

TP4 : Capteurs de température LM35 et DHT22

Objectif du TP

- ✿ Mesure de la température par un capteur analogique LM35.
- ✿ Mesure de la température par un capteur numérique DHT22 avec utilisation de bibliothèque pour un capteur à sortie numérique sérielle.
- ✿ Comparaison des valeurs de la température mesurée par les 2 capteurs et leur affichage sur un écran LCD.
- ✿ Schéma de câblage avec la carte ARDUINO MEGA.
- ✿ Centrale domotique : Régulation de la température et de l'humidité avec affichage des valeurs sur l'écran LCD, détection d'intrus avec alarme, détecteur de proximité et d'obscurité avec allumage automatique de la lumière.

1. Présentation du capteur LM35

Le circuit LM35 est un capteur analogique de température. Le capteur de température LM35 est capable de mesurer des températures allant de -55°C à $+150^{\circ}\text{C}$ avec une précision de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

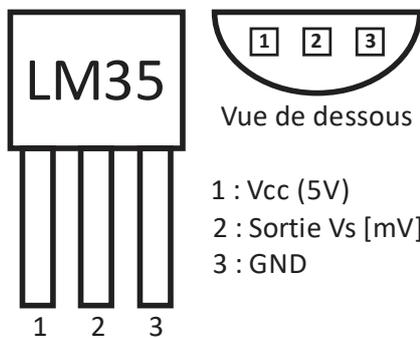


Fig.1 : Capteur LM35

La température mesurée par le capteur est donnée par la relation :

$$T = \frac{V_s}{10}$$

avec :

T : Température [$^{\circ}\text{C}$]

Vs : Tension de sortie [mV]

2. Présentation du capteur DHT22

Le capteur DHT22 est un capteur de température et d'humidité à sortie numérique sérielle. La liaison entre la carte Arduino et le capteur est assurée par un microcontrôleur 8 bits intégré dans le corps du DHT22. Une bibliothèque permet la communication entre le capteur et la carte ARDUINO.

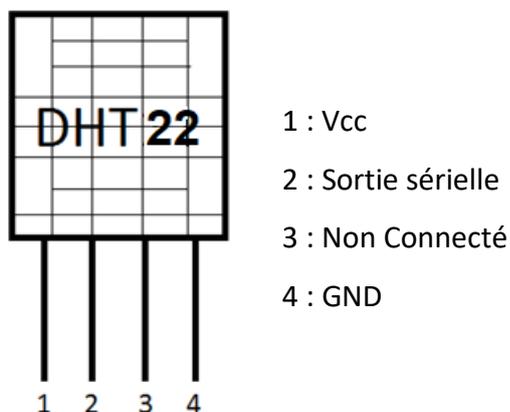


Fig.2 : Capteur DHT22

Caractéristiques :

