

Electronique des Systèmes Embarqués

Série de TD N°1

Exercice N°1 :

- 1) Citer six caractéristiques d'un système électronique embarqué.

..... Coût réduit - Volume restreint Capacité mémoire dédiée adaptée
..... Exécution temps réel, fiabilité, tolérance aux pannes

- 2) Quelles sont les couches d'une architecture SEE. Donner le rôle de chaque couche.

Applications: réaliser la fonction désirée
OS: exécuter le programme pour traiter les données
Matériel: le circuit électrique nécessaire pour réaliser la fonction

- 3) Citer les cinq éléments constitutifs d'une architecture SEE. Donner des exemples.

Equipement permanent, Equipement supplémentaire:
CPU - mémoire de masse
Entrées: capteurs, claviers, sorties: écran et afficheurs L.E.D.
IHM: écran avec dispositifs « touch screen »

- 4) Quelles sont les principales contraintes lors de conception d'un SEE.

Coût réduit: poids, taille réduite; minimiser l'énergie
vitesse, environnement

- 5) Quelles sont les étapes d'un codesign.

Spécification - modélisation - partitionnement - synthèse - validation
Intégration - Tests d'intégration

Exercice N°2 :

Soit à réaliser un système de surveillance de température et un système de surveillance fumés et gaz. Donner les attributs de ces systèmes :

- Fonction

Surveillance de température fumée
et gaz dans une salle

- Contraintes

Coût admissible; taille minimale
poids réduit, faible consommation d'énergie

- Inputs

Capteurs de température (LM-35); capteur gaz fumée (MQ-2)

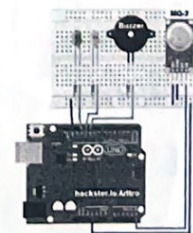
- Outputs

Afficheur L.E.D; signal sonore (buzzer); signal visuel

- MCU

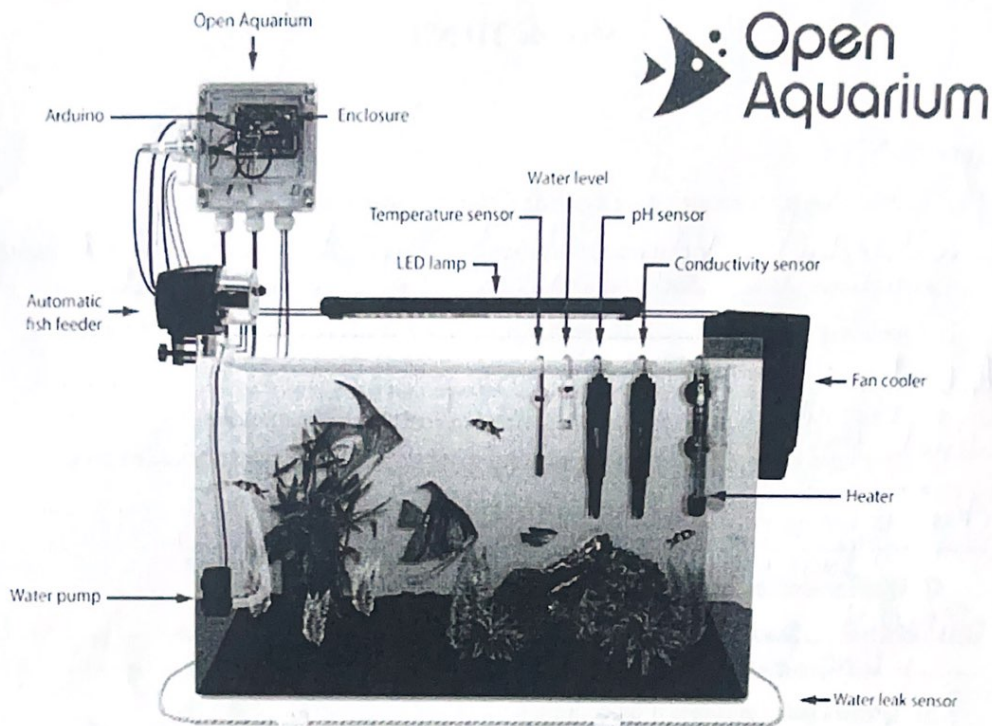
8 bits et 10 KIPS sont suffisants

↑
méga échantillon par seconde



Exercice N°3 : (devoir de contrôle 22/23)

On considère le système embarqué de la figure suivante comme étant un contrôleur d'un aquarium :



1) Quel est la fonction réalisée par ce système embarqué ?

