

# **Mexatron Tizimlar uchun Elektronika Fani**

## **Ma'ruza №4**

### **Signallarni Analogdan Raqamliga o'tkazgich**

#### **Reja:**

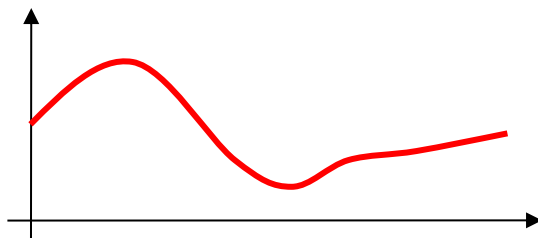
- Signal Turlari
- Analog-raqamli konvertor (ADC)
- ADC konvertatsiya jarayoni
- ADC konvertatsiya jarayoni-Aniqlik
- ADC-xato ehtimolliklari
- Ketma-ket taxminiy A/D konvertori
- Flash A/D konvertori
- Ikki qiyalikli A/D konvertori
- Delta-Sigma A/D konvertori
- ADClarni taqqoslash

Xulosa

## Signal Turlari

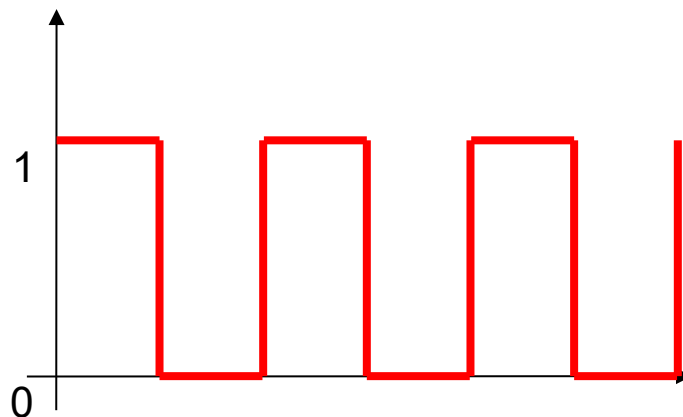
### Analog Signallar

- Signalning vaqt bo'yicha o'zgaruvchan o'zgaruvchisi boshqa vaqt o'zgaruvchan miqdorni ifodalovchi har qanday uzluksiz signal
  - Bir miqdorni boshqa miqdor bilan o'lchaydi
  - Misollar:
    - Tezlikning funksiyasi sifatida spidometr ignasi
    - Tugma harakati funktsiyasi sifatida radio ovozi



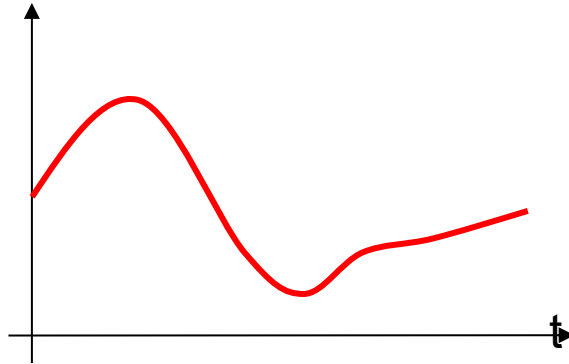
### Raqamli Signallar

- Faqat ikki holatdan tashkil topgan
  - Ikkilik holatlar: 1 va 0
  - Yoniq va o'chik
- Kompyuterlar faqat raqamli signallarga ishlov berishlari mumkin



- Signalni analog (uzluksiz) dan raqamli (diskret) shaklga o'zgartiradigan elektron integral sxema.
- Transduserlarning analog dunyosi va signalni qayta ishlash va ma'lumotlarni qayta ishlashning raqamli dunyosi o'rtasidagi aloqani ta'minlaydi

