

MATIERE : Systèmes Embarqués et Systèmes Temps Réels

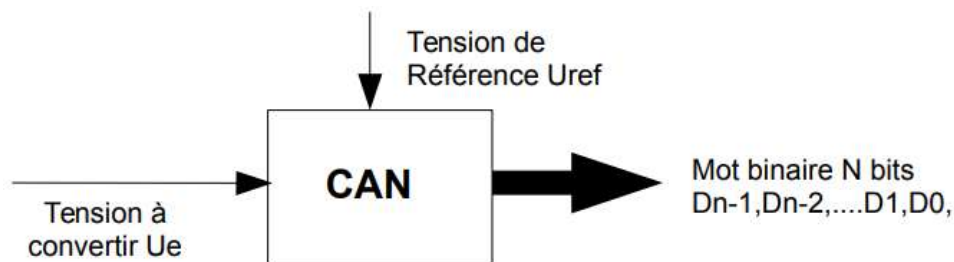
TP N° : 5 Etude du module de Conversion analogique Numérique STM32F107 Régulation ON OFF et ON OFF (Hystérésis)

Objectifs

Les objectifs de ce TP est la programmation du module CAN du microcontrôleur pour implémenter un régulateur on off simple et une régulateur On OFF avec hystérésis

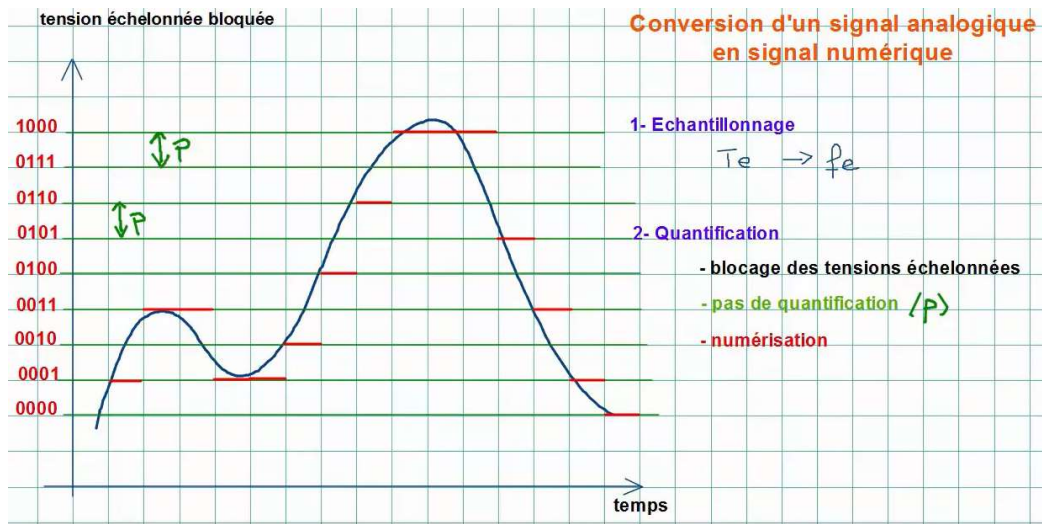
Description

Le CAN associe à toute valeur analogique d'entrée un code binaire de sortie prédéfini.



- **La pleine échelle** : C'est la plage de variation possible en entrée, elle correspond généralement à la tension de référence. On la désigne par PE ou parfois VPE. On l'indique généralement en donnant les valeurs extrêmes possible ; par exemple on parlera de convertisseur 0 , 5V ou d'un CAN -2.5V , 2.5V.
- **La résolution** : C'est le nombre N de bits de sortie du CAN. Par exemple on parle d'un CAN 8 bits ou 14 bits. Cette valeur définit le nombre de codes différents possible en sortie. Un CAN 10 bits permet d'obtenir 1024 codes de sortie différents.
- **Le quantum** : C'est la plus grande valeur de variation de la tension d'entrée qui ne fait pas changer le code de sortie. Le quantum q est définit mathématiquement par la relation :

