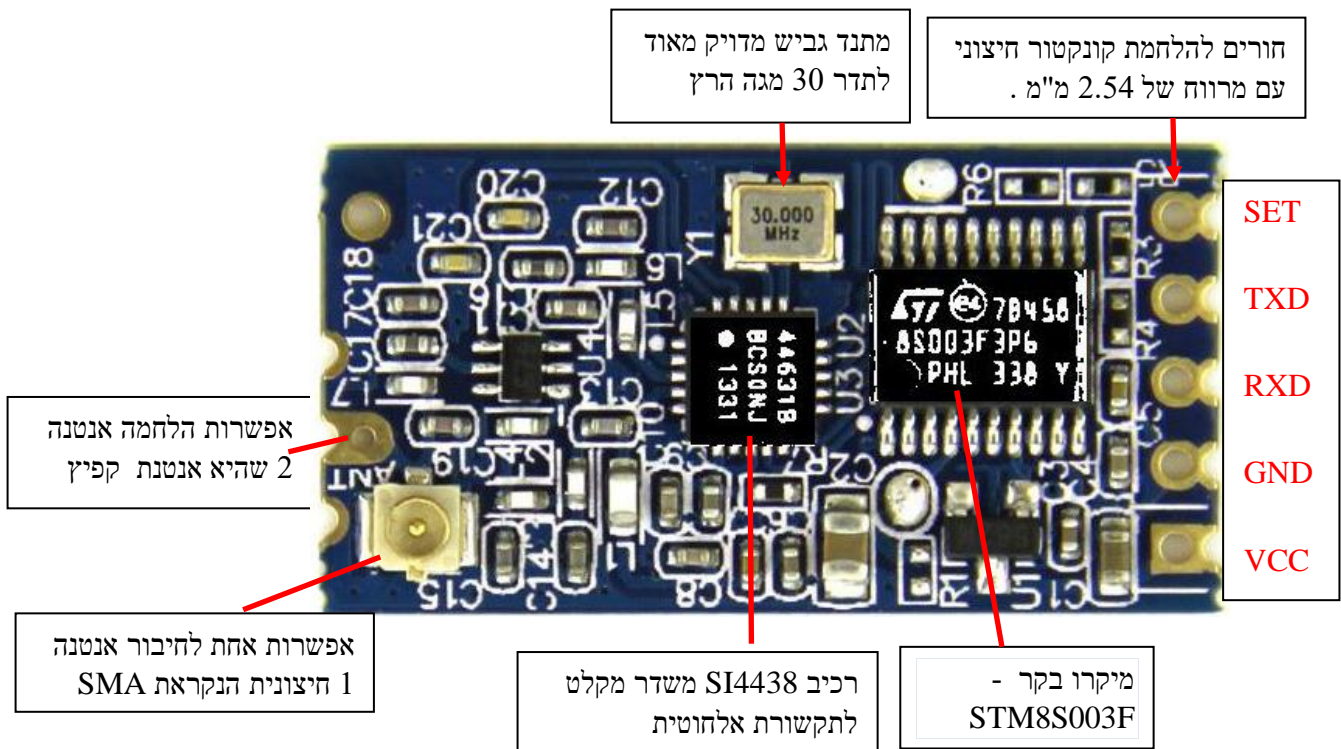


# משדר מקלט HC12

ה HC12 הוא משדר/מקלט אלחוטי עם 100 ערוצי תדר בתדירויות של 433.4 עד 473 מגה הרץ בהפרש של 400 קילו הרץ בין ערוץ לערוץ. הספק שידור של עד 100 מילי וואט ( 20dBm ) המסוגל ליצור תקשורת אלחוטית ארוכת טווח בין מיקרו בקרים ( בגרסאות ישנות יש למודול 3 מצבי עבודה והטווח 1000 מטר. בגרסאות חדשות יש 4 מצבי עבודה והטווח 1.8 ק"מ ). המודול מתחבר אל מיקרו בקר בתקשורת טורית רגילה – UART Half Duplex.

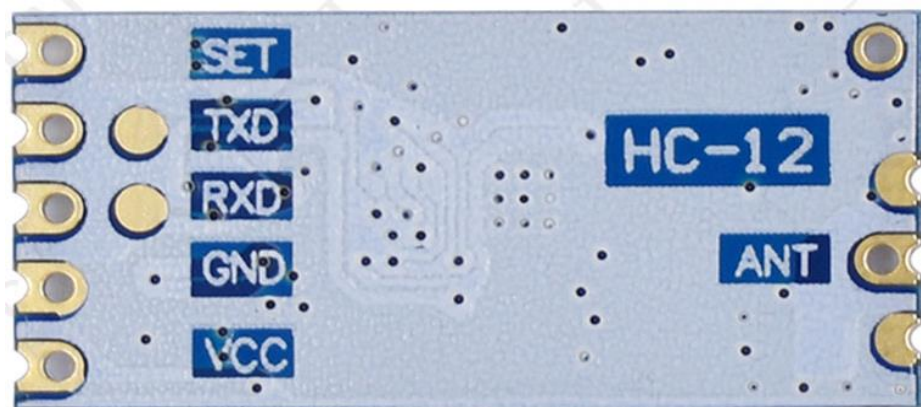
## 1. כיצד נראה המודול, הדקים וסוגי האנטנה שניתן לחבר למודול

