

# מעבדה במבוא למעגלים

## דוח 3

Introduction to Virtuoso

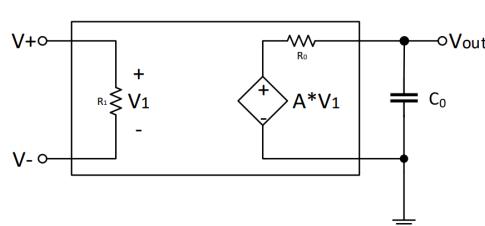
שמות המגנים + ת"ז:

רותם סילם | 206663437

עדן גריין | 324965946

תאריך הגשה:

1. 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.



התבקשו ליצור מגבר פנימי לפני התרשים:

-נשים לב שעל כל גרפ צינו את השמות שלהם. עשינו זאת כך:

.G=7+6=13-במקורה שלנו,

על מנת לפתח את ה-*ososnuitvirt*, נכנס לטרמינל, נקליד את הפקודה `tower`, ואז את הפקודה `virtuoso`.

. library manager של ה-[osu!soft](#), נכנס ל-[soft tools](#) ואז ל-

"opamp1" נפתח תיקיה בשם:

- על מנת להתחיל לבנות את המעגל של המגבר, נפתח מעגל בשם "opamp\_circuit"

# file→ new→ cell view :"y

נפתח ה- Schematic Editor, בו אנו בונות את המעגל.

-על מנת להוסיף את הרכיבים עושים analogLib → cell

הרכיבים שהוספנו: קבל - cap, נגד - res, מתח תלוי - VCVS.

-על מנת לשנות את הרכיבים של הרכיבים, לפי העריכים שניתנו בשאלתנו, נלחץ על הרכיב ואז על המקש "Q", ונשנה בהתאם בחלונית שונפתחה.

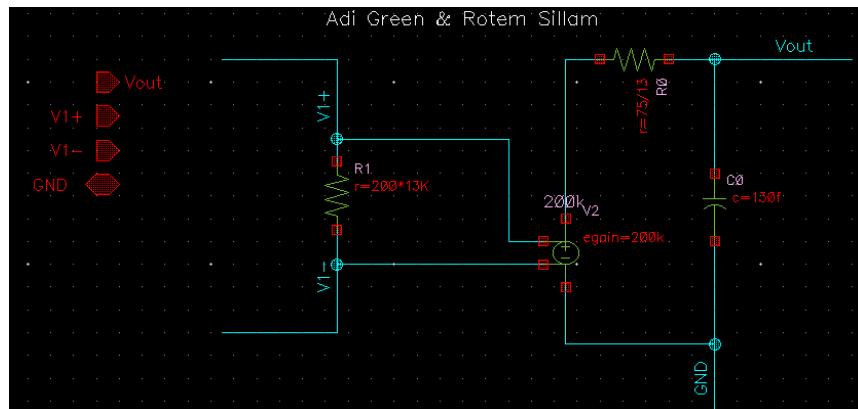
הפרש הפוטנציאליים בין  $V_1+$  ל  $V_1-$  (אותם חיברנו אליו), כך שנקבל  $A_{V1+} - V_1 -$

נחבר את החוטים של המגלע ע"י המקש "W", ונקרא לחוטים בשמות ע"י "wire name".

כקופסה שchorה:

נגיד ר' את השם ואם הוא כניסה יציאה גם וגם → Pin

ח'V נגדיirs ככניות | Vout נגדיirs יציאה | GND נגדיirs ככניות וגם יציאה

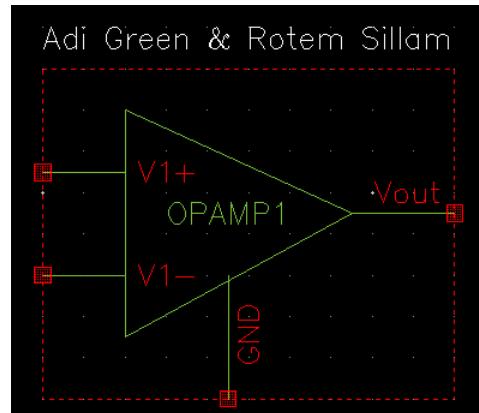


הגדכנו את המעגל שעשינו כקופסה שחורה שהיא בעצם המגבר שלנו. הכניסות אליו הם המתחים  $V_1+$  ו- $V_1-$ . בנוסף הגדכנו את נקודת הייחוס שלה כמו שהיא (GND). המוצא של המגבר יהיה  $V_{out}$ .

