

### 3. סוגי אנליזות

בחלק זה נתאר בקצרה את סוגי האנליזות הקיימות ב Spice באופן כללי האנליזות ב Spice מתחלקות לאנליזות בסיסיות (DC, AC, Transient) ואנליזות מתקדמות (Parametric, Temperature, Performance analysis).

האנליזות הבסיסיות מאפשרות לנו לבצע ניתוחים בציר הזמן, בציר התדר, במצב יציב ובתופעות מעבר. האנליזות המתקדמות הן תוספות לאנליזות הבסיסיות, אנליזות אלו אינן עומדות בזכות עצמן. כלומר, לצורך הרצת אנליזה פרמטרית (למשל) יש לבחור אנליזה בסיסית כלשהי ( AC, DC או Transient) ובנוסף אנליזה פרמטרית. האנליזה הפרמטרית תבצע בלולאה (Loop) את האנליזה הבסיסית שהגדרנו. כלומר תבצע אנליזה בסיסית מלאה עבור כל ערך של הפרמטר לפי טווח ערכים שנגדיר. בהמשך הפרק נרחיב לגבי אנליזה פרמטרית ואנליזות מתקדמות אחרות.

לצורך הרצת אנליזה מסוימת יש לשבץ במעגל מקור המתאים לאנליזה זו (למשל מקור DC לאנליזת DC ומקור Vsin לאנליזת Transient – ראה פרק 2.2 לגבי סוגי מקורות). למעשה ניתן להשתמש בכל מקור מן הרשימה בסעיף 2.2 לכל אנליזה, ובלבד שנשנה את ערך תכונת המקור הדרושה לאותה אנליזה. באופן זה כאשר רוצים לבצע מס סוגי אנליזות על מעגל מסוים, אין צורך לשנות את המעגל (להחליף מקור). לצורך הבהרה, נניח ששיבצנו במעגל מסוים מקור Vsin, ואנו רוצים לבצע במעגל זה אנליזות DC, AC ו Transient (לא בו זמנית, אחת אחרי השניה). די אם נקבע (בנוסף לתכונות העיקריות של המקור) את תכונת ה DC ואת תכונת ה AC של המקור ע"י שימוש בעורך התכונות (פתיחת Property Editor ע"י הקשה כפולה על הרכיב).

ניתן להשתמש בכל מקור עבור כל אנליזה על ידי קביעת תכונת המקור הדרושה לאותה אנליזה.



לאחר בחירת האנליזה והרצת הסימולציה נוצרים בספריית הפרויקט הקבצים:

PROJ3-SCHEMATIC1.net – קובץ netlist מתאר את המעגל  
proj3-SCHEMATIC1-sim1.out – קובץ output, במידה ו Spice לא מסוגלת לבצע את הסימולציה עקב שגיאה במעגל, תופק הודעת שגיאה לקובץ ה output והוא יוצג למסך.  
proj3-SCHEMATIC1-sim1.dat – קובץ זה מכיל את תוצאות הסימולציה ומשמש את תוכנת Spice לצורך חישובים בהמשך

