

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|------------------------------------|--|
| Název práce: | Integrace iLLD ovladačů do RTOS Erika Enterprise pro Infineon TC387 |
| Jméno autora: | Danylo Begim |
| Typ práce: | diplomová |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra řídicí techniky |
| Vedoucí práce: | Ing. Michal Sojka, Ph.D. |
| Pracoviště vedoucího práce: | ČVUT, CIIRC |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|--|-------------------------|
| Zadání | průměrně náročné |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> | |
| Student se musel seznámit se dvěma produkty – real-time OS Erika Enterprise a knihovnou ovladačů iLLD. Tyto produkty bylo potřeba integrovat a otestovat na mikrokontroléru TriCore. Jedná se o standardní inženýrskou práci bez výzkumného prvku a proto hodnotím zadání jako průměrně náročné. | |

| | |
|--|----------------|
| Splnění zadání | splněno |
| <i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i> | |
| Zadání považuji za splněné, všechny body zadání jsou v rámci možností v textu práce diskutovány. Nebylo zprovozněno a testováno HW SPI rozhraní, ale to kvůli chybě HW, za kterou student nemohl. Místo toho bylo otestováno softwarové řešení SPI. | |

| | |
|---|------------------|
| Aktivita a samostatnost při zpracování práce | C - dobře |
| <i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i> | |
| Student na tomto tématu pracoval téměř dva roky a po celou dobu jsme se pravidelně scházeli téměř každý týden. Oceňuji studentovu vytrvalost, zejména v počátečních fázích práce, kdy např. hledal proč nefunguje funkce printf v vícejádrových aplikací a docházelo k „zasekávání“ procesoru. Tento problém se těžko ladil a studentovi se metodami typu pokus/omyl podařilo odhalit chybu v nastavení linkeru, která to způsobovala. Na druhou stranu, u jiných problémů student postupoval obdobně i když by bylo vhodnější použít systematictějšího přístupu založeného na analýze problému, návrhu řešení a otestování výsledku. Nicméně i tak se studentovi podařilo jednotlivé části práce dotáhnout do funkčního stavu. | |

| | |
|--|-----------------------|
| Odborná úroveň | D - uspokojivě |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> | |
| Jak již bylo řečeno, student při práci nepostupoval moc systematicky. Výsledná řešení jsou funkční, ale průběžná řešení obsahovala hodně chyb a trvalo dlouho, než se vše zprovoznilo a podařilo aspoň základně otestovat. | |

| | |
|---|-----------------------|
| Formální a jazyková úroveň, rozsah práce | D - uspokojivě |
| <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> | |
| Práce je psána anglicky. Text je relativně srozumitelný, ale místy jsou věty dost „kostrbaté“ nebo podivně rozdělené. Struktura práce by mohla být lepší, občas autor používá pojmy definované později v textu nebo nedefinované vůbec. Některé části textu jsou nadbytečné, u jiných, např. u popisu vlastních výsledků, chybí kontext či důvody, proč bylo zvoleno dané řešení. Rovněž zhodnocení výsledku jednotlivých testů a závěry práce by mohly být formulovány lépe. | |

| | |
|--|------------------|
| Výběr zdrojů, korektnost citací | C - dobře |
| <i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr</i> | |

pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Autor v práci vycházel převážně z dokumentace použitého mikrokontroléru a použitého softwaru (zejména operačního systému), což je u tohoto typu práce běžné. Seznam literatury by mohl být lépe zformátován.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Cíle této práce byly naplněny. Výsledkem je možnost používat RTOS Erika Enterprise na mikrokontroléru TriCore s volně dostupným vývojovým prostředím, což do teď nebylo možné. To je demonstrováno vyvinutými ukázkovými kódy a provedenými testy. K implementovanému kódu a zejména jeho popisu v textu práce mám různé výhrady, ale výsledek je použitelný pro další využití. Na práci studenta nejvíce oceňuji jeho výdrž a rovnoměrné pracovní nasazení, které vedlo k cíli sice pomalu, ale jistě.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 5.6.2024

Podpis:

I. IDENTIFICATION DATA

| | |
|-------------------------------|---|
| Thesis title: | Integrace iLLD ovladačů do RTOS Erika Enterprise pro Infineon TC387 |
| Author's name: | Bc. Danylo Begim |
| Type of thesis : | master |
| Faculty/Institute: | Faculty of Electrical Engineering (FEE) |
| Department: | Department of Control Engineering |
| Thesis reviewer: | Ing. Štefan Knotek, Ph.D. |
| Reviewer's department: | Garrett Motion Czech Republic s.r.o. |

