

044147 מעגלי מיתוג אלקטרוניים

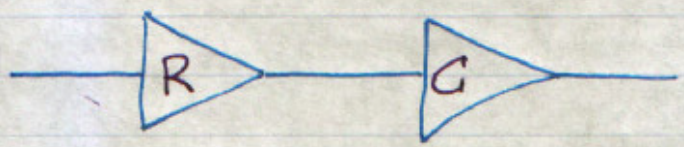
Logical Effort

סיכום מאת איגור צלניקר

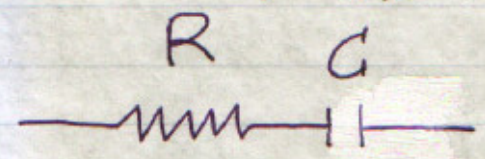
סיכום של Logical Effort

אנחנו: h, b, g ?

נצטרך לשערך מהפכים
בהם:



המהפך השמאלי אכן או פורק
את המהפך הימני! מה הכוונה?
הכוונה היא במידות המא:



נמצא RC של C:

$$\Rightarrow \boxed{\tau = R \cdot C}$$

כאשר R מהווה התנגדות האפקטיבית
של מסלול הפריקה במקרה של פריקה
והתנגדות אפקטיבית של מסלול
הטעינה במקרה של טעינה!

במובן שמהפך הסמטה למן הפריקה
שזה למעשה הטעינה ואכן שני ההתנגדותות
שונות זו מזו. (הקבוע לא משנה בפריקה/טעינה)

אם כן מהו אותו זמן הביקור/סענה?
 כתובן שהישוב המדויק קשה וארוך
 ולמעשה ה-Logical effort לא מעיד/הנמן עצמו,
 אלא הממד האיכותי של הזמן בפונקציה
 של העלים של הטרג'טס (העיקר
 עבור ביצוע האופטימיזציה של המעגל
 הסופי).

עבור הישג של τ אנו בקוויים
 עם פרמטרים - R ו- C . את הערכות
 R ממד'ם ע"י טרג'טסור המצב

$$R = \frac{L}{(V_{gs} - V_T) \cdot \mu \cdot C_{ox} \cdot W} \quad \text{אוהמי "עמוד", ביטוי}$$

ישלים עם פרמטרים הסאים:
 V_{gs} לא תמיד שווה ל- V_{dd} (בהפך עם
 ENCHAN'S. הוא שווה ל- $V_{dd} - V_T$).
 כמו כן, ראינו גם, שהפך סימטרי
 ניתן למנות רק הסכנומ'ית G-MOS

כלומר בשאר הטכנולוגיות R שמתקנה

יהיה שונה מ-R של הטכנה!

נבדוק בטכנולוגיית G-MOS

נניח שהמהפך סימטרי, כלומר R של

הטכנה שווה ל-R של פריקה או:

$$R_{\text{פריקה}} = \frac{L}{(V_{DD} - V_{TN}) \mu_n \cdot C_{ox} \cdot W_n} = R_{\text{טכנה}} =$$

$$= \frac{L}{(V_{DD} - |V_{TP}|) \mu_p \cdot C_{ox} \cdot W_p}$$

$$\Rightarrow (V_{DD} - V_{TN}) \cdot \mu_n \cdot W_n = (V_{DD} - |V_{TP}|) \cdot \mu_p \cdot W_p$$

ואם $V_{TN} = |V_{TP}| = V_T$ מקבלים:

$$\boxed{W_p = \frac{\mu_n}{\mu_p} \cdot W_n}$$

$$\Rightarrow C = C_{ox} \cdot L \cdot (W_n + W_p) = C_{ox} \cdot L \cdot \left(1 + \frac{\mu_n}{\mu_p}\right) W_n$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau_{inv} = R \cdot C = \frac{L^2 \cdot \left(1 + \frac{\mu_n}{\mu_p}\right)}{(V_{DD} - V_T) \mu_n}}$$

ע'מ' זה: זמן ההשהיה לא תלוי בהדחף

הטכנולוגיית וזאת רק כאשר $W_p = \alpha \cdot W_n$

4. כאשר λ קטן כשהוא חיובי (טומר

תלוי במורכבות בין W_n ל- W_p). אם

תלוי ב- C_{ox} לא ק"מ.

(*) מה קורה אם שני המהפכים לא זהים?

