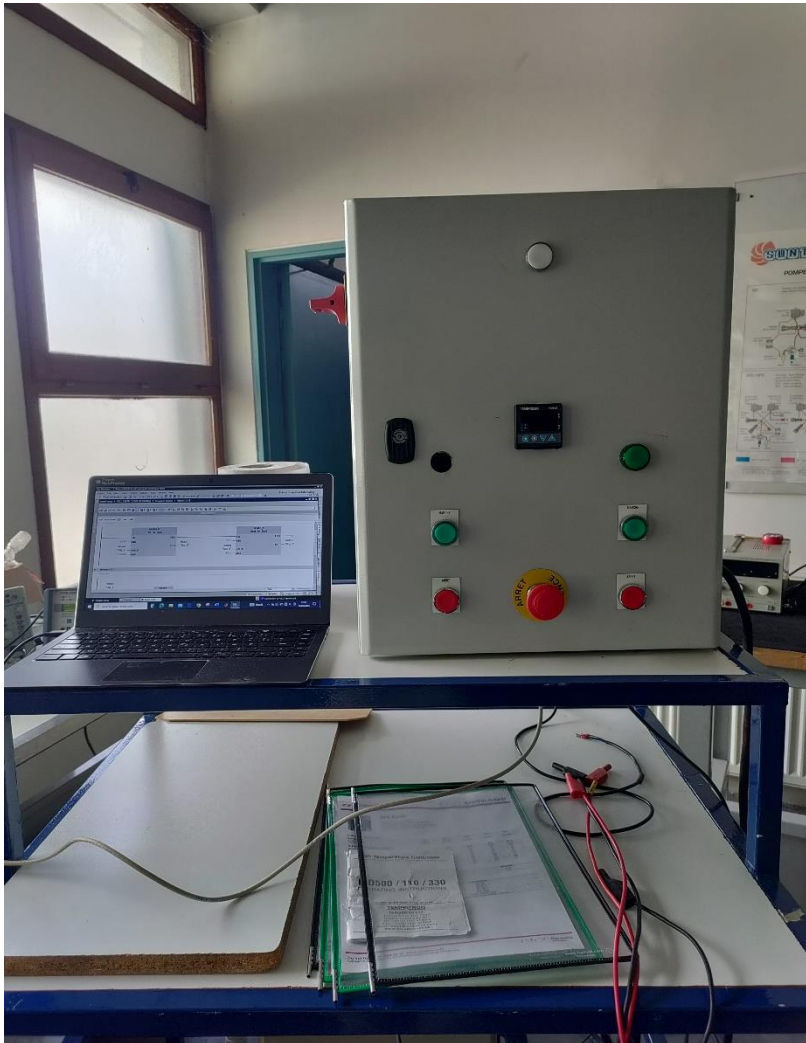


Compte rendu SAE Semestre 6

Systeme de régulation de température avec API



Sommaire

- **Introduction**

- Présentation du projet
- Cahier des charges
- Schéma de bloc
- Définition et répartition des tâches

- **Câblage du système**

- Définition des composants
- Mode opératoire
- Schéma de câblage
- Difficultés rencontrées

- **Programmation de l'API**

- Automate Siemens S7-1200
- Algorithme

- **Test**

- Régulation TOR
- Justification de la puissance du thermoplongeur

- **Conclusion**

- **Dimensionnement / Choix des composants**

• Introduction

Présentation du projet

Ce projet a pour but d'effectuer la régulation de température d'un bac d'eau et l'afficher sur une interface IHM, tout ceci à l'aide d'un automate programmable Siemens.

Ce système pourra être utilisé dans le domaine de l'industrie.

