

Mikroprocesory a vstavané systémy
**Hodiny s budíkom na báze modulu
Real Time Clock (RTC)**

DOKUMENTÁCIA

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Vybrané zdroje informácií a nástrojov na riešenie projektu	2
1.2	Návod na spustenie Aplikácie	2
2	Návod k obsluhu digitálnych hodín	3
2.1	Konfiguračné menu	3
2.1.1	Navigácia v menu	3
2.2	Obsluha budíka	3
3	Implementácia projektu	4
3.1	Inicializácia	4
3.1.1	Mikrokontrolér	4
3.1.2	Porty	4
3.1.3	UART	4
3.1.4	RTC	4
3.2	Spracovanie I/O	4
3.3	Signalizácia budíka	5
3.4	Obsluha Prerušenia RTC	5
3.5	Hlavné telo programu	5

1 Úvod

Hlavným cieľom projektu je implementácia plne funkčných digitálnych hodín s integrovaným budíkom v jazyku C, s využitím modulu Real Time Clock(RTC), ktorý je súčasťou čipu Kinetis K60 na platforme FITkit 3. Digitálne hodinky podporujú nasledovné funkcie:

- Nastavenie času pre hodiny a budík
- Zapnutie/vypnutie funkcie budíka
- Zvuková a svetelná signalizácia budíka
- Výber melódie a svetelného signálu
- Nastaviteľné opakovanie budíka
- Nastaviteľný počet a časový odstup pri opakovaní budíka

1.1 Vybrané zdroje informácií a nástrojov na riešenie projektu

Zdrojom informácií na riešenie projektu digitálneho budíka boli látky preberané na cvičeniach z kurzu IMP, príslušný referenčný manuál k čipu Kinetis K60¹, schéma FITkitu² a dostupná prezentácia³ a demopríklad⁴ od doc. Ing. Michala Bidla, Phd.

Na implementáciu, ladenie a flashovanie aplikácie na platformu FITkit3 som použil prostredie Kinetis Design Studio 3 IDE⁵. Komunikácia s mikrokontrolérom bola realizovaná prostredníctvom emulátora terminálu PuTTY⁶.

1.2 Návod na spustenie Aplikácie

Na spustenie aplikácie digitálnych hodín a budíka na platforme FITkit3 je potrebný softvér Kinetis Design Studio(prípadne MCUXpresso) a PuTTY.

Po dokončení týchto krokov by mala byť aplikácia spustená a prístupná cez terminál PuTTY:

- Najskôr je potrebné pripojiť zariadenie FITkit3 k počítaču.
- Vytvorte nový projekt v prostredí Kinetis Design Studio, správne nastavte debugger a skopírujte do vytvoreného projektu zdrojový kód, ktorý bol odovzdaný spolu s touto dokumentáciou.
- Projekt preložte a nahrajte na platformu FITkit3.
- Nakoniec otvorte aplikáciu PuTTY, nastavte typ pripojenia na sériové, vyberte príslušnú sériovú linku podľa zapojenia, nastavte rýchlosť na 115200 Baud a spustíte pripojenie.

¹<https://www.digikey.jp/htmldatasheets/production/1228931/0/0/1/K60-LQ-MD10-Ref-Manual.pdf>.

²prístupné na stránkach moodle: https://moodle.vut.cz/pluginfile.php/707393/mod_label/intro/FITkit3_schema.pdf.

³prístupné na stránkach moodle: https://moodle.vut.cz/pluginfile.php/707393/mod_label/intro/FITkit3-demo.pdf.

⁴prístupné na stránkach moodle: https://moodle.vut.cz/pluginfile.php/707393/mod_label/intro/FITkit3-demo.tar.

⁵https://www.nxp.com/design/design-center/designs/design-studio-integrated-development-environment-ide:KDS_IDE.

⁶<https://www.putty.org/>.

