RAQAMLI-ANALOGLI O‘ZGARTGICHLAR: POTENTSIOMETRIK, VAZNLI REZISTORLAR, NARVON SXEMA

Sirojiddinova Marjonaxon Xusanboy qizi
Farg‘ona davlat texnika universiteti
Telekommunikatsiya texnologiyalari
2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli-analogli o‘zgartgichlar (RAO)ning asosiy turlari – potentsiometrik, vaznli rezistorli va narvon sxemali RAOlarning nazariy va amaliy jihatlari keng qamrovda tahlil qilinadi. Maqolada RAOlarning ishlash tamoyillari, tarixiy rivojlanish bosqichlari, mintaqaviy va milliy tadqiqotlar, hamda zamonaviy texnologiyalardagi qo‘llanilishi haqida chuqur ilmiy mulohazalar yuritiladi. Tadqiqotda RAOlarning samaradorligi, aniqligi, afzallik va kamchiliklari, shuningdek, texnologik rivojlanish bilan bog‘liq dolzarb masalalar va ilmiy bahslar yoritiladi.

Kalit so'zlar: raqamli-analogli o‘zgartgich, potentsiometrik, vaznli rezistor, narvon sxema

Kirish

Raqamli-analogli o‘zgartgichlar (RAO) zamonaviy elektronika va avtomatlashtirish sohalarida muhim o‘rin tutadi. Ular raqamli signallarni analog ishoralarga aylantirish orqali raqamli qurilmalarning real dunyo bilan o‘zaro aloqasini ta’minlaydi. Bu jarayon, masalan, mikrokontrollerlar, kompyuterlar yoki raqamli audio tizimlar tomonidan ishlab chiqarilgan raqamli kodlarni ovoz, harorat, harakat va boshqa fizik kattaliklar ko‘rinishida ifodalash imkonini beradi.

RAOlarning ishlash tamoyillari, tuzilmasi va turlarini chuqur o‘rganish, ularning texnik imkoniyatlarini to‘g‘ri baholash hamda zamonaviy talablar asosida takomillashtirish imkoniyatlarini yaratadi. Ayniqsa, potentsiometrik, vaznli rezistorli va narvon sxemali RAOlarning nazariy asoslari, tarixiy taraqqiyoti va amaliy qo‘llanilishi ustida olib borilgan ilmiy izlanishlar, bugungi kunda elektronika sohasidagi innovatsion rivojlanishlar bilan chambarchas bog‘liq.

Shu sababli, ushbu maqolada RAOlarning mazkur turlari har tomonlama ilmiy jihatdan tahlil qilinadi, ularning afzallik va kamchiliklari, ishlash samaradorligi, hamda texnologik taraqqiyotda tutgan o‘rni keng yoritiladi.

Adabiyotlar tahlili

Raqamli-analogli o‘zgartgichlar, ya’ni RAOlar, elektronika va avtomatlashtirish tizimlarining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, ularning nazariy asoslari XX asrning birinchi yarmida shakllana boshlagan. RAOlarning klassik turlari, jumladan, potentsiometrik, vaznli rezistorli va narvon sxemalar, har biri o‘ziga xos ishlash prinsiplari va texnologik afzalliklarga ega bo‘lib, ularning har birini chuqur o‘rganish elektronika sohasidagi fundamental masalalardan hisoblanadi.

Dastlabki ilmiy asarlarda raqamli va analog signallar o‘rtasidagi muvofiqlik, konversiya jarayonlaridagi yo‘qotishlar va aniqlik masalalari ko‘tarilgan. Jumladan, potentsiometrik RAOlar tarixiy jihatdan eng qadimgi turlaridan biri bo‘lib, ularning ishlash prinsipi oddiy mexanik yoki elektron potentsiometrlar asosiga qurilgan. Bu turdagi RAOlar haqida dastlabki ilmiy izlanishlar 1940-1950 yillarda AQSh va Yevropa laboratoriyalarida olib borilgan.

