Szegedi Tudományegyetem

Informatikai Tanszékcsoport

SZAKDOLGOZAT

Nagy Bence

2015

Szegedi Tudományegyetem

Informatikai Tanszékcsoport

**Átviteli függvény mérési- és HIL szimulációs funkciók megvalósítása oktatási célokra a MADAQ univerzális műszer segítségével**

**Development of modules for transfer function measurement and HIL simulation for educational purposes using the MADAQ universal device**

Szakdolgozat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Készítette: |  | Témavezető: |  |
|  | Nagy Bence |  | Dr. Mingesz Róbert |  |
|  | mérnök informatika szakos hallgató |  | egyetemi adjunktus |  |

Szeged

2015

## Feladatkiírás

Robi.

## Tartalmi összefoglaló

* A téma megnevezése:

Átviteli függvény mérési- és HIL szimulációs funkciók megvalósítása oktatási célokra a MADAQ univerzális műszer segítségével

* A megadott feladat megfogalmazása:

Áramkörök átviteli függvényének mérését lehetővé tevő MADAQ és LabView szoftver fejlesztése. Segéd szűrőáramkör tervezése és megépítése.

Egy ház fűtésének HIL szimulációjának megvalósítása, és egy ezen alapuló vizsgafeladat készítése a „Mikrovezérlők alkalmazástechnikája” kurzus laboratóriumi gyakorlatához.

* A megoldási mód:

Specifikáció, átviteli függvény mérési algoritmus megadása. Inkrementális fejlesztés: jelgenerátor funkció készítése, utána 1-, majd 2 csatornás mérés, utólag sine sweep implementálása és futási idő optimalizálása. Ezzel párhuzamosan tesztek, szimulációk futtatása a segédpanel elkészítéséhez. Ezt követően kapcsolási rajz, NYÁK terv készítése, alkatrészek kiválasztása, áramkör megépítése. Hardver- és szoftver tesztelés, hibakeresés, hibák javítása.

* Alkalmazott eszközök, módszerek:

Beágyazott szoftverfejlesztéshez a Silabs ConfigWizard2, Silabs IDE és Notepad++ programokat használtam, PC-s szoftverfejlesztéshez LabView-t, áramkörök szimulációjához Tina és MATLAB programokat. A MADAQ-hoz tartozó segédpanelt EAGLE-ben terveztem, és a NYÁK-ot a Mikropan Kft gyártotta le. Az összeszereléshez a Zaj labor eszközeit (multiméter, forrasztóállomás, fogó, csipesz) használtam. Az ábrák az Adobe Photoshop CS5, Dia, Snipping tool segítségével készültek.

* Elért eredmények:

A MADAQ eszközt sikerült bővíteni a kitűzött funkciókkal. Elkészült a segédpanel, és sikerült lemérni néhány szűrőkör átviteli függvényét.

A hallgatók élesben megkapták a készített HIL-es feladatot, és levizsgáztak rajta.

* Kulcsszavak:

Átviteli függvény, mérés, szűrőkör, szoftverfejlesztés, hardverfejlesztés, mikrovezérlő, LabView, HIL

## Tartalomjegyzék

[Feladatkiírás 2](#_Toc419069329)

[Tartalmi összefoglaló 3](#_Toc419069330)

[Tartalomjegyzék 4](#_Toc419069331)

[Bevezetés 6](#_Toc419069332)

[1. Irodalmi áttekintés 7](#_Toc419069333)

[1.1. AD konverzió 7](#_Toc419069334)

[1.2. Timer-ek 7](#_Toc419069335)

[2. Felhasznált módszerek, eszközök 8](#_Toc419069336)

[2.1. Specifikáció 8](#_Toc419069337)

[2.2. MADAQ 8](#_Toc419069338)

[2.3. Szoftver fejlesztés 8](#_Toc419069339)

[2.4. Hardver fejlesztés 8](#_Toc419069340)

