Systèmes d'Information et Numérique	TSTI2D
Comment est structuré le produit ?	SEANCE 2
Organisation logicielle d'une serrure Codée	Activité 1

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 2.4.5. Structure d'une application logicielle
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 d'apprendre aux élèves à programmer une serrure codée. À partir du cahier des charges et de l'algorithme en pseudo code, l'élève doit être capable :

- D'analyser le concept de codage d'une information, et de s'approprier les fonctions propres à la gestion d'un clavier matriciel
- De compléter une partie de l'algorithme en fonction du cahier des charges, et de programmer en langage C++ celui-ci
- De tester et valider la solution retenue par simulation.

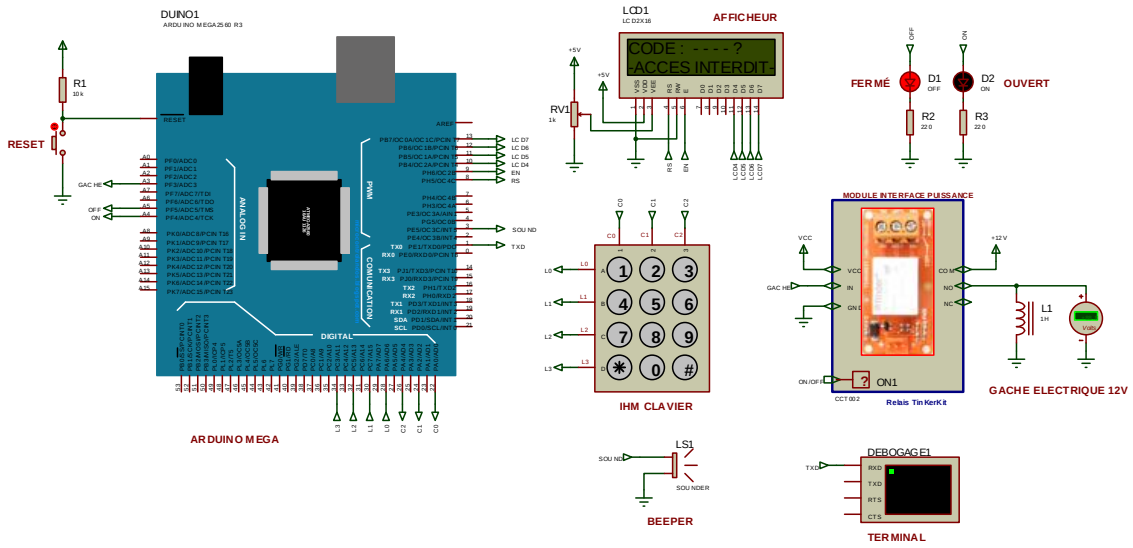
1- PRÉSENTATION DU PROJET

On désire réaliser un système permettant la gestion d'un accès par commande d'une gâche électrique.

Le principe consiste à utiliser une serrure codée, qui si le code entré est correct, permet l'ouverture de la porte.

1.1 - Le modèle numérique de simulation :

Le schéma de simulation Proteus ISIS vous est donné en ressource.

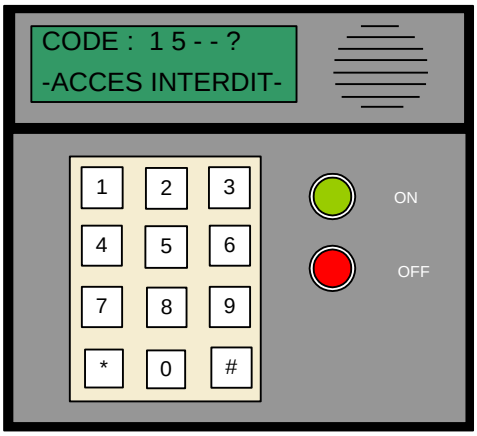


1.2 - Cahier des charges et EXIGENCES du PROJET :

La **gâche électrique** est commandée par la broche "**A3**" de la carte Arduino MEGA par l'intermédiaire d'une interface de puissance (Module RELAIS)

Un voyant **ROUGE** connecté sur la broche "**A5**" et un voyant **VERT** connecté sur "**A4**" permettront à l'utilisateur de connaitre **l'état d'ouverture** de l'accès :

ROUGE : accès **interdit**, la gâche n'est pas alimentée
VERT : accès **autorisé**, la gâche est alimentée en tension



Si le code entré au clavier correspond au code préenregistré, alors la gâche s'ouvre pendant 5 sec avec le voyant vert allumée.

