

סמסטר ב' תש"ע
בחינת מעבר מועד א'
מועד הבחינה : 6/07/2010
משך הבחינה : 2.25 שעות

בחינה בקורס "מעגלים אלקטרוניים ספרתיים"

ד"ר נדב כהן

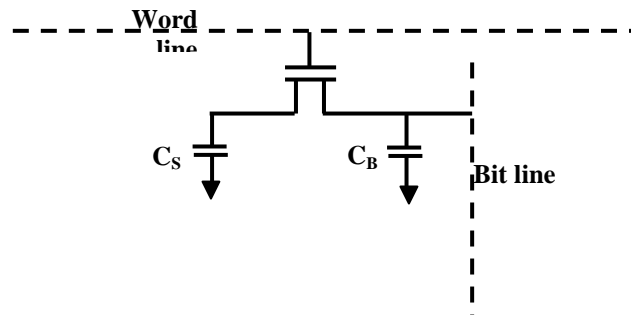
פבל ליפשיץ

איתמר כהן

- מותר להיעזר במחשב כיס ובדפי הנוסחאות הרצ"ב בלבד.
- יש לענות על כל השאלות.
- השאלות מנוסחות בלשון זכר לשם הנוחות, אך מיועדות לשני המינים.
- מותר לבצע קירובים הנדסיים מקובלים.
- בהצלחה !

שאלה 1

המעגל בשרטוט הבא מתאר את תא הזיכרון הבסיסי ב-RAM דינמי:



נתון:

$$K_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 50 \frac{\mu A}{V^2}, V_t = 0.65V, V_{DD} = 3.3V, C_S = 0.3pF, C_B = 20pF$$

בזיכרון כתוב "1" לוגי.

מתבצע תהליך קריאה. כלומר, בתחילת התהליך, הקבל C_B טעון ל $\frac{1}{2} V_{DD}$.

מהו שינוי המתח (ΔV) כפי שהוא יורגש בקו bit line?

- בין 14mV ל-16mV
- בין 9mV ל-11mV
- בין 49mV ל-51mV
- בין 24mV ל-26mV
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 2

עבור המעגל שתואר בשאלה 1 לעיל, ובהנחה ששינוי המתח בקו ה-bit line בעת קריאת "1" הוא 10mV (אין זו בהכרח התשובה הנכונה לשאלה 1!), חשב את האנרגיה המתבזבזת לחוס

בתהליך הקריאה. הבע תשובתך ביחידות pJ. (להזכירך: $E = \frac{1}{2} CV^2$)

- מתחת ל 1
- בין 1 ל-4
- בין 4 ל-10
- מעל 10
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 3

מעוניינים לממש את הפונקציה $f(a,b,c,d,e) = (ab+cd+e)$ בחר בתשובה הנכונה :

- א. במימוש CMOS רגיל (סטטי) ידרשו 10 טרנזיסטורים, ואילו במימוש דינמי ידרשו 7 טרנזיסטורים.
- ב. במימוש CMOS רגיל (סטטי) ידרשו 10 טרנזיסטורים, ואילו במימוש דינמי ידרשו 6 טרנזיסטורים.
- ג. במימוש CMOS רגיל (סטטי) ידרשו 16 טרנזיסטורים, ואילו במימוש דינמי ידרשו 6 טרנזיסטורים.
- ד. במימוש CMOS רגיל (סטטי) ידרשו 16 טרנזיסטורים, ואילו במימוש דינמי ידרשו 7 טרנזיסטורים.
- ה. אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- ו. אף תשובה לא נכונה

שאלה 4

עבור טרנזיסטור NMOS ידוע: $V_{t0} = 1V$, $V_{tn} = 1.5V$, $V_{SB} = 2V$, $|\Phi_F| = 0.35V$.
חשב את פרמטר γ ביחידות של $V^{0.5}$:

- א. בין 0.61 ל-0.63
- ב. בין 0.52 ל-0.54
- ג. בין 1.63 ל-1.65
- ד. בין 0.19 ל-0.21
- ה. אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- ו. אף תשובה לא נכונה

