

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta informačních technologií

Mikroprocesorové a vestavěné systémy

2019/2020

ARM-KL05: LED náramkové hodinky

na bázi RTC modulu

Obsah

1. Zadanie	2
2. Úvod	2
3. Implementácia	2
3.1. RTC (real time clock)	2
3.2. Nastavenie času	3
3.3. Uspanie MCU	3
4. Záver.....	3
5. Zdroje.....	3

1. Zadanie

Cieľom projektu bola implementácia vstavanej aplikácie v jazyku C pre mikrokontrolér Kinetis KL05 (KL05Z32), ktorá bude realizovať funkcie hodinek s nasledujúcimi požiadavkami:

- Informácie o čase budú zobrazované pomocou sedem segmentového LED displeju so štyrmi pozíciami pre jednotlivé číslice časového údaj.
- Na ovládanie hodinek (nastavenie a zobrazenie času) bude slúžiť tlačidlo dostupné na vývojovej doske.
- Čas bude meraný pomocou RTC (real time clock) periférie mikrokontroléru.
- Implementácia hodinek musí dosahovať čo najnižšiu spotrebu, a to využitím vhodného režimu šetrenia energie.

2. Úvod

Vstavaná aplikácia - hodinky je aplikácia, ktorá zobrazuje hodiny a minúty na LED displeji. Aplikácia meria reálny čas a to na základe RTC periférie. Po spustení hodinek sa na displeji zobrazí predvolený čas a to 00:00. Tento čas si užívateľ môže upraviť. Úprava času prebieha nasledovne:

- Dlhý stisk tlačidla spôsobí blikanie údajov na pozícii hodín a následné krátke stisky pridajú k hodinovému údaju jednu hodinu. Ďalším dlhým stlačením tlačidla sa potvrdí výber hodinového údaj a dostaneme sa do režimu nastavovania minút.
- V režime nastavovania minút sa opäť krátkym stlačením tlačidla pridá k minútovému údaju jedna minúta. Následne dlhé stlačenie uloží nastavený čas.

Vzhľadom na snahu ušetriť čo najviac energie sa MCU po 3.5 sekundách uspí a rovnako aj zhasne displej. Zobrazenie aktuálneho času po uspatí MCU prebieha nasledovne:

- Krátkym stlačením tlačidla sa MCU prebudí a na displeji sa rozsvieti aktuálny čas.

3. Implementácia

Pri implementácii sme využili schému hodinek[1], manuál mikrokontroléru[2] a jednoduchý displej test projekt[3].

Implementáciu projektu sme si rozdelili do troch jednoduchších častí. Prvá časť sa zaoberá prácou s časom a RTC perifériou, druhá je zameraná na nastavenie času užívateľom a tretia implementuje uspanie MCU.

Zobrazenie čísel na displeji, ako aj inicializáciu väčšiny portov, sme prevzali z projektu displej test[3]. V našom projekte sme zobrazovanie upravili tak, aby vyhovoval našim požiadavkám.

3.1. RTC (real time clock)

Inicializáciu RTC periférie zabezpečuje funkcia `RTCInit`, ktorá zresetuje všetky RTC registre, aktivuje 32.768 kHz oscilátor a nastaví hodnotu času na 00:00. Aktuálny čas je uložený v sekundách(Unix Timestamp) a to v 32-bitovom registri `RTC_TSR`. Na prácu s touto hodnotou sme vytvorili funkciu `time_convert`, ktorá využíva funkciu `localtime_r`

z knižnice `time.h` na prevod sekúnd do štruktúry `read_time`, ktorá obsahuje informácie v ľudsky čitateľnom formáte (sekundy, minúty, hodiny...).

3.2. Nastavenie času

Pri nastavovaní času užívateľom využívame prerušenie vyvolané tlačidlom na vývojovej doske. Na základe dĺžky stisku tlačidla sa nastaví príslušné značky („flagy“) a tie vyvolajú volania funkcií na nastavenie hodín alebo minút. Funkcie `SetMinutes` a `SetHours` zabezpečia blikanie meneného údaj na displeji. Samotná zmena času prebieha vo funkciách `addMinute` a `addHour`, a to upravením štruktúry `read_time`, ktorá obsahuje aktuálny čas. Úprava spočíva v pridaní 1 k aktuálnej hodnote minút alebo hodín v štruktúre. Takto upravený čas prevedieme opäť na sekundy funkciou `mktime` z knižnice `time.h` a aktualizujeme register `RTC_TSR`.

3.3. Uspenie MCU

Na uspanie MCU a šetrenie energie sme si vybrali VLPS (very low power stop) mód. Tento mód uspí MCU, ale zachová fungovanie RTC periférie a teda meranie času. Mód sa ukončí s príchodom prerušenia a následne sa aktivuje po 3.5 sekundách, ale len v prípade, že práve nenastavujeme čas. Možnosť aktivovať mód sme nastavili v registri `SMC_PMPROT` a výber konkrétneho módu zabezpečuje register `SMC_PMCTRL`.

4. Záver

Výsledná implementácia hodínok je plne funkčná, spĺňa všetky požiadavky zo zadania a nie sú známe žiadne problémy či nedostatky. Hodinky merajú reálny čas. Je možné si nastavený čas upraviť a menený časový údaj (hodiny, minúty) začne pri úprave blikat'. MCU sa po krátkom čase vždy uspí a šetrí tak energiu.

5. Zdroje

- [1] SWD_Hodinky_New. In: *Fakulta informačních technologií VUT* [online]. 2018 [cit. 2019-12-20]. Dostupné z: http://www.fit.vutbr.cz/~simekv/SWD_Hodinky_New.PDF
- [2] freescale: KL05 Sub-Family Reference Manual. Document Number: KL05P48M48SF1RM, Rev. 3.1, November 2012
- [3] Display_test. In: *Fakulta informačních technologií VUT* [online]. 2018 [cit. 2019-12-20]. Dostupné z: http://www.fit.vutbr.cz/~simekv/display_test.zip