Au bout de **5 sec** la gâche électrique n'est plus alimentée, ce qui verrouille l'accès et le voyant d'accès repasse au **Rouge**.

- La touche "#" permet de **valider** le code entré au clavier
- La touche "✸" permet **d'annuler** le code saisi

Un **son spécifique** doit être joué pour :

- l'appui d'une touche
- autorisation de l'accès au local (Code correct)
- code incorrect
- verrouillage de l'accès au local (annulation ou fin de l'accès ou code incorrect)

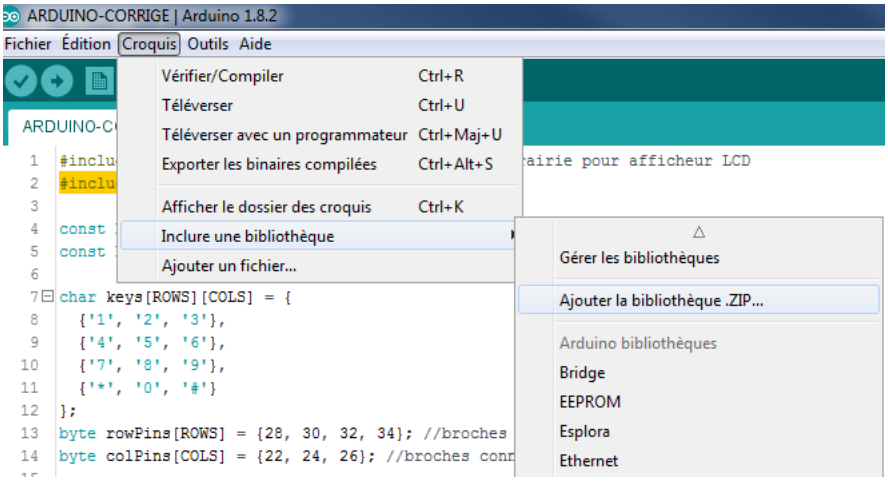
2 - UTILISATION DE LA LIBRAIRE "KEYPAD.H" :

2.1 - Présentation :

Afin de faciliter l'utilisation du clavier, on 'utilisera une libraire dédiée à gestion des claviers matriciels : la libraire "Keypad.h"

Cette libraire peut être ajoutée à l'environnement de travail Arduino en effectuant l'import du fichier "**keypad.zip**" contenu dans le dossier **…\ressources\librairie**.

Pour cela, sous Arduino cliquez sur "Croquis" -> "Inclure bibliothèque" -> "Ajouter .ZIP" :



2.2 - Liste des fonctions de la librairie Keypad

```
Keypad(makeKeymap(keys), row[], col[], rows, cols)
begin()
getKey()
getState()
setHoldTime(unsigned int time)
setDebounceTime(unsigned int time)
addEventListener(keypadEvent)
```

2.3 - Création d'un "objet clavier"

Pour créer un "**objet clavier**", il faut utiliser le constructeur suivant :

```
Keypad(makeKeymap(keys), row[], col[], rows, cols)
```

PARAMÈTRES :

keys : **tableau** à 2 dimensions définissant les symboles des touches
row[] : tableau correspondant aux **numéros des broches** utilisées pour les **lignes**
col[] : tableau correspondant aux **numéros des broches** utilisées pour les **colonnes**
rows : nombre de **lignes**
cols : nombre de **colonnes**

2.4 - EXEMPLE DE CRÉATION

```
const byte rows = 4; //4 lignes
const byte cols = 3; //3 colonnes

char keys[rows][cols] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};

byte rowPins[rows] = {5, 4, 3, 2}; //broches ligne L0->L3 connectés
byte colPins[cols] = {8, 7, 6};    //broches colonne C0->C2 connectés

Keypad clavier = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, rows, cols );
```

Ce code crée un objet de type Keypad, appelé **clavier**, qui utilise les broches 5,4,3,2 pour les lignes et les broches 8,7,6 pour les colonnes. Le clavier a 4 lignes et 3 colonnes et a donc 12 touches.

