

# Real-Time Systems (RTS10) Introduction

# What is an embedded system?

## Traditional

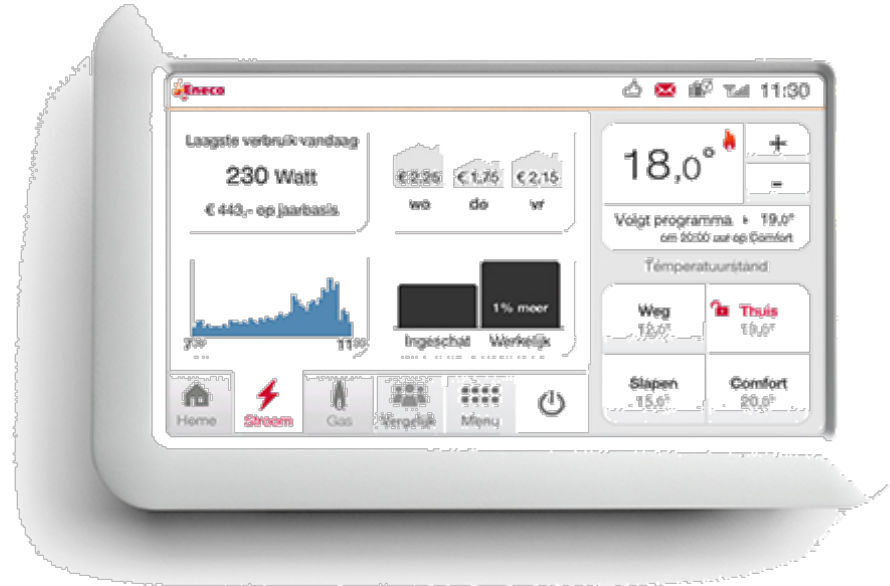
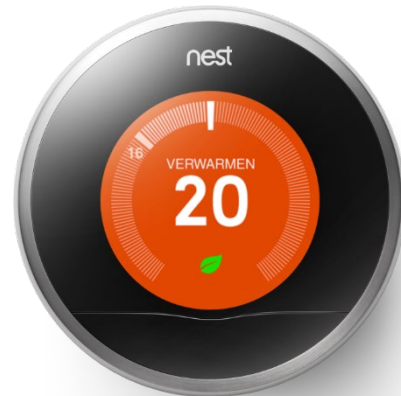
- Specific purpose
- Very limited resources
- Very limited interface



# What is an embedded system?

## Modern

- Limited set of purposes
- Bigger but still limited resources
- Intuitive interface
- Connected to the IoT



# Problem with modern applications

*Reading out **multiple sensors** to drive **multiple actuators** while performing **multiple algorithms** while responding within a **set period of time***

- One CPU / Microcontroller
- Limited I/O
- Limited processing power
- Limited time

*Creating suitable software that is independent of the type and number of sensors and actuators allowing precise control over the use of time*

# What is a real-time system?

- System for which the **response times** for unpredictable inputs must be **predictable**.
- System for which the output must not only be correct but also **on the right time**.



# Leerdoelen RTS10

| # | Niveau | Weging  | De student is in staat om ...   |
|---|--------|---------|---|
| 1 | C      | 18,75 % | ... de werking van een moderne microcontroller te begrijpen waardoor de student in staat is om een deel van een simpele embedded applicatie in assemblycode te ontwerpen en te realiseren en deze code vanuit C-code aan te roepen en vice versa; |
| 2 | C      | 6,25 %  | ... de pinnen van een 32-bits microcontroller aan te sturen op verschillende abstractieniveaus;   |
| 3 | C      | 6,25 %  | ... een cyclic executive te ontwerpen en te realiseren op basis van een periodieke interrupt;   |
| 4 | C      | 6,25 %  | ... een coöperatieve scheduler te ontwerpen en te realiseren;   |
| 5 | C      | 12,5 %  | ... een pre-emptive scheduler te beschrijven, te ontwerpen en te realiseren;  |

# Leerdoelen RTS10

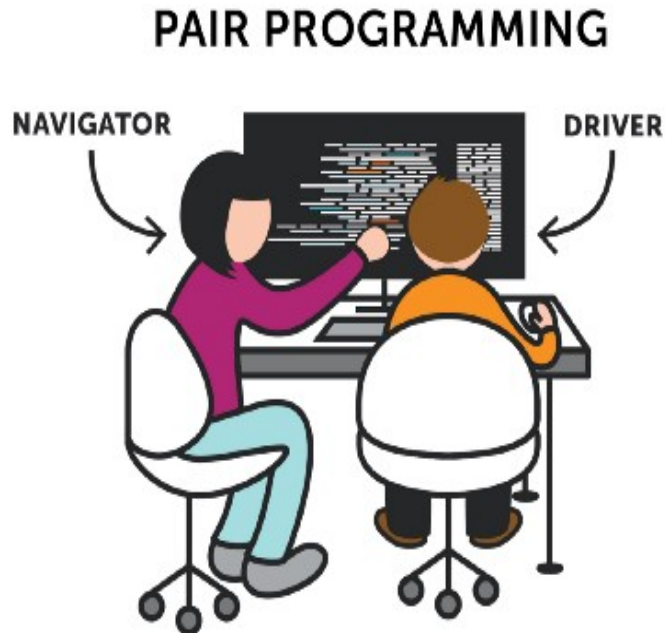
| # | Niveau | Weging  | De student is in staat om ...  |
|---|--------|---------|--|
| 6 | C      | 12,25 % | ... een RTOS te gebruiken inclusief de logische structuren die erbij horen zodanig dat dit gebruikt kan worden bij de realisatie van real-time systemen;           |
| 7 | D      | 12,25 % | ... te analyseren of een real-time systeem, dat meerdere communicerende taken bevat, zijn deadlines haalt door het berekenen van alle blocking- en responsetijden; |
| 8 | C      | 25 %    | ... een simpele embedded applicatie of deel van een applicatie in Rust te ontwerpen en te realiseren.  |

Zie [Cursushandleiding RTS10](#)

# Pair programming

You work, and are graded, in pairs

- pairing is done by the instructors



[https://medium.com/@tomspencer\\_uk/pair-programming-and-problem-solving-4531ef3bf171](https://medium.com/@tomspencer_uk/pair-programming-and-problem-solving-4531ef3bf171)



Lessons:

- Off- and online



| Toets     | Leerdoelen | Weging | Deadline                      |
|-----------|------------|--------|-------------------------------|
| Verslag 1 | 1 en 2     | 25 %   | Lesweek 1.2, zondag 23.59 uur |
| Verslag 2 | 3 t/m 7    | 50 %   | Lesweek 1.6, zondag 23.59 uur |
| Verslag 3 | 8          | 25 %   | Lesweek T1, zondag 23.59 uur  |

Zie [Cursushandleiding RTS10](#)

- Week 1: Inleiding microcontrollerarchitectuur en STM32F411E-DISCO
- Week 2: Microcontrollerarchitectuur en programmeren in C
- Week 3: Cyclic executive en coöperatieve scheduler
- Week 4: Pre-emptive scheduler
- Week 5: FreeRTOS en pthreads
- Week 6: Schedulability en response time analyses
- Week 7: Inleiding Rust
- Week 8: Embedded Rust

6 studiepunten  
=  
2 dagen werk per week!