

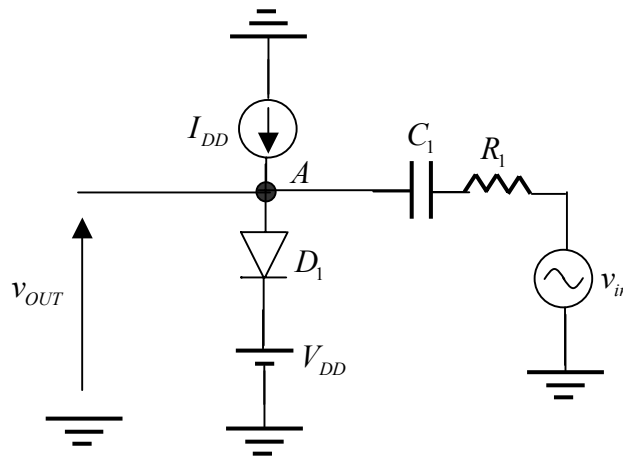
תרגיל בית 2 – אות קטן + שאלת spice

הערות חשובות:

- אימפדנס של קבל הנו: $X_C = \frac{1}{j\omega C}$. קבל בעל קיבול אינסופי הנו קצר עבור כל תדירות ששונה מאפס ($\omega \neq 0$) אך מהווה נתק עבור DC ($\omega = 0$).
- אימפדנס של סליל הנו: $X_L = j\omega L$. סליל בעל השראות אינסופית הנו נתק עבור כל תדירות ששונה מאפס ($\omega \neq 0$) אך מהווה קצר עבור DC ($\omega = 0$).

שאלה 1

נתון המעגל הבא:



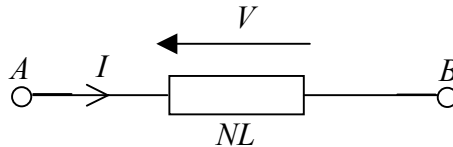
- נתוני המעגל הם (מקור הזרם I_{DD} הנו מקור זרם ישר):
 $R_1 = 2K\Omega, I_{DD} = 1mA, V_{DD} = 5V, C_1 \rightarrow \infty$
 $v_{in} = 5 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) [mV]$

- נתוני הדיודה D_1 הם:
 $\frac{KT}{q} = 25mV, I_o = 0.1pA$

זמן ממוצע לשהיית נושאי מיעוט באזורים הניטרליים: $\tau_F = 1.25 \cdot 10^{-6} \text{ sec}$

$$I = I_o \left(e^{\frac{V}{KT/q}} - 1 \right) : \text{משוואת זרם-מתח הדיודה היא}$$

- א. מהו זרם ה-DC שזורם בדיודה? כמו כן חשבו את מתח ה-DC אשר מתפתח בין הדקי הדיודה.
- ב. שרטטו סכמת תמורה לאות קטן עבור המעגל. מהי התנגדות הדינמית של הדיודה לאות קטן? מהו קבל הדיפוזיה?
- ג. חשבו את פונקציית התמסורת לאות קטן $\frac{v_{out}(s)}{v_{in}(s)} \square A_V(s)$, ושרטטו עקום בודה לאמפליטודה ופאזה עבור פונקציית תמסורת הנ"ל.
- ד. חשבו ושרטטו את מתח המוצא $v_{OUT}(t)$ (אות קטן + אות DC) כפונקציה של הזמן עבור תדירות $\omega = 400 \times 10^3 \frac{rad}{sec}$.
- ה. נתון הרכיב הלא ליניארי הבא:



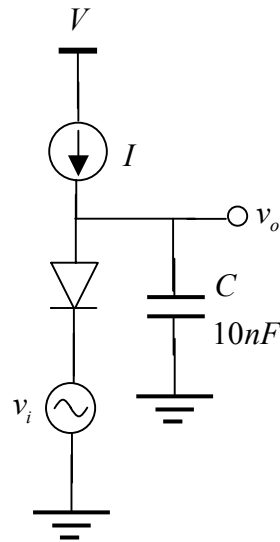
עבור זרם I חיובי (ז"א זרם אשר זורם מנקודה A לנקודה B), תלות הזרם במתח נתונה ע"י המשוואה הבאה, המתארת שני מצבי עבודה:

$$I = \begin{cases} K(V - V_T)^2 & V \geq V_T \\ 0 & V \leq V_T \end{cases}$$

1. K ו- V_T הם פרמטרים של הרכיב וערכם נתון: $V_T = 1V$, $K = 1 \frac{mA}{V^2}$. את רכיב זה מציבים כעת במעגל במקום הדיודה (כאשר נקודה A מחוברת לנקודה A במעגל). חשבו את נקודת העבודה של הרכיב (מתח זרם DC עליו)
- ו. שרטטו סכמת תמורה לאות קטן עבור המעגל. מהי התנגדות הרכיב עבור אות קטן?
- ז. חשבו את פונקציית התמסורת לאות קטן $\frac{v_{out}(s)}{v_{in}(s)} \square A_V(s)$, ושרטטו עקום בודה לאמפליטודה ופאזה עבור פונקציית תמסורת הנ"ל.

שאלה 2

נתון המעגל הבא:



I הוא זרם DC ו $v_i = v \sin(2\pi f_0 t + \varphi_0)$, כאשר האמפליטודה v קטנה מ 10mV ו $f_0 = 100\text{kHz}$.

עבור הדיודה: הזנח קיבולי צומת ודיפוזיה. ונתוני הדיודה: $I_0 = 0.5\text{pA}$, $\frac{kT}{q} = 25\text{mV}$.

- א. חשב נקודת עבודה עבור הדיודה, כאשר $I = 10\text{mA}$?
- ב. שרטט סכמת תמורה לאות קטן עבור מעגל זה, ומצא ביטוי למתח היציאה (באות קטן!) כפונקציה של מתח הכניסה v_i , עבור I כלשהוא.

- ג. חשב את הזרם עבורו יהיה הפרש מופע של 45° בין הכניסה ליציאה, סמן זרם זה ב

$$I_{45^\circ}$$

- ד. מה יהיה תחום הפרשי הפאזה בין הכניסה ליציאה כאשר I משתנה מ $0.1I_{45^\circ}$ ל

$$10I_{45^\circ}?$$

שאלה 3 (SPICE):

יש לבדוק ולהשוות את כל הסעיפים של שאלה 2 בעזרת תוכנת SPICE. יש להגיש את הדפס המעגל ותוצאות הסימולציה. במידת הצורך יש להיעזר בקובץ output.

הערות:

יש לקרוא הוראות הגשה בחוברת עזר באתר הקורס.
ניתן להיעזר בקטלוג רכיבים.
להבנת התוכנה אפשר לראות את סרטי SPICE או לקרוא את חוברת עזר.