Le contrôle d'un aquarium

2) Quels sont les éléments d'entrée ?

Temperature sensor, water level, pH sensor, conductivity sensor, water leak sensor (niveau d'eau)

3) Quels sont les éléments de sortie ?

LED lamp, Fan cooler, Heater, Water pump (pompe), (ventilateur) (chauffage)

4) Décrivez une fonctionnalité utile que vous pouvez ajouter en software si le contrôleur est capable de déterminer l'heure du jour.

par expte : Nourriture chaque 6 heures

5) Décrivez une fonctionnalité utile que vous pouvez ajouter en software si le contrôleur est équipé d'une connexion Internet.

contrôle à distance

Exercice n°4 : (devoir de contrôle 23/24)

On considère le système embarqué de la figure suivante comme étant un distributeur automatique de boissons fraîches :

- 1) Quel est la fonction réalisée par ce système embarqué ?

Distribution automatique de boissons fraîches

- 2) Quels sont les éléments d'entrée ?

Pièces de monnaie, Capteurs de reconnaissance de monnaie
bouton poussoir

- 3) Quels sont les éléments de sortie ?

boisson, reste de monnaie, Afficheur

- 4) Décrivez une fonctionnalité utile que vous pouvez ajouter en software si le contrôleur est équipé d'une connexion Internet.

Compte rendu de recette, disponibilité des produits



Electronique des Systèmes Embarqués

Série de TD N°3

Exercice N°1 : (Devoir de contrôle 23/24)

Commenter le programme suivant :

```
#include <LiquidCrystal.h>
const int pinCapteurTemp = A0;
const int pinChauffage = 8;
const int pinVentilation = 9;
const float temperatureMin = 20.0;
const float temperatureMax = 25.0;
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

selon l'afficheur de l'ex 3

```
void setup() {
  pinMode(pinChauffage, OUTPUT);
  pinMode(pinVentilation, OUTPUT);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Contrôle de la");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("temperature");
  delay(2000);
}
```

```
void loop() {
  int valeurCapteur = analogRead(pinCapteurTemp);
  float tension = (valeurCapteur * 5.0) / 1024.0;
  float temperatureCelsius = (tension - 0.5) * 100.0;
```

```
  lcd.clear();
  lcd.print("Temperature:");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(temperatureCelsius);
  lcd.print(" C");
```

Liquid crystal display

Appel à la biblio LCD

// importation de la biblio LCD

// déclaration du capteur de température connecté à la broche A0

// broche 8 pour contrôler le chauffage

// broche 9 pour contrôler la ventilation

// déclaration de la température minimale pour activer le chauffage

// déclaration de la température maximale pour activer la ventilation

// connexion des broches à l'afficheur LCD

// Initialisation broche de chauffage comme sortie

// Déclaration broche de ventilation comme sortie

// Initialisation de l'afficheur LCD à 16 colonnes et 2 lignes

// Affichage de "Contrôle de la" sur la 1^{ère} ligne

// Déplacement du curseur sur la 2^{ème} ligne

// Affichage de "temperature" sur la 2^{ème} ligne

// Attente de 2 secondes avant de contrôler

Lecture de la valeur analogique du capteur

Conversion de la valeur analogique en tension

Conversion de la tension en Celsius

Effacer l'écran LCD

Affichage de "Temperature:" sur la 1^{ère} ligne

Déplacement du curseur sur la 2^{ème} ligne

Affichage de la température actuelle

Affichage de "C" après la température

Ajoute