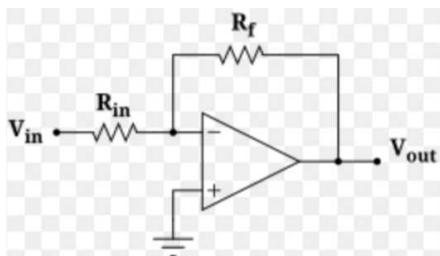
שמרנו את הקובץ זהה כך שנוכל להשתמש בו בהמשך כ-symbol (עשינו לו צורת משולש כצורת המגברים).

יצירת הקופסה השחורה:

הגדרת המצאות הפינים בקופסה השחורה, נתינת שם למעגל → create → cellview → from cellview → נתינת שם למעגל → נשים לב שהקופסה השחורה מוגדרת כ-symbol כאשר נפתחת החלונית של `.from cellview`



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.  $V_{in}$ .



cutet נרצה לעשות מעגל שהוא מגבר מהפך המתאים לתרשים הבא:

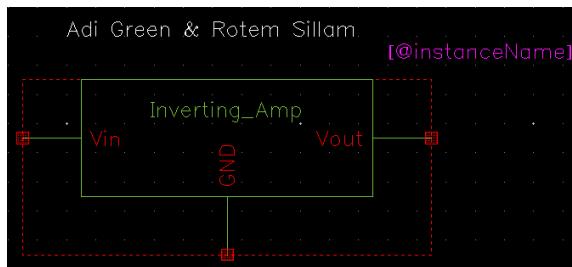
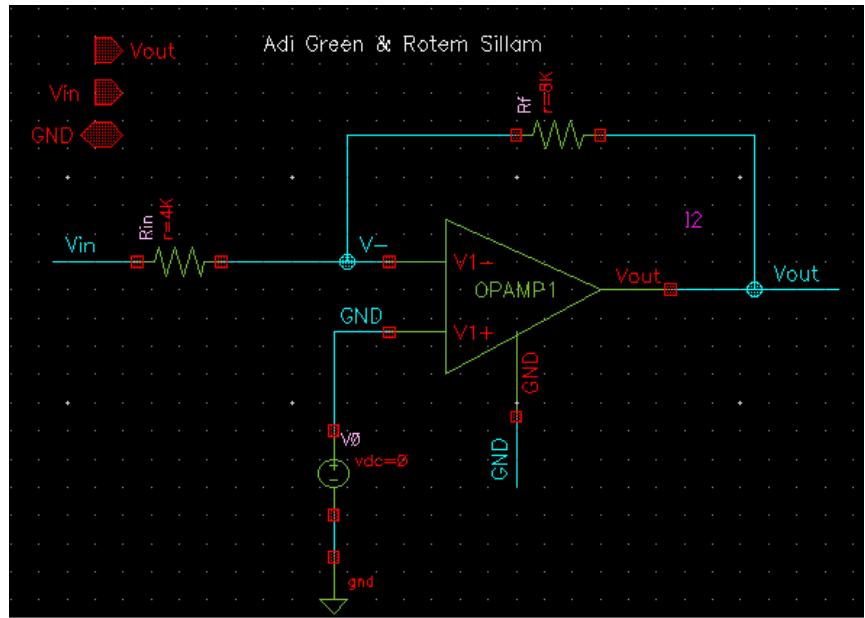
-כדי לייצר את סכיבת העבודה נחזיר ל-`Library Manager` לנפתוח `cell view` חדש בשם `Inverting_Amp` ונקוטה `schematic editor` נרצה להביא את המגבר שבנינו.

-ניכנס לרכיבים ומתקיימת של opamp נביא מהלאן `cell` של "opamp\_circuite" את הsymbol של המגבר שבנינו. לפי הشرطות של המגבר מהפך, נוסיף את הרכיבים, נחבר חוטים, נוסיף פינים בהתאם.

-על מנת ליצור מתח אדמה עבור הכניסה  $V_1+$ , נוסיף מקור מתח מסווג dc (ניכנס ל-`lib` analog ונבחר ב-`cell` את `vdc`). את מקור המתח הזה נחבר לרכיב `gnd` (רכיב האדמה), ונגדיר את המתח DC ברכיב `vdc` כמתוח  $0V$ .

