

## CONVERTISSEUR ANALOGIQUE -NUMERIQUE

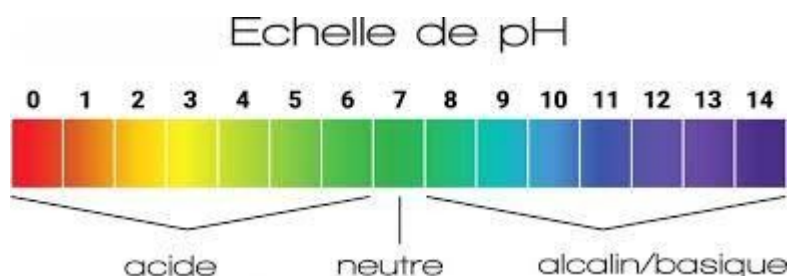
### 1.1. Introduction

On souhaite étudier la caractéristique d'un pH-mètre utilisé en laboratoire de Physique.

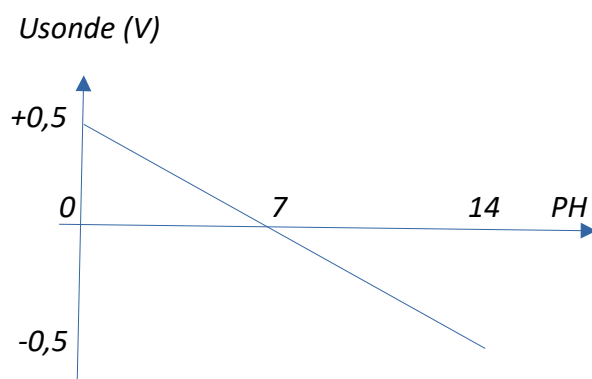


### 1.2. Définition du pH

**pH** est un sigle signifiant potentiel hydrogène et qui représente la mesure de l'alcalinité en chimie. Le **pH** mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions oxonium  $H_3O^+$  et le degré d'acidité ou de basicité d'une solution.

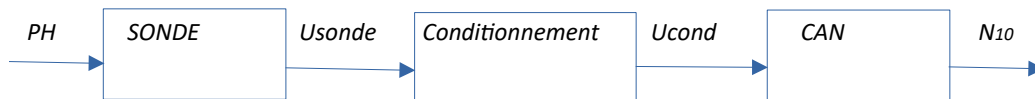


### 1.3. Caractéristique idéalisée de la sonde de mesure :



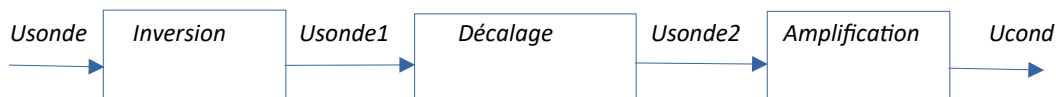
## 1.4. Synoptique

Le schéma ci-dessous résume la façon dont est traitée l'information pour afficher le pH d'une solution sur l'écran de contrôle :

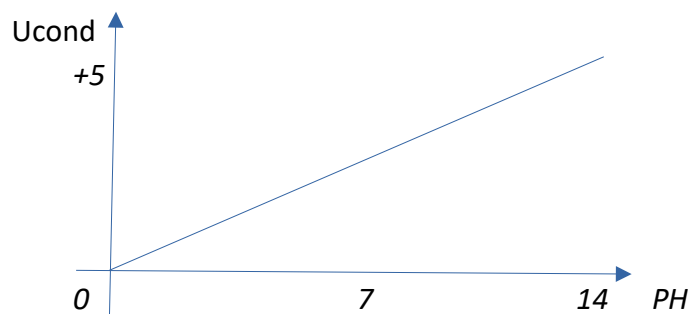


## 1.5. Travail demandé

Le conditionnement permet d'adapter le signal issu de la sonde pour être exploitable par le CAN. Celui-ci est peut-être décomposé en 3 blocs :



La caractéristique recherchée est la suivante :



### Q1. Inversion du signal :

On désire inverser la caractéristique  $U_{sonde}=f(pH)$  de sorte que lorsque le  $pH=0$  alors  $U_{sonde1} = -0,5V$  et lorsque le  $pH=14$  alors  $U_{sonde1}= +0,5 V$ .

**$U_{sonde1} = k_1 \times U_{sonde}$**  , déterminer alors le coefficient  $k_1$  puis représenter  $U_{sonde1}=f(pH)$  .

### Q2. Décalage du signal :

On désire décaler la caractéristique  $U_{sonde1}=f(pH)$  de sorte que lorsque le  $pH=0$  alors  $U_{sonde2} = 0V$  et lorsque le  $pH=14$  alors  $U_{sonde2}= +1 V$ .

**$U_{sonde2} = U_{sonde1} + k_2$**  , déterminer alors le coefficient  $k_2$  puis représenter  $U_{sonde2}=f(pH)$  .

**Q3. Amplification du signal :**

On désire amplifier la caractéristique  $U_{\text{sonde2}}=f(\text{pH})$  de sorte que lorsque le  $\text{pH}=0$  alors  $U_{\text{cond}} = 0 \text{ V}$  et lorsque le  $\text{pH}=14$  alors  $U_{\text{cond}} = +5 \text{ V}$ .

**$U_{\text{cond}} = U_{\text{sonde2}} \times k_3$** , déterminer alors le coefficient  $k_3$  puis représenter  $U_{\text{cond}}=f(\text{pH})$ .

**Q4. Comparer la caractéristique de la question précédente avec la caractéristique recherchée.**

Après conditionnement, le signal  $U_{\text{cond}}$ , strictement positif, de valeur max  $+5\text{V}$ , est exploitable par le CAN.

**On suppose que la tension de sortie du capteur est numérisée à l'aide d'un convertisseur analogique numérique 4 bits.**

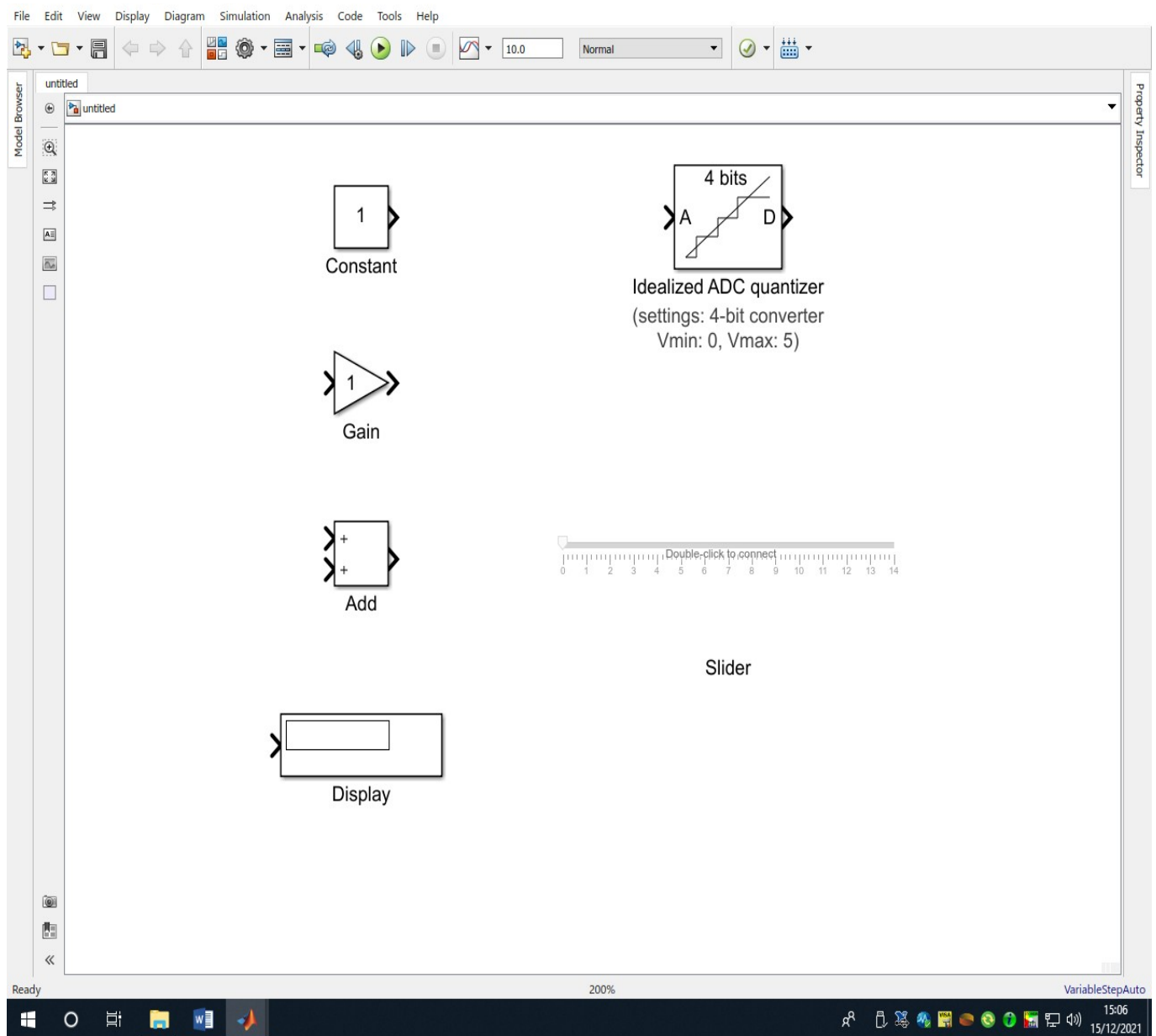
On appelle  $N_2$  le mot binaire de sortie du convertisseur et  $N_{10}$  sa valeur décimale.

**Q5. Sachant que la tension référence du CAN ( $V_{\text{ref}}$ ) =  $+5\text{V}$ , calculer son quantum (en mV). Quel est le nombre de valeurs possibles du mot numérique  $N_{10}$  en sortie du convertisseur?****Q6. Tracer la caractéristique  $N_{10} = f(U_{\text{cond}})$** **Q7. Donner la valeur  $N_{10}$  et écrire le mot binaire  $N_2$  correspondant si la tension d'entrée du convertisseur est  $U_{\text{cond}} = 4\text{V}$ .****Q8. Pour quelle variation de tension  $\Delta U_{\text{cond}}$  la valeur affichée à l'écran sera modifiée ? En déduire la variation de pH ( $\Delta \text{pH}$ ) correspondante et commenter l'influence de cette valeur sur la précision de l'affichage. Se reporter au tracé  $U_{\text{cond}}=f(\text{pH})$ .****Q9. Avec un convertisseur analogique – numérique fonctionnant sur 8 bits, donner le nombre de valeurs possibles du mot numérique  $N_{10}$ . Puis calculer alors son nouveau pas de quantification (quantum).****Q10. En déduire  $\Delta \text{pH}$ , et justifier que la précision est améliorée.**

## 1.6. Vérification des résultats calculés avec SIMULINK

- Ouvrir Matlab et Simulink .
- Dans Simulink, créer un nouveau modèle ( « blank model »).
- Réaliser le schéma de simulation **du Conditionnement et du CAN** en vous aidant des synoptiques vu précédemment.

Pour cela , ci – dessous sont représentés les symboles à utiliser .



**Attention:**

- \* Le symbole Display permet de visualiser un résultat.
- \* Le symbole Slider permet de régler la variable d'entrée ( ici Usonde).

**- Faire vérifier votre schéma par le professeur.**

- Configurer les différents éléments ( Constant , Gain et Add ) de façon à obtenir le fonctionnement souhaité.
- Tester votre modèle avec un CAN 4 bits pour plusieurs valeur de pH fourni par la sonde.
- Comparer les résultats obtenus par simulation avec les calculs faits précédemment.

**- Faire valider votre simulation par le professeur.**

- Tester votre modèle avec un CAN 8 bits pour plusieurs valeur de pH fourni par la sonde .
- Comparer les résultats obtenus par simulation avec les calculs faits précédemment.

**- Faire valider votre simulation par le professeur.****BONUS :**

Compléter le schéma , pour obtenir en rajoutant le bloc Sonde .Et ainsi , obtenir l'affichage en fonction du pH à partir du Slider .