

MODULYATSIYA TURLARI VA ULARNING XUSUSIYATLARI

Xusanova Nilufar¹Zaxidov Ibroximjon²¹ Namangan davlat universiteti Fizika

yoʻnalishi 3-bosqich talabasi

xusanovanilufar262@gmail.com² Namangan davlat universiteti

Fizika kafedrasi dotsenti, p. f. n.

Annotatsiya. Fizika sohalaridagi zamonaviy fan yutiqlariga tayangan holda fizika qonuniyatlarini fan va texnikada keng qoʻllaniladi. Radioelektronika qonuniyatlarni oʻrganish hozirgi zamonning dolzarb vazifalaridandir. Ushbu maqolada radioaloqa tizimlarida keng qoʻllaniladigan modulyatsiya jarayonining umumiy tamoyillari, tashuvchi toʻlqin parametrlarining oʻzgarishi va axborotni uzatishdagi ahamiyati tahlil qilingan. Maqola radioelektronika asoslarini oʻrganayotgan talabalar uchun nazariy bilimlarni mustahkamlash va ularni amaliy jihatdan qoʻllay olish koʻnikmasini shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit soʻzlar: modulyatsiya, spektr samaradorligi, shovqin, radioaloqa, mobil aloqa, signal, telekommunikatsiya, elektomagnit toʻlqin, radiochastota, radiotoʻlqin, amplituda, chastota, faza.

ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Аннотация. Опираясь на современные достижения науки в области физики, законы физики широко применяются в науке и технике. Изучение закономерностей радиоэлектроники является одной из актуальных задач современности. В данной статье проанализированы общие принципы процесса модуляции, широко применяемого в системах радиосвязи, изменения параметров несущей волны и их значение при передаче информации. Статья предназначена для укрепления теоретических знаний и формирования навыков практического применения у студентов, изучающих основы радиоэлектроники.

Ключевые слова: модуляция, спектральная эффективность, шум, радиосвязь, мобильная связь, сигнал, телекоммуникации, электромагнитная волна, радиочастота, радиоволна, амплитуда, частота, фаза.

TYPES OF MODULATION AND THEIR CHARACTERISTICS

Abstract. Based on modern scientific achievements in the fields of physics, the laws of physics are widely applied in science and technology. The study of radioelectronic principles is one of the most pressing tasks of the modern era. This article analyzes the general principles of the modulation process widely used in radio communication systems, changes in the parameters of the carrier wave, and their significance in information transmission. The article serves to strengthen theoretical knowledge and develop practical application skills for students studying the fundamentals of radioelectronics.

Keywords: modulation, spectral efficiency, noise, spectrum, radio communication, mobile communication, signal, telecommunications, electromagnetic wave, radio frequency, radio wave, amplitude, frequency, phase.

Kirish. Radiotoʻlqinlar tarkibida foydali axborot signalining uzatilishi uzatiluvchi axborotning soʻnmas yuqori chastotali tok tebranishlarida aks etishini talab qiladi. Birlamchi foydali axborotning boshqaruv signallari yordamida yuqori chastotali tok bilan boshqariladigan jarayon modulyatsiya deb ataladi. Modulyatsiyalash uchun yuqori chastotali tebranishlar kattaliklaridan birinchi foydali axborot signali boʻyicha oʻzgartirish lozim. Demak, generator ishlab chiqarayotgan yuqori chastotali tok uchta asosiy parametrga - amplituda, chastota hamda tebranishlar fazasiga ega:

$$i_A = I_A \cos(2\pi\nu t + \varphi) \quad (1)$$

bu yerda I_A – tok amplitudasi, $\omega = 2\pi\nu$ – tebranishlar chastotasi, φ – ularning fazasi.

Asosiy qism. Modulyatsiya yuqori chastotali tokning amplitudasi yoki chastotasi yohud fazasi oʻzgarishi bilan hosil boʻladi. Shunga koʻra modulyatsiya amplitudali, chastotali va fazali boʻladi [1].

Amplitudali modulyatsiya (AM). Amplitudali modulyatsiyada yuqori chastotali tok amplitudasi boshqaruvchi signal (foydali axborot signali) boʻyicha oʻzgaradi. Amplituda modulyatsiyasining oddiy hodisasi uning chastotasi bitta ovoz chastotasi (bir tonli tebranishlarni uzatish hodisasi) bilan modulyatsiyalanishi hisoblanadi. Shu holni koʻrib chiqamiz. Aytaylik, yuqori chastotali generator ishlab chiqarayotgan tebranishlar quyidagi qonun boʻyicha oʻzgarsin:

$$i_G = I_G \cos 2\pi\nu t \quad (2)$$

Ular

$$i_{\text{ovoz}} = I_{\text{ovoz}} \cos 2\pi F t \quad (3)$$

ovoz chastotasi bilan modulyatsiyalanadi. Tavsifga binoan, modulyatsiyalangan tok tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$i_M = I_M \cos 2\pi\nu t = (I_G + \Delta_{\max} \cdot \cos 2\pi F t) \cdot \cos 2\pi\nu t, \quad (4)$$

bu yerda I_M – modulyatsiyalangan tok amplitudasi;

