

## RV1 - Architecture RISC-V

### Ce cours détaille l'implémentation des CPU RISC-V

#### Objectifs

- Comprendre les bases de l'architecture et du jeu d'instructions RISC-V.
- Acquérir des connaissances sur le jeu d'instruction RISC-V.
- Développer la maîtrise de la programmation RISC-V C et être capable d'écrire, de compiler et d'exécuter du code RISC-V C.
- Apprendre à gérer les interruptions et les exceptions dans RISC-V.
- Comprendre les concepts de conception matérielle et système RISC-V, en particulier sur les FPGA et les systèmes embarqués

*Une description plus détaillée est disponible sur demande à [training@ac6-training.com](mailto:training@ac6-training.com)*

#### Environnement du cours

- Cours théorique
  - Support de cours imprimé et au format PDF (en anglais).
  - Le formateur répond aux questions des stagiaires en direct pendant la formation et fournit une assistance technique et pédagogique.
- Activités pratiques
  - Les activités pratiques représentent de 40% à 50% de la durée du cours.
  - Elles permettent de valider ou compléter les connaissances acquises pendant le cours théorique.
  - Exemples de code, exercices et solutions
  - Un PC (Linux ou Windows) par binôme de stagiaires (si plus de 6 stagiaires) pour les activités pratiques avec, si approprié, une carte cible embarquée.
  - Le formateur accède aux PC des stagiaires pour l'assistance technique et pédagogique.
- Une machine virtuelle préconfigurée téléchargeable pour refaire les activités pratiques après le cours
- Au début de chaque demi-journée une période est réservée à une interaction avec les stagiaires pour s'assurer que le cours répond à leurs attentes et l'adapter si nécessaire

#### Prérequis

- Connaissance de l'architecture informatique
- Compétences en programmation : Une certaine expérience en programmation, en particulier en C ou en assembleur
- Connaissance de la logique numérique : la compréhension de la logique numérique et des concepts de base de la conception informatique serait bénéfique pour comprendre la mise en Œuvre du processeur RISC-V sur FPGA
- Compréhension de base des systèmes d'exploitation : connaissance des concepts des systèmes d'exploitation tels que la gestion des processus, la gestion de la mémoire et les interruptions
- Le cours peut utiliser des outils et des environnements de développement basés sur Linux

#### Audience visée

- Tout ingénieur ou technicien en systèmes embarqués possédant les prérequis ci-dessus.

#### Modalités d'évaluation

- Les prérequis indiqués ci-dessus sont évalués avant la formation par l'encadrement technique du stagiaire dans son entreprise, ou par le stagiaire lui-même dans le cas exceptionnel d'un stagiaire individuel.
- Les progrès des stagiaires sont évalués de deux façons différentes, suivant le cours:
  - Pour les cours se prêtant à des exercices pratiques, les résultats des exercices sont vérifiés par le formateur, qui aide si nécessaire les stagiaires à les réaliser en apportant des précisions supplémentaires.

- Des quizz sont proposés en fin des sections ne comportant pas d'exercices pratiques pour vérifier que les stagiaires ont assimilé les points présentés
- En fin de formation, chaque stagiaire reçoit une attestation et un certificat attestant qu'il a suivi le cours avec succès.
  - En cas de problème dû à un manque de prérequis de la part du stagiaire, constaté lors de la formation, une formation différente ou complémentaire lui est proposée, en général pour conforter ses prérequis, en accord avec son responsable en entreprise le cas échéant.

## Plan

### Premier Jour

#### **Introduction to RISC-V**

- Overview of RISC-V
  - What is RISC-V and why is it important?
  - History and development of RISC-V
  - RISC-V architecture and instruction set
  - RISC-V implementations and applications
- RISC-V ISA Overview
  - Instruction format
  - Instruction set encoding
  - Privileged architecture
  - Vector instructions
  - Compressed instructions

*Exercise : Setting up a RISC-V development environment and running a "Hello World" program on a RISC-V emulator*

#### **RISC-V CPU Implementation**

- RISC-V 32-bit CPU implementation
  - RISC-V 32-bit instruction set
  - RISC-V 32-bit register set
  - RISC-V 32-bit pipeline
- RISC-V 64-bit CPU implementation
  - RISC-V 64-bit instruction set
  - RISC-V 64-bit register set
  - RISC-V 64-bit pipeline

*Exercise : CPU Implementation*

### Deuxième Jour

#### **RISC-V Memory Management**

- Introduction to RISC-V memory management
  - Memory management unit
  - Virtual memory
  - Address translation
- Memory-mapped I/O in RISC-V
  - MMIO interface
  - Device drivers
- Virtual memory and address translation in RISC-V
  - Page tables
  - Translation lookaside buffer

#### **RISC-V Interrupt and Exception Handling**

- Introduction to RISC-V interrupts and exception handling

- Interrupts and exceptions
- Interrupt handling
- Implementing interrupt handlers in RISC-V assembly and C
  - Interrupt service routines
  - Exception handling
- Handling exceptions and errors in RISC-V
  - Exception vectors
  - Trap handling

*Exercise : Interrupt and Exception Handling*

## **RISC-V C Programming and Debugging**

- Introduction to RISC-V C programming
  - Setting up the C development environment
  - Writing and compiling RISC-V C code
- Debugging and testing C code
  - GDB and OpenOCD
  - Trace

*Exercise : C programming and debugging*

## **Troisième Jour**

### **RISC-V Optimization**

- Introduction to RISC-V performance optimization
  - Understanding performance metrics
  - Identifying performance bottlenecks
- Profiling and benchmarking RISC-V code
  - Using performance counters
  - Analyzing performance data
- Optimizing RISC-V code for performance
  - Instruction scheduling
  - Loop optimization
  - Register allocation
  - Memory optimization

*Exercise : Optimizing RISC-V Code*

### **RISC-V Optimization for FPGA and Embedded Systems**

- Introduction to RISC-V on FPGA
  - Overview of FPGA technology
  - RISC-V on FPGA: benefits and challenges
- Synthesis and Implementation
  - Synthesis flow
  - Place and route
  - Power and performance optimization
- Designing RISC-V systems with FPGA
  - SoC design
  - Peripherals and interfaces
  - Interrupts and exception handling
- RISC-V on embedded systems and IoT applications
  - Applications and use-cases
  - Memory and power constraints
  - Security and privacy concerns

*Exercise : Implementing a RISC-V system on an FPGA development board*

## Renseignements pratiques

**Renseignements : 3 jours**