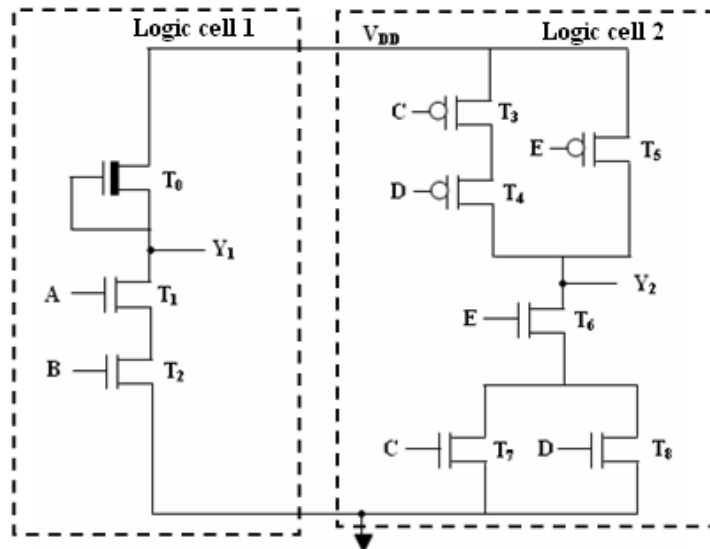
שאלה 5

במהפך CMOS מקטינים את V_{tn} ואת $|V_{tp}|$. שאר הפרמטרים ללא שינוי. מה יקרה מבחינת ההשהייה וצריכת ההספק הדינמי?

- א. ההשהייה תקטן, ההספק הדינמי לא ישתנה.
- ב. ההשהייה תגדל, ההספק הדינמי יקטן.
- ג. ההשהייה תקטן, ההספק הדינמי יגדל.
- ד. ההשהייה לא תשתנה, ההספק הדינמי יקטן.
- ה. אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- ו. אף תשובה לא נכונה

שאלה 6

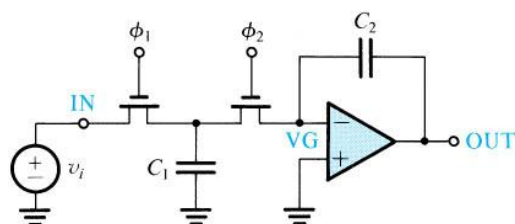
עבור מעגל בשרטוט הבא מהן סוגי הטכנולוגיות בהן מיושמים תא לוגי 1 ותא לוגי 2?



- תא לוגי 1 מיושם בטכנולוגיית NMOS עם עומס החלשת הולכה (depletion) ותא לוגי 2 בעזרת טכנולוגיית CMOS.
- שני תאים לוגיים מיושמים בטכנולוגיית CMOS.
- תא לוגי 1 מיושם בטכנולוגיית NMOS עם עומס חיזוק הולכה (enhancement) ותא לוגי 2 בעזרת טכנולוגיית CMOS.
- שני תאים לוגיים מיושמים בטכנולוגיית NMOS עם עומס החלשת הולכה (depletion).
- תא לוגי 1 מיושם בטכנולוגיית Pseudo-NMOS ותא לוגי 2 בעזרת טכנולוגיית CMOS.
- אף תשובה לא נכונה.

שאלה 7

המעגל להלן הוא אינטגרטור.



אותות השעון ϕ_1 ו- ϕ_2 הם אותות ריבועיים לא חופפים בתדר 10KHz. ניתן כי $C_1=C_2$. מצא את קבוע האינטגרטור τ .

- 100 μsec
- 50 μsec
- 1 msec
- 500 μsec
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

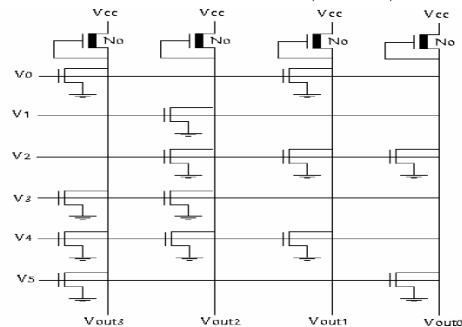
שאלה 8

לרשותך משוויים רבים ונגדים מדויקים בני $1K\Omega$ כרצונך. בהינתן שמחיר משווה הוא כמחיר 50 נגדים, הצע מימוש למעגל DAC בן 8 סיביות במחיר מינימלי.

