

# מעבדה במבוא למעגלים דוח 3

Introduction to Linux, spice, and Virtuoso

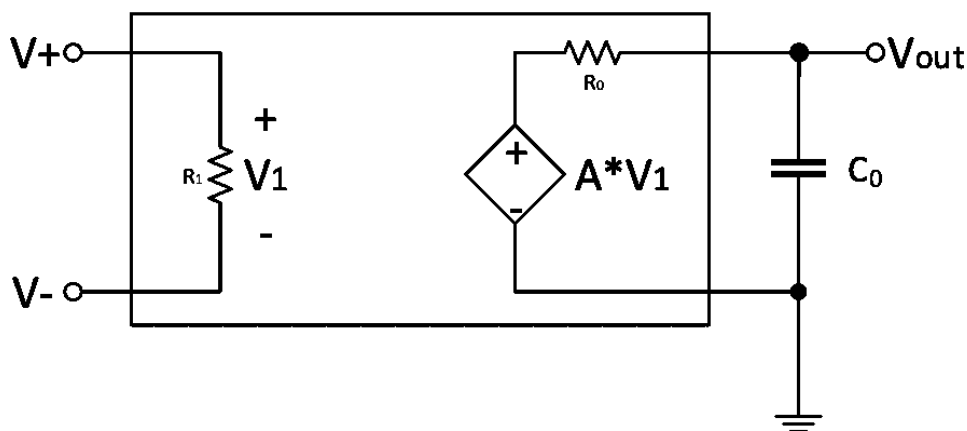
שמות המגישים + תז:  
אורי בריימוק 314992447  
הדס רם 214068843

תאריך הגשה:  
01.05.2025

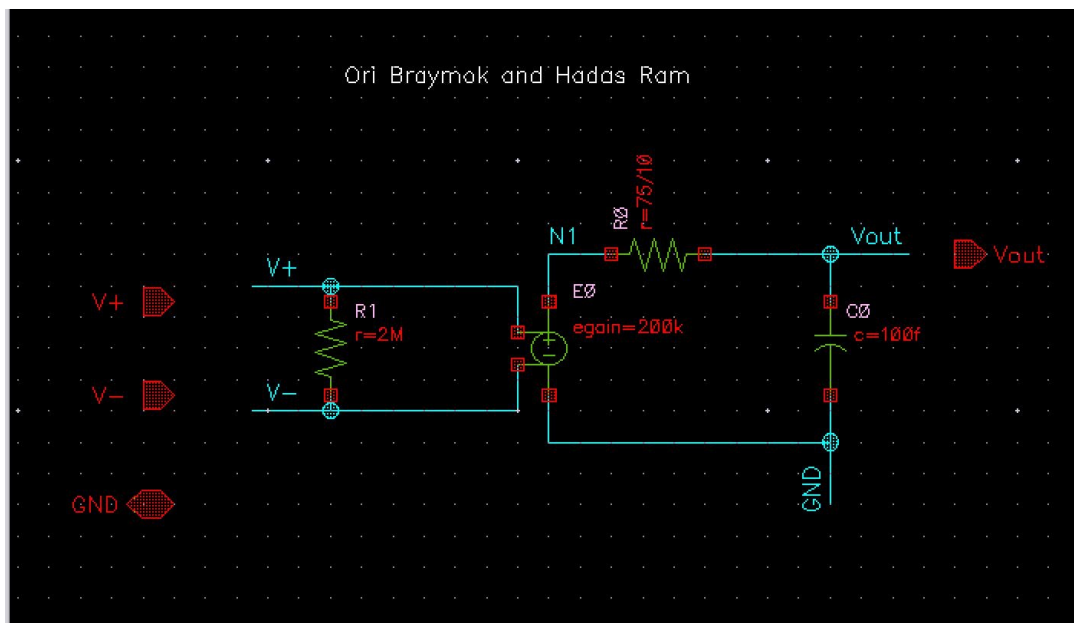
- Design the opamp of figure 3.1. The values are:  $R_1 = 200 \cdot G$  [k $\Omega$ ],  $A = 200,000$ ,  $R_o = 75/G$  [ $\Omega$ ],  $C_0 = 10 \cdot G$  [fF]. For the Voltage Controlled Voltage Source use "vcvs" in the "analogLib". "Voltage gain" is A.

$$G = 10$$

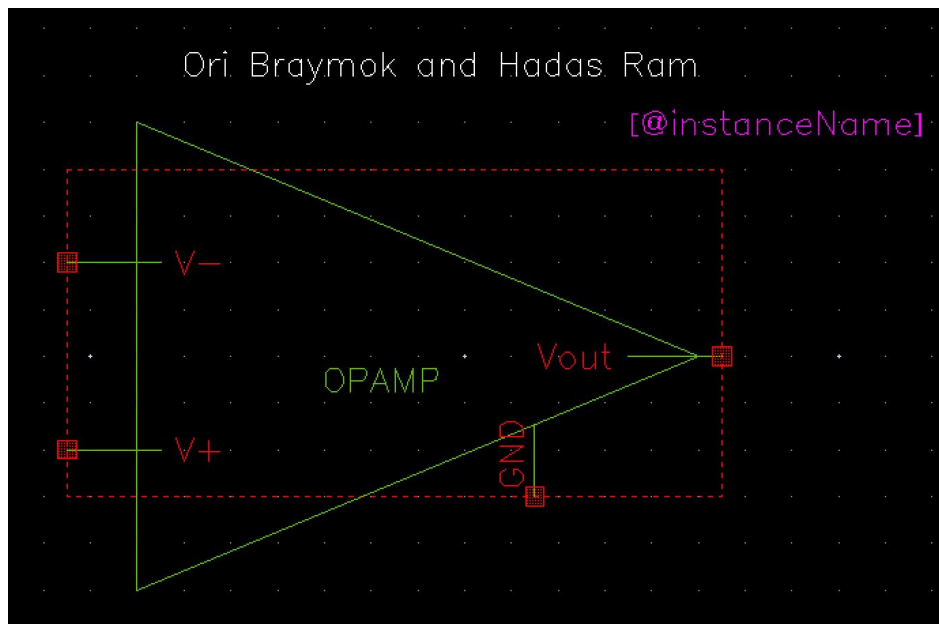
תיכנון מגבר שרת:



פתחנו תקייה ב Libary Manger ב Linux, וקראנו לה Intro\_to\_Lab. (כל מה שנפתח מעכשיו נמצא בתוך התקיה הזו)  
 פתחנו תקייה בשם OPAMP ובתוכה פתחנו Schematic Editor בVirtuoso.  
 בעזרת ספריית 'analoglib' בנינו את המגבר שרת הבא:  
 כאשר:  $C_0=10G$  [fF],  $R_1=200 \cdot G$  [ $\Omega$ ],  $R_o=75/G$  [ $\Omega$ ],  $A=200,000$ .  
 המקור מתח הינו מקור מתח תלוי במתח, בנוסף לכך הגדרנו פינים על מנת לסגור את המגבר שרת ב cell (קופסא).

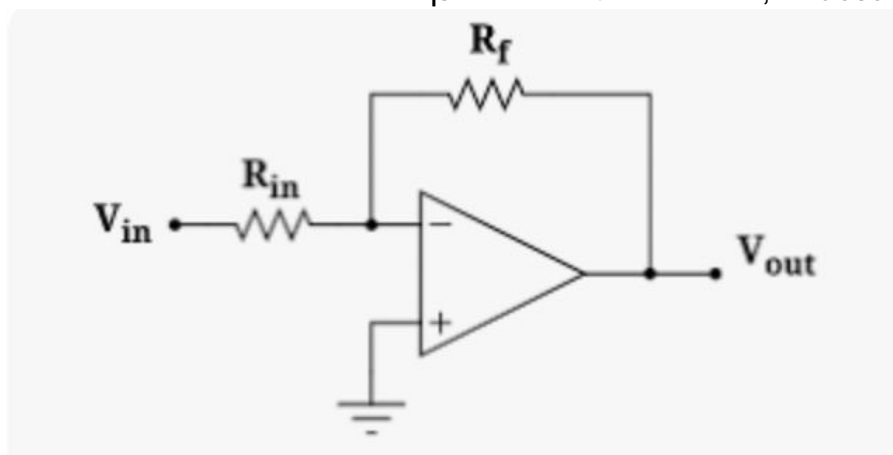


לאחר מכן סגרנו את המגבר בקופסא משולשת וקראנו לה OPAMP:  
כאשר הכניסות שלה זה  $V+$  וזה  $V-$  היציאה זה  $V_{out}$  ובנוסף לכך הארקה לאדמה GND.

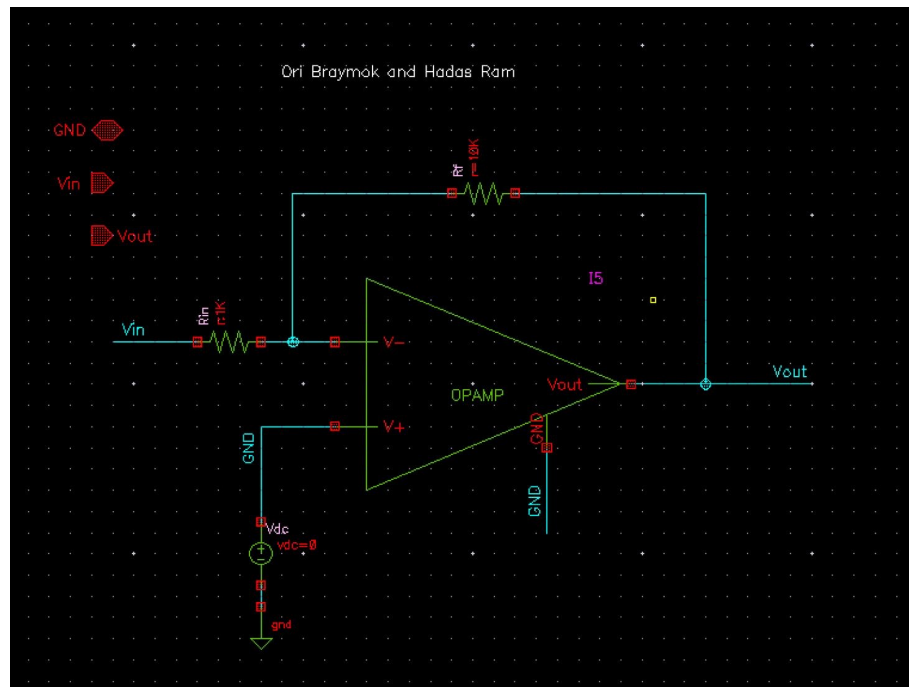


2. Using the opamp, build an Inverting Amplifier with resistance values of your choosing. Run DC analysis where  $V_{in}$  ranges from 0V to G [V], and make sure the output is what you expect. Explain the design process and the results, and show a plot of  $V_{out}$  vs.  $V_{in}$ .

