

Emelésérzékelő

Készítette: Nyitrai Bence

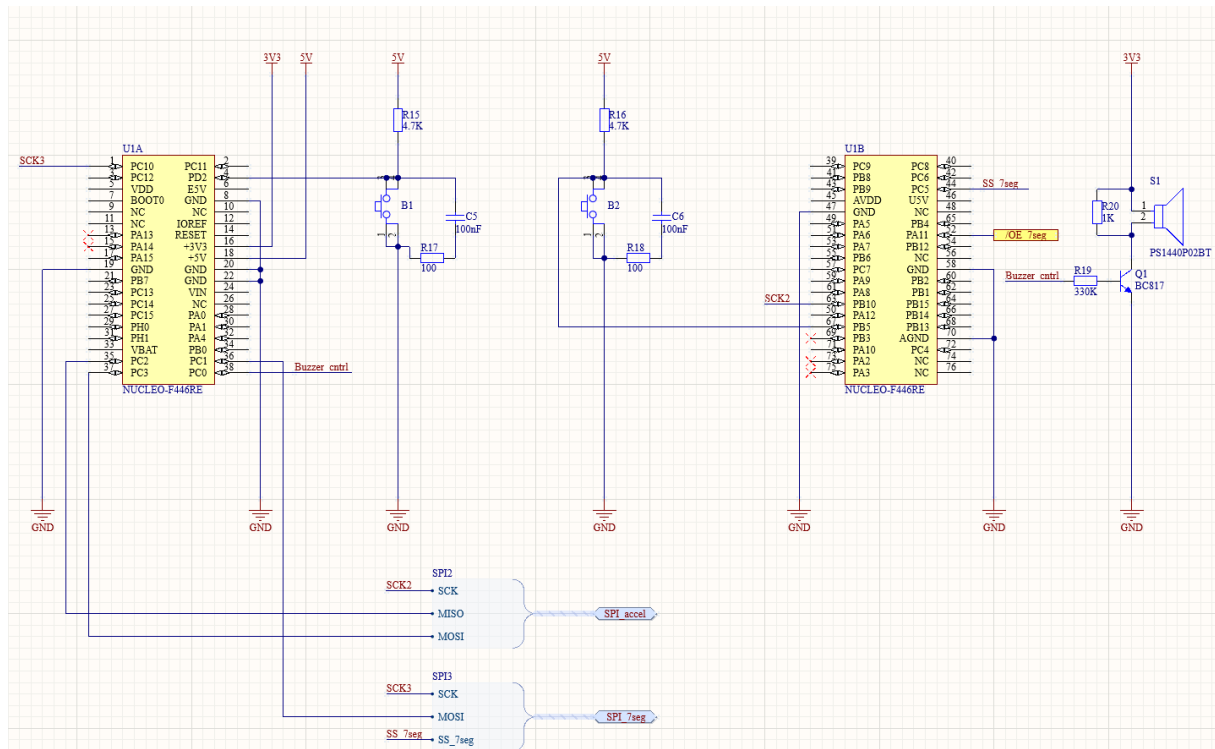
Feladat:

Készítsen kiegészítő hardver egységet az STM32 NUCLEO-F446RE kithez. Az elkészült kártya tartsa magában egy gyorsulásérzékelőt és 2 db 7 szegmenses kijelzőt annak kijelzésére, hogy a kártyát képzeletben kettéosztó tengely a vízszintes síkkal mekkora szöget zár be (5 fok pontossággal). Az asztalon fekvő egység 0 fok, függőlegesre felállított kártya esetén 90 fok jelenjen meg a kijelzőn. A kijelzés „igazodjon” a leolvasás lehetőségéhez (ne kelljen fejre állnunk a leolvasáshoz), tehát a kijelzőknek mindig a magasabban elhelyezkedő éle legyen a képzeletbeli „teteje”, a kijelzés ennek megfelelően „irányhelyesen” jelenjen meg! Helyezzen el továbbá 2 nyomógombot is, valamint egy buzzert. Nyomógombok segítségével egy kritikus szög legyen beállítható, amelyet elérve a felhasználót a buzzer segítségével hangjelzéssel figyelmezteti. Ne feledkezzen el a gombok (szoftveres) pergesmentesítéséről!