האיור הבא מתאר את המודול HC12



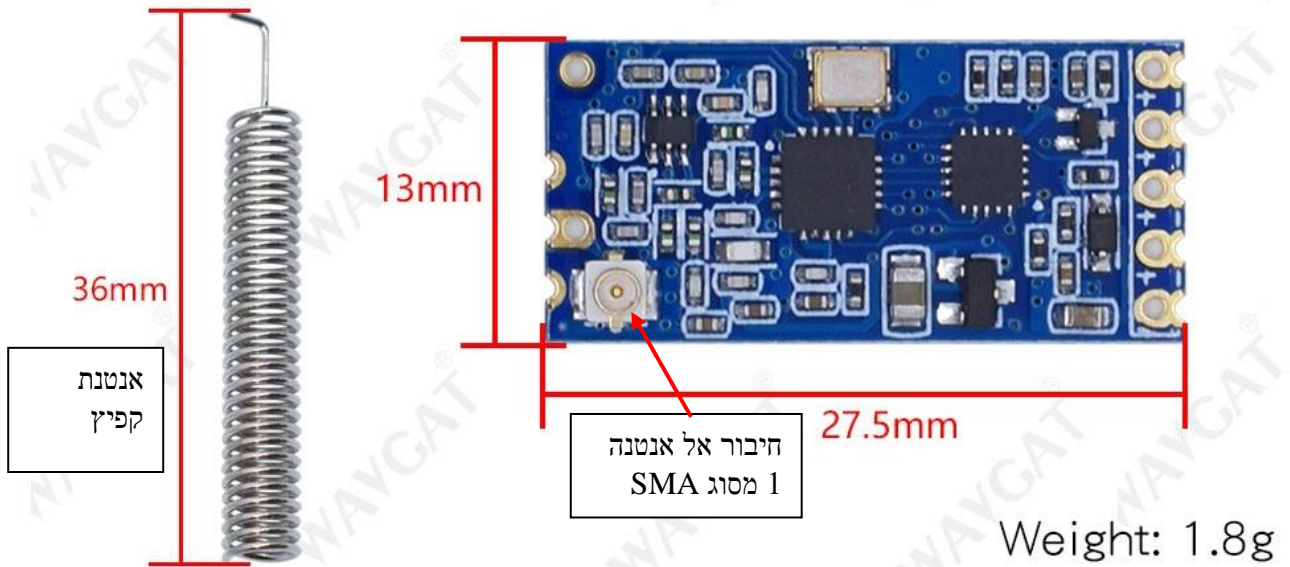
איור 1 : מודול HC12 צד הרכיבים

האיור הבא מתאר את הצד שני של המודול



איור 2 : צד המעגל המודפס של המודול

האיור הבא מתאר את מידות המודול ואת סוגי האנטנה שניתן לחבר אל המודול:



טווח שידור מבניין גבוה עד 1.8 ק"מ. טווח על הקרקע, בצורה ישירה ללא הפרעות כ 250 מטר. יכול לכסות בית שלם עם פינות "מתות" מעטות.



אפשרות חיבור אנטנת הקפיץ בהלחמה



אפשרות לחיבור אנטנה הנקראת SMA שהיא אנטנה עם חיבור מתאים לזה שעל המעגל

איור 3 : מידות המודול ואפשרויות החיבור השונות של האנטנות.

## 1.1 ב. הדקי המודול

הטבלה הבאה מתארת את ההדקים של המודול ותפקידם :

הדק מספר	הגדרה	קלט או פלט	הערה
1	VCC		כניסת מתח ספק כוח, עם DC3.2V-5.5V, קיבולת עומס לא פחות מ-200 מילי אמפר. (הערה: אם המודול משדר זמן רב מומלץ להוסיף דיודה 1N4007 בטור כאשר מתח החשמל הוא גדול מ-4.5V, כדי להימנע מחימום של מייצב המתח שבתוך הרכיב.
2	GND		אדמה משותפת
3	RXD	קלט	הדק קליטה של ה URAT. רמת המתח היא TTL עם נגד של 1 קילו אוהם מחובר בטור בתוך הרכיב.
4	TXD	פלט	הדק יציאה של ה URAT. רמת המתח היא TTL עם נגד של 1 קילו אוהם מחובר בטור בתוך הרכיב.
5	SET	קלט. ברכיב יש נגד פנימי של 10 קילו אוהם.	הדק בקרה להגדרות תצורה - קונפיגורציה, כשיש בו 0 ניתן להכניס פקודות AT. מחובר עם נגד של 1 קילו אוהם בטור בתוך הרכיב.

טבלה 1: ההדקים של המודול ותפקידם

## 2. הרכיבים העיקריים במודול

המודול HC-12 בנוי סביב המיקרו-בקר STM8S003F3 והמשדר Si4463.

