

## **AVTOMATIK BOSHQARISH NAZARYASIDA ELEKTROMASHINALARNI CHASTOTA O'ZGARTIRGICHINI PRINSIPIAL SXEMALARI ISHLASHINING TAHLILI.**

*Andijon mashinasozlik inistituti talabasi*

*Mirobidova Maxsuma Salimjon qizi*

*Email: [mirobidovamasuma@gmail.com](mailto:mirobidovamasuma@gmail.com)*

*Andijon, O'zbekiston,*

**Annotation** This thesis analyzes the principle schemes of operation of frequency converters in the control of electric machines in the theory of automatic control. The theory of automatic control is a scientific field aimed at automating the control and management of systems, and through this theory, efficient and stable operation of systems is ensured. System optimization, error reduction and resource saving are the main goals of automatic control systems. Electric machines are widely used in areas where high efficiency and energy efficiency are required. Frequency converters (VFD - Variable Frequency Drive) are an important tool for controlling the rotation speed of electric machines. In this thesis, the basic principles of operation of VFDs, their role in the automatic control system and the scheme for increasing their efficiency are considered. Also, problems in the control of electric machines and ways to solve them are considered, especially the performance characteristics of frequency converters, their impact on the electromagnetic environment, and the possibilities of increasing system efficiency are analyzed. In this work, theoretical and practical approaches are combined, and recommendations are given regarding the parameters and controllers necessary for the optimization of the system.

**Аннотация** В данной диссертации анализируются принципиальные схемы работы преобразователей частоты при управлении электрическими машинами в теории автоматического регулирования. Теория автоматического управления – это

научная область, направленная на автоматизацию контроля и управления системами, благодаря которой обеспечивается эффективная и стабильная работа систем. Оптимизация системы, уменьшение ошибок и экономия ресурсов – основные цели систем автоматического управления. Электрические машины широко используются в сферах, где требуется высокая эффективность и энергоэффективность. Преобразователи частоты (VFD — Variable Frequency Drive) являются важным инструментом управления скоростью вращения электрических машин. В данной дипломной работе рассмотрены основные принципы работы ЧРП, их роль в системе автоматического управления и схема повышения их эффективности. Также рассмотрены проблемы управления электрическими машинами и пути их решения, особенно проанализированы эксплуатационные характеристики преобразователей частоты, их влияние на электромагнитную обстановку и возможности повышения эффективности системы. В данной работе объединены теоретические и практические подходы, а также даны рекомендации относительно параметров и регуляторов, необходимых для оптимизации системы.

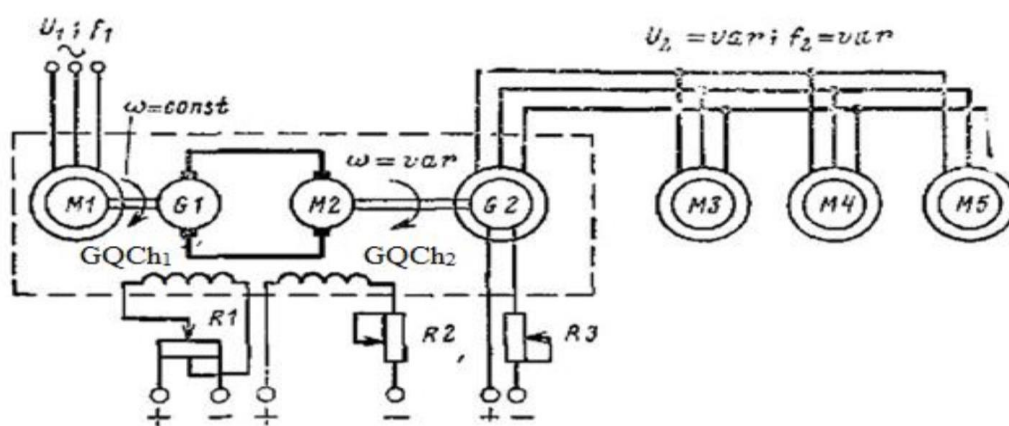
**Annotatsiya** Ushbu tezisdav avtomatik boshqarish nazariyasida elektromashinalarni boshqarishda chastota o'zgartirgichlari ishlashining prinsipial sxemalari tahlil qilinadi. Avtomatik boshqarish nazariyasi, tizimlarning ishlashini nazorat qilish va boshqarishni avtomatlashtirishga qaratilgan ilmiy soha bo'lib, bu nazariya orqali tizimlarning samarali va barqaror ishlashi ta'minlanadi. Tizimni optimallashtirish, xatoliklarni kamaytirish va resurslarni tejash avtomatik boshqaruv tizimlarining asosiy maqsadlaridir. Elektromashinalar, ayniqsa, yuqori samaradorlikka ega bo'lishi va energiya tejamlorligi talab qilinadigan sohalarda keng qo'llaniladi. Chastota o'zgartirgichlari (VFD – Variable Frequency Drive) elektromashinalarning aylanish tezligini boshqarishda muhim vosita hisoblanadi. Tezista VFD-larning asosiy ishlash prinsiplari, ularning avtomatik boshqaruv tizimidagi roli va samaradorligini oshirish uchun sxema ko'rib chiqiladi. Shuningdek, elektromashinalarni boshqarishdagi muammolar va ularni hal qilish yo'llari ko'rib chiqiladi, ayniqsa, chastota o'zgartirgichlarining ishlash xususiyatlari, ularning

elektromagnit muhitga ta'siri va tizim samaradorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Ushbu ishda teoriyaviy va amaliy yondashuvlar birlashtirilib, tizimning optimallashtirish uchun zarur bo'lgan parametrlar va kontrollerlar bilan bog'liq tavsiyalar beriladi.