$$q = VPE / 2^N$$



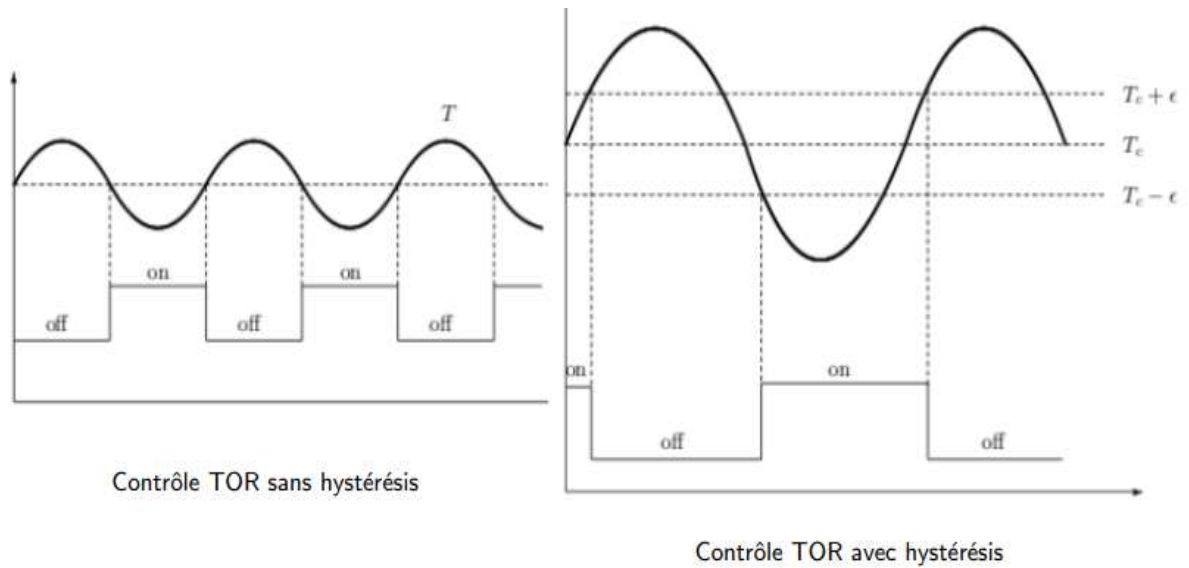
Outre la valeur de pleine échelle et la résolution, deux grandeurs caractérisent les convertisseurs : la vitesse et la précision.

La vitesse est définie par le temps de conversion, temps nécessaire au composant pour déterminer la valeur numérique correspondant à la valeur de la tension présente en entrée. Elle dépend fortement de la technique de conversion employée. C'est souvent la caractéristique principale du choix (avec le prix) en fonction du cahier des charges. La précision est définie en nombre de LSB d'erreur (le LSB correspond à la valeur analogique « quantum »). Elle peut avoir plusieurs causes : non linéarité, erreur de gain, erreur de décalage

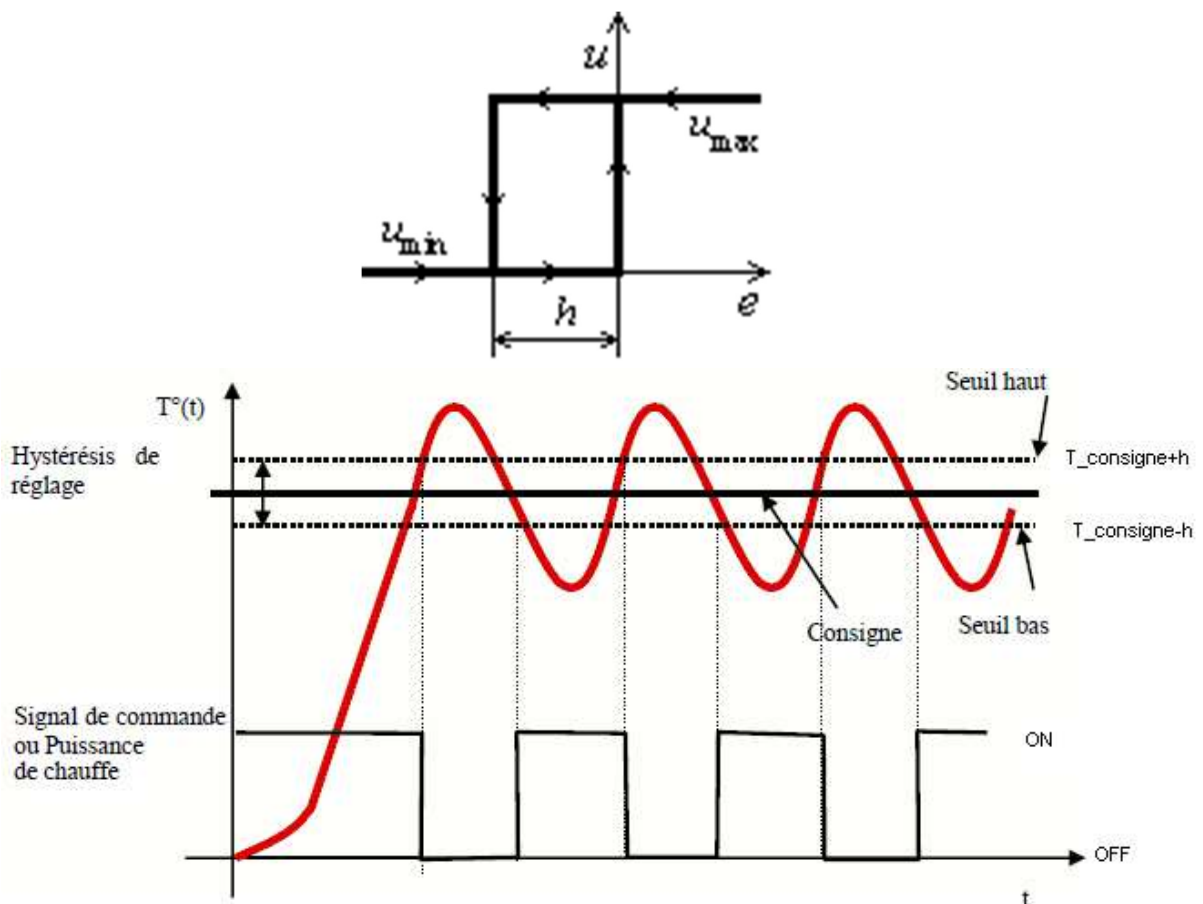
avec V_{ref} = tension pleine échelle (en général la tension d'alimentation du convertisseur) et n le nombre de bits.

