

# רכיב דיבור ISD-4003

הרכיב ISD 4003 הוא רכיב השייך למשפחה של רכיבי הקלטה השמעה של חברה בשם CHIP CORDER. החברה שייכת היום לחברת WINBOND. במשפחה יש רכיבי קול מסדרות שונות. חלקם נשלטים ע"י מפסקים של הקלטה/ השמעה וחלקם יכולים להתחבר בצורה מקבילית או טורית אל מיקרו פרוססורים או מיקרו בקרים. הרכיבים השייכים למשפחה ISD 4003 מתחברים בצורה טורית והם בעלי יכולת הקלטה והשמעה של אות שמע מ 4 ועד 8 דקות. הרכיבים במשפחה ISD 4004 מתחברים גם הם בצורה טורית אל מיקרו והם בעלי זמן הקלטה/השמעה של עד 16 דקות.

## תכונות הרכיב

הרכיב ISD4003 הינו רכיב דיבור שבעזרתו ניתן להקליט ולהשמיע הודעות באיכות גבוהה. משך זמן ההקלטה 5 דקות. בין הרכיב למעבד יש תקשורת טורית, באמצעותה מקליטים או משמיעים את ההודעות המוקלטות.

הרכיב עובד עם מתח של 3V.

הרכיב שייך למשפחת CMOS והוא כולל בתוכו מתנד, מסננים, מערך השתקה אוטומטי, מגבר שמע, ומערך זיכרון FLASH רב דרגתי.

הרכיב תוכנן לעבוד עם מיקרופרוססור ומיקרו בקרים בתקשורת טורית סינכרונית הנקראת SPI - Serial Peripheral Interface מישק היקפי טורי או בתקשורת הנקראת MSI - Microwire Serial Interface - מישק היקפי חוט זעיר. התקשורת הטורית מפחיתה את כמות הרגליים של הרכיב.

ההקלטות נשמרות ברכיב ללא צורך בהספקת מתח מכיוון שהרכיב משתמש בזיכרון לא נדיף. כך אנו יכולים לשמור הודעות על הרכיב בלי לחשוש שהן ייעלמו עם הפסקת המתח לרכיב. היצרן מבטיח שהמידע יישמר ברכיב בתקופת זמן של עד 100 שנה ללא מקור מתח.

תצרוכת הזרם של הרכיב נמוכה. הזרם הנצרך מהספק הוא 15 ma בזמן השמעה ו 25 ma בזמן הקלטה. בזמן stand by כ 1 מיקרו אמפר.

100000 אפשרויות הקלטה.

איכות השמע של הרכיב היא טבעית לחלוטין מכיוון משהמידע אינו נדחס, האחסון האנלוגי שלו הוא ישיר ולכן הוא מאפשר שחזור צלילים, קולות, טונים ואפקטים בצורה טבעית.

ברכיב ישנן 2 מערכות העובדות במשולב.

- א. מערכת אנלוגית האחראית על אות הדיבור המוקלט ועל אות הדיבור שיוצא.
- ב. מערכת דיגיטאלית הדוגמת את האות ושומרת אותו במערך הזיכרון הבלתי נדיף.

סידרת הרכיבים ISD 4003 שייכת לרכיבי הקלטה/השמעה לזמנים של 4, 5, 6, 8 דקות. לכולם אותו נפח זיכרון אבל תדר הדגימה והמסננות בתוך הרכיב שונות.

הסיומת שנמצאת בהדפסה שעל הרכיב קובעת את זמן ההקלטה/השמעה כנראה בטבלה הבאה:

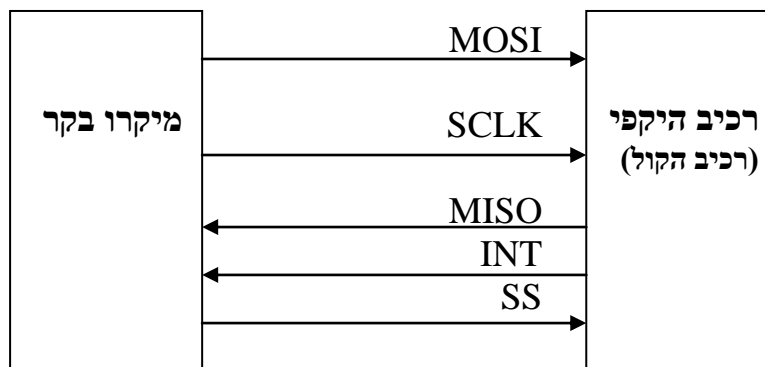
Table: ISD4003 Series Summary

שם הרכיב	זמן הקלטה בדקות	קצב דגימה	רוחב הפס של המסננת
ISD4003-04M	4.0	8.0	3.4
ISD4003-05M	5.0	6.4	2.7
ISD4003-06M	6.0	5.3	2.3
ISD4003-08M	8.0	4.0	1.7

ניתן לראות שההבדל בין הרכיבים הוא תדר הדגימה שבו דוגמים את הקול ותדר המסננות הפנימיות המעבירות את אות השמע להקלטה. ניתן להבין שברכיב ל 4 דקות הקלטה/השמעה, איכות הקול תהיה הטובה מבין 4 הרכיבים שבמשפחה כי תדר הדגימה הוא הגבוה ביותר.