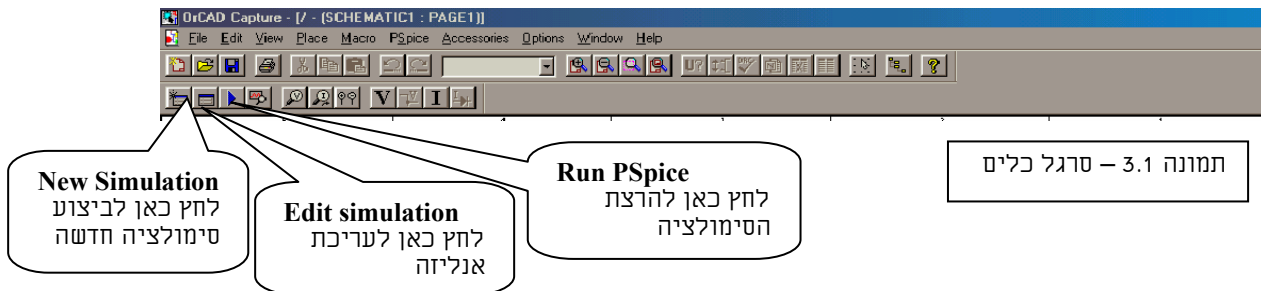
למידע נוסף: פרק 7 בקובץ Pspice.pdf



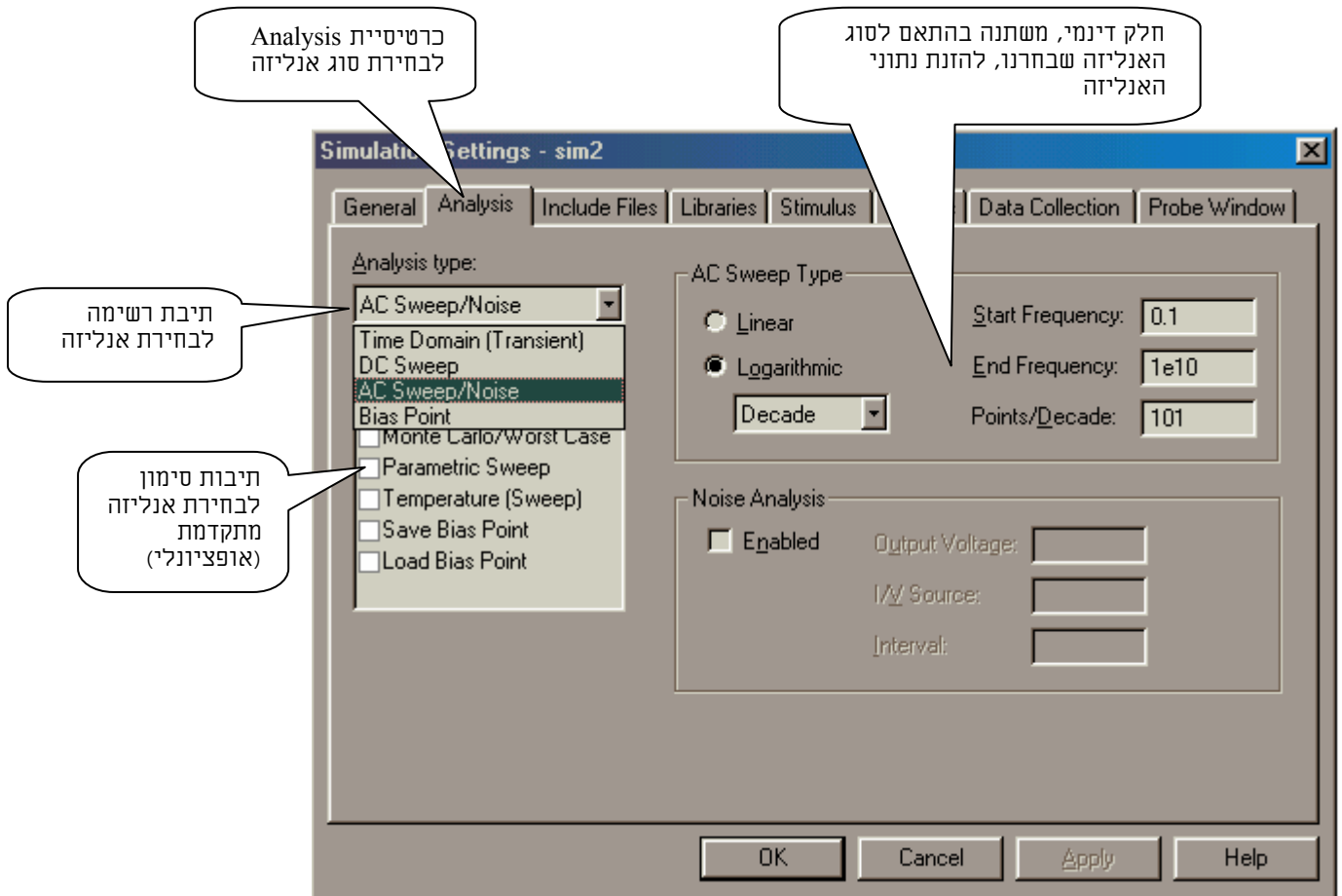
### 3.1 בחירת סוג אנליזה

לאחר שהרכבנו את המעגל שברצוננו לדמות (לבצע עליו סימולציה) וקבענו את סוג המקור כך שיתאים לסוג האנליזה, לחיצה על כפתור "New Simulation" (שמאלי תחתון בסרגל הכלים העליון) תאפשר לנו לקרוא לסימולציה בשם. פעולה זו תאפשר לנו לחזור לאותה סימולציה בעתיד, וכן לבצע מס' סימולציות במעגל. (תכונה זו אינה קיימת בגרסת Spice 8).