2 Návod k obsluhu digitálnych hodín

Na ovládanie budíka sa používajú nasledujúce tlačidlá na platforme FITkit3:

- **SW2 (Pravé tlačidlo):** Navigačné tlačidlo vpravo.
- **SW3 (Tlačidlo dole):** Navigačné tlačidlo nadol.
- **SW4 (Ľavé tlačidlo):** Navigačné tlačidlo vľavo.
- **SW5 (Tlačidlo hore):** Navigačné tlačidlo nahor.
- **SW6 (Tlačidlo výberu):** Tlačidlo na potvrdenie a vykonanie akcií.

Po spustení aplikácie sa zobrazí úvodná obrazovka nastavenia hodín spolu s pokynmi na ovládanie, kde používateľ nastaví požadovaný čas. Po nastavení času sa zobrazí aktuálne nastavený čas a hodinky sú spustené.

2.1 Konfiguračné menu

Na vstup do konfiguračného menu je potrebné podržať tlačidlo výberu(SW6), dokým sa nezobrazí. V menu môže užívateľ prechádzať jednotlivými položkami pomocou tlačítek hore(SW5) a dole(SW3).

Ľavým(SW4) a pravým(SW2) tlačidlom môže prehľadávať a meniť vybrané položky nastavení. Nastavenia sa uložia automaticky bez potreby ďalšieho potvrdenia. Výberové tlačidlo(SW6) slúži na nastavenie času, nastavenie budíka, prehrávanie ukážkovej melódie alebo svetelného signálu a na zatvorenie konfiguračného menu.

2.1.1 Navigácia v menu

- **Set Time:** Spustí proces nastavenia času hodínok.
- **Set Alarm Time:** Nastaví čas budíka. Zobrazí ikonu zvončeka, ktorá indikuje zapnutý budík.
- **Unset Alarm:** Vypne budík.
- **Set Repetitions Count:** Nastaví počet opakovaní alarmu, maximálne 5, alebo OFF pre vypnutie.
- **Set Repetitions Delay:** Nastaví časový interval medzi opakovaniami, maximálne 60 minút.
- **Set Alarm Melody:** Nastaví jednu z 3 zabudovaných melódií alebo vypne melódiu. SW6 na ukážku.
pozn.: pri OFF sa zobrazí pri zapnutom budíku ikonka vypnutia zvuku.
- **Set Alarm Lighting Mode:** Nastaví jeden z 3 zabudovaných svetelných signálov. SW6 na ukážku.
- **Exit Menu:** Zatvorí menu pomocou tlačidla SW6.

2.2 Obsluha budíka

Práve prebiehajúci alarm je možné vypnúť/odložiť pomocou podržania tlačidla dole(SW3). Pri zapnutej funkcii opakovania budíka sa alarm po podržaní tlačidla vypne a odloží o zvolený časový odstup. Ak si užívateľ neželá ďalšie opakovanie, musí budík vypnúť.

3 Implementácia projektu

V tejto časti popíšem spôsob implementácie projektu chronologicky tak, ako som aj postupne projekt riešil. Začal som celkovou inicializáciou zariadenia a jeho periférií, pokračoval som vytvorením funkcií na posielanie datových reťazcov prostredníctvom UART, spracoval som užívateľský vstup, svetelnú a zvukovú signalizáciu a nakoniec som implementoval obsluhu prerušenia vyvolaného modulom RTC.

3.1 Inicializácia

3.1.1 Mikrokontrolér

funkcia **MCUinit**, prevzatá zo zmieného demopríkladu, sa stará o základné nastavenie mikrokontroléru. Zahrňuje konfiguráciu Multi-purpose Clock Generator (MCG), ďalej nastavuje delič signálových hodín a deaktivuje Watchdog Timer, čo sú štandardné kroky v inicializačnom procese mikrokontroléru.

3.1.2 Porty

Sú inicializované pomocou funkcie **PortsInit**, taktiež prevzatá z demopríkladu a miestami upravená, zaisťuje inicializáciu a konfiguráciu rôznych portov mikrokontroléru. Zapína hodiny pre špecifické moduly (UART, PORTA/B/E a RTC) a nastavuje piny na portoch pre funkcionálnosť GPIO, ďalej nastavuje príslušné piny LED a bzučiaku ako výstupné.