La valeur qui sera renvoyée est contenue dans le tableau **clavier**[rows][cols]. C'est donc un caractère (char), correspondant à la touche appuyée.

2.5 - Description des fonctions

☞ `void BEGIN()`

Initialise toutes les variables. En fait le constructeur le fait déjà.

```
void begin(makeKeymap(userKeymap))
```

☞ `char GETKEY()`

Renvoie la touche (sous forme caractère ASCII) qui est appuyée, si une l'a été.

☞ `KEYPADSTATE GETSTATE()`

Renvoie l'état courant du clavier.
Les 4 états possibles sont IDLE, PRESSED, RELEASED et HOLD.

☞ `SETHOLDTIME(unsigned int TIME)`

Définit le nombre de millisecondes que l'utilisateur doit appuyer sur un bouton pour activer l'état HOLD.

☞ `SETDEBOUNCETIME(unsigned int TIME)`

Définit le nombre de millisecondes entre 2 appuis de touches. C'est une pause anti-rebond.

☞ `ADDEVENTLISTENER(KEYPADEVENT)`

Crée un évènement si le clavier est utilisé. Identique à la fonction d'interruption vue précédemment. Voir exemple de librairie **EventSerialKeypad**.

2.6 - EXEMPLE COMPLET

Voici l'exemple complet contenu dans la liste des exemples de la librairie Keypad.h :

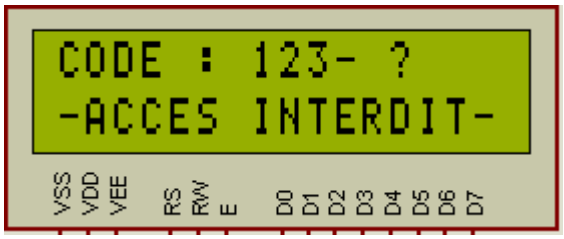
```
#include <Keypad.h>
const byte ROWS = 4; //4 lignes
const byte COLS = 3; //3 colonnes
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};

byte rowPins[ROWS] = {5, 4, 3, 2}; //connexion des lignes à l'arduino
byte colPins[COLS] = {8, 7, 6}; // connexion des colonnes à l'arduino

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  char key = keypad.getKey(); //Récupère le caractère de la touche

  if (key != NO_KEY){
    Serial.println(key);   //DEBOG la touche appuyée
  }
}
```

3 - ALGORITHME DE PROGRAMMATION :

Pour arriver à programmer ce projet, il vous faudra "**découper**" votre étude **en plusieurs parties** :

3.1 - Acquisition et affichage du code

Le code est composé de **4 caractères**, soit une combinaison de "0000" à "9999". Chaque appui de touche affiche le code sur l'afficheur, en commençant par le **chiffre des milliers** et en terminant par le **chiffre des unités**.



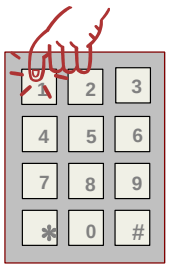
☝ Le **code** complet peut donc être **décomposé** comme étant une chaine de caractères (String) contenant les 4 touches appuyées pour former le code.

Exemple : la combinaison "**1234**" peut se décomposer comme étant "**1**" + "**2**" +"**3**" + "**4**"

Pour reconstituer ce **CODE**, il faut donc concaténer chaque caractère entré au clavier :

$$\mathbf{CODE_n} = \mathbf{CODE_{n-1}} + \textit{touche\_appuyée}$$

Et vérifier par une variable notée "n" que 4 touches composent le code :



n = 0 : **CODE** = "" + "1" → CODE = "1"
n = 1 : **CODE** = "1" + "2" → CODE = "12"
n = 2 : **CODE** = "12" + "3" → CODE = "123"
n = 3 : **CODE** = "123" + "4" → CODE = "1234"

Lorsque n = 3 nous obtenons notre code entré au clavier : "**1234**" et l'on ne doit plus prendre en compte de nouvel appui sauf les touches "annulation" et "validation".

