

IR Transmitter & Receiver

משדר ומקלט אינפרא אדום

מטרות הניסוי

1. הכרת עקרונות העברת המידע באמצעות אור אינפרא אדום
2. תכנון משדר ומקלט באמצעות דיודת LED אינפרא אדום מסוג QED233 ופוטודיודה מסוג QSE973
3. הפעלת המערכת תקשורת ובדיקת פעילותה.

שאלות הכנה:

1. רקע עיוני מפורט לניסוי:

טכנולוגיית IR

אינפרא-אדום היא קרינה אלקטרומגנטית שאורך הגל שלה ארוך מאשר האור הנראה לעין, הכוונה היא שטווח האור שאנחנו מסוגלים לראות הוא רק חלק קטן מתוך ספקטרום עצום של גלים אלקטרו-מגנטיים קצרים וארוכים. גלים קצרים קרני רנטגן וקרני גמא עטורות אנרגיה, גלים ארוכים הם גלי רדיו ומיקרוגל. את טכנולוגיית ה-IR גילה אסטרונום בשם ויליאם הרשל, כשביצע ניסוי בו הצמיד מדחום כספית למנסרה. בעת שניסה למדוד את טמפרטורת הצבעים שנשברת במנסרה, גילה שמעבר לצבע האדום שנשבר במנסרה, גם עלתה טמפרטורת המדחום באופן קיצוני.

אור אינפרא-אדום מתחלק ל-3 סוגים: אינפרא-אדום קרוב, אינפרא-אדום בינוני ואינפרא-אדום טרמי (ארוך).

- אינפרא-אדום קרוב נע בטווח של 700-1300[nm]
 - אינפרא-אדום בינוני נע בטווח של 1300-3000[nm]
 - אינפרא-אדום טרמי נע בטווח של 3000-30000[nm]
- אור אינפרא-אדום קרוב ובינוני מוחזרים מעצמים ממש כמו אור נראה, המופק מהשמש. לעומתם, אור אינפרא-אדום טרמי מופק על ידי עצמים חמים ומקורות חום שונים.

משדר ומקלט IR

משדר - עוצמת השידור תלויה בעוצמת האור שדיודת ה-IR פולטת. עוצמת האור שהדיודה פולטת תלויה בעוצמת הזרם דרך נגד. לכן, אם אנו רוצים להגדיל את מרחק השידור עלינו להגדיל את הזרם דרך הנגד (ע"י הקטנת הנגד, אך צריך להיזהר לא לגרום לזרם גבוה מדי שיפגע במשדר).

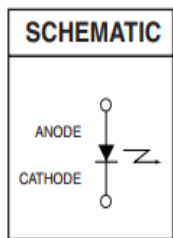
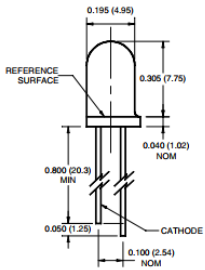
מקלט - כאשר האור אינפרא אדום פוגע במקלט, המקלט נכנס להולכה ומזרים זרם דרכו כך שמתפתח מתח גדול על פני הנגד.

כאשר אור אינפרא אדום אינו פוגע במקלט, המקלט נכנס לקיטעון ואינו מזרים זרם דרכו כך שלא מתפתח מתח על פני הנגד.

שימושים במשדר-מקלט מסוג IR

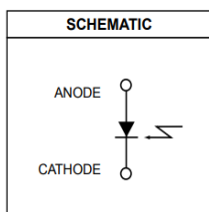
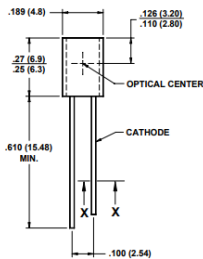
קרינת IR משמשת, למשל: מדידת מרחק, תקשורת אופטית (אות אינפרא אדום העובר דרך סיבים אופטיים).
לקרינת ה-IR שימוש גם בצבא, ראיית לילה, הנחייה (כלי נשק שונים שמונחים ב-IR).

דיודת IR



דיודת IR הוא רכיב הפולט קרינה בתדר IR למרחק של בין מספר ס"מ ולספר מטרים, זהו הרכיב המרכזי במעגל המשדר שנבנה.

דיודת IR מתנהגת כמו דיודה רגילה – צורכת 100mA ו-1.6V אבל בשונה מדיודה רגילה, דיודת ה-IR בנויה כך שישנו פער אנרגטי ישיר בין נקודת השיא האנרגטית בפס הערכיות, לבין השפל האנרגטי בפס ההולכה של המוליך למחצה. משמעות הפער האנרגטי הישיר היא שהאלקטרון יכול ליפול מפס ההולכה לפס הערכיות תוך שימור התנע שלו ופליטת פוטון בעל אנרגיה המתאימה לפער זה, כלומר הדיודה תפלוט אור כאשר היא נמצאת בממתח קדמי. לכל חומר יש פער אנרגטי שונה ולפי זה נקבע צבע האור שנפלט מהמוליך למחצה. כאשר הדיודה בהולכה היא פולטת קרינה שאותה ניתן אחר כך לקלוט בדיודה קולטת אור. יתרונות השימוש בדיודת IR הוא שהספקטרום הנפלט ממנה הוא צר פס ולכן אין צורך במסננים נוספים על מנת לקבל ספקטרום ספציפי. בניסוי שלנו נשתמש בדיודה מסוג QED233.



פוטו-דיודה

הפוטו-דיודה היא דיודה המשמשת כגלאי אור והיא הופכת את האור לזרם חשמלי שנותן לנו אינדיקציה לעוצמת האור שנקלטה. ברגע שפוגע האור בדיודה, האור מעורר את האלקטרונים שעוברים מריכוז גבוה של אלקטרונים לריכוז הנמוך, ויוצרים זרם הנקרא זרם דיפוזיה. מעבר של אלקטרונים מהווה אינדיקציה לעוצמת האור.

כאשר מחברים את הדיודה באופן שבו איננה בהולכה, האור הנקלט בדיודה יוצר בה אפשרות של העברת זרם, בעצם היא מהווה התקן לגילוי האור ולמדידת עוצמת האור. בניסוי שלנו נשתמש בפוטו-דיודה מסוג QSE973.

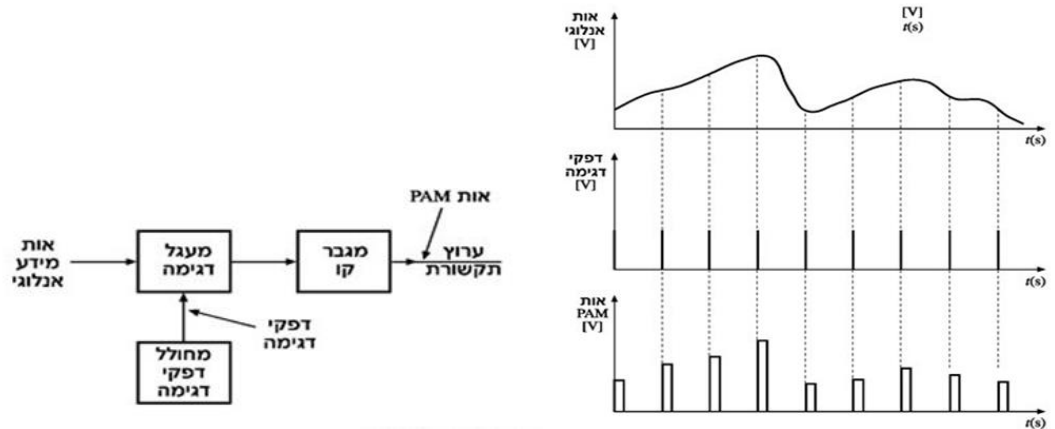
פוטורנזיסטור

טרנזיסטור רגיש לאור אינפרא-אדום. כאשר בטרנזיסטור זה פוגע אור בתחום אורכי גל אינפרא-אדום אליהם הוא רגיש, הוא נכנס לרוויה ובין הקולקטור לאמיטר יהיה מתח של 0.1V. כאשר בטרנזיסטור לא פוגע אור או שפוגע אור בתחום אורכי הגל שהוא אינו רגיש אליהם, הוא ייכנס לקיטעון. במקרה זה יהיה בין הקולקטור לאמיטר מתח של 5V. לפי מתח זה נוכל לדעת אם הוא קולט אור אינפרא אדום או לא.



אפנון PAM – Pulse Amplitude Modulation (אפנון תנופת הדופק):

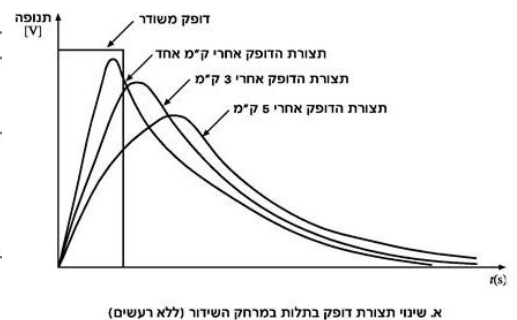
אפנון PAM – אפנון אמפליטודה בעזרת פולסים. גודל התנופה הינו ערך האות האנלוגי בנקודת הדגימה. בשיטה זו משדרים בערוץ אות קצר (כאורך הדגימה) בעוצמת האות המקורי. מגבר הקו מגביר את הדפקים המתקבלים אחרי הדגימה, ומשדר אותם לערוץ התקשורת תנופת הדפקים שווה לרמתו של האות האנלוגי בזמן הדגימה – רוחב הדפקים קבוע ומוגדר מראש.



