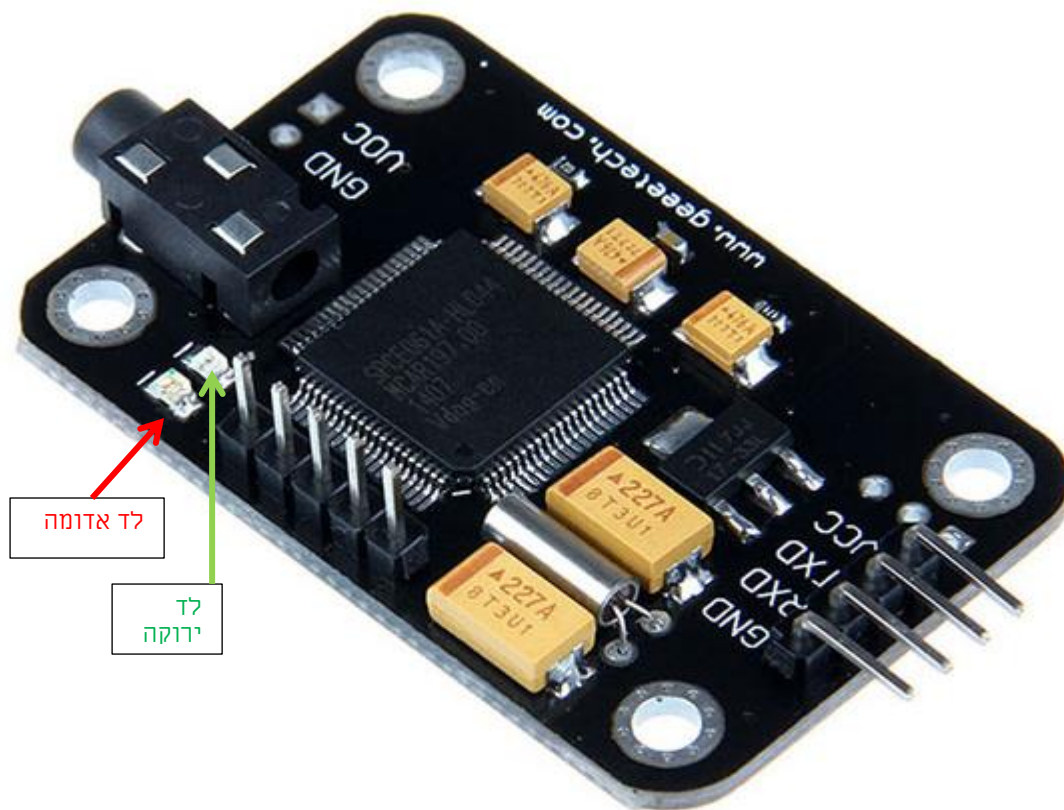


מודול זיהוי דיבור

א. מבוא

מודול זיהוי קול הוא כרטיס "שיודע בדיוק מה אתה אומר". בכרטיס זיהוי דיבור יש חומרה ותוכנה המסוגלים להבין דיבור אנושי. הקלט לכרטיס מגיע ממיקרופון שאליו מדבר המשתמש והפלט הוא בייט (או מספר בייתים) בתקשורת טורית. בעזרת הבייט המתקבל ניתן לשלוט על מערכות נוספות. לדוגמא ניתן לשלוט על מכונית או להפעיל ציוד ביתי בעזרת קול.

נסביר את היחידה הנראית באיור 1 של חברת geetech. מודול כזה עולה בין 20 ל 30 דולר באינטרנט. הוא יודע לזהות 15 פקודות קוליות, כמות המספיקה להרבה יישומים.



איור מספר 1 : מודול זיהוי קול של חברת geetech

המודול מקבל פקודות קונפיגורציה (תצורה – פקודות אתחול שאומרות לו כיצד לעבוד) או פקודות הפעלה דרך הממשק של הפורט הטורי. המודול יכול לשמור 15 הקלטות קוליות (כל הקלטה של 1.4 שנייה). 15 הקלטות קול אלו מחולקות ל 3 קבוצות כשבכל קבוצה 5 תת קבוצות. בהתחלה מקליטים את הודעות הקול קבוצה אחר קבוצה (לא חייבים את כל 3 הקבוצות). לאחר מכן כאשר רוצים שהמערכת תזהה את ההודעות שהקלטנו, נייבא קבוצה אחת עם פקודה טורית מתאימה ואז יהיה זיהוי של 5 הקלטות הקול של קבוצה זו (ניתן לייבא את כל 3 הקבוצות). המודול הוא "speaker independent" או בתרגום פשוט "בלתי תלוי ברמקול", כלומר ישנה אפשרות שכאשר מישוהו אחר – ולא זה שהקליט – אומר את המילה או הביטוי יהיה זיהוי נכון.

ב. מאפיינים של הכרטיס

1. מתח הפעלה : 4.5 – 5.5 V .
2. זרם הפעלה קטן מ 40mA .
3. ממשק דיגיטאלי : UART עם רמות TTL (לא להבר לרמות של RS232 !!) .
4. ממשק אנאלוגי : קונקטור מיקרופון 3.5 מ"מ מונו + מיקרופון מתאים.
5. מידות פיזיות : 30mm * 47.5mm .
6. דיוק זיהוי : 99% בסביבה אידיאלית (ללא רעשי רקע או קולות נוספים בסביבה).

