

**Module Description, available in: EN, FR**

## *Design of Embedded Hardware and Firmware*

**General Information****Number of ECTS Credits**

3

**Module code**

TSM\_EmbHardw

**Valid for academic year**

2025-26

**Last modification**

2019-07-22

**Coordinator of the module**

Hans Dermot Doran (ZHAW, hans.doran@zhaw.ch)

**Explanations regarding the language definitions for each location:**

- Instruction is given in the language defined below for each location/each time the module is held.
- Documentation is available in the languages defined below. Where documents are in several languages, the percentage distribution is shown (100% = all the documentation).
- The examination is available 100% in the languages shown for each location/each time it is held.

	Lausanne		Lugano	Zurich	
<b>Instruction</b>		X F 100%		X E 100%	
<b>Documentation</b>			X E 100%	X E 100%	
<b>Examination</b>		X F 100%		X E 100%	

**Module Category**

TSM Technical scientific module

**Lessons**

2 lecture periods and 1 tutorial period per week

**Entry level competences****Prerequisites, previous knowledge**

The students have a working knowledge of programming embedded systems in C.  
The students have a working knowledge of basic hardware design including VHDL coding

**Brief course description of module objectives and content**

This module introduces the student to advanced concepts in modern embedded systems engineering. The module is divided into two sections. The first section is practical/theoretical and is designed to get the student familiar with implementing System on Chip (SoC) designs. The second part discusses formal Hardware/Software Co-Design including design and implementation of advanced embedded architectures as well as the verification and test of the resulting system.

## Aims, content, methods

### Learning objectives and competencies to be acquired

- The student will know some of the forces driving the design of modern embedded architectures.
- The student will understand and be able to apply the V-Model and structured HW/SW Co-Design methodologies including strategies for the verification and test of embedded systems.
- The student will be able to design and implement complete SoC designs including using soft-core microprocessors and IP cores in an FPGA.
- The student will be able to apply loop optimisations using both SW techniques and optimised cache in single- and multi-processor architectures.
- The students will be able to understand and apply pipeline architectures in processors (super-pipelined, superscalar), HW and SW.

### Module content with weighting of different components

- Introduction
  - V-Model, specification and test
  - HW-SW Co-Design
- SoC design, implementation and test
  - FPGA technology, SoC design, soft-core processors, design, implementation and reuse of custom IP cores
  - Bus systems
- Optimisation Strategies
  - Advanced peripherals, DMA, scheduling
  - Software loop optimisations, custom instructions, co-processors,
  - Memory hierarchy (cache, scratch pad memories )
  - Pipeline, multiprocessing
- Review
  - Exercises and laboratories using an FPGA board

### Teaching and learning methods

Lectures  
Accompanied exercises  
Self-study

### Literature

No mandatory literature

## Assessment

### Additional performance assessment during the semester

The module contains additional performance assessment(s) during the semester. The achieved mark of the additional performance assessment(s) applies to both the regular and the resit exam.

### Description of additional performance assessment during the semester

Part 1: Voluntary test or presentation of Practical Work - SoC Implementation (15%)

Part 2: Voluntary test or presentation of Practical Work - Formal Processes and Optimisation Methods (15%)

### Basic principle for exams

**As a rule, all standard final exams are conducted in written form. For resit exams, lecturers will communicate the exam format (written/oral) together with the exam schedule.**

### Standard final exam for a module and written resit exam

Kind of exam

Written exam

Duration of exam

120 minutes

Permissible aids

*Aids permitted as specified below:*

Permissible electronic aids

No electronic aids permitted

**Other permissible aids**

Lecture notes and VHDL reference

**Exception: In case of an electronic Moodle exam, adjustments to the permissible aids may occur. Lecturers will announce the final permissible aids prior to the exam session.**

**Special case: Resit exam as oral exam**

**Kind of exam**

Oral exam

**Duration of exam**

30 minutes

**Permissible aids**

*Aids permitted as specified below:*

**Permissible electronic aids**

No electronic aids permitted

**Other permissible aids**

Lecture notes and VHDL reference

Description du module, disponible en: EN, FR

## Conception de hardware et firmware embarqués

### Informations générales

Nombre de crédits ECTS

3

Code du module

TSM\_EmbHardw

Valable pour l'année académique

2025-26

Dernière modification

2019-07-22

Coordinateur/coordinatrice du module

Hans Dermot Doran (ZHAW, hans.doran@zhaw.ch)

Explications concernant les langues d'enseignement par site :

- Les cours se dérouleront dans la langue définie ci-dessous par lieu/exécution.
- Les documents sont disponibles dans les langues définies ci-dessous. Pour le multilinguisme, voir la répartition en pourcentage (100% = documents complets)
- L'examen est disponible à 100% dans chaque langue sélectionnée pour chaque lieu/exécution.