Humidité (relative%) : 0 à 100 %

Précision (humidité) : +/- 2%

Température : -40°C à $+150^{\circ}\text{C}$

Précision (température) : +/- $0,5^{\circ}\text{C}$

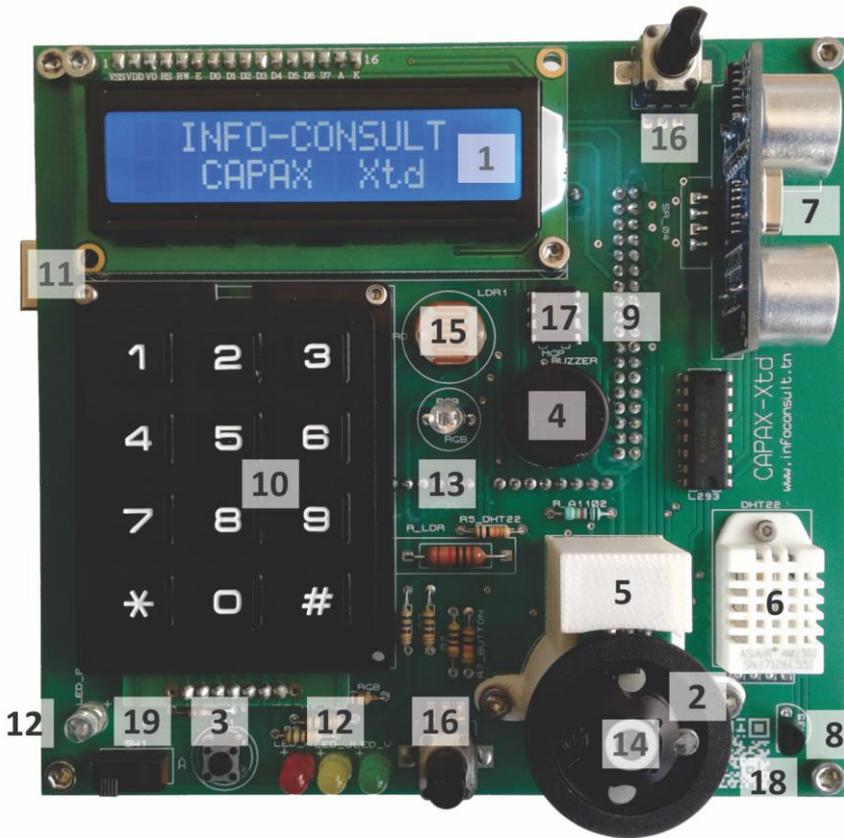
Fréquence mesure : $\frac{1}{2}$ Hz (2 mesure par seconde)

Tension d'alimentation : 3 à 5 volts

Mesure de la température et de l'humidité

La mesure de ces 2 variables se fait via la bibliothèque `<dht . h>`, se référer à la notice d'installation de la carte CAPAX-Xtd® pour son utilisation.

3. Présentation des capteurs sur la carte CAPAX-Xtd®



1. Afficheur LCD 16*2
2. Aimant
3. Bouton poussoir
4. Buzzer
5. Capteur à effet HALL
6. Capteur DHT22
7. Capteur distance US
8. Capteur LM35
9. Carte ARDUINO MEGA
10. Clavier 12 Touches
11. Connecteur USB
12. Diodes LED
13. Diode RGB
14. Moteur MCC
15. Photorésistance LDR
16. Pot. analogique
17. Pot. numérique (SPI)
18. QR code
19. Sélecteur

Fig.3 : Utilisation des composants du TP sur la carte CAPAX®

Légende		E/S correspondante sur la carte ARDUINO
8	LM35	A15 (Entrée analogique)
6	DHT22	A6 (Entrée numérique)
3	Bouton poussoir	D47 (Entrée numérique)
12	LED Rouge	D42 (Sortie numérique)
12	LED Blanche	D9 (Sortie analogique)
1	Ecran LCD	
	RS	D34
	E	D33
	D4	D32
	D5	D31
	D6	D30
	D7	D29

Travail à faire

1. Recherche sur Internet et schéma de câblage sur la carte ARDUINO MEGA

A partir d'Internet, télécharger les notices des constructeurs (datasheet) des capteurs LM35, DHT22 et l'écran LCD.

1.1 Terminer le schéma de câblage proposé dans l'Annexe 4.

1.2 Remplir le tableau suivant : nomenclature des broches de l'afficheur

N°	Pin	Désignation	Rôle
1	VSS		
2	VDD		
3	V0		
4	RS		
5	RW		
6	E		
7	D0		
8	D1		
9	D2		
10	D3		
11	D4		
12	D5		
13	D6		
14	D7		
15	A		
16	K		

2. Mesure de la température par le capteur LM35

2.1 Ce capteur est-il actif ou passif ? Justifier la réponse.

2.2 Quelle est la sensibilité de ce capteur ?

2.3 Ecrire un programme qui, en cas d'appui sur le bouton poussoir **BP**, calcule la valeur moyenne de la température, en se basant sur 5 mesures différentes, ensuite affiche le résultat trouvé sur le moniteur série de l'Arduino IDE et sur l'afficheur LCD.