Pour réaliser ce projet, nous aurons besoin de plusieurs composants :

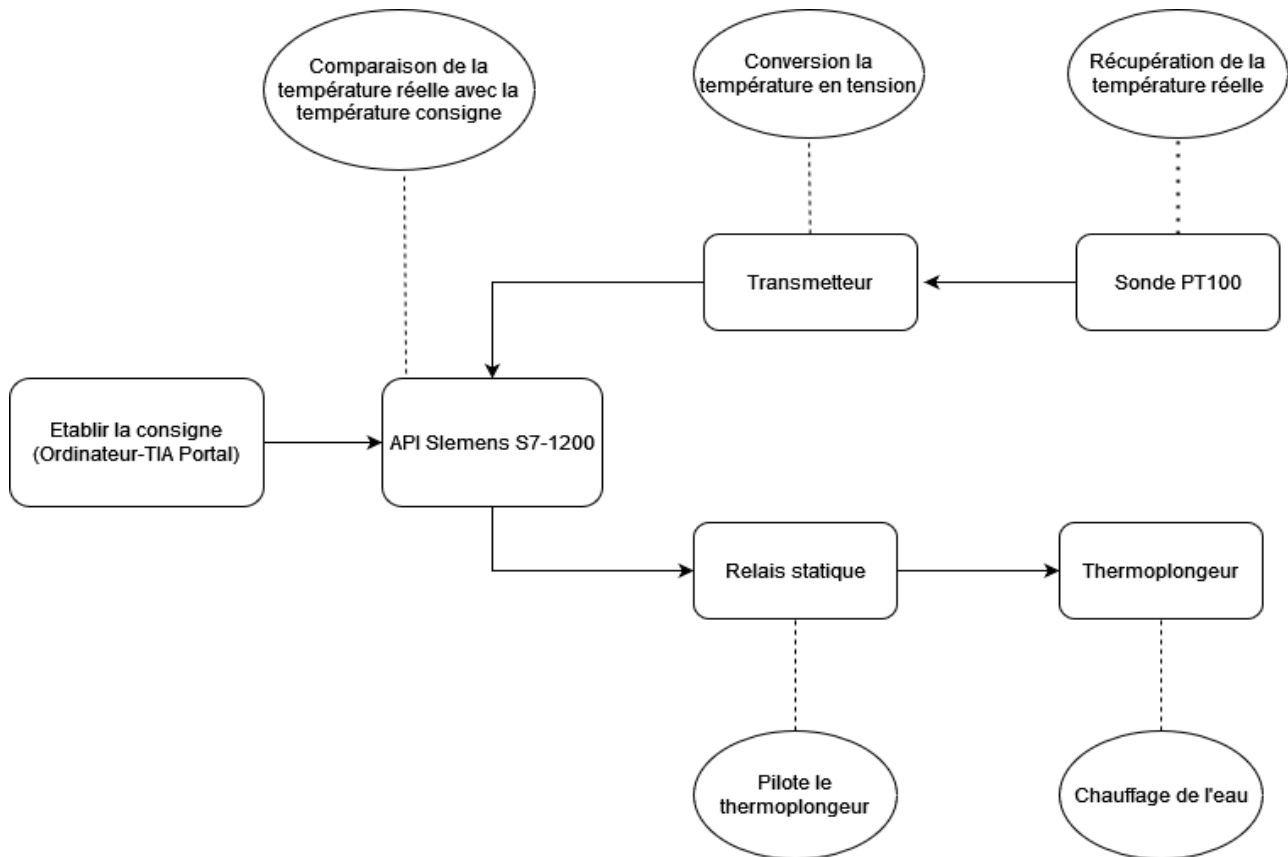
- Thermoplongeur 4kW(chauffage)
- Automate Siemens S7-1200
- Extension sortie analogique 0-10 V
- Relais statique
- Sonde PT100
- Bac de 10 litre d'eau

Nous sommes donc chargés de dimensionner et réaliser cette installation

Cahier des charges

- La température maximale doit être de 40 °C
- Système alimenté en monophasé 230 V – 50Hz
- Utilisation d'un transformateur 230 V - 24 V
- Utilisation de deux boutons Marche-Arrêt pour commander le thermoplongeur
- La consigne sera programmée dans l'ordinateur
- Utilisation de l'automate Siemens S7-1200
- Le Relais statique sera piloté par l'extension sortie analogique
- La régulation doit être de type TOR ou PID
- Affichage de la température sur une interface IHM

Schéma de bloc



Répartition des tâches

Stevane PONNOU : Dimensionnement de l'installation

Marwan BADIROU : Réalisation du câblage de l'installation

Noa KIMPESE : Programmation de l'API

Raffael CAVAGNARA : Conception du schéma de l'installation

Nous précisons qu'il s'agit des tâches principales de chacun et que rien ne nous empêchait de nous aider dans nos diverses tâches et d'avancer en groupe.