### 2.א המשדר מקלט Si4463

זהו משדר / מקלט של חברת Silicon Labs המספק את התקשורת האלחוטית. הספק השידור שלו 20dBm (100 מילי וואט) ורגישות הקליטה שלו היא -129dBm. יש לו 2 זיכרונות FIFO – First In First Out – מי שנכנס ראשון יוצא ראשון – של 64 בתים גם ל Rx וגם ל Tx ביחד עם תכונות מתקדמות נוספות שלא שובצו בתוך המודול HC12 כמו פעולת ריבוי פסים - multiband, דילוגי תדרים ועוד. שיטת האפנון היא FSK – Frequency Shift Keying – מפתוח זיזת תדר (או ליתר דיוק GFSK שפרושו Gaussian FSK שבה לפני האפנון יש מסננת ש"מחליקה" את המעבר של המצבים מ 0 ל 1 ולהפך).

### 2.ב המיקרו בקר STM8S003FS

זהו מיקרו בקר של חברת STM (חברה טורקית שראשי התיבות של שמה בתורכית Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. – והמטה שלה נמצא באנקרה שבטורקיה). זהו מיקרו בקר של 8 ביטים עם 8 קילו בתים של זיכרון FLASH, 128 בתים של EEPROM ו ADC של 11 ביטים. יש לו תמיכה בתקשורות טוריות של UART, SPI ו I<sup>2</sup>C וכולל הדקי קלט/פלט רבים. הוא מציע יכולות כמו עמיתיו ממשפחות ה ATmega ו XMC. הוא מתוכנן לעבוד עם Si4463 ולטפל בתקשורת UART ובין מה שמחובר אליו בצד השני.

בשילוב עם רכיבים אחרים, Si4463 ו- STM8S003 יוצרים את המקלט-משדר HC-12, המספק ממשק UART ברמת TTL בן 4 פינים (Vcc, Gnd, Tx, Rx), עם פין חמישי המשמש לכניסה למצב SET - "פקודה" לשינוי התצורה (הקונפיגורציה) של המודול.

למודול יש 100 ערוצים במרווחים של 400 קילו-הרץ זה מזה, שמונה רמות של הספק שידור, שמונה קצבי שידור ושלושה מצבי עבודה שונים (החל מגרסה 3.2 יש ארבעה מצבים) הנקראים FU1 עד FU4. אם נשים בהדק SET אפס מאפשרים לתכנת את המודול בעזרת פקודות AT שנשלח להדק RxD.

ברירת המחדל של המודול היא FU3 בערוץ 1. FU3 היא הגדרה אוטומטית וברירת המחדל המתאימה את עצמה לקצב השידור של ההתקן המחובר. FU3 אומר שעובדים בערוץ 001, קצב תקשורת 9600 ביטים בשנייה, שידור בהספק 20mWatt. אין חובה לעשות קונפיגורציה וניתן להתחבר מיידית בין משדר ומקלט בעזרת תכונות ברירת המחדל שלהם.

יש לשים לב שככל שקצב השידור עולה אז בהתאמה רגישות המקלט פוחתת. ניתן לחזור למצב ברירת המחדל בעזרת שליחת AT + DEFAULT במצב של פקודות AT.

### 3. תכונות המודול HC12

- שידור אלחוטי למרחקים ארוכים (FU3: 1000m) בשטח פתוח, קצב שידור 5000bps באוויר. FU4: 1800m בשטח פתוח, קצב שידור 500bps באוויר).
- טווח תדרי עבודה (433.4 - 473.0 מגה-הרץ, עם 100 ערוצי תקשורת)
- הספק שידור מרבי של 100mW (20dBm) (ניתן להגדיר 8 רמות הספק).
- ארבעה מצבי עבודה, FU1 עד FU4 המותאמים למצבי יישומים שונים
- מיקרו בקר המבצע תקשורת עם התקן חיצוני באמצעות תקשורת טורית. אין צורך בתכנות או בתצורה לשימוש בסיסי.
- מספר הבתים המשודרים ברציפות הוא בלתי מוגבל (במצב FU1 ו-FU3 בלבד)

8 קצבי התקשורת השונים של המודול בביטים לשנייה :

1. 1200bps
2. 2400bps
3. 4800bps
4. 9600bps (default)
5. 19200bps
6. 38400bps
7. 57600bps
8. 115200bps

כל HC-12 יכול לעבוד באחד מהמצבים הבאים:

1. **FU1** - מצב חיסכון מתון בצריכת החשמל עם קצב שידור "מעל האוויר" של 25000bps. ניתן להגדיר קצב שידור של הפורט הטורי לכל ערך נתמך.
2. **FU2** - מצב חיסכון קיצוני בצריכת חשמל עם מהירות "מעל האוויר" של 250000bps. תעריף היציאה הטורית מוגבל ל- 1200bps, 2400bps, 4800bps
3. **FU3** - מצב ברירת מחזל. מהירות "מעל האוויר" משתנה בהתאם למהירות היציאה הטורית. כנ"ל לגבי טווח מרבי :

1. 1200bps ~ 1000m
2. 2400bps ~ 1000m
3. 4800bps ~ 500m
4. 9600bps ~ 500m
5. 19200bps ~ 250m
6. 38400bps ~ 250m
7. 57600bps ~ 100m
8. 115200bps ~ 100m

**4. FU4** (זמין בגרסה 2.3 או חדשה יותר) - מצב ארוך טווח. מהירות "מעל האוויר" מוגבלת ל-500bps ומהירות היציאה הטורית ל-1200bps. מכיוון שמהירות האוויר נמוכה ממהירות היציאה, ניתן לשלוח רק מנות קטנות: מקסימום 60 בתים עם מרווח של 2 שניות. במצב זה, הטווח מוגדל ל-1800m.

