|  |  |
| --- | --- |
| **Durée : 2 H 00**  **Objectif visé : O3 - Analyser l’organisation fonctionnelle et structurelle d’un produit**  **O6 – Préparer une simulation et exploiter les résultats pour prédire un fonctionnement,**  **Compétences : CO 3.3 CO 6.2 CO 6.4**  **Connaissance visée : SA 2.4.3. Codage et traitement de l’information**  **SA 2.4.2 Acquisition et restitution de l'information**  **SA 3.4.1. Nature et représentation de l’information**  **Matériel nécessaire :** Poste informatique équipé de Proteus ISIS et Arduino |  |

**Objectifs de l’activité :** L'objectif de cette activité est de dimensionner les éléments permettant la surveillance du niveau de charge de la batterie. À partir du cahier des charges et de l'étude L'élève doit être capable :

* De dimensionner les composants nécessaires à l'acquisition et conversion en grandeur numérique d’une information électrique (principe de l'adaptation, démarches et méthodes, notions requises),
* De conditionner la grandeur numérique obtenue en valeur numérique image de la grandeur convertie,
* De programmer la chaine complète de conversion en s'appuyant sur un algorithme donné, et de valider la solution retenue par simulation.

**♦PARTIE 1 : PRÉSENTATION du PROBLEME**



La serrure codée est alimentée par une batterie Li-Ion qui délivre une tension nominale de **14,8V** pour une capacité de **2600** mAh.

Dans l'étude fonctionnelle, nous avions vu que la **tension critique** (avant décharge profonde) correspondait à **10V**. Il vous faut donc mettre en place un système de **surveillance** **de la tension** de la batterie, et **alerter** l'utilisateur si la tension de seuil critique est atteinte pour remplacement ou rechargement de celle-ci.

La carte Arduino possède un convertisseur A/N de **10 bits**, pouvant mesurer des tensions variant de **0V** à **+5V**. La chaine complète d'information à réaliser et à programmer est la suivante :



Comme la tension de la batterie est **supérieure à 5V**, nous ne pouvons pas mesurer directement celle-ci par programmation. Nous utiliserons pour cela un diviseur de tension afin d'adapter celle-ci et rendre ainsi cette grandeur exploitable par le système microprogrammé.

**♦PARTIE 2 : ANALYSE DE LA SOLUTION**

**2.1 : Étude de l'adaptation en tension de la batterie :**

**Q1** : **Donnez** l'équation de **Vin** en fonction de **Ubat** à partir de la fonction de transfert suivante :

C'est une fonction linéaire de la forme y = a.x

Vin = a . Ubat

5V = a . 16V donc a = 5/16

L'équation est donc **Vin = 5 . Ubat / 16**

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

**Q2** : **Exprimez** la relation de **Vin** en fonction de **Ubat**, **R6** et **R7**. **Calculez** alors la valeur de **R7** si l'on souhaite obtenir **Vin** = +5V lorsque **Ubat** = +16V avec **R6** = 22kΩ :

…………………………………………………………

**Vin** = **Ubat** . R7 / (R6 + R7)

5V = 16V . **R7**/(22k + **R7**)

5.(22k + **R7**) = 16.**R7**

110k + 5.**R7** = 16.**R7** donc 11.**R7** = 110k

**R7** = 110k / 11 = **10 kΩ**

5V = a . 12V donc a = 5/12

L'équation est donc **Vin = 5.Ubat / 12**

…………………………………………………………

…………………………………………………………

…………………………………………………………

…………………………………………………………

…………………………………………………………

**Q3** : **Complétez** votre schéma de simulation sous Proteus ISIS en **y intégrant le diviseur de tension**, puis par simulation **relevez** dans le tableau suivant les différentes valeurs de **Vin** en fonction de la tension batterie **Ubat** :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ubat (V)** | **0**  **(vide)** | **8** | **10**  **(seuil critique)** | **12** | **14,8**  **(tension nominale)** | **16,8**  **(pleine charge)** |
| Vin (V) | 0 | 2,5 V | 3,13 V | 3,75 V | 4,63 V | 5 V\* |

*\* ne peut dépasser VFS = 5V !*

**Q4** : Ce montage permet-il d'adapter correctement la tension de la batterie pour une conversion analogique/numérique ? (**Détaillez** votre réponse) :

Oui, car le signal à mesurer (Vin) est bien compris entre 0 et 5V, même lorsque la batterie est complètement rechargée (Vbat > 14,8 V).

De plus, la valeur à mesurer pour le seuil critique de la batterie (Ubat = 10V) est assez significative (Vin = 3,13 V) pour être mesurée avec précision.

On pourrait améliorer le diviseur de tension pour prendre en compte les tensions supérieures à 16V (pleine charge) en augmentant la valeur de R7 (27 kΩ par exemple) mais réduirait légèrement la précision de mesure sur la plage de 10V.

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

**2.2 : Étude de la conversion analogique/numérique et du conditionnement de Ubat :**

**Q5** : Donnez la relation de la grandeur numérique de conversion **N** par rapport au quantum **q** et à la tension à convertir **Vin**. Développez sous forme de fraction la valeur de **q** :

N = Vin / q avec q = 5/1023

………………………………………………………………………………………………………………

**Q6** : Donnez alors la relation de la grandeur numérique de conversion **N** par rapport à **Vin** :

N = Vin / (5 / 1023)

Soit : N = 1023. Vin / 5

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

**Q7** : En déduire la relation de **Ubat** en fonction de **N** (cf Q1) :

**N** = 1023.**Vin** / 5 (1) et **Vin** = 5.**Ubat** / 16 (2)

On remplace **Vin** dans la première équation :