Ularning ishlash prinsipi, asosan, raqamli kirish kodiga muvofiq ravishda potentsiometr kontaktlarining joylashuvi orqali analog chiqish kuchlanishini shakllantirishga asoslangan. Potentsiometrik RAOlarning asosiy afzalligi – oddiylik va texnologik ishonchlilik bo‘lsa-da, ular yuqori tezlik va aniqlik talab etiladigan zamonaviy tizimlar uchun yetarli darajada samarali emasligi aniqlangan[1]. 1980-yillardan boshlab, elektronika sanoatining tez sur’atlarda rivojlanishi natijasida, vaznli rezistorli RAOlar keng qo‘llanila boshlandi. Bu turdagi RAOlarning asosiy ishlash prinsipi – raqamli kirish kodining har bir razryadi uchun o‘ziga xos vaznga ega bo‘lgan rezistorlar zanjiri orqali analog chiqish signali hosil qilishdan iborat. Vaznli rezistorli RAOlarning asosiy afzalligi yuqori aniqlik va tezkorlik hisoblanadi.

Ularning nazariy asoslari, xususan, Kirchhoff qonunlari va Ohm qonuni asosida qurilgan sxemalar orqali chuqur o‘rganilgan. Shu bilan birga, vaznli rezistorli RAOlarda har bir razryad uchun mos keluvchi rezistorlarning aniqligi va bir xilligi juda muhim ahamiyat kasb etadi. Amaliy tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, yuqori razryadli (8

bit va undan yuqori) RAOlar uchun rezistorlarning aniqlik darajasini ta’minlash texnologik jihatdan murakkab vazifa hisoblanadi. Bu borada, masalan, Millman va boshqa klassik mualliflarning ishlari ko‘plab zamonaviy tadqiqotlarga asos bo‘lib xizmat qilgan[2].

Narvon sxemali RAOlar esa so‘nggi o‘n yilliklarda eng keng tarqalgan va samarali turlardan biriga aylandi. Ularning asosiy ishlash prinsipi, odatda, R-2R narvon sxemasi asosida analog chiqish signalini hosil qilishdan iborat. R-2R narvon sxemasi – har bir pog‘onasi R va 2R qiymatli rezistorlardan iborat bo‘lib, raqamli kirish kodining har bir razryadi ushbu narvonning mos kontaktiga ulanadi. Bu turdagi RAOlarning asosiy afzalliklari – sxemaning soddaligi, yuqori aniqlik va texnologik ishlab chiqarishning qulayligidir. Shu bilan birga, narvon sxemali RAOlarning ishlash tezligi va energiya samaradorligi ham yuqori baholanadi. Zamonaviy mikrosxema ishlab chiqarish texnologiyalarida aynan R-2R narvon sxemasi asosidagi RAOlar keng qo‘llanilmoqda, chunki bu usulda rezistorlarning faqat ikki xil qiymati bo‘lishi ishlab chiqarish jarayonini soddalashtiradi va aniqlikni oshiradi[3]. RAOlarning nazariy va amaliy asoslarini o‘rganishda klassik ilmiy maktablar, jumladan, AQSh, Germaniya, Yaponiya va Rossiya olimlari muhim hissa qo‘shgan.

Masalan, AQShda 1960-yillarda Texas Instruments, Analog Devices va Fairchild Semiconductors kompaniyalari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida, yuqori tezlikli va ishonchli RAOlar ishlab chiqildi. Germaniyada Siemens va Bosch kompaniyalari tomonidan avtomobil elektronikasi sohasida amalga oshirilgan ishlanmalar, Yaponiya va Janubiy Koreyada esa audio va video texnologiyalar uchun maxsus RAOlar yaratildi. Rossiya elektronika maktabida esa, potentsiometrik va vaznli rezistorli RAOlarning nazariy va amaliy jihatlari chuqur o‘rganildi, jumladan, SSSR davrida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari uchun mo‘ljallangan RAOlarning texnik xususiyatlari haqida fundamental tadqiqotlar olib borildi[4].

