



# 1. Digitalni sustavi i obrada podataka

---



# Pregled tema

---

- Podaci i informacija
- Predstavljanje binarnih brojeva električkim veličinama
- Prijenos podataka
- Problemi elektroničke implementacije
- Pretvorba analognih veličina
- Osnovna struktura digitalnog sustava



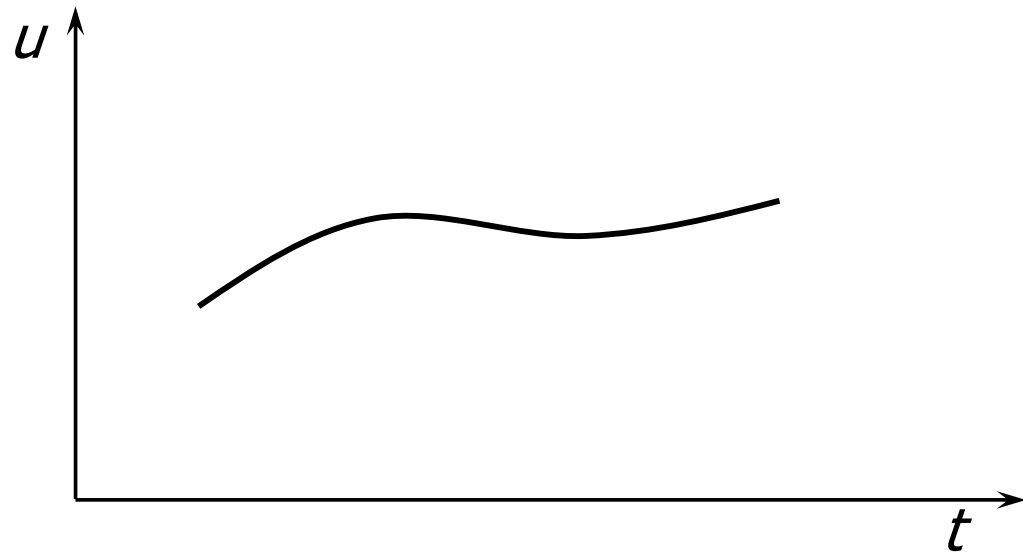
# Podaci i informacija

---

- opažanje različitih pojava - obilježja
- mjerljiva obilježja - veličine
  - kontinuirane
  - diskretne (vremenski/prostorno)
- izmjerena vrijednost neke veličine - podatak
- proces kojim se skup podataka pretvara u informaciju - obrada podataka
- informacija - može se prikazati u analognom ili digitalnom obliku

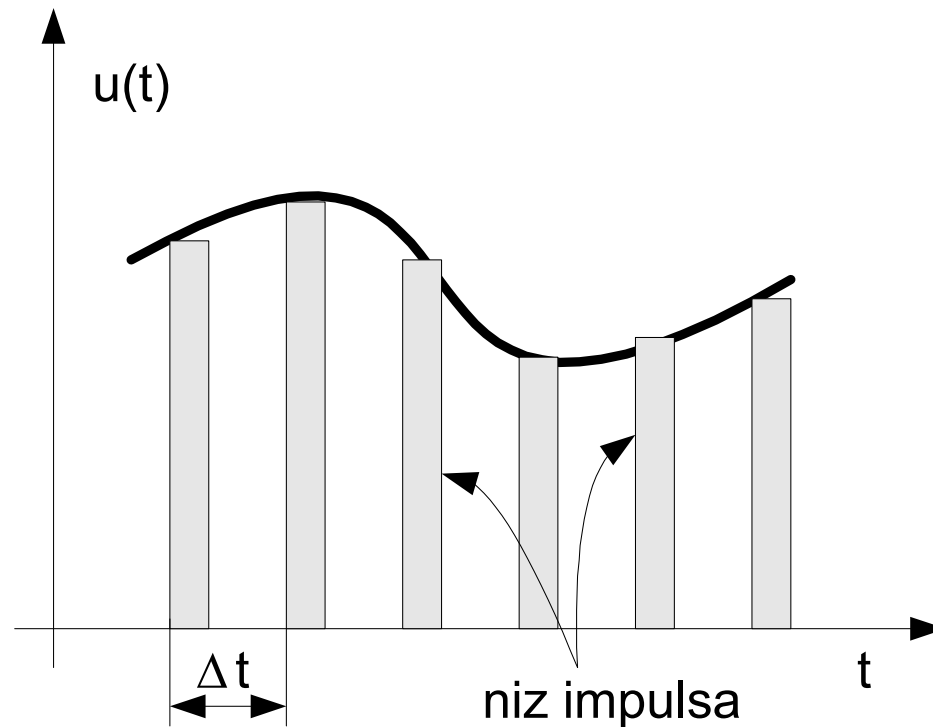
# Analogni prikaz podataka

- mjerena veličina izražava se (drugom) odgovarajućom veličinom
  - razmak između dva zareza na štapu
  - električna veličina analogna fizikalnoj veličini