I_G – modulyatsiyagacha bo‘lgan tok amplitudasi, ΔI_{MAX} – modulyatsiyadagi tok amplitudasining maksimal o‘zgarishi: ν – yuqori chastota; F – modulyatsiya chastotasi. Tenglama (4) ni o‘zgartirish quyidagini beradi:

$$i_M = I_G \cos 2\pi \nu t + \frac{1}{2} m \cdot I_G \cos 2\pi(\nu + F)t + \frac{1}{2} m \cdot I_G \cos 2\pi(\nu - F)t \quad (5)$$

Bu yerda $m = \frac{\Delta I_{MAX}}{I_G}$ – modulyatsiya chuqurligi koeffitsiyenti deyiladi.

Tenglama (5) dan modulyatsiyalangan tebranishlar I_G va $\frac{m}{2} \cdot I_G$ hamda amplitudalar va ν , $\nu + F$, $\nu - F$ chastotalar bilan tavsiflanuvchi uchta so‘nmas tebranishlarning tashkil etuvchilaridan iborat ekanligi ko‘rinadi. Tenglama (5) ning birinchi qo‘shiluvchisi tashuvchi chastotaning so‘nmas tebranishlarini ifodalaydi, ikkinchi va uchinchi qo‘shiluvchilar esa tashuvchilardan $\mp F$ gersga farqlanuvchi yon chastotalar tebranishidir. $\nu + F$ va $\nu - F$ – yuqori va pastki yon chastotalar deyiladi.

Modulyatsiya koeffitsiyenti “m” ni grafik yo‘l bilan, modulyatsiyalangan tokning vaqt diagrammasidan foydalanib, quyidagi munosabat dan topiladi.

$$m = \frac{I_{Gmax} - I_{Gmin}}{I_{Gmax} + I_{Gmin}} \cdot 100\%.$$

Modulyatsiya chuqurligi koeffitsiyenti miqdori qancha katta bo‘lsa, qabul qilish tomonidagi tok kuchi ham shuncha katta bo‘ladi. Ammo bu miqdor 1(100 foiz modulyatsiya)dan katta bo‘lishi mumkin emas, chunki bunda kuchli buzilishlar (o‘ta modulyatsiya) paydo bo‘ladi. Amalda $m=0,4...0,6$ olinadi. Axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya sohasining jadal rivojlanishi signal uzatishning samarali usullarini talab etadi. Axborotni bevosita past chastotada uzatish texnik va fizik cheklovlar sababli samarasiz hisoblanadi. Shu sababli aloqa tizimlarida modulyatsiya jarayonidan foydalaniladi. Modulyatsiya axborot signalini yuqori chastotali tashuvchi signal bilan moslashtirish orqali signalning uzoq masofaga kam yo‘qotish bilan uzatilishini ta‘minlaydi. Modulyatsiya jarayonida tashuvchi signalning asosiy parametrlari - amplituda, chastota yoki faza axborot signaliga muvofiq ravishda o‘zgartiriladi. Tashuvchi signal odatda yuqori chastotali sinusoidal tebranish bo‘lib, u elektromagnit to‘lqin ko‘rinishida tarqaladi. Modulyatsiya qilinmagan signal axborotni tashiy olmaydi, modulyatsiya esa uni mazmunli signalga aylantiradi. Modulyatsiyaning asosiy vazifalari signalni uzoq masofalarga uzatish, antennalar o‘lchamini kichraytirish, turli aloqa kanallarini bir vaqtda ishlatish imkonini yaratish, shovqin va xalaqitlar ta‘sirini kamaytirish, spektrdan samarali foydalanish [2].

Amplitudali modulyatsiyada tashuvchi signal amplitudasi axborot signalining o‘zgarishiga mos ravishda o‘zgaradi. Chastota va faza doimiy bo‘lib qoladi. Afzalliklarini gapirib o‘tsam sxemasi soda, ishlab chiqarish xarajati kam, oddiy qabul qilgichlar bilan qabul qilish mumkin. Shu bilan birga kamchiliklari ham mavjud.

Shovqinga juda sezgir, quvvat samaradorligi past, spektrdan foydalanish darajasi past. Amplitudali modulyatsiya asosan o'rta va uzun to'liqinli radioeshittirishda qo'llaniladi.

