

Voltage Controlled Oscillator (VCO)

מגישים: ברק אליאסי 209056282 פאר עדן 312122799

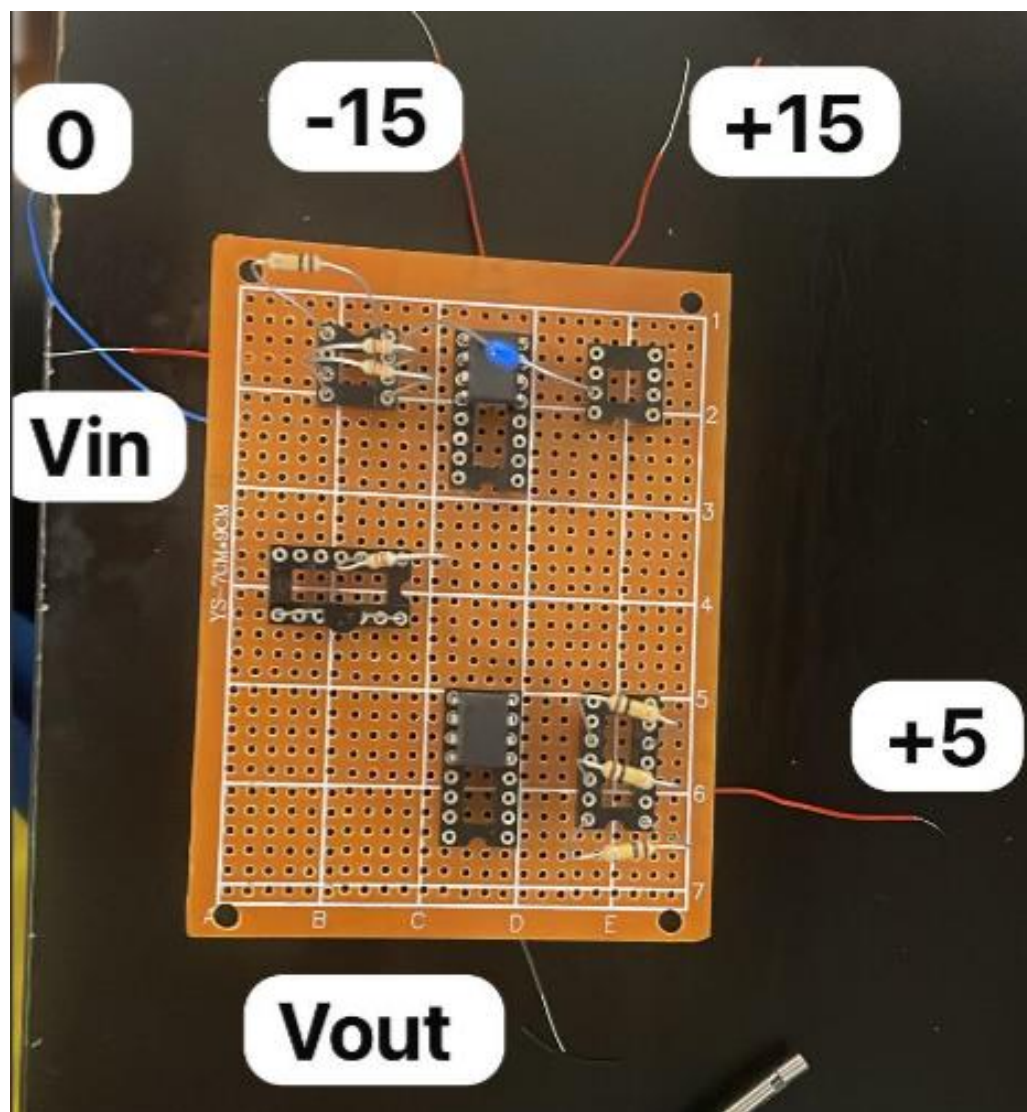
שם המדריך: מר זוהר דביר

קורס: מעבדת אנלוגים 2

קבוצה: 242037107

תאריך הצגת הפרוייקט: 17/07/2024

תאריך הגשת הדו"ח: 19/07/2024



תקציר מנהלים

הפרויקט עוסק בתכנון ובניית מעגל VCO המבוסס על מגברי שרת מסוג LM741 וטרנזיסטור MOSFET מסוג BS170. מטרת המעגל היא ליצור אות תנודתי שתדרו משתנה בהתאם למתח הבקרה.