זוג **HC-12** היוצר התאמה אלוטית צריך לפעול באותו מצב (FU1, FU2, FU3, FU4) ובאותה מהירות. **הערה:** כדי ליצור תקשורת אמינה - 2 המודולים חייבים להיות מופרדים פיזית במרחק של 1.5 מטר כדי לתפקד כראוי.

הטבלה הבאה מתארת מספר מאפיינים של המודול.

ממשק התקשורת communication interface	ממשק UART 3.3/5v רמות TTL
מתח ספק working voltage	3.2 עד 5.5 וולט
רמות מתח תקשורת communication level	3.3/5v
תחום תדר עבודה Working frequency range	433.4 - 473.0 MHz . עד 100 ערוצי שידור עם מרווח של 400 קילו הרץ בין ערוץ לערוץ.
הספק שידור - Transmitting power	-1dBm (0.79mW) to 20dBm (100mW)
רגישות קליטה Receiving sensitivity	from -117dBm (0.019pW) to -100dBm (10pW)
טווח reference range	1000 מטר ( בחלק מהמקומות רשום 1800 מטר)
זרם "שינה" sleep current	22 מיקרו אמפר
ממשק אנטנה antenna interface	אנטנת קפיץ / תושבת לחיבור אנטנת SMA
לחות עבודה working humidity	10% - 90%
טמפרטורת עבודה working temperature	-25°C - +75°C
טמפרטורת אחסנה storage temperature	-40°C - +85°C

טבלה 2 : מאפיינים של המודול

הטבלה הבאה מקשרת בין קצב התקשורת ורגישות הקליטה.

Serial Port Baud Rate	Over-the-Air Baud Rate	Receiver Sensitivity
1200 bps	5000 bps	-117 dBm
2400 bps	5000 bps	-117 dBm
4800 bps	15000 bps	-112 dBm
9600 bps	15000 bps	-112 dBm
19200 bps	58000 bps	-107 dBm

38400 bps	58000 bps	-107 dBm
57600 bps	236000 bps	-100 dBm
115200 bps	236000 bps	-100 dBm

טבלה 3 : הקשר בין קצב התקשורת ורגישות הקליטה.

#### 4. ארבעת מצבי השידור השקופים של היציאה הטורית

כאשר מודול HC-12 עוזב את המפעל, הפורט הטורי המוגדר כברירת מחדל הוא במצב עבודה FU3. במצב זה המודול נשאר במצב של מהירות מלאה וזרם סרק הוא כ 16mA. המודול מתאים באופן אוטומטי את קצב השידור האלחוטי באוויר בהתאמה לקצב התקשורת של הפורט הטורי עם היחס המתאים כפי שמוצג בטבלה שלהלן:

115200	57600	38400	19200	9600	4800	2400	1200	קצב תקשורת של הפורט הטורי בביטים לשנייה
236000	236000	58000	58000	15000	15000	5000	5000	קצב התקשורת באוויר

טבלה 3 : הקשר בין קצב התקשורת של הפורט הטורי לזה של קצב התקשורת באוויר.

כדי לקבל את מרחק התקשורת הרחוק ביותר, קצב השידור של היציאה הטורית צריך להיות מוגדר להיות נמוך (1200bps או 2400bps). לזמני שידור קצרים של כמות נתונים גדולה, מגדירים את קצב השידור של היציאה הטורית כגבוהה, אך יש לשים לב שמרחק התקשורת יקטן בהתאמה. רגישות הקליטה של המודול בקצבי שידור שונים באוויר מתוארים בטבלה שלהלן

Baud rate in the air	5,000bps	15,000bps	58,000bps	236,000bps
Wireless receiving sensitivity	-117dBm	-112dBm	-107dBm	-100dBm

טבלה 4 : קצב תקשורת באוויר ורגישות הקליטה.

בשורה העליונה של הטבלה מתוארים קצבי שידור שונים באוויר ובשורה השנייה מתוארת רגישות הקליטה בכל קצב. כדי להפוך מ dBm להספק בוואט יש לזכור את הנוסחה ( x הוא ההספק ב dBm ו P ההספק ב וואט ):

$$x = 10 \log_{10} \frac{P}{1 \text{ mW}} \quad \text{או} \quad P = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{x}{10}}$$

לדוגמה : ההספק של -117dBm יהיה בוואט ( יש לזכור ש 1pW - פיקו וואט - הוא  $10^{-12}$  וואט ):

$$P = 1\text{mW} * 10^{-117/10} = 1.9952623149688796013524553967395\text{e-}15 = 0.000199526 \text{ pW}$$

דוגמה נוספת: מה יהיה ההספק בוואט עבור -100dBm ?

$$P = 1\text{mW} * 10^{-100/10} = 0.00000000000001 = 0.1 \text{ pW} \quad \text{פיקו וואט}$$

בדרך כלל, בכל פעם שהרגישות הנקלטת מופחתת ב-6dB, מרחק התקשורת יופחת בחצי. כאשר ההדק "SET" של המודול נמצאת בנמוך (0), היציאה הטורית שקופה. ניתן להגדיר מצב שידור ופרמטרים אחרים באמצעות פקודות AT (שנראה בפרק הבא).