- מימוש בעזרת רשת R-2R.
- מימוש בעזרת רשת נגדים בינארית
- מימוש בשיטת השיפוע הכפול
- מימוש בעזרת סולם Cockcroft
- לא ניתן לממש DAC באמצעות הרכיבים הנתונים.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 9

נתון זיכרון ROM :



כיצד קוראים את המילה ה-0 בזיכרון, ומה רשום בה?

שים לב: בכניסה V_0 הוא ה-LSB, וביציאה V_{out0} הוא ה-LSB. סימון הכניסות והיציאות בתשובות הוא כזה שה-MSB כתוב בצד שמאל, וה-LSB בצד ימין.

- המילה ה-0 בזיכרון היא "0101". כדי לקרוא אותה יש להציב בכניסה "000001".
- המילה ה-0 בזיכרון היא "1010". כדי לקרוא אותה יש להציב בכניסה "111110".
- המילה ה-0 בזיכרון היא "1010". כדי לקרוא אותה יש להציב בכניסה "000001".
- המילה ה-0 בזיכרון היא "0101". כדי לקרוא אותה יש להציב בכניסה "111110".
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 10

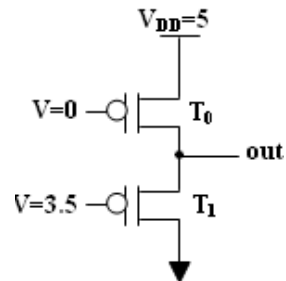
נתון: $K_p = 0.5 \mu p \text{Cox} W_p / L_p$, $K_n = 0.5 \mu n \text{Cox} W_n / L_n$ מעוניינים לממש שער NAND בעל 3 כניסות, כך שזמן העליה במקרה הגרוע יהיה זהה לזמן הירידה במקרה הגרוע. מהו היחס הרצוי בין K_n לבין K_p ?

- $K_n = 3K_p$
- $K_n = 9K_p$
- $K_n = 6K_p$
- $K_n = 4.5K_p$
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 11

עבור טרנזיסטור

במעגל הבא: $K_{p0}=K_{p1}$, $|V_t|=0.9V$

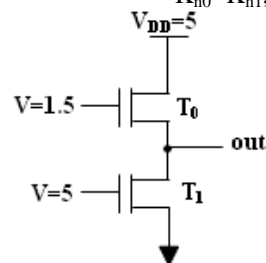


באיזה מצב נמצאים הטרנזיסטורים?

- T_0 – linear, T_1 – saturation
- T_0 – saturation T_1 – cut off
- שני הטרנזיסטורים נמצאים ברוויה.
- שני הטרנזיסטורים נמצאים במצב ליניארי.
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 12

נתון המעגל הבא, בו ידוע ש: $K_{n0}=K_{n1}$, $V_t=0.9V$

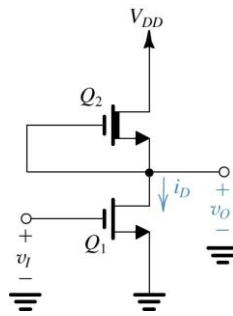


חשב את מתח המוצא, ביחידות V :

- $V_{out} = 0.04 \pm 0.01$
- אין די נתונים לחישוב המבוקש
- $V_{out} = 0.4 \pm 0.1$
- $V_{out} = 0.8 \pm 0.1$
- $V_{out} = 1.5 \pm 0.1$
- אף תשובה לא נכונה.

שאלה 13

במהפך המשורטט נתונים :



$$k' = 20 \mu\text{V}/\text{A}^2 ; V_{T1} = 1\text{V} ; V_{T2} = -3\text{V} ; V_{DD} = 5\text{V} ; \gamma = 0.37\text{V}^{1/2} ; |2\phi_F| = 0.6\text{V} ; \\ (W/L)_1 = 2 ; (W/L)_2 = 0.5$$

מצא את V_{OH}

- 5V
- 4V
- 2V
- 4.63V
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 14

עבור המעגל הקודם, חשב את V_{OL} , בהנחה ש- $V_{OH} = 4\text{V}$ (אין זו בהכרח התשובה הנכונה לשאלה 13!).

