

MAM

1. Úvod do předmětu, okruhy ke zkoušce

Stanislav Vitek

Katedra radioelektroniky

České vysoké učení technické v Praze

Základní informace o kurzu

Přednášející: Stanislav Vitek

Cvičící: Petr Skalický, Ondřej Nentvich, Josef Krška

Web předmětu: <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b2m37mam/start>

Hodnocení: <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b2m37mam/start#hodnoceni>

2. Syntéza obvodového řadiče a architektura procesoru

Stavový automat, řadič, generování řídicích signálů, mikroprogramovatelný řadič, mikroprocesor, registry, zásobník.

Okruhy ke zkoušce

1. Princip funkce mikroprogramovatelného řadiče - generování řídicích signálů, možná realizace skoku
2. Operační kód a jeho části
3. Základní stuktura procesoru, funkce řadiče
4. Registry potřebné pro běh programu (programový čítač, ukazatel zásobníkové paměti, stavový registr, ...)
5. Zásobník a jeho funkce
6. Zpracování programu mikroprocesoru

3. Architektury mikroprocesorů

RISC vs. CISC, ARM architektura, RISC-V architektura, pipeline (zřetěžené zpracování instrukcí)

Okruhy ke zkoušce

1. Zásady RISC, výhody a nevýhody
2. Princip LOAD/STORE architektury
3. Pipeline s 5 stupni (načítání → dekódování → vykonávání → paměť → zpětný zápis)
4. Registry procesorů ARM
5. Volání funkcí v ARM - jaké registry je třeba uložit na zásobník, návrat z funkce
6. Možnosti adresování v ARM assembleru

4. Procesory s jádrem Cortex-M

Vnitřní periferie a komunikace s nimi, uspořádání paměti, vstupně-výstupní obvody, přerušovací systém.

Okruhy ke zkoušce

1. Standardní rozložení paměti: oblasti kódu, paměti SRAM, periferií, externí paměti
2. Start mikroprocesoru - nastavení prostředí, rozložné paměti, ResetHandler
3. Princip systému přerušení, NVIC
4. Tabulka vektorů přerušení - princip funkce, ISR
5. Mapování periferií
6. Vstupně-výstupní periferie - klíčové registry, externí přerušení

5. Programování - od C k assembleru

Programování v C, fáze kompilace, optimalizace, programování v ARM assembleru, calling conventions

Okruhy ke zkoušce

1. Parametrická makra, jejich výhody a nevýhody, nahrazení v moderních programovacích jazycích
2. Kompilace a její aspekty - direktiva volatile, paměťové bariéry
3. Umístění proměnných programu - globální, statické a lokální proměnné
4. Principy optimalizace kompilace kódu
5. Inline assembler - jak vypadá vložení do C kódu
6. Úloha linkeru v procesu kompilace

6. Čítače / časovače a měření času

Zdroje času, čítače a časovače, režimy čítačů, SW měření času, speciální periferie

Okruhy ke zkoušce

1. Zdroje hodin: vnitřní, vnější, předděliče, předděliče časovačů, defaultní zdroj po restartu
2. Důvody restartu mikroprocesoru
3. Režimy časovače: jednorázový, nepřetržitý, řetězení časovačů
4. Zachycení vstupu: měření šířky pulzu, frekvence, limity záchatného systému (minimální měřitelná délka pulsu, rychlá sekvence, puls delší než perioda čítače)
5. Porovnání výstupu: přesné časování, vytváření průběhů (PWM)
6. Watchdog

7. A/D a D/A převodníky

Zásady A/D převodníku a konfigurace, Vícekanálové snímání a přímý přístup do paměti, D/A převodník a analogový výstup, úprava signálu a nejlepší postupy

Okruhy ke zkoušce

1. Charakteristiky: rozlišení, rychlost vzorkování, přesnost
2. Zdroje hodin a referenčního napětí pro A/D převodníky
3. Principy A/D převodníků: s postupnou aproximací, sigma-delta a integrační
4. Režimy A/D převodu na procesorech STM32: jednorázový, nepřetržitý, prohledávací
5. Realizace D/A převodníku, limity převodu
6. Principy DMA, výhody a nevýhody, příznaky na MCU s jádrem M4