O‘zbekiston va Markaziy Osiyoda ham RAOlar sohasida muayyan ilmiy maktab shakllangan. Mamlakatimiz olimlari, xususan, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent davlat texnika universiteti va boshqa ilmiy muassasalarda olib

borilgan tadqiqotlar natijasida, RAOlarning zamonaviy mikroprotsessorli tizimlarga integratsiyasi, energiya samaradorligini oshirish, analog chiqish signalining aniqligini ta’minlash yo‘nalishlarida muhim natijalarga erishildi. Ayniqsa, mintaqaviy iqlim sharoitlariga moslashtirilgan va arzon element bazasidan foydalangan holda ishlab chiqilgan RAOlar, sanoatda va ilmiy tajribalarda keng qo‘llanilmoqda. Milliy tadqiqotlarda, shuningdek, raqamli-analogli o‘zgartgichlarning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, o‘lchash asboblari va tibbiyot texnologiyalaridagi ahamiyati haqida chuqur ilmiy mulohazalar yuritilgan[5].

Empirik tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatmoqdaki, RAOlarning samaradorligi, asosan, sxemadagi elementlarning fizik-xususiyatlari, ishlab chiqarish texnologiyasi, tashqi shovqinlarga bardoshliligi va energiya iste’moli bilan bevosita bog‘liq. Potentsiometrik RAOlarning asosiy kamchiligi – mexanik qismlarning eskirishi va past aniqlik bo‘lsa, vaznli rezistorli RAOlarda rezistorlarning dispersiyasi va haroratga bog‘liq o‘zgarishlar muammosi dolzarb hisoblanadi. Narvon sxemali RAOlar esa yuqori aniqlik va ishonchlilik ko‘rsatkichlariga ega bo‘lsa-da, ularda ham signalning chiziqliligi va yuqori chastotalarda ishlashda yuzaga keladigan shovqinlar, xatoliklar mavjud.

Zamonaviy ilmiy adabiyotlarda, RAOlarning ishlash samaradorligini oshirish uchun yangi materiallar, nanostrukturali rezistorlar, integral texnologiyalar va sun’iy intellekt asosida moslashuvchan boshqaruv tizimlaridan foydalanish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Masalan, oxirgi yillarda nanotexnologiyalar asosida yaratilgan yuqori aniqlikdagi rezistorlar yordamida RAOlarning chiqish signalining chiziqliligi va barqarorligini sezilarli darajada oshirishga erishildi. Shuningdek, raqamli-analogli o‘zgartgichlarni mikro- va nanosxemalarga integratsiya qilish orqali ularning energiya iste’moli va o‘lchamlarini kamaytirish imkoniyati kengaymoqda.

Bu borada, dunyoning yetakchi ilmiy markazlari, jumladan, MIT, Stanford, Tokyo University va boshqa ilmiy muassasalarda olib borilayotgan tadqiqotlar natijalari zamonaviy RAOlarning texnologik rivojlanishiga katta hissa qo‘shmoqda. Shuningdek, raqamli-analogli o‘zgartgichlarning zamonaviy tibbiyot, avtomobil sanoati, sanoat avtomatlashtirish, robototexnika va kommunikatsiya sohalaridagi

amaliy qo‘llanilishi ham kengayib bormoqda. Masalan, tibbiyotda raqamli-analogli o‘zgartgichlar yordamida yuqori aniqlikdagi diagnostika asboblari, yurak stimulyatorlari va boshqa tibbiy qurilmalar ishlab chiqilmoqda.