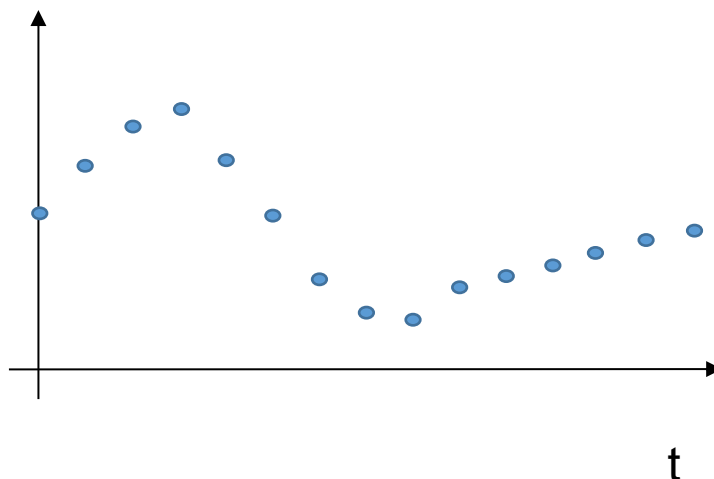
### Analog-raqamli konvertor (ADC)



- Signalni analog (uzluksiz) dan raqamli (diskret) shaklga o'zgartiradigan elektron integral sxema.
- Transduserlarning analog dunyosi va signalni qayta ishlash va ma'lumotlarni qayta ishlashning raqamli dunyosi o'rtasidagi aloqani ta'minlaydi

Signalni analog (uzluksiz) dan raqamli (diskret) shaklga o'zgartiradigan elektron integral sxema.

- Transduserlarning analog dunyosi va signalni qayta ishlash va ma'lumotlarni qayta ishlashning raqamli dunyosi o'rtasidagi aloqani ta'minlaydi.



## **ADC konvertatsiya jarayoni**

Jarayonning ikkita asosiy bosqichi

1. Namuna olish va ushlab turish
2. Kvantlash va kodlash

### **Namuna olish va ushlab turish**

- Analog signallarni bir xil vaqt oralig'ida o'lchash
- Ideal holda, biz namuna olganimizdan ikki baravar tezroq
- Raqamli tizim diskret holatlar bilan ishlaydi
- Har bir joydan namuna olish
- Namuna olingan va ushlab turgan signalni aks ettiradi
- Raqamli yaqinlashish

### **Kvantlash**

- Kirish signalini K bosqichlari bilan diskret holatlarga ajratish
- $K=2^N$ 
  - N – analogdan raqamligiga o'tkazgichning bitlar soni
- Analog kvantlash hajmi
  - $Q=(V_{\max}-V_{\min})/2^N$
  - Q bu rezolyutsiya

### **Kodlash**

Mikroprotsessorga kiritish uchun har bir holatga noyob raqamli kodni belgilash.

### **ADC konvertatsiya jarayoni-Aniqlik**

Analogdan raqamligiga o'tkazgichning aniqlik darajasi bit ortishi bilan ko'tariladi.

**Namuna olish tezligi,  $T_s$**

- Konvertatsiya jarayonida talab qilinadigan qadamlar soniga asoslanadi
- O'lchash mumkin bo'lgan maksimal chastotani oshiradi

### **Rezolyutsiya (bit chuqurligi), Q**

- Analog signalning amplitudasini o'lchashda aniqlikni yaxshilaydi.

### **ADC-xato ehtimolliklari**

#### Aliasing (namuna olish)

- Kirish signali namuna tezligidan ancha tez o'zgarganda paydo bo'ladi
- Namuna olishda Nyquist qoidasiga amal qilish kerak
  - Namuna tezligi qanday talab qilinadi degan savolga javob beradi
  - Boshqa nom qo'ymaslik uchun signaldagi maksimal chastotadan kamida ikki baravar yuqori namuna olish chastotasidan foydalaning
  - $F_{\text{namuna}} > 2 * f_{\text{signal}}$
- Kvantlash xatosi (rezolyutsiya)
  - Ruxsatni optimallashtirish
  - Mikrokontrollerning ADC konvertoriga bog'liq

