



# Aplikácia modulu Watchdog Timer

Mikroprocesorové a vstavané systémy

2020/2021

13. decembra 2020

**Autor:** Martin Fekete ([xfeket00@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xfeket00@stud.fit.vutbr.cz))

# Obsah

|          |                                      |          |
|----------|--------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Zadanie</b>                       | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Watchdog</b>                      | <b>1</b> |
| 2.1      | Registre modulu . . . . .            | 1        |
| 2.2      | Periodický režim . . . . .           | 2        |
| 2.3      | Okienkový režim . . . . .            | 2        |
| <b>3</b> | <b>Implementácia</b>                 | <b>2</b> |
| 3.1      | Komunikácia s používateľom . . . . . | 2        |
| 3.2      | Tok programu . . . . .               | 2        |
| 3.3      | Refresh modulu . . . . .             | 2        |
| 3.4      | Výpis štatistík . . . . .            | 3        |
| <b>4</b> | <b>Použitie</b>                      | <b>3</b> |
| <b>5</b> | <b>Zhrnutie</b>                      | <b>3</b> |

# 1 Zadanie

Zadaním projektu bolo vytvoriť aplikáciu demonštrujúcu možnosti modulu Watchdog Timer (WDOG) dostupného na mikrokontroléri Kinetis K60 z dosky platformy FITkit 3.

Projekt sa drží nasledovných predpokladov:

- Predpokladá sa zdroj hodín LPO (Low-Power Oscillator)
- V rámci aplikácie je demonštrovaná obsluha WDOG v periodickom a okienkovom (windowed) režime, každá s rôznymi veľkosťami periódy/okna.
- Aplikácia musí interagovať (napr. pomocou tlačítok, LED, piezzo bzučáku či terminálu) s užívateľom; prinajmenšom musí (rozlíšiteľným spôsobom) signalizovať pomocou LED a/alebo piezzo bzučáku: zahájenie vstavanej aplikácie po resete, zahájenie iterácie v cykle aplikácie, zahájenie obsluhy WDOG
- Pomocou aplikácie musí byť možné demonštrovať dopad nevčasných obslúch WDOG na jej chod a vykonať zber štatistík o počtoch a príčinách mikrokontroléru

## 2 Watchdog

Watchdog je elektronický alebo softvérový časovač, ktorý je používaný na kontrolu a detekciu zacyklenia väčšinou vstavanej aplikácií. Pri bežnej prevádzke je watchdog pravidelne resetovaný bežiacou aplikáciou, čo zabráňuje vypršaniu jeho časového limitu. Ak nie je bežiacia aplikácia kvôli nejakej chybe resetovať watchdog, časovač uplynie a systém je zavedený resetom do pôvodného stavu.

### 2.1 Registre modulu

Modul watchdog, ktorý je súčasťou Kinetis K60 obsahuje sériu nasledujúcich registrov. Všetky spomenuté registre majú šírku 16 bitov.

- WDOG\_STCTRLH a WDOG\_STCTRL: slúžia na konfiguráciu watchdogu. V prípade tohto programu sú používané na jeho zapnutie, zapnutie/vypnutie okienkového režimu a nastavenie LPO oscilátoru ako zdroju hodín.
- WDOG\_TOVALH a WDOG\_TOVAL: slúžia na nastavenie veľkosti periódy časovača watchdogu.
- WDOG\_WINH a WDOG\_WINL: hodnota v týchto registroch určuje veľkosť okna.
- WDOG\_REFRESH: zápisom 2 špecifických hodnôt do tohto registru sa watchdog obnoví, čo zamedzí jeho resetu.
- WDOG\_UNLOCK: je používaný na odomknutie možnosti zmeny hodnôt registrov. Podobne ako pri WDOG\_REFRESH je nutné pre odomknutie tejto možnosti najprv zapísať do registru 2 špecifické hodnoty.
- WDOG\_TMROUTH a WDOG\_TMROUTL: určujú dobu od posledného resetu watchdogu.

- **WDOG\_RSTCNT**: určuje, koľkokrát bol mikrokontrolér resetovaný od doby, kedy bol zapnutý.
- **WDOG\_PRESC**: hodnota, ktorou je delený vstup watchdog hodín (0 v prípade, ak zdroj nie je delený).

## 2.2 Periodický režim

Periodický režim je využívaný, keď je požadovaná prostá kontrola správneho behu programu, napríklad na kontrolu nekonečného cyklu. Je teda dôležité nastaviť správnu veľkosť periódy (v registroch **WDOG\_TOVALH** a **WDOG\_TOVALL**), počas ktorej je nutné obnoviť watchdog. Ak po dobu periódy WDOG neobrdží refresh správu, celý systém je resetovaný.