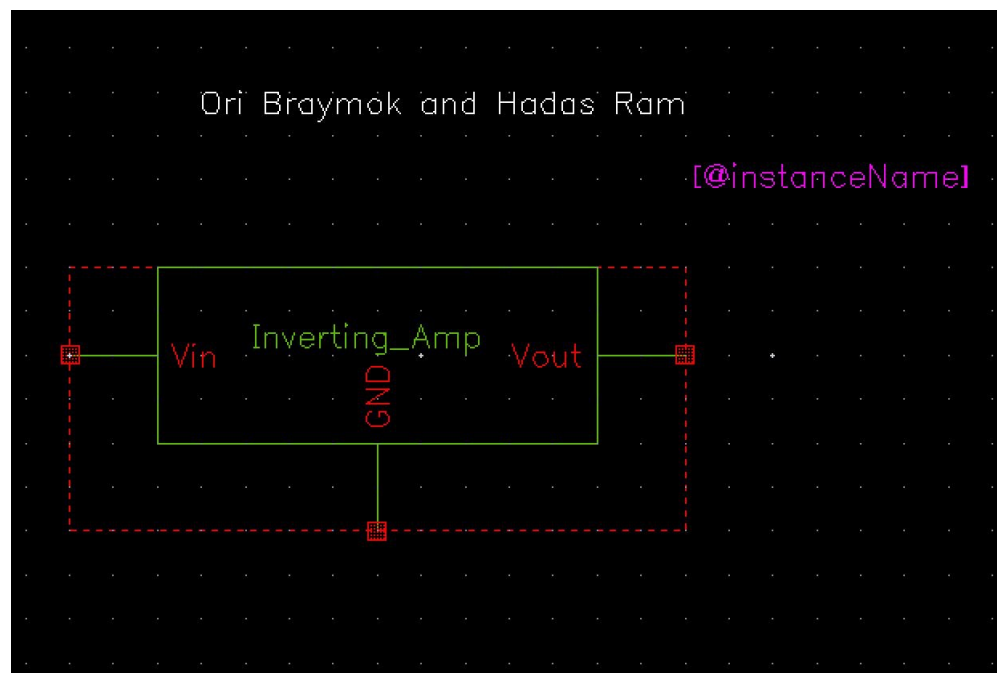
פתחנו תיקייה נוספת בשם Inverting\_Amp בתוך Intro\_to\_Lab, ובה פתחנו Schematic Editor, ובה בנינו את המגבר מהפך הבא:



השתמשנו בתיקייה Intro\_to\_Lab כדי לייבא את OPAMP שיצרנו ובעזרת תקיית 'analoglib' הוספנו את הנגדים, מקור מתח, והארקה. כאשר:  $V_{dc} = 0V$ ,  $R_{in} = 1k\Omega$ ,  $R_f = 10k\Omega$ . חיברנו את הרכיבים עם חוטים וקראנו להם בשמות מתאימים, ויצרנו פינים.

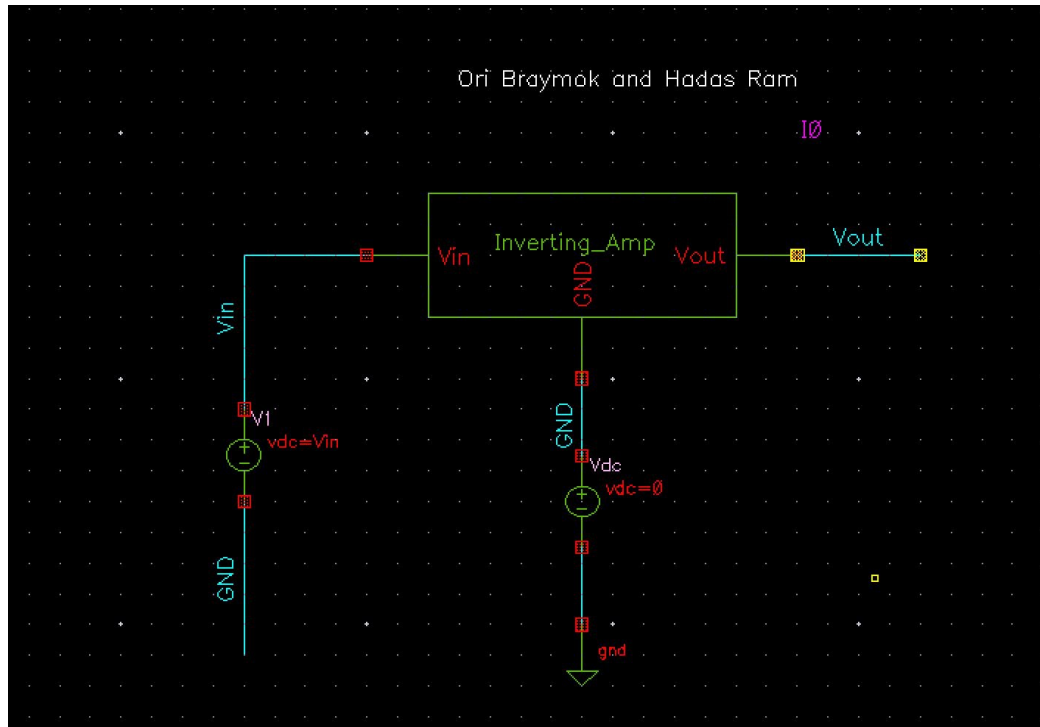


סגרנו את Inverting\_Amp בcell (קופסא) כאשר הכניסה היא  $V_{in}$ , היציאה היא  $V_{out}$ , והארקה לאדמה GND, וקראנו לו Inverting\_Amp.