בעיות אפשריות באפנון זה:

- תנופת האות לאחר השידור מושפעת מרעשים בתווך, השהיות ועיוותים.
 - בפעולת השחזור ניתן להתייחס רק לתנופת האות ולכן ייתכנו טעויות בזיהוי הרמה האמיתית של האות.
 - אילו ידענו את מרחק השידור יכולנו לקזז חלק מהעיוותים – אך מידע זה לא קיים.
- טעות בזיהוי רמת המתח המקורי (דגימה שאינה נקודתית).
- סנכרון בערוץ.
 - פתרון: לשדר את השעון בערוץ נפרד
 - פתרון יקר

PAM	שיטה אנלוגית דומה
AM	ההשפעה של מרחק השידור
קיים עיוות וניחות של תנופת האות בתלות במרחק	על צורת האות המושחזר
יש השפעה על תנופת האות	השפעת רעשים והפרעות
כל תחנה מוסיפה לעיוות האות המושדר	ההשפעה של כמות תחנות המעבר (מרכזיות וממסרים) על האות המושחזר
נוצרת טעות מסוימת כתוצאה משחזור לא מדויק של האות בין הדגימות	ההשפעה של עיבוד האות על צורת האות המושחזר
ניתן להסתגל על-ידי שידור השעון בערוץ נפרד	סנכרון בין מקלט למשדר



האות הנושא בשיטת אפנון זו הוא גל ריבועי, אותו נממש בעזרת רכיב 555 בתצורת מחולל גל ריבועי, כאשר אות המידע הוא למעשה זה שקובע את גובה אמפליטודת הפולסים. נשתמש בטרנזיסטור כמתג על מנת לדגום פולסים של

גל הנושא באמפליטודת גל המידע ונקבל את משרעת אות המידע בזמן הדגימה. לצורך שחזור המידע יש להשתמש בתדר דגימה הגדול פי 2 מתדר אות המידע (לפי נייקויסט).

2. מעגלי הניסוי וסימולציות:

תכנון המשדר:

אפנן PAM

למציאת תדר הגל הנושא, אות ה-IR:

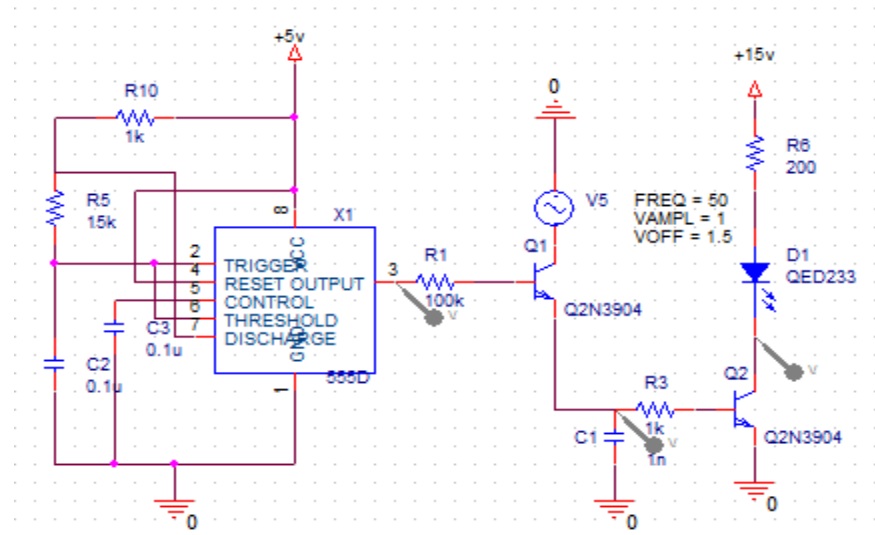
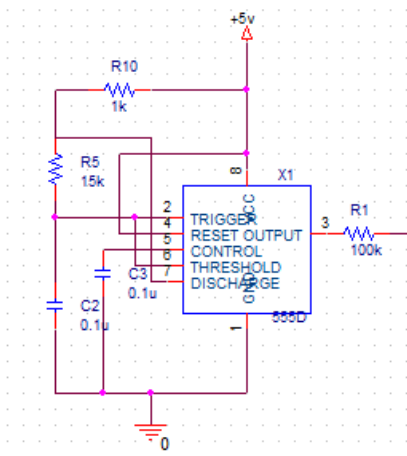
$$T_1 = 0.69R_2C_1 = 1.035ms$$

$$T_2 = 0.69(R_2 + R_1)C_1 = 1.104ms$$

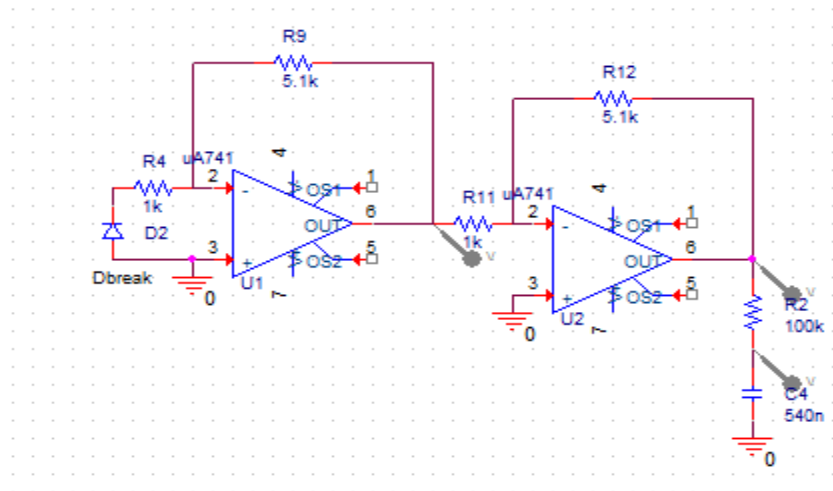
$$T_{total} = T_1 + T_2 = 2.139ms$$

$$f_c = \frac{1}{T_{total}} \cong 467[Hz]$$

המשדר:



תכנון המקלט:



המקלט מורכב מ-2 דרגות הגבר ומגלאי מעטפת.

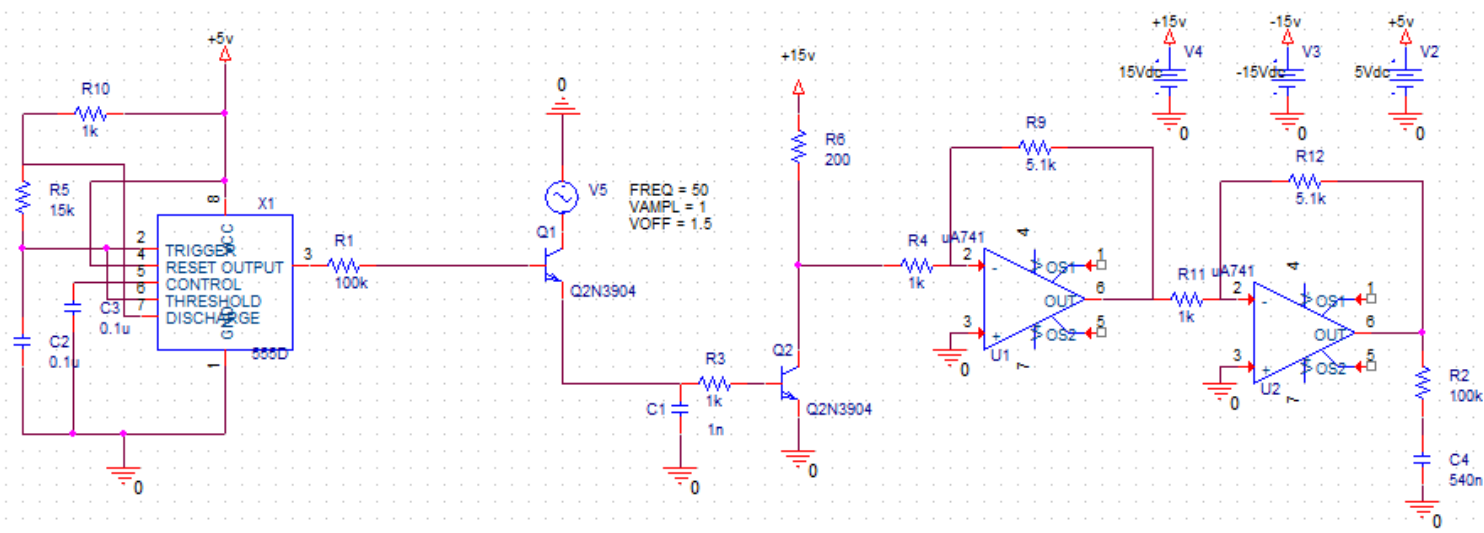
תפקיד המגברים הוא להגביר את אות הכניסה מכיוון שהאות הנקלט הוא אות חלש כתוצאה מרעשים בעת העברת המידע.

תפקיד ה-LPF הוא להסיר את האות המאופק על מנת לשחזר את אות המידע.