[3. Átviteli függvény mérése 9](#_Toc419069341)

[3.1. Elméleti áttekintés 9](#_Toc419069342)

[3.2. Mérés folyamata 9](#_Toc419069343)

[3.3. Szűrő segédpanel 9](#_Toc419069344)

[3.3.1. Schematic 9](#_Toc419069345)

[3.3.2. Board 9](#_Toc419069346)

[4. Ház fűtésének HIL szimulációja 10](#_Toc419069347)

[4.1 Specifikáció 10](#_Toc419069348)

[4.2. Hardware in the loop 12](#_Toc419069349)

[4.3. Ház termikus modellje 12](#_Toc419069350)

[4.3.1. Euler módszer 12](#_Toc419069351)

[4.3.2. Matematikai modell 12](#_Toc419069352)

[4.4. Szoftverfejlesztés 14](#_Toc419069353)

[4.4.1.MADAQ szoftvere 14](#_Toc419069354)

[4.4.2. LabView szoftver 15](#_Toc419069355)

[5. Összefoglalás 15](#_Toc419069356)

[5.1. Eredmények 15](#_Toc419069357)

[5.2. Fejlesztési lehetőségek 15](#_Toc419069358)

[Irodalomjegyzék 16](#_Toc419069359)

[Nyilatkozat 18](#_Toc419069360)

[Köszönetnyilvánítás 19](#_Toc419069361)

# Bevezetés

- a madaq eddig nem tud periódikusan mintavételezni (vagy nem használták ilyenre)

- 2 csatornán se tud szinkronmérni (vagy nem használták ilyenre)

- periodikus jelgenerálás a 0-ról

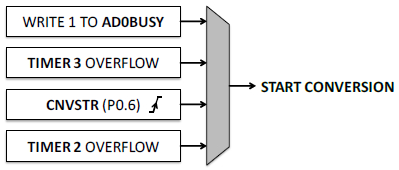
# 1. Irodalmi áttekintés

## 1.1. AD konverzió

Az analóg digitál konverter egy mikrovezérlőben megtalálható periféria, amely analóg feszültséget alakít egy *b*-bites egész számmá, ahol egy fix, stabil referenciafeszültség. A bemeneti feszültség a tartományban mozoghat. [**mc jegyzet**]



Időben változó jelek mérése, mintavételezése AD konverziók sorozatából áll. A feladatomhoz fontos, hogy a mérések szabályos időközönként történjenek, stabil mintavételi frekvenciára van szükség. A 8051F410 mikrovezérlőn az alábbi módon lehet AD konverziót indítani: **[mc jegyzet]**



**NULL** ábra – AD konverziót indításának módjai

## 1.2. Timer-ek

A Timer, vagy időzítő egy szintén mikrovezérlőben megtalálható periféria, egy oszcillátorral vagy külső jellel léptetett bináris számláló. Események számlálására vagy generálására használható. **[mc jegyzet]** A programomban a mérés és jelgenerálás Timer overflow-ok segítségével működik. A Timer overflow rate az alábbi képlettel adható meg:

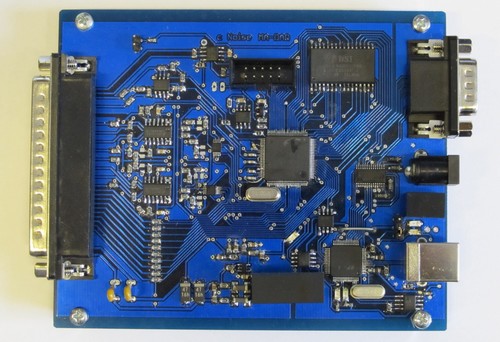
# 2. Felhasznált módszerek, eszközök

## 2.1. Specifikáció

Muszáj? Ott van külön a fejezeteknél.

## 2.2. MADAQ

Mi a MADAQ? Külső olvasónak elmagyarázni..