ע"כ כנסו תיכון!

$$\tau' = R_1 \cdot C_2 = R_1 \cdot C_1 \cdot \frac{C_2}{C_1} = \tau_{inv} \cdot \frac{C_2}{C_1} \equiv \tau_{inv} h$$

טומר h מתקן את העובדה ששני המהפכים

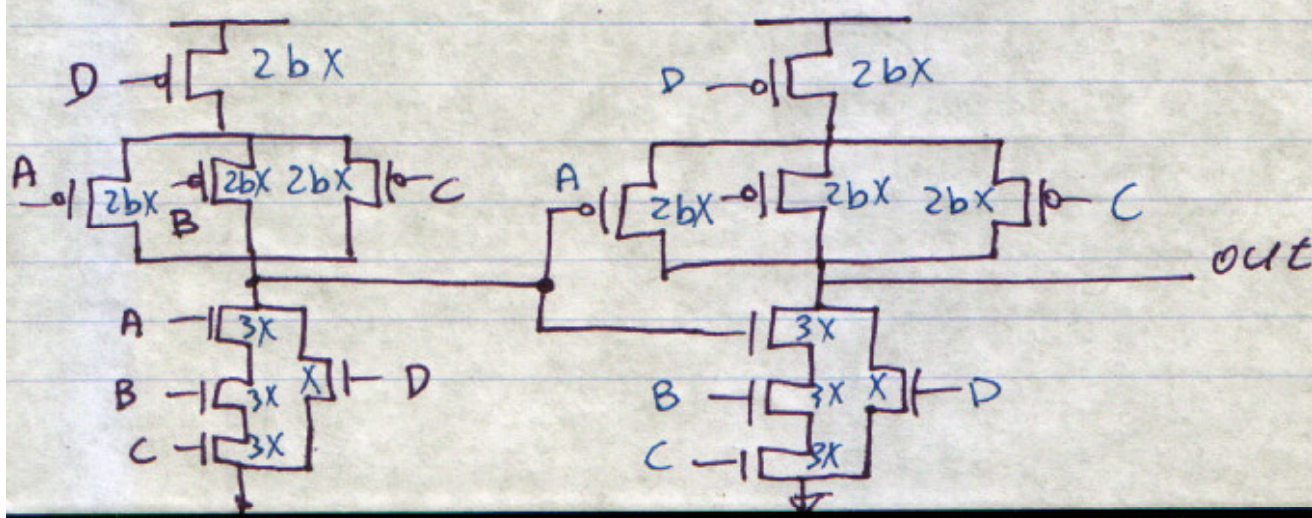
לא זהים. למעשה h מתקן את העובדה

ששני העצמים המורכבים אחד אחרי השני

ע"כ קטן כנ"ס שונים.

(*) מה קורה כאשר שני העצמים לא

מהפכים? עזובנו שני העצמים זהים כאלה:



5. משה כהן היה זהו נ'ח

!!! נ'נ'נ'פ'פ' !! β מציגים α -X.

מראה עיני כה משנה (עלם - שנה - כ')

תלכת על נאן ההש"ה ברוחב הסרגס"א

N-MOS ו P-MOS זהו זה

הוא קבוע ח'ום.

$$= R \cdot C_A$$

$$\tau_{gA} = \tau_{gB} = \tau_{gC} = \frac{L}{(V_{DD} - V_T) \mu_n C_{ox} W_n} \cdot C_{ox} L \cdot (W_n + W_p)$$

$$= \frac{L^2}{(V_{DD} - V_T) \cdot \mu_n \cdot X} \cdot \left(3X + 2 \cdot \frac{\mu_n}{\mu_p} \cdot X \right) =$$

$$= \frac{L^2}{(V_{DD} - V_T) \mu_n} \cdot \left(3 + 2 \frac{\mu_n}{\mu_p} \right) \quad \text{!!! כדור חכם}$$

קל לראות שה'ו' נקראים את אותה השמה

אס אס עתה צדקת ה' מ'נ'מ'ל'ת ו'אס אס

היו עסקאות!!!

$$T_{gD} = \frac{L^2}{(V_{DD} - V_T) \mu_n} \cdot \left(1 + 2 \frac{\mu_n}{\mu_p} \right) \quad \text{ה 7.3 ה 7.14}$$

אז אם כן, איפה נכנס העניין?