3. Amélioration de la précision de la mesure de la température par le capteur LM35

Dans le cas du capteur LM35, la température maximale mesurée $T_{\max} \approx 110^{\circ}\text{C}$, ce qui correspond à une tension de sortie maximale $V_{\max} = 1,1\text{V}$. Pour améliorer la précision de la mesure, on a intérêt à choisir une tension de référence $V_{\text{réf}}$ très proche de V_{\max} , soit $V_{\text{réf}} = 1.1\text{V}$. La fonction `analogReference(INTERNAL1V1)` satisfait cette demande et oblige le microcontrôleur à utiliser une tension de référence interne $V_{\text{réf}} = 1.1\text{V}$ au lieu de $V_{\text{réf}} = 5\text{V}$.

Pour avoir $V_{\text{réf}} = 1.1\text{V}$, utiliser `analogReference(INTERNAL1V1)`

Pour un retour à la tension par défaut, $V_{\text{réf}} = 5\text{V}$, utiliser `analogReference(DEFAULT)`

3.1 Calculer la nouvelle sensibilité de ce capteur.

3.2 En utilisant la nouvelle tension de référence, reprendre l'exercice du §2.3

4. Exploitation du capteur DHT22 pour la mesure de la température et de l'humidité

Ecrire un programme Arduino qui permet l'affichage de la température et du taux d'humidité sur le moniteur série et sur l'écran LCD en utilisant la fonction `DHT.temperature` et `DHT.humidity` après avoir inclus la bibliothèque `<dht.h>`.

Remarque : La lecture des données se fait avec la fonction `DHT.read22(DHT22_PIN)` où `DHT22_Pin` est la broche qui relie le capteur à la carte Arduino MEGA.

5. Comparaison des différentes mesures de la température

Ecrire un programme qui permet la mesure de la température par 3 méthodes différentes et son affichage sur 3 digits (2 pour la partie entière et 1 pour la partie décimale) :

- ☼ T_{DHT22} : Température mesurée par le capteur DHT22.
- ☼ T_{DEF} : Température mesurée par le capteur LM35 avec tension de référence 5V `analogReference(DEFAULT)`.
- ☼ T_{1V1} : Température mesurée par le capteur LM35 avec tension de référence 1.1V : `analogReference(INTERNAL1V1)`.

Remarque : pour le passage de `analogReference(DEFAULT)` vers `analogReference(INTERNAL1V1)`, se référer à l'annexe 4.

L'affichage du résultat se fera sur l'afficheur LCD conformément au tableau ci-dessus.

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
L0	D	H	T						D	E	F	:	X	X	.	X
L1	2	2	:	Z	Z	.	Z		1	V	1	:	Y	Y	.	Y

$$T_{DHT22} = \dots \quad | \quad T_{DEF} = \dots \quad | \quad T_{1V1} = \dots$$

Calculer : $Err_{Def} = |T_{DHT22} - T_{DEF}| = \dots$
 $Err_{1V1} = |T_{DHT22} - T_{1V1}| = \dots$

6. Application : Centrale domotique

On veut réaliser une centrale domotique qui assure les fonctions suivantes :

☼ Régulation de la température :

✱ mesure de la température par les deux capteurs puis calcul de la moyenne et son affichage (1 digit après la virgule) sur l'écran LCD.

✱ Si la température dépasse 25°C, actionner le moteur (ventilateur) pendant 5 s.

☼ Humidité : mesure de l'humidité et son affichage (1 digit après la virgule) sur l'écran LCD.

☼ Détecteur de proximité avec allumage de la lumière :

✱ Mesure de la distance par le capteur à ultrason et son affichage (1 digit après la virgule) sur l'écran LCD.

✱ si le capteur à US détecte un objet à $d \leq 12$ cm, allumage de la LED Verte pendant 4s.

☼ Détecteur d'obscurité avec allumage graduel de la lumière :

✱ Au démarrage de l'application, mesure automatique de l'intensité lumineuse (R_{LDR0}).

✱ Sauvegarde de cette valeur dans le potentiomètre numérique.