לאחר שיצרנו סימולציה חדשה לחיצה על כפתור "Edit Simulation" (שני משמאל) תפתח חלון לקביעת תכונות הסימולציה. אנו נתעניין בכרטיסיה שניה משמאל, קביעת סוג אנליזה. (ראה תמונה 3.2)



בחלקו השמאלי העליון של חלון האנליזות, יש לקבוע את סוג האנליזה מתוך תיבת רשימה נגלת. בחלק השמאלי התחתון ניתן, במידה ומעוניינים, לקבוע אנליזה מתקדמת (פרמטרית וכו'). חלק זה הינו אופציונלי, אין חובה לסמן בו ערך כלשהו. חלקו הימני של חלון האנליזות משתנה בהתאם לסוג האנליזה שבחרנו. בהמשך נתאר חלון זה עבור כל אנליזה בנפרד.



תמונה 3.2 – בחירת סוג אנליזה



### 3.2 חלון ה Probe

לאחר הרצת האנליזה (כפתור שלישי משמאל) יפתח חלון ה Probe. עבודה עם חלון זה הינה לב לבה של העבודה עם תוכנת Spice שכן, בחלון זה אנו "מבקשים" מתוכנת Spice אילו חישובים עליה לבצע עבורנו ואל חלון זה אנו מקבלים את התוצאות.

לבחירת גרף

לבדיקת ערכים בגרף

לסימון ע"ג הגרף

תמונה 3.3 - חלון Probe

לצורך הצגת גרף, לחיצה על כפתור Add Trace

חלון זה מכיל את כל הרכיבים והצמתיים במעגל עבור כל רכיב קיים ביטוי למתח הנופל עליו ולזרם הזורם דרכו

חלון זה מכיל את כל הביטויים אותם ניתן לשלב בגרף שברצוננו להציג. לדוגמא:  
 DB[] - להצגת פ' תמסורת  
 P[] - להצגת פאזה  
 ועוד...

תמונה 3.4:  
 חלון Add Trace

בהמשך הפרק ובפרק הבא נביא דוגמאות לגבי שימוש בחלון Probe ואופן הוספת גרפים.

### 3.3 סקירת אנליזות Spice.

#### 3.3.1 אנליזת DC

לצורך הרצת אנליזת DC יש צורך לשבץ במעגל מקור מתח DC. אנליזת DC הינה שם כולל למס אנליזות בתחום ה DC נסקור בקצרה את כולן.

**DC Sweep** - אנליזה זו מאפשרת לבצע סריקה, על פני טווח ערכים שנבחר, עבור מקור Dc מסוים (מקור מתח או זרם).

בעת ביצוע הסימולציה Spice מתייחסת לרכיבים תלוי זמן (קבלים, סלילים וכו') כאילו הם במצבם היציב. כלומר, בעת פתרון המעגל, באנליזת DC, יחשבו כל הקבלים לנתק וכל הסלילים לקצר.

**Bias point** – קביעת נקודת עבודה – אנליזת Bias מתבצעת בכל מקרה עבור כל מעגל אנלוגי, שכן לא ניתן לפתור מעגל אנלוגי ללא חישוב נקודות עבודה. אולם, בעת הפעלת אנליזת Bias, מתווספים לקובץ הפלט הנתונים הבאים:

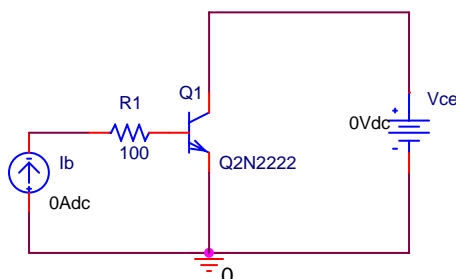
1. רשימת כל המתחים בצמתים של רכיבים אנלוגיים (טרנזיסטורים ודיודות).
2. זרמי כל מקורות המתח וההספק הסופי שלהם.
3. רשימת כל מאפייני אות קטן של כל הרכיבים במעגל.