מצב FU1 הוא מצב חיסכון מתון בצריכת החשמל, עם זרם עבודה לא פעיל של כ-3.6mA. במצב זה, ניתן להגדיר את המודול גם לכל אחד משמונה קצבי השידור שהראינו בטבלה למעלה. אך קצב השידור באוויר הוא אחיד 250,000bps.

מצב FU2 הוא מצב חיסכון קיצוני בצריכת חשמל, עם זרם עבודה לא פעיל של כ-80uA. במצב זה, המודול תומך רק בשיעורי שידור של 1200bps, 2400bps ו-4800bps, עם קצב השידור באוויר ב 250,000bps. אם המודול לאחר מכן מוגדר לכל קצב שידור אחר, המודול לא ינהל תקשורת אלחוטית כרגיל. כאשר המודול מוגדר למצב FU2, אם קצב השידור המוגדר כעת חורג 4800bps זה יופחת באופן אוטומטי ל 4800bps. במצב FU2, השליחה מרווח הזמן של חבילות נתונים אינו יכול להיות קצר מדי, אחרת הנתונים יאבדו. מרווח הזמן של השליחה של חבילות נתונים לא צריך להיות פחות מ 1 שניות.

מצב FU4 שימושי לטווח מרבי עד 1.8 ק"מ. רק שיעור שידור יחיד של 1200bps נתמך עם שיעור השידור באוויר מופחת ל 500bps עבור מרחק תקשורת משופר. ניתן להשתמש במצב זה רק עבור כמויות קטנות של נתונים (כל מנה צריכה להיות 60 בתים או פחות) ומרווח הזמן בין שליחה המנות אינן יכולות להיות קצרות מדי (רצוי יותר מ-2 שניות) כדי למנוע אובדן נתונים. הטבלה הבאה מספקת ערכים יחסיים אופייניים עבור מצבי העבודה השונים:

Mode	FU1	FU2	FU3	Remark
Idle current	3.6mA	80μA	16mA	Average value
Transmission time delay	15-25mS	500mS	4-80mS	Sending one byte
Loopback test time delay 1	31mS			Serial port baud rate 9,600, sending one byte
Loopback test time delay 2	31mS			Serial port baud rate 9,600, sending ten bytes

טבלה 5 : ערכים יחסיים אופייניים עבור מצבי העבודה השונים



בשורה הראשונה רואים את אופן העבודה הכולל את FU1 FU2 FU3 והעמודה הימנית היא עמודת הערה.  
 השורה השנייה מראה את הזרם הממוצע במצב סרק – Idle בכל אחד ממצבי העבודה.  
 השורה השלישית מראה את זמן ההשהיה של שידור עבור שידור של ביית אחד.  
 השורה הרביעית מתארת השהיית זמן בדיקה בלולאה חוזרת של שידור של ביית אחד.  
 השורה החמישית מתארת השהיית זמן בדיקה בלולאה חוזרת של שידור של 10 בתים.  
 הערה: השהיית זמן בדיקה בלולאה חוזרת פירושה משך הזמן מרגע חיבור קצר חשמלי על פיני TX ו-RX של מודול אחד  
 ושליחת נתוני היציאה הטורית אל המודול השני, מתחיל לשלוח נתוני יציאה טורית למודול האחר לזמן שבו נתונים שהוחזרו  
 מופיעים בהדק TX של המודול האחר.

## 5. קביעת התצורה – קונפיגורציה

ניתן לקבוע את התצורה של HC-12 באמצעות פקודות AT. הדרך הטובה ביותר לעשות זאת, היא להשתמש במודול ממיר  
 USB-to-serial כמו CP2102. כדי להכניס את HC-12 למצב AT, יש לחבר את הדק SET SET לאשמה - GND.  
 החיבור נראה כך:

USB-To-Serial	HC-12
Vcc	Vcc
GND	GND
TX	RX
RX	TX
GND	SET

במערכות הפעלה לינוקס ו-MAC בדרך כלל יש פקודת מסך מותקנת מראש שעושה את זה. לדוגמה (MacBook Pro).

התחביר הוא: `screen /dev/tty.usbserial-A50285B1 9600`

במקרה של Windows ניתן להשתמש ב-Putty מעולה ולפתוח יציאה טורית (COM1-COM4 בהתאם להתקנה שלך) עם  
 מהירות 9600bps.

עכשיו אנחנו יכולים להתחיל לשלוח פקודות. הבעיה היחידה כאן היא שלא יכולים פשוט להקליד אותם. המודול מצפה שכל פקודה

תיכנס מהר מאוד. האפשרות הטובה ביותר היא לפתוח עורך טקסט (כמו פנקס הרשימות NotePad), להקליד את הפקודות

בעורך ולאחר מכן להעתיק אותם אחת אחת לתוך התוכנה הטורית.