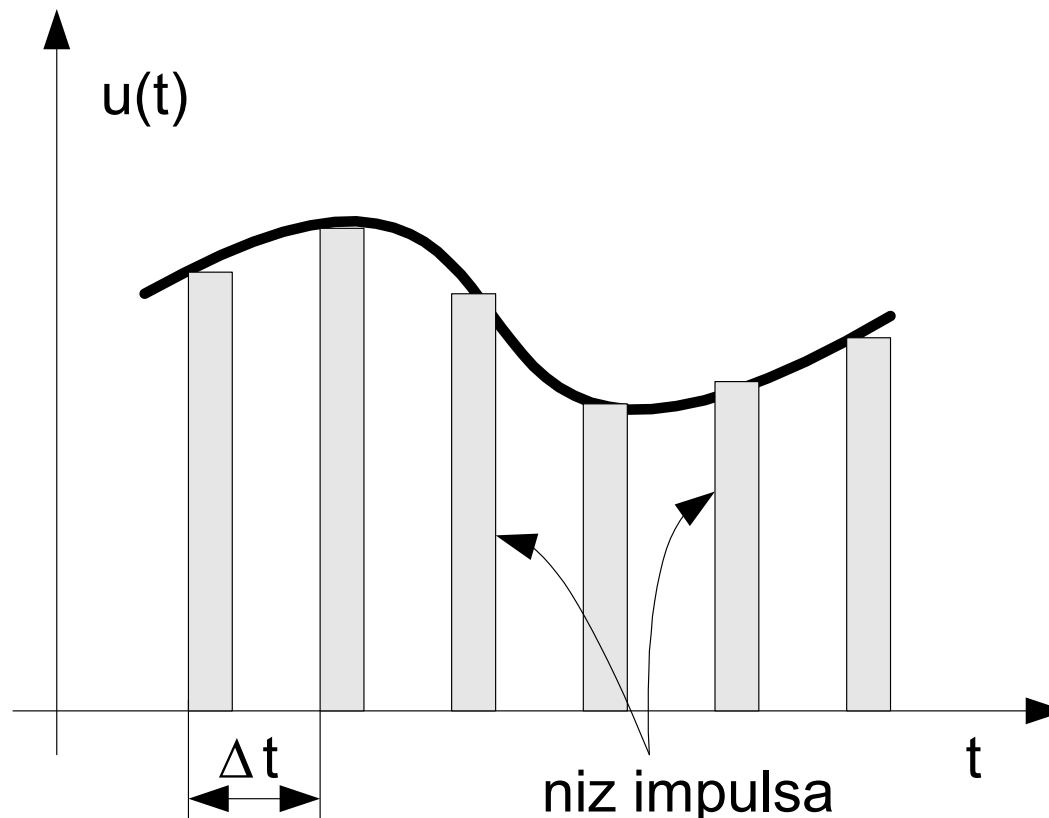
# Digitalni prikaz podataka

- veličina izražena *brojem* i oznakom standardne jedinice



# Pretvorba analognih veličina

- digitalni sustav u stvarnom svijetu
- fizikalne veličine: kontinuirane u prostoru (po amplitudi) i vremenu
- analogne veličine, digitalne veličine





# Uzorkovanje

---

- mjerni pretvornik prikazuje mjerenu veličinu analognom kontinuiranom električkom veličinom (napon)
- informacija o ponašanju kontinuirane veličine može se dobiti uzimanjem uzoraka amplitude napona u jednakim vremenskim razmacima - *uzorkovanjem* (engl. sampling)  $\Rightarrow$  diskretizacija po vremenu



# Shannonov teorem uzorkovanja

---

- Shannonov teorem uzorkovanja (1949.)  
informacija će biti očuvana ako se uzorci uzimaju u diskretnim intervalima  $\Delta t$  tako da je  
 $\Delta t \leq 1/(2 f_g)$
- $f_g$  je gornja granična frekvencija spektra valnog oblika iz kojeg se uzimaju uzorci
- vremenski diskretan analogni prikaz