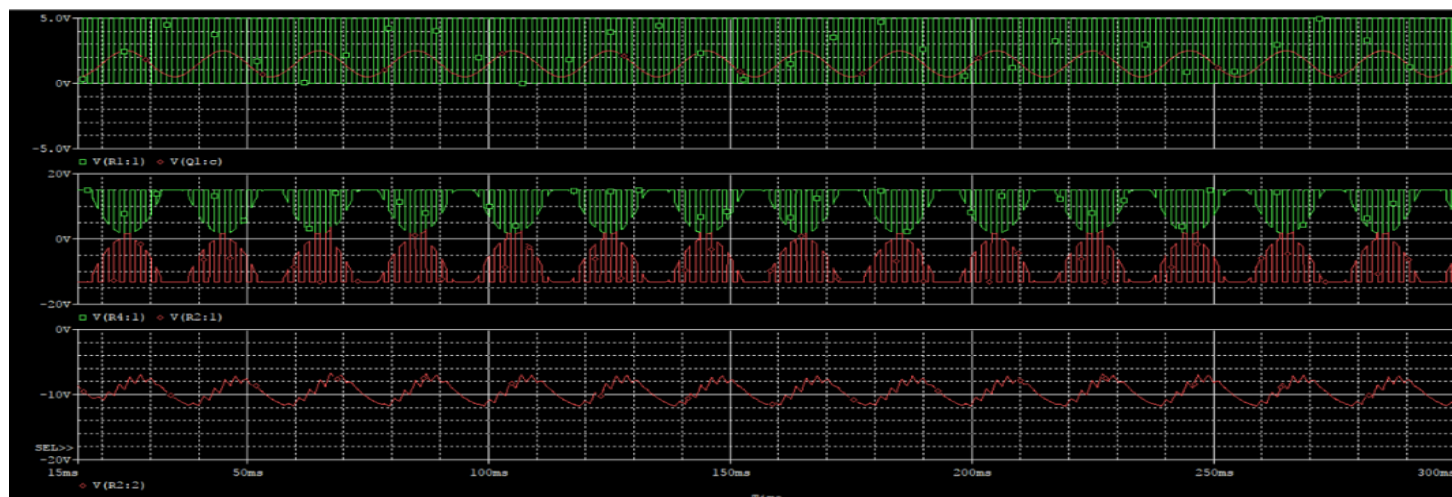
$$RC = 100k \cdot 540n = 5.4ms \quad \text{את קבוע הזמן } \tau \text{ של הגלאי:}$$

חיבור מעגל המשדר מקלט:

סימולציה:



להלן תוצאות הסימולציה:



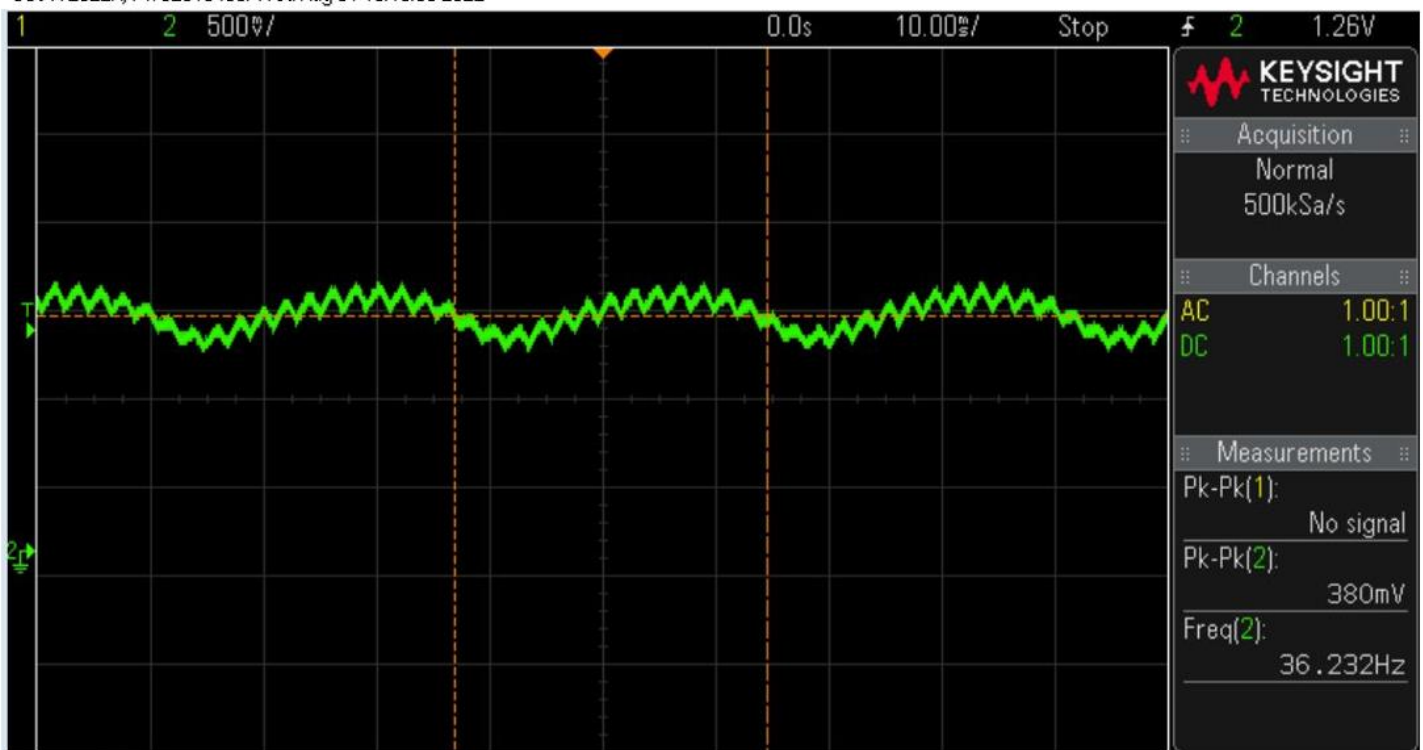
3. רשימת הרכיבים:

- משקף התנודות
- מחולל האותות
- ספק כוח כפול
- רכיב 555
- טרנזיסטור 2*2N3904
- נגדים : $200\Omega, 1k\Omega \times 3, 5.1k\Omega \times 2, 10k\Omega, 100k\Omega$
- קבלים: $1nF, 100nF \times 3$
- דיודת IR מסוג QED233
- פוטו-דיודה מסוג QSE973
- מגברי שרת מסוג 741*2
- פוטנציומטר $100k\Omega$

מהלך הניסוי:

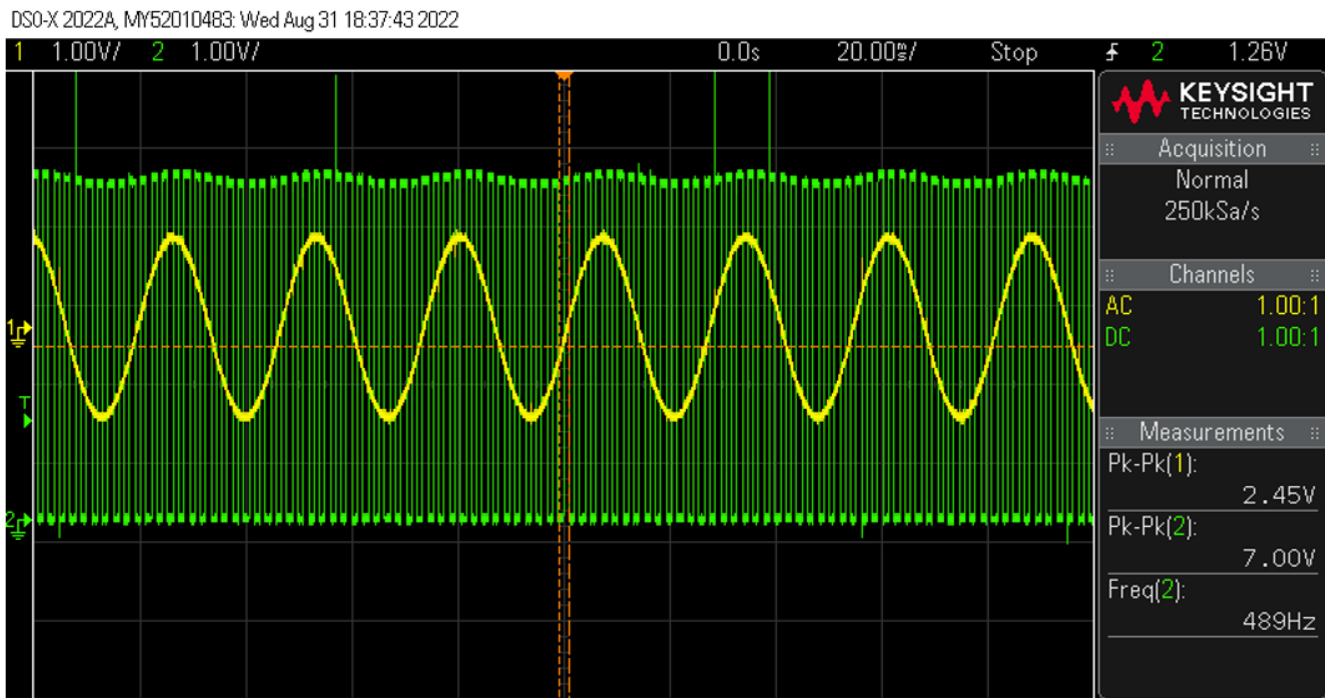
1. נבנה את המעגל אשר תכננו בשאלות ההכנה כנדרש, להלן האות המתקבל במקלט:
**הערה – חיברנו פוטנציומטר במקום הנגד R2 במוצא המגבר השני שהתנגדותו היא $46.6[k\Omega]$

