

MANTIQUIY ELEMENTLAR

Roʻzaliyev Sherzodjon Avazjonovich

Fargʻona davlat universiteti,

Axborot texnologiyalari kafedrası mudiri

sherzodjonruzaliyev@gmail.com

Saidjamolova Begimoy Muhammadjon qizi

Fargʻona Davlat Unversiteti 3-kurs talabasi

saidjamolovab@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada mantiqiy elementlarning turlari, ishlash prinsipi va ularning raqamli elektronika sohasidagi ahamiyati o'rganiladi. Mantiqiy elementlar Bool algebrasi qonunlariga asoslangan bo'lib, raqamli qurilmalarning asosiy tarkibiy qismlari hisoblanadi. Maqolada asosiy mantiqiy elementlar, ularning mantiqiy jadvallari, fizik realizatsiya usullari, universal mantiqiy to'plamlar va zamonaviy rivojlanish tendensiyalari muhokama qilinadi. Tadqiqot natijasida mantiqiy elementlar asosida murakkab raqamli tizimlarni yaratish prinsiplari va istiqbollari aniqlandi.

Abstract: This article examines the types, operating principles, and importance of logic gates in the field of digital electronics. Logic gates are based on the laws of Boolean algebra and serve as the basic building blocks of digital devices. The article discusses the main logic gates, their truth tables, physical implementation methods, universal logic sets, and modern development trends. The research identifies principles and prospects for creating complex digital systems based on logic gates.

Kalit so'zlar: mantiqiy elementlar, Bool algebrasi, raqamli elektronika, NAND, NOR, universal to'plamlar, CMOS texnologiyasi, kombinatsion sxemalar.

Keywords: logic gates, Boolean algebra, digital electronics, NAND, NOR, universal sets, CMOS technology, combinational circuits.

1. Kirish

Zamonaviy kompyuterlar va raqamli qurilmalarning asosida mantiqiy elementlar (inglizcha: logic gates) yotadi. Bu elementlar elektron signallarni qayta ishlash va mantiqiy amallarni bajarish uchun ishlatiladigan asosiy komponentlardir. Ular 0 va 1 raqamlariga mos keladigan ikkilik signallar ustida ishlaydi [1].

Mantiqiy elementlar konsepsiyasi 1854 yilda ingliz matematigi George Boole tomonidan ishlab chiqilgan Boolean algebrasi asosida shakllangan. Amaliy qo'llanilishi esa faqat XX asrning o'rtalarida elektron texnologiyalar rivojlanishi bilan boshlangan. Bugungi kunda har qanday raqamli qurilma – smartfondan tortib superkompyutergacha – milliardlab mantiqiy elementlardan tashkil topgan mikroprotsessorlar asosida ishlaydi.

2. Mantiqiy elementlarning mohiyati

Mantiqiy elementlar – bu elektron qurilmalar bo'lib, bir yoki bir nechta kirish signallarini qabul qilib, ma'lum bir mantiqiy funktsiyaga muvofiq chiqish signalini hosil qiladi [2]. Odatda mantiqiy elementlar mantiqiy 0 va mantiqiy 1 qiymatlar bilan ishlaydi:

Mantiqiy 0 – past kuchlanish (odatda 0V ga yaqin)

Mantiqiy 1 – yuqori kuchlanish (odatda 3.3V, 5V yoki boshqa standart qiymat)

Zamonaviy mantiqiy elementlar yarimo'tkazgichlar asosidagi tranzistorlardan tashkil topgan. Bu elementlar orqali murakkab hisoblash amallarini bajarish, ma'lumotlarni saqlash va uzatish imkoniyati paydo bo'ladi.