6. נדבון ב- T_{gA} .

$$T_{gA} = T_{inv} \cdot \frac{T_{gA}}{T_{inv}} \triangleq T_{inv} \cdot g$$

במקרה $g \triangleq \frac{T_g}{T_{inv}}$ הוא תיקון שכך, שש'

השניים הם לא מהפכים. למעשה ניתן

היה לרשום $g = \frac{W_n^A + W_p^A}{W_n^{inv} + W_p^{inv}}$, אך זה

מסובך, מאחר ונקרה ככה יש להתייחס

במצבים של השדר והמהפך מוצגים

באותו היחס, עכ"כ אם רוצים למשל את g

כן, צריך למשל עבור שדר עם

הרוחבים התיימלים ושהשני למעשה

התיימלים:

לכש'ן, מה קורה אם שני השדרים הם

לא מהפכים ואם לא זהים?

$$T'' = R_1 \cdot G_2 = T_{inv} \cdot \frac{T''}{T_{inv}} = T_{inv} \cdot T_g \cdot \frac{T''}{T_{inv} \cdot T_g}$$

$$= T_{inv} \cdot \frac{T_g}{T_{inv}} \cdot \frac{T''}{T_g} = T_{inv} \cdot g \cdot \frac{R_1 \cdot G_2}{R_1 \cdot G_1} =$$

$$= \underline{\underline{T_{inv} \cdot g \cdot h}}$$

7.

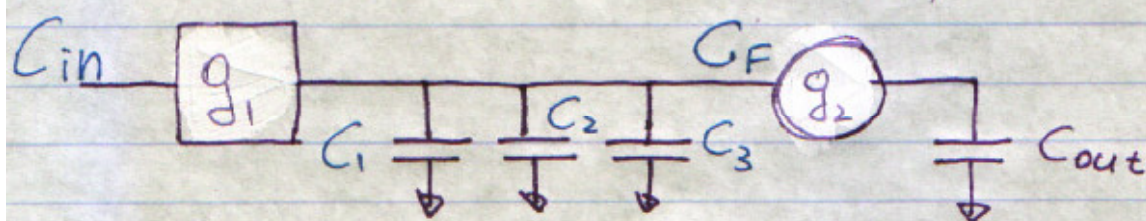
⊗ נקודה שהבנו מהו h ומהו g .

אז מהו g ??? למעשה אפשר אפילו

לסמלל מהו g ע"י h , כאילו

שלא קיים!!! כי g מתחבא למעשה h !

דוגמא: נבחן מסלול כזה:



ע"י הסלולות: מהי ההסתברות המסלול מהכניסה

ע"צ"א ומהי ההסתברות ע"י קצוות C_2 ?

פתרון: BRANCHING: ההסתברות h - g - out :

$$f_1 = h_1 \cdot b_1 \cdot g_1 = \underbrace{\frac{C_F}{C_{in}}}_{h_1} \cdot \underbrace{\frac{C_F + C_1 + C_2 + C_3}{C_F}}_{b_1} \cdot g_1$$

$$f_2 = h_2 \cdot b_2 \cdot g_2 = \frac{C_{out}}{C_F} \cdot 1 \cdot g_2$$

ההסתברות h - g - C_2 :

$$f'_1 = h'_1 \cdot b'_1 \cdot g_1 = \underbrace{\frac{C_2}{C_{in}}}_{h'_1} \cdot \underbrace{\frac{C_F + C_1 + C_2 + C_3}{C_2}}_{b'_1} \cdot g_1 = f_1$$

בומר קיבלנו, שלא משנה איזה מסלול נבחר,

ההסתברות בין דרגה 1 לבין 2 לא משתנה!

כמוכן שההסתברות של המסלול 'השני' f_2

$$D_{in \rightarrow out} = f_1 + f_2 \neq D_{in \rightarrow 2} = f_1$$

עולה: כאן:

8 והפצה | ללא BRANCHING הוא למעשה

ארום אך h_1 כחם בין קיבול המוצא
של הוראה אבין קיבול הכניסה (כ"ה
מתן | אך העובדה שקיבולים של שני

הצאות שונים זה מזה), בלומר
$$h_1 = \frac{C_F + C_1 + C_2 + C_3}{C_{in}} \Leftrightarrow b_1 = 1.$$

