

# Cours 9 Architectures & Systèmes

Jalil Boukhobza

LC 206

[boukhobza@univ-brest.fr](mailto:boukhobza@univ-brest.fr)

02 98 01 69 73

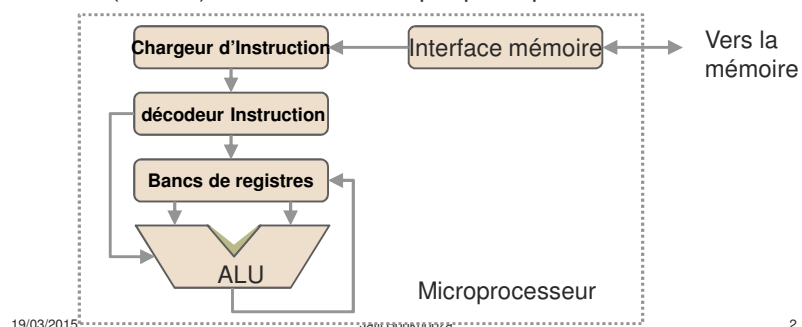
Source: La majorité des schémas et Figures ont été prises des présentations de l'ARM Université program.

19/03/2015

Jalil Boukhobza

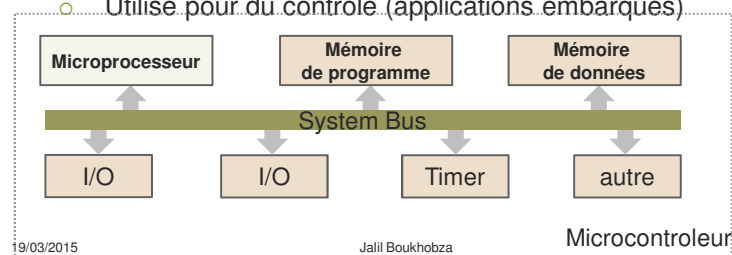
## Microprocesseur (CPU)

- Un cœur de processeur supportant le chargement, décodage et exécution des instructions
- Peut être utilisé pour du calcul généraliste être utilisé avec une (ou des) mémoires et des périphériques d'E/S

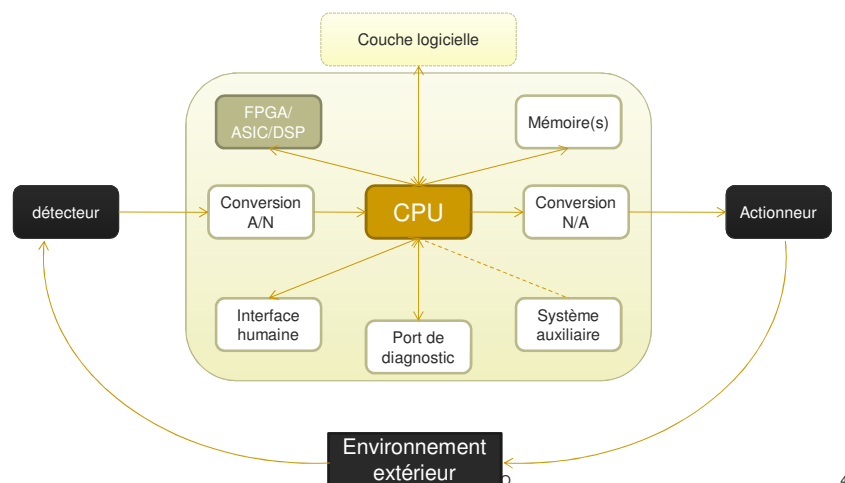


## [ Microcontrôleurs (MCU) ]

- Contient
  - un processeur
  - Plusieurs mémoires
  - E/S numériques et analogiques
  - Autres périphériques
  - Utilisé pour du contrôle (applications embarqués)



## [ Système embarqué typique ]



## Systeme embarqué « typique » (2)

- **Capteurs** (interrupteurs, etc.) couplés à des convertisseurs analogique/numérique.
- **Actionneurs** (LED, etc.) couplés à des convertisseurs numérique/analogique.
- **Calculateur** (processeur embarqué et ses E/S).
- Possibilité d'avoir un/des **FPGAs et/ou ASICs et/ou DSP** pour jouer le rôle de coprocesseurs (accélération matérielle)
  
- Les systèmes embarqués doivent prendre en compte:
  - Variation des températures
  - Vibrations et chocs
  - Variations des alimentations
  - Interférences RF
  - Corrosion
  - Eau, feu, radiation
  - ...