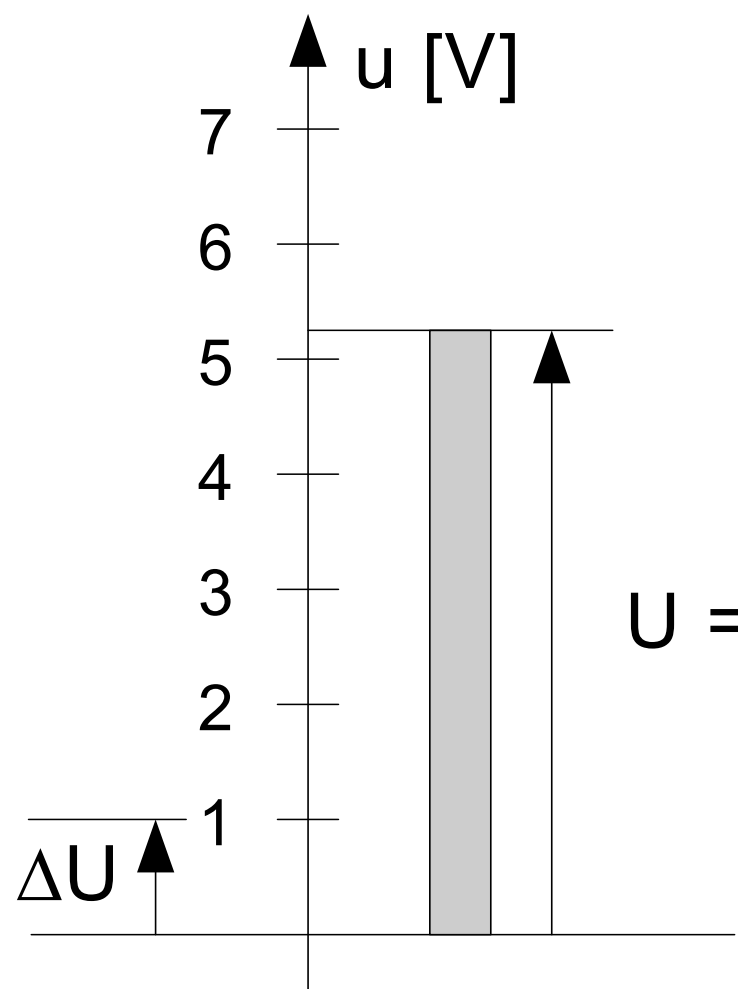


# Kvantizacija

---

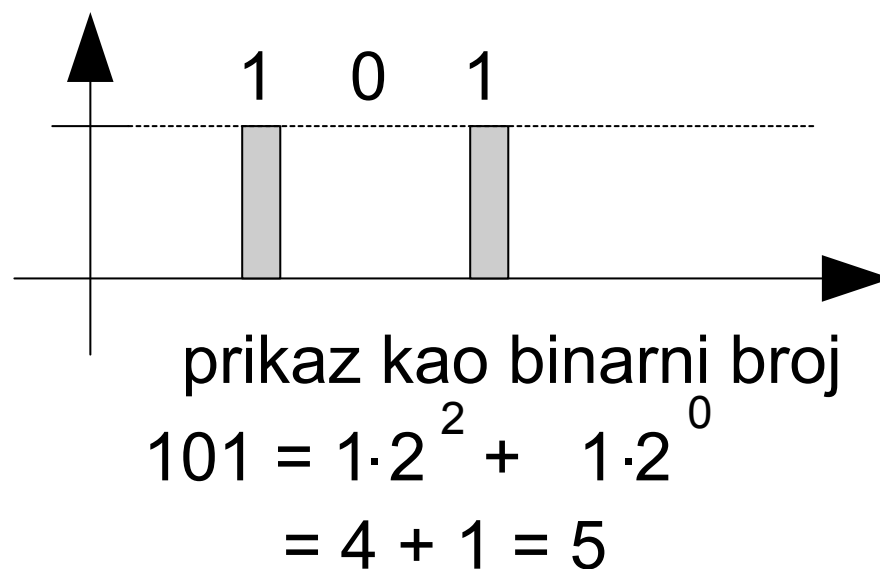
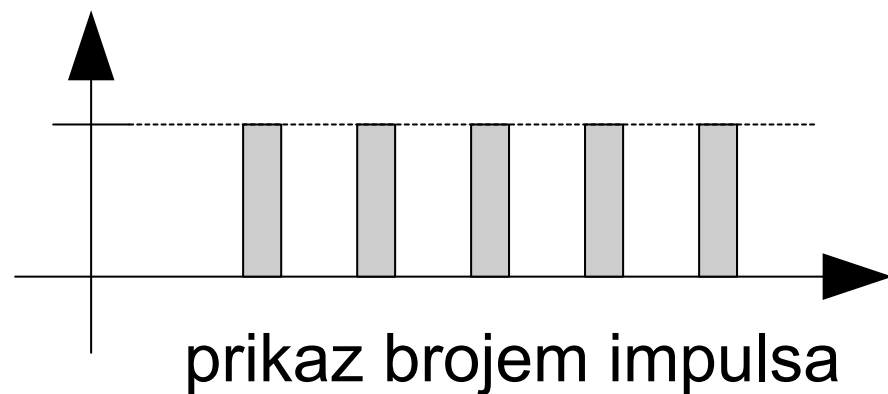
- da bi se iz analognog oblika dobio digitalni oblik, veličina mora proći analogno/digitalnu pretvorbu (ADC)
- proces *kvantizacije*  $\Rightarrow$  diskretizacija po amplitudi
- pogreška kvantizacije - uzima se najbliži cjelobrojni višekratnik kvanta
- prikaz broja kvanata

# Kvantizacija



$$U = 5 \Delta U$$

kvant





# Binarni prikaz podataka

---

- za prikaz podataka brojevima - proizvoljni brojevni sustav
- ostvarivanje u tehničkom sustavu - na prikladan način predočiti svaku znamenku posebnim fizičkim stanjem
- različita stanja se moraju jasno prepoznavati i međusobno razlikovati
- najjednostavnije i najefikasnije - realizacija 2 stanja  
⇒ *binarni sustav* kao osnova svih digitalnih elektroničkih sustava



# Binarna znamenka

---

- binarna znamenka (0 ili 1) naziva se *bit* (engl. **BI**nary digi**T**)
- u digitalnim sustavima podaci se prikazuju pomoću grupe bitova
  - grupa od 8 bitova → oktet (*engl. byte*)
  - grupa od 4 bita → kvartet (*engl. nibble*)
  - osnovna grupa bitova → riječ (*engl. word*)  
tipično 8, 16, 32, 64, ... bita

- za pohranu na magnetskim medijima koriste se veće grupe riječi - *blokovi*
- vrijeme pristupa u usporedbi s vremenom čitanja podataka
- učinkovitost



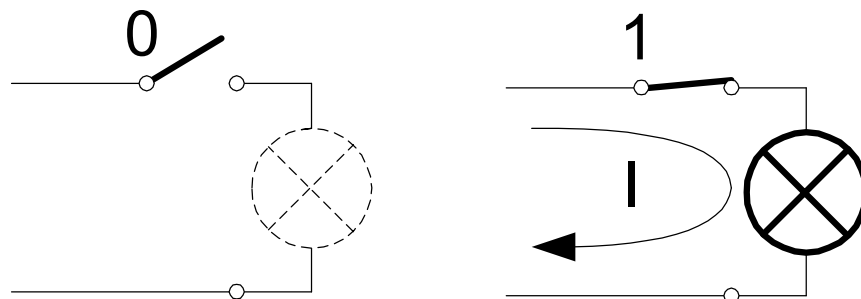
# Ostvarenje binarnog zapisa

---

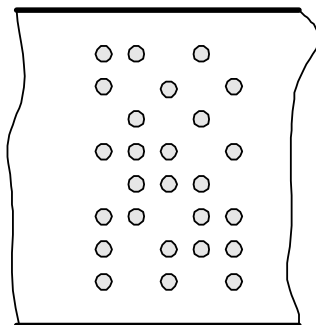
- binarne znamenke: 0 i 1
- fizičko predočavanje:
  - mehanička sklopka
  - papirna traka
  - magnetski medij
  - tranzistorska sklopka
- nositelj informacije:
  - pozitivni i negativni impulsi
  - nizovi impulsa