**Key words:** motor, generator, voltage, resistor, frequency.

**Ключевые слова:** двигатель, генератор, напряжение, резистор, частота.

**Kalit so'zlar:** motor, generator, kuchlanish, rezistor, chastota.



1-rasm. Elektromashina chastota o'gartirgichi prinsipial sxemasi.

**Generator(G)** — bu mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma. U, asosan, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ishlatiladi va turli sanoat sohalarida, shu jumladan, elektr ta'minoti, energiya ishlab chiqarish, transport tizimlarida va ko'plab boshqa joylarda qo'llaniladi. Generatorning ikki xil turi mavjud:

Doimiy tok generatorlari (DC generator): Ushbu generatorlar doimiy tok ishlab chiqaradi. Ularning asosiy tuzilishi rotor, stator va kommutatorlardan iborat bo'lib, kommutator yordamida tokning yo'nalishi doimiy ravishda o'zgartirib turiladi.

O'zgaruvchan tok generatorlari (AC generator yoki alternator): Bu generatorlar o'zgaruvchan tok ishlab chiqaradi. Odatda elektr stantsiyalarida foydalaniladi, chunki o'zgaruvchan tok uzoq masofalarga samarali tarzda uzatiladi. Ushbu generatorlar rotor va statordan tashkil topgan, ular orqali o'zgaruvchan magnit maydoni hosil bo'ladi, bu esa o'zgaruvchan tokni ishlab chiqaradi.

Generator qismlari va ularning asosiy vazifalari:

**Rotor:** Harakat qiluvchi qism. Rotorning harakati magnit maydonining o'zgarishiga olib keladi.

**Stator:** Stator - bu statik qism bo'lib, rotor harakatlanayotganda induksiyalash jarayoni sodir bo'ladi.

**Kommutator:** DC generatorlarida, tokni yo'naltirish uchun ishlatiladigan qurilma. AC generatorlarida kommutator kerak emas, chunki ular o'zgaruvchan tok ishlab chiqaradi.

**Magnit:** Generatorlarda magnit maydonini yaratadi. Magnit maydonining o'zgarishi elektr toki hosil qilishga olib keladi.

**Aylanadigan qismi (boshqaruv mexanizmi):** Rotorni aylantirish uchun ishlatiladi, masalan, dvigatel yoki boshqa mexanik energiya manbai.

**Rezistor (R)-** Elektron sxemalarda rezistorlardan oqib o'tuvchi tokni kamaytirish yoki boshqarish uchun ishlatiladi. Rezistorlarning qiymatlari **R** (om) birligida o'lchanadi.

**Motor** — bu energiyani mexanik energiyaga aylantiradigan qurilma. Motorning turlari ko'p bo'lib, ular asosan ikkita asosiy toifaga bo'linadi: **elektr motorlari** va **ichki yonish dvigatellari**. Ularning har biri turli ehtiyojlarga moslashgan va turli energiya manbalaridan foydalanadi.

### **Motorning Ishlash Printsipi**

Motorlar - **elektr energiyasini** yoki **yoqilg'ini** mexanik energiyaga aylantiradi. Bu jarayon **energiyaning saqlanish qonuniga** asoslanadi, ya'ni energiya o'zgaradi, lekin yo'qolmaydi.

1. **Elektr motorlari** (AC va DC motorlar) – elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiradi.

2. **Ichki yonish dvigatellari** – yoqilg'i (benzin, dizel, gaz va boshqalar) yordamida ishlaydi va mexanik energiyani hosil qiladi.

**Kuchlanish (U)** — bu elektr zanjirida ikki nuqta orasidagi elektr potentsiali farqini ifodalovchi miqdordir. Kuchlanishning vazifasi elektr toki yoki elektr energiyasini

uzatish va boshqarishdan iborat. Sxemada kuchlanish tokni harakatga keltirish, elektor energiyani boshqarishga sababchi bo'ladi.

