, ya da tapmaqdır. Yüksək tezlikli cərəyanlar, gücləndirildikdən sonra, cari rektifikatora verilir. Rektifikator cərəyanı yalnız bir istiqamətdə keçirən bir cihazdır.

c. Düzəldicidən sonra cərəyan formaya malikdir. Üstünə qoyulmuş daha zəif yüksək tezlikli dalğalanmalarla bir başa cərəyanın uzununa göndərilməsidir. Kondensatorlardan və öz-özünə induksiya rulonlarından istifadə edərək birbaşa cərəyanı ayıra və yazı aparatına tətbiq edilər. Bu birbaşa cərəyan naqillər vasitəsilə göndərdikdə olduğu kimi bərabər formada olacaq.

d. Ötürücüdəki dalğalanmalar tamamilə kəsilməsə, yəni onların amplitudası 0 a deyil, ancaq başqa bir kiçik dəyəərə dəyişdirilərsə, tapıldıqdan sonra qəbuledicidəki cərəyan bir addım formasına sahib olacaqdır. Əgər istehsal olunduqda amplituda dəyişiklik kəskin deyildir, məsələn, sadə bir səs dalğasının formasına uyğun olaraq, yəni bir sinusoid boyuncadır. Şəkildə göstərilən formaya sahib olacaq və aşkar edildikdən sonra cari əyri dəqiq çatdırır. Amplituda dəyişikliyi yüksək tezlikli yayılmalar, yəni eyni səs tezliyi və amplitudalı bir sinusoid olacaq, göndərilən səs kimidir. Nəticədə, vaxtla ötürülən siqnallarla yayılan radio dalğaların amplitudası dəyişdirilərsə ya da səsi və ümumiyyətlə istənilən siqnalı göndərmək olar. Modulyasiya etmək dalğalanmalar orada gücləndiricilərdədir. Bu vəziyyətdə siqnal ötürülməsi amplituda modulyasiyası ilə həyata keçirildiyi üçün, digər ötürmə növlərindən fərqli olaraq, göndərici kimi təyin olunur. [15] Çox modulyasiya edilmiş salınımlar amplitut ötürülməsi zamanı sıx modullaşdırılmış hündürlük ötürmək səs tonum bölünür. Tezlik dəyişikliyi amplituda və intensivlikdə dəyişikliklər intensivlik səs böyüdür. Amplituda dəyişiklik yoxdur və ya ifadə edildiyi kimi əks halda, modul dərinliyi olur. Ölçüsü ilə əlaqədar başa düşülür və faizlə ifadə edilir. Radio çəkiddə əhəmiyyətli dəyişiklik amplituda dəyərləri $m = \frac{A_{modul} - A_0}{2A_0}$ hesab düsturu.



Şəkil 2.5. Amplitudada modullaşdırılmış rəqslər.

- orta modulyasiya
- yüksək modulyasiya
- müdaxiləsi sözlərin ötürülməsi

Güc yüksək olarsa, modulyasiya dərinliyi böyük olacaq və 100%-ə çata bilər. Orta güclü səslər üçün 40-50%, zəif səslər üçün isə bir faiz ya da daha azdır. Sıqnalın ötürülməsi üçün modulyasiya edilən dalğalar, artıq 0 sinusoidal salınım deyil. O, mürəkkəb olacaqdır. Amma hər şey kompleks rəqsi kimi təmsil oluna bilər. Sadələrin cəmi müxtəlif tezlik və amplituda titrəmələr. Mod tərkibinin nə olduğunu başa düşmək üçün gecikmiş dalğa yəni, hansı sadə rəqslərdən ibarətdir. Amplitudun dəyişdirilməsinin sadə halını, yəni rəqsləri kəsməklə nəzərdən keçir N saniyədə bir dəfə.

2.3 Tezlik seçimi və məkan tədqiqatı

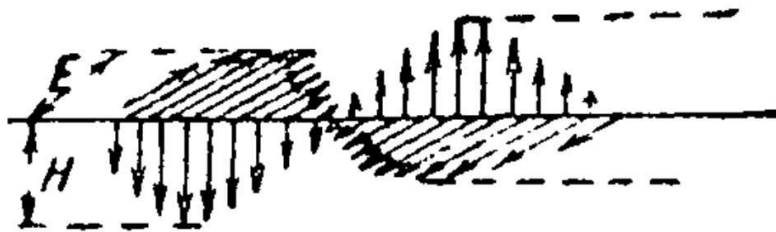
Radio ilə siqnal ötürərkən radiasiyanın bu tərkibindən praktik nəticələr çıxarmaq olar. Qəbul yerində bu və ya başqa göndərilməni təkrar edə bilməyimiz üçün qəbuledici cihazın ola biləcək qədər bərabər şəkildə qəbul edə və gücləndirə bilməsi lazımdır. Emissiya spektrinə daxil olan hər bir tezlik diapazonudur [16]. Aydındır ki, gücləndirmə üçün olduqca düşük zəifləmə ilə rezonans sxemlərindən istifadə etməklə bu problemi həll etmək olmur, çünki onlar ancaq nitqin və ya musiqinin deyil, hətta teleqrafın göndərilməsi üçün çox vaxt tamamilə qeyri-kafi olan çox dar tezlik diapazonunu seçib gücləndirirlər. Rezonans əyrilərindən aydın görünür ki, rezonans

dövrələrində göndərilən tezliklər qeyri-bərabər gücləndirilir və rezonans tezliyinə nə qədər yaxın olarsa, artmada da bir o qədər çox olar. Başqa tərəfdən, qəbuledicinin zolaq genişliyinin istənilən göndərilməni qəbul etmək üçün kifayət qədər hüdudlardan kənarında hər hansı genişlənməsi tezlikdə qonşu olan radio stansiyalardan gələn maneə ehtimalını artırır. Aydınır ki, təhrif olmadan qəbul etmək üçün, göndərilən tezliklərin hər bir diapazonunu bərabər şəkildə gücləndirmək lazımdır. Başqa tərəfdən, bu zolağın hər iki tərəfində yerləşən bütün başqa tezliklərə imkan verməmək lazımdır.

Müasir radio siqnalın ötürülməsində bir tərəfdən, hər bir ötürücünün ancaq onun ötürülməsi üçün tələb olunan tezlik diapazonunu yaymasını təmin etməyə çalışırlar. Başqa tərəfdən, bu ötürmələri qəbul etmək üçün fikirdə tutulan qəbuledici ola biləcək ən böyük həssaslıq və ən az təhrif ilə dizayn edilmişdir. Ancaq bu zolağa daxil olan tezlikləri qəbul etmək vacibdir. Belə qəbuledicinin köməyi ilə biz öz istəyimizlə radiotezlik spektrinin bu ya da digər hissəsindən bizə lazım olan tezlik diapazonunu seçə bilirik. Müxtəlif radiostansiyalar tərəfindən yayılan tezliklərin hər bir spektrindən müəyyən bir tezlik diapazonunun seçimi deyilir. Aydınır ki, tezlik seçiminə imkan yaradan qəbuledicilərdən istifadə edərkən, eyni zamanda işləyən iki radiostansiya arasında qarşılıqlı radiomaneə yalnız hər iki göndəricinin emissiya spektrləri ən azı qismən üst-üstə düşərsə mümkündür. Ardınca, bu stansiyalardan birinə köklənmiş qəbuledici 2-ci stansiyadan radiasiyanı qismən qəbul edəcək və bu da qəbuledici siqnalda nəzərə çarpacaq tərpənişə səbəb ola biləcək. Eyni zamanda işləyən radiostansiyalar tərəfindən bu cür qarşılıqlı radiomaneənin qarşısını almaq üçün beynəlxalq razılaşmayla hər bir radiostansiya üçün həm daşıyıcı dalğa, həm də tezlik diapazonu ciddi şəkildə müəyyən edilmişdir. 2 qonşu daşıyıcı dalğa tərəfindən yayılan tezlik diapazonları uzunluqdakı radio stansiyaları üst-üstə düşmürdü. [19] Təbii ötürmə və musiqi üçün 30-dan 4500-ə qədər olan tezlikləri ötürmək kifayət edir. Hz və nitq üçün daha azdır, onda radio siqnal yayım stansiyaları üçün 4500 eni ilə icazə verilən tezlik diapazonu müəyyən edilmişdir. Hz daşıyıcı dalğanın hər iki tərəfindədir. Ümumilikdə, dalğa uzunluğuna birləşik 2 stansiya arasındakı tezlik şkalasında məsafə 9000-dir. Hz. Bu cür tənzimləmə vasitəsilə kifayət qədər seçici qəbul edicilərin

köməyilə qarşılıqlı radiomaneəni aradan qaldırıla bilər və sülh dövründə təhlil edilərək onlar faktiki olaraq aradan qaldırılır.

Məkan tədqiqatı - 2 stansiyanın tezlik spektrlərinin üst-üstə düşdüyü hallarda tezlik seçimi kömək etmir. Aydınadır ki, əgər hər iki ötürülmə bizə lazım olan və bizə maneə olan bərabər istiqamətdən gəlsə və eyni zamanda onların yaydığı tezliklərin spektrləri qismən ya da tamamilə üst-üstə düşür. Nəticədə, bu vadaçanın həlli qeyri-mümkün olur. Hər 2 ötürmə fərqlidirsə elektrik intensivliyinin heç biri boyunca yayılmır.

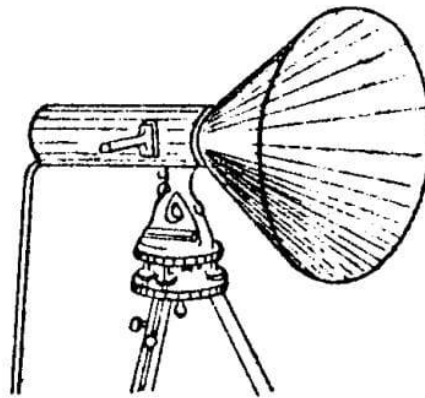


Şəkil 2.6. Elektrik E və maqnit sahəsinin nisbi mövqeyi və radiodalğaların yayılma istiqaməti.

Əsilində ötürücü tərəfindən buraxılan elektromaqnit dalğaları yerin homojen səthi boyunca hər bir istiqamətlərdə bərabər şəkildə yerləşdirilir ki, mərkəzi ötürücüdə olan halqanın ətrafı boyunca dalğa intensivliyi bərabər olacaq. Elektromaqnit dalğasında eninə dalğa kimi, elektrik intensivliyi və maqnit sahələri qarşılıqlı perpendikulyardır. Radio dalğalarının yayılma istiqamətinə perpendikulyar yerləşir. Elektrik sahəsinin gücü yerin səthinə praktiki olaraq perpendikulyar olduğundan, maqnit sahəsinin gücü qəbul məkanından keçən halqaya tangensial olaraq yerləşdiriləcəkdir. Nəticədə, düz bir görünüş yerləşdirsəniz telefon cərəyanı perpendikulyar dalğanın istiqamətinə qütb, sonra dəyişən maqnit içindəki dalğanın filament sahəsi heç bir elektromaqnit qüvvəyə səbəb olmayacaq. İçindəki rulonun müstəvisinin hər hansı başqa mövqeyi üçün dəyişən cərəyanlar induksiya olacaqdır. Beləliklə, bərabər müstəvidə yerləşən bir neçə növbəli teldən ibarət antenanın köməyilə və döngə antenası və ya çərçivələr adlanır. Adi antenadan fərqli olaraq, müəyyən bir radiostansiyanın qəbulunu istisna etilə bilər. Bu görə qəbuledici çərçivəni elə çevirmək kifayətdir ki, onun təyyarəsi bu radiostansiyanın istiqamətinə

perpendikulyar olsun. Ardınca bütün digər radiostansiyaların qəbulu yerləşdiyi halda onun radiasiyası qəbul etməyəcək, başqa sahələrdə inkişaf etdirmək mümkün olacaq ancaq. Aydınır ki, belə bir antenanın istifadəsi bir stansiyanın radio qəbulunu bənzər dalğa uzunluğunda işləyən, lakin fərqli bir istiqamətdə yerləşən başqa radiostansiyanın müdaxilə təsirindən azad etmək problemini əsaslı şəkildə həll etməyə imkan verir.

Qəbul məkanından müxtəlif istiqamətlərdə yerləşən bir sıra radiostansiyalardan birindən radiasiyanın məkanda yerləşmə fərqi əsaslanaraq seçilməsini adlandırılır. Döngə antenasından istifadə etməklə həyata keçirilən seçim hələ də məkan seçiminin daha az mükəmməl növüdür, maneədən qurtulmağa imkan verir. Radiostansiyaların yalnız kiçik bir bərk bucaqda uzanan yöndən gələn təsirləri. Döngə antenasının bu hərəkətini radiomanə edən mənbədən gələn şüalar yolunda gözün yaxınlığında yerləşdirilmiş kiçik ekranın hərəkəti ilə müqayisə etmək olar. Regional bir döngə antenası vəziyyətindəki kimi, yalnız istisna müəyyən bir istiqamətdən gələn radiasiya olur [17]. Məkan seçiminin daha təkmil bir növü istisna etməyə deyil, lakin imkan verən üsullar olardı qəbul ancaq kiçik bir bərk bucaqda uzanan istiqamətlərdən gələn radiasiyadır. Belə yollar onlara əsaslanan qurğular optikada asanlıqla həyata keçirilir və orada çox geniş istifadə olunur.



Şəkil 2.7. Buynuz antenası

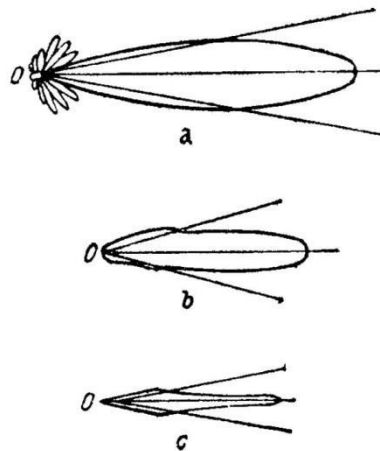
Belə qurğular nisbətən “radio rabitə quraşdırılması” sahədə həyata keçirmək çətin deyil, metrnlərlə dalğa uzunluğunun kiçik olması səbəbiylə sözdə istifadə edir. Buynuz antenalar ya da radio buynuzu, sonra artıq qısa dalğalar bölgəsində, bir neçə 10 metrlik qaydada, belə yüksək yönlü qəbul üçün antenna qurğuları onların həyata keçirilməsi üçün böyük uzunluqda ardıcıl antenaların qurulmasını tələb edir.



Şəkil 2.8. Muze rombik antenaların istiqamət sistemi. Uzunluğu təxminən 1.2 km-di.

Belə antenna qurğuları ancaq böyük radio qəbuledici mərkəzlərdə istifadə edilə bilər. Belə cihazların uzunluğu dalğa uzunluğu ilə artır, hansı onları praktiki olaraq görünməz edir. Uzun dalğalar üçün boldur dalğa və radio yayımı diapazonları. Antenna qurğularının növü, açıq şəkilərdə diaqramları göstərir və bir sıra istiqamətlər alırıq üçün belə antenna cihazları şəklində müxtəlif dalğa uzunluqları əyrilər, nöqtələrin məsafələri qəbul nöqtəsindən güc verir bu istiqamətdən qəbul edir. Ancaq çox qısa dalğalar üçün belə antenna qurğularının kifayət qədər yaxşı nəticələr verdiyini görmək asandır.

Tezlik seçimi və məkan seçimi stansiyaya nəzarətin ən ümumi və geniş yayılmış üsuludur.



Şəkil 2.9. Müxtəlif antenaların qəbulunun istiqamətli diaqramı.

- a- rombik antenanın uzunluğu 4,1
- b- üçün $x = 23.3$ sm-də 70.8 sm uzunluğunda bir radio buynuz,
- c- dörd radio buynuzu sistemi.

Kənar radiostansiyalara emissiya spektri qəbul edilən tezliklərlə üst-üstə düşən tezlikləri ehtiva edən bir çox başqa elektromaqnit dalğaları mənbələri də maneə yarada bilər.