A kijelzők vezérlése is a mikrokontroller SPI portján keresztül történjen (sorosan), egy léptető regiszter alkalmazásával.

Az áramkör megtervezése, megépítése és üzembe helyezése után készítsen el egy, az eszköz bemutatására szolgáló demonstrációs célú tesztprogram rendszert, amely magában foglalja a megfelelő működést biztosító mikrokontrolleres programot, illetve egy PC-s kliensprogramot. A mikrokontroller és a PC közötti kommunikációt virtuális UART kommunikációval valósítsa meg USB-n keresztül.

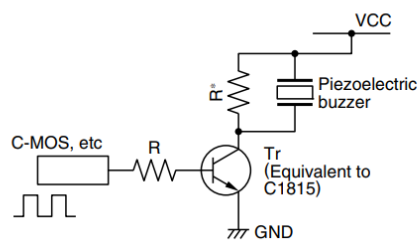
Kapcsolási rajz:



A valóságban utólag lett hozzáadva az SPI3-hoz egy CS jel, ami a PB0-ás lábra van kötve és a gyorsulásmérő CS-t vezérli.

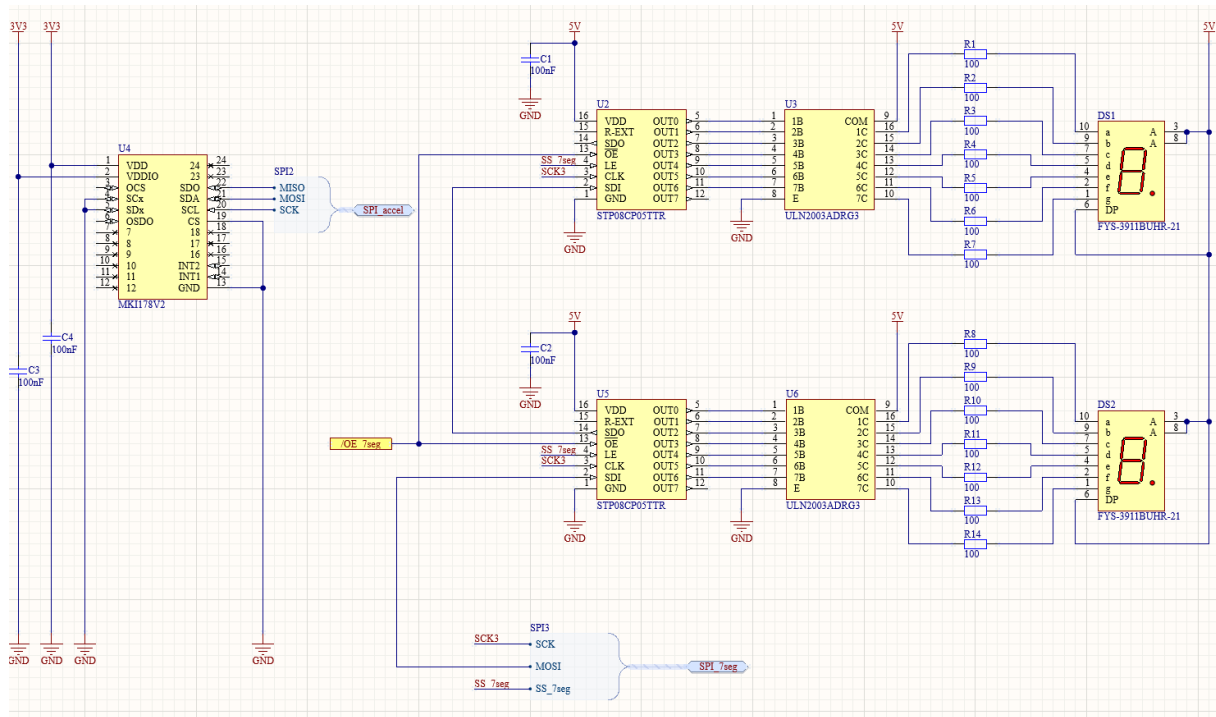
A buzzer adatlapja:

RECOMMENDED OPERATING CIRCUIT EXAMPLE



Az R^* ajánlott értéke 1k. Az adatlap alapján 3V(0-P) 4 khz-es jellel kell gerjeszteni. $I_c = 3 \text{ mA}$ kell a 3V-hoz, itt a tranzisztor $h_{fe} = 375$, tehát $I_b = I_c/h_{fe} = 8 \text{ uA}$. Az ehhez tartozó $R_b = (U_t - U_{BE})/I_b = 337.5k \rightarrow R_b = 330k$.