הפקודות החשובות ביותר:

### AT - test command.

הפקודה מחזירה OK אם ממשק ה-AT מאופשר.

It will return OK if AT interface is enabled

## AT+Bxxxx

להגדיר קצב שידור יציאה טורית. לדוגמה : AT+B57600 מגדירים את קצב השידור ל 57600bps

## AT+Cxxx

להגדיר ערוץ רדיו. הערוצים מתחילים ב-001 ב - 433,4 מגה-הרץ. כל ערוץ מוסיף 400kHz. ערוץ 100 הוא 473,0MHz.  
AT+C002 יגדיר תדר ל-433,8 מגה-הרץ.  
הערה : שני התקני HC-12 היוצרים תאום/קישור אלהוטי חייבים לפעול באותו תדר.

## AT+FUx

קבע מצב התקן: FU1, FU2, FU3 או FU4. שני התקני HC-12 היוצרים קישור אלהוטי חייבים להשתמש באותו מצב

## AT+Px

הגדר את הספק המשדר. דוגמה: AT+P2 מגדיר את ההספק ל- 2dBm (1.6mW) . דוגמאות נוספות ל 8 רמות ההספק האפשריות :

- 1dBm (0.8mW)
- 2dBm (1.6mW)
- 5dBm (3.2mw)
- 8dBm (6.3mW)
- 11dBm (12mW)
- 14dBm (25mW)
- 17dBm (50mW)
- 20dBm (100mW)

## AT+RX

לאחזר (לחזור למצב קודם) את כל הפרמטרים (מצב, ערוץ, קצב תקשורת, הספק) : mode, channel, baud rate, power

## AT+V

אחזור גרסת מודול ( הוורסיה).

## AT+DEFAULT

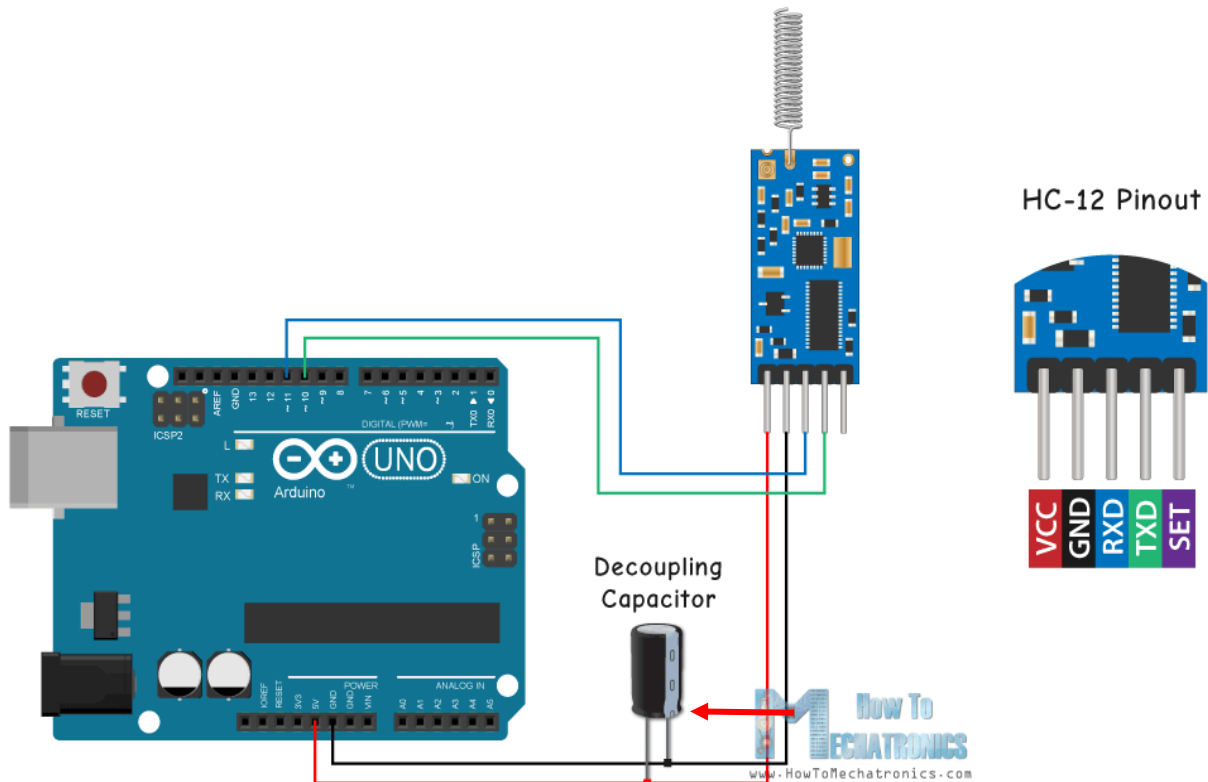
איפוס פרמטרי המודול להגדרות ברירת המחזל .  
קיימות פקודות AT נוספות . כדי לראותן יש להיכנס לדפי הנתונים לפי הביבליוגרפיה שבפרק האחרון .