```

if (temperatureCelsius < temperatureMin) {
  digitalWrite(pinChauffage, HIGH);
  digitalWrite(pinVentilation, LOW);
} else if (temperatureCelsius > temperatureMax) {
  digitalWrite(pinChauffage, LOW);
  digitalWrite(pinVentilation, HIGH);
} else {
  digitalWrite(pinChauffage, LOW);
  digitalWrite(pinVentilation, LOW);
}

```

```

delay(1000);
}

```

Exercice N°5 :

- 1) Commenter le code du programme suivant :

```

#include <Servo.h> // Appel de la bibliothèque servo
int servoPin = 3; // Déclare le servo pin au broche 3
Servo Servo1; // Création d'un objet de type servo
void setup() {
  Servo1.attach(servoPin); // Connexion de la broche 3 de l'arduino au servo
}
void loop() {
  Servo1.write(0); // Mettre le servo sur la position 0 degré
  delay(1000);
  Servo1.write(90); // Mettre le servo sur la position 90 degré
  delay(1000);
  Servo1.write(180); // Mettre le servo sur la position 180 degré
  delay(1000);
}

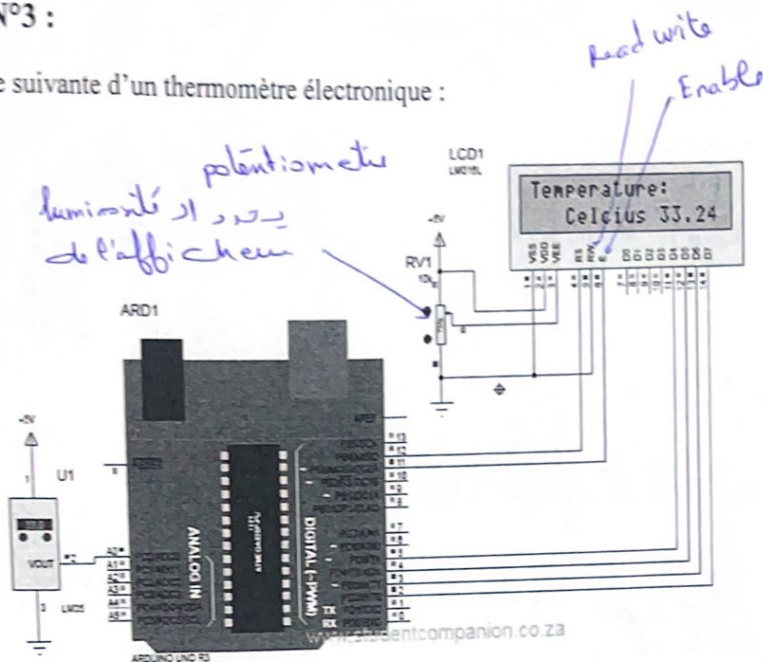
```

- 2) Ecrire le même programme en python.

<pre> from GP201 import Servo from time import sleep servoPin = 3 servo = Servo(servoPin) def set_servo_angle(angle): value = (angle/180)*2 - 1 </pre>	<pre> Servo.value = value while True: set_servo_angle(0) sleep(1) set_servo_angle(90) sleep(1) set_servo_angle(180) sleep(1) </pre>
--	---

Exercice N°3 :

Soit la figure suivante d'un thermomètre électronique :



Ecrire le programme embarqué relatif à ce montage à l'aide de syntaxe Arduino.IDE.

