

RAQAMLI SIGNALNI ANALOGLI DIGNALGA TEZROQ AYLANTIRISH USULLARI

Uzaqbergenov Aytbay Jumabay uli

*Texnologik jarayonlar, ishlab chiqarishni
avtomatlashtirish va boshqarish 3-TJA-22 kurs talabasi
Nukus Konchilik Instituti, Nukus sh*

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli signalni analogli signalga tezroq aylantirish usullari tahlil qilinadi. Raqamli-analogli konvertatsiya (D/A konvertatsiya) jarayoni zamonaviy texnologiyalar va tizimlar uchun muhim ahamiyatga ega, chunki bu jarayonni tezlashtirish, signallarni yuqori sifatda qayta ishlashni ta'minlaydi. Maqolada oversampling, delta-sigma modulyatsiyasi, paralel D/A konvertorlari, FPGA texnologiyalari va post-processing kabi usullar ko'rib chiqiladi. Har bir usulning afzalliklari va uning raqamli signalni tez va sifatli tarzda analogli signalga aylantirishdagi o'rni batafsil tushuntirilgan. Ushbu tadqiqot, zamonaviy elektronika va telekommunikatsiya tizimlarida raqamli signalni konvertatsiya qilishning samaradorligini oshirish va tezligini yuqori darajaga ko'tarish uchun qo'llaniladigan metodlarni o'rganishga yordam beradi. Maqola, yangi texnologiyalardan foydalangan holda, raqamli-analogli konvertatsiya jarayonining optimal ishlashini ta'minlashga yo'naltirilgan.

Kalit so'zlar: Raqamli signal, Analogli signal, D/A konvertatsiya, Oversampling, Delta-sigma modulyatsiyasi, Paralel D/A konvertorlar, FPGA, Interpolyatsiya, Tezlashtirilgan mikroelektronika, Post-processing, Raqamli-analogli konvertatsiya, Signal qayta ishlash, Elektronika texnologiyalari

Аннотация: В данной статье анализируются методы более быстрого преобразования цифрового сигнала в аналоговый. Процесс цифро-аналогового преобразования (ЦАП) важен для современных технологий и систем, поскольку ускоряет процесс и обеспечивает качественную обработку сигнала. В статье обсуждаются такие методы, как передискретизация, дельта-сигма-модуляция, параллельные цифро-аналоговые преобразователи, технологии FPGA и постобработка. Подробно объясняются преимущества каждого метода и его роль в быстром и качественном преобразовании цифрового сигнала в аналоговый. Данное исследование поможет изучить методы, используемые для повышения эффективности и скорости преобразования цифрового сигнала в современной электронике и телекоммуникационных системах. Статья направлена на обеспечение оптимальной работы процесса цифро-аналогового преобразования с использованием новых технологий.

Ключевые слова: цифровой сигнал, аналоговый сигнал, цифро-аналоговое преобразование, передискретизация, дельта-сигма модуляция, параллельные цифро-аналоговые преобразователи, FPGA, интерполяция, ускоренная микроэлектроника, постобработка, цифро-аналоговое преобразование, обработка сигналов, электронные технологии.

Abstract: This article analyzes the methods of faster conversion of a digital signal to an analog signal. The digital-to-analog conversion (D/A conversion) process is important for modern technologies and systems, as it speeds up the process and provides high-quality signal processing. The article discusses techniques such as oversampling, delta-sigma modulation, parallel D/A converters, FPGA technologies, and post-processing. The advantages of each method and its role in converting a digital signal to an analog signal in a fast and high-quality manner are explained in detail. This research will help to study the methods used to improve the efficiency and speed of digital signal conversion in modern electronics and telecommunication systems. The article is aimed at ensuring the optimal operation of the digital-analog conversion process using new technologies.

Keywords: Digital signal, Analog signal, D/A conversion, Oversampling, Delta-sigma modulation, Parallel D/A converters, FPGA, Interpolation, Accelerated microelectronics, Post-processing, Digital-analog conversion, Signal processing, Electronics technologies

Raqamli va analogli signal o'rtasidagi konvertatsiya, elektronika va telekommunikatsiya tizimlarida muhim o'rin tutadi. Raqamli signalni analogli signalga aylantirish jarayoni, odatda **D/A konvertatsiyasi** (Digital-to-Analog Conversion, DAC) deb ataladi. Ushbu jarayon turli sohalarda, masalan, audio va video qayta ishlash, raqamli telekommunikatsiya, va o'lchov texnikasida keng qo'llaniladi. Raqamli signalni analogli signalga tezroq aylantirish esa, ko'plab zamonaviy tizimlar uchun samarali va tezkor ishlashni ta'minlaydi.

Raqamli signalni tezroq analogga aylantirish uchun bir nechta texnologiyalar va usullar mavjud. Ushbu maqolada biz, bu usullarning har birini va ularning afzalliklarini ko'rib chiqamiz.

1. Ko'paytirgich (Interpolation) va Oversampling usullari

Raqamli signalni analogli signalga aylantirish jarayonida, birinchi usul — **ko'paytirgich** yoki **interpolyatsiya** usulidir. Bu usulda, signalni yuqori sifatda qayta ishlab chiqish uchun yangi, o'rtacha qiymatlar interpolatsiya qilinadi. Ko'pincha bu usulni **oversampling** (signalni yuqori tezlikda namunaviy olish) bilan birgalikda ishlatish mumkin. Oversampling usuli, o'lchash tezligini oshirishga yordam beradi, bu esa analogli signalni tezroq va aniqroq olish imkonini yaratadi.