## 6. חיבור HC12 וארדואינו

נתאר דוגמא בסיסית המסבירה כיצד לחבר את מודול HC-12 ולעשות תקשורת בסיסית בין שני לוחות ארדואינו .

### 6.א דוגמה : תקשורת בסיסית בין שני המודולים בעזרת המוניטור הטורי

המעגל החשמלי נראה באיור הבא :



איור 4: חיבור מודול HC12 וארדואינו אונו.

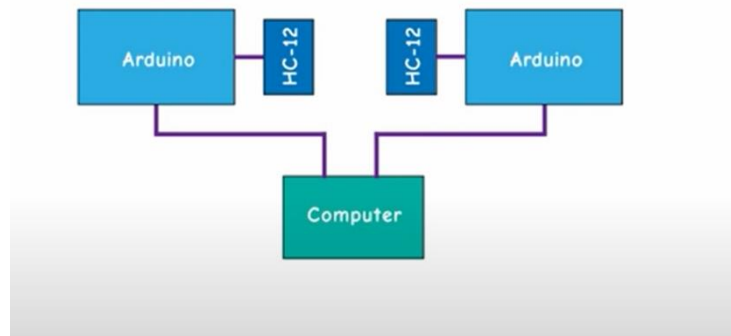
באיור רואים את חיבור מודול ה HC12 של ארדואינו אונו. בתוכנית נשתמש בתוכנת SoftwareSerial . זוהי תוכנה המדמה UART של חומרה. מדוע נכתבה התוכנה הזו ? הסיבה לכך היא שלארדואינו אונו יש UART אחד בלבד בתוך המיקרו בקר ATmega328 שנמצא בכרטיס. ההדקים RXD ו TXD של ה UART משמשים לשליחת נתונים אל המחשב או קבלת נתונים מהמחשב. הם נקראים בארדואינו הדק דיגיטאלי 0 (RXD) והדק דיגיטאלי 1 (TXD) . לדוגמה, כאשר מעלים תוכנה מהמחשב את הארדואינו משתמשים ב 2 ההדקים האלו. מכאן שאם נרצה להתחבר בתקשורת טורית גם אל המחשב וגם אל מודול ה HC12 יהיו חסרים לנו 2 הדקים כי לא בטוח להתחבר באותם הדקים RXD ו TXD ל 2 מערכות שונות כי שתיהן לא תעבודנה כראוי.

התוכנה SoftwareSerial מאפשרת לנו לקחת כל 2 הדקים שרשום עליהם pc – Pin Changeable ולהשתמש בהם לקליטה/שידור בתקשורת טורית רגילה – UART .

רגל 10 של הארדואינו תשמש כרגל הקליטה - RXD - והיא מתחברת אל הדק השידור של המודול HC12 ואילו רגל 11 של הארדואינו תשמש כהדק השידור TXD והיא מתחברת אל הדק הקליטה של המודול .

הקבל האלקטרוני בין הדקי ה 5 וולט והאדמה הוא קבל סינון לדאוג שקו ה 5 וולט יהיה נקי מרעשים. קבל בגודל של 100 מיקרו פאראד ומעלה יהיה מספיק טוב.

בדוגמה הראשונה יש לנו 2 יחידות של ארדואינו אונו כשלכל ארדואינו מתחבר מודול מקלט/משדר HC12. כל אחת מהיחידות של הארדואינו מתחברת אל מחשב נפרד אם כי ניתן לחבר אותן אל אותו המחשב כפי שרואים באיור הבא :



איור 5 : חיבור 2 כרטיסי הארדואינו אל אותו המחשב.

כאשר באחד המחשבים ( או באותו המחשב ) כותבים טקסט במוניטור הטורי הראשון ולוחצים על שידור , הארדואינו קולט את הטקסט ושולח אותו למודול ה HC12 שמחובר אליו. המודול משדר בקצב 9600 ביטים בשנייה בתדר 433 מגה הרץ את הטקסט. מודול HC12 שבמחשב השני ( או אפילו באותו המחשב אם משתמשים במחשב אחד ) קולט את הנתון ומעביר אותו אל הארדואינו שכותב את הטקסט במוניטור הטורי.