II. EVALUATION OF INDIVIDUAL CRITERIA

| | |
|---|------------------------------------|
| Assignment | extraordinarily challenging |
| <i>How demanding was the assigned project?</i> | |
| <p>The assignment of the master's thesis was challenging and significantly difficult for a master's student. The tasks in the assignment require a thorough understanding of the Infineon TriCore TC3xx microcontroller (MCU) family architecture. The student must learn the functionality of microcontroller peripherals, handling of interrupts, configuration of the MCU clocks, its distribution among modules and other MCU related features. The familiarity with the real-time operating system (RTOS), in particular, Erika Enterprise (EE) RTOS is required. Furthermore, the knowledge of CAN, CAN-FD, and SPI communication interfaces is needed for their implementation and validation on MCU and integration to Erika. Last but not least, the application part of the assignment requires skills in embedded C programming, knowledge of communication interfaces and latency measurements.</p> | |

| | |
|---|------------------|
| Fulfilment of assignment | fulfilled |
| <i>How well does the thesis fulfil the assigned task? Have the primary goals been achieved? Which assigned tasks have been incompletely covered, and which parts of the thesis are overextended? Justify your answer.</i> | |
| All task of the thesis were fulfilled according to the assignment and the set goals have been achieved. | |

| | |
|---|----------------|
| Methodology | correct |
| <i>Comment on the correctness of the approach and/or the solution methods.</i> | |
| I consider the methodology and the approaches used in the thesis as valid. The functional examples and benchmarking results speak for themselves. | |

| | |
|--|-----------------------|
| Technical level | A - excellent. |
| <i>Is the thesis technically sound? How well did the student employ expertise in the field of his/her field of study? Does the student explain clearly what he/she has done?</i> | |
| <p>The thesis is technically sound and sufficiently challenging. The work done by the student required application of the embedded C programming skills as well as knowledge of CAN, CAN-FD and SPI communication interfaces together with their latency measurements. The student provided sufficient expertise in all these fields. The thesis clearly states what has been done by the student and which parts were provided by a third party or available from open sources.</p> | |

| | |
|--|-----------------------|
| Formal and language level, scope of thesis | B - very good. |
| <i>Are formalisms and notations used properly? Is the thesis organized in a logical way? Is the thesis sufficiently extensive? Is the thesis well-presented? Is the language clear and understandable? Is the English satisfactory?</i> | |
| <p>The master's thesis is written in English language. The language level is excellent and technical. The organization of content is also good, and the thesis is sufficiently extensive. To the formal part of the thesis, the references to the pictures in the thesis are sometimes missing which brings a little bit of confusion. Also, no references to the pictures in the attachment can be found in the thesis. Some parts of the thesis are harder to understand as, for example, the semaphore example or the SPI benchmarking which is rather brief. On contrary, other parts of the thesis were nicely and thoroughly explained, as for example, configuration of OIL files for Erika and CAN benchmarking.</p> | |

Selection of sources, citation correctness**A - excellent.**

Does the thesis make adequate reference to earlier work on the topic? Was the selection of sources adequate? Is the student's original work clearly distinguished from earlier work in the field? Do the bibliographic citations meet the standards?

The selection of sources for the thesis are adequate and sufficient to the required technical level. The work done by the student is clearly distinguished and it has a significant contribution to the Erika Enterprise RTOS community as it ports the Erika RTOS to the currently unsupported microcontroller. Also, the work provides implementation examples that prove the functionality. The bibliographic citations meet the standards of a master's thesis.

Additional commentary and evaluation (optional)

Comment on the overall quality of the thesis, its novelty and its impact on the field, its strengths and weaknesses, the utility of the solution that is presented, the theoretical/formal level, the student's skillfulness, etc.

I consider the thesis as excellent, and the work done by the student as very good with a significant impact to the Erika Enterprise RTOS community. I only minor issues I can point out concern the formal part of the thesis like the few missing references and some hard-understandable sections.

III. OVERALL EVALUATION, QUESTIONS FOR THE PRESENTATION AND DEFENSE OF THE THESIS, SUGGESTED GRADE

The thesis has an adequate technical quality, and the work done has an obvious contribution and novelty; therefore, I evaluate the thesis with the grade A – excellent.

I would like to ask the student to answer some of my questions which were raised during the thesis review:

- 1. Why there is a restriction in Erika that ISR1 interrupts must all have higher priority than ISR2 interrupts?*
- 2. How were data for the benchmarking collected and how was the canping program created?*
- 3. Why is the CAN data transmission latency measured by an oscilloscope only 12us (for a single transmission) but for the burst test of 40000 transmissions it is around 380us? Why the USB-CAN converter latency is not visible in the single transition measurement?*
- 4. How was the interrupt duration of 33.33ns measured in the SPI example? According to my estimates @ 300MHz clock frequency this would consider 11 clock ticks, i.e. roughly 11 assembler instructions (when we consider that one instruction takes one clock). Is this reasonable value for the SPI interrupt content?*
- 5. What compiler configuration was used for the benchmarking in terms of code and execution time optimization?*

Thank you.

The grade that I award for the thesis is **A - excellent**.

Date: **10.6.2024**

Signature: