

**Savoir-faire** : Définir la structure matérielle d'un produit en fonction des caractéristiques techniques.

**Problématique** : Afin de satisfaire au mieux le confort dans une habitation, une entreprise veut faire évoluer ses systèmes de climatisation. Les capteurs actuels d'humidité et de température ne satisfont pas les caractéristiques qui doivent être mesurées pour l'évolution du système de climatisation. Il faut alors les remplacer et vérifier leur fonctionnement.

## 1. Choix du capteur

Le nouveau capteur doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- Mesurer la température d'une pièce d'habitation
- Mesurer l'humidité d'une pièce d'habitation
- Avoir une précision de 0,2°C
- Avoir une précision de 2% pour l'humidité

L'entreprise opte pour un seul élément qui puisse réaliser les deux mesures (température et humidité). Deux capteurs répondent à ceci : le capteur DHT11 et le capteur DHT22.

Le tableau 1, ci-dessous, résume les caractéristiques des deux capteurs.

	<b>DHT11</b>	<b>DHT22</b>
		
<b>Temperature range</b>	0 to 50 °C +/-2 °C	-40 to 80 °C +/-0.5°C
<b>Humidity range</b>	20 to 90% +/-5%	0 to 100% +/-2%
<b>Resolution</b>	Humidity: 1% Temperature: 1°C	Humidity: 0.1% Temperature: 0.1°C
<b>Operating voltage</b>	3 – 5.5 V DC	3 – 6 V DC
<b>Current supply</b>	0.5 – 2.5 mA	1 – 1.5 mA
<b>Sampling period</b>	1 second	2 seconds

*Tableau 1 : caractéristiques des circuits DHT11 et DHT22*

**Q1** : Effectuer le choix d'un capteur en le justifiant (lister les paramètres pris en compte).

## 2. Mise en œuvre du capteur DHT22

Pour les essais de vérification du fonctionnement du capteur DHT22, la mise en œuvre du capteur est réalisée à l'aide d'un microcontrôleur de type Soc ESP32.

**Q2 :** À l'aide des instructions ci-dessous, tester le fonctionnement du capteur. Valider votre test en relevant la température et l'humidité.

Température relevé	
Humidité relevé	

```
# import des bibliothèques
import dht                # bibliothèque pour l'utilisation des circuits DHT
import machine            # bibliothèque pour l'ESP32

# déclaration du capteur utilisé
d = dht.DHT22(machine.Pin(4)) # capteur sur GPIO 4

# mesure et récupération des données
d.measure()              # lancement de la mesure (température et humidité)
d.temperature()          # lecture du résultat de la mesure de la température (°C)
d.humidity()             # lecture du résultat de la mesure de l'humidité (%)
```

**Q3 :** Détailler le protocole de test en décrivant le câblage, les instructions et/ou programmes utilisés.

## 3. Câblage du capteur

Sur la carte électronique du capteur (figure 2), une résistance R1 de pull-up a été placée.

**Q4 :** Quel est le rôle de cette résistance ?

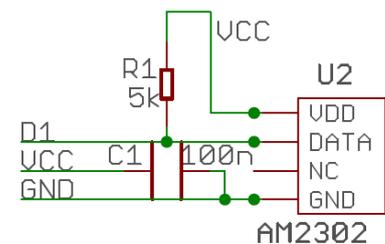


Figure 2 : montage pull-up

## 4. Vérification des informations transmises

La transmission des informations des informations de température et d'humidité se fait par un bus de type One-Wire.

**Q5** : À partir des informations sur le capteur DHT22 (document technique DT1), lors de la communication entre le capteur et l'ESP32, **indiquer** et **justifier** le type de liaison (simplex, half-duplex ou full-duplex).

Le relevé oscilloscope (figure 3) est une capture d'un extrait de trame fournie par le capteur DHT22.

**Q6** : A partir du document technique DT1 (figure 7), donner les états des bits identifiés **DA** et **DB** sur la trame.