3.1.3 UART

Má na starosti funkcia **UARTinit**, prevzatá a upravená zo šablóny prvého cvičenia, najskôr vypne a nastaví UART5 na účely sériovej komunikácie. Konfiguruje rýchlosť prenosu na 115200 Bd, nastavuje 8 dátových bitov, žiadnu paritu a jeden stop bit. Nakoniec vysielateľ po nastavení znovu zapne.

3.1.4 RTC

RTCinit zodpovedá za nastavenie a inicializáciu modulu Real-Time Clock (RTC). Zahrňuje nastavenie a vymazanie bitu reset, čo spôsobí resetovanie vnútorných registrov modulu RTC. Následne zapne oscilátor modulu RTC a vyvolá sa oneskorenie funkciou **delay**, aby sa mohol oscilátor stihnúť stabilizovať. Pred nastavením registrov času a alarmu sa RTC modul pozastaví následne znovu zapne. Nakoniec sa spustí povolenie prerušenia RTC, čo pomôže využiť modul RTC na funkcionálnosť časovania budíka.

3.2 Spracovanie I/O

Aplikácia používa na vstup výlučne rozhranie FITkitu, čiže pracuje iba s dostupnými tlačidlami. Na správnych miestach, kde sa očakáva vstup od užívateľa periodicky sleduje aktuálny stav GPIOE Port Data Input registra, a porovnáva ho s maskou príslušných tlačidiel. Týmto spôsobom sa detekuje stlačené tlačidlo. Za každým detekovaným stlačením nasleduje rebound delay dĺžky približne 10ms na elimináciu nechceného kontaktného odrazu (bouncing), ktorý by mohol spôsobiť problémy pri navigovaní v aplikácii budíka.

Funkcie na odosielanie datových reťazcov boli prevzaté z vypracovania šablóny prvého cvičenia. Tieto funkcie sú využívané na výpis času, menu, nastavení a celkového užívateľského rozhrania budíka

3.3 Signalizácia budíka

Funkcia **playAlarm**: Táto funkcia sa aktivuje, keď nastane stav alarmu, alebo inak povedané, spustí sa budík. V tomto režime sa periodicky zobrazuje aktuálny čas, ktorý vizuálne preblikáva, zároveň sa prehráva nastavená melódia a vykonáva sa svetelná signalizácia. Funkcia tiež sleduje vstup používateľa na zastavenie alebo odloženie budíka.

3.4 Obsluha Prerušenia RTC

Obsluha prerušenia je riešená vo funkcii **RTC_IRQHandler**: Táto funkcia sa volá, keď sa spustí prerušenie RTC, čo nastáva, keď sa čas v registri TAR (Time Alarm Register) rovná času v TSR (Time Seconds Register). Funkcia kontroluje, či je budík aktívny a či došlo k jeho vyvolaniu. Pokiaľ je, aktivuje funkciu **playAlarm**. Nastaví tiež čas nasledujúceho budíka v prípade opakovania (snooze) a sleduje počet opakovaní. Po dosiahnutí požadovaného počtu opakovaní alebo ak nie sú nastavené žiadne opakovania, vypne budík a resetuje register TAR.

3.5 Hlavné telo programu

Hlavné telo programu definované vo funkcii main je pomerne jednoduché. Najprv sa inicializuje celé zariadenie pomocou **InitSystem**, v rámci inicializácie sa spustí proces nastavenia času budíka. Následuje nekonečný cyklus, kde sa sleduje stav výberového tlačidla, ktorý slúži na otvorenie konfiguračného menu. Pokiaľ menu nie je otvorené, program zobrazuje aktuálny čas a čaká jednu sekundu medzi každým zobrazením.

Autoevaluácia

E = 1b

F = 5b

Q = 3b

P = 1b

D = 3,5b

$\Sigma = 13,5b.$