Chastotali modulyatsiya. Chastotali modulyatsiyada tashuvchi signal chastotasi axborot signaliga bog'liq holda o'zgaradi, amplituda esa o'zgarmaydi. Afzalliklari shovqinga chidamliligi yuqori, ovoz sifati yaxshi, amplitudali shovqinlarga kam sezgir. Shu o'rinda chastotali modulyatsiyani ham kamchiliklari mavjud. Ular keng chastota polosasi talab etadi, apparat qismi murakkabroq. Chastotali modulyatsiya (FM) asosan FM-radioeshittirish, aviatsiya va professional radioaloqada qo'llaniladi.

Fazali modulyatsiya (PM). Bu usulda tashuvchi signal fazasi axborot signaliga mos ravishda o'zgaradi. Fazali modulyatsiyaning xususiyatlarini aytib o'tsam. Shovqinga nisbatan barqaror, matematik jihatdan murakkab, raqamli modulyatsiyaga o'tishda muhim asos hisoblanadi.

Raqamli modulyatsiya turlari: raqamli modulyatsiyada uzatilayotgan axborot diskret ko'rinishda (0 va 1) bo'ladi. Bu usul zamonaviy aloqa tizimlarining asosi hisoblanadi.

1. Amplitudani kalitlash (ASK). ASK modulyatsiyada tashuvchi signal amplitudasi ikki yoki bir nechta diskret qiymatlarni qabul qiladi. Uning xususiyatlari soddaga tuzilma, arzon texnologiya, shovqinga juda sezgir. Ko'pincha optik tolali aloqa va infraqizil tizimlarda ishlatiladi.

2. Chastotani kalitlash (FSK). FSK da tashuvchi signal chastotasi bit qiymatiga mos ravishda o'zgaradi. Chastotali kalitlashni xususiyatlari shovqinga chidamliroq, ma'lumot uzatish tezligi cheklangan, modemlar va simsiz sensor tarmoqlarida qo'llaniladi.

3. Fazani kalitlash (PSK). PSK modulyatsiyada tashuvchi signal fazasi diskret qiymatlar orasida o'zgaradi. Uning afzalliklari yuqori shovqinbardoshlik, quvvat samaradorligi yuqori, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarida keng qo'llaniladi.

4. Kvadrat amplitudali modulyatsiya (QAM). QAM amplituda va fazani bir vaqtda o'zgartiradi. Bu juda yuqori ma'lumot uzatish tezligi, spektrdan samarali foydalanish, internet va mobil aloqa tizimlarining asosiy modulyatsiya turi. Kamchiliklari shovqinga sezgirroq, murakkab qabul qiluvchi qurilmalar talab etadi.

Zamonaviy aloqa tizimlarida modulyatsiyaning o'rni katta. Bugungi kunda 4G, 5G mobil aloqa tizimlari, Wi-Fi, sun'iy yo'ldosh aloqa va optik tolali tarmoqlarda yuqori darajadagi QAM va PSK modulyatsiya usullari qo'llanilmoqda. Bu usullar katta hajmdagi ma'lumotlarni qisqa vaqt ichida uzatish imkonini beradi [3].

Xulosa. Modulyatsiya axborotni uzatish jarayonining muhim elementi bo'lib, u aloqa sifatini oshirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Analog modulyatsiya oddiy va arzon bo'lsa-da, zamonaviy talablar raqamli modulyatsiya usullaridan foydalanishni taqozo etadi [4-5]. Yuqori tezlik, spektr samaradorligi va shovqinbardoshlik sababli QAM va

PSK modulyatsiya turlari bugungi kunda eng istiqbolli usullar hisoblanadi. Axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya sohasining jadal rivojlanishi signal uzatishning samarali usullarini talab etadi. Axborotni bevosita past chastotada uzatish texnik va fizik cheklovlar sababli samarasiz hisoblanadi. Shu sababli aloqa tizimlarida modulyatsiya jarayonidan foydalaniladi. Modulyatsiya axborot signalini yuqori chastotali tashuvchi signal bilan moslashtirish orqali signalning uzoq masofaga kam yo‘qotish bilan uzatilishini ta’minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Nig‘matov H. Radioelektronika asoslari. –T.: O‘zbekiston, 1994, 368 b.
2. Karimov B.X., Ganin Y.A., Rustamov G.X. Radioelektronika asoslari. –T.: Oqituvchi, 1993, 123 b.
3. Zaxidov I., Karimov A., Turdaliyev U. Radioelektronika fanidan laboratoriya ishlari. Uslubiy ko‘rsatma. Namangan -2025, 45 b.
4. Абдуллаев Х. О. и др. К теории одноэлектронного туннелирования при преподавании основ нанoeлектроники.
5. Abdulazizov B., Zaxidov I. FIZIKADAN TALABALARNING MUSTAQIL ISHLARINI TASHKIL ETISH //Universal xalqaro ilmiy jurnal. – 2024. – T. 1. – №. 12. – C. 30-33.
6. Obidjonovich Z. I. et al. EXAMINATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF RENEWABLE ENERGIES.