DSO-X 2022A, MY52010483: Wed Aug 31 18:19:00 2022

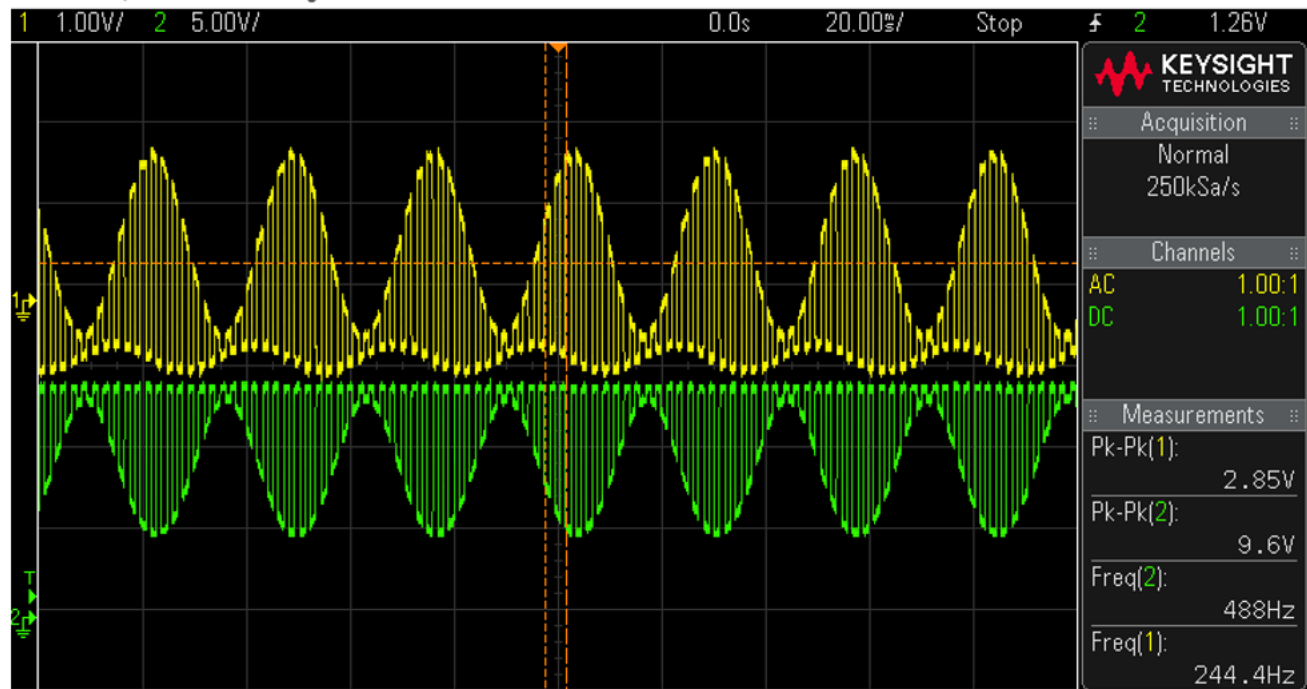


2. נבדוק את צורת הגלים והספקטרומים המתקבלים בנק' החשובות:

ירוק – רגל 3 ברכיב 555, צהוב - קולקטור Q1.

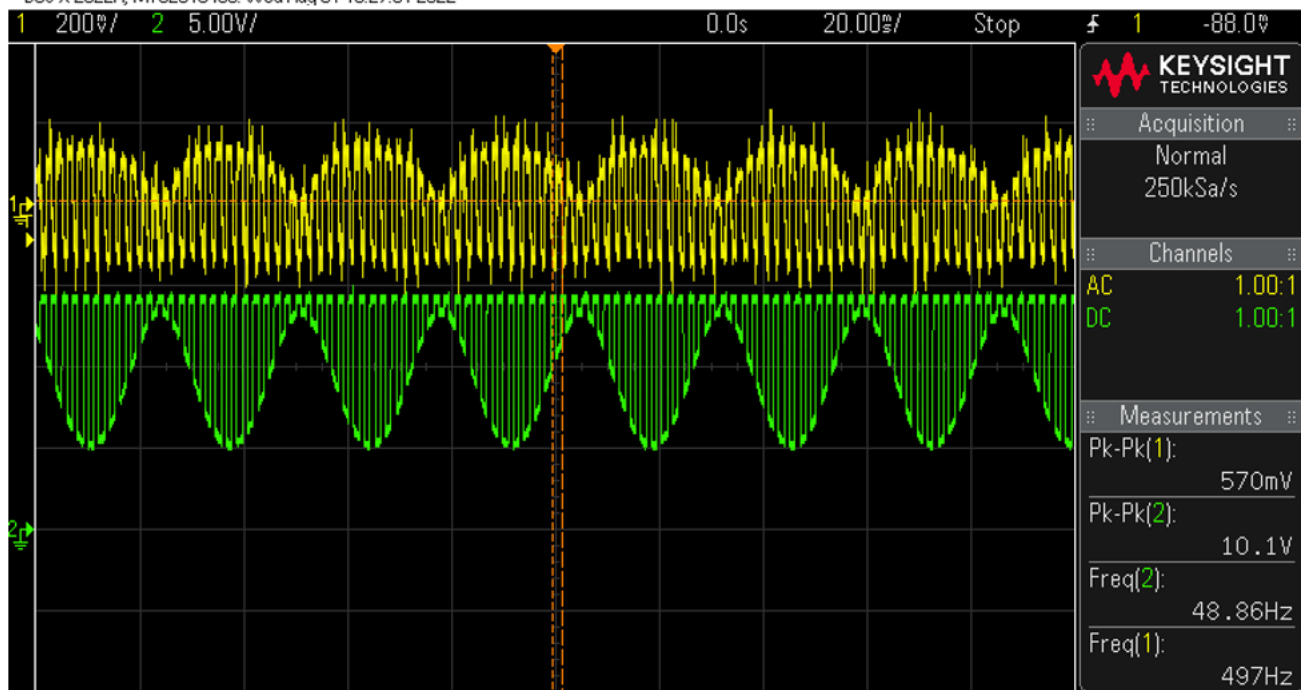


DSO-X 2022A, MY52010483: Wed Aug 31 19:23:18 2022



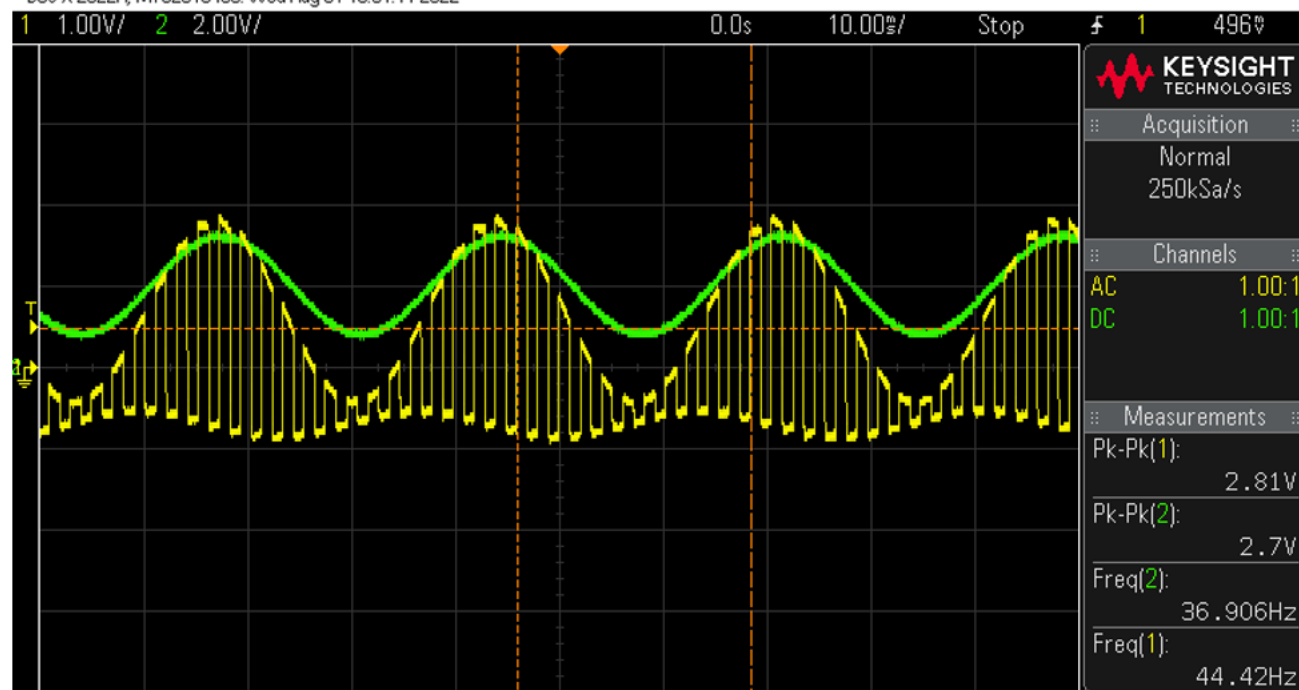
צהוב - אמטר Q1, ירוק - קולקטור Q2 (מוצא המשדר).

DSO-X 2022A, MY52010483: Wed Aug 31 19:27:31 2022



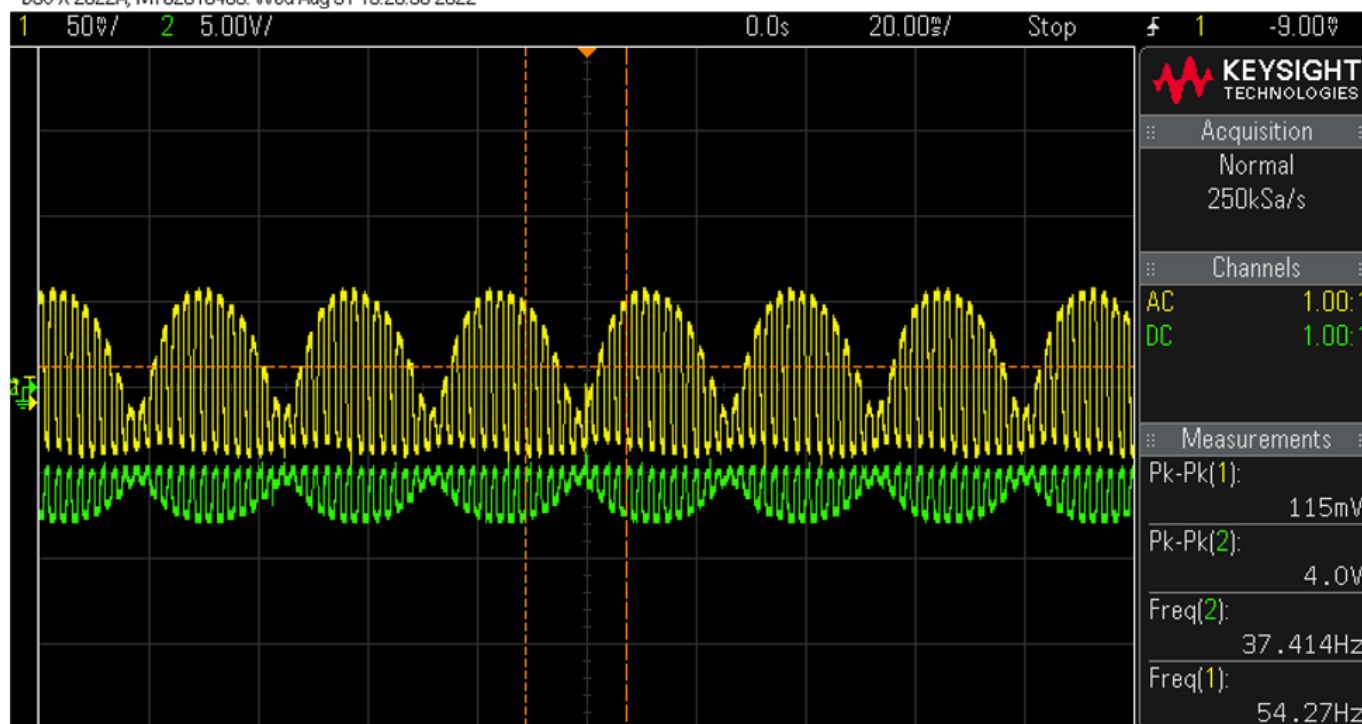
צהוב - קולקטור Q2 (מוצא המשדר), ירוק - כניסת המקלט.