3. Asosiy mantiqiy elementlar

3.1. NOT (INVERTOR) elementi

NOT elementi (inversiya yoki inkor) – eng oddiy mantiqiy element hisoblanadi. U bitta kirish signalini qabul qiladi va uning teskari qiymatini chiqaradi [3]:

Agar kirish 0 bo'lsa, chiqish 1 bo'ladi

Agar kirish 1 bo'lsa, chiqish 0 bo'ladi

Mantiqiy funksiya: $Y = \neg A$ (yoki $\bar{A}$)

Mantiqiy jadval:

A	Y
0	1
1	0

3.2. AND (VA) elementi

AND elementi ikki yoki undan ortiq kirish signallarini qabul qiladi va faqat barcha kirishlar 1 ga teng bo'lgandagina chiqishda 1 hosil qiladi [3]:

Mantiqiy funksiya: $Y = A \wedge B = A \cdot B$

Mantiqiy jadval:

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

3.3. OR (YOKI) elementi

OR elementi ikki yoki undan ortiq kirish signallarini qabul qiladi va agar hech bo'lmaganda bitta kirish 1 ga teng bo'lsa, chiqishda 1 hosil qiladi [3]:

Mantiqiy funksiya: $Y = A \vee B = A + B$

Mantiqiy jadval:

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3.4. NAND (VA-EMAS) elementi

NAND elementi AND elementining inversiyasi hisoblanadi. U ikki yoki undan ortiq kirish signallarini qabul qiladi va faqat barcha kirishlar 1 ga teng bo'lgandagina chiqishda 0 hosil qiladi [3]:

Mantiqiy funksiya: $Y = \neg(A \wedge B) = \neg(A \cdot B)$

Mantiqiy jadval:

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3.5. NOR (YOKI-EMAS) elementi

NOR elementi OR elementining inversiyasi hisoblanadi. U ikki yoki undan ortiq kirish signallarini qabul qiladi va faqat barcha kirishlar 0 ga teng bo'lgandagina chiqishda 1 hosil qiladi [3]:

Mantiqiy funksiya: $Y = \neg(A \vee B) = \neg(A + B)$

Mantiqiy jadval:

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

3.6. XOR (MAKSIMAL YOKI) elementi

XOR (Exclusive OR) elementi ikki kirish qiymati bir-biriga teng bo'lmaganda chiqishda 1, teng bo'lganda esa 0 hosil qiladi [3]:

Mantiqiy funksiya: $Y = A \oplus B$

Mantiqiy jadval:

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3.7. XNOR (EKVIVALENTLIK) elementi

XNOR elementi XOR elementining inversiyasi hisoblanadi. U ikki kirish qiymati bir-biriga teng bo'lganda chiqishda 1, teng bo'lmaganda esa 0 hosil qiladi [3]:

Mantiqiy funksiya: $Y = \neg(A \oplus B) = A \odot B$

Mantiqiy jadval:

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

4. Mantqiy elementlarning fizik realizatsiyasi

Mantiqiy elementlar turli texnologiyalar asosida yaratilishi mumkin [4]:

4.1. TTL (Transistor-Transistor Logic)

TTL sxemalar bipolyar tranzistorlar asosida ishlaydi. Ularning asosiy afzalliklari:

Yuqori tezlikda ishlash

Yetarlicha yuklanish qobiliyati

Nisbatan arzon narx

Kamchiliklari:

Yuqori quvvat sarfi

Cheklangan integratsiya darajasi

4.2. CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)

CMOS texnologiyasi metall-oksid yarimo'tkazgichli tranzistorlar asosida qurilgan.

Afzalliklari:

Minimal quvvat sarfi

Yuqori integratsiya darajasi

Yuqori shovqinga chidamlilik

Kamchiliklari:

Statik elektr zaryadlariga sezgirlik

TTL ga nisbatan pastroq tezlik (ilk modellarida)

4.3. ECL (Emitter-Coupled Logic)

ECL sxemalar yuqori tezlikdagi amallar uchun ishlatiladi.

Afzalliklari:

O'ta yuqori tezlik

Kam shovqin darajasi

Kamchiliklari:

Yuqori quvvat sarfi

Murakkab dizayn

4.4. RTL (Resistor-Transistor Logic)

RTL dastlabki raqamli sxemalarda ishlatilgan texnologiya bo'lib, hozirda deyarli qo'llanilmaydi.

Zamonaviy raqamli qurilmalarda asosan CMOS texnologiyasi qo'llaniladi, chunki u kam quvvat sarflaydi va yuqori integratsiya darajasiga ega [4].