אופיון טכני

מתח הבקרה: 0.5v – 10 v DC

תדר היציאה: 13.5Hz – 300 Hz

מתח אספקה: 15v

המעגל מורכב מ-2 מגברי שרת, אחד מתפקד כאינטגרטור ואחד כמשווה, ומטרנזיסטור NMOS המתפקד כמתג.

רקע עיוני רלוונטי לתכנון המוצר

מתנדים נשלטי מתח (VCO) הם מעגלים אלקטרוניים שיוצרים אותות תנודתיים שתדרם נקבע על ידי מתח הבקרה. יש למעגלים אלו שימושים מגוונים במערכות כגון גנרטורים, מעגלי PLL, ומערכות תקשורת.

שיקולי תכנון

בחירת ערכי הנגדים והקבל נעשתה משיקולים של-

- קביעת זמן פריקה וטעינה של הקבל
- נוחות בחישובים
- יציבות נקודת עבודה של NMOS

קביעת מתחי ייחוס של המגברים בטווח $\pm 18[V]$

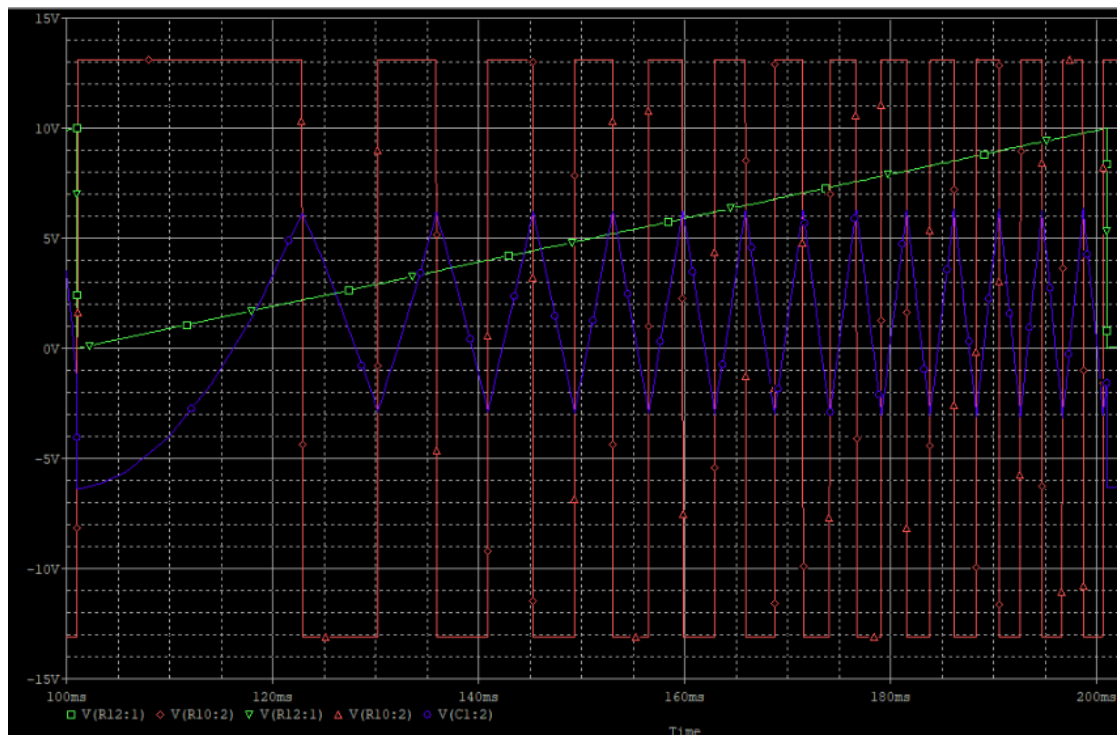
מגברי שרת-

- התאמה לתחום התדרים
- מגבר שרת ראשון ליצירת תנודות
- מגבר שרת שני לשיפור המהירות ולבקרה מדויקת

