

Fakulta informačních technologií  
Vysoké učení technické v Brně



IMP – Mikroprocesorové a vestavěné  
systémy

ARM-FITkit3: Měření srdečního tepu

# Úvod

Cieľom projektu bola implementácia aplikácie na platforme FitKit 3. Aplikácia by mala umožňovať meranie srdcového tepu. Za týmto účelom boli poskytnuté rozširujúce moduly, a to:

1. modul pre meranie srdcového tepu,
2. modul so osemsegmentovým LED displejom.

Aplikácia bude pomocou modulu pre meranie zaznamenávať pulzy v prste používateľa, a výsledný tep za minútu bude zobrazovať na displeji.

## Popis modulov

Moduly boli na doske FitKit3 zapojené do poľa P1. Schému zapojenia je možné pozrieť na ďalšej stránke.

### Modul pre meranie srdcového tepu

Modul obsahuje tri vývody:

1. napájanie (3.3V)
2. uzemnenie
3. analógový výstup

Do dosky FitKit3 bol zapojený nasledovne:

Napájanie zapojené na pin č. 1, uzemnenie na pin č. 49 a analógový výstup na pin č. 14.

### Modul s osemsegmentovým displejom

Modul slúži ako základná jednotka zobrazovania informácií. Poskytuje štyri číslice, pričom každá číslica má 7 segmentov a segment pre desatinnú bodku. Segmenty pre jednotlivé číslice sú označené A-G, pre desatinnú čiarku DP. Celkovo má modul 12 vstupných pinov. Prvých osem slúži na konfiguráciu jednotlivých segmentov určenej číslice. Ďalšie štyri slúžia práve na výber číslice. Tieto piny sú označené ako C1-C4.

Do dosky FitKit3 bol zapojený nasledovne:

Segmentový displej bol zapojený na piny 19-30, pričom samotný displej smeruje "von" z dosky.

Merač tepu - Napájanie	1	2	
	3	4	
	5	6	
	7	8	
	9	10	
	11	12	
	13	14	Merač tepu - Analóg. výstup
	15	16	
	17	18	
Displej (seg. B)	19	20	Displej (seg. F)
Displej (seg. A)	21	22	Displej (seg. E)
Displej (seg. D)	23	24	Displej (seg. DOT)
Displej (seg. C)	25	26	Displej (seg. G)
Displej (C2)	27	28	Displej (C3)
Displej (C4)	29	30	Displej (C1)
	31	32	
	33	34	
	35	36	
	37	38	
	39	40	
	41	42	
	43	44	
	45	46	
	47	48	
Merač tepu - uzemnenie	49	50	

Schéma zapojenia externých modulov na doske FitKit3 v poli P1

# Dekompozícia

Pre vypočítanie priemerného tepu je treba úlohu dekomponovať na niekoľko jednoduchých krokov:

1. Načítanie signálu zo senzora a jeho následný prevod z analógového signálu
2. Kontrola validity načítanej hodnoty
3. V prípade korektnosti uložíme do poľa
4. Pokiaľ máme dostatok valídnych údajov, vypočítame priemer
5. Údaj zobrazíme na displeji

## Implementácia

Implementácia je obsiahnutá v zložkách *source* a *board*. V zložke *board* sú súbory *pin\_mux.c* a *pin\_mux.h*. Tieto súbory obsahujú konfiguráciu jednotlivých pinov. Tieto súbory boli vygenerované pomocou nástroja MCUXpresso Config Tools<sup>1</sup>. Samotná implementácia je v súbore *main.c* v zložke *source*. Tento súbor obsahuje kompletnú implementáciu. Je rozdelený do logických celkov podľa toho, čo implementujú. V implementácii bol využitý Software Development Kit (tiež SDK) pre daný typ procesora.

Na začiatku sa inicializuje všetok hardware, ktorý budeme v programe používať. Inicializuje sa *Low Power Timer (LPTMR)*, *Periodic Interrupt Timer (PIT)*, *16bit Analog To Digital Converter (ADC16)*. LPTMR je použitý počas merania, PIT je použitý na generovanie prerušení, na základe ktorých sa obnovuje displej a ADC16 sa používa na prevod analógového signálu z modulu na meranie tepu do digitálnej podoby. Následne sa nastaví nula ako pôvodná hodnota. Pri začatí merania (vložení prsta na senzor) sa začne zaznamenávanie. Každý signál, ktorý je prijatý zo senzora, je najprv filtrovaný. Prechádza dolným priepustom<sup>2</sup>, ktorý eliminuje šum vo vysokých frekvenciách a horným priepustom<sup>3</sup>, ktorý eliminuje šum vo spodných frekvenciách. Počet tepov za minútu je počítaný pomocou vzorca  $\frac{60.0}{t}$ , kde  $t$  je čas medzi impulzmi. Pokiaľ sú výsledky korektné, ukladajú sa do poľa, ktoré udrží až 20 hodnôt. Z týchto hodnôt sa následne počíta priemerný tep. Pre zobrazenie výsledku musí byť v tomto poli aspoň 6 korektných výsledkov. Výsledky by teda mali byť presnejšie, čím dlhšie meriame.

Pre resetovanie merania je možné stlačiť tlačidlo SW5 (tlačidlo UP na šípkách).

---

<sup>1</sup> <https://mcuxpresso.nxp.com/en/pins>

<sup>2</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass\\_filter](https://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass_filter)

<sup>3</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/High-pass\\_filter](https://en.wikipedia.org/wiki/High-pass_filter)

## Záver

V projekte sa podarilo splniť zadanie, no bohužiaľ z dôvodu nedostatku času nebolo ošetrených niekoľko problémov. Pri slabom osvetlení sa začnú generovať hodnoty, ktoré pripomínajú ľudský tep a tieto sa následne zaznamenávajú. Keď však používateľ má prst vložený, meranie prebieha dostatočne presne. Pri testovaní som porovnával výsledky s testovaním pomocou merania tepu prstom po dobu 5 sekúnd a následným násobením 12. Výsledky boli porovnateľné.