

Real-Time Operating Systems

Code: ELEROS01

Kwartaal 1, Jaar 4

Aantal studiepunten: 3

1 Inleiding

Dit studieonderdeel is bestemd voor de studenten van de minor Embedded Systems die wordt verzorgd door de opleiding Elektrotechniek. In deze cursus wordt een introductie gegeven op het ontwerpen van een real-time systeem met behulp van een 32-bit microcontroller.

De cursus begint met een introductie van het te gebruiken ontwikkelingsplatform. Hierna volgt een introductie van verschillende 'scheduling' mogelijkheden en wordt een basis gelegd voor het gebruik van een Real-Time Operating System (TI-RTOS). Tot slot leer je hoe je kunt bewijzen dat een real-time systeem zijn deadlines haalt door het berekenen van alle blocking- en response-tijden.

In deze cursus worden wekelijks opdrachten gemaakt en goedgekeurd. Deze wekelijkse opdrachten worden beschreven in een verslag. Deze opdrachten werken toe naar twee eindopdrachten (een programmeer en een rekenopdracht).

2 Werkvormen en studielast

De verschillende werkvormen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Werkvorm	Omschrijving	Studielast
Les	Tijdens deze uren wordt een klein deel besteed aan het uitleggen van de benodigde theorie. Na de uitleg werk je aan de opdrachten.	20 klokuren
Zelfstudie	Bestuderen van de gegeven informatiebronnen en zelfstandig werken aan de opdrachten.	64 klokuren

3 Competenties

Deze cursus draagt bij tot het ontwikkelen van de competenties: analyseren, ontwerpen en realiseren.

4 Leerdoelen

#	Niveau	Weging	De student is in staat om ...
1	C	5 %	... de pinnen van een 32-bits microcontroller aan te sturen op verschillende abstractieniveaus: via de hardware registers, via een library en via drivers.
2	C	5 %	... een static scheduler te ontwerpen en te realiseren op basis van een periodieke interrupt.
3	C	15 %	... een coöperatieve scheduler te ontwerpen en te realiseren.
4	C	15 %	... een pre-emptive scheduler te beschrijven, te ontwerpen en te realiseren.

Wordt vervolgd op de volgende pagina.

Vervolg van de vorige pagina.

#	Niveau	Weging	De student is in staat om ...
5	C	45 %	... een RTOS te gebruiken inclusief de logische structuren die erbij horen zodanig dat dit gebruikt kan worden bij de realisatie van real-time systemen.
6	D	15 %	... te analyseren of een real-time systeem, dat meerdere communicerende taken bevat, zijn deadlines haalt door het berekenen van alle blocking- en responsetijden.

De beheersingsniveaus van de verschillende leerdoelen zijn afkomstig van de taxonomie van Bloom (met een bewerking van Anderson). A = Kennis, onthouden, B = Inzien, begrijpen, C = Toepassen, gebruiken, D = Problemen oplossen, analyseren, synthetiseren.

5 Toetsing en beoordeling

De leerdoelen worden getoetst op basis van een verslag en twee eindopdrachten: één programmeeropdracht en één rekenopdracht. Voorwaarde voor het nakijken is dat alles eigen werk is en alles in voldoende mate gedocumenteerd is. Fraude zal worden gemeld bij de examencommissie. Alle opdrachten worden in groepjes van 2 studenten, of als het niet anders kan individueel, uitgevoerd. Als er twijfel is over de bijdrage van één student van een groepje van twee studenten dan kan de docent deze studenten om een extra mondelinge toelichting vragen.

Deze cursus bevat dus drie summatieve (meetellende) deeltoetsen waarbij de verschillende leerdoelen worden getoetst.

#	Deeltoets	Leerdoelen	Weging	Deadline
1	Opdrachten 1 tot en met 5	1, 2, 3, 4 en 5	50 %	lesweek 6 zondag 23.59
2	Programmeeropdracht	5	35 %	lesweek 9 zondag 23.59
3	Rekenopdracht	6	15 %	lesweek 9 zondag 23.59

Bij deze drie deoltoetsen kun je in totaal maximaal 100 punten behalen, 50 voor het eerste verslag, 35 voor de programmeeropdracht en 15 voor de rekenopdracht. Bij een onvoldoende eindresultaat kunnen de deoltoetsen waarvoor minder dan 55 % van het maximale aantal punten is behaald, herkanst worden in de herkansingsweek van kwartaal 1 (na afloop van kwartaal 2). Voor de herkansingsopdrachten worden andere opdrachten gegeven. De deadline voor het inleveren van alle herkansingsopdrachten is maandag van de herkansingsweek van kwartaal 1 (week 10 van kwartaal 2) om 8.00 uur.

