

# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

13-1-2011

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Η ισοδύναμη αντίσταση είναι ανώτερη του  $1/V_{DD}$  οι αποθηκευτές τάσης τροφοδοσίας είναι διαθέσιμα

i) 6V

ii) 3V

Υποθέτουμε ότι η καταγωγή τραχυνόμενης και η στατική καταγωγή είναι μηδενικές ποσότητες είναι η καλύτερη τμήν τροφοδοσίας για να ελαχιστοποιήσουμε το γινόμενο ενέργειας καθυστέρησης

E-T

$$E = C \cdot V_{DD}^2$$

$$T \propto RC \propto \frac{C}{V_{DD}}$$

$$T = x \cdot \frac{C}{V_{DD}}$$

ισοδύναμη αντίσταση

$$E \cdot T = x \cdot \frac{C^2 V_{DD}^2}{V_{DD}} = x \cdot C^2 \cdot V_{DD} \quad \text{όρα ii για ελαχιστοποίηση}$$

○

Μια πύλη NOT οδηγεί μέσω γραμμής L πυκνωτή C με χωρητικότητα 100 fF

Για τα τρανζίστορ έχουμε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

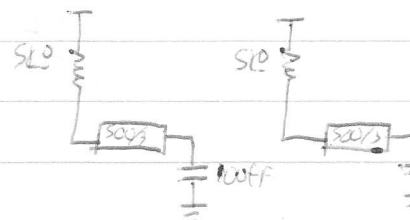
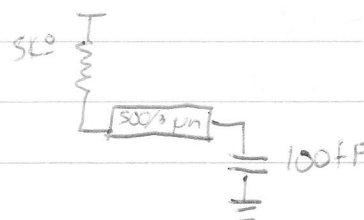
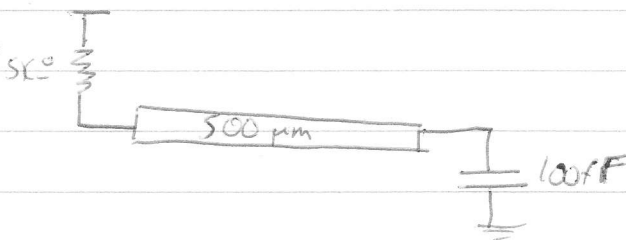
p-MOS ισοδύναμη αντίσταση  $5K\Omega$  χωρητικότητα πύλης 60 fF

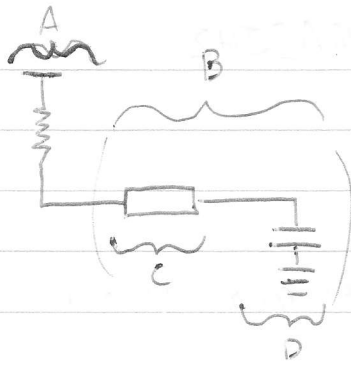
n-MOS  $SK\Omega$  40 fF

Για την γραμμή L έχουμε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά

- μήκος 500 μm,  $(0,1 \frac{\Omega}{\mu m})^{(r)}$  αντίσταση ανά μονάδα μήκους και  $(0,1 fF/\mu m)^{(c)}$  χωρητικότητα ανά μονάδα μήκους

Τοποθετούμε 2 όμοιες NOT πύλες με την αρχική στο ένα τμήμα από την αρχή της γραμμής και στα δύο τμήματα. Τι συμβαίνει με το γινόμενο ενέργειας καθυστέρησης;





Типа А:  $R_A = 0$  ( $R_A \cdot C_A = R_A \cdot 0 = 0$ )  
 $R_A = 5 \text{ k}\Omega$

Типа В:  $R_{CB} = R_C + R_C C_D + R_{CD}$   
 $C_B = C_C + C_D$

$R_C = \frac{r \cdot C \cdot l^2}{2}$  (r, C other expression)

$R_{CD} = \dots = 0$  (other  $R_{CA}$ )

$C_C = c \cdot l$

$C_D = 100 \text{ fF}$

$R_{C0} = R_A + R_A C_B + R_{CB}$

$0 + 5 \text{ k}\Omega (C_C + C_D) + (R_C + R_C C_D + R_{CD}) =$   
 $5 \text{ k}\Omega (c \cdot l + 100 \text{ fF}) + \frac{r \cdot C \cdot l^2}{2} + r \cdot l \cdot 100 \text{ fF} + 0 =$