שימוש בטרנזיסטור MOSFET למיתוג ולבקרה על מתח הקלט

סימולציה

נעזרת בOrCAD בכדי לבנות את המעגל ולייצר סימולציה



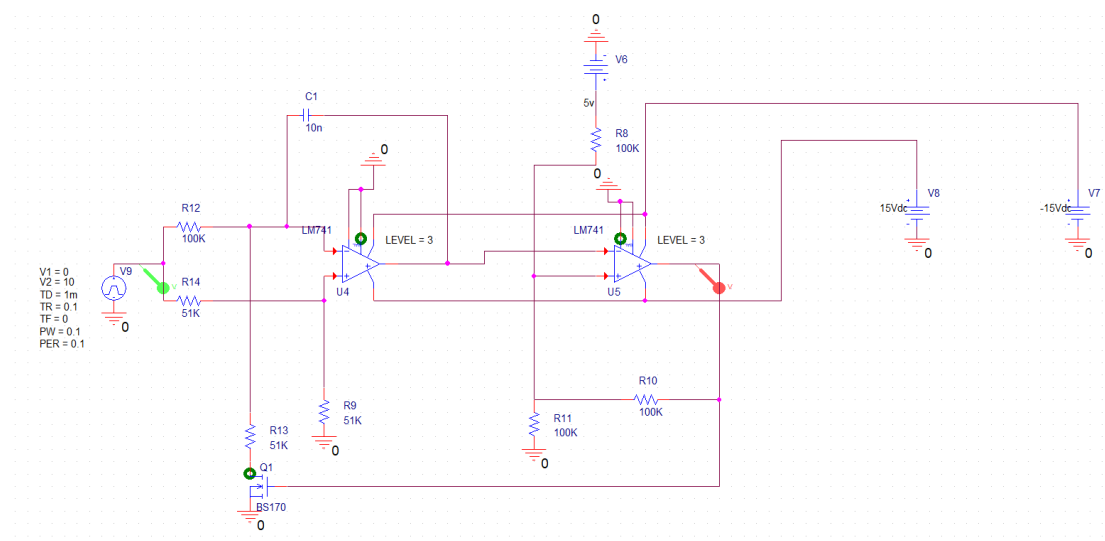
• מתח כניסה

• מתח לאחר אינטגרטור

• מתח יציאה

מעגל חשמלי של המוצר והסבר מפורט של פעולתו

המעגל מבוסס על שני מגברי שרת מסוג LM741 וטרנזיסטור MOSFET מסוג BS170 כפי שמוצג בתרשים:



אות הכניסה מוזן דרך הנגדים של האינטגרטור, שהופך אותו לאות משולש, בהתאם לריכבים הפאסיביים שבחרנו.

האות נשלח דרך המגבר המשווה אשר מבצע השוואה בין המתחים ברגליים 2(-) ו-3(+), וכך נקבע מצב העבודה של הטרנזיסטור.

בזמן טעינת הקבל, המתח ביציאה יהיה שלילי (-13V), הקבל נטען עד 6.67V ואז המתח נפתח, הטרנזיסטור נכנס לרוויה והקבל מתפרק דרכו עד למתח -3.33V , בזמן הפריקה ביציאה נראה מתח חיובי ($+13\text{V}$), תהליך זה חוזר ונשנה.