### **ADC nimalarda ishlatiladi?**

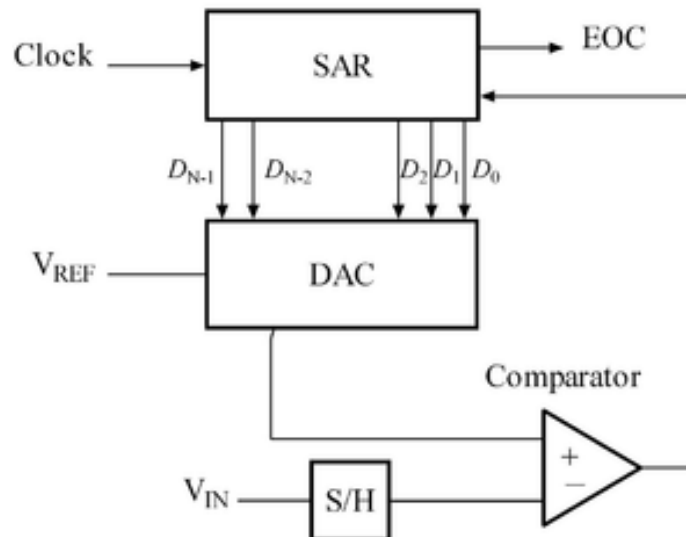
- ADC analog signalni qayta ishlash, saqlash yoki raqamli shaklda tashish kerak bo'lgan deyarli hamma joyda qo'llaniladi.
  - Mikrofonlar
  - Strengometrlar
  - Termojuft
  - Raqamli multimetrlar

### **ADC turlari**

- Ketma-ket taxminiy A/D konvertori
- Flash A/D konvertori
- Ikki qiyalikli A/D konvertori
- Delta-Sigma A/D konvertori

### Ketma-ket taxminiy A/D konvertori

- Elementlar
  - DAC = Raqamli signalni analogga o'tkazuvchi
  - EOC = Konvertatsiya yakuni
  - SAR = ketma-ket taxminiy Register
  - S/H = namuna olish va tutib turish sxemasi
  - $V_{in}$  = Kirish kuchlanishi
  - Comparator = Taqqoslagich
  - $V_{ref}$  = Referans kuchlanish
  - Clock = soat

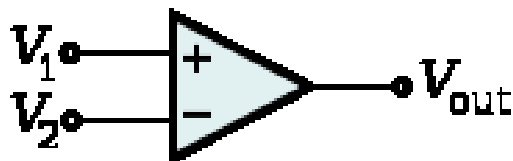
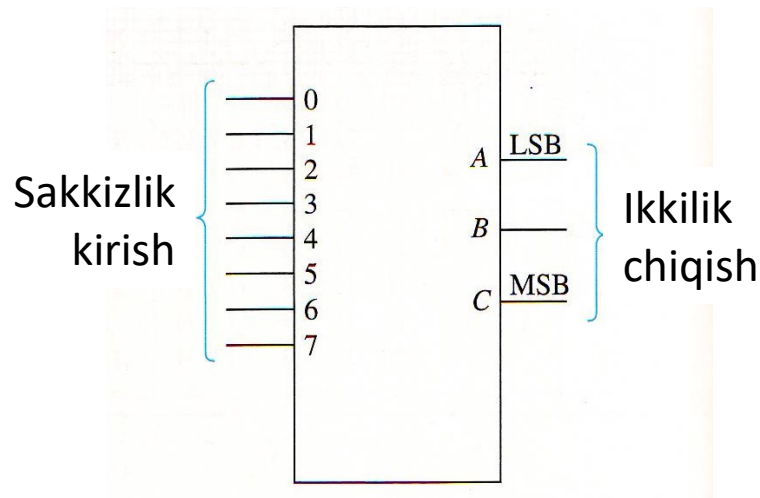


- Algoritm
  - N-bitli DAC va original analog natijalardan foydalanadi

- VDAC va Vinni ikkilik taqqoslashni amalga oshiradi
- MSB DAC uchun 1 da ishga tushiriladi
- Agar  $V_{in} < VDAC (V_{REF} / 2^{(n-1)})$  bo'lsa, MSB 0 ga tiklanadi.
- Agar  $V_{in} > VDAC (V_{REF} / 2^n)$  ketma-ket bitlar 1 ga o'rnatilsa, aks holda 0
- Algoritm LSBgacha takrorlanadi
- Oxirida DAC kirish = ADC chiqish
- N-bitli konvertatsiya N ta taqqoslash davrini talab qiladi