-את ערכי הרכיבים במעגל נקבע כמו שקבענו בעבודה הקודמת:

$$0V = R_{in} = 4k \quad | \quad R_f = 8k \quad | \quad V_1+ = 0V \quad | \quad \text{בגל שיש משוב שלילי אז גם המתח } V_1- \text{ יהיה } 0V$$



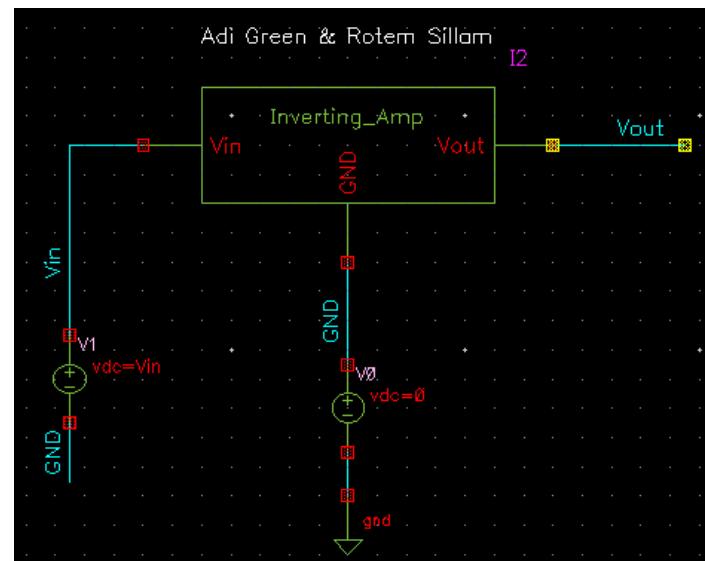
בנייה קופסה שחורה כפי שהסבירנו בשאלה 1:

על מנת לייצר מעגל מדידה (TB), ניצור סביבת עבודה חדשה (כפי שעשינו קודם), ונקרא לשים-cell כך: Inverting\_Amp\_TB

ביצירת הרכיבים, נביא מהתיקייה של "Inverting\_Amp" את ה-symbol של "Inverting\_Amp" (הקופסא השחורה).

נחבר לקופסה השחורה את הכניסות ואת היציאות שלה.

במקרה המתוך חוט Vin, נגדיר את המאפיין "DC voltage" שלו כפרמטר Vin, על מנת שנוכל להגיד את הטווע שלו מ-0 עד G=13 בהרצאת הסימולציה.



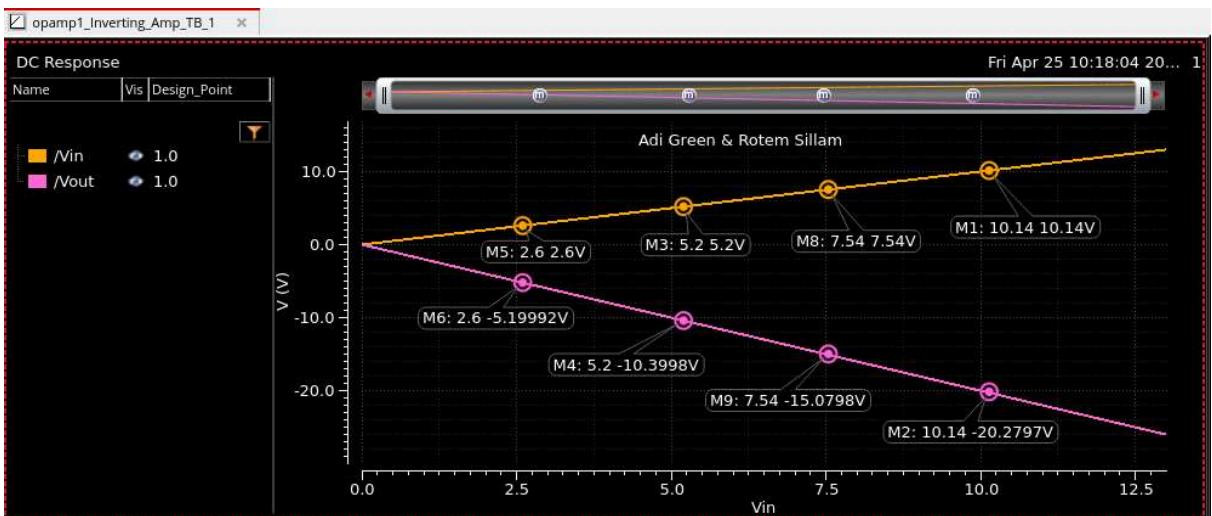
כדי שנريץ את הסימולציה: Launch- ADE Assembler -Create new view- Maestro

נפתח את ה-test של הסימולציה שלנו.