• Câblage du système

Définition des composants :

-disjoncteur : Un disjoncteur est un interrupteur électrique à commande automatique qui protège un circuit électrique contre les dommages causés par un courant excessif provenant d'une surcharge, d'un court-circuit.

-contacteur : Un contacteur permet d'ouvrir ou fermer un circuit sur réception d'un signal électrique.

-thermoplongeur : Un thermoplongeur est un appareil pourvu d'une résistance électrique, que l'on plonge dans de l'eau pour la faire chauffer.

-Relais statique : Le relais statique permet de commuter un courant électrique dans un circuit afin de fournir la puissance requise.

-Automate programmable : Un API est un dispositif électronique programmable destiné à automatiser des processus de commande de machines afin de piloter des équipements industriels.

-Transmetteur : Appareil qui transmet des signaux et des informations.

-Sonde PT 100 : La sonde Pt100 est un capteur de température. Elle est faite de platine ayant une résistance de 100 Ω à 0 °C.

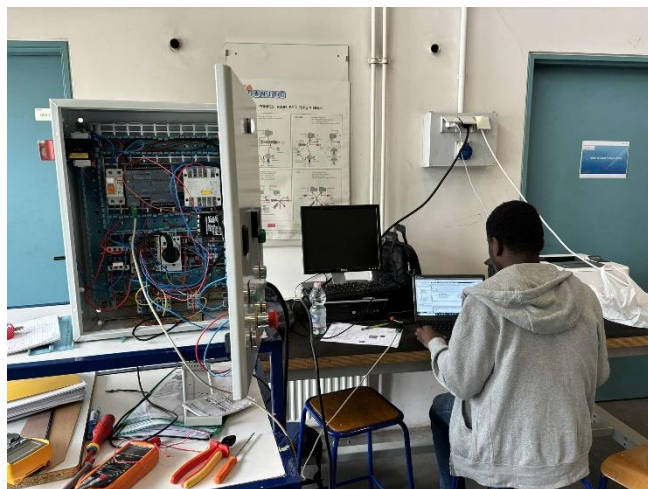
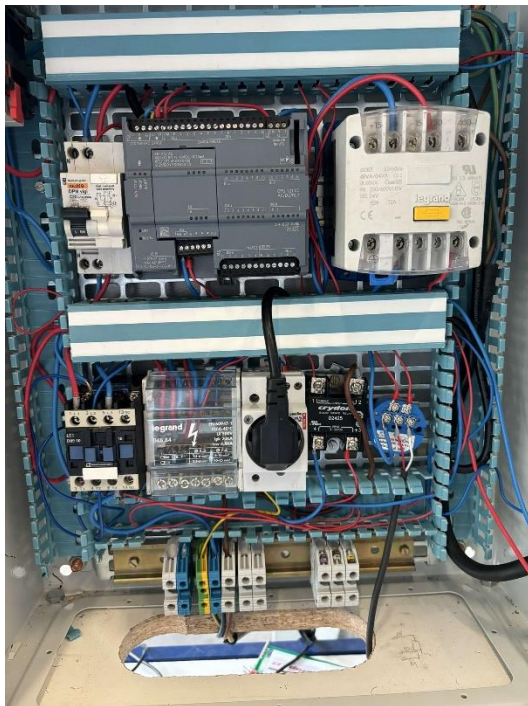
-Transformateur : Un transformateurs veille à ce que l'énergie soit transformée en courant à moyenne ou basse tension pour le réseau de distribution.

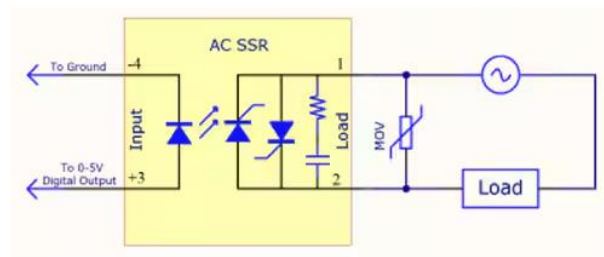
Mode opératoire :

Pour réguler la température, on va chauffer un bac de 20L d'eau à l'aide d'un thermoplongeur alimenté en 230V en monophasé.