A nyomógomboknál található egy alul áteresztő RC szűrő a pergésből adódó nagyfrekvenciás zavarok szűrésére. $f_c = 1/(2\pi \cdot R \cdot C) = 338 \text{ Hz}$

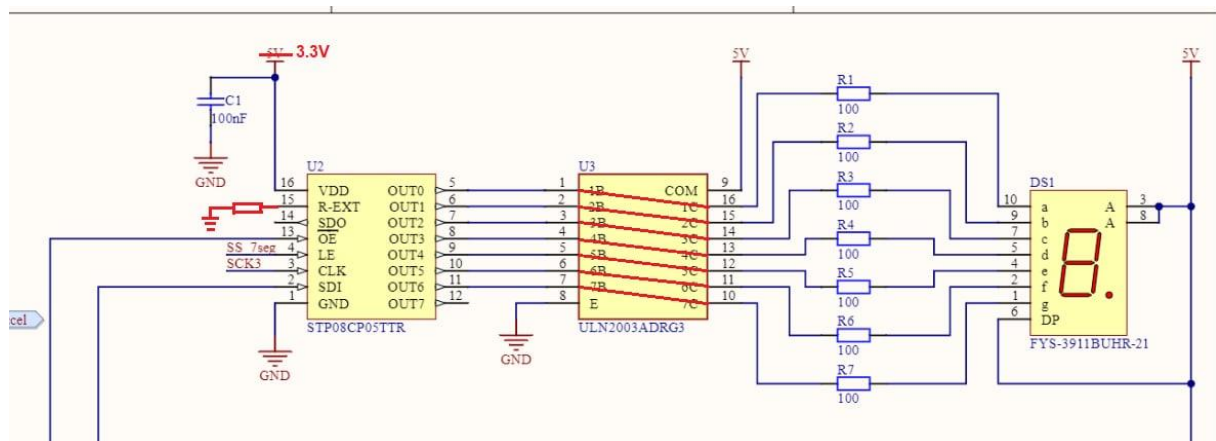


Az IC tápoknál található kondenzátorok a tápfeszültségük stabilizálására szolgálnak.

Ebben a kapcsolási rajzban több hiba is található. Az IMU CS jele le van földelve, így nem jó az SPI keret. Ezt utólagos átvezetékezéssel sikerült javítani.

