

# Modélisation Transactionnelle des Systèmes sur Puce avec SystemC

## Ensimag 3A — filière SEOC

### Grenoble-INP

#### TLM Avancé & Conclusion

Frédéric Pétrot

[frederic.petrot@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:frederic.petrot@univ-grenoble-alpes.fr)

2019-2020



## Planning des séances

- 11/10 (FP) Introduction : systèmes sur puce et modélisation au niveau transactionnel
- 17/10 (FP) Introduction au C++
- 18/10 (FP) Intervenant extérieur : Laurent Maillet-Contoz (STMicroelectronics)
- 24/10 (FP) Présentation de SystemC, éléments de base
- 25/10 (FP) Communications haut-niveau en SystemC
- 07/11 (FP) Modélisation TLM en SystemC
- 14/11 (FP) TP1 (1/1): Première plateforme SystemC/TLM
- 15/11 (FP) Utilisations des plateformes TLM
- 21/11 (FP) TP2 (1/3) : Intégration du logiciel embarqué
- 22/11 (FP) TP2 (2/3) : Intégration du logiciel embarqué
- 28/11 (FP) Notions Avancées en SystemC/TLM
- 29/11 (FP) TP2 (3/3) : Intégration du logiciel embarqué
- 05/12 (OM) Synthèse d'architecture
- 06/12 (OM) TP3 (1/2) : Synthèse de haut niveau et génération de circuits numériques
- 12/12 (OM) TP3 (2/2) : Synthèse de haut niveau et génération de circuits numériques
- 13/12 (FP) Perspectives et conclusion

# Sommaire

- 1 Quelques mots sur l'examen
- 2 Récapitulatif sur les TPs
- 3 Écosystème TLM

# Sommaire

- 1 Quelques mots sur l'examen
- 2 Récapitulatif sur les TPs
- 3 Écosystème TLM

# Préparer l'examen

- Annales disponibles (répertoire [exam/](#))
- Documents interdits
- Une feuille A4 recto-verso manuscrite autorisée

# Sujet d'examen

- Questions de cours C++, SystemC/TLM, intervenant extérieur
- 1 exercice sur le temps simulé/wall-clock (cf. années précédentes)
- 1 problème : extension de la plateforme « TP3 ». Cette année (2016-2017) : composant matériel pour optimiser `memset`.

# À savoir impérativement

- C++
- Bases de SystemC : `SC_MODULE`, `SC_THREAD`, `SC_METHOD`, `wait`, `notify`,  
...
- Les principes de TLM 2.0
- L'API Ensitlm : `read`, `write`, `map`, `bind`
- L'API hal : `hal_read32`, `hal_write32`, `hal_cpu_relax`,  
`hal_wait_for_irq`.

## Ce qui énerve le correcteur ...

- Confusion entre hardware et software (e.g. écrire du SystemC dans le soft embarqué, ou utiliser `hal.h` dans le modèle de matériel)
- « Justifiez brièvement » mal lu
- Les erreurs sur les points répétés N fois en TP/cours.

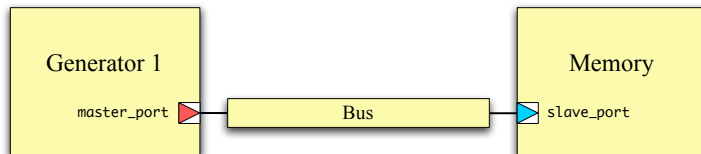


# Sommaire

- 1 Quelques mots sur l'examen
- 2 Récapitulatif sur les TPs
- 3 Écosystème TLM

# TP n°1

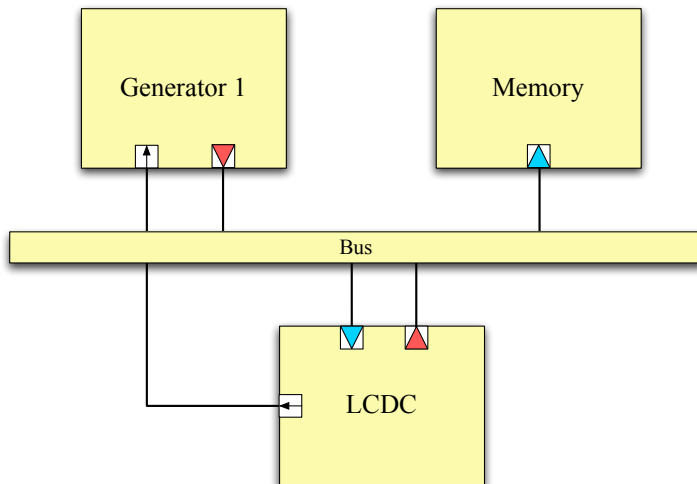
- Prise en main de SystemC/GCC
- Écriture d'un **générateur de transactions**
  - ▶ Outil de test de plateforme
  - ▶ Représente les accès que ferait un processeur (par ex)
- Écriture d'une **mémoire**
  - ▶ Mécanisme d'adresse locale (offset)
  - ▶ Implémentation du comportement (tableau dynamique C++)
- Comportement global



## TP n°2

- Récupération des modules précédent
- Lecture de documentation technique : **contrat** d'utilisation du LCDC
- Modélisation de registres
  - ▶ Utilisation des événements SystemC
  - ▶ Correspondance avec la documentation
- Gestion des interruptions
- Fabrication d'images en mémoire...