$0,5 \text{ ns} + 5 \text{ k}\Omega \cdot 0,1 \text{ fF}/\mu\text{m} \cdot l + 0,1 \frac{\Omega}{\mu\text{m}} \cdot 100 \text{ fF} \cdot l + \frac{0,1 \text{ fF} \cdot 0,1 \Omega}{\mu\text{m}^2} \cdot l^2$

$0,5 \text{ ns} + \frac{510 \text{ fs}}{\mu\text{m}} \cdot l + 0,01 \frac{\text{fs}}{\mu\text{m}^2} \cdot l^2$

Пример 1.  $l = 500 \mu\text{m}$   
 $R_C = 0,7575 \text{ ns}$

Пример 2.  $l = \frac{500 \mu\text{m}}{3}$

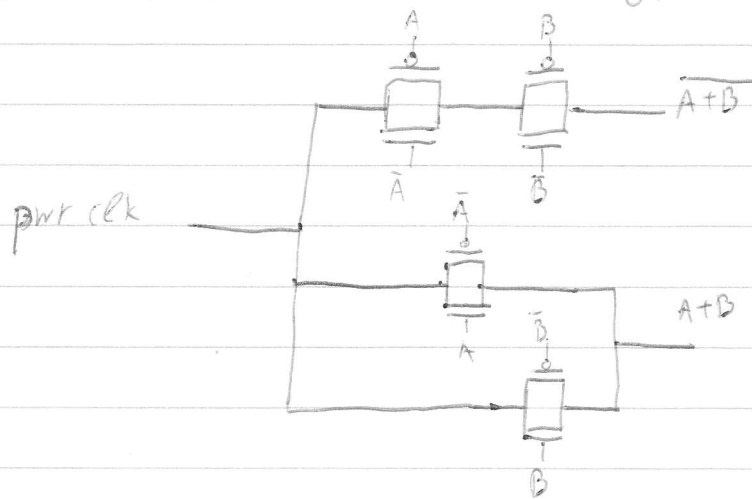
$3 \times (0,5 \text{ ns} + 0,255 \text{ ns} + \frac{0,0025 \text{ ns}}{3}) > 0,7575 \text{ ns}$

$E_1 < E_2$

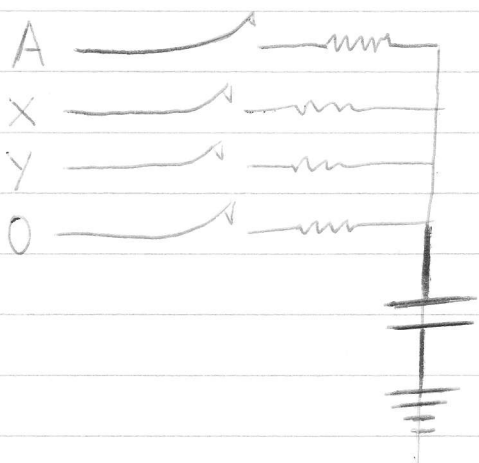
$T_1 < T_2$

$E T_1 < E T_2$

Δώστε μια αδιαβατική σχεδίαση της πύλης  $A+B$  και του συμπληρώματός της χρησιμοποιώντας 4 βύσες πύλης διάδοσης (transmission gates). Οι είσοδοι  $A, B$  και τα συμπληρώματά τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σήματα ελέγχου



0



$$y = \frac{x}{2}$$

$$y = \frac{A}{3}$$

$$E = Y(Y-A) + x(x-Y) + A(A-x)$$

$$= Y^2 + x^2 - xY + A^2 - Ax$$

παράγουμε ως προς  $Y$

$$\frac{dE}{dY} = 2Y - x$$

$$\frac{dE}{dY} = 0 \text{ έστω } 2Y - x = 0 \Leftrightarrow Y = \frac{x}{2}$$

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΑΥΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

6 (15)