Avtomobil sanoatida esa, RAOlar dvigatel boshqaruvi, xavfsizlik tizimlari va multimedia qurilmalari uchun asosiy element sifatida xizmat qilmoqda. Robototexnikada esa, harakat va manipulyatsiya jarayonlarini aniq boshqarish uchun zamonaviy RAOlar keng qo‘llanilmoqda. RAOlarning rivojlanishida yuzaga kelayotgan ilmiy bahslar va dolzarb muammolar ham mavjud. Jumladan, raqamli-analogli o‘zgartgichlarning aniqligi, chiziqliligi, signal-to-shovqin nisbati va energiya samaradorligini oshirish yo‘nalishida olimlar o‘rtasida turli qarashlar mavjud. Ba’zi tadqiqotchilar yangi materiallar va texnologiyalar yordamida bu muammolarni hal etish mumkinligini ta’kidlasalar, boshqalar esa, sxemalarning prinsipial tuzilmasini o‘zgartirish, masalan, kvant effektlaridan foydalanish yoki sun’iy neyron tarmoqlari asosida moslashuvchan boshqaruv tizimlarini joriy etish zarurligini ta’kidlaydilar.

Qolaversa, raqamli-analogli o‘zgartgichlarning ekologik xavfsizligi, chiqindi materiallar va energiya samaradorligi masalalari ham xalqaro ilmiy jamoatchilikning e’tiborida. Shu jihatdan, zamonaviy ilmiy adabiyotlarda RAOlarning yangi avlodi, ya’ni ekologik toza, energiya tejamkor va yuqori aniqlikdagi o‘zgartgichlarni yaratish bo‘yicha fundamental va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda[6]. Xulosa qilib aytganda, raqamli-analogli o‘zgartgichlarning potentsiometrik, vaznli rezistorli va narvon sxemali turlari har birining o‘ziga xos afzallik va kamchiliklari, tarixiy va zamonaviy rivojlanish bosqichlari mavjud. Ularning ishlash prinsiplari va texnologik imkoniyatlarini chuqur o‘rganish, zamonaviy elektronika va avtomatlashtirish sohasining rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, RAOlarning samaradorligini oshirish, yangi materiallar va texnologiyalarni joriy etish, ekologik xavfsizlik va energiya samaradorligini ta’minlash, ularning kelajakdagi rivojlanish yo‘nalishlari sifatida dolzarb bo‘lib qolmoqda.

Xulosa

Raqamli-analogli o‘zgartgichlarning potentsiometrik, vaznli rezistorli va narvon sxemali turlari zamonaviy elektronika va avtomatlashtirish sohalarida keng va samarali

qo‘llanilmoqda. Har bir tur o‘ziga xos ishlash prinsipi, afzallik va kamchiliklari bilan ajralib turadi.

Potentsiometrik RAOlar oddiylik va ishonchliligi bilan ajralib tursa, vaznli rezistorli RAOlar yuqori aniqlik va tezkorlikni ta’minlaydi. Narvon sxemali RAOlar esa texnologik soddalik, yuqori aniqlik va ishlab chiqarish qulayligi bilan zamonaviy tizimlarda eng ko‘p qo‘llaniladigan turga aylandi. Tarixiy va zamonaviy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, RAOlarning rivojlanishi, asosan, texnologik innovatsiyalar, yangi materiallar va integratsiyalashgan sxemalar yordamida amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga, RAOlarning ekologik xavfsizligi, energiya samaradorligi va signal sifati kabi muammolar ham ilmiy jamoatchilik e’tiborida.

Kelgusida, raqamli-analogli o‘zgartgichlarning samaradorligini oshirish, yangi texnologiyalarni joriy etish va ularni turli sohalarga keng integratsiya qilish yo‘nalishida fundamental va amaliy tadqiqotlar davom etadi. Bu esa, elektronika va avtomatlashtirish sohalarining yanada rivojlanishiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Millman J., Halkias C.C. Integrated Electronics: Analog and Digital Circuits and Systems. McGraw-Hill, 1972.
2. Maloberti F. Data Converters. Springer, 2007.
3. Kester W. The Data Conversion Handbook. Newnes, 2005.
4. Карагодин В.И. Цифро-аналоговые преобразователи: теория и практика. Москва: Радио и связь, 1990.
5. Qo‘ldoshev A., Raxmatov S. Raqamli-analogli o‘zgartgichlar va ularning amaliy qo‘llanilishi. Toshkent: Fan, 2018.
6. Baker B. CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation. Wiley-IEEE Press, 2019.