# Predočavanje binarnih veličina

- mehanička sklopka

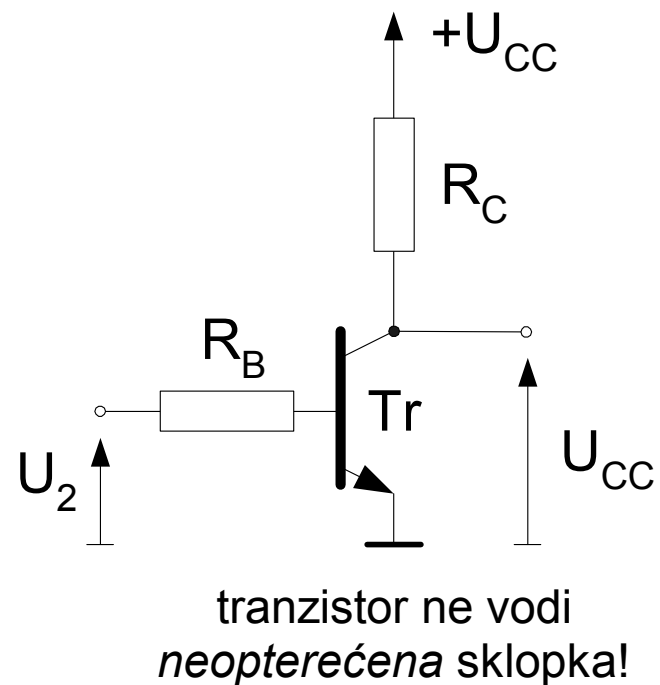
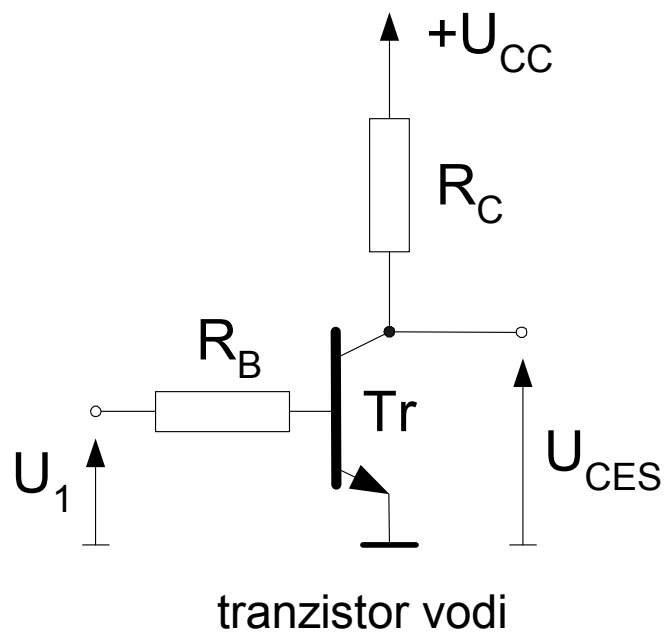