- בין 0.35V ל-0.45V
- בין 0.25V ל-0.35V
- בין 0.45V ל-0.55V
- בין 0.55V ל-0.65V
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה לא נכונה

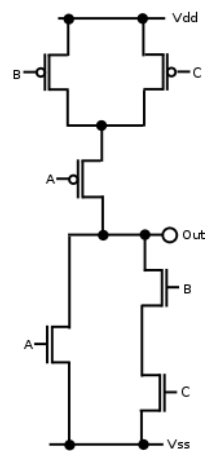
שאלה 15

בשער NOR2 הממומש בטכנולוגיית CMOS, טרנזיסטור ה-PMOS הקרוב למוצא סובל מאפקט מצע. בשאר הטרנזיסטורים אין השפעה של אפקט מצע. מהי ההשפעה של אפקט המצע על השהיית השער, עבור כניסת מדרגה?

- ההשהיה בעליה גדלה.
- ההשהיה בעליה קטנה.
- ההשהיה בירידה גדלה.
- ההשהיה בירידה קטנה.
- אין השפעה.
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 16

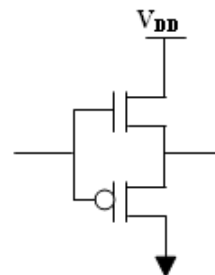
מהי הפונקציה שהמעגל שבשרטוט מממש?



- א. $(A+BC)'$
- ב. $A+BC$
- ג. $[A(B+C)]'$
- ד. $A(B+C)$
- ה. אין די נתונים לבדיקה המבוקשת.
- ו. אף תשובה אינה נכונה.

שאלה 17

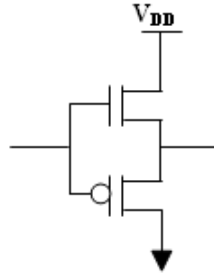
זהה את סוג הטכנולוגיה במעגל הבא :



- א. PTL
- ב. CMOS
- ג. Pseudo-NMOS
- ד. טכנולוגיית NMOS עם עומס חיזוק הולכה
- ה. Pseudo-PMOS
- ו. אף תשובה לא נכונה.

שאלה 18

עבור המעגל הבא ידוע ש: $V_{DD} = 2.5V$, $V_{tp} = -0.4V$ ו- $V_{tn} = 0.43V$

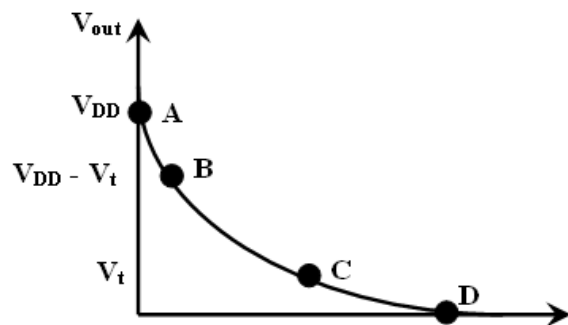
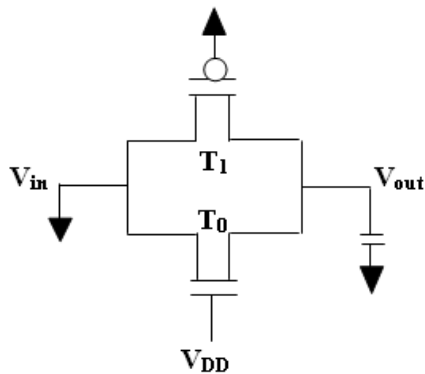


חשב את V_{min} ו- V_{max} במוצא :

- $V_{min} = 0.4V$, $V_{max} = 2.07V$
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- $V_{min} = 0.43V$, $V_{max} = 2.1V$
- $V_{min} = 0V$, $V_{max} = 2.5V$
- $V_{min} = 0.5V$, $V_{max} = 2V$
- אף תשובה לא נכונה

