

כניסות ויציאות אנלוגיות

רקע עיוני

- הצגת אותות אנלוגיים ודיגיטליים.
- אופני ההמרה של מתח אנלוגי לדיגיטלי ולהפך.
- חישובי המרות (מס' סיביות, דיוק, נפח זיכרון וכד')
- חסינות לרעש
- לכיתות מתקדמות: משפט הדגימה

ציוד נדרש

- ערכת פיתוח
- נגד משתנה עם חוטי חיבור מולחמים / נגד משתנה + חוטי חיבור + מטריצה.

מהלך הניסוי

1. בחלקו הראשון של הניסוי אנו נעשה את השימוש ביציאה אנלוגית. נוציא מהבקר מתח אנלוגי ונשלוט בעזרתו על עוצמת הארת לד.
2. נפתח פרויקט חדש לעבודה עם הבקר שלנו, כפי שלמדנו בשיעורים הקודמים.
3. נגדיר יציאה תקבילית (אנלוגית) אליה מאוחר יותר נחבר לד.

```
static AnalogOutput led = new AnalogOutput(AnalogOutputs.PA_4);
```

הערה: בערכת פיתוח עמה אנו עובדים קיימות 7 כניסות אנלוגיות ו 2 יציאות אנלוגיות. בשלב זה של הניסוי אנו עוסקים בהוצאת מתח אנלוגי, לכן נוכל להשתמש באחת מ 2 היציאות:

PA_4 .a

PA_5 .b

4. כעת נוכל לפנות להדק זה ולהוציא אליו רמת מתח רצויה. נשים לב כי היציאות והכניסות האנלוגיות עובדות עם רמות מתחים עד 3.3V בלבד. לפי זה, בכדי לקבל מתח של 1V ברגל אותה הגדרנו כיציאה אנלוגית, יש לכתוב בתוך פונקציית Main() הראשית את הפקודה הבאה:

```
led.Write(1 / 3.3);
```

הערה: הפונקציה Write() מקבלת כפרמטר את האחוז של רמת המתח המרבית (3.3V) נוח להציג מספר זה ע"י שבר באשר המכנה בו הוא המתח המרבי והמונה הוא המתח הרצוי.

5. נסיים את התוכנית עם לולאה אינסופית כדוגמת:

```
Thread.Sleep(-1);
```

6. בסה"כ קיבלנו את התוכנית הבאה:

```
using System;
using Microsoft.SPOT;
using Microsoft.SPOT.Hardware;
using STM32;
using System.Threading;
using System.Text;

namespace Task1
{
    public class Program
    {
        static AnalogOutput led = new AnalogOutput(AnalogOutputs.PA_4);

        public static void Main()
        {
            led.Write(1 / 3.3);
            Thread.Sleep(-1);
        }
    }
}
```

7. בסיום כתיבת התוכנית, נחבר לד עם נגד טורי מהפין שבחרנו בערכת הפיתוח שלנו לשמש כמוצא אנלוגי, לאדמה.

8. נוודא כי כרטיס בפיתוח לא מחובר למחשב ושום לד לא דולק עליו!

9. נחבר לד מהפין (A4 הנמצא מעל Pb1) בערכת הפיתוח Noa לשמש כמוצא אנלוגי, לאדמה.

10. נחבר את כרטיס הפיתוח למחשב ע"י שני חיבורי ה USB.

11. נצרוב את התוכנה שכתבנו לברקר ע"י לחיצה עם העכבר על הלחצן Start שבסרגל הפקודות.

12. לאחר הצריבה של התוכנית, הליד יידלק בעוצמה חלשה מאוד.

13. נשנה את התוכנית בכדי שבמוצא יסופק מתח של 3 V:

```
led.Write(3 / 3.3);
```

14. נצרוב את התוכנה לברקר. האם הליד מאיר חזק יותר?

15. **שאלה לכיתה:** מה יש לשנות בתוכנית בכדי שבמוצא יסופק מתח של V 2?

תשובה:

```
led.Write(2 / 3.3);
```

16. לאחר ביצוע מוצלח של הניסוי ניתן לשדרג אותו במשימה הבאה: **כתוב תוכנית המדליקה ומכבה את הLED בהדרגתיות.**

```
public static void Main()
{
    while (true)
    {
        for (double power = 1; power < 2.5; power+=0.2)
        {
            led.Write(power / 3.3);
            Thread.Sleep(100);
        }

        for (double power = 2.5; power > 1; power -= 0.2)
        {
            led.Write(power / 3.3);
            Thread.Sleep(100);
        }
    }
}
```

משימות

משימה 1: הבהוב הדרגתי של הLED

כתוב תוכנית המדליקה ומכבה את הLED **בהדרגתיות** וחוזרת על פעולה זאת בלולאה אינסופית.

משימה 2: בלימת חרום ברכבת קלה

ברכבת הקלה בירושלים ישנו לחצן בלימת חרום בו משתמשים במקרים בהם נדרשת עצירה מהירה של הרכבת. כתבו תוכנה להפעלת המערכת ע"פ הדרישות הבאות:

- רכבת העובדת על מנועי זרם ישר נוסעת במהירות מרבית וקבוע כל עוד לא נלחץ כפתור העצירה.
- בלחיצה על כפתור החרום (המסומל ע"י לחצן כחול שעל ערכת הפיתוח), הרכבת תיעצר במהירות, אך לא במכה אחת.
- בשחרור הכפתור, הרכבת תצבור בהדרגתיות מהירות ותנוע במהירות מרבית כבתחילה.