- bušene kartice



# Predočavanje binarnih veličina

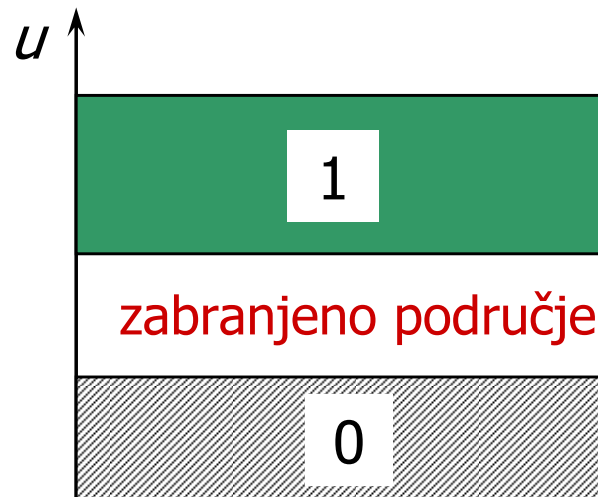
- primjer tranzistorske sklopke





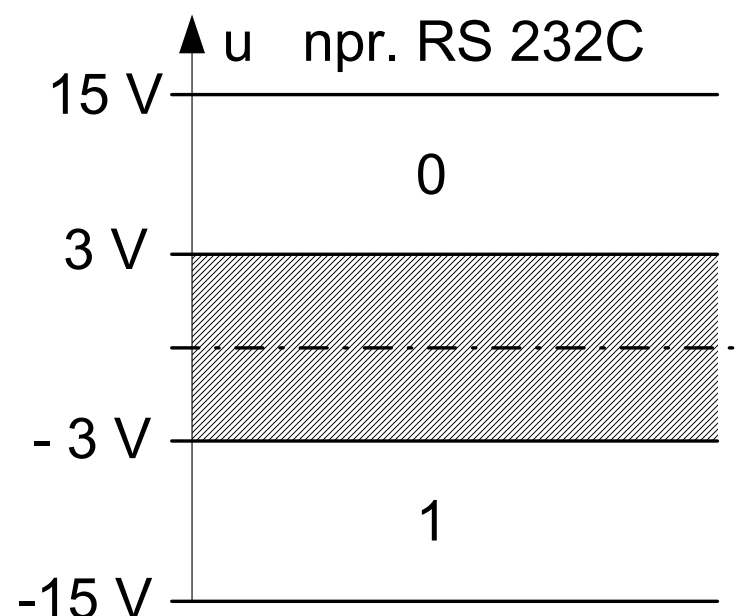
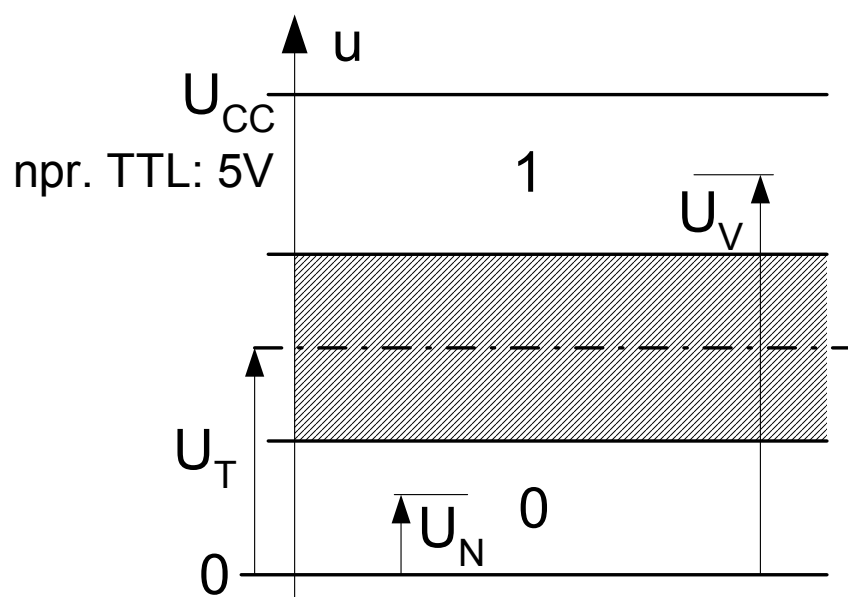
# Prikaz naponskim razinama

- realizacija elektroničkim sklopovima - najprikladnije je značenje 0 i 1 pridijeliti naponskim razinama (npr. 0 V  $\rightarrow$  binarna 0, +5 V  $\rightarrow$  binarna 1)
- problemi tehničke izvedbe (tolerancije, opterećenja, otpornost na smetnje)  
 $\Rightarrow$  naponska područja umjesto razina



# Unipolarni i bipolarni signali

- unipolarni signali - unutar digitalnog sustava
- bipolarni signali - između digitalnih sustava - mogućnost otkrivanja prekida linije





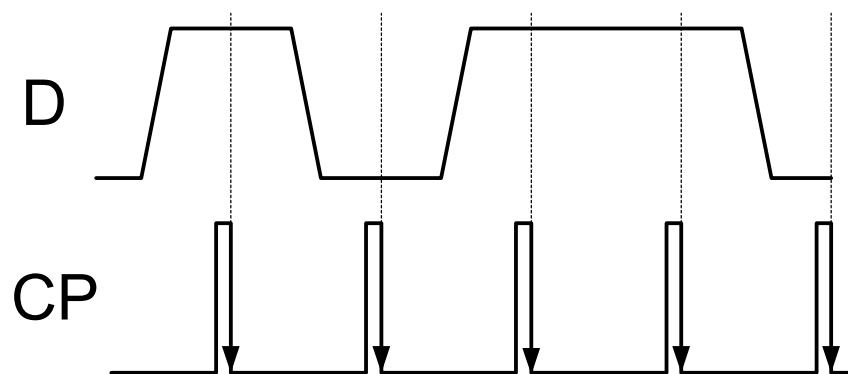
# Prijenos podataka

---

- prijenos informacija (podataka) - primanje i slanje
- binarna informacija (riječ, blok podataka) može se prenositi paralelno ili serijski

# Serijski prijenos

- po jednom vodiču - bitovi slijede u vremenskom nizu u jednakim razmacima
- razlučiti trenutke očitavanja vrijednosti pojedinog bita  
⇒ sinkronizacijski (taktni) impulsi CP (Clock Pulse)





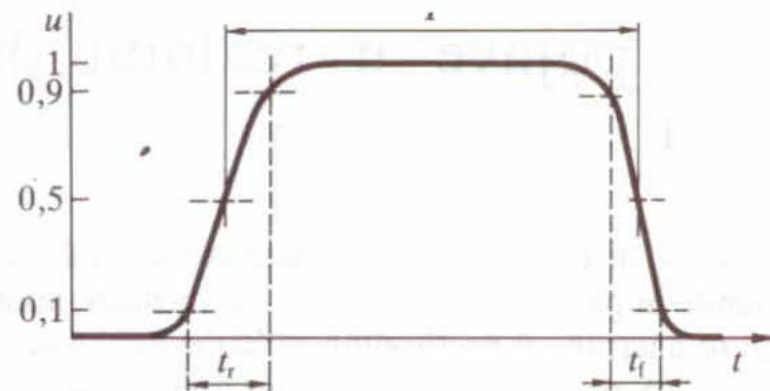
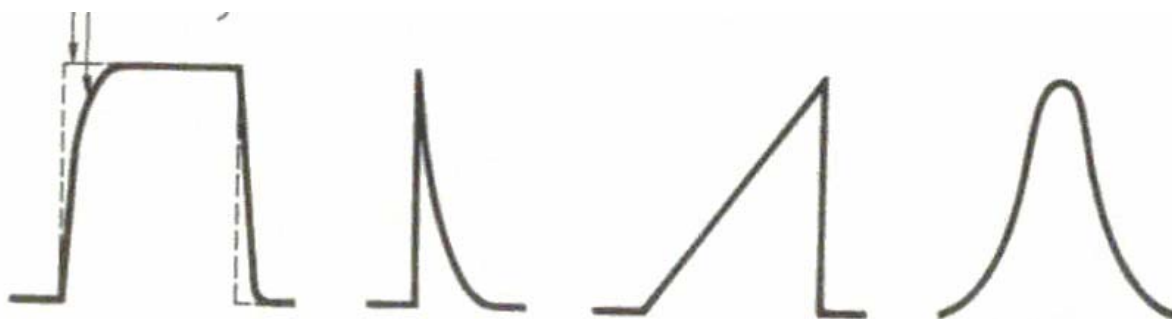
# Paralelni prijenos