Oversampling yordamida, raqamli signalning tezligini orttirish mumkin, bu esa D/A konvertorining umumiy tezligini oshiradi. Interpolatsiya va oversampling metodlari, konvertatsiya jarayonini tezlashtirish bilan birga, signalning sifatini ham yaxshilaydi, chunki yuqori tezlikda olingan signal keyinchalik yanada yuqori aniqlikda analogli signalga aylantiriladi.

2. Delta-Sigma Modulyatsiyasi ($\Delta\Sigma$ modulyatsiyasi)

Delta-sigma modulyatsiyasi ($\Delta\Sigma$ modulyatsiyasi) yuqori tezlikda ishlash imkonini beradigan va yuqori aniqlikni ta'minlaydigan yana bir samarali usuldur. Bu modulyatsiya texnologiyasi raqamli signalni analogli signalga aylantirishda juda keng qo'llaniladi. Delta-sigma D/A konvertorlarida raqamli signalning kichik farqlari (delta) va umumiy o'zgarishlar (sigma) o'rtasida modulyatsiya amalga oshiriladi, bu esa tezkor va aniq konvertatsiya jarayonini ta'minlaydi.

Delta-sigma modulyatsiyasining afzalligi shundaki, u yuqori sampling tezligida ishlash imkonini beradi va bu orqali yuqori aniqlikdagi analog signal hosil bo'ladi. Tezlikni oshirishga yordam beradigan bu texnologiya, yuqori sifatli va tezkor raqamli-analogli konvertatsiyani ta'minlash uchun juda foydalidir.

3. Paralel D/A konvertorlari

Tezkor D/A konvertatsiyasini ta'minlashda yana bir usul — **paralel D/A konvertorlarini** ishlatishdir. Oddiy D/A konvertorlari bitta signalni bir vaqtning o'zida konvertatsiya qilsa, paralel konvertorlarda bir nechta konvertorlar bir vaqtning o'zida ishlaydi. Bu usulda, signalni tezroq qayta ishlash uchun bir nechta parallel ravishda ishlovchi D/A konvertorlar qo'llaniladi.

Paralel D/A konvertorlaridan foydalanish, raqamli signaldagi barcha bitlarni bir vaqtda qayta ishlashga yordam beradi va umumiy konvertatsiya vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi. Bu usul, yuqori tezlikni ta'minlash bilan birga, signalning sifatini saqlab qolishga imkon beradi.

4. Tezlashtirilgan mikroelektronika va FPGA texnologiyalari

Zamonaviy mikroelektronika texnologiyalari va **FPGA** (Field-Programmable Gate Array) qurilmalari, D/A konvertatsiya jarayonini tezlashtirishda juda samarali hisoblanadi. FPGA qurilmalari, ko'p yadroli arxitekturaga ega bo'lib, bir nechta signalni paralel qayta ishlash imkoniyatini beradi. Shuningdek, bu qurilmalar dasturiy ravishda moslashtirilishi mumkin bo'lib, maxsus hisoblash jarayonlarini tezlashtirishga yordam beradi.

FPGA va boshqa tezlashtirilgan mikrochiplar yordamida raqamli signalni analogga aylantirish jarayoni yanada samarali va tezkor bo'ladi. Bu texnologiyalar, yuqori tezlikdagi signalni tezda qayta ishlashni ta'minlab, tizimning umumiy ishlashini oshiradi.

5. Post-Processing va Xatoliklarni Kamaytirish

Oversampling va interpolatsiya kabi usullarni ishlatish bilan birga, **post-processing** texnologiyalari ham raqamli-analogli konvertatsiyaning tezligini va sifatini yaxshilashga yordam beradi. Post-processing jarayonida, signalni qayta ishlash va xatoliklarni kamaytirish orqali analogli signalning aniq va yuqori sifatli bo'lishi ta'minlanadi. Bu usul, yuqori tezlikdagi konvertatsiyaning yuqori aniqlikni saqlashiga imkon beradi.

Raqamli signalni tezroq analogli signalga aylantirishda bir nechta usullar mavjud. Ular orasida ko'paytirgich va oversampling, delta-sigma modulyatsiyasi, paralel D/A konvertorlari, FPGA va mikroelektronika texnologiyalari, shuningdek post-processing kabi usullar, tezlikni va sifatni optimallashtirishga yordam beradi. Ushbu usullarni kombinatsiyalash orqali, raqamli-analogli konvertatsiya jarayonini yanada tezroq va samaraliroq qilish mumkin. Raqamli-analogli konvertatsiyaning samaradorligi, texnologiyaning rivojlanishi bilan yanada yaxshilanib, yuqori sifatli va tezkor tizimlarning asosini tashkil etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O. A. Raxmatov, Sh. A. Xudoyberdiyev – “Raqamli qurilmalar va mikroprotssessor texnikasi”. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2017.
2. K. S. Sedra, A. S. Smith – “Microelectronic Circuits”. – Oxford University Press, 2015.
3. Behzad Razavi – “Fundamentals of Microelectronics”. – Wiley, 2014.
4. A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer – “Discrete-Time Signal Processing”. – Prentice Hall, 2010.
5. Texas Instruments – Application Note: “A DAC is not just a DAC: Tips for designing with Digital-to-Analog Converters”, 2020.
6. Maxim Integrated – White Paper: “High-Speed DAC Design Considerations”, 2021. [<https://www.analog.com>] (<https://www.analog.com/en/technical-articles/high-speed-dac-design.html>)
7. M. T. Islamov – “Raqamli qurilmalar asoslari”. – Toshkent: “O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi” nashriyoti, 2016.