**NULL** ábra – A MADAQ műszer doboz nélkül

## 2.3. Szoftver fejlesztés

## 2.4. Hardver fejlesztés

# 3. Átviteli függvény mérése

## 3.1. Elméleti áttekintés

## 3.2. Mérés folyamata

## 3.3. Szűrő segédpanel

### 3.3.1. Schematic

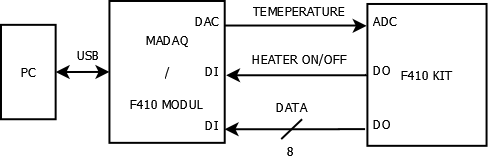
### 3.3.2. Board

# 4. Ház fűtésének HIL szimulációja

## 4.1 Specifikáció

A feladat:

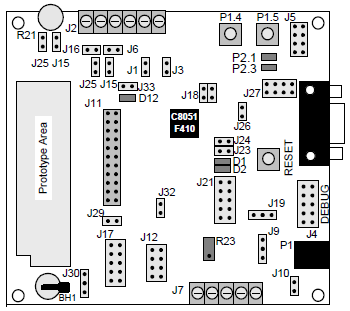
* HIL rendszer megalkotása a MADAQ és PC segítségével
* egy ház belső hőmérsékletét és fűtés rendszerét szimuláló LabView PC szoftver készítése
  + kommunikáció a MADAQ és PC között
  + ház állapotának kijelzése PC-n
    - idő
    - külső, belső, fűtővíz hőmérséklet
    - termosztát aktuális értéke
    - fűtés ON/OFF indikátor
    - kazán meghibásodása
* valós jelek kezelése a MADAQ segítségével
  + analóg jelek mérése/előállítása
  + digitális portok írása/olvasás
* vizsga feladatsor készítése a „Mikrovezérlők alkalmazástechnikája” nevű laboratóriumi gyakorlathoz a 8051F410 kit felhasználásával
  + a ház hőmérsékletének szabályozása, termosztát implementálása



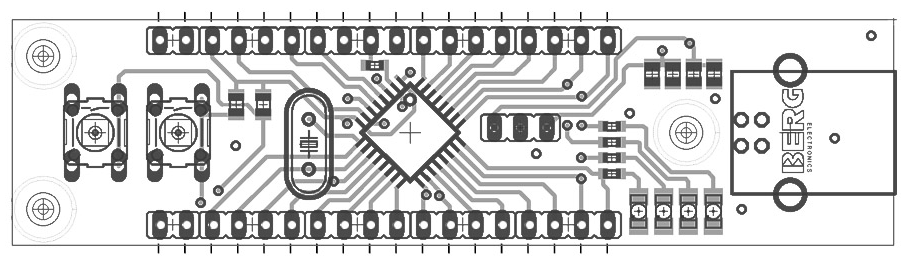
**NULL** ábra – Szimulációhoz használt eszközök, és a köztük menő jelek

* *TEMPERATURE*: PC-n szimulált ház szobahőmérsékletével arányos analóg feszültség a 0 – 2V tartományban, amely a hőmérséklet tartományt fedi le.
* feszültség-hőmérséklet konverzió:
* *HEATER ON/OFF*: digitális jel a fűtés ki/be kapcsolásához
* *DATA-0 – DATA-7*: digitális jel, PC-s kijelzéshez használható 8 vezeték; a termosztát hőmérséklete

A hallgatóknak kiadott vizsgafeladat a PC-n szimulált ház fűtésének szabályzása a C8051F410 kit segítségével. A megoldás során csak digitális/analóg portok írásával/olvasásával kell foglalkozni, kommunikációval nem.



**NULL** ábra – A 8051F410 development kit



**NULL** ábra – Az 8051F410 stick modul

## 4.2. Hardware in the loop

A HIL szimuláció lehetővé teszi valós idejű beágyazott rendszerek egyszerűbb és biztonságosabb fejlesztését, tesztelését.

## 4.3. Ház termikus modellje

### 4.3.1. Euler módszer

Az Euler módszer egy numerikus, iteratív eljárás differenciálegyenletek (ODE) megoldásához. Az iteráció egy ismert kezdőértékről indul. A következő érték kiszámításához szükség van az előző értékre, egy lépésközre, valamint magára a differenciálegyenletre. Formális integrálásra azonban nincs szükség, illetve a módszer nem ad analitikus megoldást. Legyen adott egy

alakú differenciálegyenlet. Ekkor az egyenlet közelítő, numerikus megoldása a

képletek segítségével számolható ki. [**euler wiki**] [**mal labor**]

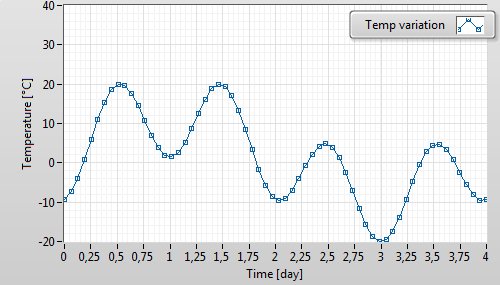
### 4.3.2. Matematikai modell

A ház belső fűtés-rendszerének szimulációjához egy MATLAB példaprogram differenciálegyenleteit és fizikai állandóit használtam fel, a megoldáshoz pedig az Euler módszert. A lenti egyenletekben az értékek egy házra jellemző konstansok. Jelentésük és értékük megtalálható a szimulációs programban. az aktuális külső, fűtővíz- és szobahőmérsékletet jelölik ebben a sorrendben. a fűtésből nyert hő, pedig a hőveszteség. A legfontosabb változó a melynek változását az alábbi néhány egyenlet írja le: [**mathworks**]

Az Euler módszer formuláját felhasználva az iterációs képlet:

A fenti egyenletekben nincs megadva, hogy a fűtővíz milyen dinamikával melegedjen fel, vagy hűljon le. A vezérlés egy jellel történik. A fűtővíz hőmérsékletének változásához ez RC szűrő áramkör matematikai modelljét használtam. Nem mondható valóságosnak, de a feladatnak megfelel. A fűtés állapotban 50°C-ra melegszik (x.y). állapotban felveszi a szoba hőmérsékletét (x.y). A fűtővíz hőmérsékletének szabályzása nem része a modellnek.

A külső hőmérséklet egy kitalált napi- és egy 4 napos hőingást követ, ahol délben a legmagasabb a hőmérséklet, és éjfélkor a legalacsonyabb egy abszolút paraméter-érték között. Ehhez hozzáadódik egy korlátozott Brown mozgás is. Az elképzelést a (x.y) képlet szemlélteti:



**NULL** ábra – 4 nap hőingása a [-20°C, 20°C] tartományban

## 4.4. Szoftverfejlesztés

### 4.4.1.MADAQ szoftvere

A szimulációs LabView programhoz képest a MADAQ-on futó kód lényegesen egyszerűbb. Lényegében a MADAQ egyetlen feladata egy fizikai interfészt biztosítani az 8051F410 kit és a PC között. A program futása alatt vagy utasítás érkezésére vár, melyek a PC felől érkeznek UART kommunikáció segítségével. A függvénnyel 1 byte-ot lehet beolvasni a soros portról.