---

- bitovi jedne riječi prenose se paralelno (istovremeno)
- riječi se prenose slijedno (serijski)
- bitovi unutar grupe se prenose paralelno, grupe kao cjeline prenose se serijski
- prijenos podataka po sabirnicama digitalnog sustava

# Problemi elektroničke implementacije

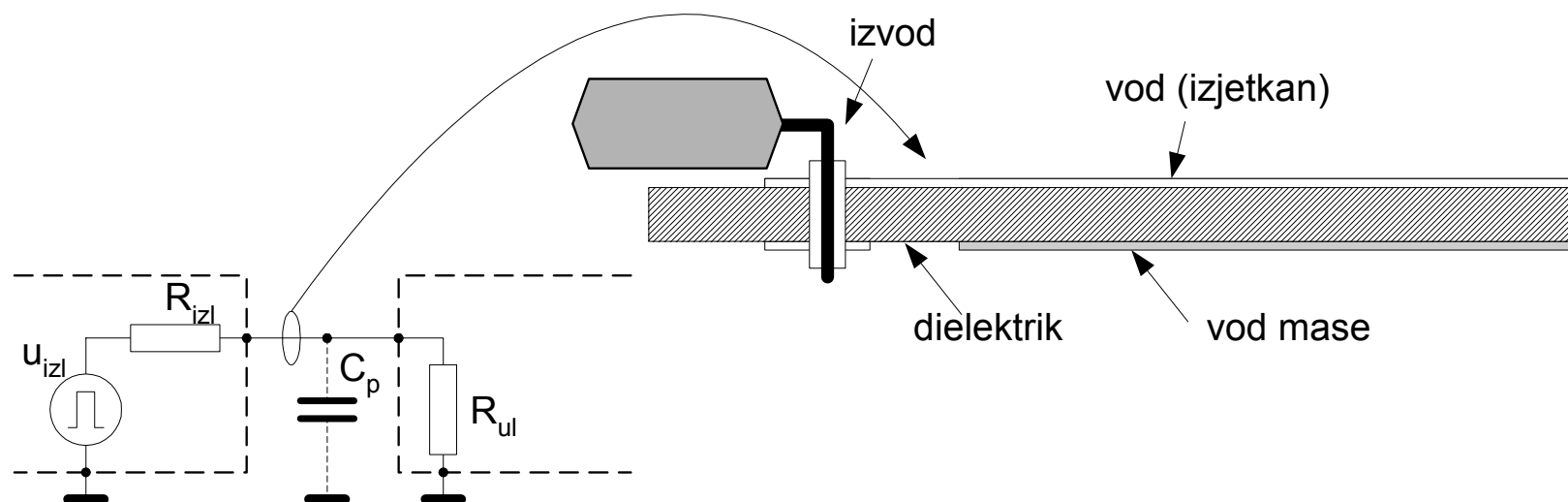
- tok podataka u digitalnom sustavu - niz pravokutnih naponskih impulsa
- u realnim uvjetima električki impulsi kojima se ostvaruju digitalni podaci nisu idealno pravokutni  
⇒ impulsna elektronika
- djelovanje parazitnih kapacitivnosti



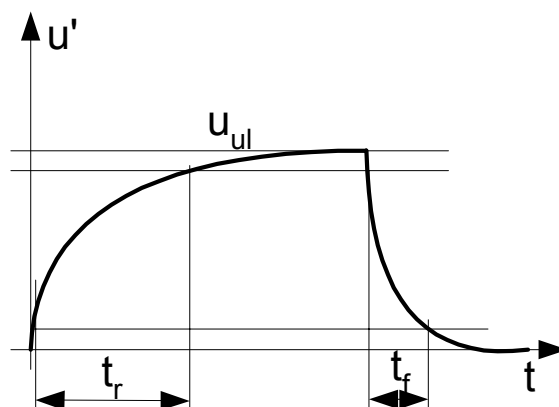
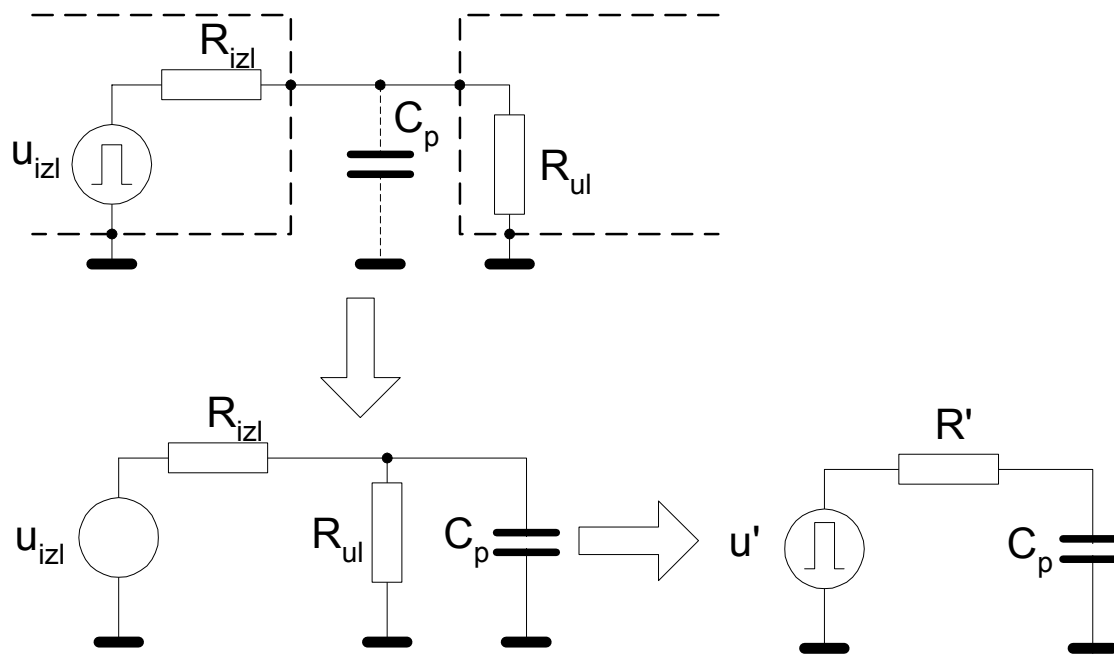
# Parazitne kapacitivnosti