L'installation est protégée par un disjoncteur afin d'éviter les surintensités ; et à un contacteur pour ouvrir ou fermer le circuit sur réception du signal électrique.

Le thermoplongeur sera ensuite relié à un relais statique commandé par un automate en TOR (tout ou rien) en fonction de la température relevé par la sonde PT 100. Si la sonde relève une température supérieure à 40° C, le transmetteur va fournir un signal analogique à l'automate qui va sortir une tension de 10V. Par contre, si elle relève une température inférieure à 40° C le transmetteur va fournir un signal analogique à l'automate qui va sortir une tension de 0V. La sortie analogique de l'automate va fournir du 0V au relais statique qui va s'ouvrir et arrêter de faire chauffer le thermoplongeur. La solution n'est pas totalement précise car la commande TOR relève une erreur d'environ 0.8° C.





La partie commande est alimenté en 24V grâce à un transformateur. On a mis en place Un bouton d'arrêt d'urgence, un bouton arrêt, un bouton marche et un interrupteur en parallèle avec un bouton marche suivi d'une bobine pour assurer l'automaintient.

Le transmetteur est alimenté par l'automate et est connecté à la sonde PT100,

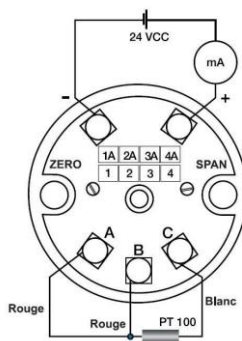
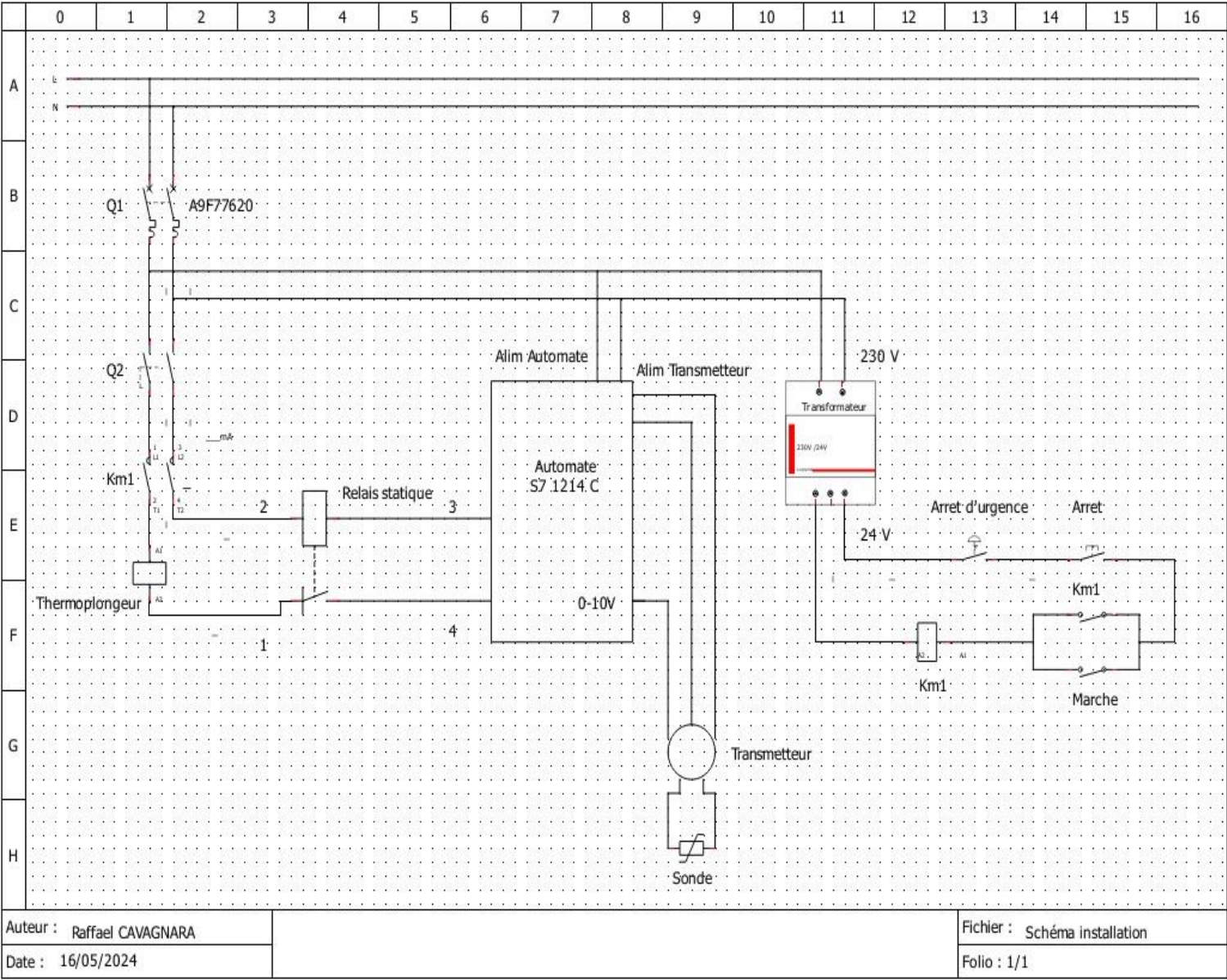