כאובן יש אפים עם אשהיה f_2 ,

שהיא = תמיד צאר $f_2 = \frac{C_{out}}{C_F} \cdot q_2 \cdot 1$

(אם $\frac{C_{out}}{C_F + C_1 + C_2 + C_3}$ כמו אשהיה

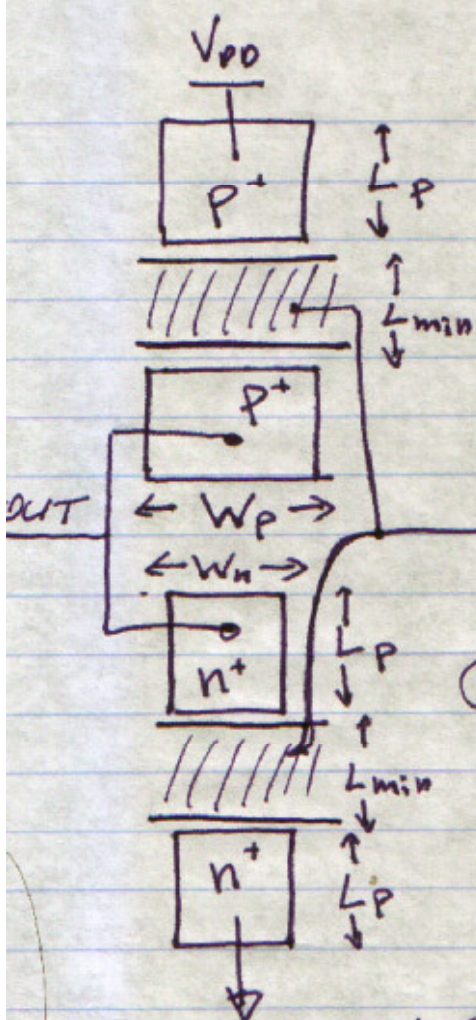
יכול אולם בסעיף).

⊕ ומה קורה עם קיבולים הפאראזיט?

אם אשהיה הנאמץ מהקיבולים הפאראזיט

לאי תלוי ברוחב הארניסור!

מבט למעלה על מהפך C-MOS:



$$\tau_p = P_{inv} \cdot t_{inv} = R_p \cdot C_p \cdot W \cdot L_p$$

כאשר C_p קבוע (כמו C_{ox})

1- L_p - לא בהכרח שווה

2- L_{min} (שהוא אורך

ה GATE de הסל ("זמן ההמתנה"

de L_p e P-mos de L_p e N-mos

N-mos. נניח שהם שווים).

נניח R_p הוא אורך ה- R de הסל.

$$\Rightarrow \tau_p = R \cdot C_p \cdot (W_p + W_n) \cdot L_p$$

כאן באמת התהפך סוגן אך הקיבולים
קבוצתיים של ענפיו ולא של הזרעה

הקאה, בפורמט בע"ה "שם זוחל שם זהה".

$$\Rightarrow P_{inv} = \frac{\tau_p}{t_{inv}} = \frac{R \cdot C_p \cdot (W_p + W_n) \cdot L_p}{t_{inv}}$$

$$= \frac{R \cdot C_p \cdot (W_p + W_n) \cdot L_p}{R \cdot C_{ox} \cdot (W_p + W_n) \cdot L_{min}} = \frac{C_p \cdot L_p}{C_{ox} \cdot L_{min}}$$

הוא הביטוי הזה שווה לאחריהן אילו קצ"ב
מניחים שכן. אך עמדה קשה מאוד עמדה כאן
במציאות.

10. פ' ק' צ' נ' ו' פ' ? (הערה נוספת)

$$\tau_P = \frac{L_{\min}}{(V_{DD} - V_T) \cdot \mu_n \cdot W_n \cdot C_{ox}} \cdot C_P \cdot L_P \cdot (W_n + W_P)$$

$W_n = X$, $W_p = 2 \cdot X$

$$\tau_P = \frac{L_{\min} \cdot L_P \cdot (1+2) \cdot X \cdot C_P}{(V_{DD} - V_T) \cdot \mu_n \cdot X \cdot C_{ox}} = \frac{L_{\min} \cdot L_P \cdot C_P \cdot (1+2)}{(V_{DD} - V_T) \cdot \mu_n \cdot C_{ox}}$$

$$\Rightarrow P \approx \frac{\tau_P}{\tau_{inv}} = \frac{\frac{L_{min} \cdot L_P \cdot C_P \cdot (1+2)}{(V_{DD}-V_T) \cdot \mu_{n} \cdot C_{ox}}}{\frac{L_{min}^2 \cdot \left(1 + \frac{\mu_n}{\mu_P}\right)}{(V_{DD}-V_T) \cdot \mu_n}} =$$

$$= \frac{(1+L)}{1 + \frac{r_{Ln}}{r_P}} \cdot \frac{L_P \cdot C_P}{L_{min} \cdot C_{ox}} = \frac{(1+L)}{1 + \frac{r_{Ln}}{r_P}} \cdot P_{inv}$$

$e^\perp$, e^* נורמל, $e \cdot e^\perp = 0$, $e \cdot e^* = 1$

מהפך זהו, שמקרה זה Je^4 רק

GATE :- P-MOS के GATE से परिचय है

13122020 10:15 P'nie P'ten, N-masse

'ה'ו מחובר'ס יאָדער מען' העצ'בוס'אָן

↑ 1012's 5 1Je⁴ 1JFe 1NC172 send

המחלקות 1431 : 2 Mos' N-! 3 Mos' P-