2.4 Radionun ötürülməsi və radioqəbul edilməsi mexanizmi

Radio signal qəbul zamanı radiomaneələrinin təsirinin mahiyyətinin nə olduğunu aydın təsəvvür etmək üçün radion signalın ötürülməsi mexanizmi üzərində bir az dayanmaq lazımdır. Nümunə olaraq, bir tufanın radiotelefon ötürücülərinin qəbuluna nə üçün maneə yaratdığını başa düşdükdən sonra bu cür radiomaneyə qarşı mübarizənin müəyyən üsullarının təsirli ola biləcək. Radio ötürülməsi haqqında danışarkən həmişə müəyyən signalın elektromaqnit dalğalarından istifadə edərək bir məkanda müəyyən bir məsafəyə ötürülməsini nəzərdə tutulur: Morze teleqraf işarələri, nitq, musiqi, şəkillər və.s. [20] Bunun üçün əvvəlcə yerində yaratmalısınız. Tələb olunan diapazonun elektromaqnit dalğalarının ötürülmə mənbəyi sözdə radio dalğalardır. Radio dalğalarının mənbələri, elektrik dövrlərində yüksək tezlikli elektrik rəqsləri olan radio ötürücülərdir. Milyard hers, radioda istifadə olunan dalğa uzunluqlarına 30 000-dən 10-a uyğundur. Sonra dalğaların ötürücünün emissiya orqanına antenaya verilir, oradan dalğaları şəklində kosmosa yayılır. Bu radio dalğalar kosmosda elektrik və maqnit effektləri verir və ya orada elektromaqnit sahəsi yaradır. Qəbul məkanında radio dalğaları sahəsi həyəcanlandırır. Qəbuledici antenada ötürücü antenada cərəyanlarla eyni tezlikdə və formada çox zəif elektrik rəqsləri var.

Radio göndəricinin hərəkəti adətən yayılan radio dalğalarının gücü ilə xarakterizə olunur. Nümunə olaraq, kiçik bir portativ radio stansiyası bir neçə vatt gücü yayır. Gəminin radio stansiyasının buraxdığı güc 100 lərlə vattdır. Güc eyni böyük transkontinental stansiya 100 lərlə kilovat gücünə çatır. Belə bir radiostansiyanın buraxdığı güc böyük mərkəzi elektrik stansiyalarının gücü ilə kifayət qədər müqayisə olunsa, qəbuledici sahədə əldə edilə bilən gücün bu hissəsi olduqca kiçikdir. [23] Əslində, göndəricidən uzaqlaşdıqca, onun yaydığı güc getdikcə daha böyük bir məkana paylanır. Radiasiya boş məkanda bütün istiqamətlərdə vahid olduqda, radiasiya gücü göndəricidən məsafənin artması ilə bu məsafənin kvadratına tərs mütənasib olaraq dəyişir. 1kvadrat metr sözdə güc axını 1000 məsafədə km radiasiya gücü olan mənbədən 100 kilovat, təxminən eynidir.

Real şəraitdə radio siqnal qəbul edərkən biz daha kiçik dəyərlərlə məşğul oluruq. Güclü radiomaneə olmadıqda, ancaq bir güc axını ilə qısa dalğalarda etibarlı qəbula nail olmaq mümkündür. Misal, təxminən 200 məsafədə stolpa şamından görünən işığın udulmasının olmaması, güc axını olacaq. Əslində göndəricidən gələn radiasiya bütün istiqamətlərdə tam bərabər şəkildə baş verməsə də, bu rəqəmlər hələ də radio qəbulu zamanı qarşılaşmalı olduğumuz miqdarların kiçikliyi haqqında fikir verir. Qəbul zonasında radio dalğalarının hərəkətinə xas olan vizual və praktik hesablamalar üçün əlverişli bir dizayn vermək üçün onlar güc axını deyil, bu məkandakı elektrik sahəsinin gücünün böyüklüyünü göstərir. Elektrik sahəsinin gücü adətən metr başına voltla ifadə edilir. Misal, uzaqdan komintern stansiyasından gələn radio dalğalarının elektrik sahəsinin gücü 10 km təxminən bərabərdir. Sahə gücünü bilməklə elektrik gərginliyinin böyüklüyünü bir başa təxmin etmək olar. Antenada fəaliyyət göstərir. Ancaq sahə gücünün dəyərini metrə ifadə olunan qəbuledici antenanın sözdə effektiv hündürlüyünə çatdırmaq lazımdır. Antenalar üçün bu hündürlük bir neçə metrdir. Uzaq məsafədə yerləşən istənilən nöqtədə 0 gücün böyüklüyü ilə göndəriciliyi kilovat gücü arasında çox sadə əlaqə mövcuddur:

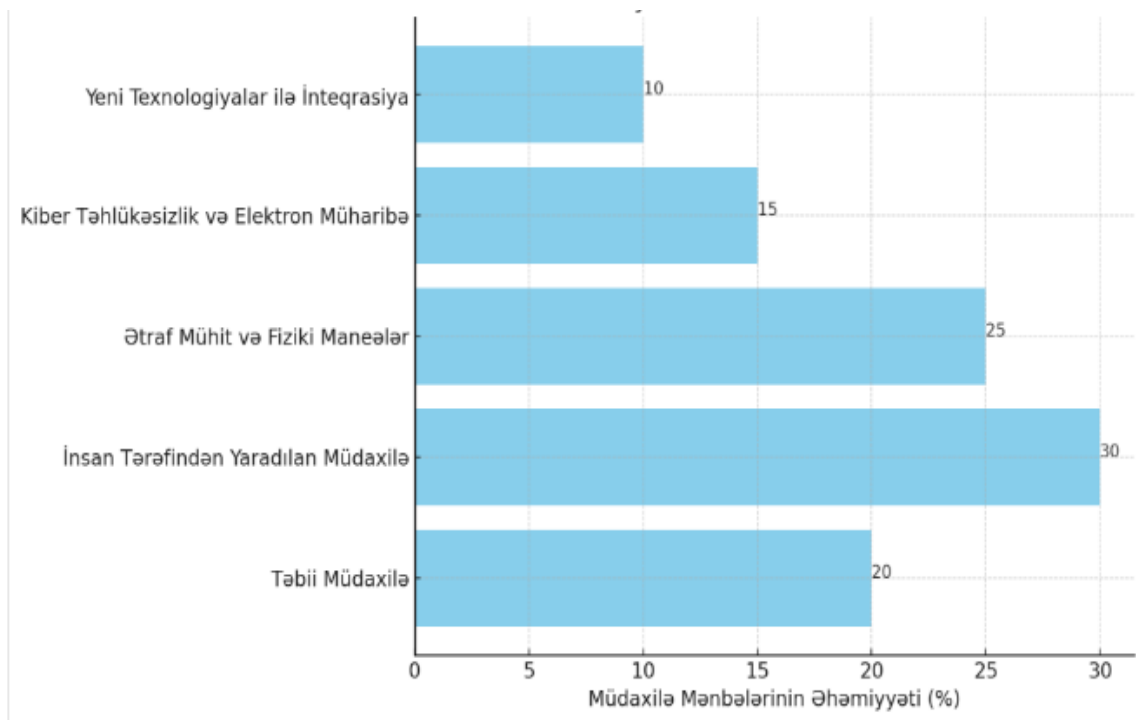
$$E = \frac{0.3\sqrt{P}}{r} S$$

- P güc kilovatlarla,
- r kilometrərlə
- E bir metrə voltla
- S radio dalğa enerjisinin udulmasını.

Dalğa uzunluğundan və radio dalğalarının yayıldığı yer səthinin təbiətindən asılı olan, radio dalğasının zəifləməsi faktoru var. Yer in əyriliyinə hələ təsir etməyən qısa məsafələrdə dəniz suyu üzərində yayılma halında, $S=1$ olur. S kəmiyyət üçün Beynəlxalq Radio Yayımı Komissiyası tərəfindən bütün var olan nəzəri və eksperimental materiallar əsasında tərtib edilmiş qrafiklər var. Bu qrafiklərdən, misal, 1500 məsafədə sahənin gücünü alırıq. 1500 km dalğa uzunluğunda işləyən 400 kVt göndəricidən quru üzərində 50 Vt-ə bərabərdir.

2.5 Hərbi təyinatlı radiorabitə sistemlərinə təsir edən maneə mənbələrinin tədqiqi

Hərbi radiokommunikasiya sistemləri səmərəli komandanlıq və idarəetmə, kəşfiyyat, nəzarət, müşahidə və silahlı qüvvələr arasında koordinasiya üçün vacibdir. Bu sistemlər müxtəlif mühitlərdə, tez-tez düşmən şəraitində etibarlı şəkildə işləməlidir. Lakin müxtəlif maneə mənbələri hərbi radiokommunikasiya sistemlərinin performansını və etibarlılığını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. [21] Bu maneə mənbələrinin başa düşülməsi və aradan qaldırılması əməliyyat effektivliyinin qorunması üçün vacibdir. Hərbi radiokommunikasiya sistemlərinə təsir edən əsas maneə mənbələrini araşdırır və potensial azaldılma strategiyalarını müzakirə edir.



Şəkil 2.10. Hərbi radiokommunikasiya sistemlərinə təsir edən maneə mənbələrinin qrafikası.

Yuxarıdakı qrafik hərbi radiokommunikasiya sistemlərinə təsir edən müdaxilə mənbələrini və onların əhəmiyyət dərəcəsini göstərir. Müdaxilə mənbələri təbii müdaxilə, insan tərəfindən yaradılan müdaxilə, ətraf mühit və fiziki maneələr, kiber təhlükəsizlik və elektron mühərribə, yeni texnologiyalar ilə inteqrasiya kimi kateqoriyalara bölünür. Qrafik isə bu mənbələrin əhəmiyyət dərəcəsini faizlərlə ifadə edir.

Maneə mənbələri və təsviri	
Mənbələri	Təsviri
Təbii maneə	Günəş fəaliyyəti, atmosfer şəraiti və kosmik səs küyü kimi təbii faktorlar radio siqnalların poza bilər.
İnsan tərəfindən yaradılan maneələr	Elektromaqnit maneəsi, rabitə maneələri və kanal üst-üstə düşməsi kimi insan tərəfindən yaradılan faktorlar.
Ətraf mühit və fiziki maneələr	Dağlar, meşələr və şəhər strukturları siqnalları zəiflədə və ya əks etdirə bilər.
Kiber təhlükəsizlik və elektron müharibə	Kiber hücumlar və elektron müharibə taktikaları rabitə sistemlərini təhdid edir.
Yeni texnologiyalar ilə inteqrasiya	Süni intellekt, proqram tərtibli radiolar və kvant rabitəsi kimi yeni texnologiyalar radiomaneəyə qarşı yeni imkanlar təklif edir.

Cədvəl 2.1 Maneə mənbələri və təsviri cədvəli.

Bu məlumatlar hərbi rabitə sistemlərinin təhlükəsizlik və etibarlılığını artırmaq üçün əhəmiyyətlidir. Müdaxilənin müxtəlif növləri ilə effektiv mübarizə aparmaq üçün müasir texnologiyalar və strategiyalardan istifadə olunmalıdır.

1. Təbii Maneə

Təbii maneə və ya ətraf mühit səs-küyü, günəş fəaliyyəti, atmosfer şəraiti və kosmik səs-küyü kimi fenomenləri əhatə edir. Bu faktorlar radio siqnallarını pozaraq kommunikasiya keyfiyyətini azalda bilər.

Günəş Fəaliyyəti: Günəş püskürmələri və geomaqnit fırtınaları, xüsusən də yüksək tezlikli (HF) diapazonlarda güclü radio tezlik (RF) səs-küyü yarada bilər. Bu günəş hadisələri ani ionosfer pozuntularına səbəb olaraq siqnal udulmasına və ya əks olunmasına gətirib çıxararaq uzun məsafəli HF kommunikasiya təsir edə bilər. [22]

Atmosfer Şəraiti: Fırtınalar və güclü yağıntılar kimi hava dəyişiklikləri, xüsusən də çox yüksək tezliklərdə (VHF) və ultra yüksək tezliklərdə (UHF) atmosfer səs-küyü

və siqnal zəifləməsi yarada bilər. Bu şərait yerüstü və hava əməliyyatlarında istifadə olunan görmə xətti kommunikasiya sistemlərinə təsir edə bilər.

Kosmik Səs-küy: Göy cisimlərindən gələn arxa radiasiya, xüsusən də HF və VHF diapazonlarında davamlı bir RF səs-küy səviyyəsinə töhfə verir. Adətən ciddi olmasa da, bu səs-küy digər maneə mənbələri ilə birləşdikdə əhəmiyyətli ola bilər.

2. İnsan Yaradığı Maneə

İnsan yaratdığı maneə, hərbi radiokommunikasiyanı poza bilən geniş mənbələri, həm niyyətli, həm də niyyətsiz, əhatə edir.

Elektromaqnit Maneə (EMI): Elektron cihazlar və texnika radio kommunikasiya ilə maneə yarada bilən elektromaqnit siqnalları yaya bilər. Bu maneə şəhər mühitlərində və sənaye obyektləri yaxınlığında yaygındır. EMI elektrik xətləri, elektron avadanlıqlar və hətta nəqliyyat vasitələri tərəfindən yaradıla bilər.

Kommunikasiya Qarsıjamming: Düşmənlər tərəfindən niyyətlə həyata keçirilən jamming hərbi radiokommunikasiya sistemləri üçün kritik bir təhlükədir. Jamming, kommunikasiya kanallarını pozmaq və ya bloklamaq üçün niyyətli RF siqnallarının ötürülməsini əhatə edir. Düşmənlər geniş diapazonlu səs-küyün çoxlu tezlikləri əhatə etdiyi bar jamming kimi müxtəlif texnikalar istifadə edə bilər və ya hərbi qüvvələr tərəfindən istifadə olunan spesifik tezlikləri hədəf alan spot jamming istifadə edə bilər.

Eyni Kanal və Yan Kanal Maneəsi: Dolu tezlik diapazonlarında, eyni və ya yaxın tezliklərdə işləyən digər kommunikasiya sistemlərindən gələn siqnallar hərbi kommunikasiya ilə maneə yarada bilər. Bu maneə, sıx mülki və kommersiya kommunikasiya şəbəkələrinin olduğu bölgələrdə xüsusilə problemlidir[25].

3. Ətraf Mühit və Fiziki Maneələr

Ətraf mühit və fiziki maneələr siqnal zəifləməsi, əks olunma və çox yol maneəsi yarada bilər ki, bu da hərbi radiokommunikasiyanın etibarlılığını təsir edir.

Terrain və Bitki Örtüyü: Dağlar, təpələr və sıx meşələr radio siqnallarını bloklayaraq və ya zəiflədirərək müəyyən ərazilərdə kommunikasiya kəsilmələrinə səbəb ola bilər. Bu, xüsusən də çətin ərazilərdə işləyən yer qüvvələri üçün aktualdır.

Şəhər Strukturları: Binalar və digər şəhər infrastrukturu radio dalğalarını əks etdirə və qırda bilər ki, bu da çox yol maneəsi yaradır. Bu, siqnalın zəifləməsinə və gecikmələrə səbəb olur və şəhər döyüşləri ssenarilərində kommunikasiya çətinləşir.

Hərəkətlilik və Dinamik Mühitlər: Hərbi əməliyyatlar tez-tez nəqliyyat vasitələri, təyyarələr və gəmilər kimi hərəkətli platformaları əhatə edir. Mövqe dəyişikliyinə sürətli dəyişməsi Doppler sürüşmələri və dinamik çox yol yayılması səbəbindən müxtəlif siqnal gücü və keyfiyyətinə gətirib çıxara bilər.

4. Azaldılma Strategiyaları

Hərbi radiokommunikasiyanın etibarlılığını təmin etmək üçün müxtəlif maneə mənbələrini aradan qaldırmaq üçün bir neçə azaldılma strategiyası tətbiq edilə bilər.

Adaptiv Sistemlər və Texnologiyalar: Müasir kommunikasiya sistemləri maneəyə qarşı adaptiv texnikalar daxildir. Tezlik sıçrayışı siqnalları jammingdən qaçmaq üçün çoxlu tezliklərdə yayır. Birbaşa Sekans Yayılma Spektri və Tezlik Sıçrayışı Yayılma Spektri kimi yayılma spektri texnologiyaları maneə və dinləmə qarşısında müqaviməti artırır.

İrəliləmiş Siqnal Emalı: Rəqəmsal siqnal emalı texnikaları, səhv düzəltmə, iç-içə salma və filtrasiya kimi metodlar maneəyə qarşı siqnalın davamlılığını artırır. Bu metodlar səs-küy və jamming təsirlərini müəyyənləşdirmək və aradan qaldırmaqda kömək edir.