5. Mantiqiy elementlarning universal to'plamlari

Mantiqiy elementlar orasida shunday to'plamlar mavjudki, ular orqali istalgan mantiqiy funksiyani hosil qilish mumkin. Bunday to'plamlar universal to'plamlar deb ataladi [5]:

1. **{AND, NOT}** – AND va NOT elementlari orqali barcha boshqa mantiqiy elementlarni hosil qilish mumkin
2. **{OR, NOT}** – OR va NOT elementlari orqali barcha boshqa mantiqiy elementlarni hosil qilish mumkin
3. **{NAND}** – NAND elementining o'zi universal hisoblanadi
4. **{NOR}** – NOR elementining o'zi ham universal hisoblanadi

Amalda NAND va NOR elementlari eng ko'p qo'llaniladi, chunki ular bir turdagi komponentlardan qilinishi mumkin, bu esa mikrosxemalarni ishlab chiqarishni soddalashtiradi [5].

5.1. NAND elementi universalligi

NAND elementi orqali boshqa elementlarni quyidagicha hosil qilish mumkin:

1. $\text{NOT}(A) = A \text{ NAND } A$
2. $A \text{ AND } B = (A \text{ NAND } B) \text{ NAND } (A \text{ NAND } B)$
3. $A \text{ OR } B = (A \text{ NAND } A) \text{ NAND } (B \text{ NAND } B)$

Bu universal xususiyat NAND elementlaridan tashkil topgan integratsion mikrosxemalarni yaratishga imkon beradi.

6. Mantiqiy elementlarning qo'llanilishi

Mantiqiy elementlar raqamli elektronikaning deyarli barcha sohalarida qo'llaniladi [1, 2]:

1. **Kombinatsion sxemalar** – kodlashtirish/dekodlash, multipleksorlar, demultipleksorlar, komparatorlar, shifrador/deshifradorlar

2. **Xotira elementlari** – trigger va registrlar
3. **Arifmetik sxemalar** – summatorlar, ayiruvchilar, ko'paytiruvchilar
4. **Mikroprotsessorlar va mikrokontrollerlar** – markaziy protsessor birliklari (CPU)
5. **Raqamli signal protsessorlari (DSP)**
6. **Dasturlanadigan mantiqiy qurilmalar (FPGA va CPLD)**

6.1. Amaliy misol: Yarim summator sxemasi

Mantiqiy elementlarning amaliy qo'llanishiga misol sifatida yarim summator sxemasini ko'rib chiqaylik. Yarim summator ikki bitli sonlarni qo'shish uchun mo'ljallangan va quyidagi komponentlardan tashkil topadi [2]:

Bir dona XOR elementi (yig'indi biti uchun)

Bir dona AND elementi (o'tkazish biti uchun)

Ikki bitni A va B deb belgilasak, ularning yig'indisi quyidagicha aniqlanadi:

Yig'indi biti $S = A \oplus B$

O'tkazish biti $C = A \wedge B$

Yarim summator sxemasining mantiqiy tasviri:

A ---+----> XOR ----> S (yig'indi)

|

B ---+----> AND ----> C (o'tkazish)

Bu oddiy misol mantiqiy elementlarning arifmetik amallarni bajarishdagi ahamiyatini ko'rsatadi. Murakkab protsessorlarda million-millionlab shunday mantiqiy elementlar integratsiya qilingan [2].

7. Mantiqiy elementlarning asosiy parametrlari

Mantiqiy elementlarni tanlashda quyidagi parametrlar muhim hisoblanadi [4]:

1. **Tez ishlash** – kirish signali o'zgarganda chiqish signalining o'zgarish vaqti (ns)
 2. **Quvvat sarfi** – elementning ishlash jarayonida sarflaydigan energiya miqdori (mW)
 3. **Shovqinlarga chidamliligi** – tashqi elektromagnit ta'sirlarga bardosh berish qobiliyati
 4. **Yuklanish qobiliyati** – bir vaqtning o'zida bog'lanishi mumkin bo'lgan boshqa elementlar soni
 5. **Ishlash kuchlanishi** – elementga beriladigan kuchlanish diapazoni (V)
- Zamonaviy CMOS texnologiyasida yaratilgan mantiqiy elementlarning tipik parametrlari:
- Kechikish vaqti: 1-10 ns
- Dinamik quvvat sarfi: 10 μ W/MHz/tranzistor
- Statik quvvat sarfi: <1 μ W/tranzistor
- Ishlash kuchlanishi: 1.2-3.3V

Yuklanish qobiliyati: 10-50 element

8. Zamonaviy yo'nalishlar

Mantiqiy elementlar texnologiyasi doimiy ravishda rivojlanib bormoqda [4, 5]:

8.1. Nanometrli texnologiya

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan protsessorlarda 5nm va 3nm texnologiya qo'llanilmoqda. Bu tranzistorlarning o'lchamini kichraytirish, binobarin, bir chipda joylashadigan tranzistorlar sonini oshirish imkonini beradi. Intel, TSMC va Samsung kabi kompaniyalar 2nm texnologiya ustida ham ishlashmoqda.

8.2. 3D integratsiya

An'anaviy ravishda mantiqiy elementlar chipning tekis sirtida joylashtiriladi. 3D integratsiya texnologiyasi elementlarni nafaqat tekislikda, balki hajmda ham joylashtirish imkonini beradi, bu esa integratsiya darajasini yanada oshiradi.

8.3. Kvant hisoblash

Kvant mexanikasi qonunlariga asoslangan yangi avlod kvant mantiqiy elementlari ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Bunday elementlar an'anaviy ikkilik mantiqiy elementlardan farqli o'laroq, kvant bitlar (qubit) bilan ishlaydi va ma'lum masalalarni tezroq hal qilish imkonini beradi.

8.4. Spintronika

Elektronlar spiniga asoslangan mantiqiy elementlar yaratish yo'nalishi. Bu texnologiya quvvat sarfini kamaytirish va ishlash tezligini oshirish imkonini beradi.

8.5. Optik mantiqiy elementlar

Elektron signallar o'rniga yorug'lik signallaridan foydalanuvchi mantiqiy elementlar. Bunday elementlar elektr quvvati sarfini kamaytirish va ma'lumotlarni uzatish tezligini oshirish imkonini beradi.

9. Xulosa

Mantiqiy elementlar zamonaviy raqamli texnologiyalarning asosini tashkil etadi. Ular oddiy ko'rinishda bo'lishiga qaramay, ularni birlashtirish orqali murakkab raqamli tizimlar — kalkulyatorlardan tortib superkompyuterlar va sun'iy intellektgacha yaratish imkonini beradi [1, 5].

Mantiqiy elementlar texnologiyasi tinimsiz rivojlanib bormoqda, yangi materiallar va texnologiyalar paydo bo'lishi bilan ularning o'lchamlari kichrayib, ishlash tezligi oshib, energiya sarfi kamayib bormoqda. Bu esa kompyuter texnologiyalari va raqamli qurilmalarning imkoniyatlarini doimiy ravishda kengaytirmoqda.

Mantiqiy elementlarni o'rganish raqamli elektronika sohasida ishlash uchun muhim qadam hisoblanadi va kompyuter tizimlari qanday ishlashini tushunishga yordam beradi. Bu bilimlar nafaqat muhandislar, balki dasturchilar va IT sohasining boshqa mutaxassislari uchun ham qimmatlidir.

ADABIYOTLAR RO'YXATI: (REFERENCES)

1. Morris Mano M., Ciletti M.D. "Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL", 5th Edition, Pearson, 2013.
2. Tocci R.J., Widmer N.S., Moss G.L. "Digital Systems: Principles and Applications", 12th Edition, Pearson, 2017.
3. Harris D.M., Harris S.L. "Digital Design and Computer Architecture", 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2012.
4. Floyd T.L. "Digital Fundamentals", 11th Edition, Pearson, 2014.
5. Wakerly J.F. "Digital Design: Principles and Practices", 5th Edition, Pearson, 2017.