## TP n°2 - Figure



## TP n°3

- Intégration du logiciel embarqué.
  - ▶ Avec ISS
  - ▶ En simulation native
- Correspondance entre plateforme physique (FPGA) et TLM
  - ▶ Même registres, même addressmap, même comportement
  - ▶ RAM programme gérée différemment
  - ▶ Protocole de bus non modélisé en TLM
- Logiciel portable via `hal.h`:
  - ▶ Une implémentation en simulation native
  - ▶ Une implémentation pour MicroBlaze (ISS ou FPGA)

## TP n°3: Chaînes de compilation

### ● Native:

- ▶ `g++/gcc`, comme d'habitude.
- ▶ `extern "C"` pour faire communiquer le C et le C++ (problème de mangling et d'ABI)
- ▶ Édition de liens entre plateforme et logiciel.

### ● Croisée:

- ▶ `microblaze-uclinux-{gcc,ld,objdump}`: tourne sur x86\_64, génère du code pour MicroBlaze.
- ▶ Logiciel embarqué compilé en un fichier ELF ...
- ▶ ... chargé dynamiquement en RAM par la plateforme.
- ▶ `boot.s`: adresse de boot, vecteur d'interruption, ...
- ▶ `it.s`: routine d'interruption (sauvegarde/restauration de registres avant d'appeler une fonction C)
- ▶ `ldscript`: utilisé par `microblaze-uclinux-ld` pour décider des adresses des symboles.
- ▶ `printf`: marche sur FPGA via une UART, trivial en simu native, composant UART en simu ISS.

## TP n°3 : ce à quoi vous avez échappé...

- Fait pour vous:
  - ▶ Écriture des composants TLM (Giovanni Funchal)
  - ▶ ISS MicroBlaze, `boot.s`, `it.s` (SocLib)
- Non géré:
  - ▶ `gdb-server`: pour déboguer le logiciel avec `gdb` comme s'il tournait sur une machine physique distante.
  - ▶ Temps précis
  - ▶ Transaction bloc (entre RAM et VGA en particulier)
  - ▶ Conflits sur le bus entre RAM ↔ VGA et fetch.
  - ▶ Contrôleur d'interruption évolué (le notre est essentiellement une porte « ou »)

# Sommaire

- 1 Quelques mots sur l'examen
- 2 Récapitulatif sur les TPs
- 3 Écosystème TLM



# Réutilisation de composants

- Point de vue d'un industriel:
  - ▶ Écriture de modèles TLM **réutilisables** de composants maisons
  - ▶ Modèles TLM de composants d'entreprises tierces?
- Idée : chaque fabricant de composant fournit plusieurs modèles
  - ▶ RTL ou netlist
  - ▶ Modèle TLM, etc.
  - ▶ etc.
- Problème : mettre tout le monde d'accord sur l'écriture de modèles TLM

# Documentation

- Besoin d'informations organisées sur chaque composant
  - ▶ Banques de registres
  - ▶ Nombre de ports
  - ▶ Technologies de gravure supportées
  - ▶ Consommation électrique
  - ▶ Surface...

# Documentation

- Besoin d'informations organisées sur chaque composant
  - ▶ Banques de registres
  - ▶ Nombre de ports
  - ▶ Technologies de gravure supportées
  - ▶ Consommation électrique
  - ▶ Surface...
- Création d'un consortium d'industriels pour standardiser les informations associées à un composant
  - Consortium SPIRIT : Structure for Packaging, Integrating and Re-using IP within Tool-flows Standard IP-XACT.
  - ▶ Exemple de document : fichier XML conforme à un schéma
  - ▶ Création d'outils exploitant ces informations



# Conclusion

## ● SystemC

- ▶ « Langage » de modélisation niveau système
- ▶ Utilisation par les industriels
- ▶ Nombre conséquent d'outils
  - ★ Dédiés (CAD Vendors)
  - ★ Provenant de C++ (GCC, gdb, gprof, valgrind, etc.)

## ● TLM

- ▶ Niveau émergent de modélisation de composants électroniques
- ▶ Utilisation de SystemC
- ▶ Existence d'outils spécifiques TLM (Cadence, Coware, Synopsys, ...)