Spektr İdarəetməsi: Effektiv spektr idarəetməsi və təyinatı eyni kanal və yan kanal maneəsini minimuma endirmək üçün çox vacibdir. Mülki və kommuniya kommunikasiya səlahiyyətləri ilə koordinasiya tezlik konfliktlərindən qaçmağa kömək edə bilər.

İstiqamətli Antenalar: İstiqamətli antenaların istifadə edilməsi siqnalların ötürülməsi və qəbulunu çəmləyə bilər, ətraf mühit maneələrinin təsirini azaldır və jamming və EMI-ə məruz qalmanı minimuma endirir.

Davamlı Kommunikasiya Protokolları: Zədələnmiş şəraitdə işləyə bilən davamlı kommunikasiya protokollarının inkişafı və tətbiqi maneə şəraitində belə kritik məlumatların ötürülməsini təmin edir.

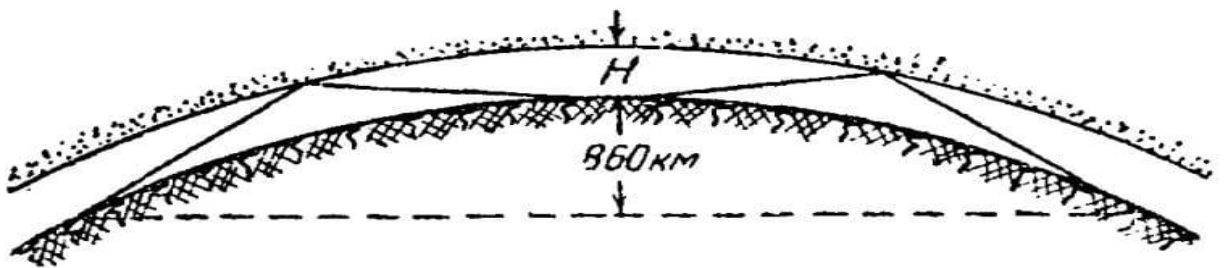
Redundans və Diversifikasiya: Bir neçə kommunikasiya kanalının və texnologiyalarının tətbiqi redundans təmin edir. [26] Bir kanal pozulduqda, alternativ kanallar kommunikasiya bütövlüyünü saxlaya bilər. Peyk, HF, VHF, UHF və digər kommunikasiya metodlarını birləşdirmək ümumi davamlılığını artırır.

Hərbi radiokommunikasiya sistemlərində maneə əməliyyat effektivliyinə əhəmiyyətli çətinliklər yaradır. Təbii, insan yaradılmış, ətraf mühit və fiziki mənbələrdən yaranan maneələri başa düşmək effektiv azaldılma strategiyalarının inkişafı üçün vacibdir. Texnologiyadakı irəliləyişlər, adaptiv sistemlər və davamlı protokollar hərbi kommunikasiya sistemlərinin etibarlılığını və davamlılığını artırır bilər, silahlı qüvvələrin müxtəlif və düşmən şəraitində strateji və taktiki üstünlüklərini qorumasını təmin edir. Hərbi əməliyyatlar inkişaf etməyə davam etdikçə, ortaya çıxan maneə təhdidlərinə cavab vermək və təhlükəsiz və etibarlı kommunikasiya imkanlarını qorumaq üçün davamlı tədqiqat və inkişaf zəruridir.

**FƏSİL III. RADİOQƏBULEDİCİLƏRİN MANEƏLƏRDƏN
QORUMA ÜSULLARI, PARAMETRLƏRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ,
RADİOQƏBULEDİCİLƏRƏ MANEƏ MƏNBƏLƏRİNİN TƏSİRİNİ
NƏZƏRƏ ALAN KEYFİYYƏT PARAMETRLƏRİNİN HESABLANMASI VƏ
QRAFİKİ ASILILIQLARIN QURULMASI**

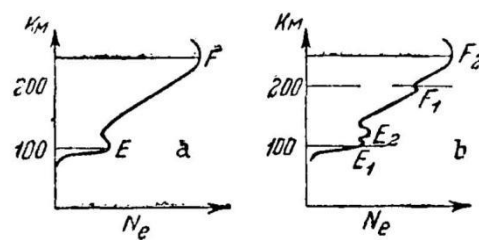
**3.1 Passiv radiomaneə, Passiv radio müdaxilələ mübarizə tədbirləri və
müdafiə metodları, aktiv maneələrdən müdafiə metodları**

Sönən radio dalğaları uzaq radio yayım stansiyalarını, xüsusən də qısa dalğalarda qəbul edərək, gecə tez-tez qəbuledicinin daimi tənzimlənməsinə baxmayaraq, səs intensivliyinin tədricən azalmağa başladığını müşahidə edə bilərsiniz. Səs sanki kəsilir, bəzən tamamilə sönür və sonra yenidən artır. Belə intensivlik dalğalanmaları ola bilər müxtəlif sürətlə baş verir: bəzən bir neçə saniyədən sonra təkrarlanır, bəzən solma müddəti bir neçə dəqiqə çəkir yarım saata qədər. Siqnalın zəifləməsi yalnız həm gecə, həm də gündüz baş verən qısa dalğalarda deyil, həm də yayım diapazonunun dalğalarında, əsasən də müşahidə olunur. lakin gecə, qışda da gündüz, daha zəif olsa da. [25] Teleqrafı ötürərkən, qəbul gücünün yazı qəbulu üçün tələb olunan dəyərdən az olduğu və ya müdaxilə səviyyəsindən aşağı olduğu dərəcə solğunluq simvollarının itirilməsinə səbəb olur. Keyfiyyətli radiotelefon ötürmə təkcə qəbul gücünün müdaxilə səviyyəsində düşməsi səbəbindən deyil, həm də onların yaratdığı ötürmə tembrinin təhrif olunması səbəbindən solğunluqdan əziyyət çəkir ki, bu da çox vaxt nitqi tamamilə anlaşılmaz edir. Araşdırmalar bu fərziyyənin doğruluğunu təsdiqlədi. Onlar birbaşa göstərdilər ki, radiodalğalar həqiqətən də atmosferin yuxarı qatlarından əks olunur.



Şəkil 3.1. İngiltərədən Amerikaya radiodalğaların yayılması diaqramı.

Həm atmosferin yuxarı təbəqələrinin əks etdirici təsirinin fiziki mahiyyəti, həm də onların yerdən hündürlüyü ilə bağlı çoxlu material təqdim etmişdir. Onlar daha sonra göstərdilər ki, atmosferin yuxarı təbəqələrinin əks etdirici təsiri onlarda atmosfer qazının molekullarının təsiri altında parçalanması nəticəsində yaranan çoxlu sayda elektrik yüklü hissəciklərin olması ilə izah olunur. əsasən, günəş radiasiyasından, atmosferin aşağı təbəqələrindəki ionlardan fərqli olaraq, yerdən gələn radioaktiv şüalanma və kosmik radiasiya nəticəsində əmələ gəlir. [26] Atmosferin yuxarı təbəqələrində ionların sayı o qədər çoxdur ki, bu təbəqələr keçirici olur və radiodalğaları əks etdirmək qabiliyyətinə yiyələnir. Atmosferin yuxarı ionlaşmış hissəsi adlandırıldı ionosfer. Tədqiqatların göstərdiyi kimi, ionosferin ionlaşması yüksəkliklə kifayət qədər mürəkkəb şəkildə dəyişir, elektronların və ionların daha yüksək və daha aşağı konsentrasiyalı təbəqələrini. Yansıtma qabiliyyəti daha böyük olduğundan, keçiricilik, yəni ionlaşma dərəcəsi nə qədər böyükdürsə, ionların və elektronların ən yüksək konsentrasiyası olan təbəqələr radio dalğalarının əks olunması üçün xüsusilə vacibdir. Bu təbəqələrin əsasları bunlardır: qatıaxşıorta enliklərdə 110-130 hündürlükdə yerləşir yerdən yuxarı qalxır və orta və uzun dalğaların uzun məsafələrə yayılmasında əsas rol oynayan E təbəqəsi və F təbəqəsi bəzən F1 və F2 təbəqələrinə parçalanaraq 220-320 km hündürlükdə yerləşir. Bu sonuncu təbəqə qısa dalğaların yayılması üçün əsas əhəmiyyət kəsb edir. Şəkildə hündürlüyə görə atmosferin yuxarı təbəqələrinin ionlaşmasının paylanması xarakterini qrafik şəkildə göstərilmişdir. Bu göstərir ki, E təbəqəsinin ionlaşması F təbəqəsinin ionlaşmasından əhəmiyyətli dərəcədə azdır. Beləliklə, radio dalğalarının ötürücüdən qəbul ediciyə yayılması prosesi sxematik (şəkil 3.2) aşağıdakı formada göstərilə bilər.



Şəkil 3.2. Atmosferin ionlaşmasının hündürlüyə görə paylanması:

a- qışda,

b- yayda

Yayılan siqnallar axın dalğa sensoru bütün istiqamətlərə qaçır qədər daxil olmaqla müxtəlif bucaqlarda mi, eləcə də birlikdə yerin səthi. Son dalğalar 100E ə artması a qışda, yayda. Bununla belə, ötürücüdən olan məsafələr tədriçən zəifləyir və üstəlik, onların yayıldığı topoqrafiyasından və fiziki təbiətindən. Çünki bunlar sənindir Xüsusiyyətlər zamanla sabit olduğundan, yerin şüaları da sabitliyə görə fərqlənir.

1) Yaxın məsafələrdə birbaşa şüanın intensivliyi o qədər böyükdür ki, əks olunan şüaların təsiri qəbulun intensivliyinə təsir etmir və radiorabitə şəraiti tamamilə birbaşa şüanın təsiri ilə müəyyən edilir. Yer şüası, səma şüasından fərqli olaraq, ötürücüdən məsafənin artması ilə zəiflədiyi üçün, dalğa nə qədər qısa olarsa, dalğa nə qədər uzun olarsa, yer şüasının dominantlıq sahəsi də bir o qədər böyük olar.

2) Böyük məsafələrdə yer şüasının intensivliyi səma şüalarının intensivliyi ilə müqayisədə o qədər kiçikdir ki, burada biz praktiki olaraq yalnız göy şüaları ilə məşğul oluruq. Qeyd edək ki, səma şüalarının dominantlıq bölgəsi daha tez baş verir, dalğa daha qısaadır.

3) Nəhayət ki, yer və səma şüalarının intensivliyi bir-biri ilə müqayisə oluna bilən və qəbulun onların hər ikisinin qarşılıqlı təsiri ilə təyin olunduğu halda üçüncü hal mümkündür. Bu sahə yayım dalğalarında ötürülmə zamanı orta məsafələrə uyğundur.

Qısa dalğalar üçün yer şüasının üstünlük təşkil etmə sahəsi çox kiçik olduğundan, bütün radio rabitə hallarında qısa dalğalarda qəbul intensivliyi müəyyən edilir. Müxtəlif səma şüalarının bir-biri ilə və ya yer şüası ilə qarşılıqlı təsiri ilə.

Passiv radio müdaxilələ mübarizə tədbirləri - Qəbul gücündə müntəzəm dəyişikliklərlə mübarizə: Əvvəlki fəsildə biz ionosferdə radiodalğaların yayılması şəraitinə təsir edən müxtəlif səbəblərlə tanış olduq. Qəbul qüvvəsində müşahidə edilən dəyişikliklər iki böyük qrupa bölünür. I qrupa atmosferin işıqlanma dərəcəsiindən birbaşa asılı olan və nisbətən ləng gedən müntəzəm dəyişikliklər daxildir. [27]. II qrup, solğunluq kimi qəbul gücündə qeyri-müntəzəm, nisbətən sürətli dəyişikliklərdən ibarətdir. Qəbul gücündə müntəzəm dəyişikliklər radiodalğaların əks olunması və onların ionosferdə udulması şəraitində o qədər əhəmiyyətli dəyişikliklərlə

əlaqələndirilir ki, günün və ilin müəyyən vaxtlarında müəyyən diapazonların dalğaları ya ümumiyyətlə əks olunmur, ya da güclü şəkildə udulur. Bu dalğalarda radio rabitəsi qeyri-mümkün olur.

Passiv müdaxilələrdən müdafiə metodları. Artıq qeyd etdik ki, hərəkət etməyən və yavaş yerdəyişmə edən obyektlərdən əksolunan müdaxilələrə passiv müdaxilələr deyilir. Onlara yer çisimlərini, su səthini, hidrometeorları, düşmən tərəfindən atılmış metal lentləri və s. misal göstərmək olar. Passiv müdaxilələr RLS-in işini əhəmiyyətli dərəcədə pozur, çünki:

a) Passiv müdaxilənin intensivliyi, qəbulədiçinin öz küy səviyyəsindən 30÷80 dB çox ola bilər, bu da faydalı siqnalın itirilməsinə gətirib çıxardır;

b) Operatorun işini çətinləşdirir:

- mane olan obyektlərin təsvirləri qalır;
- müdaxilə fonunda hədəflərin aşkar olunma vaxtı artır;
- uzaqlığın artması ilə şüanın fəza ölçüsü artır və müdaxilə fonunda hədəflərin kontrastlığı aşağı düşür.

Siqnalların və passiv müdaxilələrin aşkar olunması, müdaxilə və siqnalların xassələrinin fərqlənməsinə əsaslanıb. Əsas fərqlənmə, onların yerdəyişmə sürətlərinin fərqi.

Bunun sayəsində, hədəf siqnalının dopler tezlik sürüşməsi, müdaxilə tezliyinin dopler sürüşməsindən xeyli çoxdur, bu da müdaxilə fonunda siqnalın aşkar edilməsi üçün istifadə olunur.

Həm də faydalı siqnallar və passiv müdaxilələr statistik xassələrinə görə fərqlənirlər, hansı ki, bunun əsasında siqnal müdaxilədən fərqləndirilə bilər. Passiv müdaxilələrin flüktuasiyasının əsas səbəblərinə aiddir:

- elementar əksetdiricilərin hərəkəti;
- antenanın fırlanması;
- göndərilən impulsların tezliyinin qeyri stabilliyi.

Aşkar etmənin optimal qurğusu çox mürəkkəbdir və müdaxilələrin statistik xassələri haqqında aprior məlumat tələb edir, hansı ki, məlum deyil. Ona görə

praktikada HHS-nın (hərəkət edən hədəfin seleksiyası) koherent-impuls sistemi adlanan optimala oxşar qurğu istifadə edirlər[28].

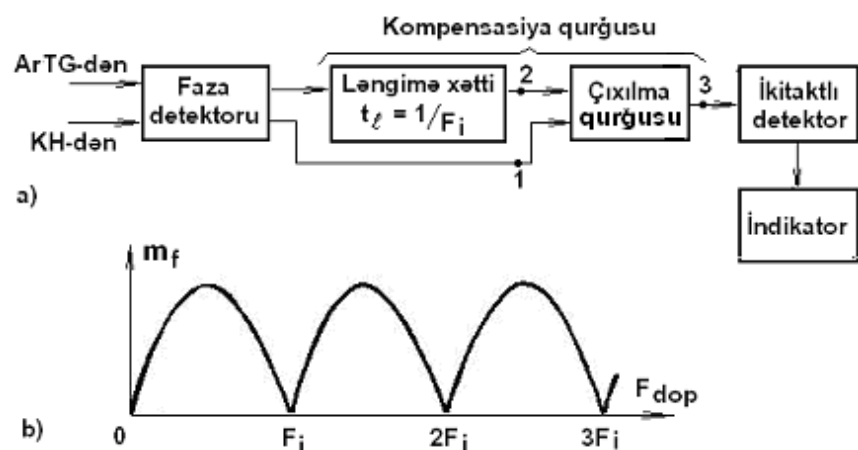
Müdaxilələrin susdurulmasının kompensasiya üsulu - Baxdığımız hərəkət edən hədəfin, hərəkət etməyən fondan ayrılması metodunun aşağıdakı çatışmazlıqları var:

- xətti açılma ilə olan indikatorlarda, hərəkət edən hədəflərin siqnallarının aşkar olunması çətinidir;
- dairəvi görmə indikatorunda, hədəfdən olan siqnalları aşkar etmək mümkün deyil;
- hədəfin avtomatik izlənməsi mümkün deyil.

