

Dokumentace k projektu IMP

## **Jednoduchý alarm**

Dmitrii Ivanushkin (xivanu00)

21. prosince 2025

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>2</b>
1.1	Motivace a cíle . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Rozbor a návrh řešení</b>	<b>3</b>
2.1	Příprava projektu a nástroje . . . . .	3
2.2	Hardware . . . . .	3
2.3	Stavový automat . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Vlastní řešení</b>	<b>4</b>
3.1	Inicializace a konfigurace . . . . .	4
3.2	Obsluha klávesnice . . . . .	4
3.3	Komunikace s RFID . . . . .	4
3.4	Logika alarmu a režimy . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Závěrečné zhodnocení</b>	<b>5</b>
4.1	Shrnutí vlastností řešení . . . . .	5
4.2	Realizované nepovinné činnosti . . . . .	5
4.3	Autoevaluace . . . . .	5
4.4	Celkové zhodnocení . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Použité zdroje</b>	<b>6</b>

# 1 Úvod

Cílem tohoto projektu bylo navrhnout a realizovat jednoduchý vestavný alarm s využitím mikrokontroléru FITkit3 a sady externích senzorů a akčních členů.

## 1.1 Motivace a cíle

Motivací projektu je vyzkoušení práce s perifériemi mikrokontroléru, konkrétně s GPIO, časovači a komunikačními rozhraními SPI. Výsledné zařízení musí umět simulovat reálnou bezpečnostní ústřednu, která umožňuje:

- Detekci narušení pomocí více typů senzorů: PIR, Reed modul, Tilt senzor.
- Autentizaci uživatele pomocí zadání hesla z klávesnice nebo pípnutím RFID karty.
- Signalizaci stavu systému pomocí LED semaforu a piezo bzučáku.
- Volbu režimů střežení kombinací různých senzorů.

## 2 Rozbor a návrh řešení

### 2.1 Příprava projektu a nástroje

Práce na projektu byla zahájena stažením a instalací vývojového prostředí Kinetis Design Studio. Tento krok zajistil přístup k potřebnému toolchainu, hlavičkovým souborům a základní konfiguraci mikrokontroléru. V IDE byl vytvořen nový projekt, což vygenerovalo počáteční souborovou strukturu. Následná kompilace, nahrávání programu a ladění však byly realizovány pomocí nástrojů příkazové řádky pro flexibilnější práci s hardwarem. Pro nahrání přeloženého binárního souboru do paměti mikrokontroléru a následný běh byl využit GDB server `pegdbserver_console` ve spojení s debuggerem `arm-none-eabi-gdb`.

### 2.2 Hardware

Jako vestavná platforma byl zvolen výukový kit FITkit 3 s mikrokontrolérem NXP typu MK60D10. K tomuto kitu byly připojeny následující periferie:

#### 1. Vstupy:

- Membránová klávesnice 4x4.
- RFID čtečka RC-522.
- PIR senzor pohybu.
- Reed modul pro simulaci otevření dveří.
- Tilt senzor pro detekci fyzické manipulace s objektem.

#### 2. Výstupy:

- LED semafor.
- Piezo bzučák.

### 2.3 Stavový automat

Chování systému je řízeno stavovým automatem, který nabývá čtyř hlavních stavů:

1. **STATE\_IDLE (Vypnuto):** Systém je neaktivní, svítí zelená LED. Čeká na zadání aktivačního kódu nebo přiložení karty.
2. **STATE\_EXIT\_DELAY (Odchodové zpoždění):** Po zadání správného kódu systém odpočítává čas pro opuštění prostoru kdy bliká žlutá LED.
3. **STATE\_ARMED (Střeženo):** Systém je aktivní, svítí žlutá LED. Monitoruje vybrané senzory dle zvoleného režimu.
4. **STATE\_ALARM (Poplach):** Došlo k narušení. Svítí červená LED a zní siréna. Deaktivace je možná znovu zadáním kódu nebo kartou.

## 3 Vlastní řešení

Implementace byla provedena v jazyce C s přímým přístupem k registrům mikrokontroléru.

### 3.1 Inicializace a konfigurace

V rámci funkce `MCUInit` a `PortsInit` dochází k vypnutí Watchdog timeru a povolení hodinového signálu. Jednotlivé piny jsou nastaveny jako GPIO pomocí `PORT_PCR_MUX(0x01)`. Pro některé vstupy, které to vyžadovaly jako senzory a sloupce klávesnice, jsou aktivovány přidány masky `PORT_PCR_PE_MASK` a `PORT_PCR_PS_MASK`.