Uzrok izobličenja impulsa

→ tipično: utjecaj *parazitnih* kapacitivnosti između voda signala i mase



# Parazitne kapacitivnosti

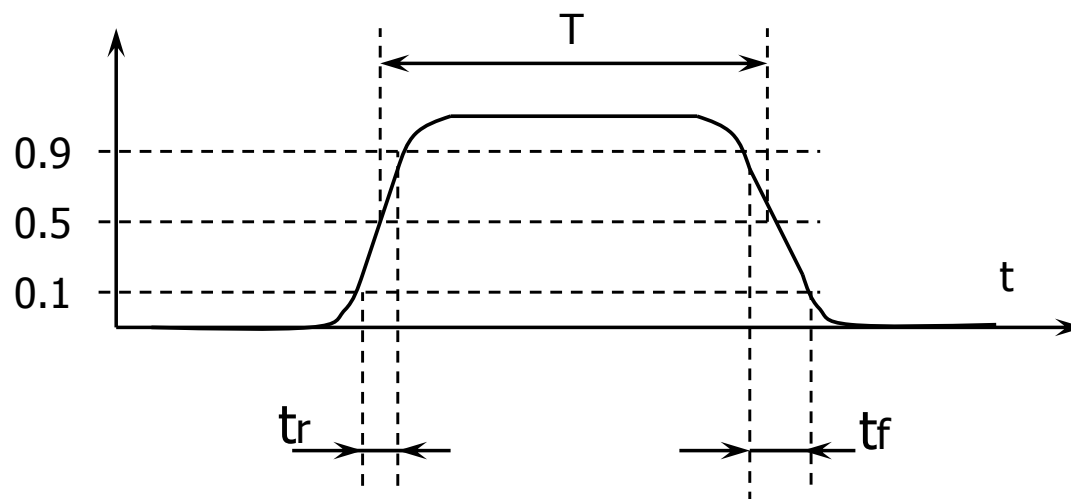


$$u_{ul} = U f(e^{-t/\tau})$$
$$\tau = R' C_p$$



# Parametri impulsa

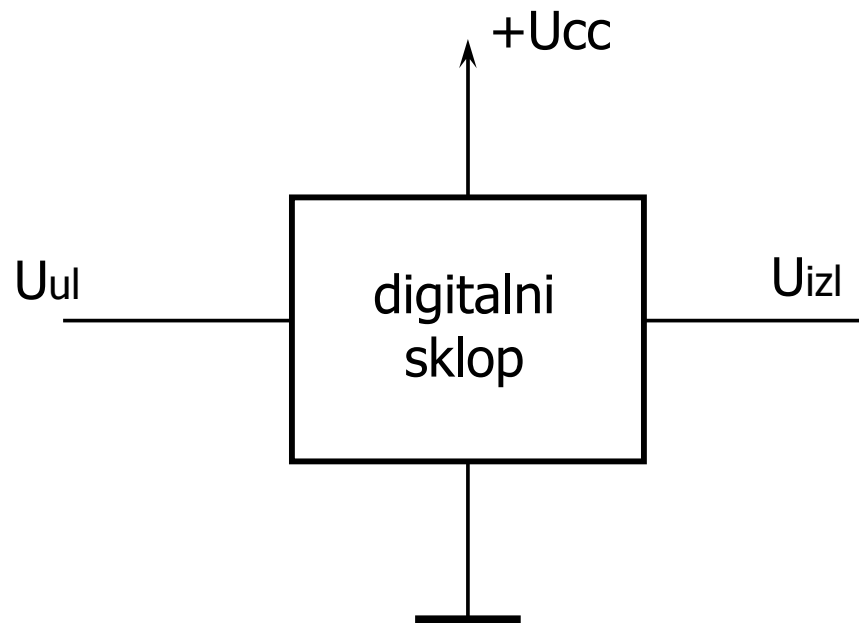
- vrijeme porasta  $t_r$
- vrijeme pada  $t_f$
- vrijeme trajanja  $T$



- povećanje frekvencije  
⇒ skraćenje vremena  $t_r$ ,  $t_f$  i  $T$   
⇒ spori i brzi impulsi