Kompensasiya qurğusunun işi, süzgəcin işinə ekvivalentdir. Onun işi, hərəkət etməyən hədəflərdən əksolunmaların sabit hissələrini aradan götürmək və hərəkət edən hədəflərdən əksolunmaların dəyişən hissələrini buraxmaqdan ibarətdir. Kompensasiya qurğusunun tezlik xarakteristikasına baxaq. Çıxılma qurğusunun girişinə iki siqnal daxil olur (şəkil 3.3).

1-ci , $t+T_i$ anında D məsafəsində yerləşən hədəfdən qəbul olunan düzünə video siqnal:

$$U_1 = \frac{U_m}{2} \cdot \sin[2\pi \cdot F_{dop} \cdot (t + T_i) + \phi_0]$$



Şəkil 3.3. Mane olan əksolunmaların susdurulmasının kompensasiya üsulu:

- a) mane olan əksolunmaların susdurulması qurğusunun struktur sxemi;
- b).kompensasiya qurğusunun tezlik xarakteristikası.

İkinci, t anında, D məsafəsində yerləşən hədəfdən qəbul olunan və ləngimə xəttində ləngidilən videosiqnal:

$$U_2 = \frac{U_m}{2} \cdot \sin(2\pi \cdot F_{dop} \cdot t + \phi_0)$$

U_m – siqnalın amplitudu, $U_m/2$ bərabərdir, çünki qəbuledicinin çıxışında siqnal yarıya bölünür.

Çıxılma qurğusunun çıxışında alırıq:

$$U_3 = U_2 - U_1 = U \cdot \sin\pi \cdot F_{dop} \cdot T_i x$$

$$x \cos \left[2\pi \cdot F_{dop} \cdot \left(t + \frac{T_i}{2} \right) + \phi_0 \right]$$

Çıxış videosiqnalın amplitudu, F_{dop} və T_i kəmiyyətlərinin funksiyasıdır. $\sin\pi \cdot F_{dop} \cdot T_i = m_f$ kəmiyyəti fərqləndirmə əmsalı adlanır. $M_f = f(F_{dop})$ asılılığına kompensasiya qurğusunun tezlik xarakteristikası deyilir və şəkil, b – də göstərilmişdir.

Kompensasiya qurğusunun tezlik xarakteristikasının analizindən aşağıdakı nəticələri çıxarmaq olar:

- hərəkət etməyən hədəflərdən olan siqnallar, kompensasiya qurğusunu keçmirlər ($m_f = 0$, deməli $U_3 = 0$);

- kompensasiya qurğusunu ancaq hərəkət edən hədəfdən olan siqnallar keçirlər;

- kompensasiya qurğusu bəzi hərəkət edən hədəfdən olan siqnallarında susdurur.

$F_{dop} = 0$ olanda kompensasiya qurğusunun fərqlən-dirmə əmsalı sıfıra bərabərdir, yəni kompensasiya qurğusu hərəkət etməyən hədəf siqnallarını buraxmır. Ancaq kompensasiya qurğusunun $F_{dop} = nF_i$ qiymətində də $m_f = 0$ olur, yəni hədəfin sürəti sıfıra bərabər olmayanda, $m_f = 0$ olur.

Həqiqətən $\pi \cdot F_{dop} \cdot T_i = nF_i$ zamanı, $m_f = 0$, yəni $F_{dop} = nF_i$, burada $n = 1, 2, 3, \dots$. Deməli, kompensasiya qurğusu, dopler tezliyinin impulsun təkrarlanma tezliyinin dəfələri zamanı da, həmçinin hərəkət edən hədəf siqnallarını susdurur. $F_{dop} = 2V_r/\lambda$ olduğundan $F_{dop} = nF_i$ zamanı:

$$V_r = \frac{n \cdot \lambda \cdot F_i}{2} = \frac{n \cdot \lambda}{2T_i}$$

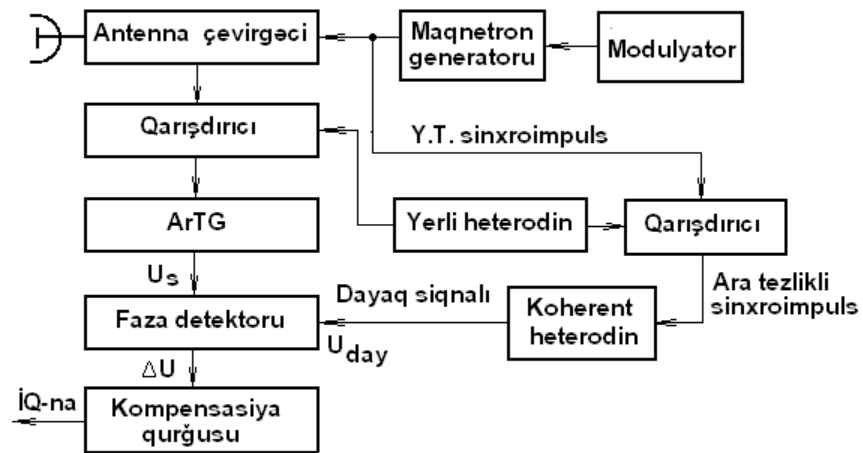
Belə sürətlərə ‘‘kor’’ sürətlər deyilir.

Daxili koherentliklə olan HHS - Koherent gərginlik mənbəyinin yerləşdiyi yerə görə, HHS sistemini, daxili və xarici koherentliklə olan sistemlərə bölmək olar. Daxili koherentliklə olan HHS. Dayaq rəqsi kimi, RLS-in özündə olan xüsusi koherent heterodindən alınan rəqslər istifadə olunur. Koherent heterodin ötürücü qurğu ilə sinxronlaşdırılmalıdır. Koherent gərginliyin alınması və əksolunan siqnalların onlarla müqayisə üsuluna görə, daxili koherentliklə olan sistemləri aşağıdakı kimi təsnifləmək olar:

- faza istiqamətinə görə sinxronlaşma;
- tezliyə görə sinxronlaşma;
- rəqslərin tezliyinin müqayisəsinə görə.

Maqnetron ötürücünün koherent heterodinlə fazalanması məqsədəuyğun deyil, çünki P_i çox böyükdür. Yüksək tezlikdə ötürücünün koherent heterodinlə fazalanması həmçinin məqsədəuyğun deyil, çünki bu koherent heterodin konturunun yüksək məsələliliyini tələb edir. Santimetrik dalğa diapazonunda olan RLS-lərin geniş yayılan sxemlərində, koherent heterodinin fazalanması və koherentlə əksolunan rəqslərin müqayisəsi, ara tezliyində aparılır. [29] Şəkil 3.4 – də daxili koherentliklə HHS ilə olan RLS-in struktur sxemi göstərilmişdir. Müasir HHS sxemlərində kompensasiya qurğusu kimi, müdaxilə toru ilə olan potensialoskoplar tətbiq olunur.

Potensialoskopun çıxışında, potensial relyeflərin fərqi ilə şərtləndirilən, iki yanaşı təsvirə müvafiq siqnallar əmələ gəlir. [1] Bunun nəticəsində, indikator qurğusuna, ancaq hərəkət edən hədəflərin impulsları keçir.



Şəkil 3.4. Daxili koherentliklə HHS ilə olan RLS-in struktur sxemi.

HHS-nın tətbiqi, süni passiv müdaxilə, həmçinin yer çisimləri və hidrometeorlar fonunda hərəkət edən hədəfin aşkar olunmasına görə, RLS-in imkanlarını xeyli artırır. Ancaq HHS sisteminin tətbiqi, aparatı mürəkkəbləşdirir. HHS sxeminin tətbiqinin çatışmamazlığına, həmçinin RLS-də istifadə olunan bütün heterodinlərin yüksək stabilliyinin təmininin vacibliyi aiddir.

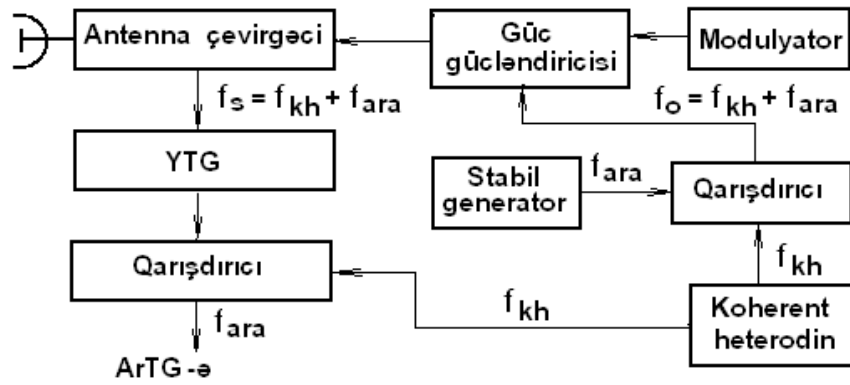
RLS daşıyıcısının və müdaxilənin hərəkət sürətlərinin kompensasiyası - Sıqnalın müdaxilədən tam çıxılması üçün, müdaxilə sıqnalının - ϕ_m və koherent heterodin - ϕ_{kh} fazalar fərqi, dövrdən dövrə sabit qalmalıdır:

$$\Delta\phi(t) = \phi_{kh}(t) - \phi_m(t) = cons$$

Əgər RLS-i daşıyan obyekt hərəkət edirsə və ya müdaxilə mənbəyi ancaq amplituda görə yox, həm də fazaya görə flüktuasiya edirsə (passiv müdaxilələr və buludlar küləyin təsirindən yerdəyişmə edirlər), onda bərabərliyi yerinə yetirilmir və faydalı sıqnal ilə yanaşı, indikator ekranında mane olan müdaxilələr əmələ gəlir. Koherent heterodin sıqnalının başlanğıç fazası, ötürücünün fazalanmış impulsuna bağlı olduğuna görə, fazalar fərqi - $\Delta\phi$ sabitliyi, ancaq koherent heterodin fazasının dəyişməsi ilə əldə oluna bilər. [31]

HHS koherent sistemi - Hərəkət edən hədəflərin seleksiyasının koherent sxemi ilə olan RLS-lərin xarakterik xüsusiyyəti, göndərilən sıqnalın, qəbul edicinin dayaq sıqnalı ilə koherent olmasıdır. Bu, göndərilən sıqnalın formalaşmasında, koherent heterodin dayaq sıqnalının istifadəsi üsuluna əsasən həyata keçirilir.

Güç gücləndiricisi kimi, qaçan dalğa lampası, amplitron, güclü klistron tətbiq oluna bilər. Sıqnalın formalaşdırılmasında istifadə olunan eyni koherent heterodin, həm də qəbulda, aparıcı tezliyin rəqsinin ara tezlik rəqsinə çevrilməsi üçün istifadə olunur.



Şəkil 3.5. Koherent RLS-in sadə struktur sxemi.

Şüalandırılan impuls koherent olduğuna görə, HHS sistemindən faza detektorunu çıxarmaq və impulsları bir-birindən çıxmaq mümkündür [30].

HHS koherent sxemi, passiv müdaxilədən müdafiə məsələsini daha qəti həll edir, çünki bu sxemlər, koherent texnikadan başqa, həm də sonrakı sıxılmaları ilə olan mürəkkəb siqnalların istifadəsinə imkan verir.

Xarici koherentliklə olan HHS - Əksər flüktuasiya edən, ancaq hərəkət etməyən obyektləri, model kimi təsvür etmək olar, hansı ki, RLS-in görmə zonasında olan çoxlu müstəqil əksətdiricilər yığıdır. Bu zaman ayrı-ayrı əksətdiricilərdən əks olunan siqnalların nisbi fazaları təsadüfidir. Əgər impulsdan impulsa ayrı-ayrı əksətdiricilər hərəkət etmirlərsə, onda çəm siqnalın qiyməti sabit olaçaq. Əgər hərəkət etməyən əksətdiricilər fonunda hərəkət edən hədəf varsa, onda impulsdan impulsa nəticə əksolunma siqnalın amplitudası və fazası dəyişəcək. Bu halda, hərəkət etməyən əksətdiricilərdən əksolunan siqnal, koherent gərginlik rolunu oynayacaq. Xarici koherentliklə olan HHS sxemlərinin iki variantı mümkündür.

1. Siqnalın amplitud flüktuasiyasından istifadə etməklə.
2. Siqnalın faza flüktuasiyasından istifadə etməklə.

Xarici koherentliklə olan koherent-impuls sisteminin ən üstün cəhəti, onun konstruksiyasının sadə olmasıdır [32]. Bütün görmə zonası hüdudunda hərəkət etməyən obyektədən əksolunmanın olması vacibliyi, bu sxemin tətbiq sahəsini xeyli məhdudlaşdırır. Bundan başqa, nəzərə almaq lazımdır ki, vaxtın keçməsi ilə elementar əksətdiricilərin vəziyyəti dəyişməz qalmır, buna görə siqnal flüktuasiya edir və hərəkət edən hədəfin seleksiyasının effektivliyi aşağı düşür.

Aparaturanın sadəliyi mühüm olanda və seleksiyanın keyfiyyəti çox yüksək tələb olunmayan hallarda, xarici koherentlik prinsipi istifadə olunur.

Aktiv müdaxilələrdən müdafiə metodları - Bəzi RLS-lərin aktiv müdaxilədən, müdaxilədən müdafiəliyinin artırılmasının əsas üsullarına aiddir:

- optimal süzgəçləmə;
- RLS-in energetik potensialının artırılması;
- siqnal və müdaxilə parametrlərinin qiymətlərinin fərqlənməsinə əsaslanan seleksiya metodlarının tətbiqi;
- qəbul traktın müdaxilələrlə ifrat yüklənməsi ilə mübarizə;
- müdaxilə olduqda, RLS-in iş rejiminin dəyişdirilməsi;
- mürəkkəb və ya genişzolaqlı siqnalların tətbiqi;
- hədəf haqqında informasiya almaq üçün, müdaxilə mənbəyindən istifadə etmək.

Optimal süzgəçləmə - Müdaxilənin daha tam sıxışdırılması, siqnal və müdaxilənin statistik xarakteristikalarının fərqlənməsinə əsasən həyata keçirilə bilər. Bu halda, siqnal və müdaxilənin spektral hissələrinin fərqlərindən istifadə etməklə xətti süzgəçin köməyi ilə müdaxilənin təsirini maksimum zəiflətmək olar. Optimal süzgəçin sintezi məsələsi, ötürmə funksiyanın – $K(\omega)$ təyininə gətirib çıxardır, burada ki, süzgəçin çıxışında siqnalın pik qiymətinin, müdaxilənin ortaqvadratik qiymətinə nisbəti maksimal həddə çatır. Hər müdaxilə növünə, müdaxilənin spektr xarakterini təyin edən ötürmə funksiyasına malik, öz süzgəçi uyğun gəlməlidir.

Energetik potensialın artırılması - Müdaxilənin təsiri, əsas taktiki parametrlər olan, təsir uzaqlığını, hədəfin koordinatlarının ölçülmə dəqiqliyini, ayırdetmə qabiliyyətini pisləşdirir [32]. Beləliklə, müdaxilənin təsiri, RLS-in işinə müəyyən informasiya itkisi gətirir. O, susdurma əmsalı ilə xarakterizə olunur. Qəbulədiçinin girişində müdaxilənin gücünün – P_m siqnalın gücünə – P_s olan nisbətinin minimal lazımı qiymətinə, hansı ki, lazımı informasiya itkisi əldə olunur, susdurma əmsalı – K_{sus} deyilir:

$$K_{sus} = \left(\frac{P_m}{P_s} \right)$$

burada: P_m – qəbuledicinin xətti hissəsinin buraxma zolağı – Δf_{RQQ} hüdudunda müdaxilənin gücü.

RLS-in energetik potensialı aşağıdakı hasillə təyin olunur:

$$W_e = P_i \cdot \tau_i \cdot G$$

W_e - RLS-in energetik potensialı;

G - antenmanın istiqamətlənmiş təsir əmsalı.

Energetik potensialın artırılması, aktiv müdaxilələrlə mübarizənin effektiv yoludur. Energetik potensialın artırılması, müdaxilənin effektiv təsirinin azaltmasına gətirib çıxardır, çünki qəbul olunan siqnalın gücü – P_s artır. Bu minimal uzaqlığın artmasına gətirib çıxardır, harada ki, hədəf müdaxilə ilə maskalanmayaçaq, yaxud bu uzaqlığın fiksə olunmuş qiymətində, düşməni, müdaxilə ötürücüsünün energetik potensialını artırmağa məcbur edəcək. Fəza hədəflərinin aşkar olunmasında, RLS-in potensialının hər vasitə ilə artırılması fikri bununla izah olunur. Bu zaman mənəəyədavamlılığın artırılması ilə yanaşı, fəza hədəflərinin aşkaretmə uzaqlığı da artır. Bu radiolokasiyada “güç siyasəti” kimi qələmə verilir.

