

FAKULTA INFORMAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V BRNĚ

**IMP - Mikroprocesorové a vstavané  
systémy**

**ARM-KL05: LED náramkové hodinky na  
bázi RTC modulu**

## 1 Zadanie

Zadáním projektu bolo navrhnuť a vytvoriť hodiny na bázy RTC modulu.

*Informace o čase budou zobrazovány pomocí 7-mi segmentového LED displeje se 4 pozicemi pro jednotlivé číslice časového údaje. K ovládání funkce hodinek (vyvolání údaje o aktuálním čase a dle potřeby pro jeho nastavení) bude sloužit tlačítko dostupné na vývojové desce. Čas bude měřen pomocí RTC periferie mikrokontroléru. Cílem je vytvořit funkčním implementaci hodinek a současně dosáhnout co nejnížší spotřeby při využití vhodného režimu šetření energie (tzv. sleep mód), kterých mikrokontrolér KL05 nabízí celou řadu. Projekt je možno realizovat coby tzv. bare-metal řešení bez dalších podpůrných knihoven a SDK kitů, případně s využitím vhodného RTOS operačního systému, např. FreeRTOS.*

## 2 Návod

Na spustenie LED hodín na bázi RTC modulu je nutné hodinky zapojiť do elektrického zdroju (zapojiť do počítača) pomocou USB kábla. Čas je zobrazovaný v tvare (HH.MM), pričom bodka oddelujúca hodiny a minúty bliká. Po zapojení sa hodinky nastaví na počiatočný čas 00.00. Po stlačení tlačítka sa displej hodiniek vypne a po znovustlačení sa displej opäť zapne. Pri implementácii sa využili *Windows 10* a *Kinetis Design Studio*.

## 3 Implementácia

K implementácii bola využitá schéma prístroja[4], manuál k mikrokontroléru[2], príklady z democvičenia a zdrojové kódy z cvičení, kód zadaný vo wise na odtestovanie displeja[3] a pre lepšie pochopenie nastavenia RTC modulu otázka a odpoveď z community.npx.com [1].

Celá implementácia sa nachádza v jednom súbore *main.c*. Zdrojový kód sa skladá z makier pre zobrazovanie na zapínanie jednotlivých LED displejov a na rozsvietenie segmentov, globálnych premenných (d1-d4 na zobrazovanie čísl na jednotlivé displeje), funkcií na inicializáciu potrebných registrov a spracovanie IRQ a na konci sa nachádza hlavná funkcia *main()*.

Spustením hlavnej funkcie *main()* sa na začiatku inicializujú porty *port\_init()* a RTC modul *RTCInit()*. *RTC\_TSR* sa nastaví na 0 a následne sa každou sekundu zvyšuje a vyvoláva *RTC\_Seconds\_IRQn*. Následne sa spustí cyklus bez ukončovacej podmienky na zobrazovanie čísel na displej. Pomocou *RTC\_Seconds\_IRQn* a *RTC\_Seconds\_IRQHandler* sa menia čísla na displeji (Každých 60 sekúnd sa čísla na príslušných displejoch zmenia a každú sekundu sa bodka oddelujúca hodiny a minúty zobrazí, alebo vypne). Po

stlačení tlačítka sa displej vypne a po znovustlačení zapne, čo spracováva funkcia *PORTB\_IRQHandler()* s pomocou globálnej premennej *isActive*.

## 4 Záverečné zhrnutie

Pri implementácii sa zistila čiastočná nefunkčnosť dosky (pri stlačení tlačítka sa mikrokontrolér odpojí od počítača a po pustení opäť zapojí). Displeje sa však zobrazujú ako majú a správnosť funkcionality implementácie tlačítka sa vyskúšala na rovnakej doske kolegu, ktorý má rovnaké zadanie a teda aj vývojovú dosku.

Implementácia sleepmode nebola realizovaná. Hlavne pre ťažkosti vzniknuté pri kontrole a implementácii pre nefunkčnosť tlačítka.

### 4.1 Video

Implementácia - prechádzanie kódu(<https://youtu.be/HZWk8Vu7cWU>)  
Zobrazenie funkčnosti (<https://youtu.be/lD-n6Cs-wdU>)

### 4.2 Vrátenie vybavenia

Zapožičané vybavenie by som plánovala vrátiť v termíne skúšky z predmetu IMP.

## Literatúra

- [1] community.nxp.com. K20 RTC with Interrupts. [https://community.nxp.com/t5/Kinetis-Microcontrollers/K20-RTC-with-Interrupts/m-p/172283?fbclid=IwAR1-p235Db8-nqAwmuarTsguVo-01L0ZssCq0\\_GjGIXgw0aCTbmovXV3D1g](https://community.nxp.com/t5/Kinetis-Microcontrollers/K20-RTC-with-Interrupts/m-p/172283?fbclid=IwAR1-p235Db8-nqAwmuarTsguVo-01L0ZssCq0_GjGIXgw0aCTbmovXV3D1g).
- [2] freescale. KL05 Sub-Family Reference Manual. [https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fprojects%2FIMP\\_projekt+-+hodinky+-+MKL05\\_ref\\_man.pdf&cid=14662](https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fprojects%2FIMP_projekt+-+hodinky+-+MKL05_ref_man.pdf&cid=14662).
- [3] Šimek V. Hodinky display test. [https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fprojects%2FIMP\\_projekt+-+hodinky+-+display\\_test.zip&cid=14662](https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fprojects%2FIMP_projekt+-+hodinky+-+display_test.zip&cid=14662).
- [4] Šimek V. Hodinky Schemantic. [https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fprojects%2FIMP\\_projekt+-+hodinky+-+schematic.pdf&cid=14662](https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fprojects%2FIMP_projekt+-+hodinky+-+schematic.pdf&cid=14662).