### תקשורת SPI - Serial Peripheral Interface ממשיק טורי היקפי

זוהי צורת תקשורת טורית דו כיוונית בין מחשב (MASTER) ורכיב היקפי (SLAVE) הכוללת 5 קווים. הקווים נראים בשרטוט הבא:



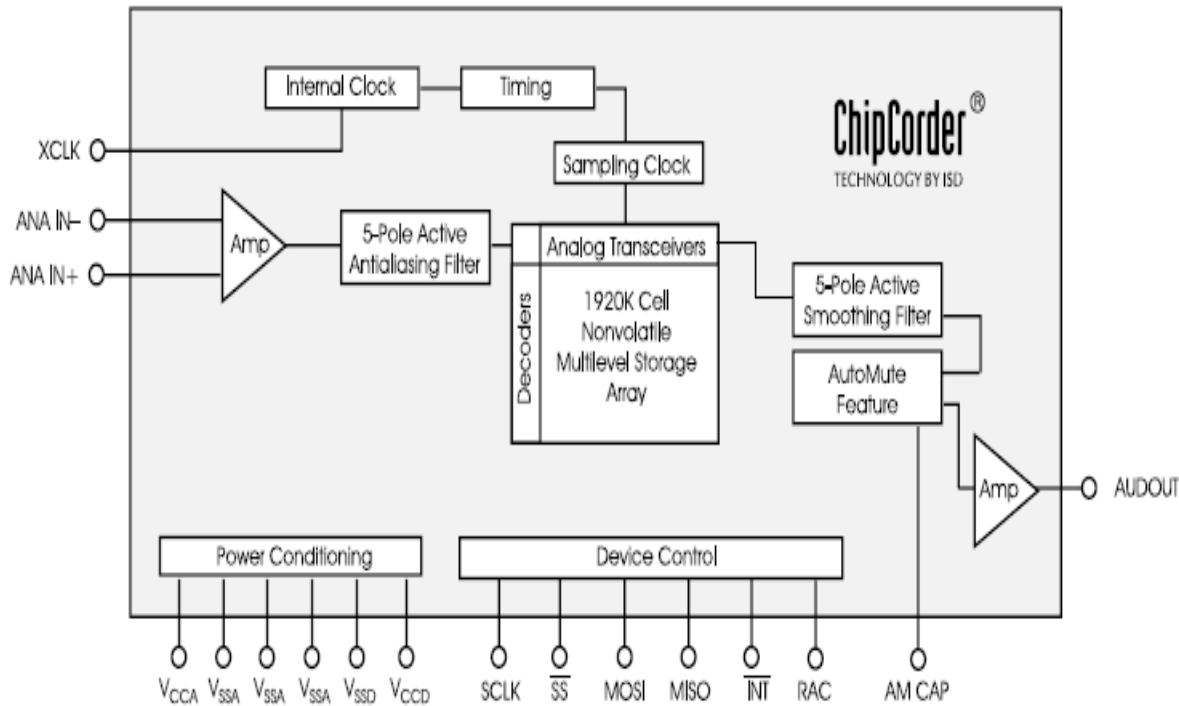
**MOSI** - Master Out Slave In - יציאת אדון (המיקרו בקר) כניסת עבד (רכיב היקפי). יציאת הנתון הטורי מהמיקרו אל הרכיב ההיקפי.

**SCLK** - Serial CLock - השעון הטורי המתזמן את כניסת הנתון הטורי אל הרכיב ההיקפי.  
**MISO** - Master In Slave Out - כניסת אדון יציאת עבד. זוהי כניסת הנתון הטורי הנשלח מהרכיב ההיקפי אל המיקרו.

**INT** - Interrupt - בעזרת רגל זו מודיע הרכיב למיקרו שהסתיימה ההודעה או שהגענו לסוף הזיכרון.

**SS** - Slave Select - בחירת עבד. בעזרת רגל זו מודיע המיקרו לרכיב שהוא פעיל. הרכיב פעיל בנמוך.

Figure: ISD4003 Series Block Diagram

הסבר דיאגרמת המלבנים

בצד שמאל למעלה רואים את מתנד השעון הפנימי – **INTERNAL CLOCK**. היצרן ממליץ לחבר את רגל **XCLK** לאדמה ואז השעון הפנימי הוא המפעיל את המערכת (הסבר נוסף בתיאור רגלי הרכיב שבהמשך).

פולסי השעון מגיעים למערכת התזמון **TIMING**. זוהי המערכת המתזמנת את כל פעולות הרכיב. ממנה יוצאים פולסי דגימת שעון – **SAMPLING CLOCK** אשר דוגמים את האות האנלוגי המגיע מהמשדרים/מקלטים האנלוגיים – **ANALOG TRANSCEIVERS**. המקלט האנלוגי הוא מערכת ההגברה האנלוגית והמסננות לאות השמע הנכנס מהמיקרופון ונשמר במערך התאים הלא נדיף.

המשדר האנלוגי הוא המערכת המוציאה את הבתים ממערך הזיכרון אל מגבר היציאה דרך מסננות היציאה.

מערך הזיכרון של 1920 קילו תאים נקרא :

**1920K CELL NONVOLATILE MULTILEVEL STORAGE ARRAY** - זהו מערך של תאים המסודר בתוך 1200 שורות. השמירה היא אנלוגית על פי פטנט של יצרן הרכיב. הפנייה לכל שורה מתבצעת בעזרת מפענח **DECODER**.

המפענח דואג לפנות לתא המסוים בשורה הנכונה ולשמור שם את הדגימה הנקלטת או להוציא את הדגימה מהתא שבשורה הנכונה החוצה.

אות השמע נכנס למגבר שרת – **AMP**. הכניסות הפרשיות כדי לבטל השפעה של רעש. ( כזכור רעש "מתלבש" על שתי הכניסות באותו מופע ולכן ההפרש שלהם יהיה אפס).

האות מהמגבר עובר אל מסננת **5 POLE ACTIVE ANTIALIASING FILTER** - זוהי מסננת אקטיבית הדואגת לכניסה של תדרי **דיבור** בלבד למערכת. וחוסמת תדרים מעל או מתחת תדרים אלו.

אות הדיבור נדגם ע"י מערכת הדגימה ונשמר בתא כלשהו בשורה מסוימת הנקבעים ע"י המפענח. המיקום - השורה - שבה נשמר האות בזמן ההקלטה נקבע בעזרת הפקודות שנשלחות אל הרכיב. כאשר נרצה לשמוע את ההקלטות, נשלח פקודת הוצאה משורה מסוימת ואז האות שנשמר בתאים יוצא אל מסננת החלקה אקטיבית בעלת 5 קטבים - **5 POLE ACTIVE SMOOTHING FILTER** שתפקידה לדאוג "להחליק" את הדגימות הבדידות שיוצאות מהזיכרון וכמו כן לדאוג שרק תדר הדיבור ולא תדר הדגימה או רעשים יעברו לכיוון היציאה.