Seleksiya metodlarının tətbiqi - Əgər siqnal və müdaxilə parametrlərə görə fərqlənirlərsə, onda bu parametrlərə görə seleksiya tətbiq etmək olar. Radiolokasiya siqnallarının seleksiya parametrləri ola bilər: f_0 , T_i , F_i , τ_i , U , ϕ və elektromaqnit dalğanın polyarizasiya növü. Buna müvafiq olaraq, tezlik, vaxt, amplitud, faza və polyarizasiya kimi seleksiya növləri mövcuddur.

1. Radiolokasiyada amplitud seleksiyası geniş tətbiqini tapmayıb.

2. Faza seleksiyası, passiv müdaxilələrin susdurulması üçün, hərəkət edən hədəflərin seleksiyası ilə olan RLS-lərdə geniş istifadə olunur.

3. Tezlik seleksiyası. Tezlik seleksiyasında faydalı siqnal ilə nişanəli müdaxilənin aparıcı tezliklərinin fərqlənməsindən istifadə olunur. O, RLS-in yüksək tezlikli traktının yenidən köklənməsi yolu ilə reallaşdırılır. RLS-in bir işçi tezliyindən başqasına yenidən köklənməsi avtomatik və ya əl ilə aparıla bilər. Böyük genişzolaqlılıq ilə olan güclü impuls İYT gücləndiricilərin istifadəsi, geniş dalğa

diapazonunda tezliyin impulsdan impulsa yenidən köklənməsi yolu ilə işçi tezliyin dəyişməsinin ən müasir sistemini yaratmağa imkan verir.

4. Vaxt seleksiyası. Vaxt seleksiyası faydalı siqnal və müdaxilə arasında τ_i müddətləri və ya impulsun T_i vaxt vəziyyətlərinin fərqlənməsinə əsaslanıb.

a). Təkrarlanma tezliyinə görə impulsların seleksiyası. Bu növ selektorlar, RLS-in qeyri sinxron müdaxilə impulslarından müdafiəsi üçün tətbiq olunurlar, yəni müdaxilə impulsun təkrarlanma tezliyi – F_m , RLS-in təkrarlanma tezliyi ilə sinxron deyil. Qarşılıqlı müdaxilələr, qeyri sinxron müdaxilə impulslarının xüsusi halıdır, yəni RLS öz RLS-ına müdaxilə yaradır. Onların əmələ gəlmə səbəblərinə aiddir:

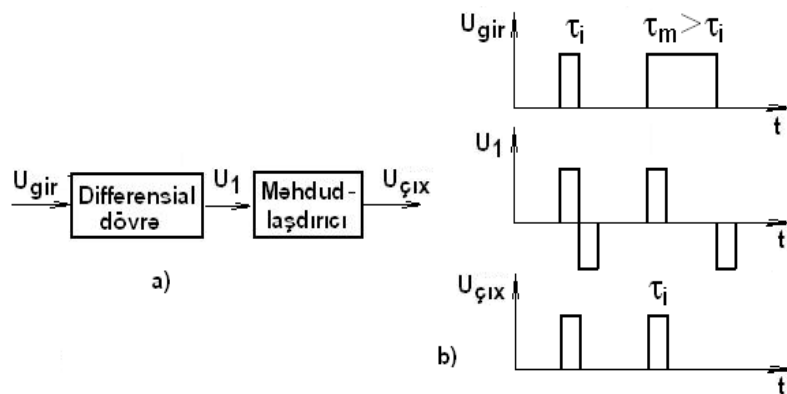
- məhdud ərazidə çoxlu sayda RLS-lərin yığılımı;
- RLS-lərin işlədiyi diapazonların yaxınlığı;
- RLS-lərin eyni vaxtda işləməsi.

Beləliklə, müxtəlif radioelektron vasitələrinin elektromaqnit uyğunlaşması məsələsi əmələ gəlir. Bir və ya birgə fəaliyyət göstərən müxtəlif radioelektron vasitələrinin eynivaxtda iş mümkünlüyünə elektromaqnit uyğunlaşma deyilir.

b). İmpulsun müddətinə görə seleksiya. İmpulsun müddətinə görə seleksiyanın iki halı mövcuddur:

- $\tau_m < \tau_i$, deməli $\Delta f_m > \Delta f_{RQQ}$ (çünki $\Delta f_{RQQ} = 1/\tau_i$) və müdaxilə, qəbulədiçinin tezlik seçicilik xassəsi hesabına optimal süzgəçləmədə susdurulaçaq (şəkil 3.9,a);

- $\tau_m > \tau_i$, deməli $\Delta f_m < \Delta f_{RQQ}$ və müdaxilə müdaxiləsiz qəbulədiçi qurğuya daxil olaçaq. Şəkil 3.9 ,a – da impulsun müddətinə görə seleksiyanın struktur sxemi, şəkil ,b – də isə bu sxemin müxtəlif nöqtələrində gərginlik epürləri göstərilmişdir.



Şəkil 3.6. İmpulsun müddətinə görə seleksiya:

- a) impulsun müddətinə görə seleksiyanın struktur sxemi;
- b) gərginlik epürləri.

Belə müdaxilələrin təsirini azaltmaq üçün, sonrakı amplitud məhdudlaşdırma ilə olan differensiallama tətbiq olunur (şəkil 3.9,b). Böyük müddətli müdaxilənin maneçilik təsiri azaldılır. Bu zaman energetik üstünlük təxminən

$$W_{\text{üs}} = \frac{\tau_m}{\tau_i}$$

bərabərdir. Bu metod, böyük ölçülü hədəf müdaxilələri ilə mübarizə üçün tətbiq olunur. Differensiallama dövrəsinin sabit vaxtı az olmalıdır.

5. Polyarizasiya seleksiyası. Müdaxilə fonunda radiolokasiya siqnallarının müşahidəsinin yaxşılaşdırılması, həmçinin göndərmə impulsların polyarizasiya xarakteristikalarının dəyişdirilməsi yolu ilə və qəbul traktını, əksolunan siqnalın polyarizasiya parametrlərinə köklənməsi yolu ilə əldə oluna bilər.

Qəbul traktın müdaxilələrlə ifrat yüklənməsi - RLS-in qəbuledicisinin məhdud dinamik diapazonu, onu güclü müdaxilə ilə münasibətdə çox zəif edir. Əgər xüsusi ölçü götürülməsə, onda intensiv müdaxilə, ArTG-nin və videogüçləndiricinin axırınçı kaskadlarını ifrat yükləyəcək və nəticədə faydalı siqnal susdurulaçaq [33].

Məlum ehtimalla, küy müdaxiləsi fonunda siqnalın aşkar edilməsi üçün, bu ifadəni tətbiq etmək olar. Deməli, RLS-in verilən energetik potensialında, yığılan siqnalın sayının artması, ancaq RLS-in təsir uzaqlığının artmasına yox, həm də onun müdaxilədən müdafiəliliyin yüksəlməsinə gətirib çıxardır. Bu yol, fasiləsiz küy müdaxilələri ilə mübarizədə effektivdir. Belə halda, yığılan impulsların sayını artırmaq üçün, antenanın fırlanma sürətini azaltmaq, hətta tam saxlamaq lazımdır. Bu, müdaxilə şəraitində RLS-in iş rejiminin dəyişdirilməsinin bir nümunəsidir.

Yan ləçəklərdə qəbul olunan siqnalların susdurulması - RLS antenası, nə qədər mükəmməl layihələşdirilsə də, həmişə onun istiqamətlənmə diaqrammasının yan və arxa ləçəkləri olur [22].

Əgər RLS-in yaxınlığında böyük effektiv əksətmə qabiliyyəti ilə olan hədəf varsa, onda həmin hədəfdən siqnal, həm əsas, həm də arxa və yan ləçəklərdə qəbul olunaçaq və indikator ekranında yalançı hədəf işarələri əmələ gətirər [3].

Kompensasiya prinsipi, antenanın istiqamətlənmə diaqrammasının aşağı hissəsinin kəsilməsinə əsaslanıb.

RLS-in işinin gizliliyi - Gizlilik, RLS-in əsas taktiki xassələrindən biridir. Gizlilik həm təşkilati, həm də texniki tədbirlərlə əldə oluna bilər. Onlara aşağıdakıları aid etmək olar:

- passiv RLS tətbiq etmək. Passiv RLS-in üstün çəhəti, tam gizlilikdir, çatışmayan çəhəti isə, hədəfə qədər məsafənin ölçülməsinin mümkünsüzlüyüdür;
- hədəfin aktiv və passiv aşkar olunma metodlarının texniki və təşkilati birləşdirilməsi;
- RLS-in fəza seleksiyasının artırılması;
- RLS-in şüalandırma vaxtını azaltmaq
- səpələnmiş ötürmə və qəbul;
- mürəkkəb siqnalların tətbiqi.

3.2 Sənayedə radiomaneə mənbələri

Müasir şəhərlərdə və sənaye mərkəzlərində hər dəqiqə həm qığılçılımla, həm də qığılçım olmadan çoxlu sayda çərəyan dövrlərinin açılması və kəsilməsi baş verir. Biz artıq tramvayı çərəyan dövrlərinin açılması və bağlanması nəticəsində yaranan güclü müdaxilə mənbəyi kimi qeyd etdik. Eyni müdaxilə mənbələri trolleybuslar, elektrik qatarları və hər çür elektrik lokomotivləri ola bilər. Qısaqapanmaların və elektrik dövrlərinin açıq dövrlərinin yaratdığı müdaxilələr tramvay idarə edicilərində, elektrik mühərriklərində və dinamolarda, rentgen aparatlarında, elektrik zənglərində və s.-də də baş verir. Hazırda onlardan nə qədər geniş istifadə olunduğunu xatırlatmaq kifayətdir. sənaye və məişət xidmətləri üçün elektrik mühərrikləri hər addımda şəhərlərə səpələnmiş çoxlu müdaxilə mənbələrini aydın təsəvvür etmək üçün. Bayaq qeyd etdiyimiz bütün radiomüdaxilə mənbələrində qığılçılımlar arzuolunmaz və hətta zərərli və bununla mümkün qədər mübarizə aparmağa çalışırlar. [5] Bununla belə, güclü radio müdaxiləsi mənbəyi olan, bir qığılçım və ya qövsün xüsusi olaraq yaradıldığı və istifadə olunduğu bir sıra cihazlar var. Bunlar, məsələn, elektrik qaynaq maşınları, qövs elektrikidir qızdırıcılar, qövs lampaları və işıq lampaları, daxili yanma

mühərriklərinin maqnit alovlanması, d'Aronval tipli elektromedikal cihazlar və bir çox başqaları. Buraya qılgılcım ötürücüləri də daxildir, onlardan hələ də kifayət qədər miqdar qalıb. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, kənar radiostansiyalar da maneə mənbəyi ola bilər. Bununla belə, bunlara əlavə olaraq, texniki, elmi və tibbi cihazlarda istifadə olunan yüksək tezlikli generatorların bütün çeşidi var. Bunlara daxildir: induksiya yüksək tezlikli sobalar, elektroterapiya üçün cihazlar, diatermiya və s.

Maneə mənbələrinə həmçinin çox geniş yayılmış rentgen aparatları, reklam üçün istifadə olunan neon lampalar, signal küçə işıqları, tibb və texnologiyada geniş istifadə olunan kvars çivə lampaları, çivəli dəyişən çərəyan rektifikatorları və s. daxildir. Bu da lazımdır. yüksək gərginlikli ötürmə xətlərində səssiz boşalma hadisələrinin yaratdığı müdaxiləni qeyd edin. Radio müdaxiləsinin son dərəcə çoxlu müxtəlif sənaye mənbələrinin indiçə verilmiş sadalanmasından belə nəticə çıxır ki, onların yaratdığı elektromaqnit şüalanmasının təbiəti, eləcə də spektrləri də son dərəcə müxtəlif olmalıdır. Onların arasında davamlı, demək olar ki, sinusoidal rəqslərin mənbələri və zəif sönümlü rəqslərin mənbələri və davamlı şüalanma spektrinə malik impuls tipli mənbələr. Radiasiyanın təbiətinə və buna görə də radio qəbuledicisinə təsirinə əsasən, bütün bu müxtəlif müdaxilə növləri adətən iki böyük qrupa bölünür. Birinci qrup müdaxiləyə, dövrü, sinusoidal və oxşar zəif sönümlü müdaxilə daxildir. Buna baxmayaraq, daha mürəkkəb və ya davamlı şüalanma spektrinə malik olan müdaxilə qeyri-dövrü və yaaperiodikmüdaxilə Təbii ki, bu iki qrup arasında kəskin xətt çəkmək mümkün deyil və bir sıra keçid halları var. Müxtəlif istehsalat müdaxilələrinin baş verməsi, yayılması, eləcə də fəaliyyət dairəsi onlara qarşı effektiv mübarizə tədbirlərinin işlənilib hazırlanması üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir və onlar son illərdə bir sıra ölkələrdə çox öyrənilmişdir. Artıq bu məsələlərlə bağlı çoxlu eksperimental material var və sənaye müdaxiləsi ilə mübarizə üçün bir sıra tədbirlər hazırlanıb[10]. Avtomobilin maqnitlərindən gələn müdaxilə radioqəbuledicidə müəyyən edilə bilərsə, məsafələrə qədər 100m, sonra müdaxilə X-ray və elektrik qaynaq maşınları yüzlərlə və hətta minlərlə metr məsafələrə təsir göstərir. Təbii ki, yüksək tezlikli mənbələrdən,

məsələn, tibbi cihazlardan, səth dalğaları üçün qurğulardan olan müdaxilələr xüsusilə uzun təsir spektrinə malikdir.

3.3 Radioqəbuledicilərin maneələrdən qorunma üsulları

Hərbi radiokommunikasiya sistemlərinin müdafiəsi, onların etibarlılığını və təhlükəsizliyini artırmaq üçün müxtəlif metodlar istifadə edilməlidir. Bu metodlar, təbii və insan tərəfindən yaradılan müdaxilələrə qarşı effektiv qoruma təmin edir. Radio, rabitə texnologiyalarının ən qədim və ən geniş yayılmış formalarından biri olaraq, dünyada informasiya və təcili rabitələrin yayılmasında həlledici rol oynayır. Yeni texnologiyaların meydana gəlməsinə baxmayaraq, Radio, xüsusən də uzaq ərazilərdə və təbii fəlakətlər zamanı vəçib bir mühit olaraq qalır. Bununla birlikdə, radio sistemlərinin bütövlüyü və funksionallığı, müdaxilə, siqnal sıxışma və kiber təhlükələri də daxil olmaqla müxtəlif amillər tərəfindən daima təhdid edilir[15]. Buna görə də, radio sistemlərinin qorunması onların etibarlılığını və effektivliyini təmin etmək üçün vəçibdir. Tezlik hoppanozu yayılmış spektr, ötürmə zamanı sürətlə keçid tezliyi ilə radio rabitələrin təhlükəsizliyini və möhkəmliyini artıran bir üsuldur. Bu üsul, icazəsiz partiyaların siqnalın tutulması və ya mürəbbələnməsi üçün çətinlik çəkir, çünki tezlik atlama naxışını dəqiq proqnozlaşdırmalıdırlar. Yüksək təhlükəsizlik tələb edən hərbi rabitə və digər tətbiqlərdə geniş istifadə olunur. Şifrələmə radio əlaqələrini qorumaq üçün daha bir kritik metoddur. Göndərilən məlumatları kodlayaraq, yalnız düzgün şifrəni açarı olan səlahiyyətli qəbuledicilər məlumat əldə edə bilər. Radio ötürmələrinin, xüsusən də həssas rabitələrin məxfiliyini və bütövlüyünü təmin etmək üçün İnkişaf etmiş şifrələmə standartları və digər kriptografik üsullar istifadə olunur.