**while** **(**1**)** **{**

**while** **(**SInOut**()!** **=** '@'**);**

c **=** SInOut**();**

**...**

// get port state, "p" = port

**else** **if** **(**c **==** 'p'**)** **{**

SOut**(~**P0**);**

SOut**(~**P1**);**

**}**

**...**

**else** **if** **(**c **==** 'd'**)** // set DAC0

**{**

unsigned char a**;**

c**=**SInOut**();** // hi

a**=**SInOut**();** // lo

SFRPAGE **=** DAC0\_PAGE**;**

DAC0CN **=** 0x84**;**

DAC0L**=**a**;**

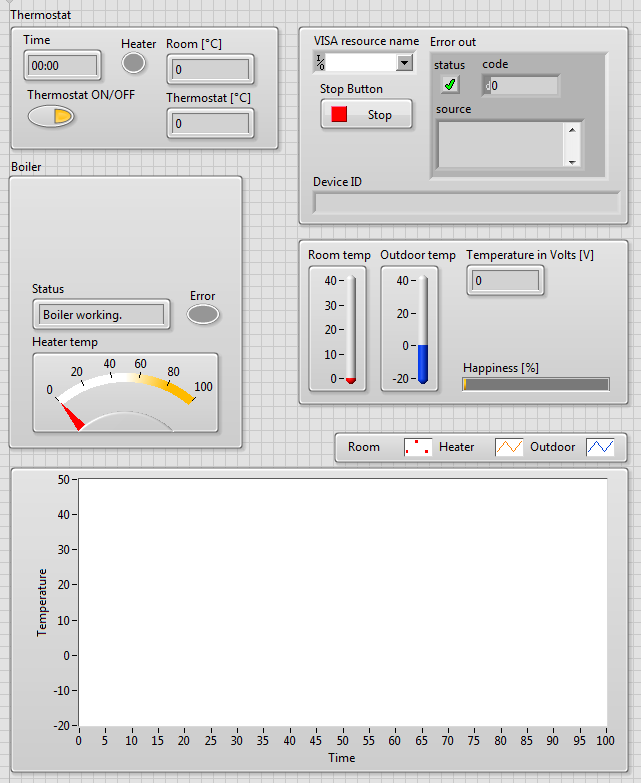
DAC0H**=**c**;**

**}**

**}**

**NULL** kódrészlet – DAC beállítása és digitális inputok állapotának továbbítása

### 4.4.2. LabView szoftver



**NULL** ábra – A LabView program előlapja.

# 5. Összefoglalás

## 5.1. Eredmények

## 5.2. Fejlesztési lehetőségek

# Irodalomjegyzék

Dr. Gingl Zoltán, Dr. Mingesz Róbert - Laboratory practicals with the C8051Fxxx microcontroller family

Lantos Béla – Irányítási rendszerek elmélete és tervezése I.

Transfer Function Measurement Toolbox

<https://ccrma.stanford.edu/realsimple/imp_meas/imp_meas.pdf>

HIL

<http://en.wikipedia.org/wiki/Hardware-in-the-loop_simulation>

Neg feedback ábra

<http://en.wikipedia.org/wiki/Control_theory>

Thermal model of a house

<http://www.mathworks.com/help/simulink/examples/thermal-model-of-a-house.html>

Magic calculator

<http://sim.okawa-denshi.jp/en/Fkeisan.htm>

Euler módszer

<http://en.wikipedia.org/wiki/Euler_method>

Mérés és Adatgyűjtés laboratóriumi gyakorlat – 5. óra

<http://www.inf.u-szeged.hu/~mingesz/Education/MAL/>

F410 kit kép

<http://nz.apexelex.com/images/microcontroller_kits/C8051F410TB.jpg>

F410 Kit

<http://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/C8051F41x-DK.pdf>

MADAQ kép

<http://www.noise.physx.u-szeged.hu/edudev/madaq/doc/MADAQS.jpg>

# Nyilatkozat

Alulírott ………………..………… szakos hallgató, kijelentem, hogy a dolgozatomat a Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Tanszékcsoport ……………………….. Tanszékén készítettem, …………………….…….…… diploma megszerzése érdekében.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye, és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök, stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozatomat / diplomamunkámat a Szegedi Tudományegyetem Informatikai Tanszékcsoport könyvtárában, a helyben olvasható könyvek között helyezik el.

Dátum

Aláírás

# Köszönetnyilvánítás