## 2.3 Okienkový režim

Okienkový režim je používaný na kontrolu, či beží aplikácia správnou rýchlosťou. Podobne ako pri periodickom režime je aj tu nastavená perióda, avšak refresh správu očakáva WDOG iba v intervale od **WDOG\_WINH** a **WDOG\_WINL** po **WDOG\_TOVALH** a **WDOG\_TOVALL**. Ak príde refresh WDOGu pred alebo po tomto intervale, celý systém je resetovaný.

# 3 Implementácia

Program je implementovaný v jazyku C a vývoj prebiehal v Kinetis Design Studio (KDS). Celá vlastná implementácia je v súbore **main.c**. V implementácii boli použité časti zdrojového kódu z demo ukážky mikrokontroléru dostupné v súboroch predmetu; tieto časti sú v zdrojovom kóde vyznačené.

## 3.1 Komunikácia s používateľom

Program komunikuje s používateľom prostredníctvom výpisov do terminálu (napr. PuTTY), bzučiaku a LED.

## 3.2 Tok programu

V programe je najprv povolený zápis do WDOG registrov pomocou sekvencie čísel **0xC520** a **0xD928** zapísaných do registru **WDOG\_UNLOCK**. Následne je inicializovaný mikrokontrolér s požadovanými pinmi. Na začiatku behu mikrokontrolér je do terminálu vypísaný nápis signalizujúci štart behu aplikácie a mikrokontrolér zapípa. Ak je WDOG v periodickom režime, zapípa raz, ak je povolený okienkový režim, mikrokontrolér zapípa 2-krát. Oba režimy majú rovnaké, 2 rôzne dĺžky periódy. Prepnutie medzi režimami a dĺžkami ich periódy prebieha automaticky po resete systému modulom WDOG.

## 3.3 Refresh modulu

Watchdog nie je obnovovaný automaticky aplikáciou, ale je nutná interakcia s používateľom. WDOG je obnovený stlačením tlačidla SW4 na mikrokontroléri a to tak, že stlačenie tlačidla spôsobí zápis hodnôt **0xA602** a **0xB480** do registru **WDOG\_REFRESH**. Ak nie je

WDOG obnovený včas, vyprší jeho časový limit, aplikácia je resetovaná a prechádza do ďalšieho módu/periódy, prípadne končí; v každom prípade je o stave aplikácie používateľ informovaný nápisom v termináli.

### 3.4 Výpis štatistík

Štatistiky sú vypisované do terminálu stlačením tlačidla SW6. Sú vypísané nasledujúce štatistiky:

- Počet resetov mikrokontroléru spôsobeným modulom WDOG
- Príčina posledného resetu mikrokontroléru
- Časový limit, v ktorom je nutné modul obnoviť
- V prípade okienkového režimu veľkosť okienka

## 4 Použitie

Aplikáciu je vhodné spustiť s terminálom (napr. PuTTY), ktorý bude slúžiť na výpis informácií o stave aplikácie. Aplikáciu stačí spustiť a automaticky je nastavený periodický režim s 2 rôznymi periódami. Po 2 resetoch mikrokontroléru modulom WDOG je aplikácia spustená s okienkovým režimom; takisto s 2 rôznymi periódami a dĺžkami okna (dĺžka okna musí byť vždy menšia ako dĺžka periódy). Aplikácia je schopná vypisovať štatistiky do terminálu stlačením tlačidla SW6. Obnovu WDOGu je nutné robiť manuálne tlačidlom SW4

## 5 Zhrnutie

Vzhľadom k obmedzeným možnostiam kvôli súčasnej situácii nebola aplikácia fyzicky testovaná na zariadení FitKit 3. Aplikácia by mala užívateľsky prívetivo spĺňať požiadavok demonštrácie možností modulu watchdog na mikrokontroléri Kinetis K60, takisto by mala byť schopná vypisovať relevantné štatistiky do semihostingu a pomocou bzučiaku a LED informovať o aktuálnom stave.

## Literatúra

- [1] Fakulta informačních technologií - Vysokého učení technického v Brně. *Schéma obvodového zapojení výukového kitu Minerva*.
- [2] freescale. *K60 Sub-Family Reference Manual*. Document Number: K60P144M100SF2V2RM, Rev. 2 Jun 2012.
- [3] Prispievatelia Wikipedia. *Watchdog timer* — *Wikipedia, Slobodná encyklopédia*. [Online; navštívené 29.10.2020].