İstiqamətli antenalardan istifadə müdaxilə və qulaq asma riskini minimuma endirə bilər. Bu antenalar, radio dalğalarının ötürülməsi və qəbul edilməsi, müəyyənləşdirilməmiş partiyalar tərəfindən tutulma və ya pozulduğu siqnalların ehtimalını müəyyənləşdirərək, radio dalğalarının ötürülməsi və qəbulunu müəyyənləşdirir. İstiqamətli antenalar, ümumiyyətlə işarə nöqtələri və təhlükəsiz ötürmələri tələb edən point-dən nöqtə rabitə və ssenarilərdə istifadə olunur. Effektiv spektrlərin idarə edilməsi müdaxiləni minimuma endirmək və radio tezliklərinin

optimal istifadəsini təmin etmək üçün vacibdir. Lisenziyalaşdırma yalnız səlahiyyətli qurumların radio ötürücülərini işlətməsini təmin edən tənzimləmə yanaşmasıdır. Lisenziyalar tələb etməklə, tənzimləyiçi orqanlar, müdaxilə və icazəsiz veriliş riskini azaltmaq, radio tezliklərinin istifadəsinə nəzarət edə və nəzarət edə bilirlər. Lisenziyalaşdırma, həmçinin hesabatlılığı və texniki standartlara və əməliyyat qaydalarına uyğunluğunu da təşviq edir [4]. Davamlı monitoring və radio siqnallarının aşkarlanması potensial təhdidlərin müəyyənləşdirilməsi və azaldılması üçün çox lazımdır. İnkişaf etmiş monitoring sistemləri, icazəsiz ötürmə və ya siqnal sıxılması kimi anomaliyaları aşkar edə bilər, təcili müdaxilə üçün imkan verir. Bu fəal yanaşma radio rabitəsinin bütövlüyünü qorumağa kömək edir və pozuntuların qarşısını alır. Artırma və ehtiyat sistemlərin həyata keçirilməsi radio rabitəsinin davamlılığını təmin edir. Birdən çox kanal və ya alternativ rabitə üsulu ilə, operatorlar ilkin sistemin uğursuzluğu və ya müdaxiləsi halında ehtiyat sistemlərinə tez bir zamanda keçə bilirlər. Bu strategiya, təcili reaksiya və hərbi əməliyyatlar kimi kritik rabitə sahəsində xüsusilə vacibdir. Potensial təhdidlər və qoruma üsulları haqqında radio operatorları və istifadəçiləri, təhlükəsiz ünsiyyətlərin qorunması üçün vacibdir. Mütəmadi təlim proqramları və maarifləndirmə kampaniyaları, şəxslərə müdaxilə, sıxılma və ya digər təhdidləri effektiv şəkildə tanımaq və cavab verməkdə kömək edə bilər. Məlumatlı və sayıq istifadəçi bazası, sağlam bir radio qorunması strategiyasının əsas komponentidir. Radio rabitə qorumaq, texnoloji, tənzimləmə və əməliyyat strategiyalarının birləşməsini tələb edən çoxşaxəli bir problemdir. [7] Tezlik hoppanozu kimi üsullar spektri, şifrələmə və yönləndirmə antenlərinin istifadəsi radio ötürmələrinin təhlükəsizliyini və etibarlılığını artırır. Spektrlərin idarə edilməsi və lisenziyası da daxil olmaqla tənzimləmə tədbirləri, müdaxilə və icazəsiz istifadənin qarşısını almağa kömək edir.

HESABI HİSSƏ

IV FƏSİL. RADIOQƏBULEDİCİLƏRDƏ SİQNAL-MANEƏ NİSBƏTİNİN HESABLANMASI ÜSULLARIN TƏDQIQI VƏ SƏHV EHTİMALININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

4.1 Radioqəbuledicinin mənbələrdən çıxarılması radio səsi

Radio qəbuledicilərində siqnal-maneə nisbətini (SIR) hesablanması və səhv ehtimalının (BER) təxmin edilməsi bir sıra əsas anlayışların və metodologiyaların başa düşülməsini və tətbiqini tələb edir.

Siqnal-Maneə Nisbəti (SIR)

SIR, siqnalın maneələr qarşısında keyfiyyətini ölçmək üçün istifadə olunan bir ölçüdür. O, istənilən siqnalın gücünün maneələrin gücünə nisbəti kimi müəyyən edilir.

$$SIR = \frac{P_{siqnal}}{P_{maneə}}$$

Burada:

- P_{siqnal} istənilən siqnalın gücüdür.
- $P_{maneə}$ maneə siqnallarının gücüdür.

Səhv ehtimalını təxmin etmə metodları:

1. Teorik analiz - Rabitə nəzəriyyəsindən əldə edilən teorik formullardan istifadə. Məsələn, Additiv Ağ Qaus Səs-küyü (AWGN) kanalında Binary Phase-Shift Keying (BPSK) sistemi üçün BER belə verilir:

$$BER = Q \left(\sqrt{2 \cdot \frac{P_{siqnal}}{N_0}} \right)$$

Burada Q – funksiyadır və N_0 səs-küy güc spektral sıxlığıdır.

2. Monte Karlo simulyasiyası – sistem vasitəsilə çox sayda bit ötürülməsini simulyasiya edir. Modelə uyğun olaraq səs-küy və maneəni təqdim edir. Bit səhvlərinin sayını sayıb və BER – ni təxmin etsək:

$$BER = \frac{\text{Səhv bit sayı}}{\text{Ötürülmüş bitlərin ümumi sayı}}$$

Sadə bir sistem üçün nümunə götürək .

1. Sistem parametrləri:

- İstənilən siqnal gücü: $P_{\text{siqnal}} = 10 \text{ mW}$
- Maneə gücü: $P_{\text{maneə}} = 2 \text{ mW}$
- Modulyasiya sxemi: BPSK
- Kanal: AWGN
- Səs-küy güc spektral sıxlığı: $N_0 = 0.5 \text{ mW/Hz}$

2. SIR – ni hesablanması:

$$SIR = \frac{P_{\text{siqnal}}}{P_{\text{maneə}}} = \frac{10}{2} = 5$$

3. BPSK üçün BER – ni hesablanması:

$$BER = Q\left(\sqrt{2 \cdot \frac{P_{\text{siqnal}}}{N_0}}\right)$$

$$BER = Q\left(\sqrt{2 \cdot \frac{10}{0.5}}\right) = Q(\sqrt{40})$$

$$Q(\sqrt{40}) \approx 1.91 \times 10^{-10}$$

Bu nümunədə, sadələşdirilmiş bir sistem üçün SIR və BER -ni hesablanması adımlarla göstərilmişdir.

1. AWGN kanalında BPSK üçün SIR qarşısında BER:

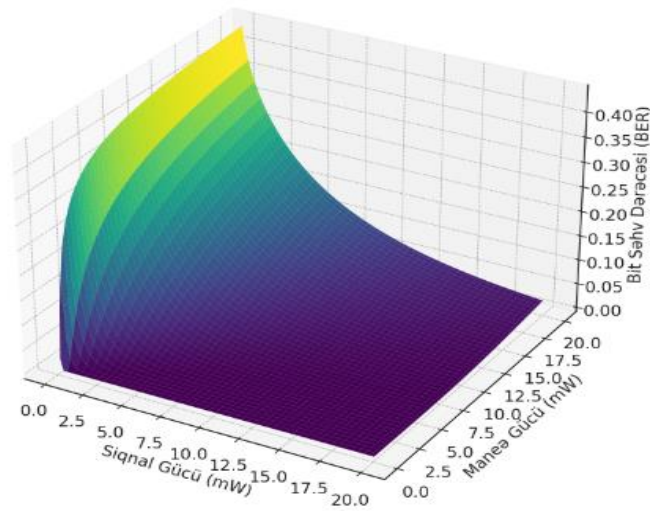
- Bu qrafik Siqnal-maneə nisbəti (SIR) funksiyası olaraq Bit səhv dərəcəsinə (BER) göstərir.
- Mavi əyri müxtəlif SIR dəyərləri üçün BER-ni təmsil edir.
- Qırmızı kəsikli xətt, sabit siqnal gücü 10mW və maneə gücü 2mW əsasında hesablanmış 5 SIR dəyərini göstərir.
- Yaşıl kəsikli xətt bu SIR dəyərində uyğun BER-ni göstərir, təxminən 1.91×10^{-10}
- Y-oxu loqarifmik miqyasdadır.

2. AWGN kanalında BPSK üçün SIR funksiyası olaraq BER:

- Bu 3D səth qrafiki BER-in həm siqnal gücü, həm də maneə gücü ilə necə

dəyişdiyini göstərir.

- X-oxu mW ilə siqnal gücünü təmsil edir və Y-oxu mW ilə maneə gücünü təmsil edir.
- Z-oxu BER dəyərlərini göstərir və rəng keçidləri müxtəlif BER səviyyələrini göstərir.
- Bu qrafik siqnal və maneə güclərinin dəyişməsinin BER-ə təsirini əyani şəkildə göstərir.



Şəkil 4.1. AWGN kanalında BPSK üçün SIR funksiyası olaraq BER.

Siqnalın intensivliyinin mütənasib olaraq artdığını xatırlayaqın İndi radio dalğalarının yayılması üzrə Beynəlxalq Komissiyanın məlumatlarına əsasən tərtib edilmiş $X = 600$ dalğa uzunluğunda işləyən radio ötürücüsünün sahə intensivliyi cədvəlinə müraciət edək.

Məsafə km -lərlə	Səpələnmə gücü 1 kw		Səpələnmə gücü 400 kw	
	$\lambda=600m$	$\lambda=1500m$	$\lambda=600m$	$\lambda=1500m$
50		6000		
100	1500	2800	30 000	
200	400	870	8000	17 400
300	140	500	2800	10 000

400	52	300	1040	6000
500	13	180	240	3600
600	8.5	100	170	2000
800	-	42	-	840
1000	4	18	80	360

Cədvəl 4.1 . Dalğalar üçün gün ərzində 1 mVt /sayğac və 400 kVt gücündə olan ötürücülərdən onlardan müxtəlif məsafələrdə düz bir səth üzərində sahə gücünün dəyərləri $\lambda = 600$ m $\lambda = 1500$ m

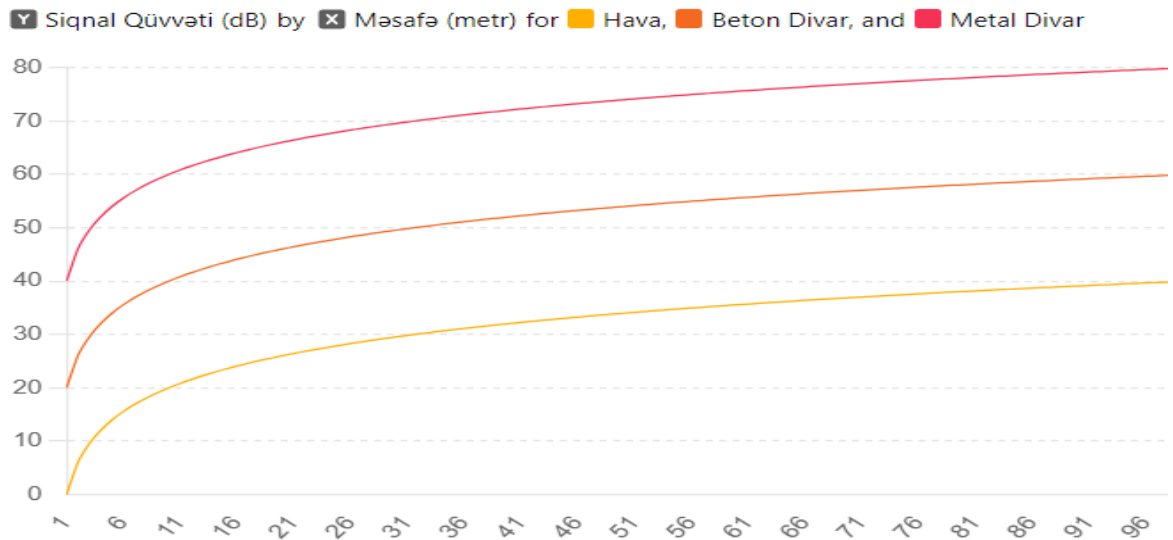
600 dalğa uzunluğunda işləyən 400 kilovatlq ötürücünün sahə intensivliyi artıq məsafədədir. 2 0 0 km ondan çəmi 8000-ə çatır ki, bu da böyük bir şəhərdə bədi radio yayımı almaq üçün kifayət edir. Çox yaxşı qəbul üçün 1 000jV/l sahə intensivliyinin kifayət etdiyi kənd yerlərində daha böyük məsafələrdə olur. Eyni cədvəldən aydın olur ki uzun dalğada ($a= 1500$ m) gündüz diapazonu daha böyükdür: beləliklə, sahənin intensivliyi 10.000 ə düşürV /myalnız 300 məsafədəkmötürücüdən və təxminən 800 məsafədə 1000 dV/.Vt-a qədər km. [12] Bu yolla gün ərzində böyük şəhərlərdə bədi radio yayımını, hətta çox güclü stansiyalardan da yaxşı qəbul etmək yalnız onlardan nisbətən kiçik bir məsafədə mümkündür.

Bir qısa dalğa diapazonunda radio səs-küyünün səviyyəsi xeyli aşağıdır və digər tərəfdən, daha sonra görəçəyimiz kimi, qısa dalğaların yayılması şərtləri orta və uzun dalğaların yayılması şərtlərindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Bununla belə, qısa dalğaların yayılması şərtlərinin dəyişkənliyi radio qəbuluna yeni, çox vaxt çox ciddi müdaxilələrə səbəb olur. [25] Buna görə də, hətta qısa dalğalarda gücü artırmaqla ötürülmələrin yüksək keyfiyyətli qəbulunu təmin etmək mümkün deyil. Böyük şəhərlərdə, əksər hallarda, uzaq stansiyalardan qəbul edilən ötürülmə sahəsinin o qədər gücünə nail olmaq praktiki olaraq qeyri-mümkündür ki, radio səs-küyünün üstündən qışqırmaq mümkün olsun və buna görə də bu hallarda, tək tezlik seçimi saflığın bədi çatdırılması üçün tələb olunanı təmin etməkdə açizdir qəbul. Çərçivədə istiqamətləndirilmiş qəbul da çox təsirli deyil, çünki müdaxilə edən radiasiya

mənbələri şəhərlərdə hər yerə səpələnmişdir. Yalnız nadir, təcrid olunmuş hallarda, güclü radio müdaxilə mənbəyi dəqiq müəyyən edilmiş məhdud məkanda yerləşdikdə, onun müdaxilə təsirindən xilas olmaq üçün məkan seçimi uğurla tətbiq oluna bilər. Sənaye radio müdaxiləsindən xilas olmaq probleminin ən sadə və ən radikal həlli təbii olaraq özünü təklif edir, yəni radio qəbuledicisini bu müdaxilənin mənbələrindən çıxarmaq. Bu qərar Dünya Müharibəsindən qısa müddət sonra radionun sürətli inkişafının lap əvvəlində yarandı və fəaliyyəti radioteleqraf və radiotelefon vasitəsilə mesajların fasiləsiz qəbulundan əhəmiyyətli dərəcədə asılı olan rabitə müəssisələri belə bir qənaətə gəldilər ki, belə bir sistem yaratmaq lazımdır. Çağırıcı xüsusi radio qəbulu mərkəzləri. Belə mərkəzlər adətən xidmət göstərdikləri böyük şəhərdən bir neçə on kilometr aralıda, radioötürücü stansiyalardan, ötürücü xətlərdən və digər radio müdaxilə mənbələrindən mümkün qədər uzaqda yerləşir. Müxtəlif şəhər və ölkələrdən radioteleqraf və radiotelefon mesajlarını qəbul etmək üçün avadanlıq müdaxiləni tamamilə aradan qaldırmaq üçün bəzən tam rezervasiya edilmiş xüsusi təchiz olunmuş binalarda yerləşdirilir. Xüsusi qəbuledici mərkəzin yerləşdiyi ərazi kifayət qədər böyük olmalıdır ki, yüksək istiqamətli qəbul üçün mürəkkəb antena sistemlərinin tikintisinə imkan verəcək ki, əvvəllər qeyd etdiyimiz kimi, bu, böyük ölçü tələb edir. Qəbul mərkəzinə daxil olan mesajlar naqillər vasitəsilə birbaşa baş teleqraf idarəsinin qəbul zalına ötürülür. Xüsusi qəbul məntəqələrinin tikintisi, təbii ki, həm də sənaye müdaxilələrindən azad olmaq və uzaq yerlərdən radio verilişlərinin qəbulu məsələsini həll edir, bu nöqtədə qəbul edildikdən sonra məftillə ən yaxın şəhərə mənzillərə ötürülür. abunəçilərin sayı.

4.2 Radio səs-küyünün qoruyucu mənbələri

Müasir rabitə sistemlərində siqnalın yayılmasının dəqiq hesablanması və maneələrin təsiri etibarlı siqnal ötürülməsini təmin etmək üçün vacibdir. Binalar, divar və təbii maneələr kimi radio maneələri, siqnalın keyfiyyətinə və gücünə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər.

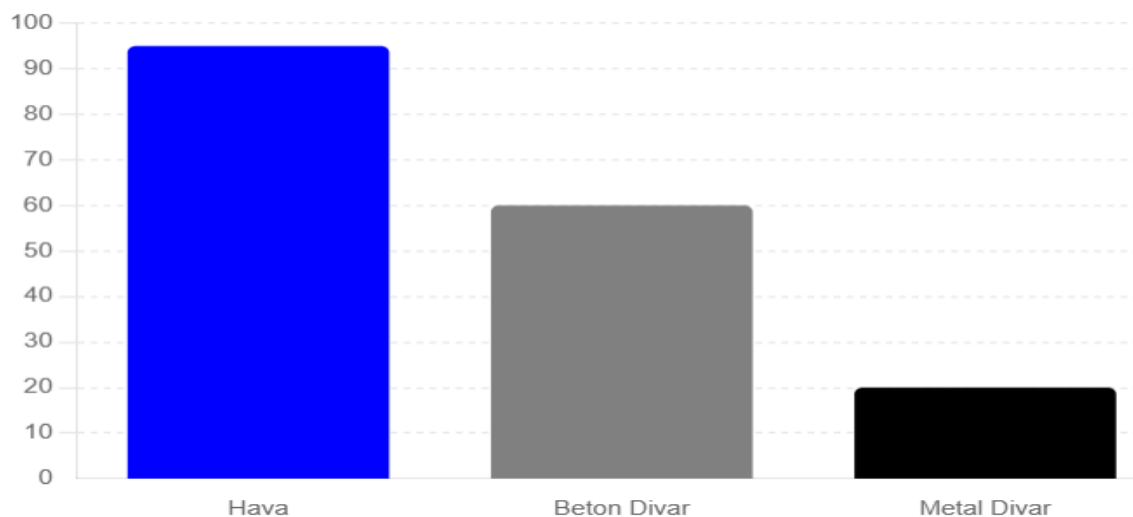


Şəkil 4.1. Sıqnalın məsafəyə görə azalması qrafiki.

1. Fərqli Maneələr üçün Sıqnalın Keçmə Ehtimalları

Maneə növü	Keçmə ehtimalı (%)
Hava	95
Beton divar	60
Metal divar	20

Cədvəl 4.2 Maneələr üçün Sıqnalın Keçmə Ehtimalları



Şəkil 4.2. müxtəlif maneələrə görə sıqnalın keçmə ehtimalı qrafiki.

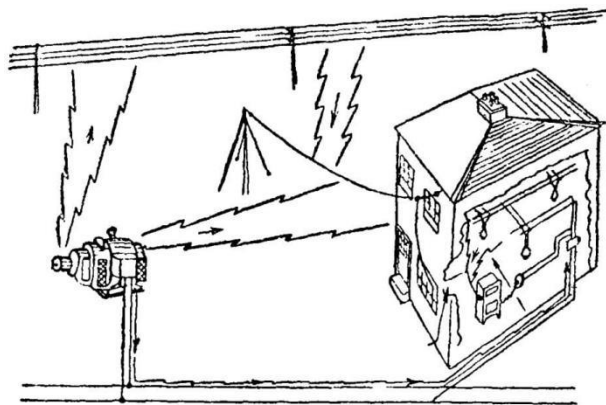
2. Sıqnalın zəifləmə dərəcəsinin hesablanması. Friis yayılma tənliyi:

$$P_r = P_t + G_t + G_r - 20 \log_{10}(d) - 20 \log_{10}(f) - 32.44$$

Açıqlaması: d məsafəsində f tezlikdə sıqnalın zəiflənməsini hesablayır.

Bununla belə, ayrılmış qəbul məntəqələrinin quraşdırılması hələ də şəhərin özündə radioqəbulun radio səs-küydən azad edilməsi məsələsini həll etmir. Elə vasitələri tapmaq və tətbiq etmək lazımdır ki, radiomaneə mənbəyi olan elektrik maşınlarının, cihazları və qurğularının normal fəaliyyətini pozmadan, bir tərəfdən onların yaratdığı elektromaqnit rəqslərini zəiflətməyə imkan versin. mümkün qədər və digər tərəflər bu vibrasiyaların radioqəbulediciyə daxil olmasının qarşısını alır. [7] Mənbənin özündə rəqslərin zəifləməsinə gəlinçə, bu, yalnız o hallarda mümkündür ki, bu rəqslərin istehsalı müəyyən bir cihazın, maşının və ya aparatın işinin məqsədi deyil, onlar bu cihazların işinə ən çox zərər verən yan fenomen (tramvayın, trolleybusun yerüstü şəbəkəsində qövs, elektrik maşınlarının qığılçım fırçaları, elektrik zəngi və s.). Titrəmələrin ya xüsusi olaraq yaradıldığı hallarda, hər hansı bir yüksək tezlikli qurğular və ya onlar bir çox şəkildə istifadə olunan bir qığılçım və ümumiyyətlə elektrik boşalmasının mövcudluğundan yaranır. Təbii ki, mümkün deyil. Bununla birlikdə, mənbənin özündə müdaxilə edən salınımların zəifləməsi, mümkünsə, yalnız kiçik dərəcədə və sənaye müdaxiləsindən xilas olmaq və ya minimuma endirmək üçün, mümkünsə, onların radio qəbuledicisinə daxil olmasının qarşısını almaq qalır.

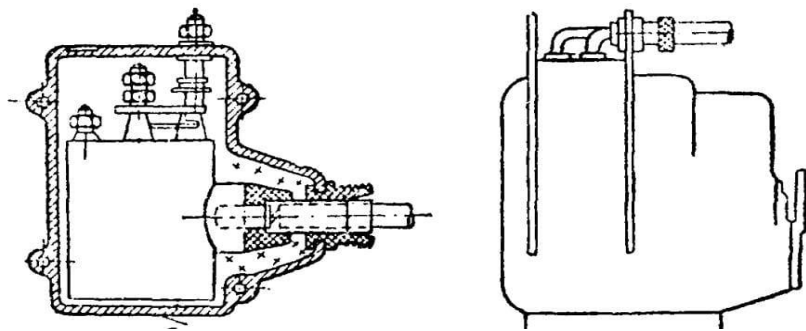
Radio qəbuluna mane olan vibrasiya qəbulediciyə müxtəlif yollarla daxil ola bilər.



Şəkil 4.3. Maneə mənbəyindən qəbulediciyə qədər maneənin yayılma yollarının diaqramı.

Ümumi halda, şəhər şəbəkəsindən enerji alan mənbədən xarici antenaya qoşulmuş eyni şəbəkədən qidalanan qəbulediciyə qədər bütün mümkün maneə yollarımız var. Bir tərəfdən, yüksək tezlikli çərəyanlar xətt boyunca keçir və ondan

birbaşa elektrik dövrəsi vasitəsilə qəbulediciyə, eləcə də otağın işıqlandırma şəbəkəsinə daxil olur, buradan induksiya yolu ilə antenna girişinə və oradan daxil olur. [9] Digər tərəfdən mənbədən qaynaqlanır maneə edir titrəyişlər onun olduğu yerdən kosmosa yayılır tutulur qəbuledici antena, həmçinin yaxınlıqdan keçən telefon və ya teleqraf xətti, bu da öz növbəsində antennaya təsir göstərir. Kosmosa elektromaqnit rəqslərinin radiasiyasını zəiflətmək olar. Elektromaqnit rəqslərinin mənbəyi bütünlüklə bir qutuya yerləşdirilir, hər tərəfdən yüksək keçirici metaldan divarlarla bağlanır, kifayət qədər qalın olduqda, elektromaqnit rəqslərinin pozulmasına imkan vermir.



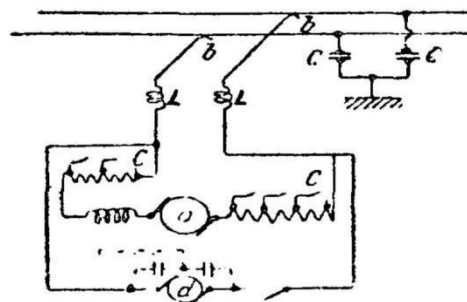
Şəkil 4.4. Maqnit alovlanma zirehləri.

Xüsusilə həssas və ya kritik qəbulun həyata keçirildiyi təyin edilmiş radio prizma mərkəzlərində. Belə zirehləri avtomobillərdə və təyyarələrdə maqnit alovlanması üçün də həyata keçirmək asandır. Bununla belə, texniki səbəblərə görə bu çür qorunma həmişə mümkün olmur, lakin hətta mümkün olan yerdə belə, zirehdə müxtəlif giriş və çıxışlar üçün deşiklər, elektromaqnit dalğalarının bir qədər sızması səbəbindən hələ də qalır və bu qalıq şüalanma ilə mübarizə aparılmalıdır. son şəkildə, yəni qəbulediciyə gedən yolu bağlayaraq.

4.3 Ötürülmüş radio səs-küyünün zəifləməsi tel ilə

Yüksək tezlikli salınımların yarandığı mənbədən qəbulediciyə gedən naqillərdən keçməsinə maneə törətmək və ya çətinləşdirmək və eyni zamanda birbaşa və ya aşağı tezlikli çərəyanın dövrünü üçün yolu sərbəst buraxmaq üçün vasitələrdən istifadə edilə bilər. Burada mexaniki strukturun bu və ya digər hissəsini sürətli titrəyişlərdən- zərbələr və ya sarsıntılar nəticəsində yaranan vibrasiyalardan, eyni zamanda onun hərəkətinin müəyyən xarakterini qoruyub saxlamaq lazım olduqda, mühəndislikdə ortaya çıxan eyni problemlə qarşılaşırıq. məsələn mütərəqqi. Belə ki,

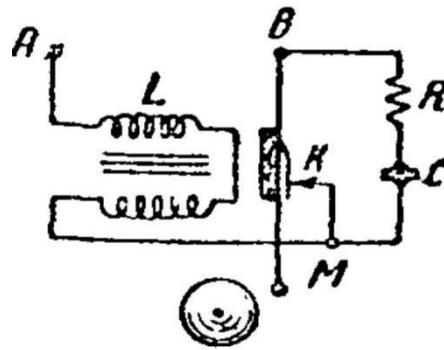
qeyri-bərabər yollarda hərəkət edərkən avtomobili və ya ekipajı zərbələrdən və zərbələrdən qorumaq üçün kuzov birbaşa təkərlərin oxlarına deyil, yaylara- nazik polad zolaqlardan hazırlanmış elastik dayaq- yaylara yerləşdirilir. Böyük görəətəltəbdən vəzəif sti prož intəkər oxlarının istənilən sürətli zərbələri və vibrasiyaları gövdəyə çox zəif ötürülür və praktiki olaraq kosmosdakı vəziyyətinə qəfil dəyişikliklərə səbəb olmur, halbuki gövdə, əlbəttə ki, oxların mövqeyində yavaş dəyişiklikləri. O da məlumdur ki, zərbələrdən qorunmaq və qeyri-bərabər vuruşlu mühərriklə idarə olunan mexanizmlərin vahid fırlanmasını təmin etmək lazım olan hallarda kütləvi kənarlarında qalınlaşma ilə sözdə volan. [19] Kütlələrin ətaləti və yayların elastikliyi mühəndislikdə zərbələrdən əsas qorunma vasitəsidir və onların yaratdığı vibrasiya. Yaranan vibrasiyaları məhv etmək, onları nəmləndirmək lazım olduğu hallarda, məlum olduğu kimi, sürtünmədən geniş istifadə olunur. Elektrik rəqsləri sahəsində bizdə yaylara və volana analogi vasitələr də var mexanikada mövqenin sürətli dəyişmələrinə, texniki aşağı tezlikli çərəyanlardan yavaş dəyişikliklərə bənzər yüksək tezlikli rəqsləri ayırmağa imkan verən vasitələr vəziyyətdə və ya birbaşa çərəyandan. Bu vasitələr, tutumu burada mexanikada yayın elastikliyi ilə eyni rolu oynayan elektrik kondansatoru və endüktansı volanın ətalətinə uyğun gələn öz-induksiya rulonları və ya boğuşulardır. Radiotexnikada arzuolunmaz salınımları aradan qaldırmaq üçün mexanikadakı sürtünmə roluna olduqca oxşar olan elektrik müqavimətlərindən istifadə olunur.



Şəkil 4.5. Əsas mənbələrin diaqramı trolleybus maneəsi və onlardan qorunma tədbirləri.

Hər ötən xəttə radiasiyanı zəiflətmək üçün 50-100 iki birləşdirin orta əsaslı nöqtəsi olan seriyalı birləşdirilmiş kondansator. Xəttə maneə edən vibrasiya yolunu

bağlamaq üçün tənzimləyicilər əsas mühərrikə mümkün qədər yaxın olan və adətən trolleybusun damında quraşdırılmış boyunduruqlarla ardıcıl olaraq işə salınır. Şokların endüktansı aşağıdakı kimi seçilir: onlara maksimum müqavimət göstərmək üçün güclü maneə tezliyi haqqında idi 10 000 ohm. [30] Reostatın idarəetmə dövrəsinə endüktans boğucu daxildir 1 20 millihenry. Bastırma nümunəsi olaraq



Şəkil 4.6. Elektrik SKOM zəngində maneənin qarşısının alınması.

Elektrik çərəyanından istifadə edərək titrəmələr endüktansına görə L ç kontaktlar açıldıqda dövrlər Elektrik zəngi verək. Elektromaqnit bobininin yüksək üçün radio qəbuluna mane olan yüksək tezlikli salınımlar yaranır. Bu rəqsləri söndürmək nöqtələrə kontaktlara paralel və müqaviməti yandırın. 2 konteyner ilə ardıcıl olaraq. Dövrə açıldığı anda bu müqavimət salınım dövrəsinə daxil edilir və onun zəifləməsini artırır, fasilələrin yaranmasının qarşısını alır titrəmə vibrasiyaları. Qeyd etmək lazımdır ki, müqavimətin bu çür daxil edilməsi eyni zamanda kontaktların açılması anında baş verə biləcək qılgılcımı çox zəiflədir və hətta söndürür və beləliklə, kontaktları yanmaqdan qoruyur.

4.4 Kompensasiya üsulu

Radio-barrierlər, siqnalların yayılma mühitində qarşılaşdıqları maneələri aşmaq məqsədilə istifadə olunan sistemlərdir. Bu texnologiya, siqnalın maneələrdən keçərkən zəifləməsi və ya yayılması kimi hadisələri araşdırır və optimallaşdırır. [12] Radio-barrierlərin effektivliyini müəyyən etmək üçün əsas parametr siqnal-maneə nisbətidir.

Siqnal-maneə nisbəti (SNR), siqnalın gücü ilə maneənin gücü arasındakı fərqi göstərir və dB (deçibel) ilə ölçülür. Bu nisbət, aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{P_s}{P_n} \right)$$

Burada, P_s siqnalın gücünü, P_n isə maneənin gücünü göstərir. Bu nisbət, siqnalın keyfiyyətini və sistemin effektivliyini müəyyən etmək üçün əsas parametrlərdən biridir.

