

Pojam digitalnog kola

Osnovni pojmovi

- Rad računara zasnovan je na realizaciji raznih funkcija pomoću digitalnih elemenata
- Elektronska kola sadrže neprekidan protok električne struje
 - Provodnici, izvor EMS
- Analogni signal, kontinualan po vremenu i amplitudi
- Impulsni signal, kontinualan po vremenu, ali se amplituda može naglo mijenjati, impulsna kola

Osnovni pojmovi (2)

- Digitalni signali, impulsni signali sa nekoliko dozvoljenih amplitudskih nivoa, digitalna kola
- Binarni digitalni signali
- Logička jedinica i nula interpretiraju se kao dva naponska opsega, prelazna zona
- Digitalna kola (tehnologija integrisanih kola)
 - Tranzistori
 - Otpornici, kondenzatori

Osnovni pojmovi (3)

- Digitalna kola dijele se prema načinu formiranja izlaznog signala na
 - Kombinatorna
 - Sekvencijalna
- Izlaz iz kombinacionih kola zavisi isključivo od ulaza
- Izlaz iz sekvencijalnih kola zavisi od ulaza, ali i od prethodnih stanja na ulazima
 - Sinhrona
 - Asinhrona

Osnovni pojmovi (4)

- Integrirano kolo je kolo napravljeno na jednom parčetu (chip) silicijuma
- Vafer, pinovi
- Podjela prema broju elemenata
 - SSI (do 20 elemenata)
 - MSI (do 200 elemenata)
 - LSI (do 200000 elemenata)
 - VLSI (preko 200000 elemenata)

Logički element

- Digitalna kola sastoje se od logičkih elemenata
- Logički element je digitalno kolo čija jednačina odgovara jednoj Bulovoj funkciji
- Primjer, AND kolo sa dva ulaza i jednim izlazom
- Idealni i realni logički element

Idealni logički element

- Realizuje unaprijed zadatu logičku funkciju
- Logička nula, logička jedinica
- Primjer, invertor (negacija), $y = 1$, za $x < 0.5$; $y = 0$, za $0.5 < x < 1$
- Vrijeme kašnjenja = 0
- Izlazna otpornost = 0, ulazna otpornost je beskonačno
- Cijena = 0

Realni logički element

- Logičkoj nuli i jedinici odgovaraju naponski opsezi
- Prelazna zona, nije dozvoljena u normalnom radu digitalnog kola
- Osobine
 - Izlaz je unaprijed definisana funkcija ulaza
 - Karakteristika prenosa
 - Regeneracija amplitudskih nivoa
 - Jednostranost, usmjerenost
 - Više ulaza, izlaz može da se razvede na ulaz više drugih kola

Karakteristike prenosa

- Prelazna zona između nule i jedinice
- Nivo nule nije jednak naponu nula
- Četiri bitne vrijednosti V_{IL} , V_{IH} , V_{OL} , V_{OH}
- I – input, O – output, L – low, H - high
- $V_{OL} < V_{IL}$, $V_{OH} > V_{IH}$

Margine šuma

- Neželjena promjena naponskog nivoa naziva se šum
- Ako je šum na ulazu veliki može da izazove grešku na izlazu
- Margina je dozvoljena promjena naponskog nivoa na ulazu koja ne izaziva grešku na izlazu
- Margina šuma za jedinicu $V_{OH} - V_{IH}$
- Margina šuma za nulu $V_{IL} - V_{OL}$

Faktor grananja ulaza i izlaza

- Otpori nijesu idealni
- Faktor grananja na izlazu je broj nezavisnih ulaznih priključaka koji mogu da se dovedu na izlaz kola
- Faktor grananja na ulazu je broj nezavisnih ulaznih priključaka na kolo

Dinamičke karakteristike

- Kašnjenje izlaza (odziva) za ulazom (pobudom)
- Vrijeme kašnjenja opadajuće ivice je vrijeme između promjene ulaznog signala i trenutka kada izlazni signal opadne do $(V_{OH} + V_{OL}) / 2$
- Vrijeme kašnjenja rastuće ivice je vrijeme između trenutka promjene ulaznog signala i trenutka kada izlazni signal dostigne $(V_{OH} + V_{OL}) / 2$
- Kašnjenje se mjeri nanosekundama

Ostale karakteristike

- Disipacija, potrošnja
- Proizvod snage i kašnjenja, kompromis između potrošnje i brzine

Tehnologija digitalnih kola

- Relej
- Vakuumska cijev
- Tranzistor

Relej

- Kod starih računara se kao prekidač koristio relej
- Relej se sastoji od metalne šipke i namotaja žice oko nje
- Kada se kroz namotaje propusti struja šipka se usljed elektromagnetnog polja pomjeri, te uključi jedan ili više prekidača
- Kada prestane struja, pomoću opruge, šipka se vrati u polazni položaj

Vakuumska cijev

- Sastoji se od staklene cijevi u kojoj je vakuum zajedno sa tri elektronska elementa – katoda, anoda, rešetka
- Struja teče od katode prema anodi
- Kada je rešetka između, mijenjajući napon na njoj, može se upravljati strujnim tokom između katode i anode
 - Prekidač u odnosu na katodu i anodu

Tranzistor

- Tehnologija poluprovodnika
 - Silicijum, germanijum
- Tranzistor NPN
 - N slojevi sa viškom negativnog punjenja
 - P slojevi sa manjkom elektrona
 - Sloj N priključen je na spoljašnji kontakt
 - Sloj P razdvojen je od svoje elektrode sa izolatorom (silicijum oksid)

Tranzistor (2)

- Gejt, spoj sloja P sa elektrodom, sors i drejn spojevi N slojeva sa elektrodom
- Kada na gejtju nema napona, sloj P je prepreka između N slojeva, kroz tranzistor nema struje
- Kada je na gejt doveden dovoljan napon, elektroni iz P sloja povuku se u sloj ispod oksida, formira se kanal između sorsa i drejna, ako postoji naponska razlika pojaviće se struja

Realizacija logičkih elemenata

- Od tranzistora se formiraju kola koja odgovaraju nekoj Bulovoj funkciji – to su logički elementi
- Primjer, NILI kolo ! ($A \parallel B$)
- Primjer, NI kolo ! ($A \&\& B$)
- Primjer, invertor (negacija)

Kombinacione i sekvencijalne mreže

- Kombinacione mreže ne sadrže povratnu spregu
 - Izlazni signal sa bilo kog kola iz mreže ne smije da bude doveden na ulaz mreže
 - Sabirači, dekoderi, multiplekseri, magistrale
- Sekvencijalne mreže – izlaz zavisi od redosljeda generisanja ulaznih signala, sadrže memorijske elemente (flip flopovi, leč kola)
 - Sinhrona, asinhrona
 - Primjeri sek. mreža: pomjerački registri, brojači