	Lausanne		Lugano	Zurich	
<b>Leçons</b>		X F 100%		X E 100%	
<b>Documentation</b>			X E 100%	X E 100%	
<b>Examen</b>		X F 100%		X E 100%	

Catégorie de module

TSM approfondissement technico-scientifique

Leçons

2 leçons et 1 leçon de pratique par semaine

### Compétences préalables

Connaissances préalables, compétences initiales

Les étudiants jouissent de connaissances professionnelles des systèmes de programmation en C.

Les étudiants jouissent de connaissances professionnelles des bases de la conception matérielle y compris le codage VHDL

### Brève description du contenu et des objectifs

Le présent module donne aux étudiants un aperçu sur les concepts avancés de technologies modernes d'ingénierie embarquée. Le module se subdivise en deux parties. La première partie est consacrée à la pratique/théorie et vise à familiariser l'étudiant à mettre en oeuvre des systèmes de conception de puces. La deuxième partie aborde la conception conjointe formelle matérielle et logicielle, y compris la conception et la mise en oeuvre d'architectures embarquées et la vérification des systèmes créés.

## Objectifs, contenus, méthodes

### Objectifs d'apprentissage, compétences à acquérir

- L'étudiant connaîtra quelques-unes des forces intervenant dans la direction des architectures embarquées modernes.
- L'étudiant comprendra et sera capable d'appliquer des méthodes de co-design matériel et logiciel, ainsi que des stratégies de test et de vérification des systèmes embarqués (vérification conjointe HW/SW).
- L'étudiant sera capable de concevoir et de mandater des designs SoC complet sur un FPGA.
- L'étudiant sera capable de concevoir des SoC au moyen des technologies suivantes- processeurs softcore (multiples), co-processeurs (instructions programmables, coprocesseurs fortement couplés, processeurs de signal) et accélération matérielle.
- L'étudiant comprendra et appliquera les techniques d'optimisation logicielle avancées.
- L'étudiant devra réaliser des exercices pertinents sur une carte de développement adéquate.

### Contenu des modules avec pondération du contenu des cours

- Introduction
  - Technologie FPGA
  - conception SoC, processeurs soft-core, modules auto-conçus
  - systèmes de bus, DMA, hiérarchie mémoire (caches, SPM)
- Architectures des automates
  - Processeurs softcore, instructions programmables, coprocesseurs, architectures de processeurs
  - Firm/software embarqués et techniques d'optimisation
  - Interfaçage périphérique, accélération matérielle
- Test et vérification
  - Vérification conjointe matérielle et logicielle et stratégies de contrôle
- Examen
  - Exercices et laboratoire utilisant une carte FPGA

### Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Cours magistraux  
Travaux dirigés  
Etude autonome

### Bibliographie

Pas de bibliographie obligatoire

## Evaluation

### Évaluation supplémentaire pendant le semestre

Le module comprend une ou des évaluation(s) supplémentaire(s) pendant le semestre. La note obtenue pour la ou les évaluation(s) supplémentaire(s) est valable à la fois pour l'examen final et pour l'examen de répétition.

### Description de l'évaluation supplémentaire pendant le semestre

Partie 1 : Épreuve volontaire ou présentation d'un travail pratique  
- Mise en œuvre d'un SoC (15 %)

Partie 2 : Épreuve volontaire ou présentation de travaux pratiques  
- Processus formels et méthodes d'optimisation (15%)

### Principe pour les examens

**En règle générale, tous les examens réguliers de fin de module se déroulent sous forme écrite. Concernant les examens de répétition, leur format (écrit ou oral) sera communiqué par l'enseignant-e en même temps que le calendrier des examens.**

### Examen de fin de module régulier et examen écrit de répétition

Type de l'examen

Examen écrit

Durée de l'examen

120 minutes

Aides autorisées

*Les aides suivantes sont autorisées:*

**Aides électroniques autorisées**

Aucune aide électronique autorisée

#### Autres aides autorisées

Lecture notes and VHDL reference

**Exception : En cas d'examen électronique sur Moodle, des modifications des aides autorisées peuvent survenir. Dans ce cas, les aides autorisées seront annoncées par les enseignant-e-s avant l'examen.**

#### Cas spécial: examen de répétition oral

##### Type de l'examen

Examen oral

##### Durée de l'examen

30 minutes

##### Aides autorisées

*Les aides suivantes sont autorisées:*

##### Aides électroniques autorisées

Aucune aide électronique autorisée

##### Autres aides

Lecture notes and VHDL reference