ג. פקודות התקשורת הטורית

ניתן לבצע קונפיגורציה למודול על ידי שידור פקודות דרך הפורט הטורי. הפקודות נשמרות גם כאשר יהיה כיבוי חשמל. הממשק הוא TTL (0 ו 5 וולט) בפורמט הבא : נתון של 8 ביט, ללא ביט זוגיות ועם ביט סיום אחד. ברירת המחדל של קצב התקשורת הוא 9600 baud וניתן לשנות זאת. הפורמט הוא תמיד "Head + Key" (ראש + מקש). Head הוא תמיד 0xaa והוא מודיע שיש תחילת תקשורת (הוא תמיד מופיע בכל תחילת פקודה!) ו Key הוא על פי טבלה מספר 1 :

Key (HEX format)	Description	Respond in Common Mode	Respond in Compact Mode
0x00	Enter into "Waiting" state	"Waiting! n" : successful "ERROR! n" : Instruction error	0xcc : successful 0xe0 : Instruction error
0x01	Delete the instructions of group 1	"Group1 Deleted ! n" : successful "ERROR! n" : Instruction error	0xcc : successful 0xe0 : Instruction error
0x02	Delete the instructions of group 2	"Group2 Deleted ! n" : successful "ERROR! n" : Instruction error	0xcc : successful 0xe0 : Instruction error
0x03	Delete the instructions of group 3	"Group3 Deleted ! n" : successful "ERROR! n" : Instruction error	0xcc : successful 0xe0 : Instruction error
0x04	Delete the instructions of all the 3 groups	"All Groups Deleted ! n " : successful "ERROR! n" : Instruction error	0xcc : successful 0xe0 : Instruction error
0x11	Begin to record instructions of group 1	"ERROR! n" : Instruction error "START n" : Ready for recording, you can speak now "No voice n" : no voice detected "Again n" : Speak the voice instruction again. Do not speak until getting the START message "Too loud n" : Too loud to record "Different n" : voice instruction confirming failed. Voice for the second chance is different with the first one. "Finish one n" : recording one voice instruction successfully "Group1 finished! n" : finish recording group 1	0xe0 : Instruction error 0x40 : Ready for recording, you can speak now 0x41 : no voice detected 0x42 : Speak the voice instruction again. Do not speak until getting the START message 0x43 : Too loud to record 0x44 : voice instruction confirming failed. Voice for the second chance is different with the first one. 0x45 : recording one voice instruction successfully 0x46 : finish recording group 1

0x12	<i>Begin to record instructions of group 2</i>	<p>"ERROR! n" : Instruction error</p> <p>"START n" : Ready for recording, you can speak now</p> <p>"No voice n" : no voice detected</p> <p>"Again n" : Speak the voice instruction again. Do not speak until getting the START message</p> <p>"Too loud n" : Too loud to record</p> <p>"Different n" : voice instruction confirming failed. Voice for the second chance is different with the first one.</p> <p>"Finish one n" : recording one voice instruction successfully</p> <p>"Group2 finished! n" : finish recording group 2</p>	<p>0xe0 : Instruction error</p> <p>0x40 : Ready for recording, you can speak now</p> <p>0x41 : no voice detected</p> <p>0x42 : Speak the voice instruction again. Do not speak until getting the START message</p> <p>0x43 : Too loud to record</p> <p>0x44 : voice instruction confirming failed. Voice for the second chance is different with the first one.</p> <p>0x45 : recording one voice instruction successfully</p> <p>0x47 : finish recording group 2</p>
0x13	<i>Begin to record instructions of group 3</i>	<p>"ERROR! n" : Instruction error</p> <p>"START n" : Ready for recording, you can speak now</p> <p>"No voice n" : no voice detected</p> <p>"Again n" : Speak the voice instruction again. Do not speak until getting the START message</p> <p>"Too loud n" : Too loud to record</p>	<p>0xe0 : Instruction error</p> <p>0x40 : Ready for recording, you can speak now</p> <p>0x41 : no voice detected</p> <p>0x42 : Speak the voice instruction again. Do not speak until getting the START message</p>
		<p>"Different n" : voice instruction confirming failed. Voice for the second chance is different with the first one.</p> <p>"Finish one n" : recording one voice instruction successfully</p> <p>"Group3 finished! n" : finish recording group 3</p>	<p>0x43 : Too loud to record</p> <p>0x44 : voice instruction confirming failed. Voice for the second chance is different with the first one.</p> <p>0x45 : recording one voice instruction successfully</p> <p>0x48 : finish recording group 3</p>
0x21	<i>Import group 1 and be ready for voice instruction</i>	<p>"Group1 Imported ! n" : Successful</p> <p>"ERROR! n" : Instruction error</p> <p>"Import failed ! n" : Importing voice group failed</p>	<p>0xcc : Successful</p> <p>0xe0 : Instruction error</p> <p>0xe1 : Importing voice group failed</p>
0x22	<i>Import group 2 and be ready for voice instruction</i>	<p>"Group2 Imported ! n" : Successful</p> <p>"ERROR! n" : Instruction error</p> <p>"Import failed ! n" : Importing voice group failed</p>	<p>0xcc : Successful</p> <p>0xe0 : Instruction error</p> <p>0xe1 : Importing voice group failed</p>
0x23	<i>Import group 3 and be ready for voice instruction</i>	<p>"Group3 Imported ! n" : Successful</p> <p>"ERROR! n" : Instruction error</p> <p>"Import failed ! n" : Importing voice group failed</p>	<p>0xcc : Successful</p> <p>0xe0 : Instruction error</p> <p>0xe1 : Importing voice group failed</p>