פתחנו cellview בשם Inverting\_Amp\_DC בתוך ה Intro\_to\_Lab, ובה פתחנו Schematic Editor. בVirtuoso השתמשנו בתקליה Intro\_to\_Lab כדי לייבא את Inverting\_Amp ואת המקורות מתח והארקה הוספנו את המקורות מתח והארקה, כאשר מקורות המתח הם מקור מתח DC.

כאשר:  $V_{dc} = 0[V]$  מחובר להארקה,  $V_1 = V_{in} [V]$ .



יצרנו `Inverting_Amp_DC` cellview גם `maestro` שבה הרצנו אנליזת DC על המעגל והגדרנו את תחום  $V_{in}$  המתאים מ-0[V] עד 10[V].



בעזרת הנקודות שהדגשנו את הערכים שלהם על הגרף ניתן לראות כי קיבלנו מה שמצופה לפי הנוסחה:

$$Gain(A_v) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-R_f}{R_{in}} = \frac{-10k}{1k} = -10k$$

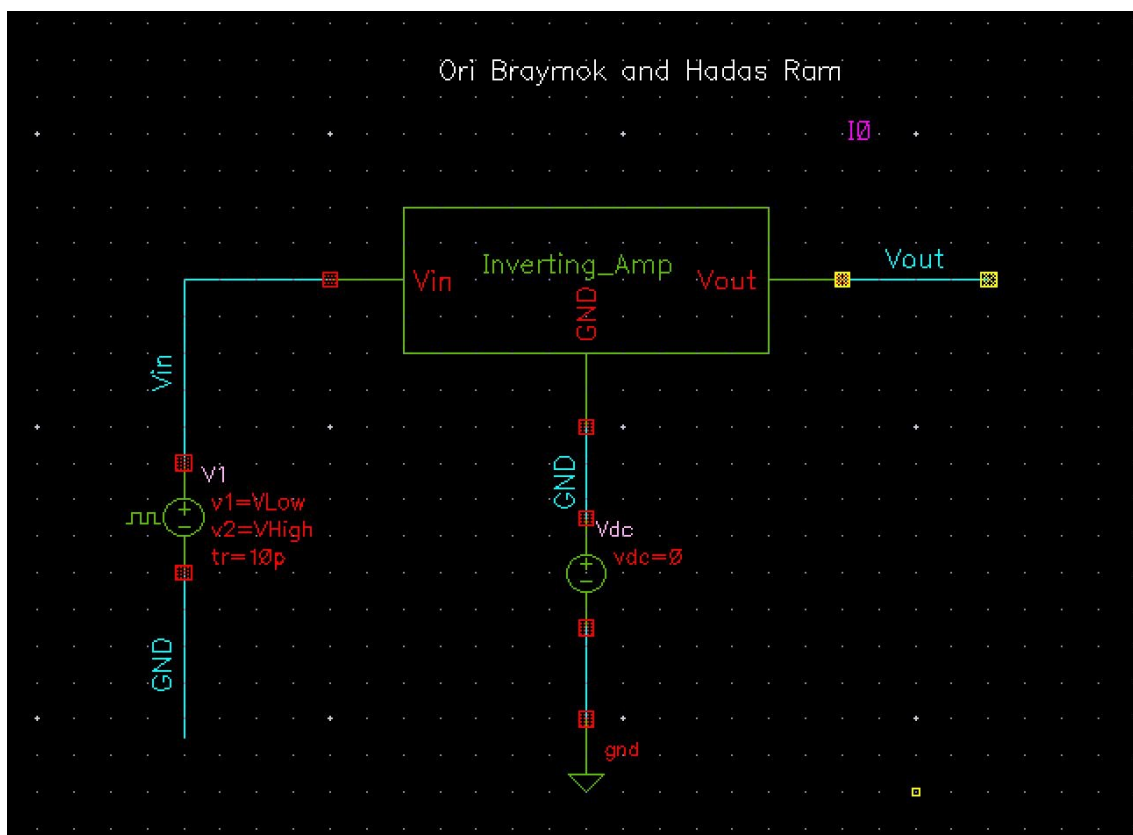
ניתן לראות כי המגבר לוקח את הכניסה  $V_{in}$  הופך אותה ומכפיל ב-10 וזה  $V_{out}$ .

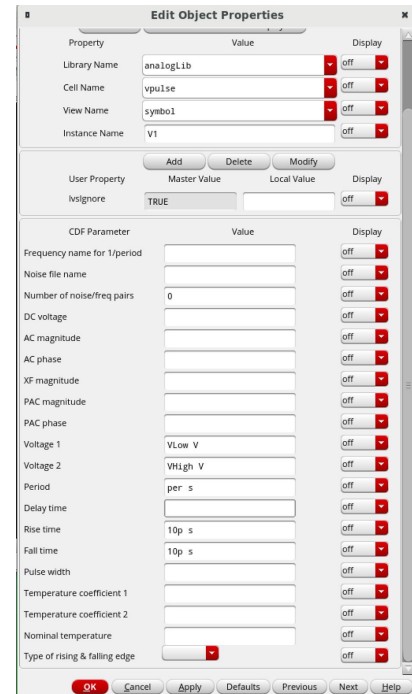
3. Run Transient analysis on the inverter and plot the step response for an input that goes from 0V to G [V]. What is the propagation delay of the amplifier? Explain the results. Use markers to measure.