Il suffira en cas de validation de **comparer** la combinaison au code d'accès préenregistré en mémoire dans le programme.

Q1 : Quels sont les seuls caractères autorisés formant le code de 4 chiffres ?

……

Q2 : Quelle touche permet de vérifier si le code entré au clavier permet le déverrouillage de l'accès ? :

……

Q3 : Quelle touche permet d'annuler le code entré au clavier (On "vide" le CODE) ?

……

Q4 : Quelle est la condition de test sur la variable "n" pour autoriser l'ajout d'un caractère dans le code ?

……

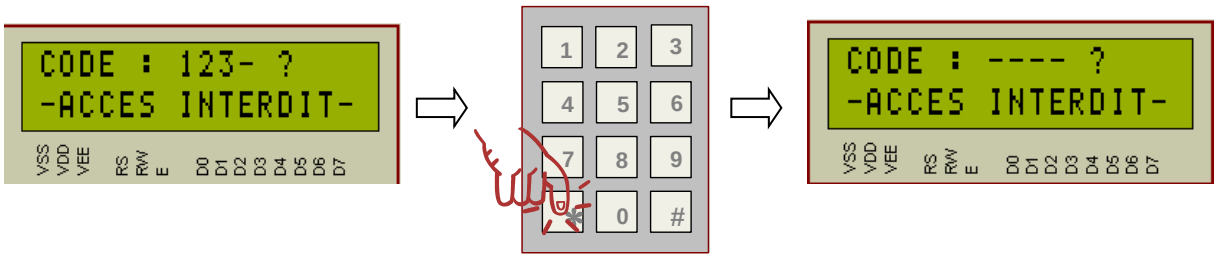
Q5 : Complétez l'algorithme suivant en pseudo-code permettant de générer la combinaison entrée au clavier :

```
CODE est une chaine de caractères ← ""
key est un caractère ← ''
n est un entier ← 0

Procédure LOOP()
    key ← caractère entré au clavier
    SI key ≠ NO_KEY ALORS
        Génère SonTouche
        SI key ≠ '.....' ET key ≠ '.....' ALORS
            SI n < ..... ALORS
                CODE ← .....
                n ← .....
            FIN
        FIN
    FIN
FIN
```

3.2 - Gestion de la touche de contrôle '✸'

- La touche '✸' permet d'annuler le code entré. Lorsque cette touche est appuyée, le système revient dans son état initial, à savoir :

- CODE est une chaine vide ("")
- Affichage initial
- n est remis à 0
- On arrête d'alimenter la gâche
- La LED Verte est éteinte
- La LED Rouge est allumée
- Génération d'un son "annulation"



CODE = "123"
n = 2

CODE = ""
n = 0

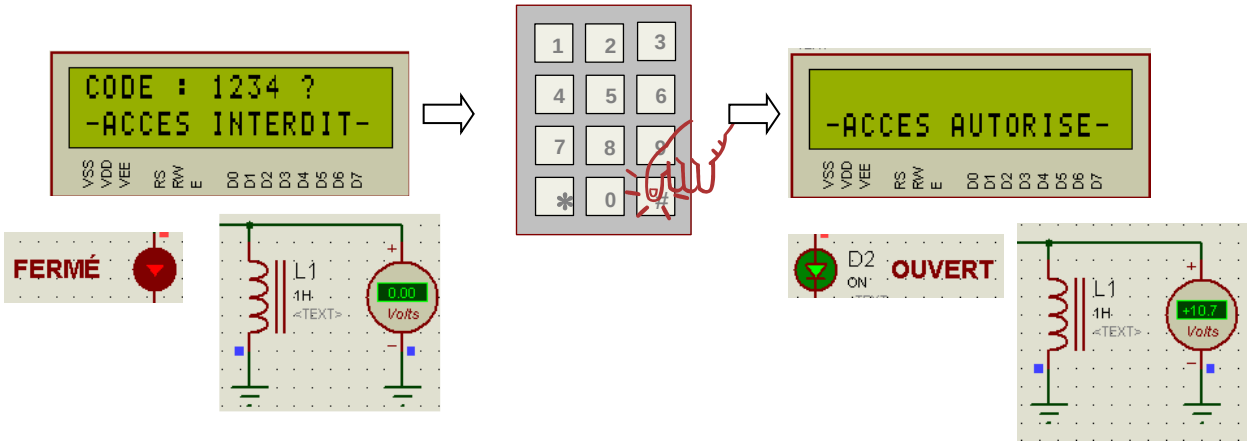
Pour simplifier la programmation, nous ferons appel à une fonction appelée `annulationCODE()` lorsque la touche "*" sera appuyée.

