



IMP  
Mikroprocesorové a vestavěné systémy  
2020/2021  
**Varianta termínu - S**  
**Testování mikrokontrolérů**

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>2</b>
1.1	Zadanie . . . . .	2
1.2	Autor a zdroje . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Testovanie</b>	<b>2</b>
2.1	Test č.1 . . . . .	2
2.2	Test č.2 . . . . .	3
2.3	Test č.3 . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Záver</b>	<b>4</b>

# 1 Úvod

Táto práca vznikla ako dokumentácia k projektu do predmetu IMP- Mikropocervé a vestavěné systémy. Těmou mojej práce sú Testovanie mikrokotroláerov. Cieľom projektu bolo vytvoriť aplikáciu, ktorá otestuje mikrokotrolér na platforme Fitkit3, ktorá obsahuje mikrokotrolér MCU Freescale KINETIS MK60DN512ZVMD10.[3] Osobná vďaka patrí pánu Ing. Josefovi Strnadellovi, Ph.D., ktorý pomáhal formou konzultácie a promptným odpovedaním mailom na dotazy.

Práca pozostávala z:

- navrhnutia pár mechanizmov na otestovanie pár častí mikrokotroléru
- implementovania mechanizmov
- demonštrovania funkčnosti formou videa
- vytvorenia dokumentácie

## 1.1 Zadanie

Zadanie tejto práce spadalo do varianty S. Těmu som si vybral, pretože mi prišla ako najzaujímavejšia z tém, ktoré boli ešte dostupné. Na implementáciu som použil jazyk C a taktiež jazyk symbolických inštrukcií. Prostredie, v ktorom sa pracovalo bolo Kinetis Design Studio.

## 1.2 Autor a zdroje

Autorom tohto projektu je Šimon Feňko (xfenko01), ktorý je študentom 3. ročníka bakalárskeho štúdia na Fakulte informačných technológií – Vysokého učení technického v Brně.[2]

Pri riešení problému s testovaním mikrokotrolérov a so získavaním informácií, ktoré boli potrebné na implementáciu mechanizmu bolo čerpané zo súboru Fitkit3-demo od pána Ing. Michala Bidla, Ph.D. a diplomovej práce *Samočinné testování miktokotrolérů*[1] od Ing. Filipa Denka, ktorá bola priložená k zadaniu. Taktiež som čerpal informácie, ktoré boli povedané na prednáškach[4] a laboratórnych cvičeniach, ktoré viedol Ing. Vojtěch Mrázek, Ph.D.

# 2 Testovanie

Úlohou projektu bolo sofwarové testovanie programu. To znamená, že počas behu programu a vykonáva ho procesor. Ten postupne spracúva inštrukcie, ktoré implementujeme. Konkrétne bolo nutné otestovať funkčnosť mikrokotroléru. Boli navrhnuté 2 testovacie metódy, ktoré mali overiť funkčnosť FITkit3. Prvá metóda zahrňuje *Test č.1* a *Test č.2* a druhá metóda *Test č.3*. Jednotlivé metódy sa počas chodu aplikácie dokážu prepínať za pomoci tlačítka SW6. Pomocou neho, dokážeme prejsť po otestovaní jedného testu na ďalší.

## 2.1 Test č.1

Test č.1 bol zameraný na testovanie funkčnosti tlačítok za pomoci audia. Princíp spočíva v tom, že po stlačení hociktorého z tlačítok SW5, SW4, SW3 a SW2 sa ozve pípnutie z reproduktora, ktoré signalizuje správnosť chodu aplikácie a zároveň zariadenia. Vďaka tomu vieme posúdiť, že tlačítka fungujú tak ako majú a takisto aj reproduktor. V prípade, že by sa pípnutie neozvalo, vieme, že nastala chyba v zariadení.

## 2.2 Test č.2

Test č.2 bol zameraný na testovanie funkčnosti svetelných diód, za pomoci tlačítok. Funguje na jednoduchom princípe a to takom, že po stlačení akéhokoľvek z tlačítok **SW5**, **SW4**, **SW3** a **SW2** sa rozosvetia všetky svetelné diódy **D9-D12** a následne zhasnú (len bliknú). To signalizuje správnosť svetelných diód a zároveň správnosť tlačítok. V opačnom prípade, by sme hovorili o chybovosti zariadenia.