### Flash A/D konvertori

- Parallel ADC deb ham nomlanadi
- Elementlar
  - Enkodir – Taqqoslagich (komparator)larning chiqishidagi signallarni ikkilikka o'tkazadi
  - Taqqoslagich (komparator)lar



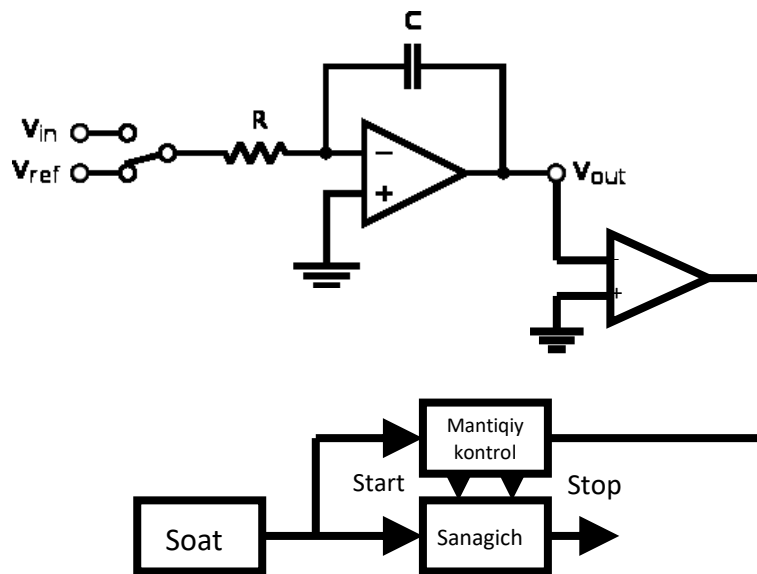
$$V_{out} = \begin{cases} V_{S+} & V_1 > V_2 \\ V_{S-} & V_1 < V_2 \end{cases}$$

- Algoritm

- $V_{in}$  qiymat ikki taqqoslash o'rtasida joylashgan
- Rezolutsiya  $\Delta V = \frac{V_{ref}}{2^N}$ ;
- $N =$  Enkoderning chiqish bitlari
- Komparatorlar  $\Rightarrow 2^N - 1$
- Misol:  $V_{ref} 8V$ , enkoder 3-bit
  - Rezolyutsiya  $\Delta V = \frac{8}{2^3} = 1.0V$
  - Komparatorlar  $2^3 - 1 = 7$
- 1 ta enkoderning ortishi komparatorlarning 2 barobar ko'payishiga olib keladi

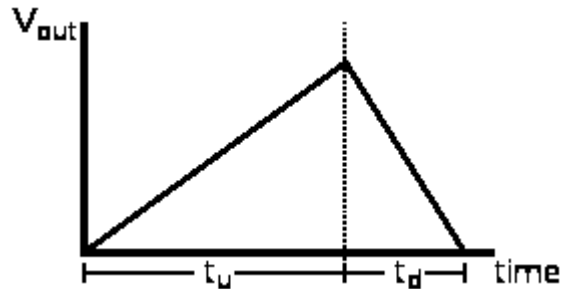
### Ikki qiymalikli A/D konvertori

- Integrating ADC nomi bilan ham ataladi



- Integratorning kirishiga noma'lum kirish kuchlanishi qo'llaniladi va belgilangan vaqt oralig'ida ko'tarilishga ruxsat beriladi. ( $t_u$ )
- Keyin, integratorga qarama-qarshi qutbli ma'lum mos yozuvlar kuchlanishi qo'llaniladi va integrator chiqishi nolga qaytguncha qiymalikka ruxsat beriladi. ( $t_d$ )

