

Tentamen DigitalKretskonstruktion/Digitalkonstruktion II

Datum: 2000-08-28

Skrivningstid: 5 timmar

Hjälpmedel: Physics Handbook, miniräknare

Kursansvarig: Bengt Oelmann, tel: 060-148792 / 171311, e-post: Bengt.Oelmann@ite.mh.se

max antal poäng: 44

antal sidor: 4

Anvisningar för inlämnade lösningar:

- Resonemang och motiveringar får ej vara så knapphändiga att de blir svåra att följa.
- Införda beteckningar skall definieras.
- Tankegången bakom uppställda ekvationer skall förklaras.
- Uträkningar skall vara tillräckligt fullständiga för att visa hur slutresultatet erhållits.
- Approximationer och antaganden skall motiveras och underkastas efterkontroll.
- Ange svaren med lämpligt antal gällande siffror.
- Varje problemlösning skall avslutas med ett klart formulerat svar.

UPPGIFTER

1. Konstruera statiska CMOS grindar för nedanstående logiska funktioner. Rita transistor-scheman (4 p)

• a) $z_a = \overline{((a+b) \cdot c + d) + e}$

• b) $z_b = f(a,b,c)$ enligt tabellen nedan.

a	b	c	z _b
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

2. Konstruera en krets som delar den inkommande klocksignalen med en faktor 2. Använd TSPC teknik. (6 p)

3. Beskriv de sätt man kan konstruera en kapacitans i en CMOS teknologi. Illustrera men figurer hur de fysiskt byggs upp? (2 p)

4. Dimensionera en 3-ingångars or-grind för symmetriskt omslag, samt bestäm den totala *switchande* kapacitansen i grinden och jämför med en motsvarande grind konstruerad med min-transistorer. Antag att $C_{gate} = C_{drain} = C_{source} = C_g$ för min-transistorerna samt att C_g är direkt proportionell mot W/L. (6 p)

5. Uppskatta medelvärdet för effektförbrukningen i en modul konstruerad med statiska CMOS grindar. Vi vet att switchingaktiviteten (α) är i medeltal 11% för datasignalerna och den totala switchande kapacitansen är 0.12 nF. Klockfrekvensen är 100 kHz och matningsspänningen är 1.2V. Bortse från effektförbrukningen i klocknätet. Var noggrann med att ange vilka antaganden du gör och vilka effekter du bortser från. (4 p).

6. I en mikroprocessor drivs alla bitar samtidigt i en utgångsbuss på 16 bitar av CMOS buffrar med låg utgångsimpedans. Ledningsimpedansen som buffrarna driver är 50 ohm och stigtiden är 1.2 ns med ett spänningssving på 3.3V. Det största tillåtna variationen på matningsspänningen är 0.1V. Bestäm hur många par med V_{DD} och V_{SS} paddar som krävs för att uppnå detta krav. Varje par av V_{DD}/V_{SS} pad anslutning har en induktans (p.g.a bond-tråden) 1.5nH. (6 p)

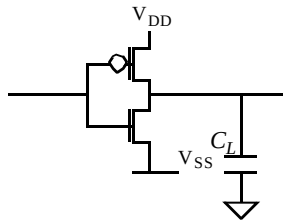
7. Konstruera en carry generator i dominologik. Kretsen ska delas upp så att den är uppbyggd av två steg (kaskadkoppling av två domino-grindar). Logiskt uttryck för carry generator: $C_4 = (((C_0 P_0 + G_0) P_1 + G_1) P_2 + G_2) P_3 + G_3$. (6 p)

8. a) Konstruera följande tre grindar med två ingångar vardera i passtransistorlogik: and-, or-, och xor-grind. b) Beskriv för- och nackdelar med passtransistorlogik jämfört med statisk CMOS logik. (4 p)

9. Ta fram ett uttryck för falltiden för en inverterare med en kapacitiv last C_L , se figur 1. Använd 1:a ordningens ekvationer för MOS transistor, see bifogad formelsamling (6 p)

FIGURER

Figur 1.



FORMELSAMLING

1:a ordningens ekvationer som beskriver nMOS transistorens beteende i de tre arbetsregionerna:

$$I_{DS} = 0; \quad V_{GS} - V_T \leq 0$$

$$I_{DS} = \beta_N \left[(V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right] \quad 0 < V_{DS} < V_{GS} - V_T$$

$$I_{DS} = \frac{\beta_N}{2} (V_{GS} - V_T)^2; \quad 0 < V_{GS} - V_T < V_{DS}$$

där

$$\beta_N = (\mu_n \epsilon_0 \epsilon_{SiO_2} / t_{ox}) \cdot (W/L); \quad \beta_P = (\mu_p \epsilon_0 \epsilon_{SiO_2} / t_{ox}) \cdot (W/L)$$

$$V_T = V_{T0} + \gamma (\sqrt{|V_{SB}| + 2|\phi_B|} - \sqrt{2|\phi_B|})$$

Dynamisk effektförbrukning i CMOS:

$$P_{dynamisk} = C \cdot V_{DD}^2 \cdot \frac{1}{T}$$

Approximation av stig- och falltid i en CMOS grind:

$$t = k \times \frac{C}{\beta \cdot V_{DD}} \quad \text{där } k \text{ är en teknologikonstant och } C \text{ kapacitiv last}$$

Symbol	Förklaring
β	MOS transistorens transkonduktans parameter [A/V^2]
μ_n	elektronmobilitet [m^2/Vs]
μ_p	hålmobilitet [m^2/Vs]
ϵ_0	permabilitet $8.854 \cdot 10^{-12}$ [As/Vm]
ϵ_{SiO_2}	di-elektrisk konstant för kiseldioxid (3.9)
t_{ox}	tjocklek för gate-oxiden
W	kanalbredd [m]
L	kanallängd [m]
V_T	tröskelspänning [V]
V_{T0}	tröskelspänning vid $V_{SB}=0$ [V]
γ	bulk-tröskel parameter [$V^{0.5}$]
V_{SB}	Source till bulk spänning [V]
ϕ_B	Ytpotential vid kraftig inversion [V]
C	switchande kapacitans [F]
T	klockperiod [s]
α	sannolikheten att en datasignal gör en transition under en klockperiod