8. Komunikační protokoly a rozhraní

Komunikační sběrnice RS232, RS422, RS485, proudová smyčka, LIN, vlivy prostředí, možné problémy. Přístrojové sběrnice SPI, MicroWare, I2C, MicroLAN, I2S, USB, CAN

Okruhy ke zkoušce

1. Problematika kabelových spojení - zemní smyčky a přepětí na vedení
2. Obecné vlastnosti komunikačních sběrnic - režim přenosu, počet vodičů, možná komunikační vzdálenost a její limity, role zařízení
3. Proudová smyčka a její použití
4. Princip přístrojové sběrnice SPI - komunikační vodiče, výběr zařízení pro komunikaci, konfigurace
5. Princip přístrojové sběrnice I2C - podmínky funkce, protokol, arbitrace, přizpůsobení rychlosti přenosu
6. Princip přístrojové sběrnice 1-wire - princip funkce, kódování binární informace

9. Operační systémy reálného času

Současný běh úloh. Životní cyklus úlohy. Preemptivní a kooperativní plánování, algoritmy. Základní komponenty RTOS. Synchronizační primitiva, mutex, semafor. Komunikace mezi úlohami. Přepínání kontextu.

Okruhy ke zkoušce

1. Formální definice: tvrdý/měkký reálný čas, časové vlastnosti úlohy (termín, perioda, doba vykonávání)
2. Plánovací algoritmy, teorie planovatelnosti: Liu & Layland limit, kooperativní a preemptivní multitasking
3. Životní cyklus úlohy
4. Základní synchronizační primitiva (mutex, semafor), komunikace mezi úlohami
5. Přepínání kontextu, řešení na procesorech s jádrem M4
6. Ready list

10. Správa napájení a návrh s nízkou spotřebou

Spotřeba MCU a techniky jejího snižování. Oblasti napájení. Úsporné režimy. Návrhové vzory s nízkou spotřebou.

Okruhy ke zkoušce

1. Složky spotřeby (dynamická, statická, vstupně-výstupní) a techniky jejího snižování
2. Architektura napájecího systému mikroprocesoru - supervize a regulátory
3. Oblasti napájení (jádro, paměť, periferie, vždy zapnuté), jejich úloha v systému
4. Režimy spánku (spánek, zastavení, pohotovost, vypnutí), uchování stavu (paměť RAM, registry, stav periferií)
5. Zdroje probuzení: přerušení, události, hodiny reálného času, vnější
6. Dynamické škálování napětí/frekvence

11. Algoritmy číslicového zpracování signálů a optimalizace

FPU a jeho použití. Operace v plovoucí a pevné řádové čárce. CMSIS DSP. Implementace základních DSP algoritmů (FFT, FIR, IIR)

Okruhy ke zkoušce

1. Aritmetika s pevnou řádovou čárkou: formát Q, saturace, přetečení
2. SIMD Cortex-M4 (zabalená aritmetika, duální 16bitové operace), SIMD instrukce: SADD16, SSUB16, SMLAD, SMUAD
3. Datové typy pro operace v plovoucí řádové čárce, FPU (podpora typů, lazy stacking)
4. Využití SIMD instrukcí pro implementaci FIR filtru

12. Strojové učení ve vestavných systémech

Strojové učení na MCU - limity paměti a výpočetního výkonu. Kvantizace, 8bitová a 16bitová aritmetika.
TensorFlow Lite Micro: rámec, nasazení modelu. CMSIS NN.

Okruhy ke zkoušce

Témata z této přednášky nebudou součástí zkoušky.

13. Bezpečnost vestavných systémů

Bezpečnostní hrozby a formální bezpečnostní modely. Bezpečné spuštění (boot) a řetězec důvěry. Postranní kanálové útoky a protiopatření.

Okruhy ke zkoušce

Témata z této přednášky nebudou součástí zkoušky.