שאלה 19

נתון המעגל הבא, וידוע כי $V_{T0} = |V_{T1}| = V_t$:

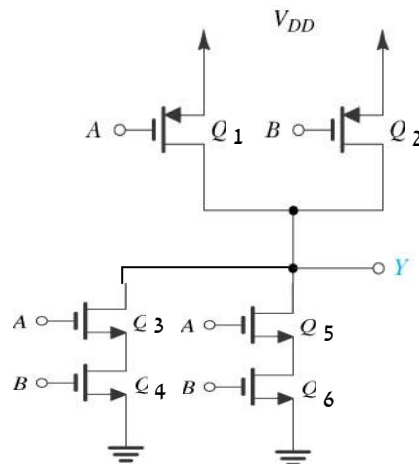


באיזה מצב נמצאים טרנזיסטורים בקטע זמן BC?

- T0 – linear, T1 – saturation
- T0 – linear, T1 – linear
- T0 – saturation, T1 – linear
- T0 – linear, T1 – cut off,
- T0 – saturation, T1 – saturation
- אף תשובה לא נכונה.

שאלה 20

במעגל הנתון:



מהי הפונקציה הלוגית שמממש המעגל?

- $(AB)'$
- $(A+B)'$
- AB
- $A+B$
- אין די נתונים לבדיקה המבוקשת.
- אף תשובה אינה נכונה.

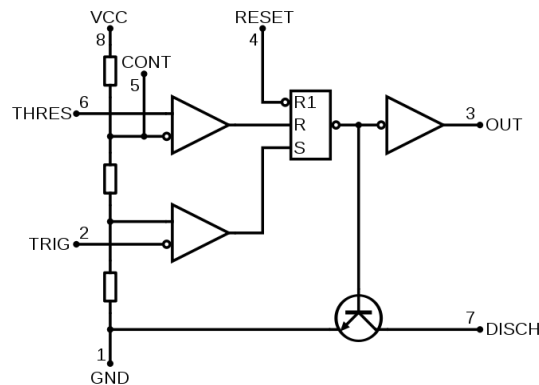
שאלה 21

עבור המעגל הקודם, מה צריכים להיות הגדלים המינימליים של הטרנזיסטורים על מנת שהמעגל לא יחרוג מנתוני מהפך בסיסי CMOS במצב הגרוע ביותר?

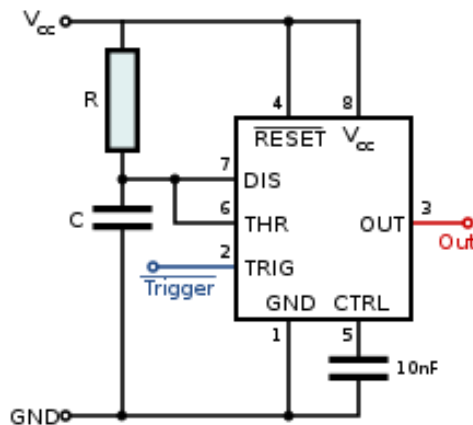
- $(W/L)_1=(W/L)_2=(W/L)_P$ $(W/L)_3=(W/L)_4=(W/L)_5=(W/L)_6=(W/L)_N$
- $(W/L)_1=(W/L)_2=2(W/L)_P$ $(W/L)_3=(W/L)_4=(W/L)_5=(W/L)_6=(W/L)_N$
- $(W/L)_1=(W/L)_2=(W/L)_P$ $(W/L)_3=(W/L)_4=(W/L)_5=(W/L)_6=2(W/L)_N$
- $(W/L)_1=(W/L)_2=2(W/L)_P$ $(W/L)_3=(W/L)_4=(W/L)_5=(W/L)_6=2(W/L)_N$
- אין די נתונים לבדיקה המבוקשת.
- אף תשובה אינה נכונה.

שאלה 22

נתון רכיב מסוג 555 :



מחברים אותו כחד יציב, כלומר באופן ה
בא :



מהו זמן הפולס שמתקבל במוצא לאחר עירור הכניסה? הנח כי הפולס בכניסה קצר מספיק.