DSO-X 2022A, MY52010483: Wed Aug 31 19:31:11 2022



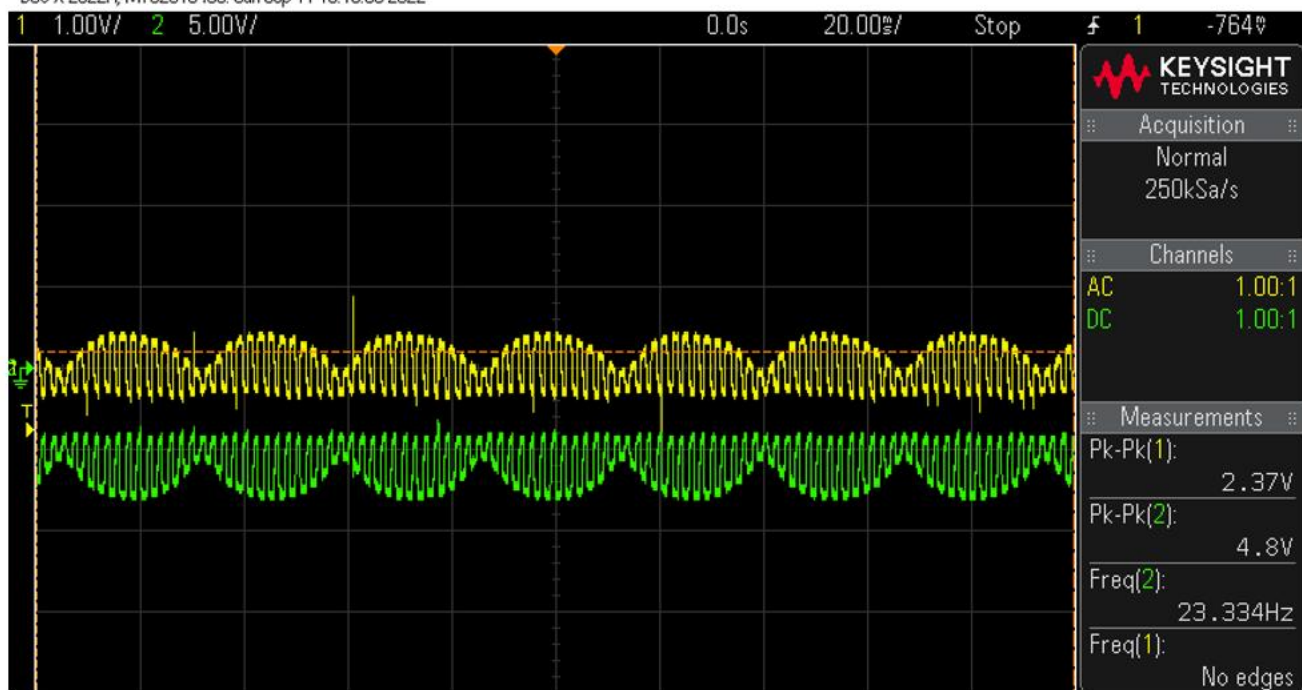
צהוב - קולקטור Q1, ירוק - אימיטר Q1.

DSO-X 2022A, MY52010483: Wed Aug 31 19:20:38 2022



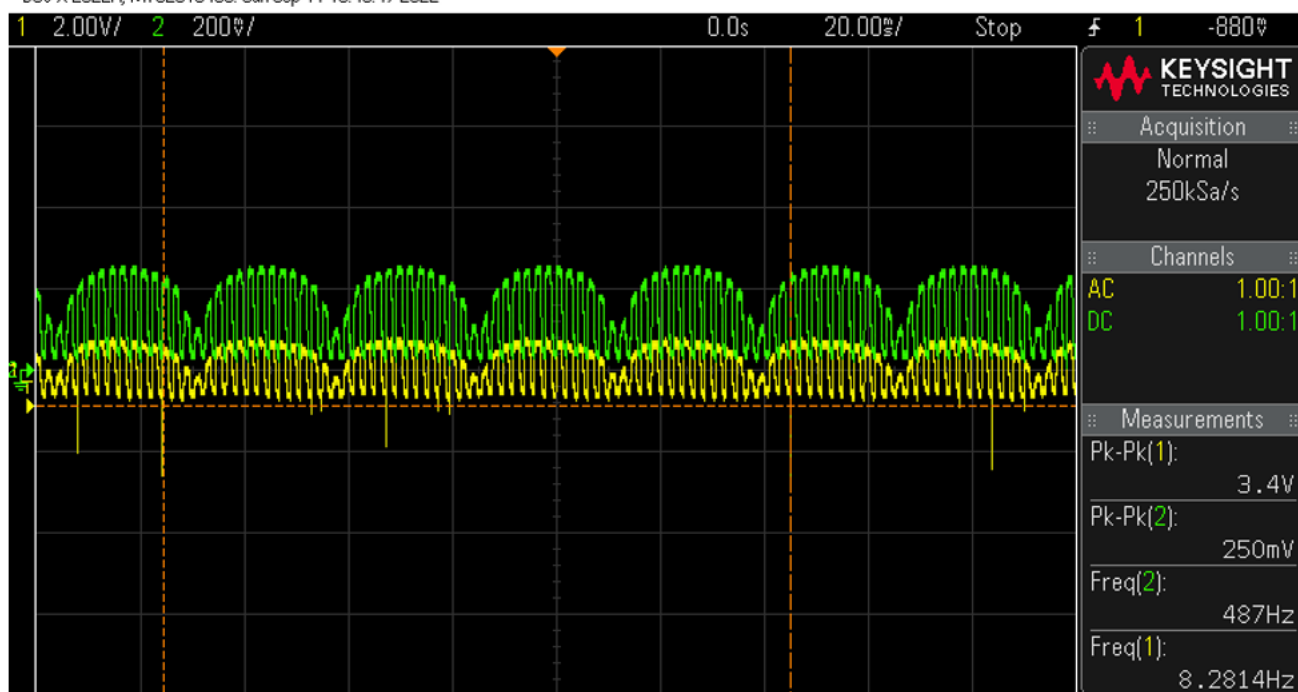
צהוב - כניסת המקלט, ירוק - מוצא מגבר 1 (רגל 6).

DSO-X 2022A, MY52010483: Sun Sep 11 16:19:30 2022

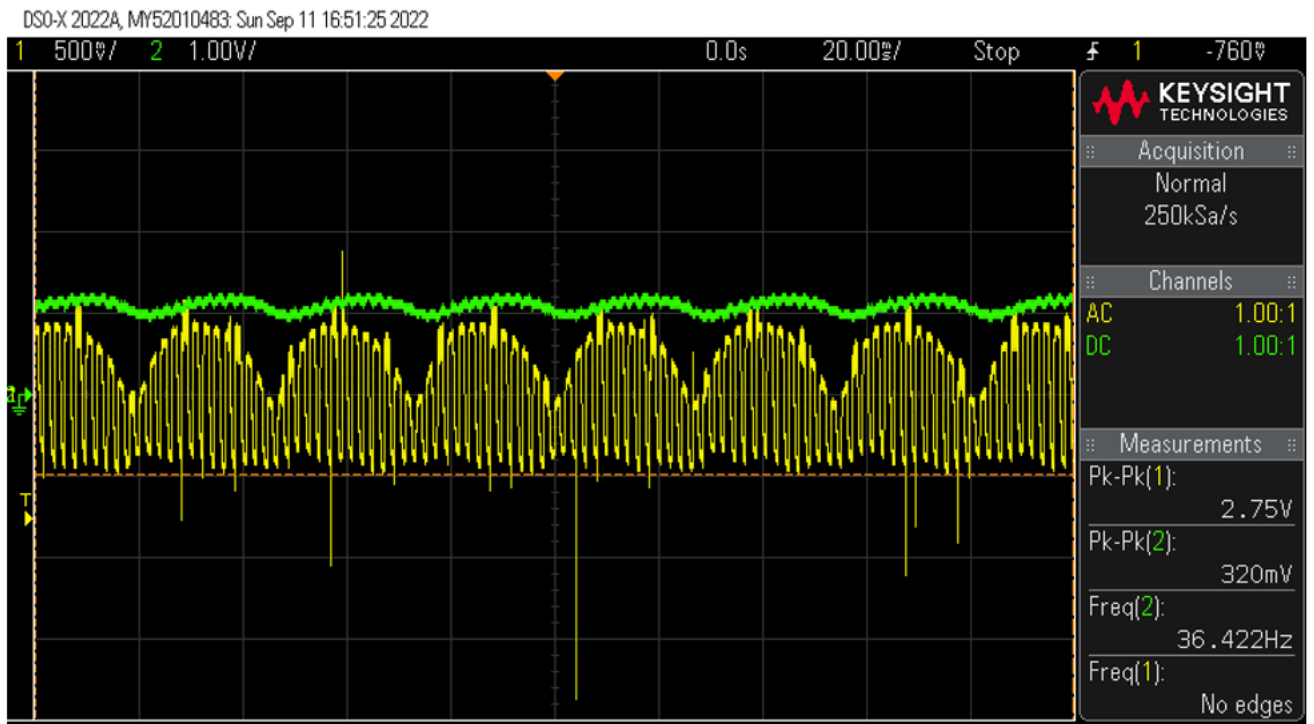


צהוב - מוצא מגבר 1 (רגל 6), ירוק - מוצא מגבר 2 (רגל 6)