0x24	Query the recorded group	<i>"Used group:0\n" : No group is recorded</i> <i>"Used group:1\n" : Group 1 is recorded</i> <i>"Used group:2\n" : Group 2 is recorded</i> <i>"Used group:3\n" : Group 3 is recorded</i> <i>"Used group:12\n" : Group 1 and Group 2 are recorded</i> <i>"Used group:13\n" : Group 1 and Group 3 are recorded</i> <i>"Used group:23\n" : Group 2 and Group 3 are recorded</i> <i>"Used group:123\n" : All the 3 groups are recorded</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	<i>0x00 : No group is recorded</i> <i>0x01 : Group 1 is recorded</i> <i>0x02 : Group 2 is recorded</i> <i>0x04 : Group 3 is recorded</i> <i>0x03 : Group 1 and Group 2 are recorded</i> <i>0x05 : Group 1 and Group 3 are recorded</i> <i>0x06 : Group 2 and Group 3 are recorded</i> <i>0x07 : All the 3 groups are recorded</i> <i>0xe0 : Instruction error</i>
0x31	Change the baud rate to 2400bps	<i>"Baud: 2400\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	<i>0xcc : successful</i> <i>0xe0 : Instruction error</i>
0x32	Change the baud rate to 4800bps	<i>"Baud: 4800\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	
0x33	Change the baud rate to 9600bps	<i>"Baud: 9600\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	
0x34	Change the baud rate to 19200bps	<i>"Baud: 19200\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	
0x35	Change the baud rate to 38400bps	<i>"Baud: 38400\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	
0x36	Switch to Common Mode	<i>"Common Mode\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	
0x37	Switch to Compact Mode	<i>"Compact Mode\n" : Successful</i> <i>"ERROR! \n" : Instruction error</i>	
0xbb	Query version information	Version information	

טבלה מספר 1 - פקודות ה Key

בטבלה מספר 1 יש 4 עמודות. העמודה השמאלית היא מהו הערך של ה Key בערך הקסה דצימלי. העמודה הבאה היא תיאור של מה עושה הפקודה. העמודה השלישית אומרת כיצד המודול מגיב (עונה בחזרה) כאשר הוא פועל באופן תקשורת משותף - Common Mode והעמודה האחרונה היא התגובה באופן Compact Mode (דחוס/מרוכז).

דוגמא : אם רוצים לשנות את קצב התקשורת הטורית ל 38400 באוד אז הפקודה שנשלח היא : 0xaa35. 0xaa הוא ה Head (התחלת תקשורת טורית) וה 0x35 (ראה שורה רביעית מלמטה בטבלה בעמוד כאן) אומר שמשנים את התקשורת לקצב 38400 ביטים בשנייה (bits per second – bps).

ההבדל העיקרי בין אופני העבודה בתקשורת Compact ותקשורת Common הוא כיצד המודול מגיב למה ששלחנו, כלומר מהי ההודעה שהוא מחזיר. במצב Common Mode מוחזרת מחרוזת – string - ארוכה ובמצב Compact מוחזר בייט – Byte .

דוגמא : כאשר נשלח את הפקודה : 0xaa04 למחיקת כל הפקודות הקוליות בכל 3 הקבוצות אז באופן Common Mode יחזיר המודול את המחרוזת : " \n All Groups Deleted " אם הפעולה הצליחה או " \n ERROR! " אם הפקודה נכשלה.
במצב Compact הוא יחזיר את הבייט 0xcc אם האומר שהפעולה הצליחה או 0xe0 אם הפעולה נכשלה.

1.ג הפעלה ראשונית

בהפעלה ראשונית יש לבצע קונפיגורציה לפי השלבים הבאים :

1. בחירת קצב התקשורת הטורית (לא חובה - ברירת המחזל 9600 ביטים בשנייה ולא חייבים לתת קצב אחר) .
2. בחירת אופן התקשורת Common או Compact .
3. הקלטה של 5 פקודות קוליות של הקבוצה הראשונה (או השנייה או השלישית) .
4. ייבוא של הקבוצה שרוצים להשתמש (יש זיהוי של 5 פקודות קוליות בקבוצה אחת באותו הזמן) .
אחרי סט ההוראות האלו ניתן לדבר או לשלוח פקודה קולית למודול. אם היא תזוהה בהצלחה אז נקבל דרך התקשורת הטורית תשובה בפורמט הבא : מספר הקבוצה (group number) + מספר הפקודה (command number) .

דוגמא : אם התשובה החוזרת היא 0x11 (עובדים בתקשורת Compact) זה אומר שזוהתה הפקודה הקולית הראשונה של קבוצה 1 .

הערה : בכל פעם שמבצעים הקלטה אחרי הפעלת חשמל צריך לייבא את הקבוצה לפני שנותנים למודול לזוהת הודעות קוליות. אם לא צריך להקליט משהו חדש אז יש לייבא את הקבוצה או הקבוצות הרצויות.

ד. מה מציינים הלדים שבכרטיס ?

בכרטיס 2 לדים (ראה איור מספר 1): אדומה וירוקה . הן עוזרות לדעת מהו המצב שבו עובד כרטיס.

1.ד בהקלטה :

1. חייווי (ציון) הקלטה : הלד האדומה D1 מהבהבת 3 פעמים בתוך 600 מילי שניות ואז היא נכבית ל 400 מילי שניות ואז מהבהבת 4 פעמים בתוך 600 מילי שניות. עכשיו החיווי של הקלטה מסתיים.
2. התחל דיבור – הלד האדומה D1 לא דולקת לזמן של 400 מילי שניות ואז נדלקת. הקול מוקלט בזמן שהלד דולקת.
3. הקלטה מוצלחת של הודעה קולית בפעם הראשונה : הלד האדומה D1 לא דולקת. הלד הירוקה D2 דולקת לזמן של 300 מילי שניות.
4. הקלטה מוצלחת של הודעה קולית בפעם הראשונה : הלד האדומה D1 לא דולקת. הלד הירוקה D2 דולקת לזמן של 700 מילי שניות.
5. הקלטה נכשלה : הלד הירוקה D2 מהבהבת 4 פעמים בתוך 600 מילי שניות. כישלון בהקלטה קורה במקרים שבהם התגלו 2 פקודות שמע לא תואמות , או שהשמע ארוך מידי , או שאין שמע. יש להתחיל את תהליך ההקלטה לפקודה זו.

2. ד אופן המתנה

בזמן המתנה – **waiting mode** - הלבד הירוקה D2 לא דולקת והלבד האדומה D1 מהבהבת בקצב מהיר של 5 פעמים בשנייה כאשר 80 אלפיות שנייה מכל 200 מילי שניות היא דולקת. במצב זה אין זיהוי של הודעות קוליות אלא המתנה לפקודות של תקשורת טורית.

3. ד – זיהוי

בזיהוי הלבד הירוקה D2 בחושך והלבד האדומה D1 מהבהבת בקצב איטי. היא דולקת לזמן של 100 מילי שניות כל 1500 מילי שניות. במצב זה המודול מעבד את הקול שנקלט ואם יש התאמה היא תתקבל מידית דרך התקשורת הטורית.

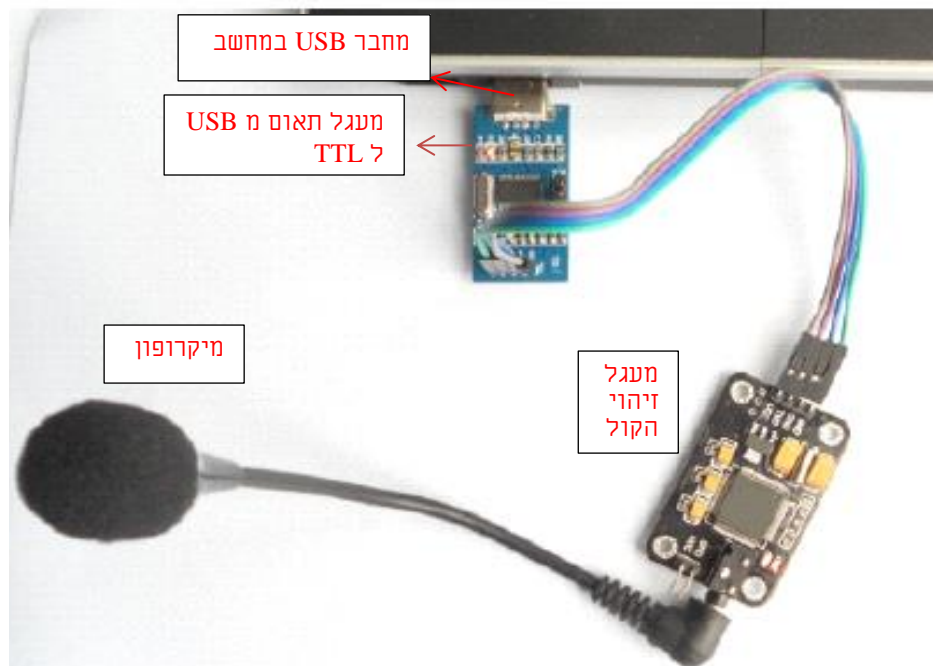
הערה : באופן מעשי קשה לעבוד בזמן ההקלטה עם הלבדים. עדיף לקרוא על המחשב את המצב הנוכחי כפי שיוסבר בהמשך.

ה. הקלטה

לפני השימוש בכרטיס יש להקליט אליו פקודות קוליות. לכל פקודה קולית יש אורך מקסימאלי של 1300 מילי שניות שמבטיח שניתן להקליט את רוב המילים. כאשר התחלנו להקליט לא ניתן להפסיק את תהליך ההקלטה עד שסיימנו להקליט את כל 5 הפקודות הקוליות של הקבוצה. בזמן ההקלטה נמחק כל התוכן הקודם של אותה הקבוצה. בזמן הקלטה הכרטיס איננו עונה לפקודות תקשורת טורית אחרות.

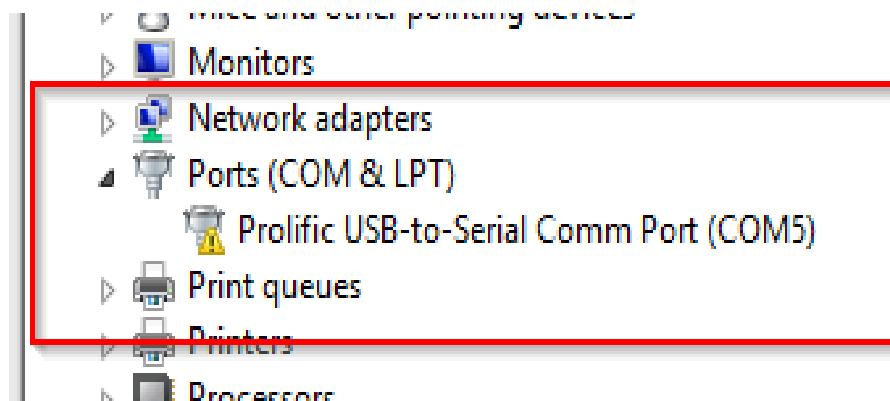
1. דוגמא להקלטה

בתמונה מספר 1 מתואר מעגל הקלטה עם הכרטיס ומעגל תאום המעביר מ USB ל TTL . את מעגל התאום ניתן להשיג באינטרנט בדולרים בודדים.



תמונה מספר 1 : מעגל ההקלטה

הערה: עבור גרסאות windows שונות ועבור 32 או 64 ביט יש להתקין את הדרייבר המתאים עבור המתאם מ USB ל TTL. אם מקבלים במסך מנהל ההתקנים של לוח הבקרה במחשב את ההודעה הבאה עם משולש צהוב וסימן קריאה זה אומר שיש בעיה בדרייבר ולא נוכל לבצע הקלטות !!



באתר

<http://www.totalcardiagnostics.com/support/Knowledgebase/Article/View/92/20/prolific-usb-to-serial-fix-official-solution-to-code-10-error>

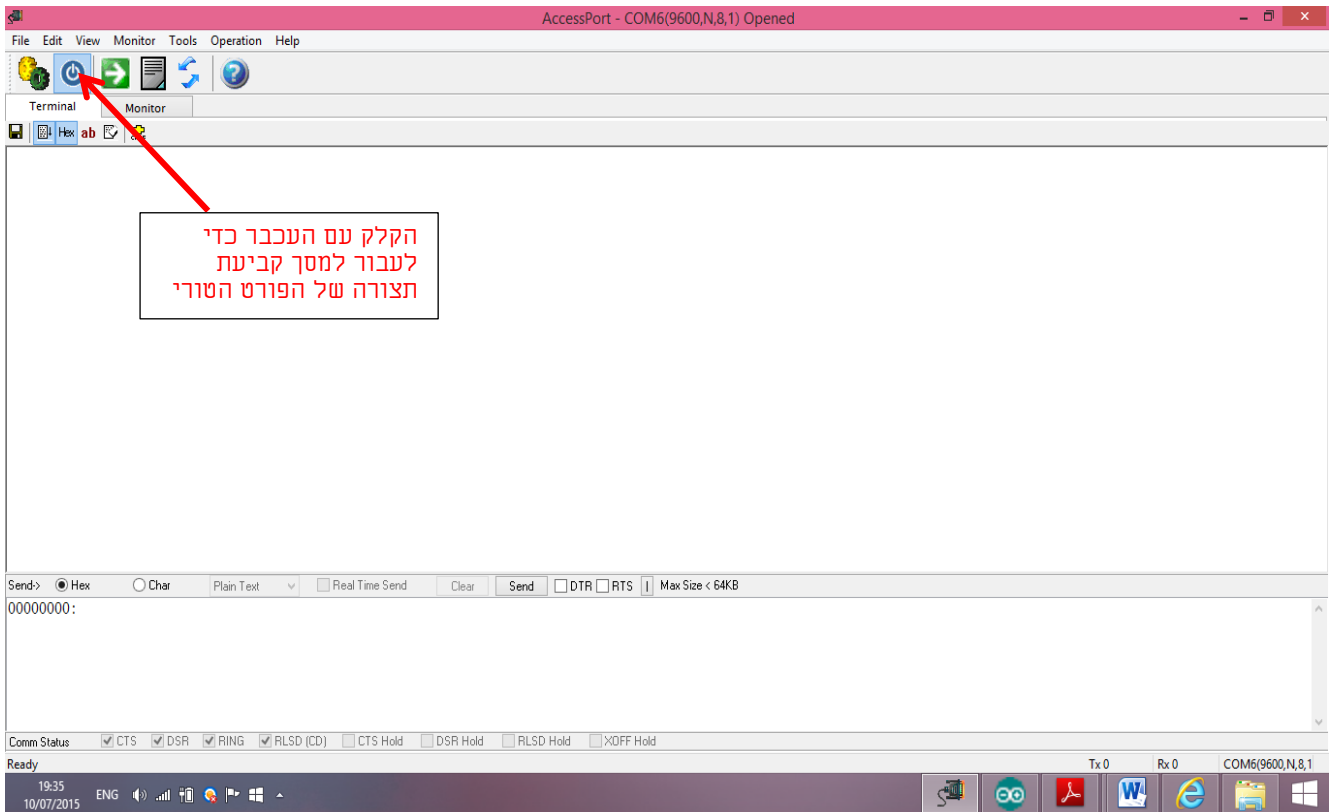
ניתן למצוא הסבר על התקלה ואיך לפתור אותה. רק אחרי טעינת הדרייבר המתאים נוכל לבצע הקלטות.

ניעזר בתוכנה הנקראת **AccessPort** שנותנת למשתמש להתקשר לפורט הטורי של המחשב בצורה קלה. את התוכנה ניתן להוריד בחינם באתר : <http://www.sudt.com/en/ap/download.htm> . יש להוריד את הגרסה המתאימה למערכת ההפעלה שבמחשב שלך.

החיבור בין מעגל התאום מ USB ל TTL לכרטיס זיהוי הקול:

יש לחבר 4 חיבורים בצורה הבאה : א. חוט של ה 5 וולט ב. חוט האדמה ג. קו ה TX בכרטיס המתאם ל RX בכרטיס זיהוי הקול ד. קו RX בכרטיס המתאם ל TX בכרטיס זיהוי הקול. ברגע שהכרטיסים חוברו והכרטיס המתאם הוכנס ל USB הלד האדומה בכרטיס הזיהוי תהבהב.

נפעיל את התכנית AccessPort ונקבל את המסך שבתמונה 2 :

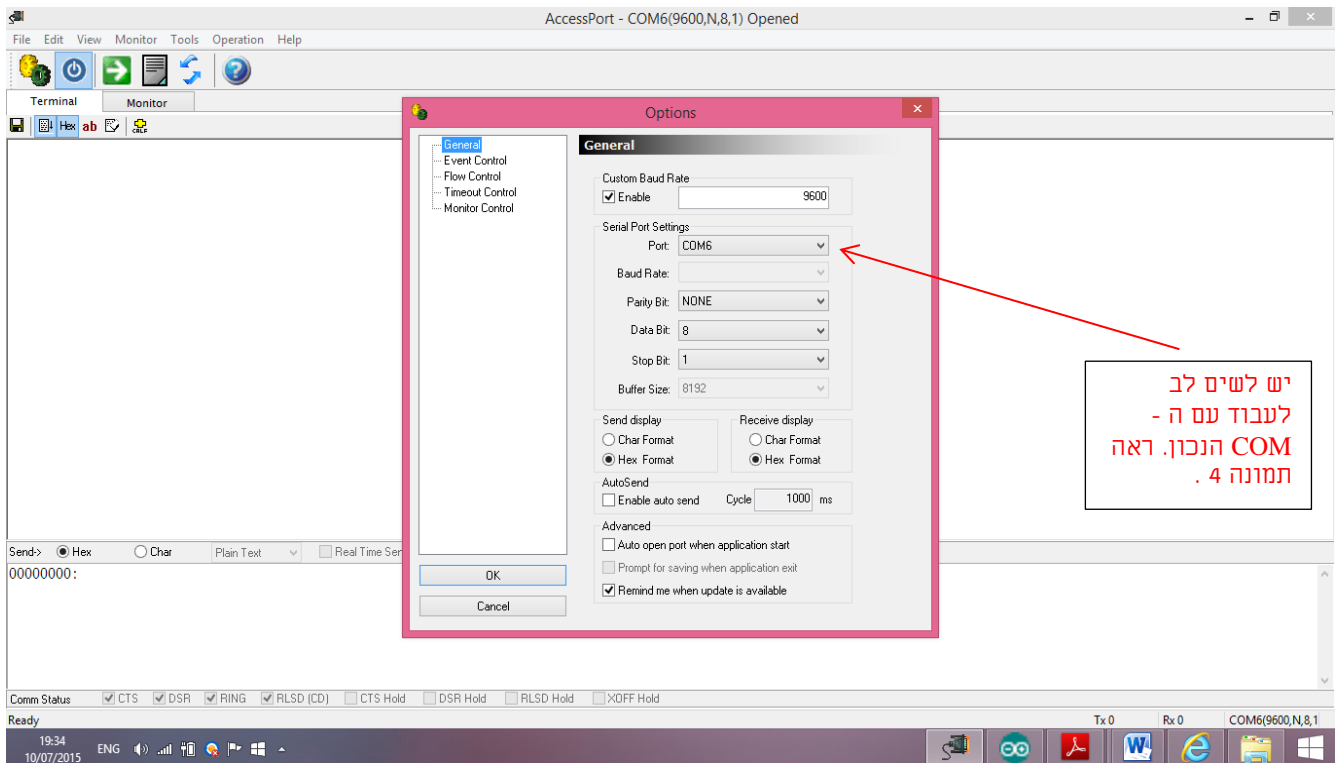


תמונה 2 : מסך התכנית AccessPort

נקליק עם העכבר על האובייקט של 2 גלגלי השיניים שנמצא למעלה מצד שמאל ומסומן בעזרת חץ ונקבל את המסך שבתמונה 3 . נשנה את הנתונים במסך לפי הנאמר בסעיף ה.1.א .