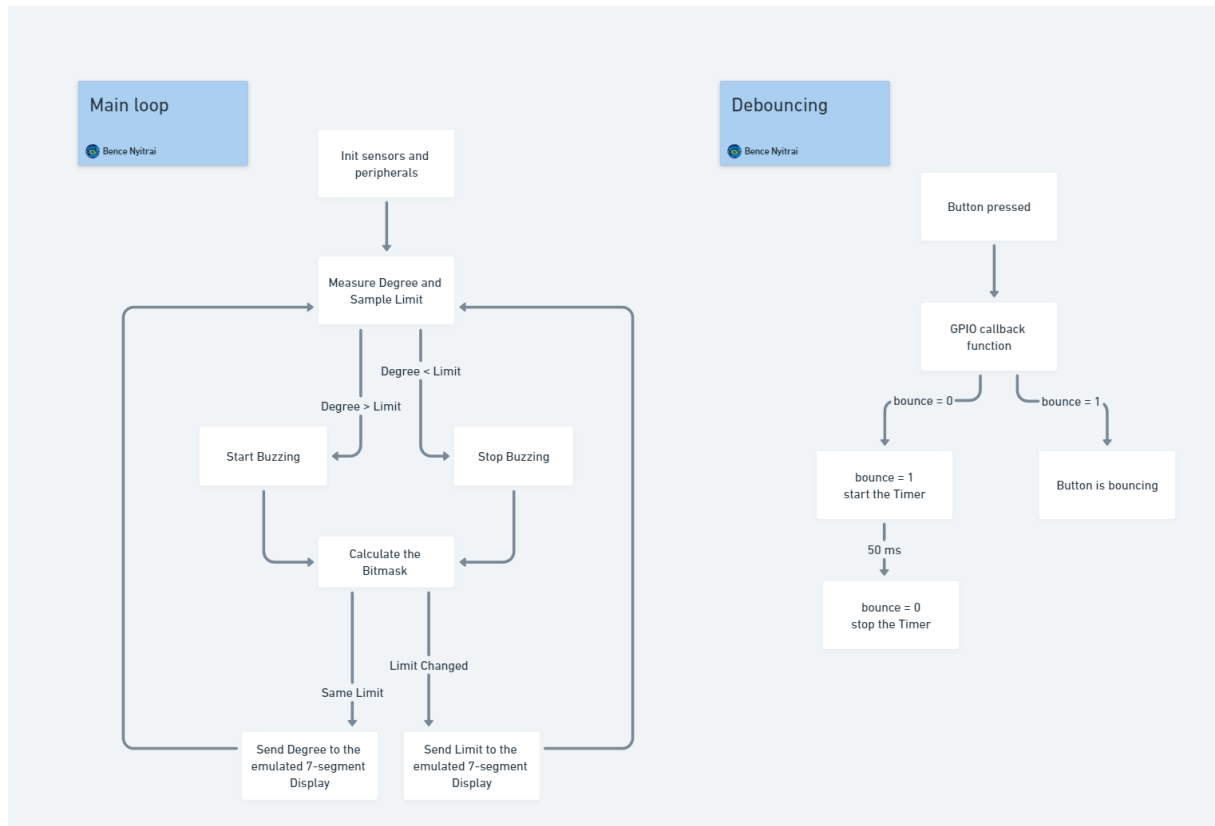
A nagyobb baj a shift regiszterrel van. Az adatlap rosszul értelmezése végett shift regisztertől kezdve a hétszegmens kijelzőig teljesen rossz a kapcsolási rajz.

Javított rajz:



A tranzisztorokra nem lett volna szükség, mivel az STP08CP05TTR áram kimenetű így direktben is meg tudta volna hajtani a kijelzőt. A tápfeszültséget 3.3V-ra kellett volna választani, mert ilyenkor CMOS kompatibilis az IC bemenete. Végül pedig az R-EXT bemenetre kellett volna egy áram beállító ellenállás. A kijelzőnek 20mA meghajtás kellett volna, amihez $R_{ext} = 1k$ érték tartozik.

STM alkalmazás működése:



Az alkalmazás főciklusa ~100 milliszekundumomként olvassa le az IMU-t. A dőlésszög értékek a -90° ... +90° tartományon vannak értelmezve. a Dőlés számolásához a kéttengelyes módszert alkalmazom:

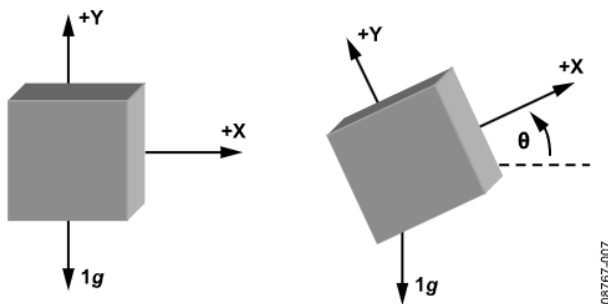


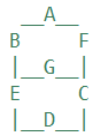
Figure 7. Two Axes Used for Tilt Sensing.

A módszer lényege, hogy az érzékelő az x és z irányban különböző gyorsulás értékeket mutat, attól függően, hogy milyen szögben van megdőntve. A dőlésszög számítása:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{A_x}{A_z}\right) \times \frac{180^\circ}{\pi}$$

A megmért dőlés értékből ezután kell készíteni egy bitmaszkot, amit a szoftveresen emulált 7szegmens kijelzőnek kell küldeni. A kijelző specifikációja alapján:

The FYS-3911BUHR-21 segments:

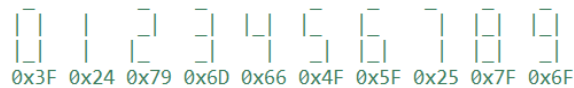


the wires are connected like:

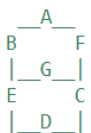
```
bit0 -> A
bit1 -> B
bit2 -> C
bit3 -> D

bit4 -> E
bit5 -> F
bit6 -> G
```

the numbers will look like:



The FYS-3911BUHR-21 segments:

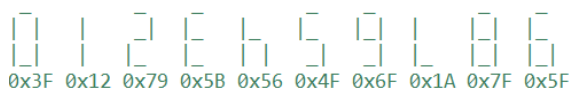


the wires are connected like:

```
bit0 -> A
bit1 -> B
bit2 -> C
bit3 -> D

bit4 -> E
bit5 -> F
bit6 -> G
```

the upside down numbers will look like:



Baloldalt a pozitív értékekhez tartozó felfelé néző számjegy minták, míg baloldalt a negatív értékekhez tartozó lefelé nézők találhatóak.

Kommunikáció:

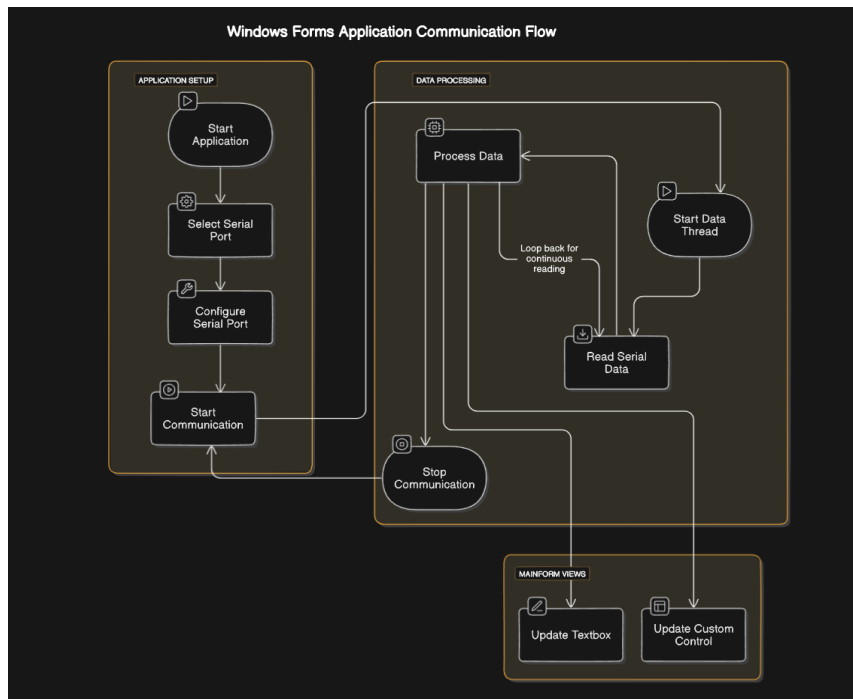
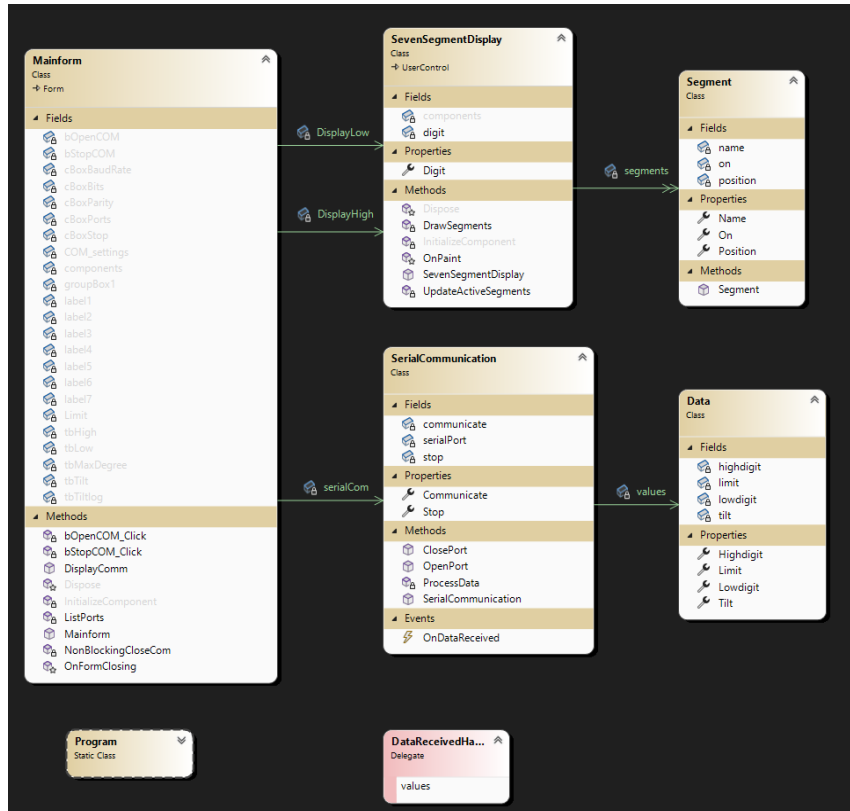
A kommunikáció a PC-vel virtuális COM portra irányított printf-el történik. Egyirányú csak a mikrokontroller küld adatokat a PC-nek. A küldött adatok:

```
// Send data to the PC
printf("Start of Frame\n");
printf("%d\n", (int)degree);
printf("%d\n", (int)current_limit);
printf("%d\n", (int)bitmask_lower);
printf("%d\n", (int)bitmask_higher);
```