Gegeven dat er is voldaan aan bovenstaande voorwaarden, wordt het cijfer van deze cursus berekend door het totaal aantal behaalde punten te delen door tien. Als niet voldaan is aan bovenstaande verplichting, dan wordt deze cursus beoordeeld met een O (Onvoldoende). De geldigheid van de deelresultaten is beperkt tot het studiejaar waarin deze zijn behaald.

6 Voorkennis

Om deze cursus succesvol te kunnen volgen is kennis van het programmeren in C en elementaire kennis van microcontrollers noodzakelijk.

7 Aansluiting op verdere studie

Deze cursus is één van de cursussen binnen de minor Embedded Systems en tevens één van de laatste cursussen voor het afstuderen in kwartaal 3 en

4. De in deze cursus opgedane kennis kan worden toegepast bij de cursus Configurerable System On Chip (CSC10). Studenten kunnen eventueel ook in de afstudeeropdracht te maken krijgen met de onderwerpen die in deze cursus worden behandeld.

8 Literatuur

Jens Gustedt. *Modern C*. 2de ed. Manning Publications, 2019. ISBN: 978-1-61729-581-2. URL: <https://gforge.inria.fr/frs/download.php/latestfile/5298/ModernC.pdf>. Dit gratis boek kun je gebruiken als naslagwerk voor C.

Daarnaast zijn de volgende relevante bronnen online beschikbaar:

Edward Ashford Lee en Sanjit Arunkumar Seshia. *Introduction to Embedded Systems – A Cyber-Physical Systems Approach*. 2, version 2.2. MIT Press, 2017. ISBN: 978-0-262-53381-2. URL: <http://leeseshia.org/>

Ken Tindell en Hans Hansson. *Real-time Systems and Fixed Priority Scheduling*. 1995. URL: https://www.it.uu.se/edu/course/homepage/realtid/ht06/Realtime_Compendium.pdf

9 Docentenbereikbaarheid

Docent	E-mail	MS Teams chat
J.Z.M. Broeders	BrojZ@hr.nl	Chat met Harry Broeders
D. Versluis	VersD@hr.nl	Chat met Daniël Versluis

10 Deadlines en speciale activiteiten

Bijwonen van de lessen is niet verplicht, maar wordt wel dringend aangera- den! Een opdracht die, of een verslag dat, na (onafhankelijk van hoe lang na) de deadline ingeleverd wordt, wordt niet meer nagekeken! De deadline staat vermeld in [paragraaf 5](#).

11 Planning

In dit hoofdstuk wordt de gedetailleerde planning gegeven. De planning kan gedurende het kwartaal nog worden aangepast. Als dit nodig is, dan zal een aangepaste planning worden gepubliceerd.

Week	Werkvorm	Beschrijving
1	Les	Introductie Cortex M4, IDE en CC3220S Launchpad.
	Zelfstudie	Werken aan opdracht week 1.
2	Les	Static scheduling.
	Zelfstudie	Werken aan opdracht week 2.
3	Les	Cooperative scheduling.
	Zelfstudie	Werken aan opdracht week 3.
4	Les	Pre-emptive scheduling.
	Zelfstudie	Werken aan opdracht week 4.
5	Les	TI-RTOS.
	Zelfstudie	Werken aan opdracht week 5.
6	Les	Schedulability analyses, priority assignment.
	Zelfstudie	Werken aan de programmeeropdracht. Deadline verslag zondag 23.59 uur.
7	Les	Response time analyses.
	Zelfstudie	Werken aan de programmeeropdracht en de rekenopdracht.
8	Les	Werken aan de opdrachten.
	Zelfstudie	Werken aan de opdrachten.
T1	Zelfstudie	Werken aan de eindopdrachten. Deadline opdrachten zondag 23.59 uur.

Deze tabel wordt vervolgd op de volgende pagina.

Vervolg van de vorige pagina.

Week	Werkvorm	Beschrijving
HT1		Deadline herkansingsopdrachten maandag 8.00 uur.

Versiehistorie

Datum	Versie	Omschrijving	Auteur
08-2021	1.7 ¹	Beschrijving studielast aangepast.	VersD en BrojZ
09-2020	1.6	Toetsmomenten aangepast.	VersD en BrojZ
08-2020	1.5	Beoordeling omgezet naar punten. Literatuur aangepast.	VersD en BrojZ
11-2019	1.4	Leerdoel 1 aangepast en leerdoel 2 toegevoegd. Verduidelijken toetsing voor 2019-2020.	VersD en BrojZ
11-2018	1.3	Aanpassing planning voor 2018-2019.	VersD en BrojZ
11-2017	1.2	Aanpassing planning voor 2017-2018. Omgezet naar \LaTeX .	VersD en BrojZ
11-2016	1.1	Kleine tekstuele aanpassingen.	VersD en BrojZ
11-2015	1.0	Leerdoel 5 toegevoegd.	VersD en BrojZ

¹ Toelichting versiecodering $A.Bc$: A = grote aanpassing, B = kleine aanpassing, c = taal- of wiskundige correcties.