פתחנו cellview בשם Inverting\_Amp\_Pulse בתוך ה-Intro\_to\_Lab, ובה פתחנו Schematic Editor ב-Virtuoso.

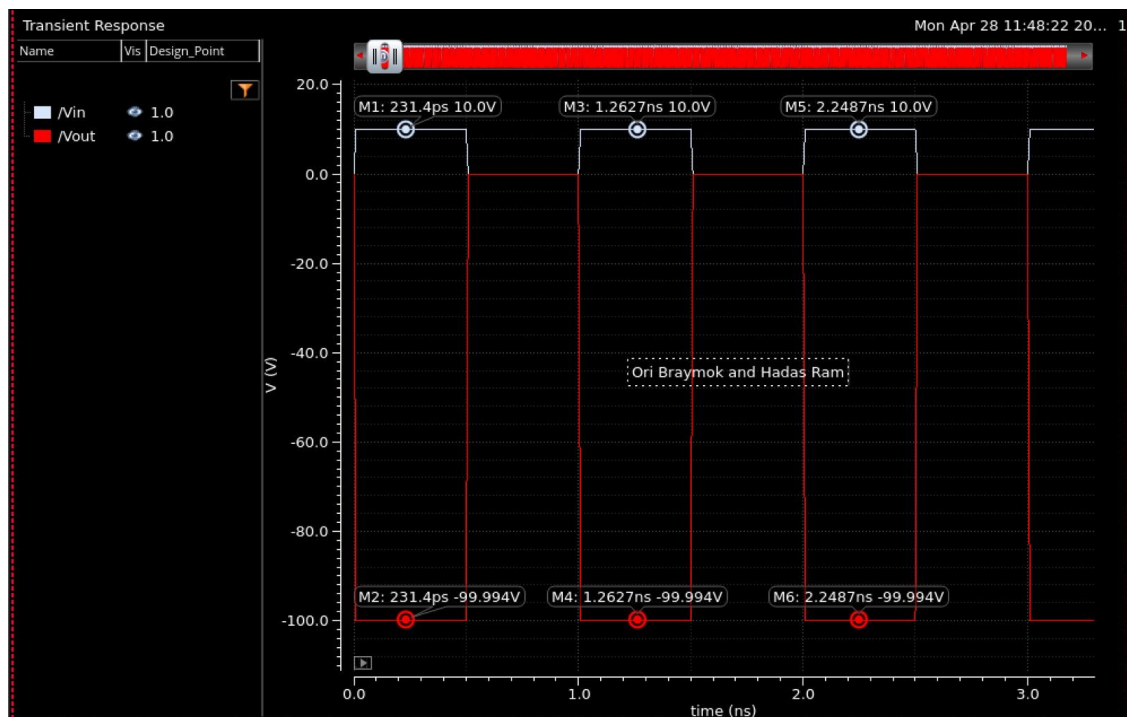
השתמשנו בתקליה Intro\_to\_Lab כדי לייבא את Inverting\_Amp והוספנו את המקורות מתח והארקה, כאשר המקור מתח המחובר להארקה הוא DC והמקור מתח המחובר ל  $V_{in}$  הוא מקור מתח של כניסת מדרגה (transient).

כאשר:  $V_{dc} = 0[V]$  מחובר להארקה, מקור  $V_1$  –  $tr = 10p[sec]$ ,  $v_2 = V_{High}$ ,  $v_1 = V_{Low}$ .  $tr$  – זה זמן העלייה וזמן הירידה המוגדר התמונה למטה.

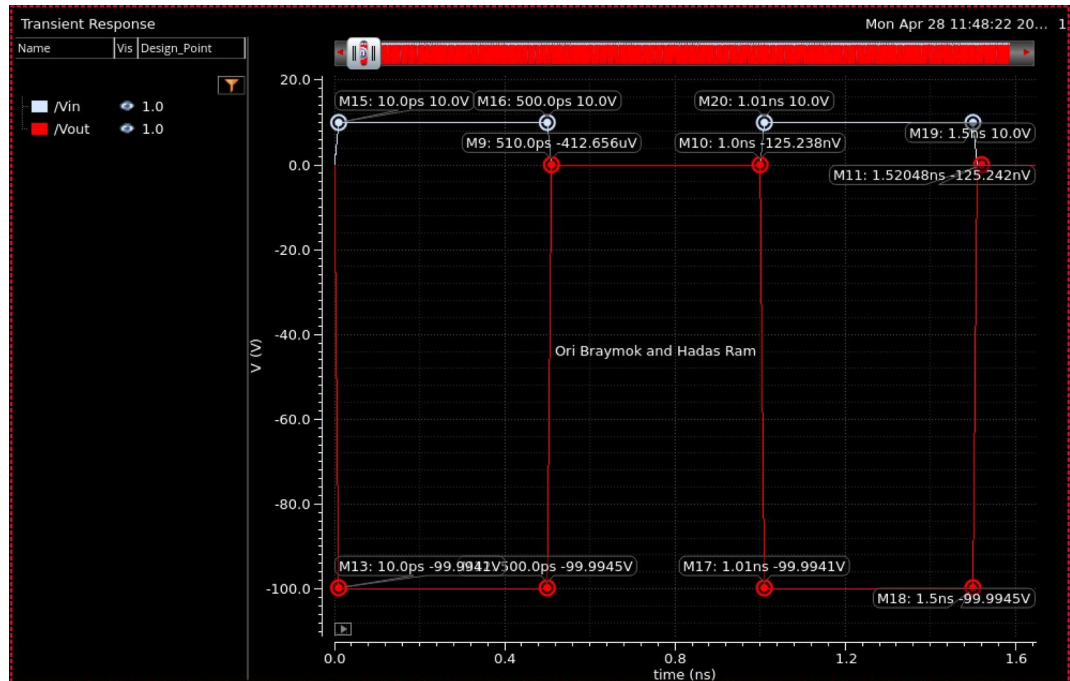




פתחנו ל Inverting\_Amp\_Pulse cellview גם maestro שבה הרצנו אנליזת TRAN על המעגל והגדרנו את  $V_{Low} = 0[V]$ ,  $V_{High} = 10[V]$ ,  $per = 1ns$  ובחרנו את זמן העצירה להיות  $stop\ time = 1\mu s$ . ניתן לראות כי נכנס אות מדרגה ב  $V_{in}$  וב  $V_{out}$  קיבלנו את הערך הכניסה הפוך ומוכפל ב10, כפי שציפינו ממגבר המהפך שלנו.



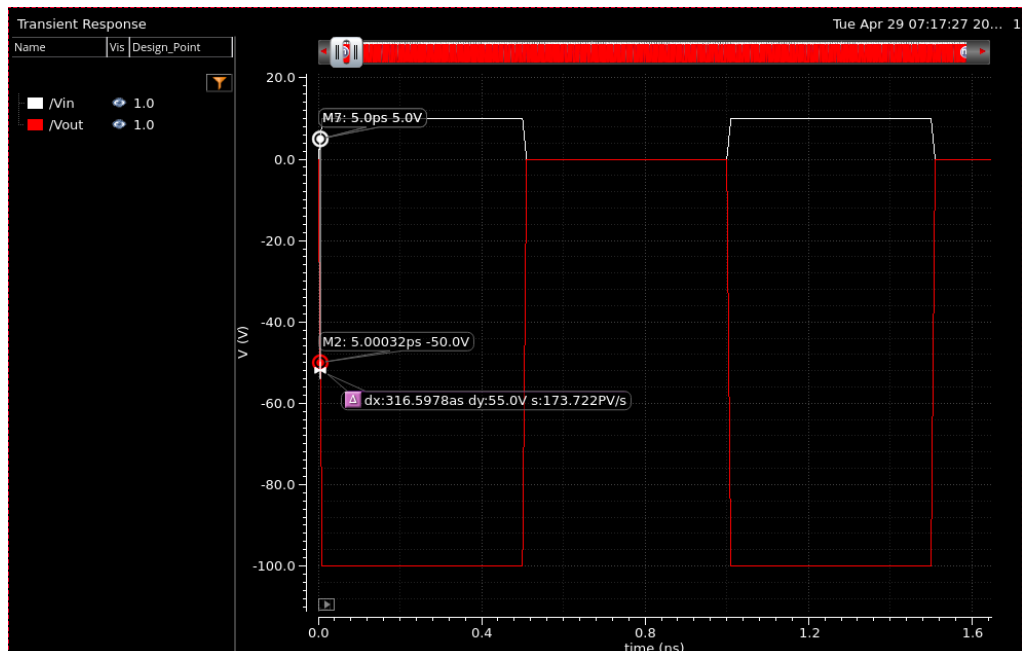
ניתן לראות כי זמן הירידה והעלייה הוא 10ps כפי שהגדרנו:



נחשב את  $t_{pd}$  של המגבר:  
לפי הנוסחא:

$$t_{pd} = t(V_{out}@50\%) - t(V_{in}@50\%)$$

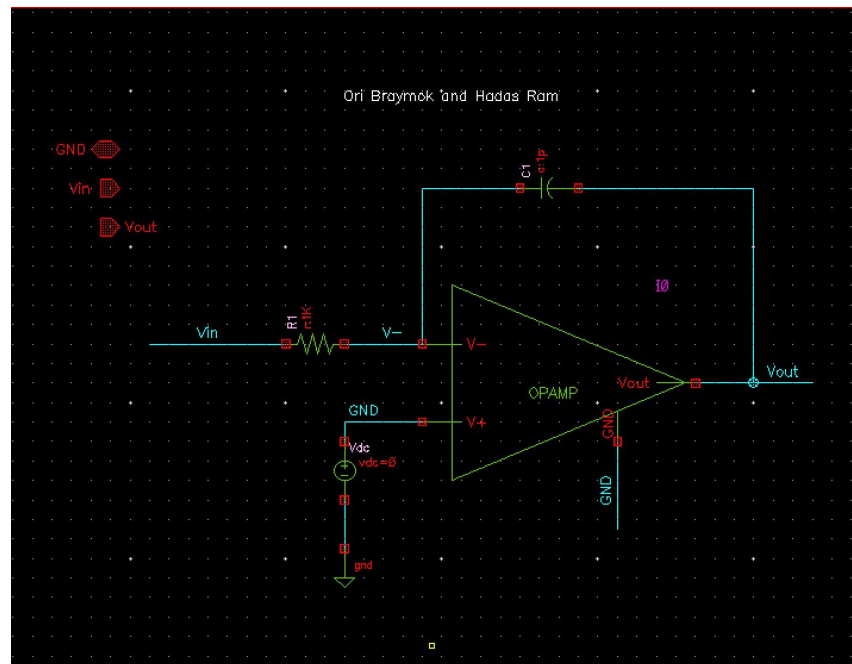
סימנו נקודות על הגרף באמצע העלייה של ה  $V_{in}$  ובהתאם לכך באמצע הירידה של ה  $V_{out}$  (אמצע לפי הערכים בציר ה  $y$ ). העברנו קו בין שני הנקודות שחישב לנו א ההפרש בניהם שזהו  $t_{pd}$ .  
לכן  $t_{pd} = 316.5978as$