Schéma de câblage :



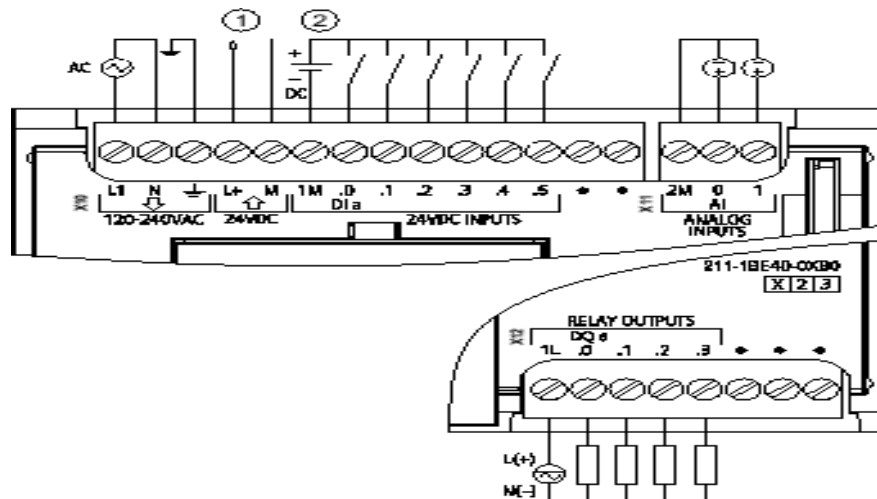
Difficultés rencontrées :

- Au départ nous avons relié le neutre aux bornes 13 et 14 du contacteur, à ces bornes il agit comme un contacte auxiliaire. Cela a fait dysfonctionner le disjoncteur et donc l'ensemble de l'installation car ce contacte n'est pas adapté au circuit de puissance. Pour pallier à ce problème nous avons remplacé le disjoncteur dysfonctionnel par un disjoncteur différentiel de 30A, et nous avons branché le neutre aux bonnes bornes du contacteur tripolaire.
- Une fois que l'eau était chauffée au maximum, on a dû vider le bac d'eau avec des seaux pour pouvoir remplir le bac avec de l'eau plus froide du robinet. Il aurait fallu un système pompage d'eau pour pouvoir aspirer l'eau ambiante la transvaser dans un deuxième seau.
- La section de câble doit être respecté, nous avons essayé de mettre des câbles plus fins aux bornes possédant plusieurs afin que les câbles restent bien accrochés. De plus les fils ne doivent pas avoir un dénudage trop long afin d'éviter que les brins se touchent.
- Pour vérifier le fonctionnement du système on a comparé la température mesurée par la sonde et celle mesuré par le thermomètre. Premièrement notre programme mettait plus de temps à mesurer la température ce qui nous empêchait de comparer les températures au même moment, deuxièmement on obtenait le double de ce que l'on devait mesurer car le calibrage n'était pas précis dans le programme. Mais on a su trouver les bons seuils de température afin de calibrer les mesures de la sonde. Ainsi nos relevés ont pu être très précis.