רשימת רכיבים

רכיב	ערך/דגם	כמות
נגד	$51\text{K } \Omega$	3
נגד	$100\text{K } \Omega$	4
קבל	10nF	1
מגבר שרת	LM741	2
טרנזיסטור MOSFET	BS170	1
ספק כוח	$0\text{V}-10\text{V}$	1

מערך בדיקה

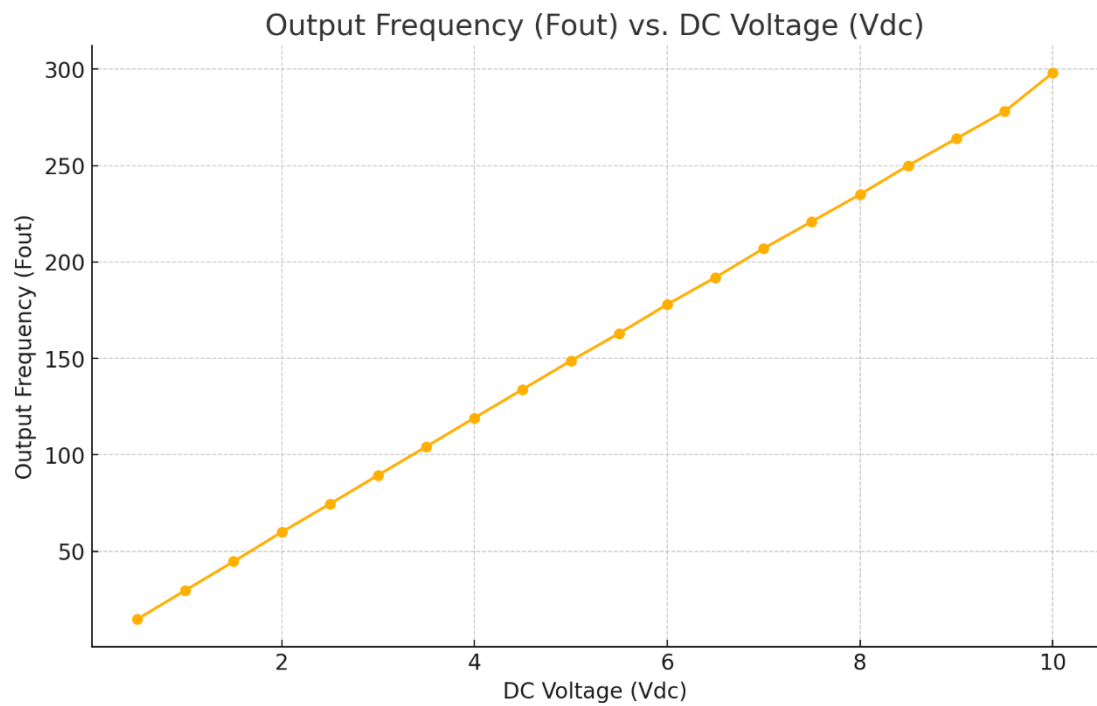
חיבור המעגל ובדיקת מתחי הקלט והפלט.

בדיקת תדר היציאה עבור מתחי בקרה שונים (שינויים של חצי וולט בין 0 ל 10V).

וידוא שהתדר משתנה בהתאם למתח.