**Small signal** – מודל לאות קטן- יש להזין מתח מוצא עבורו יחושב מעגל תמורה לאות קטן. **DC transfer** המודל מחושב על-ידי ביצוע ליניאריזציה של המעגל סביב נקודת העבודה. לקובץ הפלט מוזנים התנגדות כניסה ומוצא של המעגל וכן הגברים של המודל.

**Nested DC Sweep** – ניתן להגדיר מקור משני לסריקה, במקרה זה סריקת המקור השני תבצע בלולאה חיצונית. כלומר, עבור כל ערך של המקור המשני מתבצעת סריקה מלאה עבור כל טווח הערכים שהוגדרו עבור המקור הראשון. אנליזת DC מקוננת שימושית לצורך הצגת משפחת עקומות.

לסיכום נושא אנליזת DC נדגים כיצד להציג משפחת עקומות של טרנזיסטור BJT.

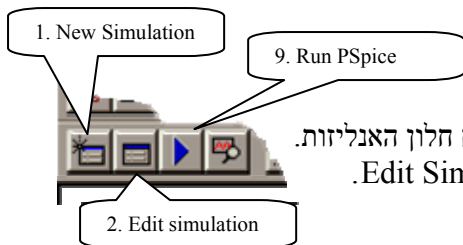
ראשית נבנה את המעגל הבא:



הטרנזיסטור הינו טרנזיסטור BJT מספריית Bipolar מקור זרם Idc ומקור מתח Vdc מספריית Source

שים לב כי לא ניתנו למקורות ערכים שכן ערכים אלו יקבעו ע"י האנליזה במהלך הסריקה.

מעגל 3.1  
להצגת משפחת עקומות של טרנזיסטור BJT



כעת נבצע סימולציה.

1. לחיצה על כפתור new simulation נקרא לסימולציה בשם. יפתח חלון האנליזות.
2. במידה וכבר הגדרנו סימולציה נלחץ על כפתור Edit Simulation Setting.
3. נבחר אנליזת DC.
4. בחלון Sweep Variable נסמן Voltage Source בשדה Name נרשום את שם מקור המתח.
5. נבחר סריקה ליניארית, נקבע ערך התחלתי ל -2, ערך סופי ל 7 וקפיצות של 0.1.
6. בחלון האנליזות המתקדמות נסמן Secondary Sweep.
7. נחזור על התהליך עבור מקור הזרם Ib.
8. נלחץ OK.
9. להרצת הסימולציה נלחץ "Run Pspice" בסרגל הכלים התחתון.