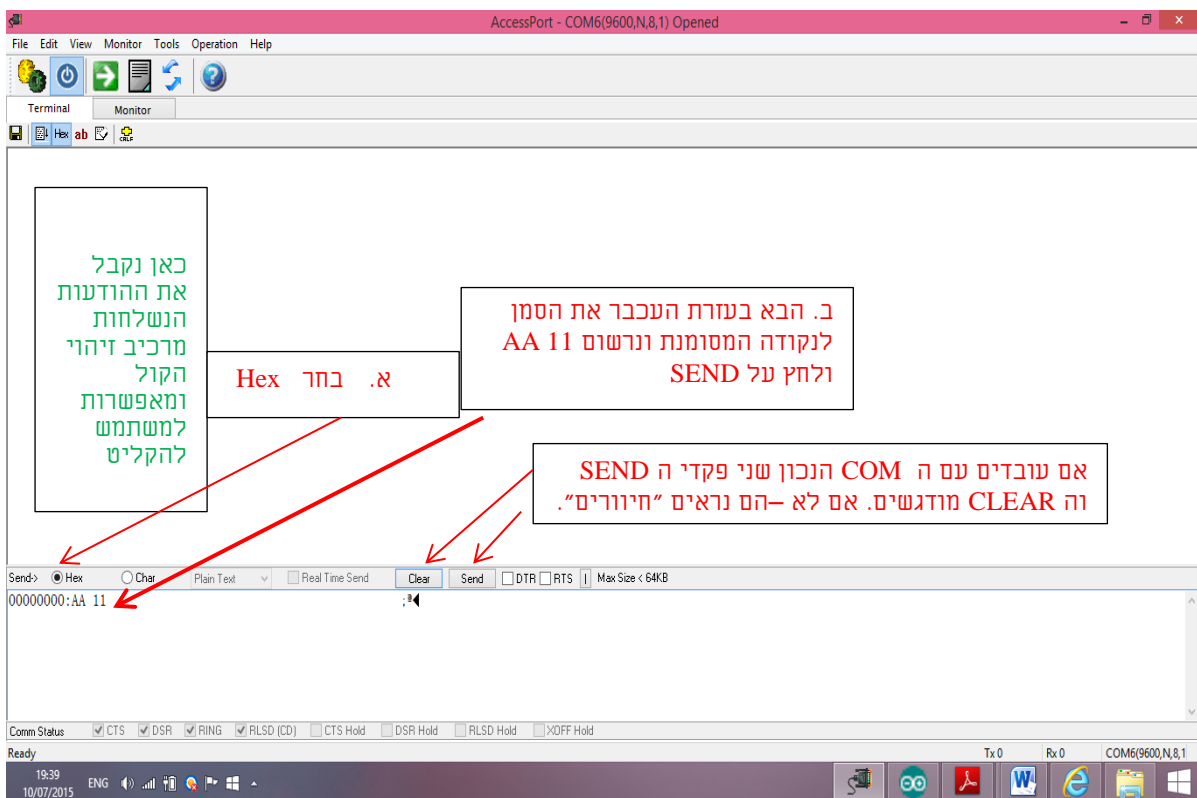
ה.1.א קביעת העבודה עם פורט התקשורת הטורית

1. קצב תקשורת 9600 . (Baud :9600).
2. ללא ביט זוגיות. (Parity:None)
3. נתון של 8 ביט. (Data bit:8)
4. ביט סיום אחד (Stop bit:1)
5. שליחת נתון ב הקסה דצימלי . Send format:Hex
6. האות הנקלט הוא תווי. (Receive format: Char)



תמונה 3 : קביעת העבודה עם פורט התקשורת הטורית

נלחץ על פקד OK בצד שמאל למטה ונחזור בחזרה למסך שבתמונה 2.
במסך זה נבצע את הדברים המוסברים בתמונה מספר 4



תמונה מספר 4 : מסך ההפעלה

בזמן ההקלטה הכרטיס מבקש מהמשתמש להקליט כל הודעה **פעמיים**. מרגע ששידרנו בעזרת הפקד SEND את הפקודה AA 11 האומר שרוצים להקליט 5 הודעות עבור הקבוצה הראשונה, כרטיס זיהוי הקול שולח הודעות למשתמש מה הפעולה שהוא צריך לבצע. כאשר עובדים באופן עבודה COMPACT ההודעות שניתן לקבל הן :

- START** - השמע את ההודעה הקולית שאתה רוצה
- Again** - חזור. כאשר יופיע שוב START יש לחזור ולהשמיע שוב את ההודעה
- Finish one** - הסתיימה אחת ההקלטות של ההודעה הקולית. בסיום כל אחת מ 5 ההקלטות של הקבוצה מופיעה ההודעה הזו .
- Group1 finished** - בסיום הקלטת כל 5 ההודעות של קבוצה מספר 1 תופיע ההודעה של סיום קבוצה 1
- No voice** - אין הקלטה – אם היינו אמורים להשמיע הודעה ובזמן שהיינו אמורים לדבר ולהקליט לא השמענו שום הודעה. מיד אחרי הודעה זו נקבל שוב START
- Different** - כאשר מקליטים פעם שנייה את אותה ההודעה והיא שונה מהראשונה.

אם ההקלטה מתבצעת בראוי אז נקבל את ההודעות הבאות :