• Programmation de l'API

Automate Siemens S7-1200

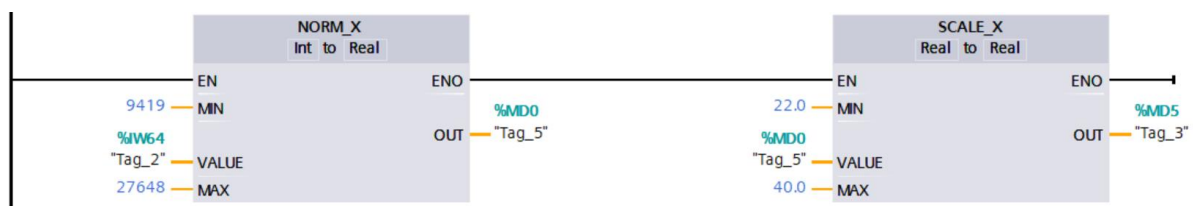
L'automate est relié au neutre, à la phase et à la terre. Son entrée analogique est reliée au transmetteur, et il possède une extension sortie analogique 0-10V qui sera envoyé à l'entrée du relais statique. L'automate est connecté à un ordinateur grâce à un câble Ethernet.



Le relais statique fonctionne comme un thyristor et un triac. Les bornes 3 et 4 reçoivent 0 ou 10V de la part de l'automate ; et les bornes 1 et 2 de l'automate vont ouvrir ou fermer le circuit.

Algorithme

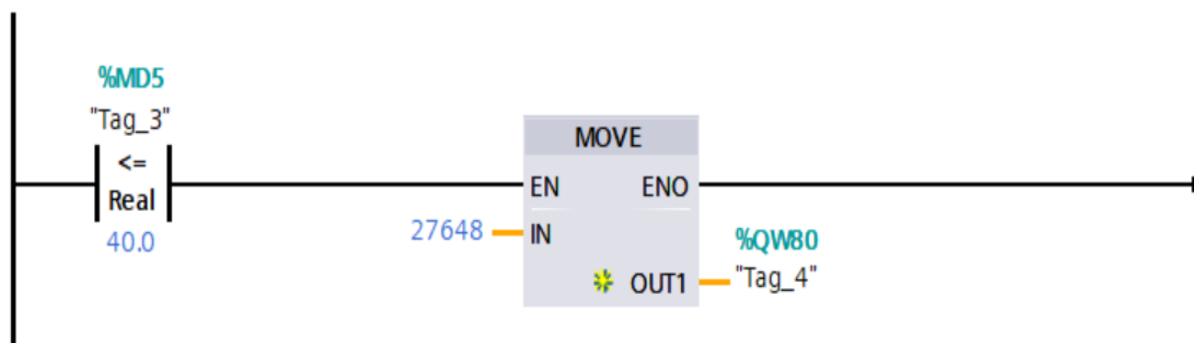
Pour automatiser le Siemens S7-1200, nous allons le programmer via le logiciel TIA Portal.



On envoie à l'automate une entrée analogique de 0 - 10 V, mais pour que cela soit plus précis nous avons mesuré 3V pour 0°C ce qui nous fait une entrée analogique de 3 – 10V. 3V correspond ici à 9419 en binaire et 10V à 27648. 9419 est la valeur mesurée à 0°C par l'automate et 27648 correspond scientifiquement à $2^{16} = 65\,536 / 2 = 32\,768$, mais on ne peut pas envoyer le total de ce nombre binaire donc on se retrouve avec 27648.