- $RC \cdot \ln(3)$
- $RC \cdot \ln(1/3)$
- $RC \cdot \ln(2/3)$
- אף תשובה אינה נכונה.
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה אינה נכונה.

שאלה 23

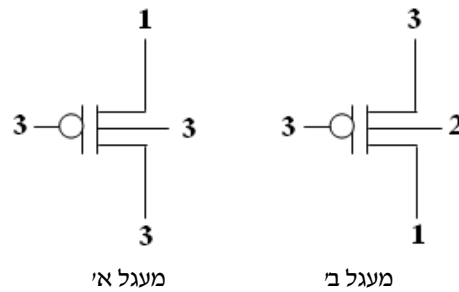
במעגל שבשאלה הקודמת, במקום לחבר את ctrl לקבל, מחברים אותו למקור מתח שערכו $0.75V_{cc}$.

מהו זמן הפולס שמתקבל הפעם במוצא? הנח שוב כי בכניסה יש פולס קצר מספיק.

- $RC \cdot \ln(4)$
- $RC \cdot \ln(3/4)$
- $RC \cdot \ln(1/4)$
- $3RC \cdot \ln(4)$
- אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- אף תשובה אינה נכונה.

שאלה 24

שני טרנזיסטורים PMOS (שמיוצרים באותו פס יצור) חוברו כפי שמתואר באיור הבא :

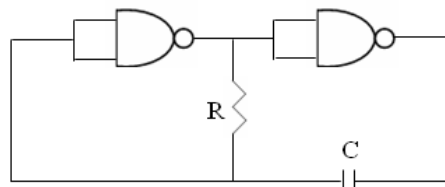


סמן את התשובה הנכונה :

- א. מתח הסף (V_t) של טרנזיסטור ב' גדול בערכו המוחלט מזה של טרנזיסטור א'.
- ב. מתח הסף (V_t) של טרנזיסטור ב' קטן בערכו המוחלט מזה של טרנזיסטור א'.
- ג. מתח הסף (V_t) של טרנזיסטור ב' שווה לזה של טרנזיסטור א'.
- ד. אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- ה. יתכנו מספר תשובות נכונות, כי זה תלוי בקוטביות של הטרנזיסטור.
- ו. אף תשובה לא נכונה.

שאלה 25

נתון המעגל הבא :

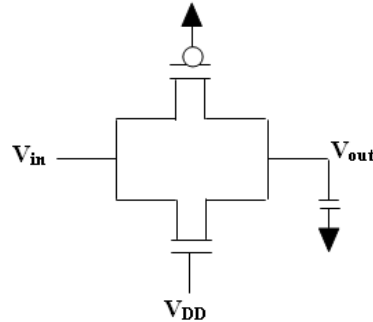


סמן את התשובה הנכונה :

- א. זהו מעגל אל-יציב.
- ב. זהו מעגל חד-יציב.
- ג. זהו מעגל דו-יציב.
- ד. זהו מעגל יציב.
- ה. זהו מעגל תלת-יציב.
- ו. אף תשובה לא נכונה.

שאלה 26

במוצאו של המעגל הבא נמדד מתח שערכו $V_{DD} - V_t$:



מהו מתח הכניסה?

- א. $V_{DD} - V_t$
- ב. אין מספיק נתונים ע"מ לקבוע
- ג. V_{DD}
- ד. $V_{DD} + V_t$
- ה. $V_{DD} - 2V_t$
- ו. אף תשובה לא נכונה.

בשתי השאלות הבאות (27 ו-28) נאמוד את T_{PHL} של מהפך CMOS. נניח מדרגה בכניסה. כזכור, כדי לבצע חישוב מקורב, עלינו לחשב את הממוצע בין שני זרמים: I_1 , הזרם בתחילת פרק הזמן ו- I_2 , הזרם בסופו.

שאלה 27

אילו מתחים נציב במשוואות הזרמים של הטרנזיסטורים לצורך חישוב I_1 ?