כדי להגדיר את הפרמטרים של המודל (במקרה שלנו, הפרמטר היחיד הינו Vin), נלחץ על variables copy from cellview ב-design variables. ניתן לו ערך "1" בתור ברירת מחדל, כי לאחר מכן ניתן לו את הטווח הרצוי.

נכנס ל analyses, נבחר מתח DC, כאשר שם המשתנה הוא Vin והטווח הוא 0-13 volt.

נבחר את הסיגנלים של הסכמתם שאוטם אנחנו רוצים לראות על הגраф (Vin, Vout), ונريץ את הסימולציה (משולש יירוק) ונבחר לראות את התוצאות של שני הסיגנלים על אותו גраф (all plot).



ניתן לראות בגרף שההנחה מוצאת מתנהג בדיק פי-2- ממתח הכניסה (מיירקנו כמה נקודות לדוגמה בעזרת

המקש ו), בהתאם למגבר מהפרק שבנו. אשר עובד לפי הנוסחה:  

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_{in}} * V_{in}$$
 כאשר אצלנו

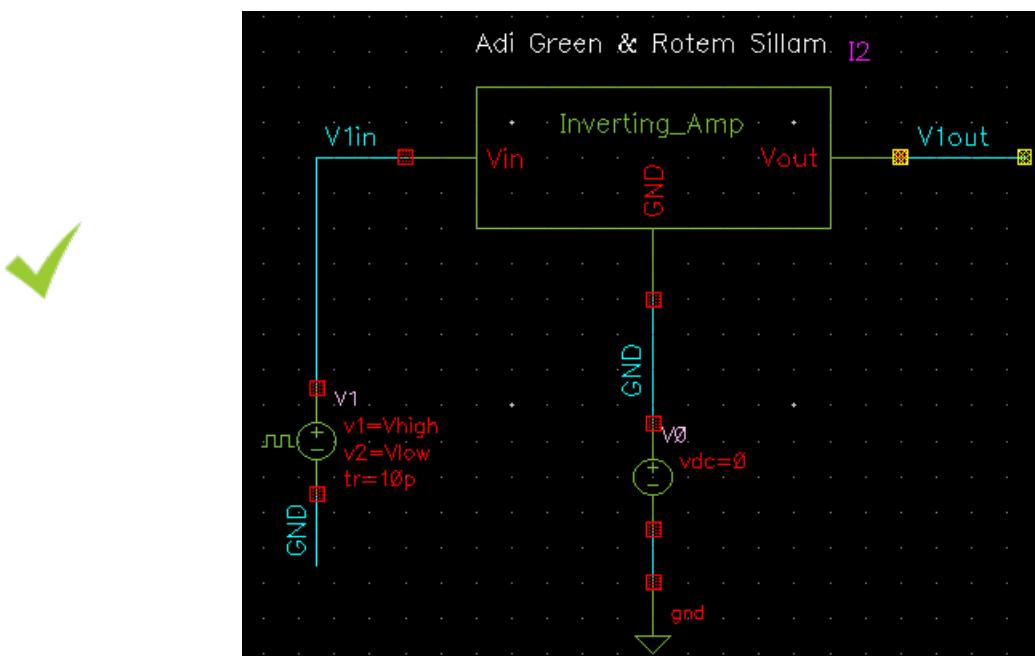
$$V_{out} = -\frac{8k}{4k} * V_{in}$$
 קלומר קיבלנו פלט בהתאם.

הוסףנו את השמות שלנו כך: graph → add Label

---

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.

אנחנו מתבקשים ליצור מקור מתח מדרגה כך שמתוך המקור נע בין  $0V$  ל  $13V$ .



בתרשים ה **TB\_Inverting\_Amp**, שינו את מקור מתח הכניסה למדרגה ע"י שינוי הרכיב מ"dc" ל"**-vpulse**". בנוסף, הגדרנו מתח כניסה ויציאה, וזמן עליה וירידה כך:

Edit Object Properties		
Apply To	only current	instance
Show	<input type="checkbox"/> system <input checked="" type="checkbox"/> user <input checked="" type="checkbox"/> CDF	
<input type="button" value="Browse"/> <input type="button" value="Reset Instance Labels Display"/>		
Property	Value	Display
Library Name	analogLib	off
Cell Name	vpulse	off
View Name	symbol	off
Instance Name	V1	off
<input type="button" value="Add"/> <input type="button" value="Delete"/> <input type="button" value="Modify"/>		
User Property	Master Value	Local Value
IvsIgnore	TRUE	off
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Defaults"/> <input type="button" value="Previous"/> <input type="button" value="Next"/> <input type="button" value="Help"/>		
CDF Parameter	Value	Display
Frequency name for 1/period		off
Noise file name		off
Number of noise/freq pairs	0	off
DC voltage		off
AC magnitude		off
AC phase		off
XF magnitude		off
PAC magnitude		off
PAC phase		off
Voltage 1	Vhigh V	off
Voltage 2	Vlow V	off
Period	per s	off
Delay time		off
Rise time	10p s	off
Fall time	10p s	off
Pulse width		off
Temperature coefficient 1		off
Temperature coefficient 2		off
Nominal temperature		off
Type of rising & falling edge		off

נחזיר ל-`maestro`, ונוסיף את הפרמטרים החדשים של המעגל.