DSO-X 2022A, MY52010483: Sun Sep 11 16:49:47 2022

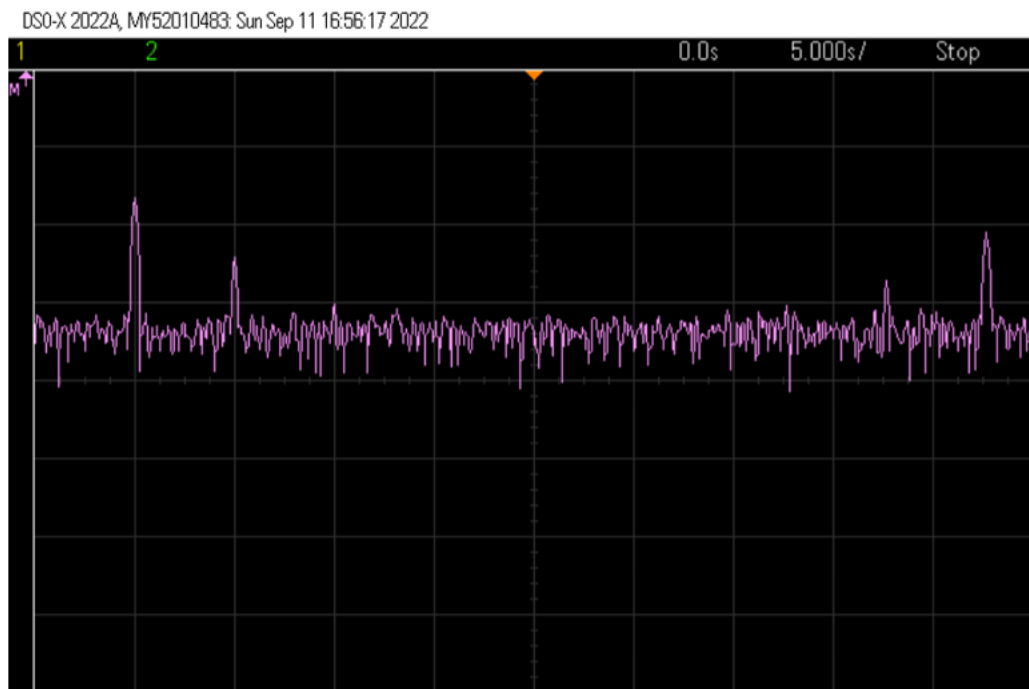


צהוב - כניסת המקלט, ירוק - מוצא מגבר 2 (רגל 6)

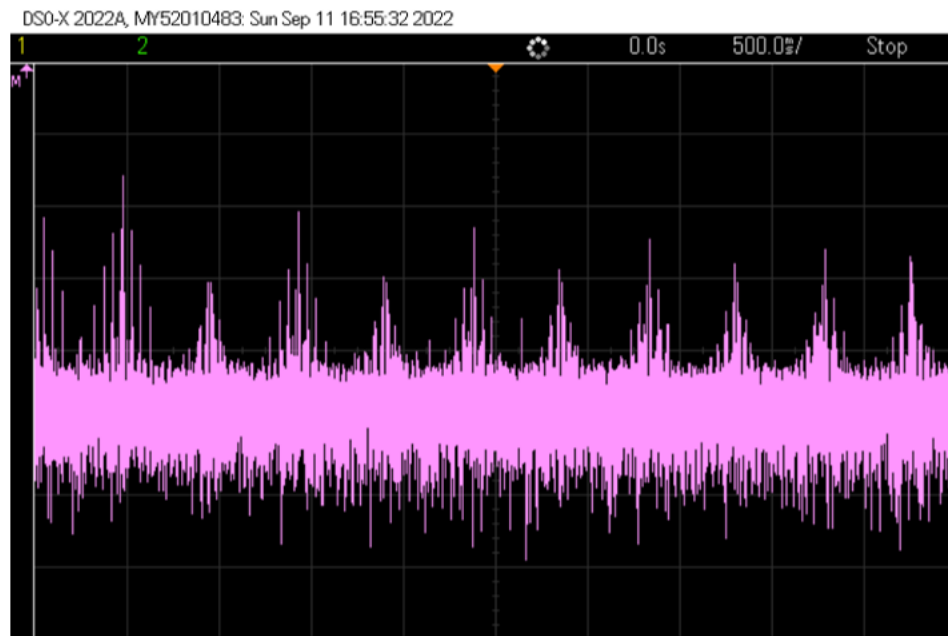


צהוב - מוצא מגבר 2 (רגל 6), ירוק - גלאי המעטפת בין R2 ל-C4.

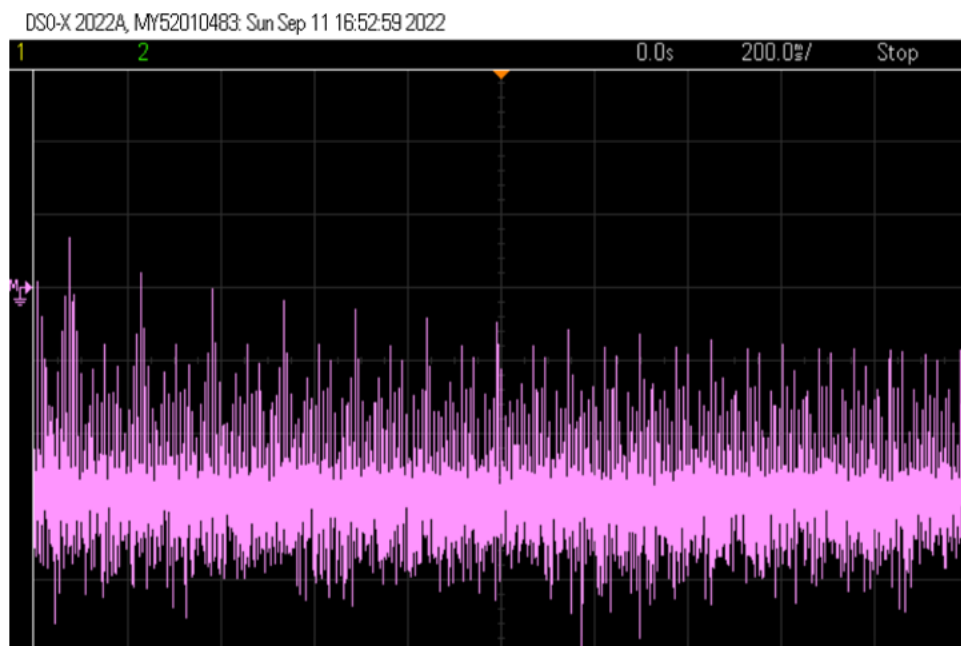
ספקטרום מוצא הגלאי:



ספקטרום במבוא המקלט :



ספקטרום במוצא המשדר:



3. בשלב זה, נבדוק את מרחק השידור המרבי, מרחק השידור המתקבל הוא בקירוב 16 ס"מ.

התוצאה מאשרת לנו כי המעגל עובד ואכן היה שידור וגילוי של אות אינפרה-אדום, ידוע גם שאות אינפרה-אדום נשלח למרחקים קצרים ולכן זהו המרחק המקסימלי שקיבלנו בתנאים שהיו לנו.

4. בשלב זה, נבצע מס' מדידות של תדר אות המידע המשודר והנקלט בהתאם, להלן טבלת התוצאות: (טבלה 1)

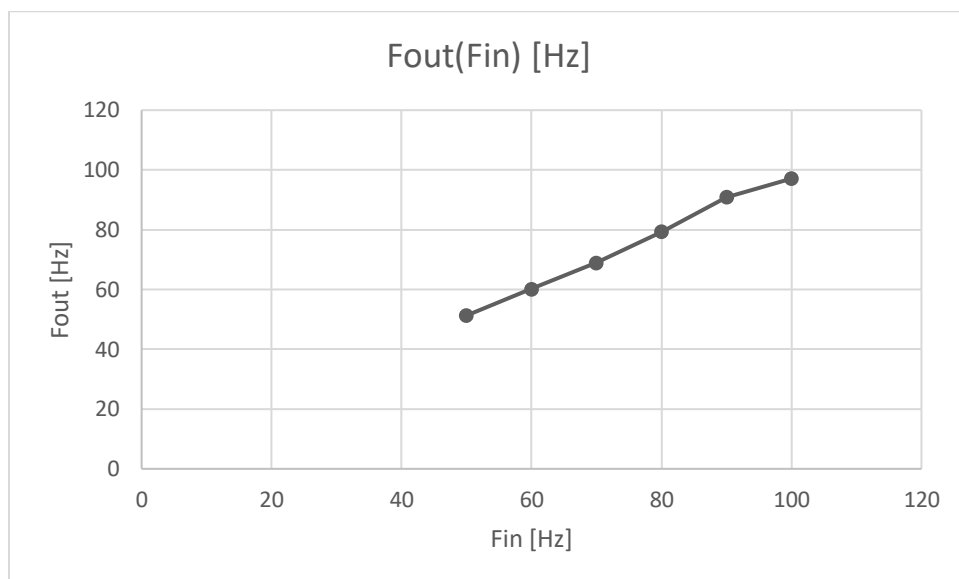
Fin [Hz]	Fout [Hz]
50	51.3
60	60.2
70	68.9
80	79.3
90	90.9
100	97.1

5. נבצע מס' מדידות של אמפליטודות אות המידע המשודר והנקלט בהתאם, להלן טבלת התוצאות: (טבלה 2)