J.Boukhobza - AO

5

## Exemple: calculateur d'un vélo

- Fonctions:
  - Mesure de vitesse et de distance
- Contraintes:
  - Taille
  - Coût
  - Consommation
  - Poids
- Entrées:
  - Vitesse de rotation de la roue et géométrie
  - Mode
- Sortie:
  - Affichage
- Utilisation de microcontrôleur basse perf.: 8 bits, 10 MIPS



19/03/2015

Jalil Boukhobza

6

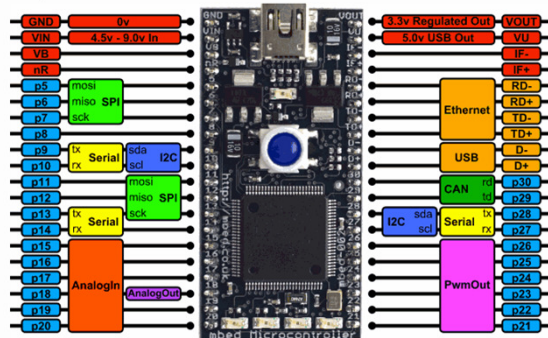
# Systemes embarques

(source ARM Univ Prog.)

	Implementation	Design Cost	Unit Cost	Upgrades & Bug Fixes	Size	Weight	Power	System Speed
Dedicated Hardware	Discrete Logic	low	mid	hard	large	high	?	very fast
	ASIC	high (\$500k/mask set)	very low	hard	tiny - 1 die	very low	low	extremely fast
	Programmable logic - FPGA, PLD	low to mid	mid	easy	small	low	medium to high	very fast
Software Running on Generic Hardware	Microprocessor + memory + peripherals	low to mid	mid	easy	small to med.	low to moderate	medium	moderate
	Microcontroller (int. memory & peripherals)	low	mid to low	easy	small	low	medium	slow to moderate
	Embedded PC	low	high	easy	medium	moderate to high	medium to high	fast

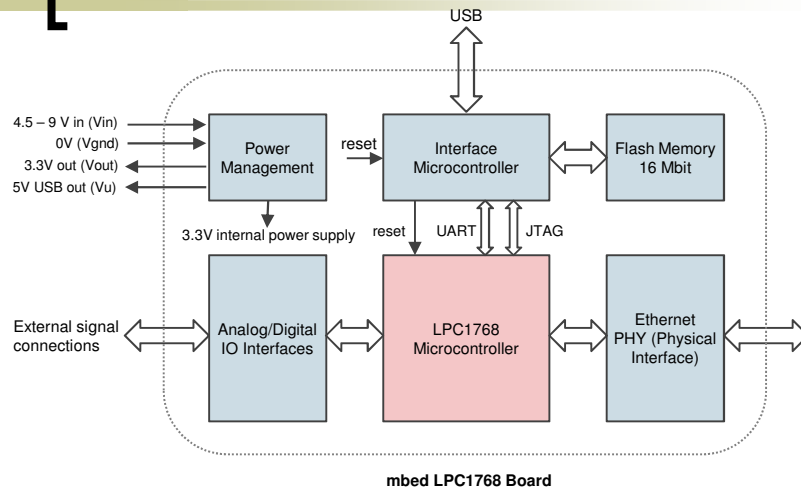
# Exemple d'une carte mbed (utilisee en TP)

- Mbed LPC 1768:
  - Un MCU NXP LPC 1768, 32-bit ARM® Cortex™-M3 cadence à 96MHz
  - 32 KO de RAM, 512 KO de memoire flash
  - Plusieurs peripheriques d'E/S
    - USB
    - Ethernet
    - CAN
    - SPI
    - I2C
    - ADC
    - DAC
    - PWM
    - GPIO
    - UART



19/03/2015

## Architecture de la carte mbed LPC1768



19/03/2015

Jalil Boukhobza

9

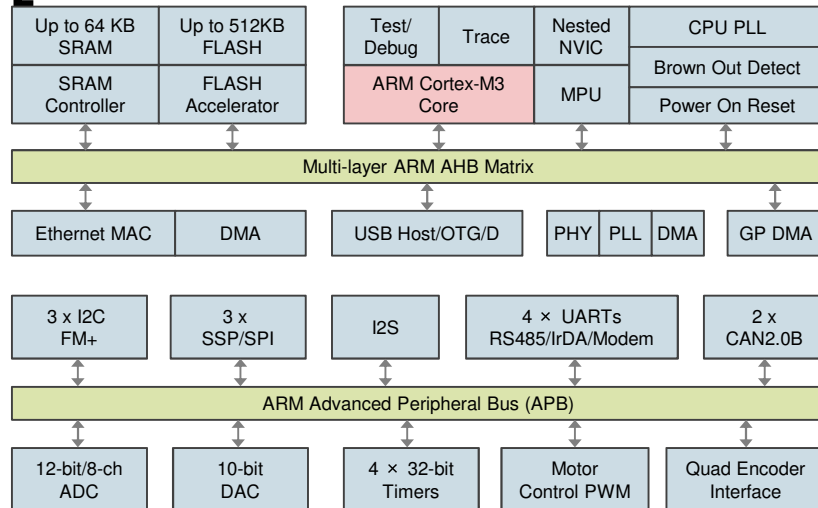
- Interface du microcontrôleur
  - Fournit une interface USB pour les périphériques extérieurs
  - Le programme téléchargé est enregistré sur la mémoire flash
  - Après le reset, le LPC 1768 lit le dernier fichier de la mémoire flash et le transfère au microcontrôleur via UART ou JTAG
- Mémoire flash
  - Utilisée pour la sauvegarde de programme: 2 MO
- Gestion de l'énergie
  - Plusieurs sources d'énergie possible (voltage variant de 3.3 à 9V)
- Interface Ethernet
  - Permet la connexion à internet