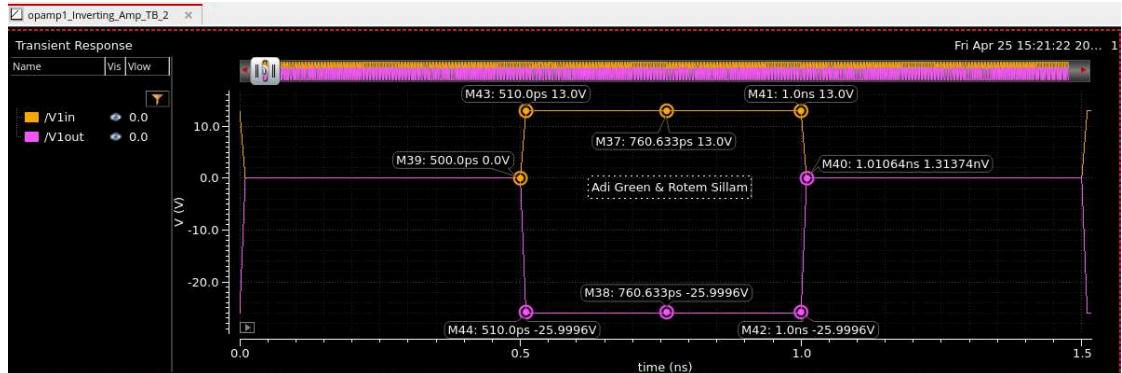
נדיר:  $V_{low}=0$ ,  $V_{high}=13$ ,  $per=1\text{ns}$ .

ב- "tran" נבחר "Analyses" ואת זמן העצירה להיות  $2\text{ns}$ .

ניתן לראות שנכנסות מדרגה 13 (כתום) כפי שהגדכנו, ויצא מדרגה 26- 7 (ורוד) בהתאם למגבר מהפרק שבנוינו.



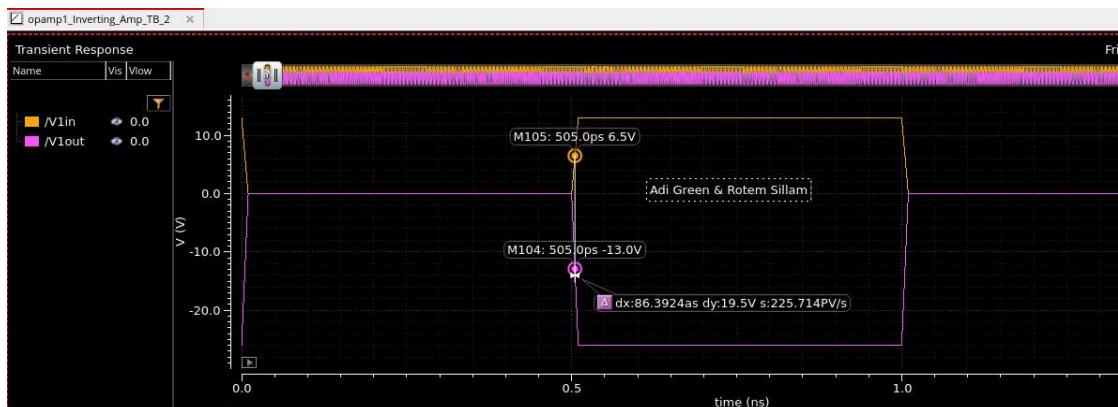
בגרף ניתן לראות שזמן העלייה של  $V_{in}$  מ-0 וולט ל-13 וולט, ושל  $V_{out}$  מ-0 וולט לכ- (26-) הינו  $as 10\text{ps}$ , כפי שהגדכנו. וכך גם לגבי זמן הירידה. בנוסף נראה כי זמן המחזר הינו  $as 1$ , כפי שהגדכנו ב-`perf`.