- א. $V_{in}=V_{DD}, V_{out} = V_{DD}$
- ב. $V_{in}=0V, V_{out} = 0.5V_{DD}$
- ג. $V_{in}=V_{DD}, V_{out} = 0.5V_{DD}$
- ד. $V_{in}=0.5V_{DD}, V_{out} = 0V$
- ה. אין די נתונים לתשובה
- ו. אף תשובה אינה נכונה.

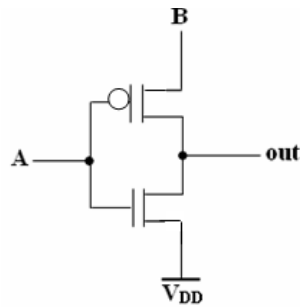
שאלה 28

אילו מתחים נציב במשוואות הזרמים של הטרנזיסטורים לצורך חישוב I_2 ?

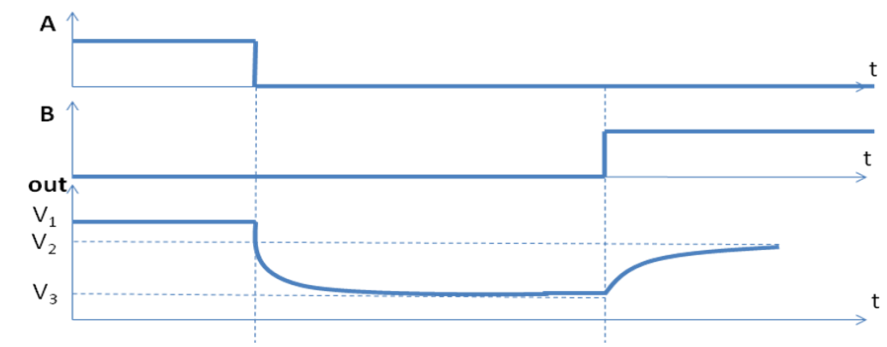
- א. אף תשובה אינה נכונה.
- ב. $V_{in}=0V, V_{out} = V_{DD}$
- ג. $V_{in}=0V, V_{out} = 0.5V_{DD}$
- ד. $V_{in}=0.5V_{DD}, V_{out} = 0.5V_{DD}$
- ה. $V_{in}=V_{DD}, V_{out} = 0V$
- ו. אין די נתונים לתשובה

שאלה 29

נתון המעגל בשרטוט הבא :



דיאגרמת הזמנים הנתונה, הגיעה אליך בטענה שהיא מתארת את התנהגות המעגל. מאחר ומקור הדיאגרמה חשוד, יש לוודא אם אכן היא נכונה. בפרט, שים לב שרמות המתחים המשורטטות לא מציינות גובה יחסי (כלומר, יתכן גם מצב בו רמת מתח שמשורטטת נמוך היא למעשה גבוהה יותר מרמה אחרת שמשורטטת גבוהה, כך שלא ידוע היחס בין שלושת המתחים המצויינים בדיאגרמה). מהן רמות המתחים V_1 , V_2 ו- V_3 ?



- א. $V_1 = V_{DD} - V_{tN}$; $V_2 = V_{DD}$; $V_3 = |V_{tP}|$
- ב. $V_1 = V_{DD}$; $V_2 = V_{DD} - V_{tN}$; $V_3 = |V_{tP}|$
- ג. $V_1 = V_{DD} - V_{tN}$; $V_2 = V_{DD}$; $V_3 = 0$
- ד. $V_1 = V_{DD}$; $V_2 = V_{DD} - V_{tN}$; $V_3 = 0$
- ה. אין די נתונים לחישוב המבוקש.
- ו. אף תשובה לא נכונה.

שאלה 30

סמן את היחס הנכון בין רמות המתחים :

- א. $V_{OH} > V_{IH} > V_{IL} > V_{OL}$
- ב. $V_{IH} > V_{OH} > V_{OL} > V_{IL}$
- ג. $V_{OH} > V_{IH} > V_{OL} > V_{IL}$
- ד. $V_{IH} > V_{OH} > V_{IL} > V_{OL}$
- ה. התשובה תלוייה במשפחה הלוגית
- ו. אף תשובה לא נכונה.