האות המשוחזר עובר דרך מערכת השתקה אוטומטית - **AUTOMUTE FEATURE**. מערכת זו דואגת שרק אות מעל רמה מסוימת יצא מהמערכת. לדוגמא את אותם קטעים שבזמן ההקלטה, בקטעים שאין דיבור, המערכת משתיקה ולא מוציאה החוצה. בעזרת קבל המתחבר לרגל **AM CAP**, קובעים את רמת האות שבה תתבצע ההשתקה.

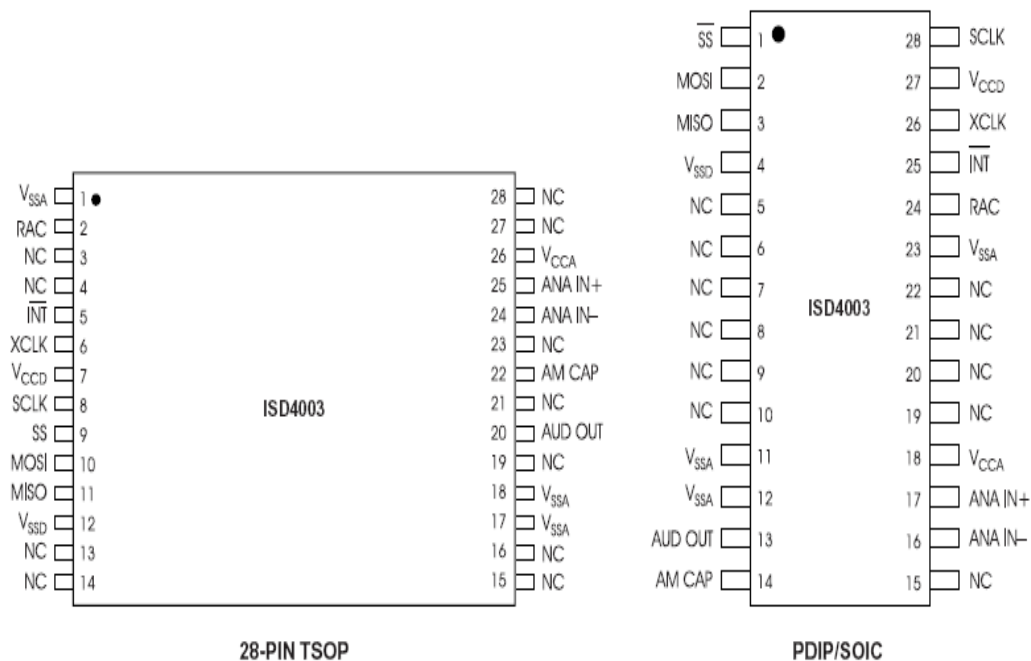
ממערכת ההשתקה עובר האות מגבר נוסף **AMP** שתפקידו להגביר את אות הדיבור. בחלק התחתון של הסכימה המלבנית, בצד שמאל משורטט מלבן מתחי הספק וכניסות המתחים שלו - **POWER CONDITIONING**. קיימות 3 רגלי אדמה אנלוגיות - **VSSA** - כדי להקטין רעשים. האות האנלוגי שאותו מקליטים הוא קטן (סדר גודל מילי וולטים) ויש לדאוג שלא יושפע מרעשים.

המלבן הימני בחלק התחתון של השרטוט הוא בקרת הרכיב - **DEVICE CONTROL**. כאן נמצאים רגלי התקשורת של הרכיב עם המיקרו ומעגלי הבקרה השולטים על הרכיב לפי הפקודות שנשלחו אליו.

### הדקי הרכיב:

הרכיב ניתן לרכישה בשתי צורות אריזה הנראות בשרטוט הבא:

### ISD4003 Series TSOP and PDIP/SOIC Pinouts



## תאור רגלי הרכיב:

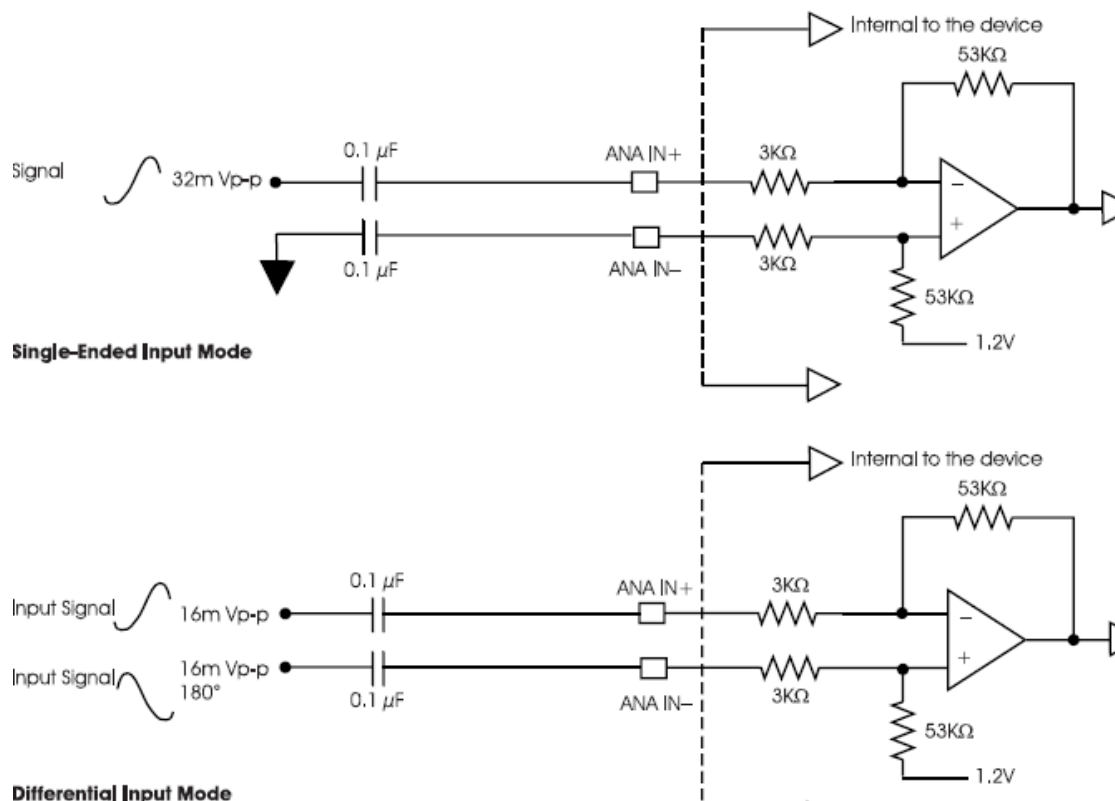
**-VCCD, VCCA** - אלו כניסות המתחים של הרכיב, כדי להקטין את הרעש המעגלים האנלוגיים והדיגיטאליים משתמשים בקווי הספקה נפרדים, קוים אלו פועלים במתח של 3V.

