



## D4 - Linux temps-réel Xenomai

### Le temps-réel Linux avec RTAI et Xenomai

#### Objectifs

- RTAI
  - Maîtriser le temps réel avec RTAI
  - Synchronisation et communication entre Linux et RTAI
  - Gérer les timers rapides de RTAI
  - Partage et traitement d'interruptions
  - Utiliser LXRT
- Xenomai (ex RTAI/Fusion)
  - Différences avec RTAI et LXRT
  - Programmation sous Xenomai
  - les drivers temps-réel Xenomai

*Les exercices se font sur des cartes cibles :*

*Carte "SnowBall" de ST-Ericsson, basée sur un ARM Cortex/A9 double cœur, avec sonde JTAG Lauterbach.*

*Carte à base de processeur ARM9 d'Atmel, avec sonde JTAG Lauterbach.*

*Nous utilisons le dernier noyau disponible sur [www.kernel.org](http://www.kernel.org) supporté par Xenomai*

#### Matériel

- Un PC par binôme avec Linux + RTLinux
- Support de cours
- CDROM avec documentation et exercices corrigés

#### Pré-requis

- Connaissance de la programmation Linux (niveau cours D0)
- Notions d'administration Linux, installation, configuration, mise à jour... (niveau cours D1)
- Notions de temps réel (niveau cours L7)

#### Plan

##### 1er jour

## Le temps réel sous Linux

- Solutions temps réels pour Linux
- Architecture et caractéristiques
- Modularité de Linux
  - architecture et composition du kernel Linux
  - développement de modules kernel
  - distinction entre modules Linux et RTAI
  - outils de développement (compilateur , debugger)
  - outils de gestion des modules (chargement, versions, symboles)

## Le développement de modules noyau Linux

- Outils de développement
  - outils de compilation
  - bibliothèques standard
  - makefile
  - environnements intégrés
  - chargement et la gestion des versions des modules kernel
  - debug kernel
- Gestion mémoire
  - algorithmes d'allocation mémoire buddy et slab allocator
  - zones mémoire d'allocations des drivers
  - allocation dynamique et au boot

*Exercice : Ecriture d'un module simple*

## 2ème jour

### Présentation de RTAI

- Installation de RTAI sous Linux
- Structure des applications RTAI
- Programmation des APIS RTAI

*Exercice : Patch du noyau pour RTAI*

*Exercice : Configuration et installation de Linux/RTAI*

### Programmation du Multitâche RTAI

- Implémentation des tâches RTAI
- Gestion mémoire
- Stratégie d'ordonnancement
  - algorithme préemptif pur
  - ordonnancement périodique et one-shot
  - spectre des priorités
  - modularité et remplacement de l'ordonnanceur
  - ordonnancement multi processeur (SMP)
- Outils de communication inter processus (IPC)
  - FIFO de communication
  - mécanisme de mémoire partagée
  - synchronisation inter-tâche (mutex, sémaphore, variables de conditions, verrouillage producteurs/consommateurs, signaux, événements des FIFOs)

*Exercice : Réalisation d'application multi-tâches simple*

*Exercice : Dialogue Temps-réel - Linux***3ème jour****Programmation des timers et des horloges**

- Horloges matérielles et logicielles
- Horloges et daemon
- Timer RTAI
- Watchdog

*Exercice : Mesures de performances (changement de contexte)*

**Programmation des interruptions**

- Architecture des interruptions
- Installation des ISR RTAI
- Partage des interruptions
- Emulation des interruptions Linux sous RTAI
- Réveil de tâches sous interruptions

*Exercice : Mesures de performances (latence d'interruption)*

**Le temps réel en mode utilisateur avec LXRT**

- Le principe de LXRT
  - modules noyau en mode utilisateur
  - protection mémoire
  - basculement d'ordonnanceur
- Performances comparées entre RTAI et LXRT
- Programmation sous LXRT

*Exercice : Transfert d'application RTAI sous LXRT*

**Présentation de Xenomai**

- Les principes de base de Xenomai
  - modes primaires et secondaires
- Comparaison avec LXRT
- La notion de personnalité (skin)
- Installation et configuration de Xenomai
- La mise au point sous Xenomai
  - utilisation de GDB
  - installation et configuration de LTT (Linux Trace Toolkit)

*Exercice : Patch du noyau pour Xenomai*

*Exercice : Configuration et installation de Linux/Xenomai*

**4ème jour****Programmation sous Xenomai**

- L'interface native de Xenomai
  - gestion des tâches

- gestion du temps
- synchronisation
- communication
- accès au matériel et aux interruptions
- communication entre code noyau et utilisateur
- Les "personnalités" de Xenomai
  - l'API native
  - RTAI
  - Posix
  - pSOS+, vxWorks, VRTX, ultron, ...
- Les drivers de périphériques temps réel
  - le concept RTDM (Real Time Driver Model)
  - l'interface de développement des drivers
  - profils de périphériques
  - interface utilisateur

*Exercice : Réalisation d'applications multi-tâches mixtes temps-réel - non temps réel*

*Exercice : Utilisation des API natives et POSIX*

## Renseignements pratiques

**Durée : 4 jours**  
**Prix : 1950 € HT**



SARL au capital de 15400€ - SIRET 449 597 103 00026 - RCS Nanterre - NAF 722C - Centre de Formation : 19, rue Pierre Curie - 92400 Courbevoie  
Siège social et administration : 21, rue Pierre Curie - 92400 Courbevoie - Tél. 01 41 16 80 10 - Fax. 01 41 16 07 78

Dernière mise à jour du site: mar 22 mai 2012 10:50:29 CEST

<http://www.ac6-formation.com/>