על מנת לחשב את ה- $tpd$ , שאוטו מחשבים ע"י הנוסחה:

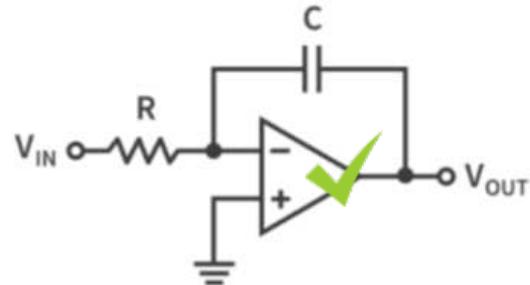
עשינו ~~marker~~ במתוך  $V_{out}$  ע"י המקש "Q" שינינו את ערך מתח היציאה ל- (-13) וולט ( $=V_{out}*0.5$ ). כדי לחשב את הדלטא, לחצנו על הנקודה במקש "D", ועשינו ~~marker~~ במתוך  $V_{in}$  שאוטו שינן ~~marker~~ למתוך וולט ( $=V_{in}*0.5$ ).

נשים לב כי שינינו את המתח לאחר שאנחנו במצב "by YMode" (zie Y) על מנת לשלווט במתוך הכניסה והיציאה במדזוק. כפי שניתן לראות בגרף, קיבלנו ש:  $tpd = 0.3924\text{as}$ .

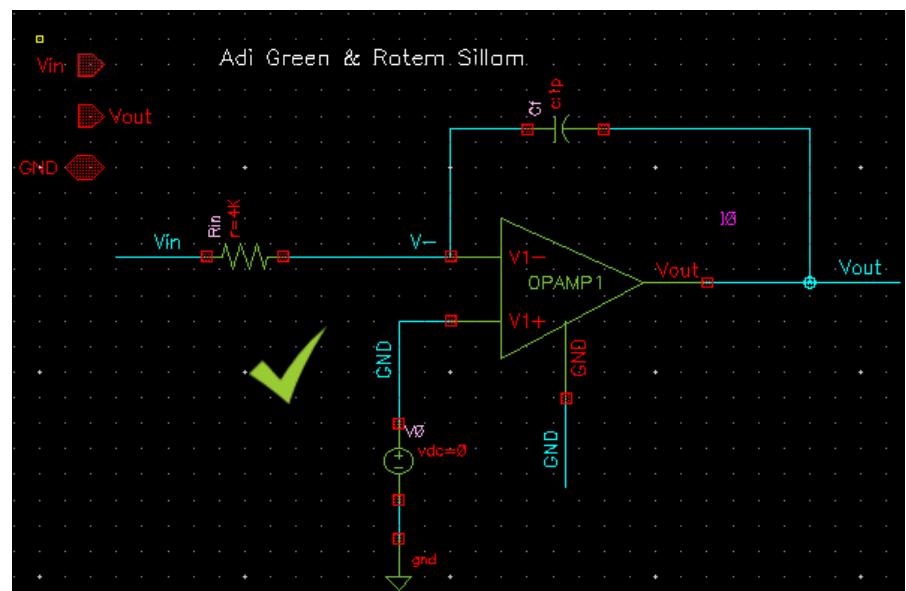


4. Build an Inverting Integrator. Run an AC analysis from 0.1Hz to G [GHz] and plot the results. What kind of filter is it? Explain.

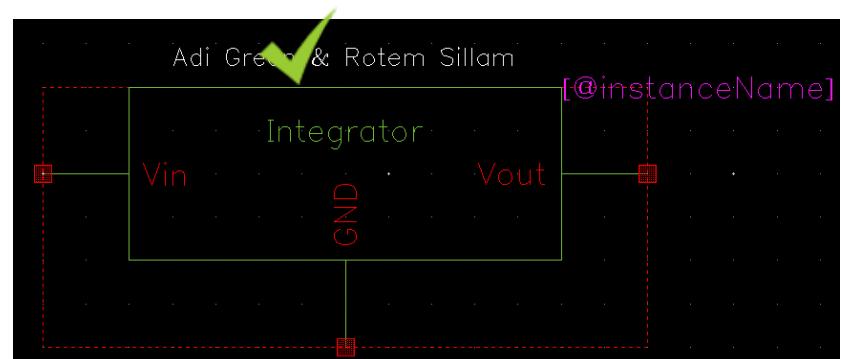
תמונה של Inverting Integrator



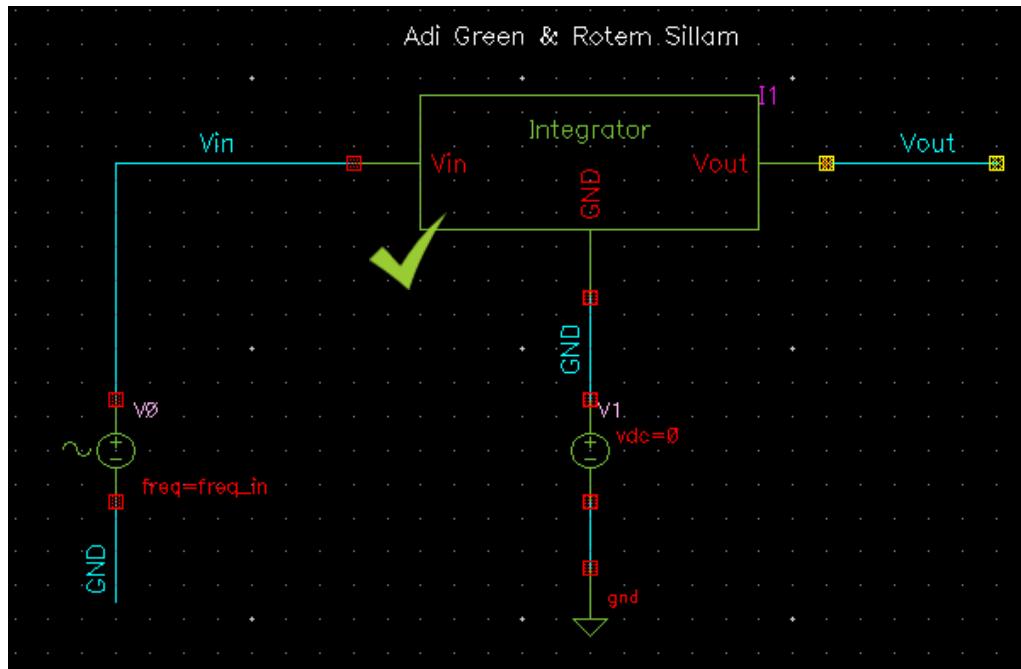
פתחנוセルview חדש בשם "Inverting\_Integrator" ב-symbole של המגבר "opamp\_circuit". והוספנו רכיבים בהתאם לשרטוט לעילו.  
הגדרים: .res=4k, cap=1p



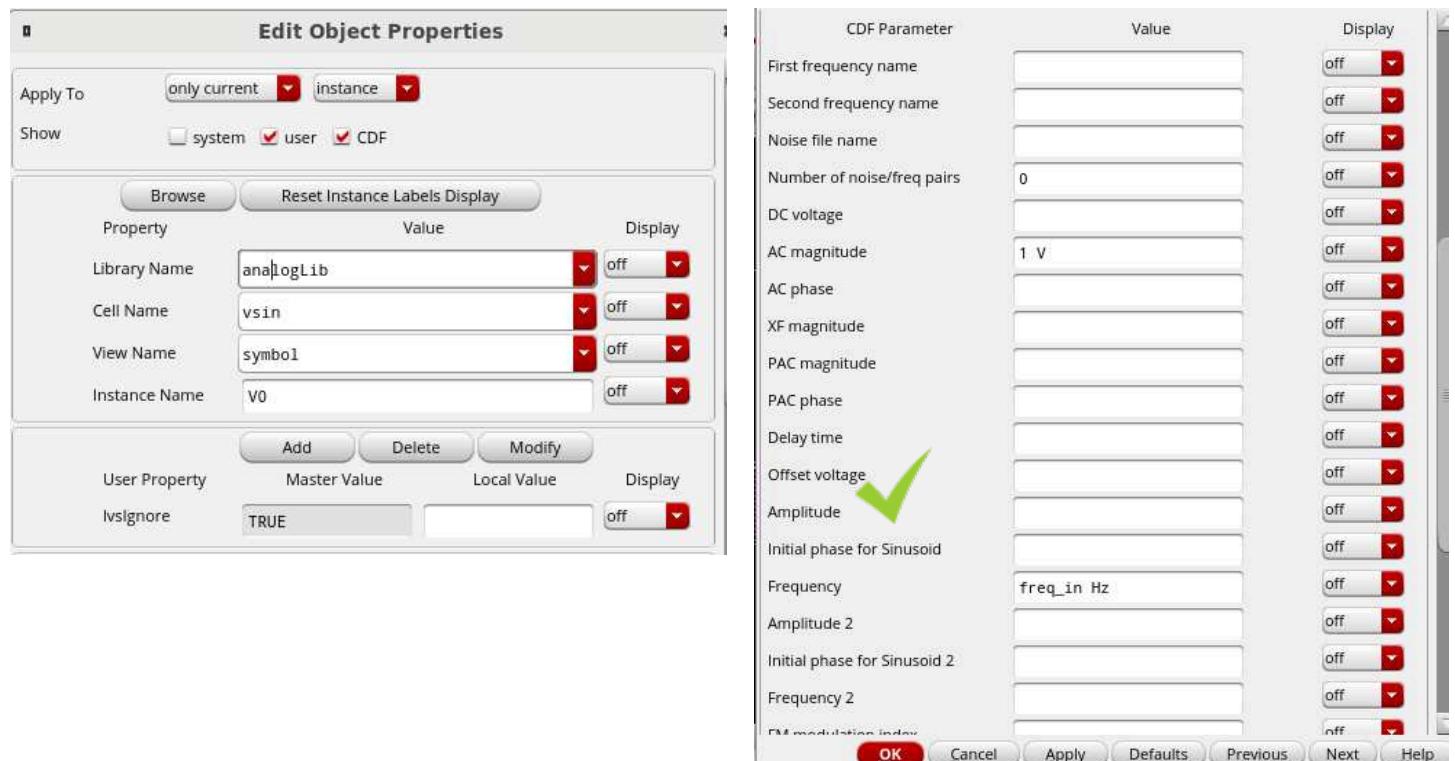
יצרנו קופסה שחורה, וקראנו לה "Integrator"