## 2.3 Test č.3

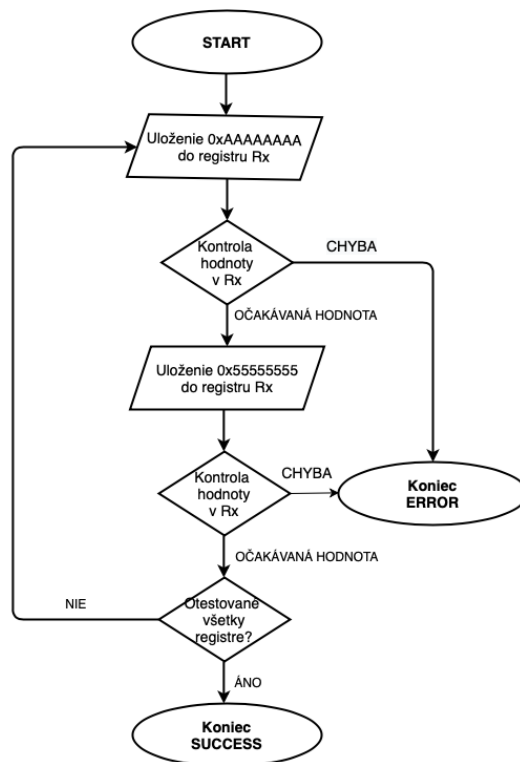
Test č.3 bol už ale zameraný na odhalenie takzvaných **stuck-at** porúch v registroch. Celý je založený na tom, že zisťuje, či nejaký register jadra obsahuje bit, ktorý by nadobúdal konštantnú hodnotu logickej 0 alebo 1. Na to, aby sme tieto stuck-at chyby odhalili, bol implementovaný algoritmus **Checkerboard** alebo po slovensky šachovnica. Pomocou neho dokážeme nahrávať a verifikovať dva testovacie vzory, ktoré sú si navzájom negáciou. Boli použité vzory:

- 0xAAAAAAAA
- 0x55555555

Tieto vzory boli zvolené z dôvodu, že ak si tieto dva vzory prenesieme do binárnej sústavy a napíšeme pod seba, nadobúdajú podobu šachovnice:

- Prvý vzor: 0b10101010101010101010101010101010
- Druhý vzor: 0b1010101010101010101010101010101

Test testuje registre jadra **R0** až **R12**, **SP**, **LR**, **PSR**. Test postupuje a akonáhle odhalí na jednom z bitov **stuck-at** poruchu, posunie program do stavu v ktorom prebieha nekonečný cyklus pípania a to symbolizuje chybovosť. Postup, ktorý bol využitý na riešenie problému je uvedený nižšie:



Obr. 1: Vývojový diagram testovania CPU registrov

### 3 Záver

Pokúsil som sa implementovať 3 mechanizmy, ktoré by mali otestovať funkčnosť mikrokontrolérov. Z dôvodu, že som nemal potrebný FITkit 3, pomocou ktorého by som si vedel otestovať svoj program, sa neodvážim zhodnotiť funkčnosť mojich testov. Mal som takisto záujem si požičiať FITkit 1.2 od známeho, ale z dôvodu pandemických opatrení, ktoré v tomto čase vláda Slovenskej republiky vydala (lockdown), som nebol schopný sa mimo okres dostať a vyzdvihnúť si ho. Preto som sa pokúsil aspoň, na základe informácií z prednášok, democvika a diplomovej práce pána Denka implementovať 3 testy, ktoré sú preložiteľné a mali by byť funkčné.

#### Hodnotenie pomocou kľúčov E, F, Q, P, D:

**E** - prístup: Myslím si, že na projekt som si vyhradil dosť času, keďže som si ho nechal ako posledný z projektov. Vyhradil som si naňho približne týždeň, aby som bol schopný si ešte niekoľkokrát prejsť zopár potrebných prednášok a naštudovať diplomovú prácu. Keďže som začal hneď po odovzdaní predchádzajúceho projektu, tak hodnotím svoj prístup ako dobrý. **(1/1)**

**F** - funkčnosť: Keďže som nebol schopný si svoju naprogramovanú aplikáciu spustiť a zároveň otestovať, si svoju funkčnosť netrúfam ohodnotiť.

**Q** - kvalita: užívateľská prívetivosť (1/1), prehľadnosť kódu som sa snažil spraviť čo najlepšie, odriadením a riadnym okomentovaním (1/1), dekompozícia (0.5/1). Dokopy **(2.5/3)**

**P** - prezentácia: **(1/1)**

**D** - dokumentácia: Dokumentáciu som sa snažil spraviť čo najprehľadnejšiu a podrobnú v  $\text{\LaTeX}$ . **(4/4)**

Celkové hodnotenie, ktoré by som si sám udelil by bolo približne **11.5b**, keďže body za funkčnosť projektu by mali byť presunuté do dokumentácie, no napriek tomu sa sa naďalej snažil naslepo implementovať funkčnú a preložiteľnú časť kódu.

## Citácie

- [1] Filip Denk. “Samočinné testování mikrokontrolerů”. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií, 2019.
- [2] *Fakulta informačních technologií - Vysokého učení technického v Brně*. [www.fit.vutbr.cz](http://www.fit.vutbr.cz).
- [3] Fakulta informačních technologií - Vysokého učení technického v Brně. *Schéma obvodového zapojení výukového kitu Minerva*.
- [4] Richard Růžička, Josef Strnadel, Michal Bidlo. *Mikroprocesorové a vestavěné systémy*. [ONLINE]. 2020. URL: <https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Flectures&cid=13997>.