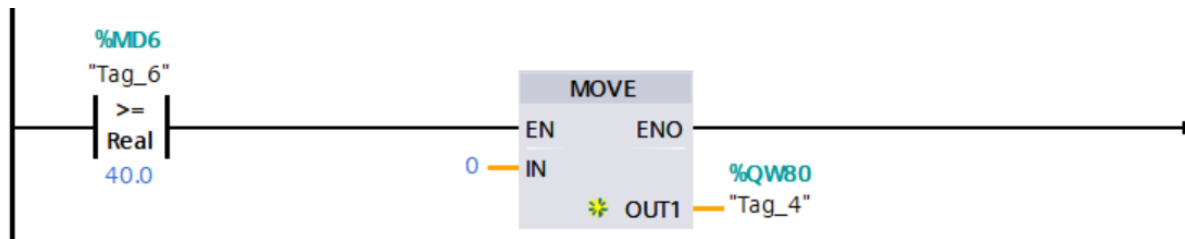
Ces valeurs sont renvoyées en valeurs réelles : notre température maximum est de 40°C (température de consigne) et notre température minimum est de 22°C et non 0, car ce minimum correspond à la température de la salle et on ne pourra pas atteindre 0.

Ce programme comprend 2 blocs qui pilotent le système : un bloc de normalisation qui permet d'avoir 2 valeurs avec le même type de données (ici en bit). Le 2^{ème} bloc est un bloc de mise à l'échelle qui retranscrit la valeur réelle de notre température en sortie ; c'est aussi ici qu'est calibrée notre consigne. Ici, la valeur de consigne est comparée avec la température ce qui donne accès à deux cas qui va déterminer l'action du thermoplongeur :



Le bloc « move » va nous permettre de transférer le contenu de la valeur en entrée à la valeur de sortie, donc notre chauffage / thermoplongeur :

➔ Si la température est inférieure à la température de consigne (40°C), le chauffage se met en marche



➔ Si la température est supérieure à la température de consigne, le chauffage s'arrête.