**Ishni bajarilishi:** Bu sxema chastota konvertori asosidagi elektromexanik chastota o'zgartirgichning printsipl sxemasi bo'lib, uning ishlashi quyidagicha:

**1-bosqichi.** M1 dvigateli bu sxemada tizimning boshlang'ich dvigateli sifatida ishlaydi va sinxron generatorni (G1) aylantiradi. M1 dvigatelining aylanish tezligi doimiy  $\omega = \text{const}$  shu ko'rinishda qilib olingan. G1 generatori sinxron generator bo'lib, u M1 dvigateli tomonidan aylantiriladi va o'zining statoridan birlamchi o'zgaruvchan tok U1-kuchlanish, f1-chastotani ishlab chiqaradi. Bu tok keyingi elementlarga uzatiladi va tizimning asosiy chiqish chastotasi f2ni o'zgartirishga yordam beradi.

**2-bosqichi.** M2 dvigateli busxemada o'zgaruvchan chastota bilan ishlaydi  $\omega = \text{var}$ , ya'ni u M1 dvigatelidan farqli o'laroq, har xil tezlikda aylanishi mumkin. Unga ulanish chastotani o'zgartiruvchi vazifani bajaradi va G2 generatoriga mexanik energiya yetkazib berish vazifasini bajaradi. G2 generatori bu asosiy chiqish quvvatini ta'minlaydi. M2 dvigatelining tezligiga qarab G2 generatorining chiqish chastotasi o'zgaradi. Natijada, sxemaning chiqishida o'zgaruvchan chastotali kuchlanish hosil bo'ladi.

**3-bosqich.** Chiqish qismida G2 generatorining chiqishidan olingan kuchlanish va chastota turli xil yuklarga (M3, M4, va M5) uzatiladi. Bu yuklar elektromotorlar bo'lib, ular o'zgaruvchan chastota va kuchlanish bilan ta'minlanadi.

**Natija.** Bu sxemada M1 motor o'zgarmas tezlikda  $w = \text{const}$  G1 generatorni aylantiryapti va o'zgarmas U1 kuchlanish bilan o'zgarmas f1 chastota hosil qiladi. U1 kuchlanish bilan I1 tok G1 generatoridan G2 generatorga R1, R2, R3 rezistorlar orqali meyorga kelgan holda o'tadi. Undan so'ng M3, M4 va M5 o'zaro parallel motorlari tomon yuradi, ular o'zgaruvchan tezlik bilan ishlaydi bu esa kuchlanish U2 va f2 chiqshdagi chastota ozgaruvchan tarzda hosil bo'lishini anglatadi. Tok ham parallel ulangan motorlarga bo'linadi va o'zgaruvchan tarzda yana qaytar jaryonga ko'ra kirishga qaytadi va ish uzulib qolmasligini taminlaydi.

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. **Mirzaev, A., & Ziyodullaev, M.** (2020). Avtomatik boshqarish tizimlarida kontrollerlar sxemalari va ularning ishlash prinsiplarini tahlil qilish. *Avtomatika va telemekanika*, 6, 23-30.
2. **Kamilov, I. A., & Toshpo'latov, B.** (2018). Avtomatik boshqaruv tizimlarida chastota o'zgartirgichlarining prinsipial sxemalari. *Elektronika va avtomatika*, 42(3), 58-66.
3. **Kuchkarov, R. A., & Kurbanov, A.** (2019). Boshqaruv tizimlarida optimallashtirish sxemalari va ularning amaliy qo'llanilishi. *O'zbekiston texnologiya jurnali*, 28(5), 72-81.
4. **Burmizayev, F. M., & Sharipov, T. R.** (2021). Avtomatik boshqarish nazariyasida vaqtincha uzilishlar va ularning boshqaruv sxemalariga ta'siri. *Avtomatika va boshqaruv*, 6(1), 43-50.
5. **Yuldashev, O. B., & Daminov, U. S.** (2020). Diskrit boshqaruv tizimlari va ularning sxemalarini konstruksiya qilish usullari. *Texnika va innovatsiyalar*, 17(4), 95-102.
6. **G'ulomov, F., & Iskandarov, N.** (2017). Chastota o'zgartirgichlari asosida avtomatik boshqaruv tizimlarining ishlash sxemalari. *Elektronika va axborot texnologiyalari*, 12(2), 36-42.
7. **Sodiqov, S. T., & Mansurov, I. J.** (2021). Avtomatik boshqaruv tizimlarining umumiy sxemalari va ularning barqarorlikka ta'siri. *O'zbekistonda ilmiy-texnik yangiliklar*, 33(5), 61-67.
8. **Bazarov, R. K., & Akbarov, A. M.** (2022). Avtomatik boshqarish tizimlarida zamonaviy kontrollerlarning sxemalari. *Avtomatika va robototexnika*, 45(8), 78-85.
9. **Khodjaev, B. A., & Abdullayev, Z. T.** (2019). Avtomatik boshqarish tizimlarida PID kontrollerlarining sxemalari va ishlash prinsiplarini tahlil qilish. *Texnikaviy ilm-fan va innovatsiyalar*, 4(3), 120-128.
10. **Raxmatov, J. T., & Khanov, M. R.** (2020). Avtomatik boshqaruv tizimlarida sxemalar va ularga ta'sir etuvchi parametrlarni optimallashtirish. *O'zbekiston ilmiy jurnali*, 12(6), 50-58