על מנת ליצור מעגל מדידה (TB), ניצור סביבת עבודה חדשה (כפי שעשינו קודם), ונקרא לview cell כ- Inverting\_Integrator\_TB



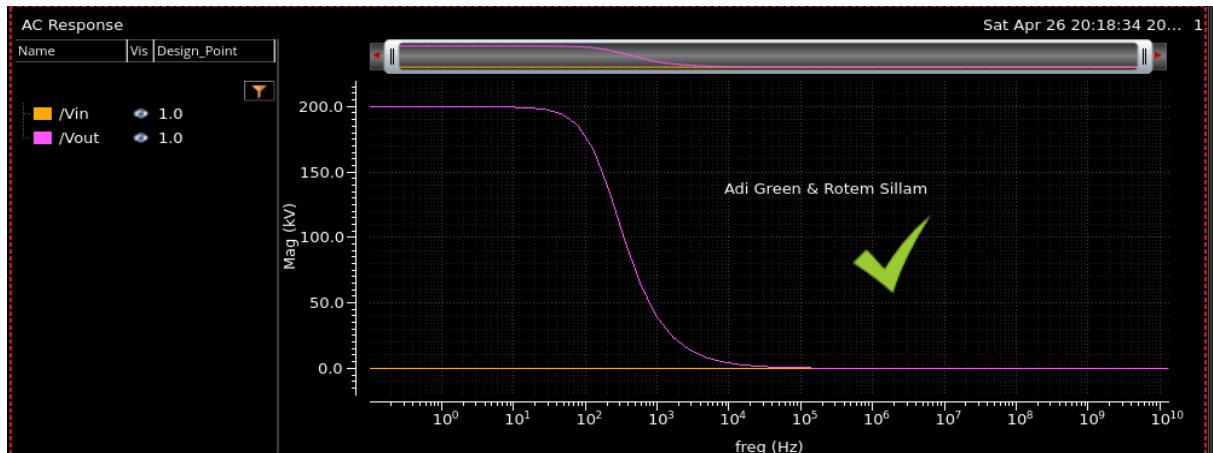
נחבר לקופסה השחורה של ה- Integrator, רכיב של מתח AC (ambilim מה-cell רכיב בשם vsin).  
הגדכנו את המאפיינים שלו כך:



הרכנו באמצעות ה-software maestro סימולציה של AC, כאשר את המשטנה `in freq` הגדרנו עם ערך זבל של  $100k$ , ואת התדר של המעגל בסימולציה מ-  $0.1Hz$  ל-  $13GHz$  - כפי שהתבקשנו בשאלת.

ניתן לראות שקיבלנו גראף מסוג F ✓ מעביר תדרים נמוכים.

קיבלנו את גראף זה עבור F<sub>c1</sub> בקביל:



10.1

בגרף-  $V_{in}=1v$ , כפי שציפינו לאחר שזיהו המגנטיות של AC שקבענו.

X

## **אינדקס הערות**

---

7.1

$$tpd = (tpLH + tpHL) / 2$$

-5

10.1

מה פונק' התמיסורת ?

-2