# Vrijeme kašnjenja

- na ulaz digitalnog sklopa dovode se električki impulsi (signali) koji uzrokuju električnu promjenu na izlazu
- pri prolazu kroz sklopovlje impulsima je potrebno neko vrijeme





# Vrijeme kašnjenja

---

- vrijeme kašnjenja sklopa  $t_d$ 
  - vrijeme od polovice promjene ulaznog napona do polovice promjene izlaznog napona
- važan parametar - pri prolazu kroz više sklopova vrijeme kašnjenja se akumulira, što može dovesti do pogrešaka u radu sustava
- dinamička analiza / statička analiza sklopovlja



# Prednosti digitalnog prikaza i obrade

- prikazivanje podataka diskretnim električkim signalima (impulsima)
- informacija nije sadržana u amplitudi nego u prisutnosti/neprisutnosti impulsa
- manja podložnost smetnjama, veća pouzdanost
- objedinjeni prikaz i obrada numeričkih i nenumeričkih (simboličkih) veličina
- točnost ovisi o broju bitova (brojnih mjesta kojim prikazujemo podatke)

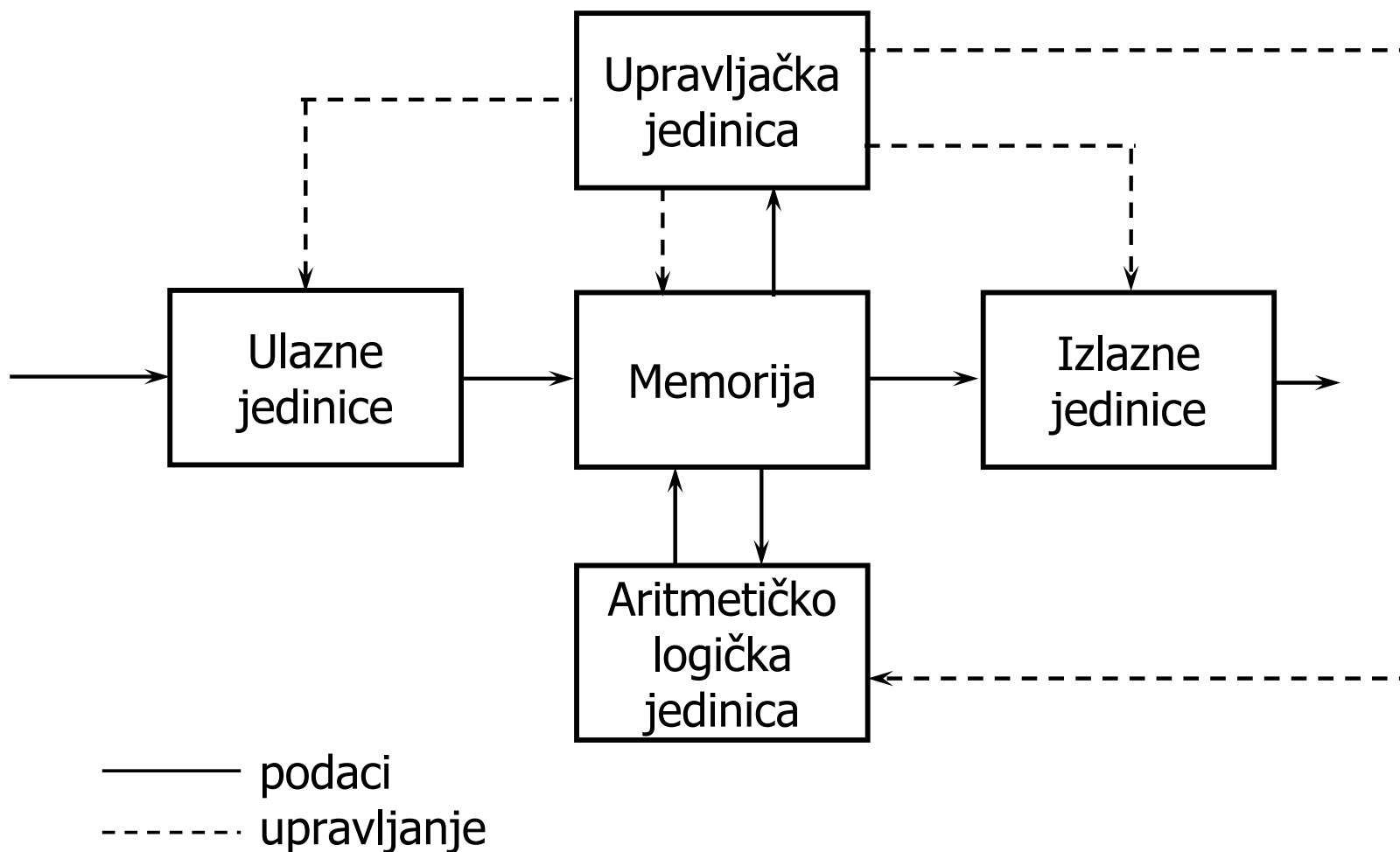


# Osnovna struktura digitalnog sustava

---

- funkcije digitalnog sustava:
  - obrada podataka
  - obavljanje aritmetičkih i logičkih operacija
  - donošenje odluka
- u općem slučaju - 5 podsustava:
  - ulazna jedinica
  - izlazna jedinica
  - memorija
  - aritmetičko-logička jedinica
  - upravljačka jedinica

# Osnovna struktura digitalnog sustava





# Osnovna struktura digitalnog sustava

---

- univerzalni digitalni sustav  $\Rightarrow$  funkcija mu se mijenja programiranjem  $\Rightarrow$  računalo
- univerzalni stroj za obradu podataka, upravljanje sustavima, distribuciju informacija
- raširenost i prožimanje digitalnih sustava i računala u svakodnevni život