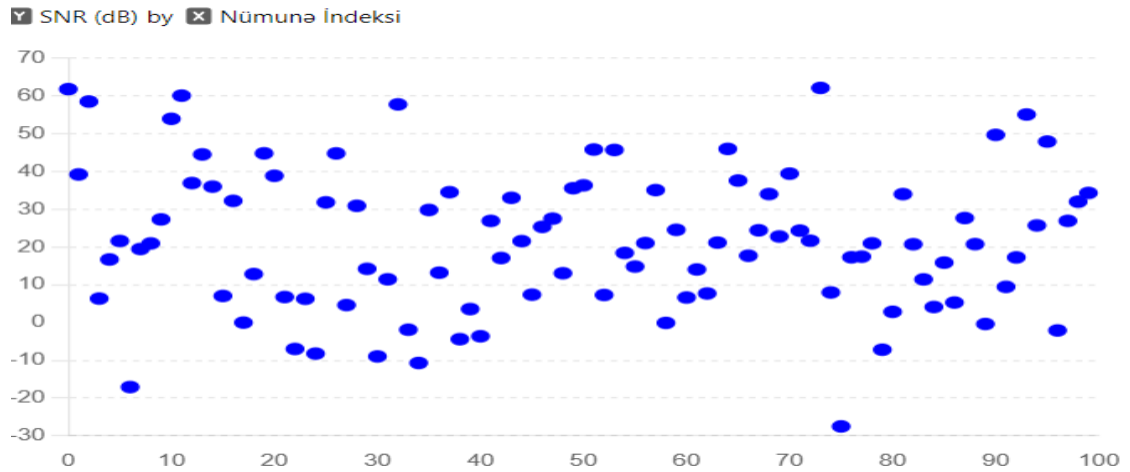
Hesablama Prosesində Xəta Ehtimalları

- Siqnal-maneə nisbətinin hesablanması prosesində müxtəlif xəta mənbələri mövcuddur. Bu xətlər, əsasən aşağıdakı kateqoriyalara bölünür:
- *Mühit Xətalrı:* Siqnalın yayılma mühiti, hesablama prosesində xətalara səbəb ola bilər. Məsələn, atmosfer şəraiti, rütubət və temperatur dəyişiklikləri siqnalın zəifləməsinə təsir edə bilər.
- *Ölçmə Xətalrı:* Siqnal və maneə gücünün ölçülməsi prosesində ortaya çıxan xətlər. Bu xətlər, ölçmə cihazlarının kalibrlənməsi və ya texniki xüsusiyyətlərindən qaynaqlana bilər.
- *Statistik Xətlər:* Siqnal-maneə nisbətinin hesablanmasında istifadə olunan statistik metodlar da müəyyən xəta ehtimallarını ehtiva edir. Bu xətlər, məlumatların toplanması və işlənməsi mərhələsində meydana gələ bilər.

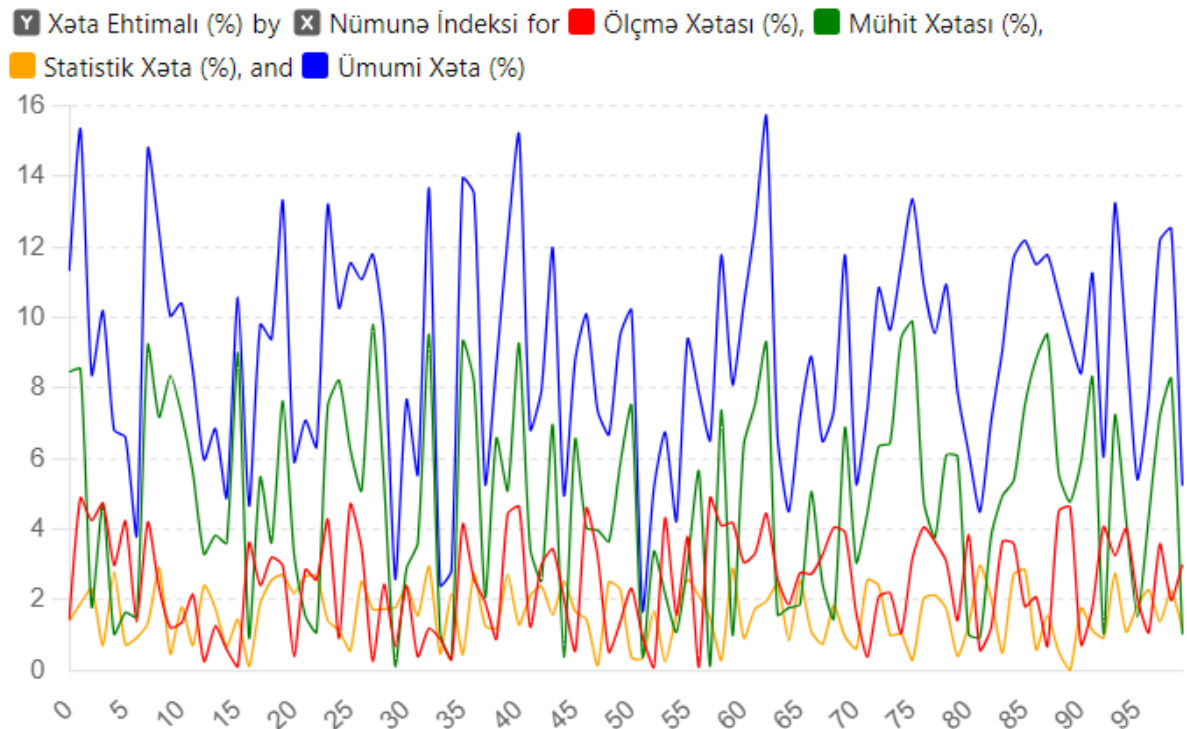
Xəta Ehtimallarının Azaldılması Yolları

Siqnal-maneə nisbətinin hesablanması prosesində xəta ehtimallarının azaldılması üçün aşağıdakı metodlar tətbiq edilə bilər:

- *Mühitin Təhlili:* Siqnalın yayılma mühitinin detallı təhlili və nəzərə alınması, mühit xətlərini minimuma endirilməsinə kömək edə bilər. Məsələn, atmosfer şəraitinin real zamanlı monitorinqi və modelləşdirilməsi bu məqsədə xidmət edə bilər.
- *Dəqiq Ölçmə Cihazları:* Ölçmə xətlərini azaltmaq üçün yüksək dəqiqlikli və kalibrlənmiş ölçmə cihazlarının istifadə edilməsi vacibdir. Cihazların mütəmadi olaraq yoxlanması və kalibrlənməsi də xəta ehtimallarını azaldar.
- *İstatistik Metodların İnkişafı:* Daha dəqiq statistik metodların və alqoritmlərin tətbiq edilməsi, hesablamalarda yaranan xətləri azalda bilər. Məlumatların daha dəqiq toplanması və işlənməsi də bu prosesə töhfə verir.



Şəkil 4.7. Signal-Maneə Oranının (SNR) Hesablamaları. Hər bir nöqtə müəyyən bir nümunə üçün SNR (dB) dəyərini göstərir.



Şəkil 4.8. SNR Hesablamalarında Xəta Ehtimalları. Qrafik ölçmə, mühit və statistik xətalara, həmçinin ümumi xətanın ehtimallarını göstərir. Hər bir xətt müəyyən bir nümunə üçün fərqli xəta ehtimalını təmsil edir.

Biz bu fəslə qəbul edən yerdə müxtəlif növ radio maneələrinin qarşısının alınmasının başqa üsulunu nəzərdən keçirərək bitirəcəyik. Bu çox təsirlidir. Metod aşağıdakılara əsaslanır. Məsələn, qəbuledici antenna qəbul edilən siqnalın dalğasına maneədən təsirlənsin ki, bu da siqnalda daha intensivdir. nağd, ona görə də qəbul tamamilə mümkün deyil. Maneə mənbəyi qəbul yerinə nisbətən yaxındırsa, yuxarıda

gördüyümüz kimi, o, antenada induksiya vasitəsilə təsir edəcəkdir, keçən elektrik xətlərinə və ya işıqlandırma şəbəkələrinə[18]. Bu hallarda, adətən başqa bir köməkçi antenani yerləşdirmək çətin deyil ki, maneədən salınan salınımlar yaxşı induksiya edilsin və eyni zamanda qəbul edilən siqnallardan salınan salınımlar çox zəif və ya heç həyəcanlanmasın. Əgər indi müvafiq gücləndirmə və ya zəiflətmə yolu ilə salınımların amplitüdünü maneədən əsas qəbuledici antenada olduğu kimi eyni dəyərə gətirsək və sonra onları qəbuledicinin girişinə birləşdirsək, əvvəllər hər ikisinin istiqamətlərinin maneə nəticəsində yaranan salınımlar birbaşa əksdir, onda onlar açıq şəkildə bir-birini qarşılıqlı şəkildə məhv edəcəklər. Tam birini burada alacağıq kompensasiya qəbulediciyə maneə təsiri. Siqnaldan gələn salınımlar ya qismən kompensasiya ediləcək, ya da zəiflədilməyəcək və buna görə də onların qəbulu maneədən azad olacaqdır. Kompensasiya üsulu, maneənin yatırılmasının bu üsulu adətən adlandığından, maneənin qəbulediciyə köməkçi yol üzrə verilməsinə əsaslanır ki, o, elə seçilir ki, mümkün olduqda qəbul edilən siqnaldan heç bir salınım bu yol boyunca keçməsin. yol ümumiyyətlə və ya yalnız çox zəifdir. Təcrübənin göstərdiyi kimi, kompensasiya metodu, hətta zəif stansiyaların qəbulunu tibbi avadanlıqların yaratdığı güclü maneədən azad etmək üçün uğurla istifadə edilə bilər.

NƏTİCƏ

1. Radioqəbuledicilərin maneələrdən qorunması ekranlaşdırma, filtrləmə, antenna dizaynı, tezliklərin idarə edilməsi və adaptiv üsulların birləşməsini əhatə edir. SNR, BER, həssaslıq və seçicilik kimi parametrlərin qiymətləndirilməsi performansın qiymətləndirilməsi üçün çox vacibdir. Bu parametrləri hesablamaqla və qrafik asılılıqları qurmaqla biz müdaxilənin təsirini daha yaxşı başa düşürük və təkmilləşdirmə üçün effektiv strategiyalar hazırlayırıq. Radioqəbulediciləri xarici elektromaqnit müdaxiləsindən qorumaq üçün mis, alüminium və ya keçirici polimerlər kimi materiallardan istifadə etmək məqsədə uyğundur.
2. Radio maneələr effektiv ünsiyyət üçün əhəmiyyətli problemlər yaradır, lakin hərtərəfli başa düşülməsi və qabaqcıl texnologiyaların tətbiqi və strateji planlaşdırma ilə onların təsirini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olar. Süni intellektə inteqrasiya etməklə, ağıllı materiallar inkişaf etdirməklə, qaydaları təkmilləşdirməklə və şəhərsalmada əməkdaşlığı inkişaf etdirməklə biz radio rabitə sistemlərinin etibarlılığını və səmərəliliyini artırmaqla bilərik. Dəyişən ətraf mühit şəraitini proqnozlaşdırmaq, onlara uyğunlaşmaq və real vaxt rejimində siqnal yollarını optimallaşdırmaq üçün AI alqoritmlərindən istifadə etmək məqsədə uyğundur.
3. Müxtəlif təsir azaltma strategiyalarını həyata keçirməklə, hərbi rabitə sistemləri qarşılaşdıqları çoxsaylı müdaxilə mənbələrinə qarşı daha effektiv edilə bilər. Yüksək istiqamətli antenalardan istifadə siqnalların ötürülməsi və qəbuluna fokuslanması üçün dahada məqsədə uyğundur.
4. Rabitə keyfiyyətinə təsir edən kritik amillərdən biri siqnal keyfiyyətinin müdaxilə ilə bağlı ölçüsü olan Siqnal-Müdaxilə Nisbətidir (SIR). Tez-tez Bit Error Rate (BER) və ya Symbol Error Rate (SER) olaraq adlandırılan xəta ehtimalı ötürülən məlumatlarda xətalara olma ehtimalını göstərən kommunikasiya sistemlərində mühüm əhəmiyyətdir. Radiomüdaxilələrdən qorunmaq üçün tezliyi davamlı olaraq dəyişdirmək məqsədə uyğundur.

QISATMALAR VƏ BEYNƏLXALQ SÖZLƏRİN MƏNALARI

REM – radioelektron mühafizə

RLS – radiolokasiya stansiyaları

EMT – elektromaqnit təsiri

RFT – radio frekans təsiri

RL - radiolokasiya

REK – radioelektron kəşfiyyat

HHS – hərəkət edən hədəfin silleksiyası

SNR – signal maneə nisbəti

BER - bit error rate

SER - symbol error rate

AWGN - Additiv Ağ Qaus Səs-küyü

BPSK - Binary Phase-Shift Keying

İSTİNAD OLUNAN MƏNBƏLƏR

1. Behagi, Ali A. Rf And Microwave Circuit Design: A Design Approach Using Ads. Wiley, 2012.
2. Beranek, Leo L., And Istvan L. Ver. Noise And Vibration Control Engineering: Principles And Applications. Wiley, 2006.
3. Blaunstein, Nathan, And Christos Christodoulou. Radio Propagation And Adaptive Antennas For Wireless Communication Networks. Wiley, 2006.
4. Bowick, Christopher, Cheryl Aljuni, And John Blyler. Rf Circuit Design. Newnes, 2007.
5. Carlson, A. Bruce, And Paul B. Crilly. Communication Systems: An Introduction To Signals And Noise In Electrical Communication. Mcgraw-Hill, 2009.
6. Craig, K. Radio Frequency Interference Handbook. Mcgraw-Hill, 2002.
7. Elbert, Bruce R. Interference Analysis: Modelling Radio Systems For Spectrum Management. Artech House, 1995.
8. Elbert, Bruce R. Radio Frequency Interference In Communications Systems: Detect And Resolve. Artech House, 1995.
9. Fitz, Michael P. Fundamentals of Communications Systems. Communications Engineering. McGraw-Hill Companies. New York, 2017. 670 p.
10. Haus, Hermann A. Electromagnetic Noise And Quantum Optical Measurements. Springer, 2000.
11. Həsənov A.H., Binnətov M.F., Rüstəmov Ə.R., Kişiyev H.T. Radiotexniki vasitələrin konstruksiya edilməsi və texnologiyası, II hissə Radiotexniki vasitələrin texnologiyası. Bakı, Heydər Əliyev adına Hərbi İnstitutunun mətbəəsi, 2023.-202 səh.
12. Həsənov M.H., Əliyev C.Ə. Optik telekommunikasiya sistemlərinin müasir texnologiyaları. Bakı 2017. - 412 səh.
13. İbrahimov B.Q. Telekommunikasiya sistemləri və texnologiyaları. Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti. AZTU, Bakı, 2021.– 354 s.

14. Kinsler, Lawrence E., And Richard A. Kolk. Understanding And Reducing Aircraft Noise: Essential Theory And Effective Control. Cambridge University Press, 2010.
15. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. Учеб. пос.М., 2007- 356 с.
16. Мелвин, Уильям Л., And James A. Scheer. Principles Of Modern Radar: Basic Principles. Scitech Publishing, 2012.
17. Michael, Steer. Microwave And Rf Design: A Systems Approach. Scitech Publishing, 2009.
18. Мəһəռғəтəмəν V. Rəqəmlə rədiərabətənin əsəslərə. AzTU, Baku, 2017.
19. Основы инфокоммуникационных технологий. Учебное пособие для ВУЗов/В.В. Величко, Г.П. Катунин, В.П. Шувалов; под ред. проф. Шувалова В.П.–М.: Горячая линия – Телеком, 2019.–712 с.
20. Ott, Henry W. Electromagnetic Compatibility Engineering. Wiley, 2009.
21. Perez, Reinaldo. Fundamentals Of Electromagnetic Compatibility. Wiley, 2006.
22. Perez, Reinaldo. Handbook Of Aerospace Electromagnetic Compatibility. Wiley, 2017.
23. Poisel, Richard A. Introduction To Communication Electronic Warfare Systems. Artech House, 2008.
24. Poisel, Richard A. Modern Communications Jamming Principles And Techniques. Artech House, 2004.
25. Rappaport, Theodore S. Wireless Communications: Principles And Practice. Prentice Hall, 2002.
26. Росляков А.В. СЕТЬ 2030: архитектура, технологии, услуги. М.: Колос-с, 2022. - 324 с.
27. Saunders, Simon R., And Alejandro Aragón-Zavala. Antennas And Propagation For Wireless Communication Systems. Wiley, 2007.

28. Schleher, D. Curtis. Advanced Electronic Warfare: Technologies, Applications, And Techniques. Artech House, 1986.
29. Steer, Michael. Microwave And Rf Design: A Systems Approach. Scitech Publishing, 2009.
30. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А. Сети мобильной связи 5G: технологии архитектура и услуги. М.: Издательский дом Медиа Паблицер, 2019. - 376 с
31. Weston, David. Electromagnetic Interference And Compatibility: A Practical Guide. Marcel Dekker, 2001.
32. Wyglinski, Alexander M., Di Pu, And Daniel B. Sweeney. Digital Communication Systems Engineering With Software-Defined Radio. Artech House, 2013.
33. Ziemer, Rodger E., And William H. Tranter. Principles Of Communications: Systems, Modulation, And Noise. Wiley, 2010.