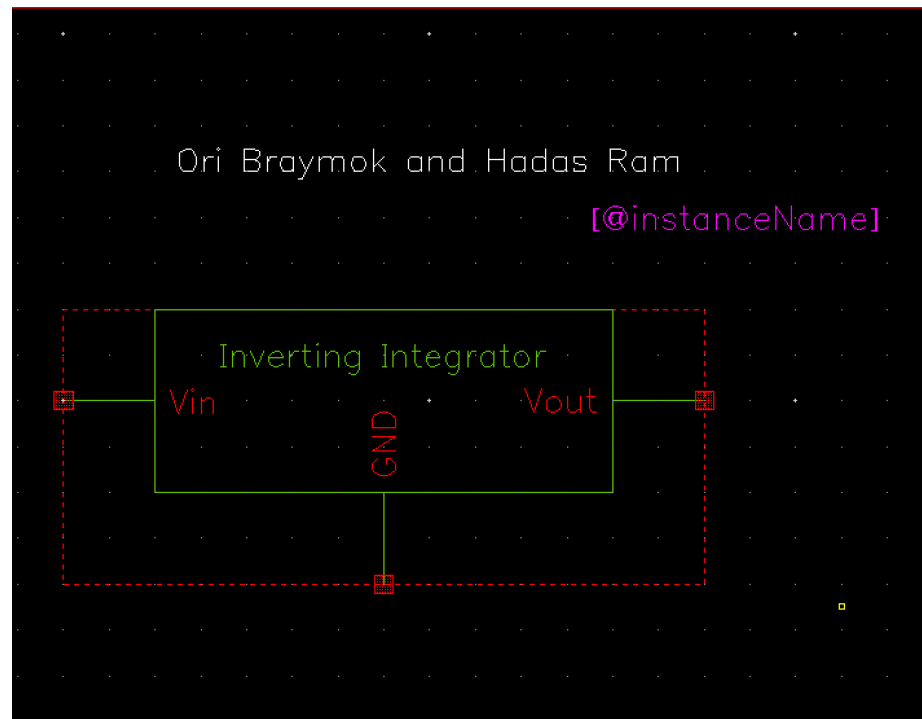


4. Build an Inverting Integrator. Run an AC analysis from 0.1Hz to G [GHz] and plot the results. What kind of filter is it? Explain.

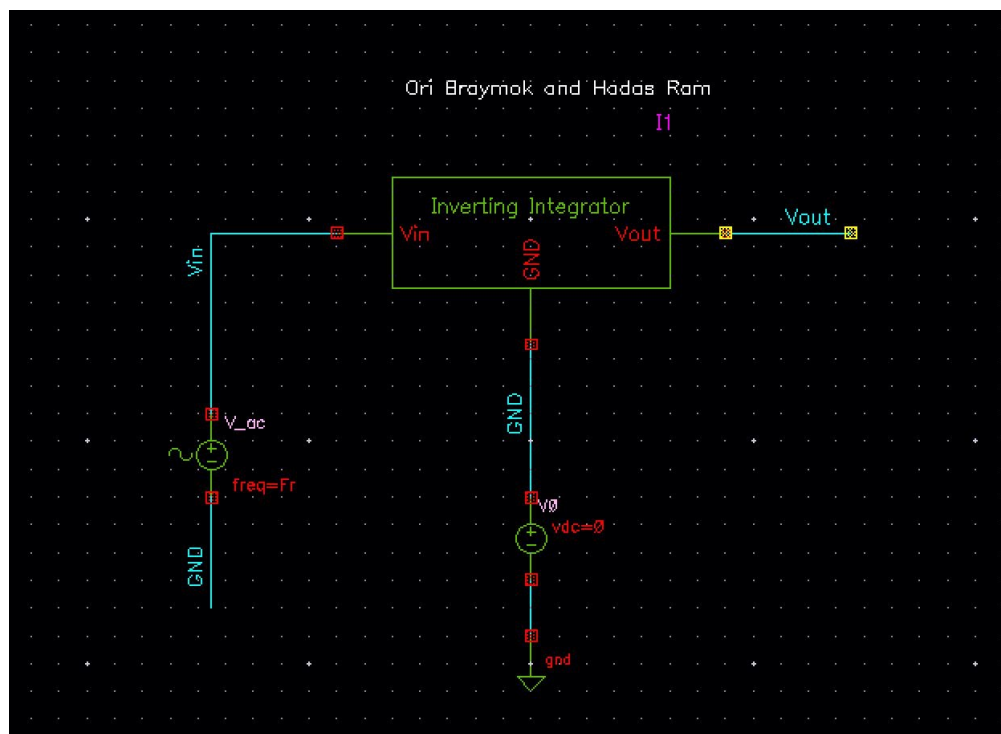
פתחנו cellview בשם Inverting\_Integrator, פתחנו Schematic Editor ב־Virtuoso. השתמשנו בתקייה Intro\_to\_Lab כדי לייבא את OPAMP, הוספנו את המקורות מתח והארקה, כאשר המקור מתח המחובר להארקה הוא DC. הוספנו גם פינים.  $V_{dc} = 0[V]$ ,  $R1 = 1k[\Omega]$ ,  $C1 = 1p[F]$ . כאשר