Un contrôle tout ou rien (TOR) (bang-bang control ou on-off control) ne peut générer que deux états pour l'actionneur : marche-arrêt.

Pour éviter de passer très souvent de "On" à "Off", et inversement, dès que l'erreur change de signe et ainsi réduire le nombre de commutations on/off et par là l'usure de l'organe de commande, on introduit souvent une hystérésis de largeur 2^e voir figure ci-dessous.



La régulation ON OFF avec hystérésis est une régulation TOR (Tout ou Rien) très utilisée dans la régulation de la température des Fours électrique est chaudières domestique. Le principe est d'essayer de garder la température au voisinage de la consigne c'est-à-dire entre deux valeurs ($T_{\text{consigne}} - h$) et ($T_{\text{consigne}} + h$) avec h (l'hystérésis) est de quelques degrés de Celsius généralement $< 10^{\circ} \text{C}$



Nb : on suppose que la résistance chauffante est reliée à travers un relais

T Réel sur `_ADC_CHANNEL_3`

T Consigne fixé dans le programme

La Bobine du relais est relié à `PORTB 5`

Les valeurs de conversion est sur 16bits

On donne le programme à tester sur la carte

```
#include <built_in.h>
unsigned long adc_result = 0;
unsigned long an3 = 0;
unsigned long consigne = 255;
unsigned long hyst = 20;

void main() {
    GPIO_Digital_Output(&GPIO_ODR, _GPIO_PINMASK_ALL);
    GPIO_Digital_Output(&GPIOB_ODR, _GPIO_PINMASK_5);

    ADC_Set_Input_Channel(_ADC_CHANNEL_3);    // Choose ADC channel
    ADC1_Init();                               // Init
    Delay_ms(100);

    while(1) {
        // Get ADC value from corresponding channel
        GPIO_ODR = ADC1_Get_Sample(3);

        AN3= GPIO_ODR;
        if (AN3>consigne) GPIOB_ODR =0x0000;

        else GPIOB_ODR =0x0020 ;

        Delay_ms(20);
    }
}
```

Travail Demandé

1. Modifier le potentiomètre et vérifier le bon fonctionnement du programme.
2. En mode Debug ; vérifier la valeur de ADC1 vérifier la valeur du BIT 11 , bit D'alignement du registre **ADC1.CR2** (page 224 240)
3. Expliquer les différentes lignes de code.
4. Modifier le programme pour changer le mode d'alignement.
Modifier les lignes de code suivant par des instructions en assembleur.
5.


```
if (AN3>consigne) GPIOB_ODR =0x0000;
```

```
else GPIOB_ODR =0x0020
```
6. Modifier le programme pour réaliser une régulation ON OFF hystérésis
7. Proposer une solution optimale (meilleure résolution) pour des capteurs 1-3v.
8. Comparer la précision en calculant le quantum q pour les deux cas

DOC MAUEL DE REFERENCE

Name	Signal type	Remarks
V_{REF+}	Input, analog reference positive	The higher/positive reference voltage for the ADC, $2.4 V \leq V_{REF+} \leq V_{DDA}$
$V_{DDA}^{(1)}$	Input, analog supply	Analog power supply equal to V_{DD} and $2.4 V \leq V_{DDA} \leq 3.6 V$
V_{REF-}	Input, analog reference negative	The lower/negative reference voltage for the ADC, $V_{REF-} = V_{SSA}$
$V_{SSA}^{(1)}$	Input, analog supply ground	Ground for analog power supply equal to V_{SS}
ADCx_IN[15:0]	Analog signals	Up to 21 analog channels ⁽²⁾

1. V_{DDA} and V_{SSA} have to be connected to V_{DD} and V_{SS} , respectively.
2. For full details about the ADC I/O pins, refer to the "Pinouts and pin descriptions" section of the corresponding device datasheet.