### 3.2 Obsluha klávesnice

Klávesnice je obsluhována skenováním pomocí funkce `Keypad_Scan_Raw`, která postupně nastaví log. 0 nebo 1 v závislosti na zapojení a čte stavy sloupců. Byl implementován jednoduchý debouncing pomocí zpoždění `delay()`.

### 3.3 Komunikace s RFID

Funkce `SPI_Transfer` ručně ovládá piny SCK, MOSI a čte MISO v cyklu pro přenos 8 bitů, jelikož pro připojení RFID modulu RC-522 nebyly využity hardwarové piny SPI

### 3.4 Logika alarmu a režimy

Systém podporuje 4 režimy střežení, které se volí při zadávání aktivačního kódu ve formátu `*<MÓD>1234`, kde MÓD je A, B, C nebo D:

- **Mód A:** Aktivní pouze PIR senzor.
- **Mód B:** Aktivní pouze Reed modul.
- **Mód C:** Aktivní pouze Tilt senzor.
- **Mód D:** Aktivní všechny senzory.

V hlavní nekonečné smyčce `while(1)` se na základě proměnné `currentState` provádí přiřazená logika. Přechody mezi stavy jsou signalizovaný akustickou signalizací (funkce `beep_short`, `beep_long`) a změnou vybrané barvy na LED semaforu.

## 4 Závěrečné zhodnocení

### 4.1 Shrnutí vlastností řešení

Vytvořené zařízení splňuje všechny povinné požadavky zadání. Podařilo se úspěšně implementovat čtení stavů ze tří různých senzorů, ovládání pomocí maticové klávesnice s podporou hesel, integraci RFID čtečky a stavový automat s vizuální i akustickou zpětnou vazbou.

### 4.2 Realizované nepovinné činnosti

Nad rámec povinného zadání byla implementována podpora pro různé režimy alarmu. Uživatel má možnost při aktivaci alarmu zvolit jeden ze čtyř režimů (A, B, C, D), čímž definuje, které senzory budou aktivní.

### 4.3 Autoevaluace

Nejobtížnější částí projektu byla implementace softwarového SPI pro RFID čtečku a správné časování komunikace. Většina času byla věnována ladění komunikace s periferiemi a ošetření zákmitů tlačítek. Výsledný kód je funkční, což bylo prokázáno při prezentaci projektu. Výsledný předpoklad hodnocení je:

- **Funkčnost řešení:** 5/5 b.
- **Přístup k řešení:** 2/2 b.
- **Kvalita řešení:** 2/2 b.
- **Prezentace:** 2/2 b.
- **Dokumentace k řešení:** 3/3 b.

$$\sum = 5 + 2 + 2 + 2 + 3 = 14$$

### 4.4 Celkové zhodnocení

Zadání projektu považuji za adekvátně náročné a přínosné pro pochopení práce s registry mikrokontroléru. Cíl projekt byl splněn v plném rozsahu včetně volitelného rozšíření.

## 5 Použité zdroje

1. Ing. JOSEF STRNADEL Ph.D. *FITkit3 Dev Quickstart*. Příručka. [https://git.fit.vut.cz/strnadel/edu/src/branch/main/howto-hints/embedded/FITkit3\\_dev\\_quickstart\\_cz.md](https://git.fit.vut.cz/strnadel/edu/src/branch/main/howto-hints/embedded/FITkit3_dev_quickstart_cz.md)
2. doc. Ing. MICHAL BIDLO Ph.D. *FITkit-3Demo.pdf*. Prezentace k předmětu IMP. <https://moodle.vut.cz/mod/folder/view.php?id=557739>
3. NXP SEMICONDUCTORS. *Kinetis Quick Reference User Guide*. Příručka. <https://moodle.vut.cz/mod/folder/view.php?id=557739>
4. ARDUINO INTRO. *How to Use RFID RC522 with Arduino: A Complete Beginner's Guide*. Vzorová dokumentace k modulu RFID RC-522. <https://www.arduinointro.com/articles/projects/how-to-use-rfid-rc522-with-arduino-a-complete-beginners-guide>