```
int Vin; // variable to read the value from Arduino A0
float Temperature; // variable that receives the converted voltage
#include <LiquidCrystal.h> // include the library code of LCD
LiquidCrystal lcd(11, 12, 5, 4, 3, 2) // initialize the library with the numbers of the interface pins
```

```
void setup() {
  lcd.begin(16, 2); // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.print("Temperature"); // Print a message to the LCD.
}
```

```
void loop() {
  Vin = analogRead(A0); // Tell the Arduino to read the voltage on pin A0
  Temperature = (Vin * 5.0) / 1024; // Convert the read value into a voltage
  lcd.setCursor(3, 1); // set the cursor to column 3, line 1
  lcd.print("Temperature"); // Print the Temperature
  lcd.print("Celcius"); // Print Celcius
  lcd.print(Temperature); // Print Temperature value
}
```

$Temperature = (Vin * 5.0) / 1024$



GCR2
2024/2025

Electronique des Systèmes Embarqués

Série de TD N°2

Exercice n° 1 :

Faire une analogie entre 2 colonnes (un ordinateur et vous qui êtes installé chez vous à votre bureau).

Des feuilles sur votre bureau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Le processeur
Des feuilles archivées dans des cartons au sous-sol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Registre processeur
Votre cerveau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Mémoire cache dans un processeur
Des feuilles dans le meuble d'archives dans la pièce voisine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Mémoire RAM
Des feuilles dans votre tiroir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Mémoire de stockage (disque dur)

Exercice n° 2 :

1. Quel est le nom du SoC de votre smartphone ?

2. Quelles en sont les fonctionnalités ?

3. Quelles sont les caractéristiques du processeur ?

Exercice n° 3 :

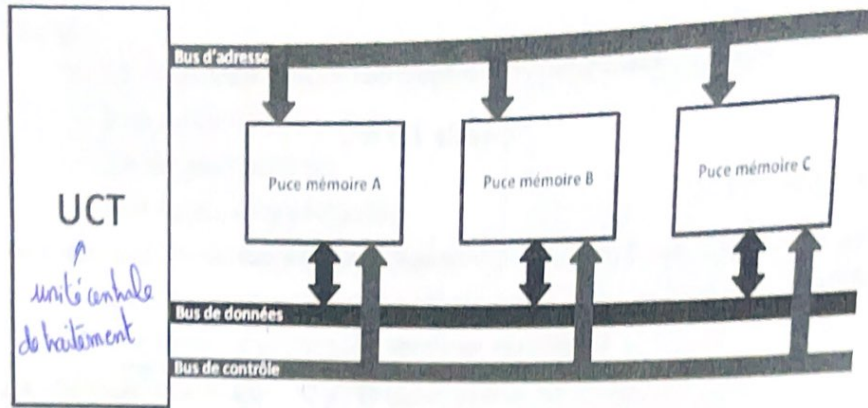
Depuis le tout premier circuit intégré (le 4004) jusqu'à nos jours, cette loi s'est toujours vérifiée, même si on s'en éloigne actuellement. Voici un exemple avec quelques processeurs d'Intel :

- 1971 : Intel 4004 : 2 300 transistors
- 1978 : Intel 8086 : 29 000 transistors
- 1982 : Intel 80286 : 275 000 transistors
- 1989 : Intel 80486 : 1 160 000 transistors
- 1993 : Pentium : 3 100 000 transistors
- 1995 : Pentium Pro : 5 500 000 transistors
- 1997 : Pentium II : 27 000 000 transistors
- 2001 : Pentium 4 : 42 000 000 transistors
- 2004 : Pentium Extrême Edition : 169 000 000 transistors
- 2006 : Core 2 Quad : 582 000 000 transistors
- 2010 : Core i7 : 1 170 000 000 transistors

Le nombre de transistors sur un processeur suit la loi de Moore. Expliquer.
la loi de Moore mathe. que... chaque... 2 ans... le nombre... des transistors se doublent

Exercice n°4 :

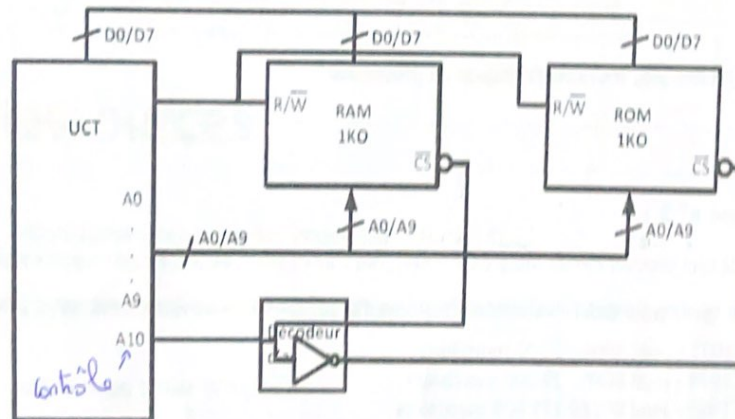
Soit la figure suivante d'un SoC :



1. Rappeler le rôle des différents organes

- ... UCT: traitement des données
- ... Puce mémoire: lire et stocker la mémoire données
- ... Bus d'adresse: adresser la mémoire, unidirectionnelle
- ... Bus de données: bus bidirectionnelle qui contient les données échangées