3. אנליזת DC

4. מקור לסריקה קביעת

5,7. קביעת טווח ערכים לאחר

6. בחירת אנליזה משנית

8. אישור

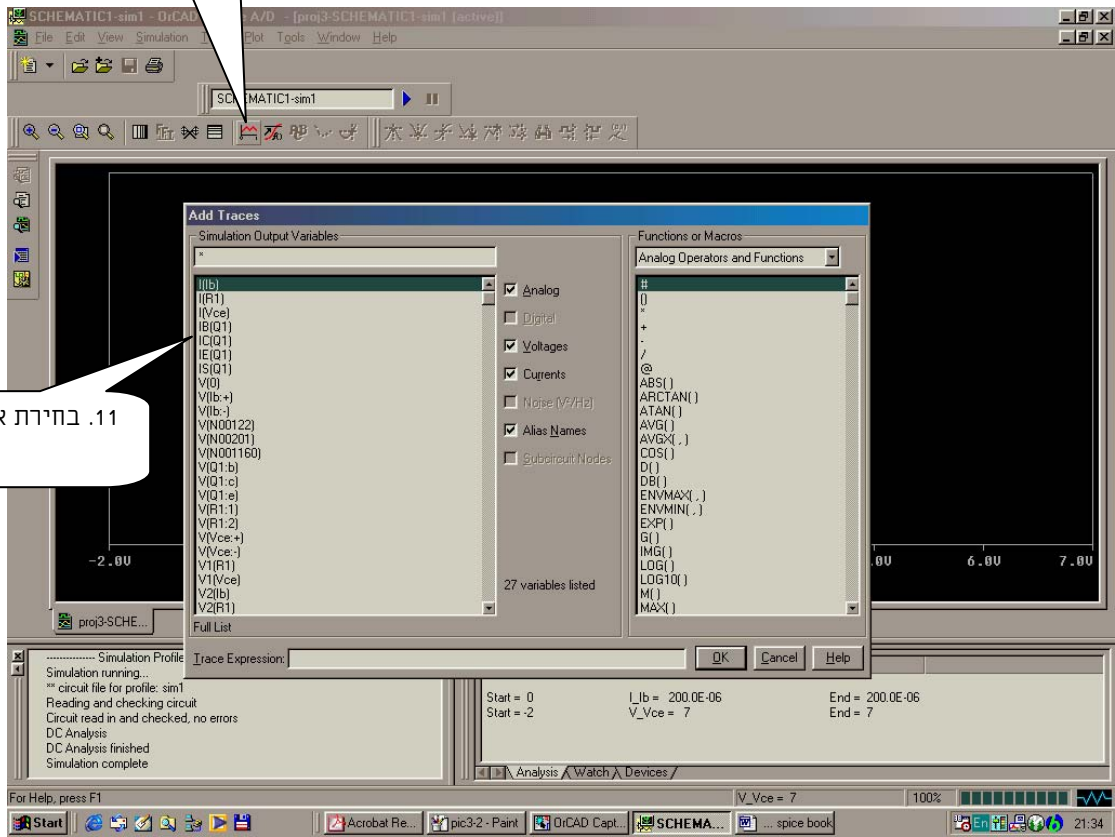
תמונה 3.5 – הגדרת אנליזת DC

10. בחלון Probe שנפתח (תמונה 3.6) נלחץ על כפתור Add Trace
11. להצגת אופיני הזרם נבחר מתוך הרשימה השמאלית IC(Q1) ונאשר

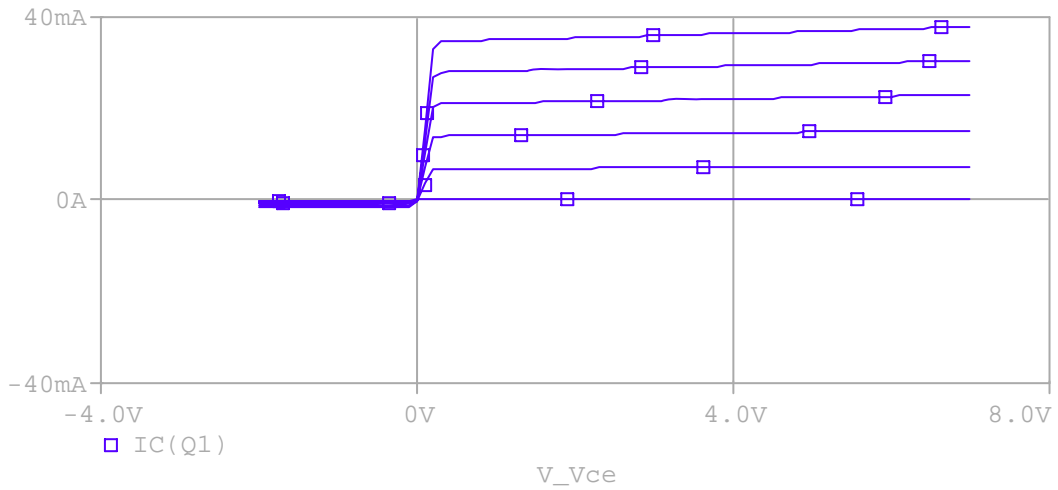
יתקבלו משפחת האופיינים. ראה תמונה בעמוד הבא.

10. Add Trace

.11 בחירת אופיין  
IC(Q1)



תמונה 3.6 חלון Add Trace על גבי חלון Probe



גרף 3.1 - משפחת אופייני מוצא של טרנזיסטור BJT

למידע נוסף: פרק 8 בקובץ Pspice.pdf