**N** = 1023 . (**5**.**Ubat** /16 ) /**5** soit **N** = 1024.(**Ubat** / 16)

Ce qui donne : 16.**N** = 1023.**Ubat** donc : **Ubat** = 16.**N** / 1023

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

**Q8** : Vérifiez vos relations en complétant le tableau ci-dessous avec au maximum 2 chiffres significatifs pour les tensions (***Remarque*** *: Vous pouvez Utiliser Excel pour vous faciliter les calculs !) :*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ubat** | **0 V**  **(vide)** | **8 V** | **10 V**  **(seuil critique)** | **12 V** | **14,8 V** | **16,8 V**  **(pleine charge)** |
| **Vin** | 0 V | 2,5 V | 3,13 V | 3,75 V | 4,63 V | 5 V |
| **N** | 0 | 511 | 639 | 767 | 946 | 1023 |
| **Ubat calculé** | 0 | 7,99 | 9,99 | 12 | 14,8 | 16 |

**Q8** : Pourquoi utilise-t-on dans les formules **1023** (2nbit -1) et non pas **1024** (2nbit) ? :

Parce que la tension à convertir Vin **peut atteindre la tension pleine échelle VFS = 5V**. La batterie fournissant au maximum de sa charge 16,8V, soit Vin > 5V, nous devons donc utiliser 1024 au lieu de 1023 pour les calculs.

………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………

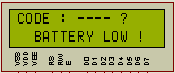
………………………………………………………………………………………………………………

**♦PARTIE 3 : PROGRAMMATION ET VALIDATION DE LA SOLUTION**

♦ Cahier des charges et EXIGENCES du PROJET :

La tension de seuil critique sera fixée à 10,5 V afin de se donner une marge de sécurité (puisqu'à 10V nous entrons déjà en décharge profonde…).

La surveillance de la tension batterie ne doit pas empêcher le fonctionnement normal de la gestion de l'accès.



Ce qui implique que la mesure et le test de la tension batterie doivent se faire par alternance (toutes les 5 secondes par exemple) pour éviter d'empêcher le programme principal de fonctionner correctement.

Pour exécuter un code tous les *n* milliseconde, nous utiliserons la librairie "*Duinoedu\_Utility.h*" qui permettra d'intégrer la fonction TIMER suivante :

ONLY\_EVERY(<temps en ms>,\_ABVAR\_1\_Repeat)

*Fonction ou Code à exécuter…*

END\_ONLY\_EVERY

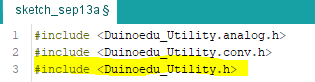
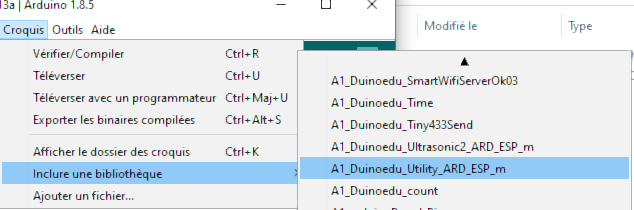
Exemple :

ONLY\_EVERY(2500,\_ABVAR\_1\_Repeat)

tone(440,100) //génère un son toutes les 2,5 sec

END\_ONLY\_EVERY

Pour utiliser cette fonction, vous devrez intégrer la libraire "Duinoedu\_Utility.h". Cette libraire fait partie des librairies d'**Arduino augmenté**, et peut être ajoutée à l'environnement de travail en cliquant sur "***Croquis***" -> "***Inclure une bibliothèque***" -> "***A1\_Duinoedu\_ARP\_ESP\_m***" :



Ou alors plus simplement en ajoutant au début du programme la ligne suivante :



♦ Algorithme de Programmation :

Pour ajouter la surveillance de la batterie à votre programme, il vous faudra ajouter une fonction que l'on appellera "Surveillance\_Batterie( )". Cette fonction devra être appelée toutes les 5 sec grâce à la fonction TIMER.

🖉 Algorithme en pseudo-code de la fonction Surveillance\_Batterie :

N est un entier = 0

Vin est un réel = 0.0

Ubat est un réel = 0.0

Procédure Surveillance\_Batterie ()

N 🡨 valeur de conversion A/N de la broche A0

Vin 🡨 calcul de Vin en fonction de N

Ubat 🡨 calcul de Ubat en fonction de Vin

Débogage des informations : valeurs de N, Vin et Ubat

SI Ubat < 10,5 ALORS

Afficher sur la 2ème ligne de l'afficheur "BATTERY LOW !"

Générer SonErreur

FIN

FIN

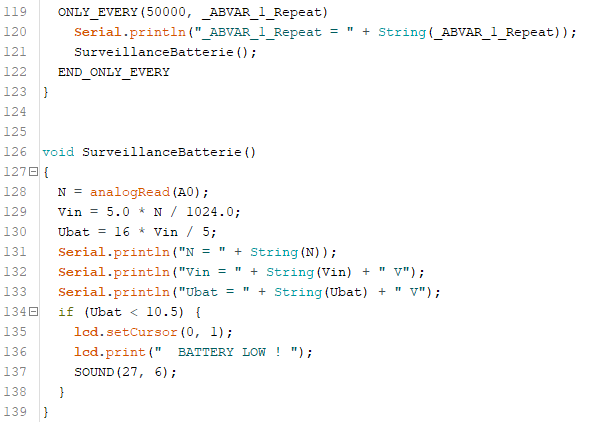
☝ La fonction C++ en arduino permettant la conversion A/N est :

analogRead(<*broche analogique*>)

☝ Il vous faudra également lors de la construction du code (fonction LOOP) ajouter l'affichage sur la deuxième ligne "-ACCES INTERDIT-" en même temps que le code :



…Sinon seul le message "BATTERY LOW !" sera affiché !

CORRIGÉ :