- ... Bus de contrôle: bus qui achemine le signal de commande (R/W)

Soit maintenant la figure suivante :



2. Quelle est la taille de l'espace mémoire adressable ?

de $(A_0 \rightarrow A_9)$ $2^{10} = 2K0$ (1Ko RAM, 1Ko ROM)

3. Quels sont les nombres manipulables par l'UAL ?

-127 $\leq N \leq +127$

bit signe : 8ème bit : 2^7
 $127 + 0 \rightarrow 128$
 $D_0 \rightarrow D_7 : 8 \text{ registres}$
 2^7

Exercice n° 5 :

1. Que doit faire votre ordinateur si vous avez besoin de 4 Go de **mémoire vive (RAM)** mais que vous en avez uniquement 3 ? Quel est la conséquence pour l'exécution des programmes ?

il doit régulièrement placer une partie de la mémoire RAM en mémoire virtuelle et transférer des informations en mémoire vive (RAM) (disque dur)

2. Si on part du principe que le système doit pouvoir transporter en une seule opération une adresse via son bus d'adresses, combien d'adresses-mémoires RAM différentes peut-on avoir dans un ordinateur dont le bus d'adresse est un bus **16 bits** ? Si on considère que chaque case mémoire correspond à un octet, quelle est la mémoire vive maximale disponible sur ce système s'il ne disposant pas d'autres manières d'adresser sa mémoire ?

*16 bits = 8 bits
nombre d'adresses mémoire RAM = 2^{16}
 2^{16} octets = 65536 octets = 65 K.O.*

3. Faire de même pour un ordinateur muni d'un processeur 32 bits, et de bus d'adresses de 32 bits.

*2^{32} adresses différentes
 2^{32} octets = 4 G.O. de RAM disponibles*

4. Votre disque dur ou votre carte SD correspondent-ils à la mémoire vive ?

Non ; sont des mémoires de stockage non volatile. temps d'accès long. Pas de perte des données en absence d'énergie

5. Combien d'opérations pour stocker ou lire un grand entier stocké sur 4 octets avec un bus de données de 8 bits connaissant l'adresse mémoire du premier octet ?

il faut 4 opérations pour transférer le 1er octet, 1 octet pour chaque octet. $8 \text{ bits} = 1 \text{ octet}$

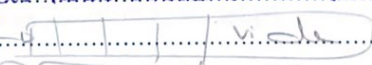
6. Combien d'opérations pour stocker ou lire un grand entier stocké sur 4 octets avec un bus de données de 32 bits connaissant l'adresse mémoire du premier octet ?

1 seule opération. 4 octets = 32 bits



7. La même lecture d'un entier sur 4 octets va-t-elle être plus rapide avec un bus de données 64 bits ?

non cette fois nous allons utiliser que 32 bits sur 64 bits



8. Dans quel cas le bus de données 64 bits va-t-il alors être plus efficace ?

5 et plus. (5 → 8)

Exercice n°6 : Analyse d'un SoC dans un smartphone (devoir de contrôle 23/24)

1. Composants matériels :

- Quels sont les composants matériels principaux d'un smartphone ?
- Pouvez-vous expliquer le rôle du processeur (CPU), du GPU et de la RAM dans un smartphone ?

CPU : pour traiter les données / RAM : stockage interne
GPU : traitement graphique
RAM : pour stockage temporaire

2. Système d'exploitation et applications

- Quels sont les systèmes d'exploitation couramment utilisés dans les smartphones ?
- Comment les applications sont-elles installées et exécutées sur un smartphone ?

iOS : iPhone / Android : Smartphones