19/03/2015

Jalil Boukhobza

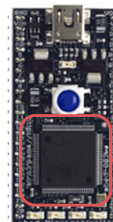
10

## Architecture du MCU NXP mbed LPC1768



## NXP LPC1768

- Cortex-M3 MCU pour applications embarquées
  - Consommation énergétique faible
  - Fonctionnement typique à 100MHz
  - 512KO de flash et 64 KO de mémoire de données (SRAM)
  - Une variété d'interfaces d'E/S: Ethernet, USB, DMA, UART, CAN, ...
- Applications typiques:
  - Systèmes d'alarmes
  - Contrôle moteur
  - Electroménager
  - ...



NXP LPC1768  
MCU

## [ NXP LPC1768 (2) ]

- **SPI: contrôleur d'E/S série SPI**
  - *Serial Peripheral Interface* est une interface série permettant de gérer plusieurs maitres et esclaves connectés à un bus donné
  - LPC1768 supporte un débit SPI max. de 12.5 Mbit/s
- **I2C: contrôleur d'E/S de bus série**
  - Un bus bi directionnel de contrôle inter circuit intégrés (IC, puces) avec seulement 2 fils, une ligne pour l'horloge (SCL) et une autre pour les données (SDA)
  - Les 2 contrôleurs I2C ont des débits allant jusqu'à 400kbit/s
- **Pulse Width Modulator (PWM)**
  - Une technique de modulation utilisée pour moduler la largeur des impulsions pour le contrôle de l'alimentation des périphériques (exemple: moteurs)

19/03/2015

PWM est basé sur des timers et compteurs.

13

[

- **UARTs: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter**
  - Support de 4 interfaces UART
  - Débit max de 6.25Mbit/s
  - 2 mémoires FIFO d'envoi et de réception de 8 octets
- **Contrôleur CAN: Controller Area Network**
  - Utilisée pour le contrôle temps réel distribué (par exemple, applications automobiles)
  - Le contrôleur CAN peut supporter plusieurs bus CAN simultanément dans lesquels les périphériques peuvent être utilisés comme routeur, gateway, ou commutateur dans une application industrielle ou automobile.

19/03/2015

Jalil Boukhobza

14

[
]

- **Contrôleur ethernet**
  - Fournit une interface pour l'interface ethernet de la carte
  - Contient un Ethernet MAC (Media Access Control) de 10 ou 100Mbit/s
- **Interface USB**
  - Le contrôleur USB est disponible comme périphérique, hôte ou OTG (On The Go)
  - Un bus à 4 fils supportant la comm. Entre un hôte et jusqu'à 127 périphériques
  - Permet un échange de donnée de 12Mbit/s avec un contrôleur USB de l'hôte

19/03/2015
Jalil Boukhobza
15

[
]

- **ADC 12 bits**
  - Convertisseur analogique/numérique (ADC) avec 8 canaux et support DMA
  - Taux de conversion de 200KHz
- **DAC 10 bits**
  - Convertisseur numérique/analogique
- **Unité de protection mémoire (MPU)**
  - Protection des données critiques dans une application
  - Sépare la mémoire en plusieurs sections permettant une meilleure protection

19/03/2015
Jalil Boukhobza
16





- **Nested Vectored Interrupt Controller (NVIC)**
  - Permet une latence d'interruption réduite et une gestion des files d'interruptions
- **Contrôleur Direct Access Memory (DMA)**
  - Le DMA permet à certains périphériques d'accéder à la mémoire sans passer par le processeur
  - GPDMA (General Purpose DMA) permet les transactions périphérique/mémoire, mémoire/périphérique, périphérique/périphérique, mémoire/mémoire

19/03/2015

Jalil Boukhobza

17



## Quelques liens



- mbed NXP LPC1768 Schematic
  - <http://mbed.org/media/uploads/chris/mbed-005.1.pdf>
- mbed NXP LPC1768 Microcontroller Flyer
  - <http://www.nxp.com/documents/leaflet/LPC1768.pdf>
- Explore the mbed platform
  - <http://mbed.org/explore/>
- NXP LPC176x MCU
  - NXP LPC1768 Homepage
    - [http://www.nxp.com/products/microcontrollers/cortex\\_m3/LPC1768FBD100.html](http://www.nxp.com/products/microcontrollers/cortex_m3/LPC1768FBD100.html)
  - NXP LPC176x User Manual
    - [http://www.nxp.com/documents/user\\_manual/UM10360.pdf](http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10360.pdf)
  - NXP LPC176x Data Sheet
    - [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/LPC1769\\_68\\_67\\_66\\_65\\_64\\_63.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC1769_68_67_66_65_64_63.pdf)

19/03/2015

Jalil Boukhobza

18