משימה 3: טייס אוטומטי במטוס קרב

כתוב תוכנה שתפעיל את המערכת לבקרת גובה טיסה ע"פ המאפיינים הבאים:

- א. מערכת ההיגוי ההידראולית של המטוס נשלטת ע"י מתח חשמלי.
- ב. למערכת זאת ישנן 2 כניסות: האחת מסובבת את הגה הגובה של המטוס באופן הגורם למטוס לצבור גובה, והשנייה מסובבת אותו כך שיעבד גובה.
- ג. שני מבואות המערכת עובדים עם המתחים בין 0 V ל 3.3V, כאשר ככל שהמתח במבוא יהיה גבוהה יותר, כך הטיית ההגה לכיוון הרצוי תהיה גדולה יותר.
- ד. ממש מערכת זאת ע"י השימוש במד תאוצה (מדידת הזווית) ושני יציאות תקביליות של הכרטיס. לשם המחשה ניתן לחבר יציאות אלה למנועי זרם ישר או ללדים שעוצמת תאורתם תהיה בהתאם לזווית הטיסה של המטוס.
- ה. למתקדמים: האם זווית המטוס מציינת בהכרח את כיוון הטיסה שלו? כיצד תוכלו לשפר את התוכנית בהתאם למסכנותכם?

דגימת מתח אנלוגי

1. כפי שהזכרנו לעיל, ניתן לא רק להוציא רמת מתח אנלוגית, אלא גם לקרוא רמת מתח

אנלוגית הקיימת בהדקים אנלוגיים שהם:

PC_5 PC_4 , PB_1 , PB_0 , PA_3 , PA_2 , PA_1

2. לשם כך, נגדיר הדק מבוא אנלוגי:

```
static AnalogInput potentiometer = new AnalogInput(AnalogInputs.PA_4);
```

3. כמובן, ניתן לבחור גם כניסה אנלוגית אחרת מתוך הרשימה הנפתחת בהקלדה:

```
static AnalogOutput potrntiometer = new AnalogOutput(AnalogOutputs.
```

⊗ Equals
⊗ PA_4
⊗ PA_5
⊗ ReferenceEquals

4. נדגים את הדגימה של המתח בהדק זה ע"י החזרת הערך הנמדד לחלונית Output

שבסביבת הפיתוח:

```
Debug.Print("potentiometer: " + potentiometer.Read() );
```

5. יש לזכור, כמובן, להוסיף לולאה עם השתייה על פעולת הקריאה מההדק האנלוגי.

6. נחבר את הצד האחד של הנגד המשתנה למתח של **3.3V** (ולא **15V**) ואת הצד השני

לאדמה (GND). את הרגל האמצעית של הנגד המשתנה נחבר לרגל הבקר אותה הגדרנו

כמבוא אנלוגי של הבקר (PA4 / PA5).

7. לפניכם מיקום הפינים בכרטיס מהצד האחורי:

A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7

SD CARD

3.3V	G	D9	D8
------	---	----	----

--	--	--	--	--	--	--	--

8. משימה למתקדמים: כהמשך הניסוי ניתן להדליק את הLED ב3 רמות: חלש, בנוני וחזק

כפונקציה של סיבוב ידית הפוטנציומטר.

9. בהצלחה!

לפניכם תוכנה להפעלת הLED ע"פ מצב הטרימר.

```
using System;
using Microsoft.SPOT;
using Microsoft.SPOT.Hardware;
using Stm32;
using System.Threading;
using System.Text;

namespace AnalogOut
{
    public class Program
    {
        static AnalogInput potentiometer = new AnalogInput(AnalogInputs.PA_1);
        static AnalogOutput led = new AnalogOutput(AnalogOutputs.PA_4);

        public static void Main()
        {
            double i;
            Debug.Print("Hello World! AnalogOut.");

            while (true)
            {
                i = potentiometer.Read();
                Debug.Print("potentiometer: " + i);
                Thread.Sleep(50);
                led.Write(potentiometer.Read());
            }
        }
    }
}
```

משימות

משימה 1: הדליקו את הLED ב-3 רמות תאורה שונות: חלש, בנוני וחזק כפונקציה של סיבוב ידית הפוטנציומטר. שימו לב כי עבור תחום שלם של ערכי מתח המבואר בתקבל אותה עוצמת תאורה.

משימה 2: כתוב תוכנית שתהבהב את הLED בקצב משתנה בתלות בסיבוב ידית הפוטנציומטר. ניתן לשדרג תוכנית זו ע"י הדלקה לסירוגין של 2 לדים בצבעים שונים.

משימה 3: מערכת השקיה חכמה.

- כידוע, רמת הלחות בקרקע משפיע על רמת המוליכות החשמלית שלה. ע"פ זה, ניתן להפעיל את מערכת ההשקיה כאשר מוליכות הקרקע נמוכה = קרקע יבשה. כתבו תוכנית להפעלת מערכת ההשקיה ע"פ הדרישות הבאות:
- המערכת תמדוד אחת לדקה (בכדי לחסוך אנרגיה) את רמת המוליכות בקרקע המדומה ע"י פוטנציומטר שבשרותינו.
 - כאשר המערכת תזהה את ירידת לחות הקרקע מתחת ל $1/3$ מערכה המרבי, היא תפעיל ב שעה 5:00 לפנות בוקר של היום הבא את ההשקיה עד אשר לחות הקרקע תגיע ל 90% מערכה המרבי ותישאר בו חצי דקה.
 - הפעלת ההשקיה מסומלת ע"י הדלקת לד כחול ע"ג הכרטיס.
 - במידה והגיע השעה 8:00 בבוקר ולחות הקרקע עדיין לא הגיע ל90% מערכה המרבי, ההשקיה תפסק ותתחדש בלילה שלמחרת בלי קשר לכך עם הקרקע הספיקה להתייבש במהלך היום עד מתחת ל $1/3$ מערכה המרבי או לא. נוסף על כך, יידלק לד אדום המסמן כי ההשקיה לא הייתה מספקת.