START

המשתמש אומר את המילה הרצויה

Again

היכון לחזור על המילה הקודמת

START

המשתמש חוזר על המילה הקודמת

Finish one

הכרטיס אומר שהסתיימה הקלטת המילה הראשונה

START

המשתמש אומר את המילה הרצויה

Again

היכון לחזור על המילה הקודמת

START

המשתמש חוזר על המילה הקודמת

Finish one

הכרטיס אומר שהסתיימה הקלטת המילה הבאה

START

המשתמש אומר את המילה הרצויה

Again

היכון לחזור על המילה הקודמת

START

המשתמש חוזר על המילה הקודמת

Finish one

הכרטיס אומר שהסתיימה הקלטת המילה הבאה

START

המשתמש אומר את המילה הרצויה

Again

היכון לחזור על המילה הקודמת

START

המשתמש חוזר על המילה הקודמת

Finish one

הכרטיס אומר שהסתיימה הקלטת המילה הבאה

START

המשתמש אומר את המילה הרצויה

Again

היכון לחזור על המילה הקודמת

START

המשתמש חוזר על המילה הקודמת

Finish one

הכרטיס אומר שהסתיימה הקלטת המילה הבאה

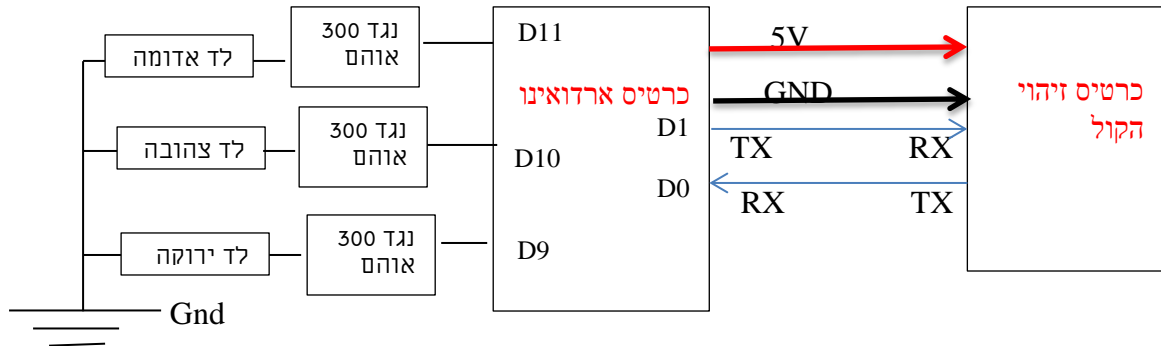
Group1 finished

הסתיימה ההקלטה של כל 5 המילים של קבוצה אחת.

עכשיו המשתמש יכול להקליט את 5 המילים עבור קבוצה מספר 2 על ידי שליחת הפקודה : AA 12
ושוב נקבל את אותן ההודעות (חוץ מההודעה הסופית שהסתיימה הקלטת קבוצה 2).
עבור הדוגמא שניתן בסעיף הבא הקלטנו את המילים : 1. "חושך" 2. "אדום" , 3. "צהוב" 4. "ירוק"
5. "כולן",
ניתן להקליט את כל 3 הקבוצות אחת אחרי השנייה או רק אחת מהקבוצות.

ה.2 דוגמא : הדלקת לדים בעזרת פקודות קוליות

בדוגמא הקודמת הקלטנו לקבוצה 1 את ההודעות: 1. "חושך" 2. "אדום" , 3. "צהוב" 4. "ירוק"
 5. "כולן", ונפעיל/נכבה 3 לדים בהתאם לפקודות שנשמיע.
 לשם כך נחבר את כרטיס זיהוי הקול לארדואינו אוננו (או כל כרטיס ארדואינו אחר) כאשר צורת החיבור
 נראית באיור מספר 2 :



איור מספר 2

התכנית תיראה כך :

```
int red = 11; // הLED האדומה מתחברת להדק דיגיטאלי 11 בכרטיס הארדואינו
int yellow = 10; // הLED הצהובה מתחברת להדק דיגיטאלי מספר 10 בכרטיס הארדואינו
int green = 9; // הLED הירוקה מתחברת להדק דיגיטאלי 9 בכרטיס הארדואינו
byte com = 0; // הבייט שיחזור מכרטיס זיהוי הקול
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // אתחול התקשורת הטורית לקצב 9600
  pinMode(red, OUTPUT); // קביעת מצב ההדק שבו הLED האדומה כפלט
  pinMode(yellow, OUTPUT); // קביעת מצב ההדק שבו הLED הצהובה כפלט
  pinMode(green, OUTPUT); // קביעת מצב ההדק שבו הLED הירוקה כפלט
  // בדיקה שכל הLEDים מחוברות נכון - הדלקה וכיבוי שלהן
  digitalWrite(red,1);
  digitalWrite(yellow, 1);
  digitalWrite(green, 1);
  delay(1000);
  digitalWrite(red,0);
  digitalWrite(yellow, 0);
  digitalWrite(green, 0);
}
```

```
Serial.write(0xAA); // ( Head) שליחת הודעה לכרטיס הקול ששולחים לו פקודה
Serial.write(0x37); // Compact "מרוכז" לכרטיס לעבוד במצב
delay(1000); // השהייה של שנייה
Serial.write(0xAA); // ( Head) שליחת הודעה לכרטיס הקול ששולחים לו פקודה
Serial.write(0x21); // פקודה לכרטיס לייבא את קבוצה 1 ולהיות מוכן לפקודה קולית
}
void loop()
{
  while (Serial.available()) // כאשר נקלט תו בתקשורת טורית
  {
    com = Serial.read(); // com הכנסת התו שהתקבל בתקשורת טורית למשתנה
    switch (com) // האם התו שהתקבל הוא : ?
    {
      case 0x11: // האם הכרטיס זיהה שאמרנו "חושך"
      {
        digitalWrite(red, 0); // כיבוי הLED האדומה
        digitalWrite(yellow, 0); // כיבוי הLED הצהובה
        digitalWrite(green, 0); // כיבוי הLED הירוקה
      }
      break;
      case 0x12: // האם הכרטיס זיהה שאמרנו "אדום"
      {
        digitalWrite(red, 1); // הדלקת הLED האדומה
        digitalWrite(yellow, 0);
        digitalWrite(green, 0);
      }
      break;
      case 0x13: // האם הכרטיס זיהה שאמרנו "צהוב"
      {
        digitalWrite(red, 0); // כיבוי הLED האדומה
        digitalWrite(yellow, 1);
        digitalWrite(green, 0);
      }
      break;
    }
  }
}
```

```
case 0x14: // האם הכרטיס זיהה שאמרנו "ירוק"
{
    digitalWrite(red, 0); // כיבוי הLED האדום
    digitalWrite(yellow, 0);
    digitalWrite(green, 1);
}
break;
case 0x15: // האם הכרטיס זיהה שאמרנו "כולן"
{
    digitalWrite(red,1);
    digitalWrite(yellow, 1);
    digitalWrite(green, 1);
}
break;
}
}
```