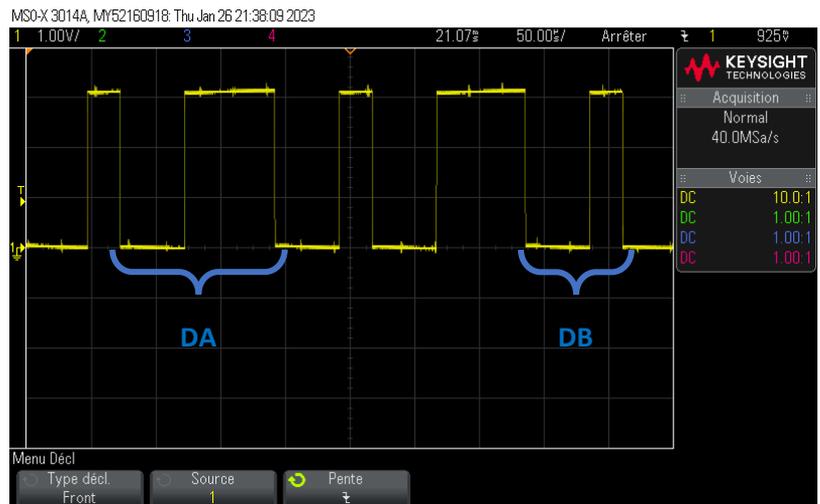


Figure 3 : relevé oscilloscope de bits

✍ Afin de vérifier la transmission des informations transmises par le capteur, capturer une trame transmise par le capteur à l'aide d'un oscilloscope.

**Q7** : A l'aide du document technique DT1, compléter le tableau ci-dessous en donnant les valeurs des bits de la trame capturée à l'oscilloscope.

Humidity high	Humidity low	Temperature high	Temperature low	Parity bit

**Q8** : En déduire la valeur de la température et celle de l'humidité.

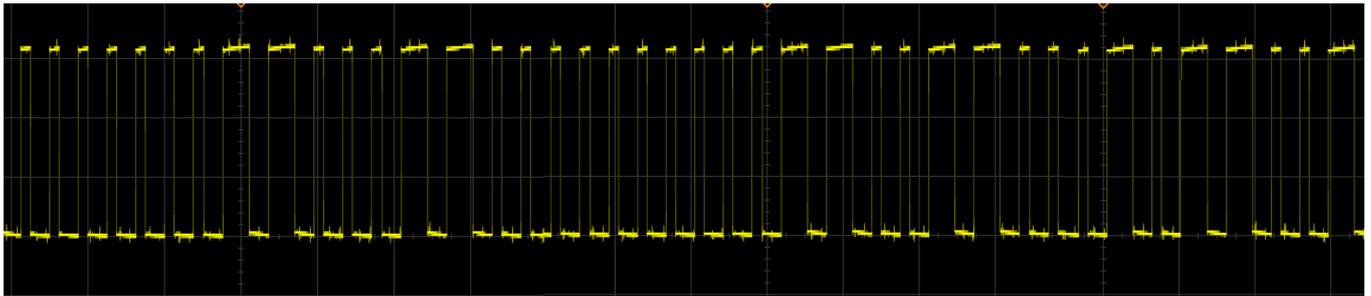
**Q9** : Les valeurs obtenues sont-elles conformes à celle données par le programme ?

**Q10** : A l'aide du document technique DT1, calculer les bits de parité. Comparer le résultat obtenu avec les bits de parité de la trame.

**Q11** : A partir de la durée des bits, calculer le débit minimum et maximum en bits par seconde (cas obtenu lorsque tous les bits sont, soit à 0, soit à 1).