### הקוד : את הקוד הבא נרשם בכל אחת מ 2 כרטיסי הארדואינו.

עזרה כלים סקיצה ערוך קובץ

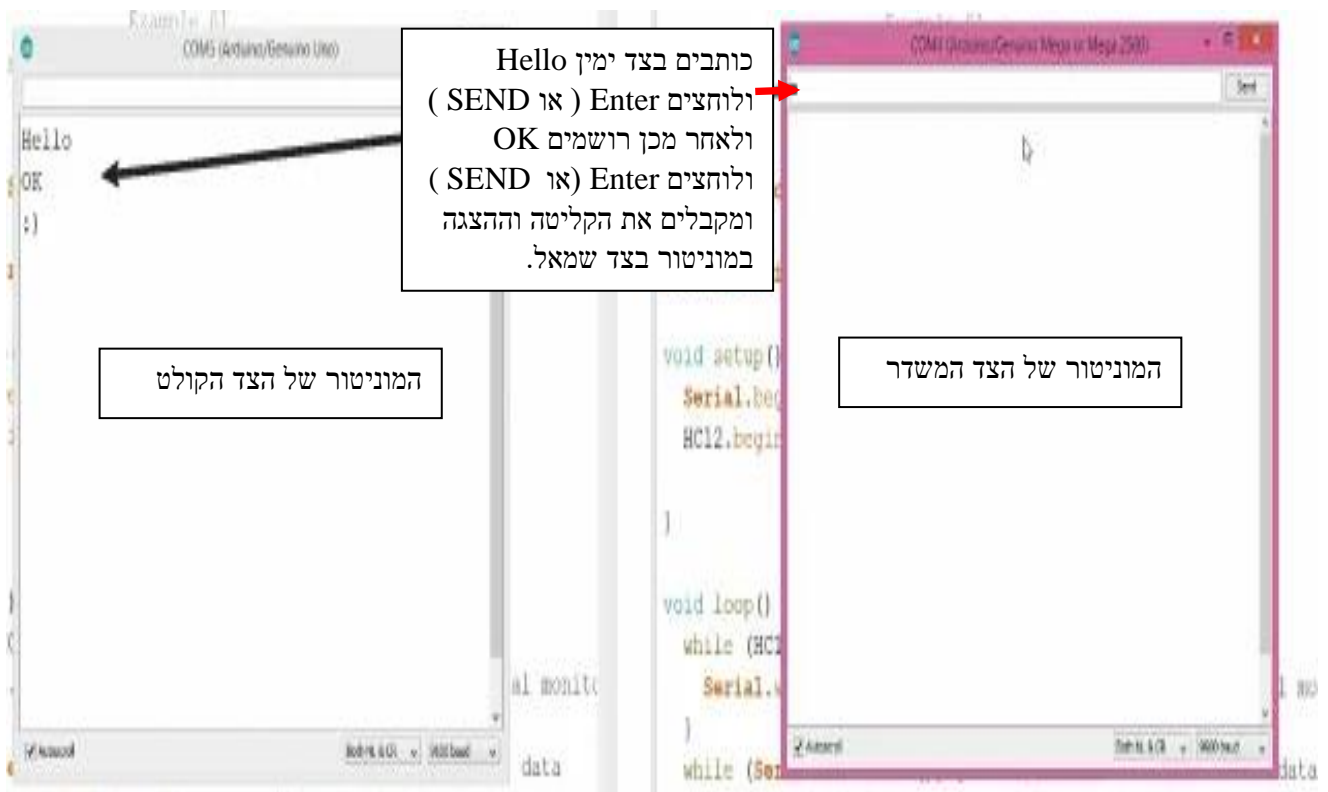
```

1 #include <SoftwareSerial.h> // שימוש בתוכנה המדמה תקשורת טורית
2 SoftwareSerial HC12(10, 11); // rx=10 to txd of HC12, tx=11 to rxd of HC12
3
4 void setup()
5 {
6   Serial.begin(9600); // אתחול קצב התקשורת עם המוניטור הטורי
7   HC12.begin(9600); // אתחול קצב התקשורת של הארדואינו לקצב ברירת המחדל של מודול
8
9 }
10
11 void loop()
12 {
13   while (HC12.available()) ? האם נקלטו נתונים ממודול HC12 //
14   {
15     Serial.write(HC12.read()); // כתיבת הנתון שנקלט למוניטור הטורי
16   }
17   while (Serial.available()) ? האם המשתמש שולח הודעה מהמוניטור הטורי //
18   {
19     HC12.write(Serial.read()); // שליחת הנתון הטורי אל מודול HC12
20   }
21 }
22

```

איור 6 : הקוד הנרשם בכל אחד מכרטיסי הארדואינו.

איך הקוד עובד ? ברגע שאנחנו מקלידים משהו במוניטור הטורי ולוחצים Enter או על לחצן שלח SEND ב Arduino הראשון, הלולאה while עם הפונקציה Serial.available() תהיה TRUE ואז באמצעות הפונקציה HC12.write() נשלח את הנתונים מהצג הטורי למודול HC-12. מודול זה יעביר את הנתונים באופן אלווטי למודול HC-12 השני, כך שבארדואינו השני לולאה ה while עם הפונקציה HC12.available() תהיה TRUE ובאמצעות הפונקציה Serial.write() הנתונים יישלחו לצג הטורי. האיור הבא עוזר להבין את הנאמר:



איור 7 : תקשורת בין 2 המחשבים בעזרת המוניטור טורי. כמובן שניתן להחליף את הצד המשדר והקולט.

## ביבליוגרפיה :

1. האתר של howtomechatronics בקישור :

<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-and-hc-12-long-range-wireless-communication-module/>

2. האתר של allaboutcircuits

<https://www.allaboutcircuits.com/projects/understanding-and-implementing-the-hc-12-wireless-transceiver-module/>

3. דפי נתונים של HC12

[https://gleantronics.ie/data/links/2faa00487bf1c1324432525bba1f4ccc/1613\\_125.pdf](https://gleantronics.ie/data/links/2faa00487bf1c1324432525bba1f4ccc/1613_125.pdf)