**-VSSD, VSSA** - לרכיב יש קווי אדמה דיגיטאליים ואנלוגיים נפרדים כדי להקטין רעשים, רגלי האדמה האנלוגית VSSA צריכים להיות מחוברים קרוב ככל האפשר לרכיב ומחוברים יחד לקו בעל התנגדות נמוכה לאדמה של המקור. רגל האדמה הדיגיטאלית VSSD צריכה להיות מחוברת דרך קו נפרד בעל עכבה נמוכה לאדמה של המקור. כל זה צריך להבטיח שבין רגל האדמה האנלוגית לרגל האדמה הדיגיטאלית תהיה פחות מ-3Ω.

**-ANA IN-** רגל זאת היא הכניסה אנלוגית אשר עברה היפוך של 180 מעלות, כניסה זו היא בעלת התנגדות של 56KΩ. לרגל זו נחבר קבל של 0.1 μF לחיתוך התדרים ולקבלת אות דיבור נקי ללא רעשים.

**-ANA IN+** זוהי רגל כניסה אנלוגית לא מהפכת אשר מעבירה את האות לרכיב בשביל הקלטה. האות נכנס למגבר ומוגבר לשם קבלת איכות הקלטה מרבית. הכניסות למגבר יכולות להיות Single Ended – מתח יחסית לאדמה, או בהפרש מופע.

במצב של כניסה יחסית לאדמה מתח הכניסה המקסימאלי יהיה 32mV ובמצב של כניסות הפרשיות המתח בכל כניסה יהיה מקסימום 16mV. בשרטוט המופיע למטה מתאר השרטוט העליון כניסה יחידה והשרטוט מתחתיו כניסה הפרשית.



שני ההדקים שבעזרתם מתבצעת התקשורת הטורית הם: MISO ו MOSI. ההנחה היא שרכיב המיקרו הוא השולט על רכיב הקול ולכן רכיב המיקרו נקרא MASTER (אדון) ורכיב הקול נקרא SLAVE (עבד).

**MOSI (MASTER OUT SLAVE IN)** - רגל זו היא הכניסה הטורית של הרכיב בעזרתה שולח המיקרו את הפקודות הטוריות להקלטה או השמעה.

**MISO (MASTER IN SLAVE OUT)** - רגל זו היא היציאה הטורית של הרכיב בזמן שליחת הפקודה ברגל MOSI רגל MISO מעבירה נתונים אל המעבד כמו באיזו שורה(כתובת) מתבצעת ההקלטה/השמעה ומהו מצב העבודה של הרכיב. כשלא עובדים איתה היא בעלת התנגדות גבוהה מאוד.

**AUD OUT (Audio Out)** - יציאה זו מספקת את אות הדיבור. האות שנמצא בזיכרון הבלתי נדיף של הרכיב יוצא מרגל זו.

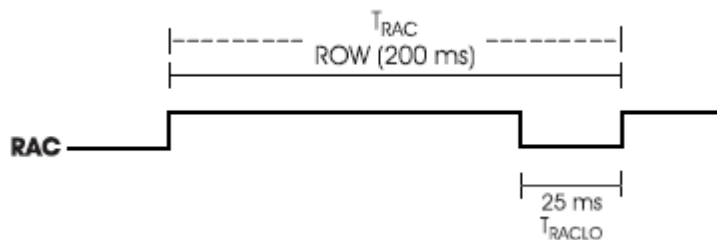
**Slave Select - SS** - "0" לוגי ברגל זו מאפשר את העבודה עם הרכיב.

**SCLK (SERIAL CLOCK)** - שעון טורי - כניסת אות שעון במטרה לסנכרן את העברת הנתונים בכניסת הרכיב וביציאתו דרך רגלי ה-MOSI וה-MISO. הנתונים נכנסים לרכיב עם עליית דופק שעון ויוצאים ממנו עם ירידת דופק שעון בלי ה-CLK אי אפשר להכניס אינפורמציה.

**INT - INTERRUPT** - פסיקה - רגל זו תרד לאפס בשני מצבים:

1. כאשר ההקלטה הגיע לסוף תחום הזיכרון.
2. הרכיב מזהה את תו סוף ההודעה EOM - End Of Message - כך אפשר להפריד בין ההודעות ולדעת מתי כל הודעה מסתיימת.

**RAC - Raw Address Counter** - ביציאת רגל זו מתקבל גל ריבועי באורך של 200MS כאשר הרכיב פועל בתדר דגימה של 8KHZ. אות זה מייצג שורה אחת בזיכרון - שורה אחת מתוך 1200 שורות שיש לרכיב. אות זה נשאר במצב "1" לוגי למשך 175ms ולאחר מכן יורד למצב "0" למשך 25ms כאשר הוא מגיע לסוף השורה כפי שנראה בציור הבא:



**XCLK** - ברכיב זה ישנה אפשרות לאות שעון חיצוני שיקבע את תדר הדגימה של הרכיב בעזרת רגל זו, אך חיבור זה אינו מומלץ וזאת בגלל שהמתנדדים המיוצרים כיום הם בעלי תדר עם אחוז דיוק של כ-1%, הם מושפעים מהטמפ' והמתח הנופל עליהם ולכן הם לא מדויקים. בנוסף לכך היצרן של הרכיב ממליץ לא לנסות להעלות את תדר הדגימה של הרכיב וזאת מפני שהמסננים הפנימיים נבנו במיוחד סביב תדר זה וכל ניסיון לשינוי יגרום לעיוותים או לחוסר פעולה של הרכיב. את רגל זו מומלץ לחבר לאדמה. במידה ורוצים להשתמש בשעון חיצוני ניתן להכניס ברגל זו פולסי שעון לפי הטבלה הבאה:

**Table 1: External Clock Input Clocking Table**

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD4003-04M	8.0 KHz	1024 KHz
ISD4003-05M	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD4003-06M	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD4003-08M	4.0 KHz	512 KHz

**AM CAP** - רגל זו משמשת לשליטה במערך "ההשתקה האוטומטי", מערך זה משתיק את האות בכניסה כאשר האות חלש מאוד, וכך אנו מסננים את הרעש כאשר אין אות בכניסה. את הרגל מחברים לקבל של  $1 \mu F$  אשר מהווה חלק ממערך הבדיקה שמוודד את המשרעת של האות. משרעת זו עוברת השוואה לרמה מסוימת שנקבעה על ידי היצרן לאותות גדולים. רמת ההשתקה שנקבעה היא 6 db ובמצבי שתיקה הרמה קבועה ל-0. את כל המערך הזה ניתן לבטל על ידי חיבור הרגל ל-"1" לוגי.

### אופן הפעלת הרכיב:

כדי שנוכל להקליט ולהשמיע הודעות בעזרת רכיב הקול עלינו לתכנת את הרכיב לפי מבנה פקודות קבוע המוגדר ע"י היצרן בדפי הנתונים, עלינו לכתוב שתי תוכניות: הרצה טורית של 8 ושל 16 סיביות.

### תבנית פקודות ההקלטה:

1. שולחים פקודות הפעלה POWERUP=00100XXX ( X יכול להיות 0 או 1 )
2. עושים השהייה של לפחות Tpud- Power Up Delay Time=50ms
3. שולחים שוב את פקודת ההפעלה ומבצעים השהייה של פעמים Tpud . ( 100 מילי שניות).
4. שולחים את פקודת התחלת ההקלטה בעלת 2 הבתים עם הכתובת של השורה ממנה רוצים להתחיל את ההקלטה. <A10-A0>=10100 SETREC. בית ראשון של 8 ביטים שהם החלק הנמוך של הכתובת ( A0 עד A7 ) + בית נוסף המורכב מ 5 ביטים של הפקודה ועוד 3 ביטים של החלק הגבוה של הכתובות ( A8, A9, A10 )
5. שולחים פקודת הקלטה REC=10110XXX.

### תבנית פקודות השמעה:

1. שולחים פקודת הפעלה POWERUP=00100XXX.
2. עושים השהייה של לפחות Tpud- Power Up Delay Time=50ms.
3. שולחים את פקודת התחלת ההשמעה עם הכתובת ממנה רוצים להתחיל את ההשמעה - <A10-A0> = 11100 SETPLAY.
4. שולחים את פקודת ההשמעה - PLAY = 11110XXX.

כדי לשלוח את אחת מהפקודות יש לבצע את סדר הפעולות הבא:

- א. לשלוח אפס לרגל ה-SS שאומר לרכיב שהוא פעיל
- ב. מכיוון שהרכיב עובד בשליחת נתונים טורית ולא מקבילית, אנו צריכים לסדר את השליחה של הנתונים מהסיבית הנמוכה ביותר לגבוהה לפי הציורים שמוסברים בהמשך.
- ג. יש לזכור שבעלית שעון נכנס נתון אל הרכיב ברגל MOSI ובירידת פולס השעון יוצא נתון ברגל MISO.
- ד. בסיום יש לקבוע את רגל ה-SS כאחד לוגי כדי להודיע על סיום שליחת הנתונים. רכיב הקול נועל את הנתונים ומבצע את הפקודה.

להלן טבלה המסכמת את קודי הפקודות :

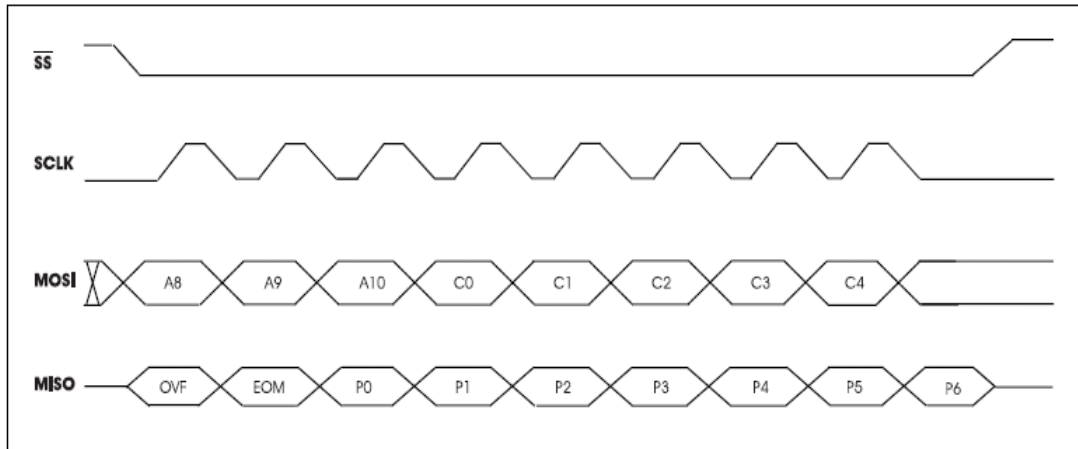
## Opcode Summary

Instruction	Opcode <5 bits> Address <11 bits>	Operational Summary
POWERUP	00100 <XXXXXXXXXX>	Power-Up: Device will be ready for an operation after $T_{PUD}$ .
SETPLAY	11100 <A10-A0>	Initiates Playback from address <A10-A0>.
PLAY	11110 <XXXXXXXXXX>	Playback from the current address (until EOM or OVF).
SETREC	10100 <A10-A0>	Initiates a Record operation from address <A10-A0>.
REC	10110 <XXXXXXXXXX>	Records from current address until OVF is reached.
SETMC	11101 <A10-A0>	Initiates Message Cueing (MC) from address <A10-A0>.
MC <sup>1</sup>	11111 <XXXXXXXXXX>	Performs a Message Cue. Proceeds to the end of the current message (EOM) or enters OVF condition if no more messages are present.
STOP	0X110 <XXXXXXXXXX>	Stops current operation.
STOPPWRDN	0X01X <XXXXXXXXXX>	Stops current Operation and enters stand-by (power-down) mode.
RINT <sup>2</sup>	0X110 <XXXXXXXXXX>	Read Interrupt status bits: Overflow and EOM.

1. Message Cueing can be selected only at the beginning of a play operation.
2. As the Interrupt data is shifted out of the ISD4003, control and address data is being shifted in. Care should be taken such that the data shifted in is compatible with current system operation. It is possible to read interrupt data and start a new operation at the same time.

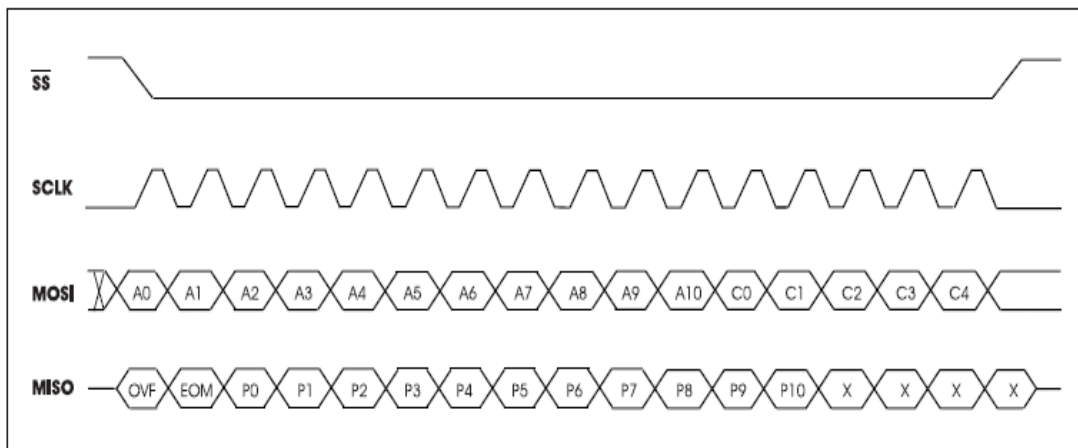


## תרשים גרפי לתקשורת טורית 8BIT



בשרטוט רואים את רגל בחירת הרכיב SS היורדת ל '0' ואומרת לרכיב שהוא פעיל. השרטוט מתחתיו הוא רגל השעון הטורית המסנכרנת את כניסת/יציאת הנתון הטורי. שני השרטוטים התחתונים מתארים את 8 הביטים היוצאים מרכיב הMASTER אל העבד – MOSI ויציאת העבד אל האדון MISO.

## תרשים גרפי לתקשורת טורית 16BIT

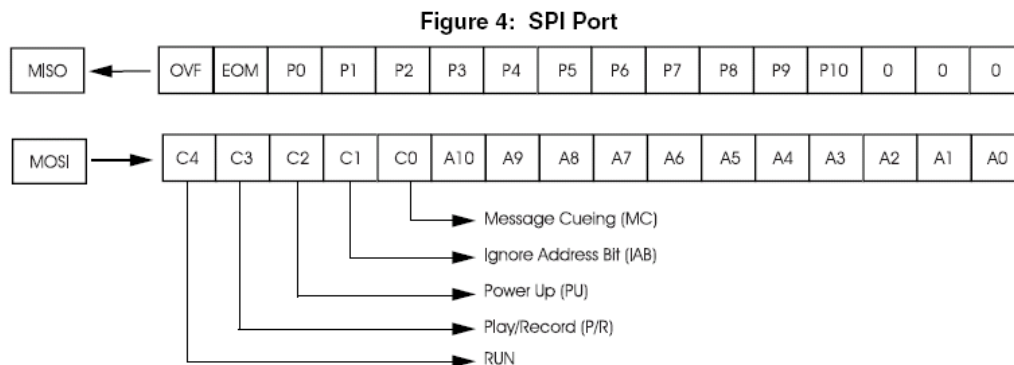


השרטוט מתאר את אותן הרגליים כמו בשרטוט הקודם אבל עבור 16 סיביות.

סדר כניסת / יציאת הנתון הטורי עבור שליחה של 16 ביטים נראה בשרטוט הבא בצורה ברורה יותר.

### SPI PORT

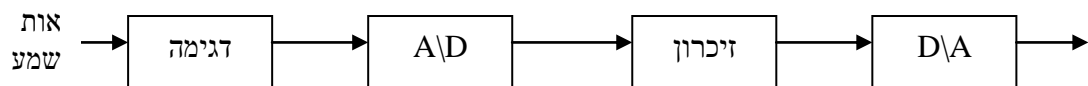
The following diagram describes the SPI port and the control bits associated with it.



קוד הפקודה לרכיב הקול בנוי מ 5 ביטים לכל ביט יש תפקיד לפי המתואר ב Figure 4, כאשר יש צורך בפקודה עם כתובת צריך לשדר בתקשורת הטורית 16BIT ( 5BIT של קוד הפקודה ו 11 BIT כתובת). הסיביות C1 עד C4 הן סיביות שאומרות לרכיב מהו סוג הפקודה הנשלחת. 11 הסיביות הנותרות אומרות על איזו כתובת מדובר.