- Kirish kuchlanishi mos yozuvlar kuchlanishiga, doimiy ishga tushirish vaqtiga va o'lchangan ishlaymay qolish vaqtiga bog'liq holda hisoblanadi.
- Ishlash vaqtini o'lchash odatda konvertor soati birliklarida amalga oshiriladi, shuning uchun uzoqroq integratsiya vaqtlari yuqori piksellar sonini olish imkonini beradi.
- Konverter tezligini ruxsatni qurbon qilish orqali yaxshilash mumkin

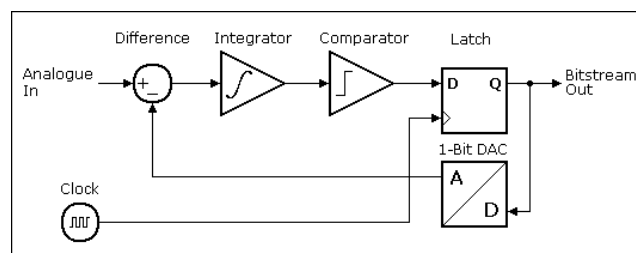


$$V_{in} = -V_{ref} \frac{t_d}{t_u}$$

### Delta-Sigma ADC

Ishlash prinsipi:

- Namuna bo'yicha kiritilgan kiritish, integratorga o'tadi
- Tuproq bilan solishtirganda integratsiya
- Iteratsiya xatoning integratsiyasini nolga aylantiradi
- Chiqish ketma-ket bitlar oqimidir



## ADC larni taqqoslash

<b>Turi</b>	<b>Tezlik (nisbatan)</b>	<b>Narxi (nisbatan)</b>	<b>Rezolyutsiya (bitlarda)</b>
<b>Ikki qiyalikli</b>	<b>Past</b>	<b>O'rtacha</b>	<b>12-16</b>
<b>Flash</b>	<b>Juda tez</b>	<b>Yuqori</b>	<b>4-12</b>
<b>Ketma-ket taxminiy</b>	<b>O'rtacha - Tez</b>	<b>Past</b>	<b>8-16</b>
<b>Sigma – Delta</b>	<b>Sekin</b>	<b>Past</b>	<b>12-24</b>

### **Xulosa**

Ushbu darsda biz quyidagi bilimlarga ega bo'ldik:

- Analogdan raqamliga o'tkazgichlar bo'yicha umumiy tushunchalar
- Analogdan raqamliga o'tkazgichlarning ishlash prinsiplari
- Analogdan raqamliga o'tkazgichlar turlari
- Analogdan raqamliga o'tkazgichlarning taqqoslanishlari
- Analogdan raqamliga o'tkazgichlarning ishlash jarayonlaridagi xatoliklar va aniqlilik
- va boshqalar...

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

- 1) Electronics: A Systems Approach (6th edition), Neil Storey, Pearson Education UK, 2017

- 2) Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering, William Bolton, Pearson Education Limited 2015
- 3) Elektronika. X. Aripov, A. Abdullayev. Fan va texnologiya nashriyoti, 2011
- 4) wikipedia.org veb sayti
- 5) [http://en.wikipedia.org/wiki/Analog-to-digital\\_converter](http://en.wikipedia.org/wiki/Analog-to-digital_converter)
- 6) [http://en.wikipedia.org/wiki/Successive\\_approximation\\_ADC](http://en.wikipedia.org/wiki/Successive_approximation_ADC)
- 7) <http://www.maximintegrated.com/app-notes/index.mvp/id/810>
- 8) [http://en.wikipedia.org/wiki/Delta-sigma\\_modulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Delta-sigma_modulation)
- 9) <http://www.beis.de/Elektronik/DeltaSigma/DeltaSigma.html>
- 10) [http://www.allaboutcircuits.com/vol\\_4/chpt\\_13/9.html](http://www.allaboutcircuits.com/vol_4/chpt_13/9.html)
- 11) [http://en.wikipedia.org/wiki/Integrating\\_ADC](http://en.wikipedia.org/wiki/Integrating_ADC)