✱ Mesure en continu de R_{LDR} et son affichage [en Ω] sur l'écran LCD.

✱ Si $R_{LDR} \geq R_{LDR0}$, allumage graduel de la LED blanche (Val_{LED_B}) en fonction de l'obscurité selon la loi de commande suivante :

$$Val_{LED_B} = \min\left(\frac{R_{LDR}[\Omega] - R_{LDR0}[\Omega]}{50}, 255\right)$$

☼ **Détection d'intrus avec alarme** : en cas d'appui sur le bouton poussoir (contact forcé), allumage de la LED Rouge, affichage du caractère "?" et déclenchement d'une sirène pendant 4 s.

Allure de l'afficheur LCD :

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
L0	T	=	t	t	.	t			H	=	h	h	.	h		?
L1	D	=	d	d	.	d			R	=	r	r	r	r		

T : Température [°C] – **H** : Humidité [%] – **D** : Distance [cm] – **R** : Résistance [Ω]

? : en cas d'appui sur le bouton poussoir.

Annexe 1 : Installation des bibliothèques

Pour l'installation des bibliothèques <dht> et <LiquidCrystal>, se référer à la notice d'installation de la carte CAPAX-Xtd® téléchargeable à partir de :

<http://www.infoconsult.tn/fr/nos-produits/capax-xttd.html>

Annexe 2 : Utilisation de la bibliothèque du capteur DHT22

```
#include <dht.h> // Ajout de la bibliothèque dht
...
# define DHT22_pin A6
float chkDHT22; // initialisation de la bibliothèque <dht>
float temp_DHT22; // lecture de la temperature [°C]
float hum_DHT22 // lecture de l'humidité [%]
...

void loop {
  ...
  chkDHT22 = DHT.read22(DHT22_pin); // initialisation de la bibliothèque <dht>
  temp_DHT22 = DHT.temperature; // Température [°C]
  hum_DHT22 = DHT.humidity; // Humidité [%]
  ...
}
```

Zone déclaration des variables

Annexe 3 : Utilisation de la bibliothèque pour l'écran LCD

Pour l'installation de la bibliothèque, se référer à la notice d'installation de la carte CAPAX-Xtd®.

```
#include <LiquidCrystal.h> // Ajout de la bibliothèque pour l'écran LCD
...
const int rs=34;
const int en=33;
const int d4=32;
const int d5=31;
const int d6=30;
const int d7=29;
LiquidCrystal lcd(rs,en,d4,d5,d6,d7); // Initialisation d'un écran LCD
...

void setup() {
  ...
  lcd.begin(16, 2); // Initialisation d'un écran LCD 16 colonne par 2 ligne
  ...
  lcd.setCursor(col, lig); // 0 ≤ col ≤ 15 , 0 ≤ lig ≤ 1;
  lcd.print("String"); //
  lcd.print(Var); // Variable
  ...
}

void loop {
  ...
  lcd.setCursor(col, lig); // 0 ≤ col ≤ 15 , 0 ≤ lig ≤ 1;
  lcd.print("String"); //
  lcd.print(Var); // Variable
  ...
}
```

Zone déclaration des variables

Annexe 4 : Passage de analogReference(DEFAULT) vers analogReference(INTERNAL1V1).

Pour le changement de la référence de analogReference(DEFAULT) vers analogReference(INTERNAL1V1), il faut faire 2 mesures successives séparés par un délais pour avoir une mesure exacte.

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogreference/>

```
void loop() {
  ...
  analogReference(DEFAULT);
  var = analogRead(LM35_pin); // lecture de la tension aux bornes du capteur LM35
  ...

  analogReference(INTERNAL1V1); // Les 2 mesures successives séparées par un délais sont nécessaires
  // à cause du changement de analogReference
  var1 = analogRead(LM35_pin); // lecture de la tension aux bornes du capteur LM35
  delay(10);
  var1 = analogRead(LM35_pin); // lecture de la tension aux bornes du capteur LM35
}
```