Vin [Vp-p]	Vout [Vp-p]
1	1.06
1.5	1.36
2	1.77
2.5	1.92
3.5	2.02
5	2.13

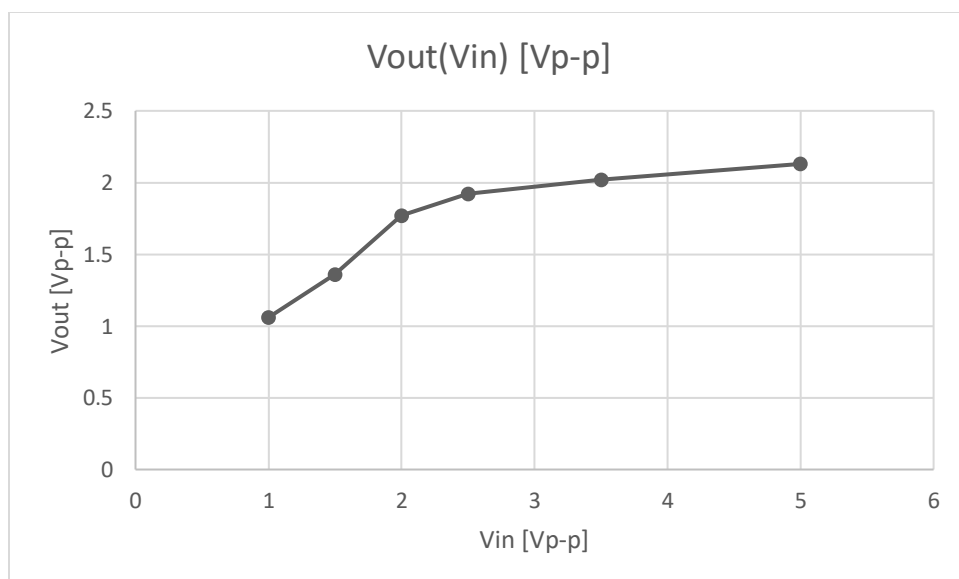
סיכום הניסוי:

טבלה 1: לפי נתוני טבלה 1 ממהלך הניסוי, להלן הגרף המתקבל של תדר אות המידע המשודר והנקלט בהתאם:



ישנו קשר לינארי בין תדר המוצא לתדר הכניסה בתחום הנבדק, כך שתדר המוצא המתקבל קרוב לערך הרצוי עם סטייה קטנה, לבסוף, ניתן לומר כי ישנו גילוי טוב של האות המשודר והקליטה אמינה יחסית.

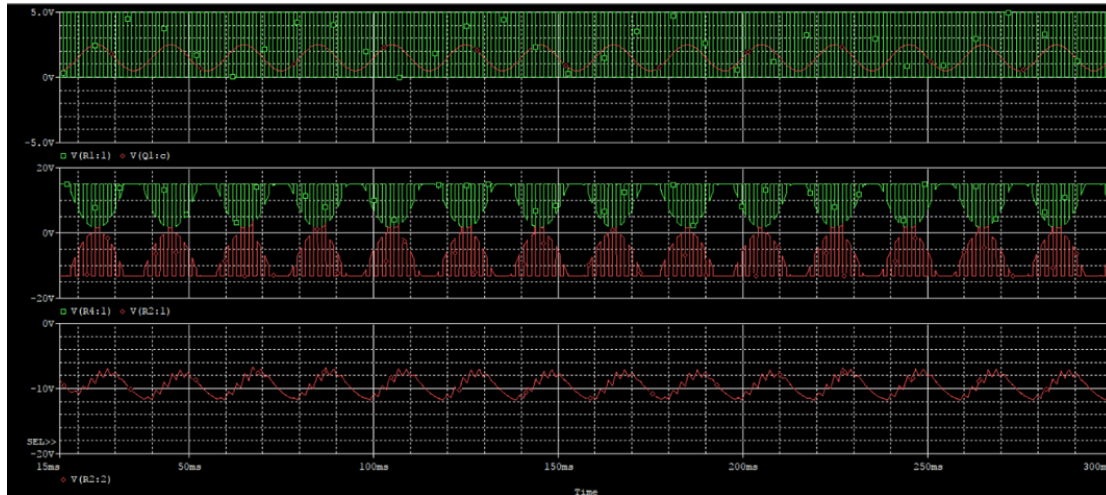
טבלה 2: לפי נתוני טבלה 2 ממהלך הניסוי, להלן הגרף המתקבל של אמפליטודות אות המידע המשודר והנקלט בהתאם:



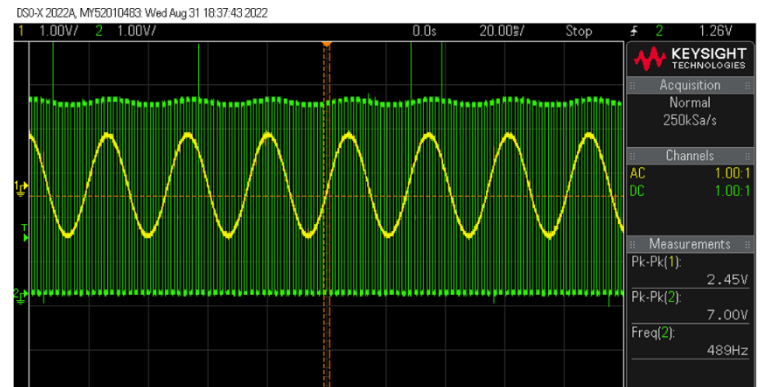
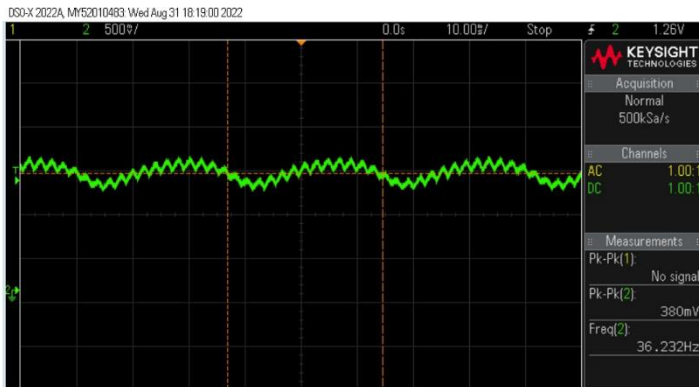
ככל שמתח הכניסה גדל כך גם מתח המוצא, בניגוד לגרף התדר אשר ישנה עלייה והתנהגות לינארית, כאן העלייה לא לינארית.

השוואה בין תוצאות המדידה לסימולציה:

להלן תוצאות הסימולציה:



להלן תוצאות המדידות המתאימות:



תוצאות המדידות שהתקבלו דומות מאוד לתוצאות הסימולציה, הסטייה נובעת מחוסר אידיאליות של הרכיבים וציוד המעבדה, בתמונה העליונה (מלמעלה למטה) בסימולציה רואים את האפנון PAM שהתקבל מרכיב 555 וגל הסינוס בכניסה לטרנזיסטור Q1 (צהוב), קיבלנו תוצאות כמעט זהות במדידות כפי שניתן לראות בתמונה הימנית. הגילוי בסימולציה בתמונה השלישית, גם נראה כמעט זהה לגילוי שהתקבל במדידות. ניתן לסכם ולומר כי התקבלו תוצאות טובות וכי תכנון ויישום המעגל היה מוצלח.

מסקנות:

לפי תוצאות הניסוי, הרכיב 555 ייצר לנו אות באפנון PAM כפי שתכננו, אולם היה חוסר דיוק בין תדר הגל הנושא שתוכן $f_c = 467[Hz]$ לזה שהתקבל בפועל $f_c = 487[Hz]$.

שאר המעגל עבד בדיוק כמו שתכננו והתוצאות המתקבלות דומות מאוד לסימולציה, הסטיות נובעות מאי דיוק הרכיבים, שינוי רכיבים במעגל שתוכן עקב חוסר ברכיבים וציוד המעבדה.

- <https://books.google.co.il/books?id=O5NKqzSh7IMC&pg=PA422&lpg=PA422&dq=%D7%93%D7%99%D7%95%D7%93%D7%AA+%D7%90%D7%99%D7%A0%D7%A4%D7%A8%D7%90+%D7%90%D7%93%D7%95%D7%9D&source=bl&ots=xlzDjeae7q&sig=syhiJHfuFhuJfHv3GltI4WE-MeE&hl=iw&sa=X&ved=0ahUKEwjf1bjL7oHWAhUE1xQKHashAfcQ6AEISTAI#v=onepage&q&f=false>
- https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A2%D7%9E%D7%95%D7%93_%D7%A8%D7%90%D7%A9%D7%99
- <http://school.kotar.cet.ac.il/KotarApp/Viewer.aspx?nBookID=93204598#10.2740.8.fitwidth>

LM555



LM555

SNASH180 – FEBRUARY 2000 – REVISED JANUARY 2015

LM555 Timer

1 Features

- Direct Replacement for SE555/NE555
- Timing from Microseconds through Hours
- Operates in Both Astable and Monostable Modes
- Adjustable Duty Cycle
- Output Can Source or Sink 200 mA
- Output and Supply TTL Compatible
- Temperature Stability Better than 0.005% per °C
- Normally On and Normally Off Output
- Available in 8-pin VSSOP Package

2 Applications

- Precision Timing
- Pulse Generation
- Sequential Timing
- Time Delay Generation
- Pulse Width Modulation
- Pulse Position Modulation
- Linear Ramp Generator