Q6 : Complétez l'algorithme suivant en pseudo-code permettant la gestion de la touche '*' :

```
CODE est une chaine de caractères ← ""
key est un caractère ← ''
n est un entier ← 0

Procédure LOOP()
    key ← caractère entré au clavier
    SI key ≠ NO_KEY ALORS
        Générer SonTouche
        SI key = '.....' ALORS
            annulationCODE()
        FIN
        etc…
    FIN
FIN

Procédure annulationCODE ()
    Réinitialise l'afficheur
    CODE ← .....
    n ← .....
    Arrêter d'alimenter la gâche
    LED Verte ← .....
    LED Rouge ← .....
    Générer SonANNULE
FIN
```

3.3 - Gestion de la touche de contrôle '#'

- La touche '#' permet de valider le code entré au clavier. Lorsque cette touche est appuyée, le système va comparer la valeur de la variable CODE avec le code d'accès préenregistré. Si ces deux codes sont identiques, l'accès est alors autorisé :



Pour simplifier la programmation, nous ferons appel à une fonction appelée `compareCODE()` lorsque la touche "#" sera appuyée, suivi après la temporisation de l'appel à la fonction `annulationCODE()` pour remettre le système à son état initial.

Q7 : D'après le cahier des charges étudié en 2I2D, combien de temps est-il nécessaire de laisser l'accès ouvert (activation de la gâche électrique) ?

L'accès au local est autorisé pendant 5 sec

Q8 : Complétez l'algorithme suivant en pseudo-code permettant la gestion de la touche '#' :

```
CODE est une chaine de caractères ← ""
key est un caractère ← ''
n est un entier ← 0
CODE_OK est une chaine ← "1234"

Procédure LOOP()
    key ← caractère entré au clavier
    SI key ≠ NO_KEY ALORS
        Générer SonTouche
        SI key = '.....' ALORS
            compareCODE()
        FIN
        etc…
    FIN
FIN

Procédure compareCODE ()
    SI CODE = CODE_OK ALORS
        Sortie gâche ← .....
        LED Rouge ← .....
        LED Verte ← .....
        Générer SonOK
        Attendre 5 sec
    SINON
        Générer SonERREUR
    FIN
    annulationCODE ()
FIN
```

3 – RÉALISATION ET SIMULATION DU PROGRAMME :

3.1 - Acquisition et affichage du code

À partir de l'étude, réalisez sous Arduino le programme permettant de gérer l'accès par clavier. Testez votre solution sur le simulateur Proteus ISIS. Mettez au point le programme si besoin.

IMPORTANT : Travaillez par étape. Ne cherchez pas à programmer l'ensemble en une fois. Gérez au fur et à mesure chaque partie :

- Initialisation de la matrice clavier et des variables de programmation
- Construction du CODE entré au clavier
- Gestion de la touche "*"
- Gestion de la touche "#"
- Gestion de l'affichage

…et surtout déboguez votre programme !

3.2 – Pour les plus rapides : Remplacement des chiffres par des étoiles ' ✸ '

Une fois le programme au point, pensez également à **remplacer les chiffres tapés** au clavier par des **étoiles** :

…Sinon n'importe qui présent peut connaitre le code d'accès !