### איכות קול ודיבור:

ב-isd-4003 להקלטה השמעה של 5 דקות - תדר הדגימה הוא 4.4khz . משפט הדגימה של נייקויסט אומר שכדי לשחזר אות בצורה אמינה יש לדגום את האות בתדר לפחות כפול מתדר האות הנדגם. כלומר אם תדר הדגימה 4.4khz אז התדר המקסימאלי של אות השמע יהיה 3.2Khz . מכיוון שבפרויקט מקליטים אותות דיבור (ההקלטות הן בקולו של המשתמש), ותדר הדיבור הוא ממאות הרצים עד 1khz אז כלל הדגימה נשמר ואות השמע מתקבל בצורה סבירה. במערכות קול "רגילות", כאשר רוצים להקליט דוגמים את האות ואת הדגימות האלו ממירים לצורה דיגיטאלית בעזרת A\D ואת הדגימות שומרים בזיכרון. כאשר נרצה להשמיע אז מוציאים את המידע מהזיכרון וממירים אותו לצורה אנלוגית בעזרת D\A .



הממירים מאנלוגי לדיגיטאלי ולהפך הם בדרך כל בעלי מספר סיביות קטן ולרוב אינם איכותיים התוצאה הסופית היא אחוז רעשים הרמוניים ושחזור ברמה יחסית נמוכה של האות.

ברכיב isd-4003 אין את תהליך ההמרה, כלומר האות נשמר בצורתו המקורית ואנו חוסכים את 2 תהליכי ההמרה, דבר המשפר את איכות הקול.

## זיכרון ה-FLASH:

אחד היתרונות של טכנולוגיית הקלטת הקול על הרכיב היא השימוש בזיכרון בלתי נדיף אשר מעניק צריכת הספק אפסית בשמירת ההודעות. חברת ISD מתחייבת שההודעה תשמר לפחות 100 שנים ללא מתח והזיכרון ניתן לשכתוב לפחות 100 אלף פעם. הזיכרון שלנו בנוי מ-1920K תאים. ישנם 1200 שורות דבר זה אומר שיש 1600 תאים בשורה. כל תא מסוגל לאחסן בתוכו רמת מתח, דבר זה מאפשר לשמור את האות בצורתו המקורית. הזיכרון הוא בלתי נדיף (non volatile) - כלומר שגם אם ננתק את המתח אז המידע שבתאים לא נמחק. הזיכרון שומר את המטען שנמצא שבתאים ולא נותן לו להתפרק. ניקח לדוגמא את הרכיב ל 5 דקות הקלטה/השמעה. מכיוון שתדר הדגימה הוא 6.4khz אז הזמן הלוקח להקלטת תא אחד הוא:

$$t = \frac{1}{f} = \frac{1}{6.4K} = 0.15625msec$$

מכיוון שישנם 1600 תאים בשורה אז הזמן הלוקח להקלטת שורה אחת הוא:

$$T = 1600 * t = 1600 * 0.15625msec = 0.25 sec$$

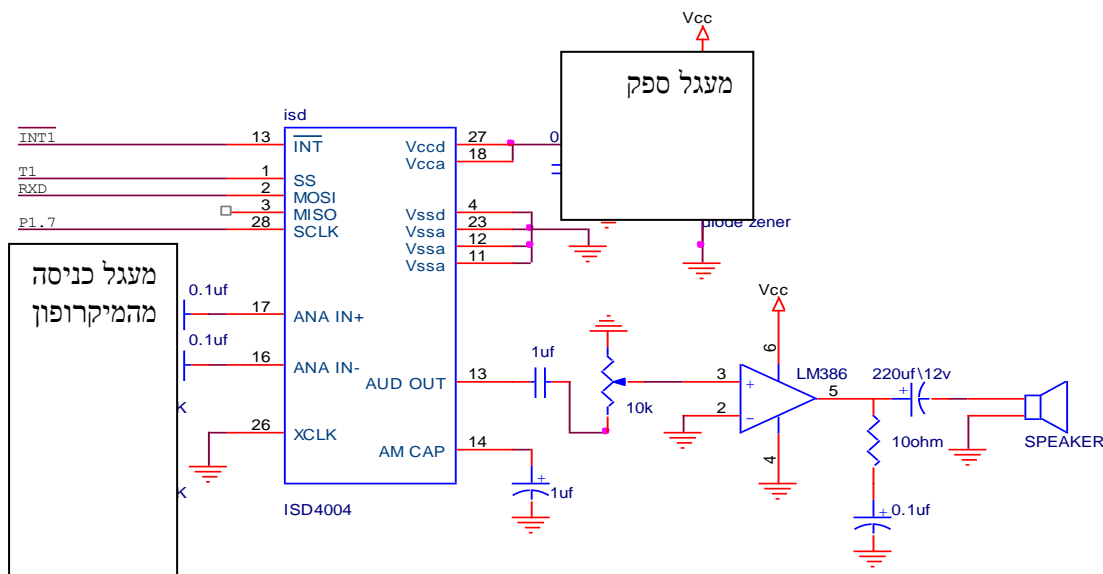
זמן הקלטה/השמעה מרבי של כל הרכיב:

$$0.25 * 1200 = 300sec = 5 Minutes - דקות$$

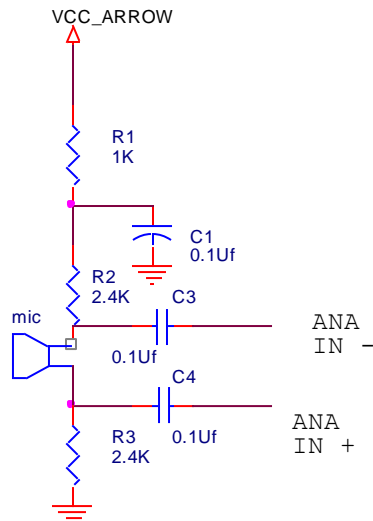
כלומר הרכיב שלנו מסוגל להקליט / להשמיע עד 5 דקות.

\* ניתן לארגן את ההקלטות לפי שורות (בכל שורה הקלטה שונה) כך שאם נרצה הקלטה מסוימת אנו נפנה לשורה המסוימת בזיכרון ונשמע את ההודעה.