תוצאות מדידה במעבדה

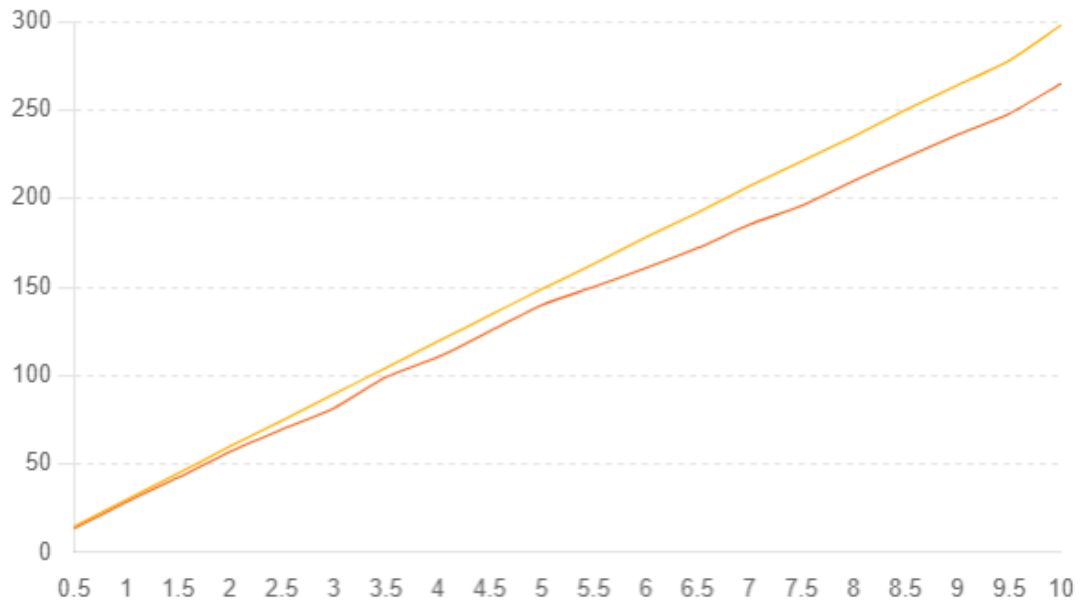
תוצאות מדידה	
$V_{in}[V]$	$F[Hz]$
0.5	14.8
1	29.8
1.5	44.7
2	60
2.5	74.6
3	89.5
3.5	104.3
4	119.2
4.5	134
5	148.8
5.5	163
6	178
6.5	192
7	207
7.5	221
8	235
8.5	250
9	264
9.5	278
10	298



עיבוד השוואת תוצאות

מעבדה	סימולציה	
$F[\text{Hz}]$	$F[\text{Hz}]$	$V_{in}[\text{V}]$
14.8	13.5	0.5
29.8	28.5	1
44.7	42.3	1.5
60	57	2
74.6	69.5	2.5
89.5	81.6	3
104.3	99	3.5
119.2	110.4	4
134	125	4.5
148.8	139.8	5
163	150	5.5
178	160.6	6
192	172	6.5
207	185.3	7
221	196	7.5
235	210	8
250	223	8.5
264	236	9
278	248	9.5
298	265	10

Y Frequency [Hz] by X Input Voltage (Vin) [V] for Lab Frequencies and Simulation Frequencies



ניתן לראות שקיים חוסר תיאום בין תוצאות הבדיקה במעבדה לתוצאות הסימולציה מהסיבות הבאות:

- לא ניתן לחשב תדר באופן ישיר דרך תוכנת הסימולציה OrCAD ולכן התבססנו על חישוב דרך זמן המחזור ועלולות להתבצע טעויות אנוש
- חוסר דיוק של הרכיבים
- חוסר דיוק של מכשירי המדידה

מסקנות ורעיונות לשיפור

כפי שניתן לראות בתוצאות הניסוי ובהתאם לציפיות יש יחס ליניארי ישיר בין השינוי במתח הכניסה לשינוי בתדר היציאה, ומערכת זו אכן יכולה להיות שמישה ויעילה במערכות מורכבות יותר.

רעיונות לשיפור

- הבנה מעמיקה של מדידת תדרים דרך תוכנות סימולציה.
- שימוש בדיודה ורקטורית במקום בקבל רגיל יכול לדייק את התוצאות וגם ליצור ספקטרום חדש של תוצאות בהתאם ליכולות שינוי הקיבול של הדיודה.

ביבליוגרפיה

מדריכים ומאמרים למעגלים אלקטרוניים

[VCO- Wikipedia](#)

[VCO- Electronics Coach](#)

[VCO – Electronics Hub](#)

[VCO – Homemade Circuits](#)

דפי נתונים (Datasheets) של הרכיבים:

[BS170 Datasheet](#)

[LM741 Datasheet](#)