3 Description

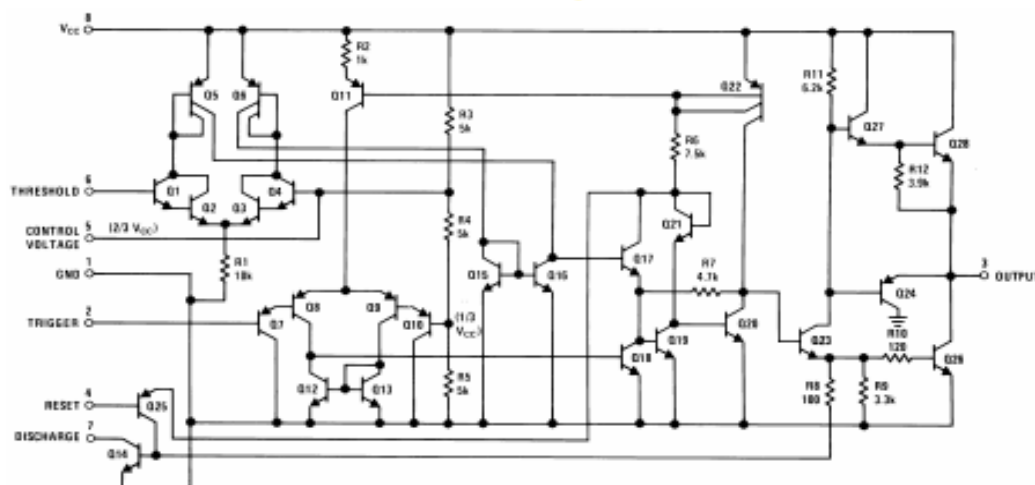
The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM555	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm × 6.35 mm
	VSSOP (8)	3.00 mm × 3.00 mm

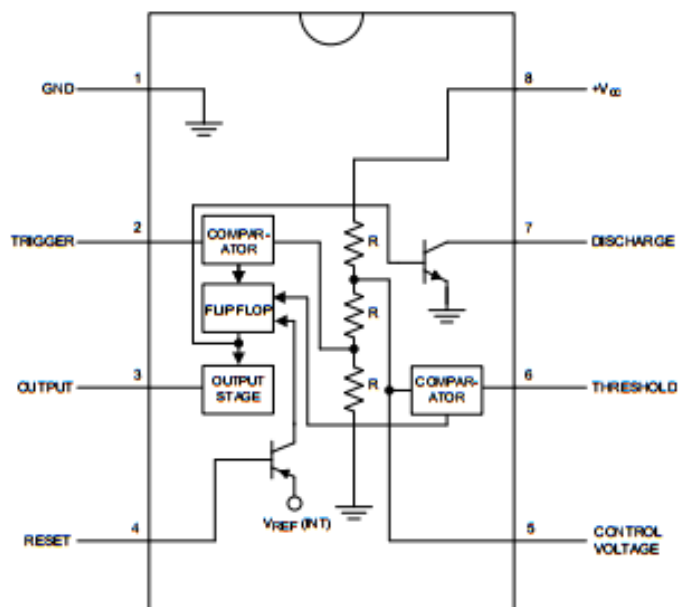
(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Schematic Diagram



An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

D, P, and DGK Packages
8-Pin PDIP, SOIC, and VSSOP
Top View



PIN		I/O	DESCRIPTION
N.O.	NAME		
5	Control Voltage	I	Controls the threshold and trigger levels.. It determines the pulse width of the output waveform. An external voltage applied to this pin can also be used to modulate the output waveform
7	Discharge	I	Open collector output which discharges a capacitor between intervals (In phase with output). It toggles the output from high to low when voltage reaches 2/3 of the supply voltage
1	GND	O	Ground reference voltage
3	Output	O	Output driven waveform
4	Reset	I	Negative pulse applied to this pin to disable or reset the timer. When not used for reset purposes, it should be connected to VCC to avoid false triggering
6	Threshold	I	Compares the voltage applied to the terminal with a reference voltage of 2/3 Vcc. The amplitude of voltage applied to this terminal is responsible for the set state of the flip-flop
2	Trigger	I	Responsible for transition of the flip-flop from set to reset. The output of the timer depends on the amplitude of the external trigger pulse applied to this pin
8	V ⁺	I	Supply voltage with respect to GND

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

 over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾

			MIN	MAX	UNIT
Power Dissipation ⁽³⁾		LM555CM, LM555CN ⁽⁴⁾		1180	mW
		LM555CMM		613	mW
Soldering Information	PDP Package	Soldering (10 Seconds)		260	°C
	Small Outline Packages (SOIC and VSSOP)	Vapor Phase (60 Seconds)		215	°C
		Infrared (15 Seconds)		220	°C
Storage temperature, T _{stg}			-65	150	°C

(1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

(2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.

(3) For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a 150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (PDP), 170°C/W (SOIC-8), and 204°C/W (VSSOP) junction to ambient.

(4) Refer to RET555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

6.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
V _{ESD}	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±500 ⁽²⁾	V

(1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

(2) The ESD information listed is for the SOIC package.

6.3 Recommended Operating Conditions

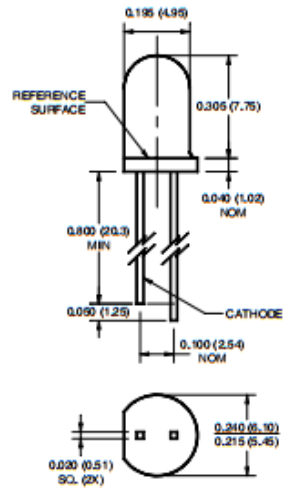
over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	MIN	MAX	UNIT
Supply Voltage		18	V
Temperature, T _A	0	70	°C
Operating junction temperature, T _J		70	°C

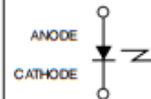
6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾		LM555			UNIT
		PDIP	SOIC	VSSOP	
		8 PINS			
R _{JA}	Junction-to-ambient thermal resistance	106	170	204	°C/W

(1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).

QED233**QED234****PACKAGE DIMENSIONS****NOTES:**

1. Dimensions for all drawings are in inches (mm).
2. Tolerance of $\pm .010$ (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.

**SCHEMATIC****DESCRIPTION**

The QED233 / QED234 is a 940 nm GaAs / AlGaAs LED encapsulated in a clear untinted, plastic T-1 3/4 package.

FEATURES

- $\lambda = 940$ nm
- Chip material = GaAs with AlGaAs window
- Package type: T-1 3/4 (5mm lens diameter)
- Matched Photosensor: QSD122/123/124
- Medium Emission Angle, 40°
- High Output Power
- Package material and color: Clear, untinted, plastic
- Ideal for remote control applications

QED233

QED234

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

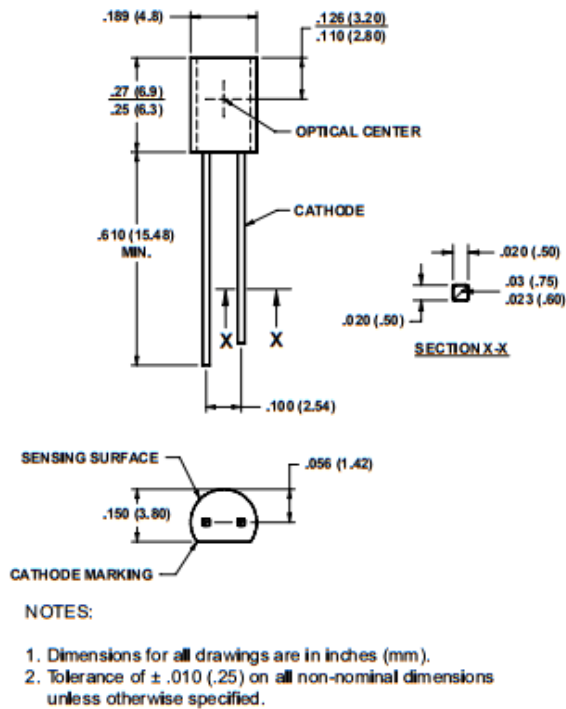
Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Temperature	T_{OPR}	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{STG}	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (Iron) ^(2,4)	T_{SOL-I}	240 for 5 sec	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (Flow) ^(2,3)	T_{SOL-F}	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Continuous Forward Current	I_F	100	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Power Dissipation ⁽¹⁾	P_D	200	mW
Peak Forward Current	I_{FP}	1.5	A

1. Derate power dissipation linearly 2.67 mW/ $^\circ\text{C}$ above 25°C .
2. RMA flux is recommended.
3. Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
4. Soldering iron 1/16" (1.6mm) minimum from housing.
5. Pulse conditions; $t_p = 100 \mu\text{s}$, $T = 10 \text{ ms}$.

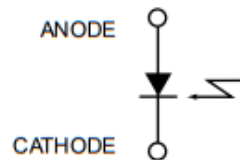
ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	DEVICE	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Peak Emission Wavelength	$I_F = 20 \text{ mA}$	ALL	λ_{PE}	—	940	—	nm
Spectral Bandwidth	$I_F = 20 \text{ mA}$	ALL	—	50	—	nm	
Temp. Coefficient of λ_{PE}	$I_F = 100 \text{ mA}$	ALL	TC_λ	—	0.2	—	nm/K
Emission Angle	$I_F = 100 \text{ mA}$	ALL	$2\theta_{1/2}$	—	40	—	Deg.
Forward Voltage	$I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$	ALL	V_F	—	—	1.6	V
Temp. Coefficient of V_F	$I_F = 100 \text{ mA}$	ALL	TC_V	—	-1.5	—	mV/K
Reverse Current	$V_R = 5 \text{ V}$	ALL	I_R	—	—	10	μA
Radiant Intensity	$I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$	QED233	I_E	10	—	50	mW/sr
		QED234		27	—	—	
Temp. Coefficient of I_E	$I_F = 20 \text{ mA}$	ALL	TC_I	—	-0.6	—	%/K
Rise Time	$I_F = 100 \text{ mA}$	ALL	t_r	—	1000	—	ns
Fall Time		ALL	t_f	—	1000	—	

PACKAGE DIMENSIONS



SCHEMATIC



DESCRIPTION

The QSE973 is a silicon PIN photodiode encapsulated in an infrared transparent, black, plastic T092 package.

FEATURES

- Daylight filter
- T092 package
- PIN photodiode
- Receiving angle 90°
- Chip size = .107² sq. inches (2.71² sq. mm)