## חיבור הרכיב למערכת מיקרו:

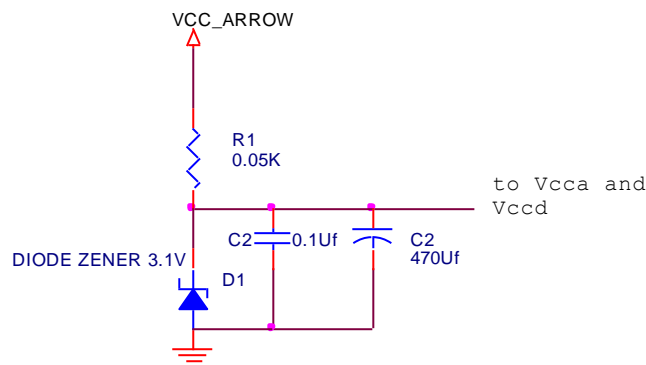


מעגל הכניסה מהמיקרופון אל המגבר נראה כך :



נגד R1 וקבל C1 הם מערכת ביטול צימוד. תפקידם לדאוג שרעש מהספק לא יגיע אל רכיב הקול ולהיפך שהאות אותו מקליטים לא ישפיע על ה Vcc. הנגדים R2 ו R3 הם נגדים שווים עליהם אנו מוציאים את האות שנותרן המיקרופון כשני אותות בגודל שווה ובהיפוך מופע אל רכיב הקול. תפקיד נוסף שלהם הוא לתת ממתח נכון למיקרופון האלקטרוני שבו השתמשנו בפרויקט. הקבלים C3 ו C4 הם קבלי צימוד המעבירים רק את אות החילופין מהמיקרופון ללא רמות ה DC שעל הנגדים.  
המשך השרטוט נראה :

היות ומתח ה Vcc במעגל הוא 5 וולט והיצרן ממליץ להשתמש ב 3 וולט נוריד את המתח בעזרת דיודת זנר. ( ניתן להפעיל את הרכיב גם עם 5 וולט ).  
מעגל הספק נראה כך :



הנגד R1 הוא נגד העבודה של דיודת הזנר. הקבלים הם קבלי סינון.

אחד הגורמים החשובים בנושא הקטנת הרעש הוא חיבור הקבלים שבשרטוט קרוב ככל האפשר אל רגלי המתח של הרכיב !! ובמיוחד קווי האדמה האנלוגית חייבים להיות קצרים במיוחד. (בהקלטה האות הנכנס קטן מאד וכל רעש קטן גורם לעיוות בהקלטה). שני הקבלים דואגים שמתח ה DC של 3.1 וולט המגיע אל הרכיב יהיה "נקי" מרכיבי חילופין כלשהם. הקבל הגדול מקצר את רכיבי החילופין בתדרים הנמוכים ואילו הקבל הקטן מקצר את התדרים הגבוהים.

לרכיב הקול יש שתי מערכות, האחת אנלוגית והשנייה דיגיטלית ולכן יש שתי כניסות Vcc ו-Vcca שיכולות לקבל 2 מתחים נפרדים, אצלנו הן מקוצרות ומקבלות 3.1 וולט מהזנר. כמוכן שגם רגלי האדמה האנלוגית והדיגיטלית מחוברות יחד.

רגל 1 של הרכיב היא רגל האפשר של  $Slave\ Select - SS$  היא מתחברת אצלנו לרגל T1 בה אנו משתמשים כביט פלט המאפשר את הרכיב). ניתן לחבר אותה לכל רגל פנויה אחרת באחד הפורטים. רגל 2 של הרכיב היא רגל כניסה טורית אל הרכיב.  $Master\ Out\ Slave\ In - MOSI$ . הכנסת נתון זה בצורה טורית מתבצעת בתאום עם פולסי שעון אותם אנו מספקים בעזרת תוכנה ברגל SCLK של הרכיב. שתי רגלים אלו מתחברות ל-RXD ו-P1.7 בהתאמה שמשמשים אותנו כביטים של פלט. רגל 13 (INT) של הרכיב משמשת ליציאה ומודיעה שהרכיב סיים את השמעת ההודעה הרצויה. אנו מחברים את רגל זו ל-INT1 של המעבד. רגל זו נמצאת במצב "רגיל" ב'1' וכאשר נגיע לסיום ההודעה או לסוף הזיכרון, רגל זו תרד ל'0' ואז ניתן פקודת עצירת השמעה לרכיב. (ניתן לעבוד עם פסיקה או לעשות polling-שאיילתא - על הרגל).

ברגליים 16-17 נכנס דרך המיקרופון אות השמע, האות נכנס למגבר הפרש שתפקידו לבטל רעשים שמתלבשים על אות השמע (יש את אותה רמת רעש בשני הדקי המגבר ולכן הרעש מתחסר משני ההדקים).

את רגל 26 (XCLK) אנו מחברים לאדמה מכיוון שאנו לא רוצים לעבוד עם אות שעון חיצוני שיקבע את תדר הדגימה אלא אנו רוצים לעבוד עם תדר הדגימה של הרכיב, דבר זה מומלץ על ידי היצרן.

כאשר מבצעים השמעה האות יוצא ברגל 13 של הרכיב ומגיע אל מגבר 386 שהוא מגבר הספק, כאשר הפוטנציומטר המחובר בכניסה לרגל 3 שלו קובע את עוצמת השמע (volume). הקבל (1uf) המחובר אל רגל 13 זהו קבל צימוד המעביר רק את המתח החילופי AC (האות המתאר את הקול).

מגבר השמע שמימין לרכיב הקול הוא מגבר הספק שתפקידו להזין את הרמקול. הקבל של 220uf בטור לרמקול הוא קבל צימוד (מניעת DC והעברת AC). המערכת של הנגד  $\Omega 10$  והקבל 0.1uf לאחר מגבר השמע, תפקידה לדכא תנודות בתדר גבוה שהיו יכולות להתפתח בגלל ההגברה הגבוהה של המגבר.

את רגל 14 חיברנו לקבל של 1uf ולאדמה. (אופן פעולת מערך ה"השתקה האוטומטי" הוסבר לעיל).

לתכונות וזמני AC ולשאר הפרטים הנוספים עיין בדפי הנתונים של היצרן בכתובת.

[http://web.media.mit.edu/~earroyo/voice\\_chip/isd4003.pdf](http://web.media.mit.edu/~earroyo/voice_chip/isd4003.pdf)