$$p(D) = p(A) p(B) = \dots = 0,25$$

$$p(F) = \dots = 0,25$$

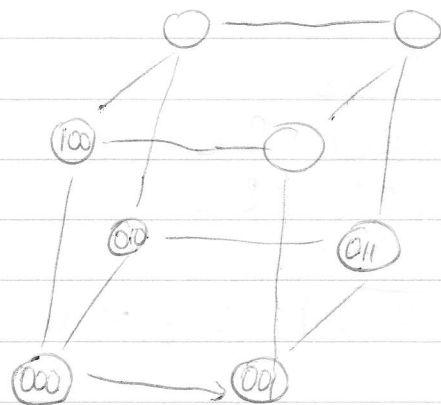
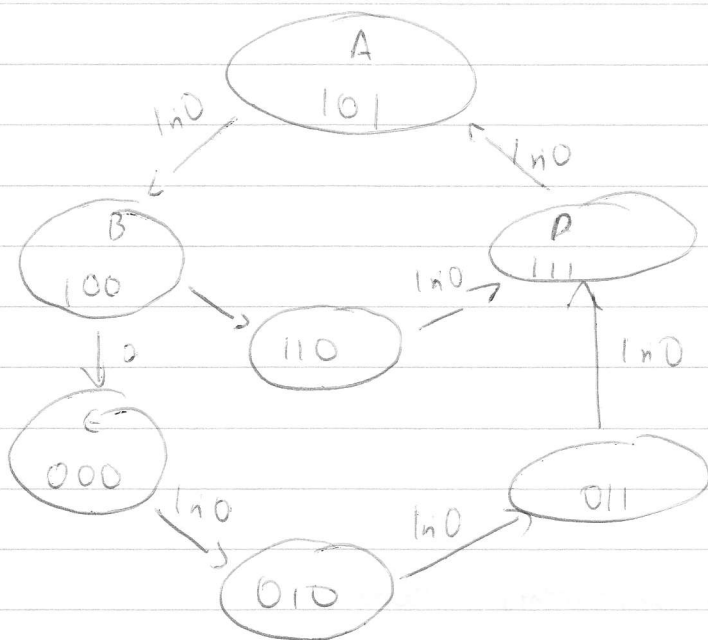
$$p(E/B=1) = p(A \cdot 1 + A \cdot C + 1 \cdot C) = p(A + A \cdot C + C) =$$
  

$$= 1 - p(A+C) = 1 - (1 - (1 - p(A))(1 - p(C))) = 0,25$$

$$p(E/B=0) = p(\overline{A \cdot 0 + A \cdot C + 0 \cdot C}) = p(\overline{A \cdot C}) = \dots = 0,75$$

$$p(E) = p(B=1) p(E/B=1) + p(B=0) p(E/B=0) = 0,5 \cdot 0,25 + 0,5 \cdot 0,75 = \dots = 0,5$$

7 (20)



$$p(A) = p(D)$$

$$P(B) = P(A)$$

$$P(C) = \frac{P(B)}{2}$$

$$p(E) = p\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$p(D) = p(C) + p(G) = p(B)$$

$$p(A) + p(B) + p(C) + p(D) + p(E) + p(F) + p(G) = 1 \Rightarrow$$

$$5 p(B) = 1 \Rightarrow p(B) = 0,2$$

$$p(F) = p(E) = p(\frac{(B)}{2})$$

$$p(G) = p(F) = p\left(\frac{2}{3}\right)$$

~~\_\_\_\_\_~~

Πρώτο bit

0 or 1

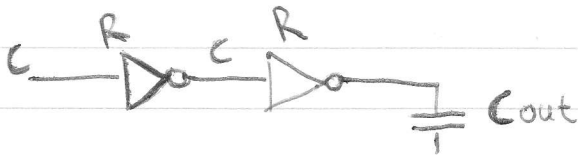
1 or 0

$$\left. \begin{array}{l} p(G) \cdot p(I) = 0,1 \cdot 1 \\ p(B)(1-p(I)) = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Απόσταση} \\ \text{αλλαγής} \\ 0,2 \end{array}$$

Input

Δεύτερο bit

8 (10)



Αprox

$$(RC)_1 = R \cdot C$$

$$(RC)_2 = R \cdot C_{out}$$

Αλλά

$$4(RC)_1 = (RC)_2 \Rightarrow C_{out} = 4C$$

Τελικά

ο δεύτερος αντιστρεφτής έχει  $aC$  χωρητικότητα εισόδου  
 $\frac{R}{a}$  ~~απόσταση~~ εισόδου αντιστρεφτή

$$(RC)_{\text{ολ}} = RaC + \frac{R}{a} 4C$$

$$\frac{d(RC)_{\text{ολ}}}{da} = RC - \frac{4RC}{a^2}$$

$$RC - \frac{4RC}{a^2} = 0 \Rightarrow 4 = a^2 \Rightarrow a = 2$$

8(10) ομεία

$$\text{Απλ. } E \propto C + 4C = 5C$$

$$R_{\text{Col}} = RC + 4RC = 5RC$$

$$T \propto 5RC$$

$$E \cdot T \propto 25RC^2$$

$T_{\text{ΕΑΑ}}$

$$(R_{\text{Col}})' = R \cdot 2 \cdot C + \frac{R}{2} 4C = 4RC$$

$$T \propto 4RC$$

$$E \propto 2C + 4C = 6C$$

$$(E \cdot T)' \propto \dots \propto 24RC^2$$