Az aktuális dőlés, a maximum megengedett dőlés és a két 7szegmens kijelzőnek szánt bitminta. Ezeket a kliens alkalmazás eltárolja egy Data osztály példányban, majd megjeleníti őket.

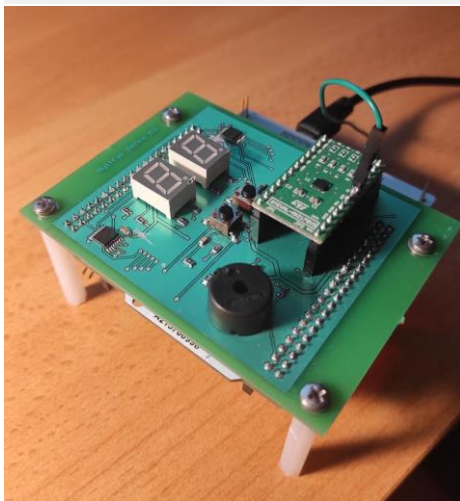
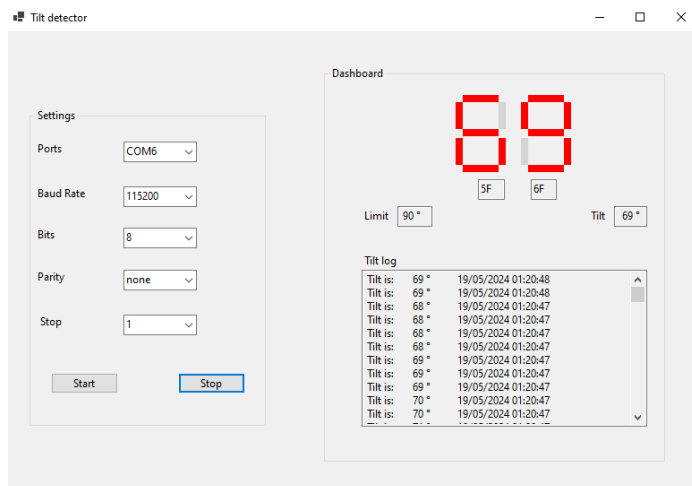
Windows Forms alkalmazás:

Osztálydiagramm:



Az emulált hétszegmens kijelző egy user controllként van megvalósítva, a kikapcsolt szegmensek halvány téglalapok, míg a felkapcsoltak pirosan világítanak.

Eszköz működés közben, értékelés:



Hardver eszköz tervezésekor az alkatrészek adatlapját még többször, figyelmesebben olvasnám el. Meglehetősen sok időt töltöttem az ebből adódó problémák felkutatásával, javításával, viszont ennek köszönhetően fejlődtek a hardveres hibakeresési készségeim.

Összességében elégedett vagyok a projekttel, sokkal jobban forrasztok, elkészült az első kliens alkalmazásom és ha nem is tökéletesen, de az első hardver eszközöm is.