### 5. Données du capteur DHT22

La trame (figure 4) ci-dessous a été transmise par un capteur DHT22

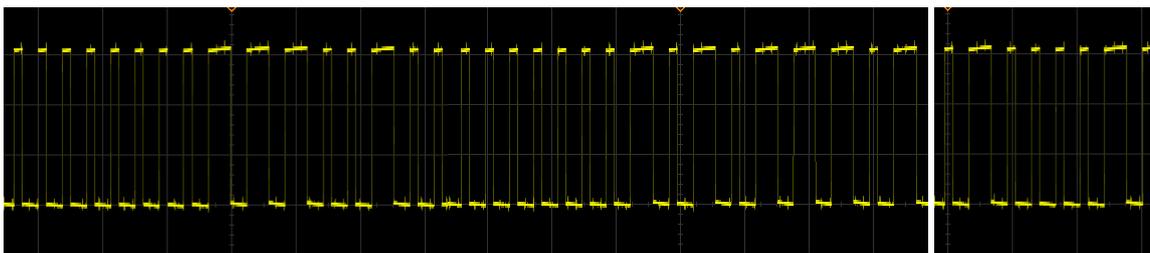


*Figure 4 : trame transmise par un capteur DHT22*

**Q12** : Donner les informations de température et d'humidité transmises.

Dans la trame suivante, issue d'un capteur DHT22, il manque les données des bits de parité.

**Q13** : Trouver la valeur des bits de parité et compléter le signal.



*Figure 5 : trame à compléter par les bits de parité*

## 6. Document technique DT1

### 6.1. Description

La communication utilise un bus unique (une seule ligne de données). La relation entre le microprocesseur et le capteur est de type maître/esclave.

Lorsque le maître appelle le capteur (*Start signal*), le capteur lui envoie un signal de réponse (*Response signal*) puis transmet les données, une suite de 40 bits (bit de poids fort en premier).

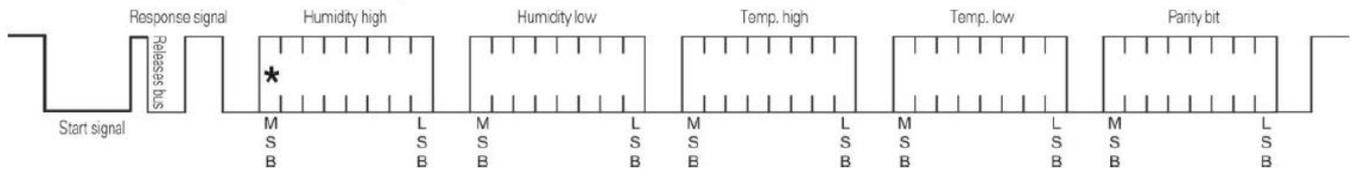


Figure 6 : protocole de communication

### 6.2. Transmission des données

Pendant la transmission des données, chaque bit émis par le DHT commence par un état bas de 50  $\mu\text{s}$  suivi d'un état haut de 26  $\mu\text{s}$  pour un « 0 » ; ou de 70  $\mu\text{s}$  pour un « 1 ».

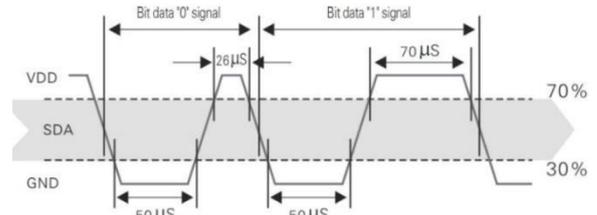


Figure 7 : détails des états 0 et 1 des bits

Au total, 40 bits (ou 5 octets) sont transmis. Quatre de données plus un de somme de contrôle (Parity bit).

### Décodage du DHT22

Le DHT22 retourne 2 valeurs de 16 bits signés :

- Le taux d'humidité en dixièmes de pourcent.
- La température en dixièmes de °C.
  - Le premier bit (de poids fort) indique le signe. Positif pour 0 et négatif pour 1.
- Chacune de ces deux valeurs doit être divisée par 10.

### Bits de parité

Les bits de parité sont obtenus en réalisant la somme de chaque octet.

- Parity bit = humidity high + humidity low + temperature high + temperature low

### Exemple de données reçues d'un DHT22

0000 0010	1001 0010	0000 0001	0000 1101	1010 0010
Humidity high	Humidity low	Temperature high	Temperature low	Parity bit

- Humidité :  $0000\ 0010\ 1001\ 0010 = 512 + 128 + 16 + 2 = 658 \rightarrow$  Humidité : 65,8%
- Température :  $0000\ 0001\ 0000\ 1101 = 256 + 8 + 4 + 1 = 269 \rightarrow$  Température : 26,9°C
- Parité =  $0000\ 0010 + 1001\ 0010 + 0000\ 0001 + 0000\ 1101 = 1010\ 0010$