App Store / Play Store : ce sont exécuté dans des
environnement par le système d'exploitation

3. Connectivité et communication

- Quels types de connectivité sont disponibles sur les smartphones et à quoi servent-ils ?
- Comment les smartphones permettent-ils la communication vocale et textuelle ?

Bluetooth : pour les accessoires / Wifi : pour connexion
NFC : paiement sans contact / 4G / 5G : connexion cellulaire
Vocale : appel téléphonique / Textuelle : messagerie

4. Capteurs et fonctionnalités spéciales

- Quels sont les capteurs courants présents dans un smartphone et à quoi servent-ils ?
- Expliquez comment les fonctionnalités telles que la reconnaissance faciale ou l'empreinte digitale fonctionnent sur un smartphone.

Capteurs de proximité : pour étendre le Hb lorsque il proche de visage
GPS : pour la localisation / Capteur digitale : identifier
accéléromètre : pour mouvement / Capteur faciale : l'identification d'ouvrir l'accès

5. Gestion de l'énergie et autonomie

- Quelles sont les principales sources de consommation d'énergie dans un smartphone ?
- Comment les smartphones gèrent-ils leur autonomie et quels sont les moyens pour économiser la batterie ?

Ecran / Le processeur / connexion / partage
: adapter le fonctionnement
diminuer luminosité / mode économie d'énergie

6. Évolution et tendances

- Comment les smartphones ont-ils évolué au fil du temps en termes de taille, de performances et de fonctionnalités ?
- Quelles sont les tendances actuelles dans l'industrie des smartphones ?

écran plus grand / performance acquies, haute performance (zoom, redshift)
appareil photo haute qualité

16) : photo empreinte sur écran / caméra haute résolution
intégrées de l'IA

7. Impact social et culturel

- En quoi les smartphones ont-ils modifié nos modes de vie, nos habitudes et nos interactions sociales ?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de la dépendance aux smartphones dans la société moderne ?

⊕ : facilité d'accès à l'information / ⊖ : perte de temps
⊕ : réduction et tranquillité facile, communication plus rapide
⊖ : dépendance excessive / maladies mentales

Exercice n° 7 :

1. Donner les significations de chacune des acronymes CISC et RISC.

CISC : Complex Instruction Set Computer

RISC : Reduced Instruction Set Computer

2. Quelle est la principale différence entre un CISC et un RISC.

RISC : pipeline, utilise beaucoup de mémoire cache. La plupart des systèmes utilisent le RISC

3. Quelles sont les caractéristiques d'un circuit DSP. Qui le différencie d'un processeur classique.

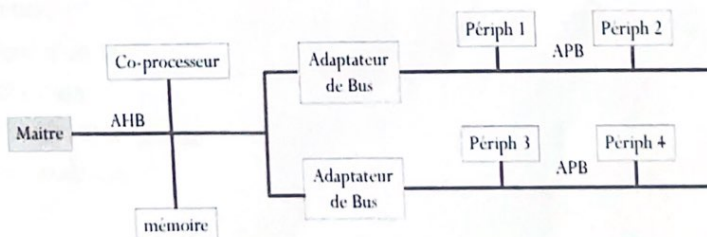
conçu pour le traitement de signal, grand flux de données

4. Quelles sont les caractéristiques d'un processeur ARM.

moins de puissance

Exercice n° 8 :

Soit le schéma suivant :



1. Donner les spécifications d'un bus AMBA AHB

utilisé en communication entre multi processeurs, entre processeur et mémoire, haute performance et haut débit de communication

2. Donner les spécifications d'un bus AMBA APB

Communication entre processeur et périphériques, moins de performance et moins de rapidité