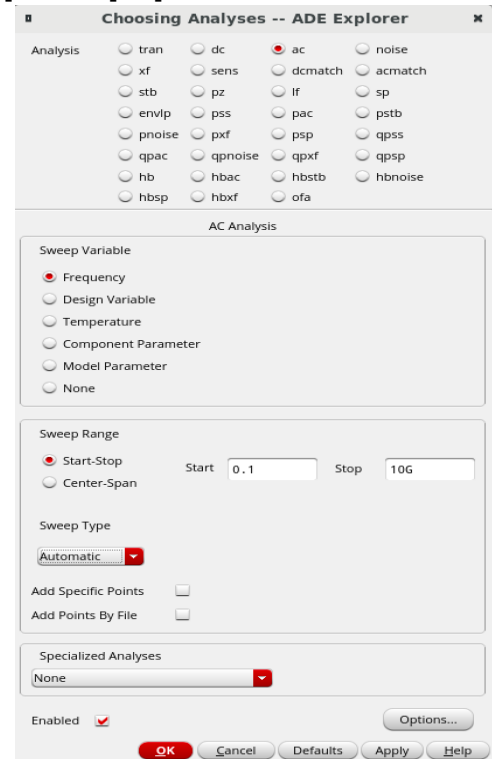
סגרנו את ה Inverting\_Integrator cell (קופסא) וקראנו לו Inverting\_Integrator.



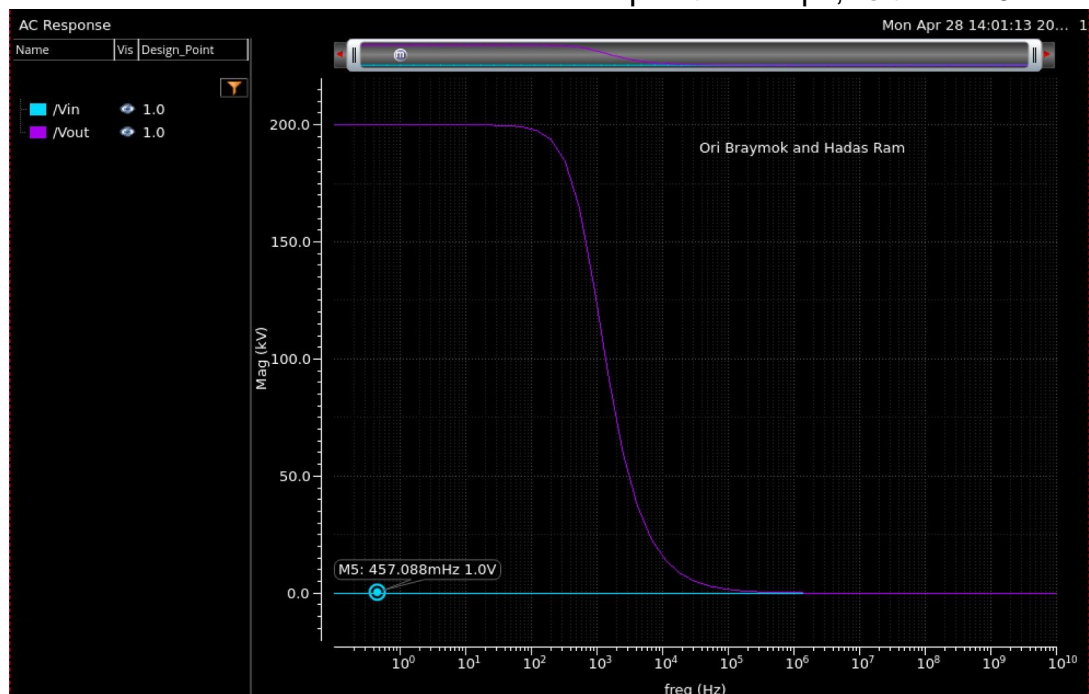
פתחנו cellview בשם Inverting\_Interator\_AC, פתחנו Schematic Editor ב־Virtuoso. השתמשנו בתקייה Intro\_to\_Lab כדי לייבא את Inverting\_Intergrator, הוספנו את המקורות מתח והארקה, כאשר המקור מתח המחובר להארקה הוא DC והמקור מתח המחובר ל־Vin הוא כניסת AC. כאשר  $V_{dc} = 0[V]$ ,  $V_{ac}: freq=Fr$ .



פתחנו ל Inverting\_Integrator\_AC cellview גם maestro שבה הרצנו אנליזת AC על המעגל והגדרנו את תדר הכניסה להתחיל מ  $0.1[\text{Hz}]$  עד  $10\text{G}[\text{Hz}]$ .



הרצנו סימולציית AC, וקיבלנו את הגרף הבא:



ניתן לראות כי הגרף שהתקבל הוא גרף מסוג LPF - מסנן מעביר תדרים נמוכים.