• Test

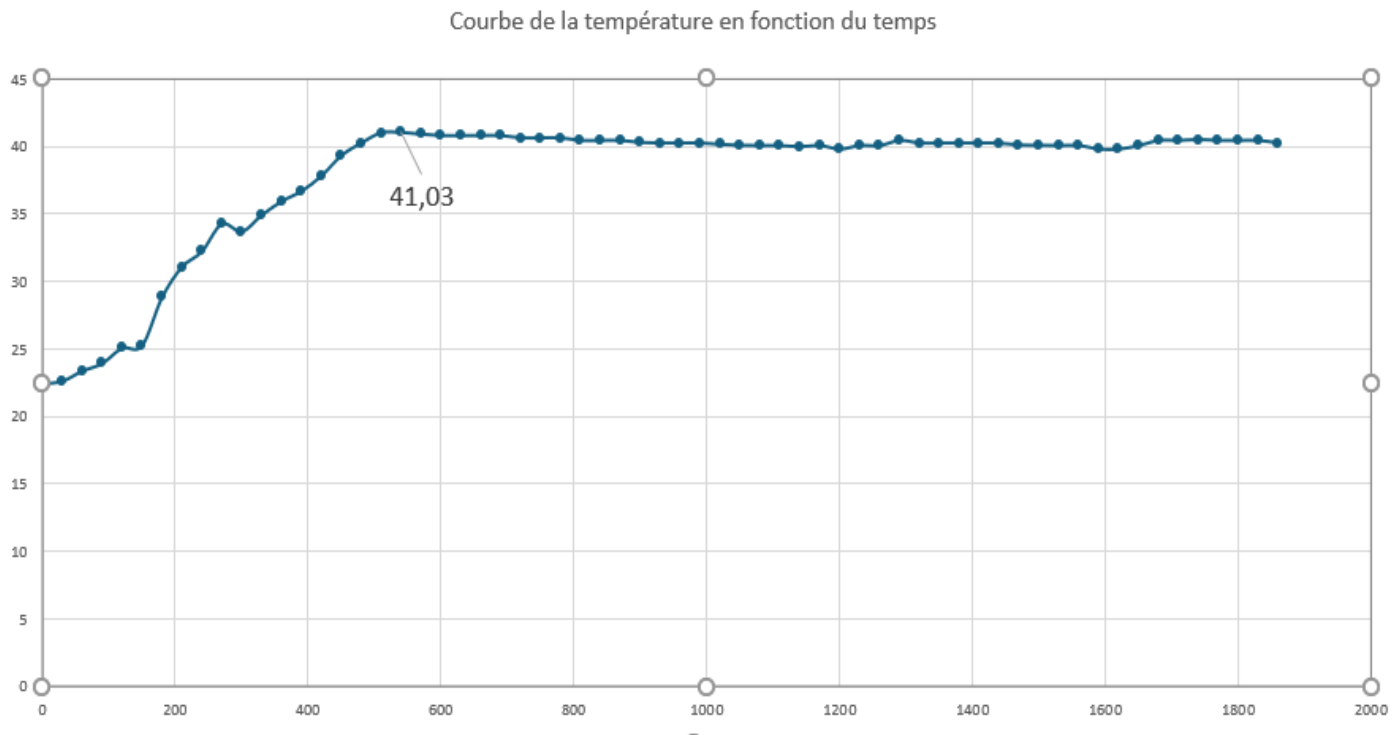
Régulation TOR

Pour ce projet, nous avons décidé de réaliser une régulation Tout ou Rien. Donc le thermoplongeur sera actif lorsque la température réelle sera inférieure à la température consigne, il sera inactif lorsque la température réelle sera supérieure à la température consigne

Après la réalisation de notre câblage et de notre programme, nous avons réalisé le test de notre système en branchant le câble de communication de l'automate à l'ordinateur

Voici les résultats du test de la régulation TOR :

Temps(s)	Température (°C)		
0	22,46	960	40,25
30	22,65	990	40,25
60	23,4	1020	40,15
90	23,96	1050	40,08
120	25,09	1080	40,06
150	25,27	1110	40,06
180	28,83	1140	39,98
210	31,08	1170	40,06
240	32,23	1200	39,8
270	34,26	1230	40,06
300	33,7	1260	40,06
330	34,91	1290	40,44
360	35,94	1320	40,25
390	36,69	1350	40,25
420	37,82	1380	40,25
450	39,32	1410	40,25
480	40,25	1440	40,24
510	41,006	1470	40,1
540	41,03	1500	40,08
570	40,9	1530	40,06
600	40,8	1560	40,06
630	40,8	1590	39,8
660	40,8	1620	39,8
690	40,8	1650	40,06
720	40,63	1680	40,44
750	40,63	1710	40,44
780	40,63	1740	40,51
810	40,44	1770	40,44
840	40,44	1800	40,44
870	40,44	1830	40,44
900	40,29	1860	40,25
930	40,25		



Le pic du premier dépassement est de 41,03 °C

Calcul de vérification de la puissance du thermoplongeur qui fait 4 kW

Nous disposons d'une formule pour calculer la puissance d'un

thermoplongeur :
$$P = \frac{V \cdot \rho \cdot C_p \cdot (\theta_f - \theta_i) \cdot 1,2}{860 \cdot T_m}$$

V : volume en litre

ρ : Masse volumique (Kg/dm^3) $\rightarrow \rho(\text{eau}) = 1$

C_p : Masse spécifique du liquide $\rightarrow C_p(\text{eau}) = 1$

θ_f : Température finale en ($^{\circ}\text{C}$) $\rightarrow 41,03^{\circ}\text{C}$

θ_i : Température initiale ($^{\circ}\text{C}$) $\rightarrow 22,46^{\circ}\text{C}$

T_m : Temps de montée en température en Heure (h)

Le thermoplongeur de notre système consomme une puissance de 4kW

Calcul du volume

$$\text{Volume} = L \times l \times H = 23,5 \times 29 \times 32$$

$$\text{Volume} = 21808 \text{ cm}^3 \rightarrow 21,808 \text{ litres}$$

Calcul du temps de montée

On remarque que d'après la courbe, le temps de montée est de 540 secondes, on converti donc cette durée en heures

$$T_m = 540/3600 = 0,15 \text{ h}$$

$$P = \frac{21,808 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (41,03 - 22,46) \cdot 1,2}{860 \cdot 0,15} = 3,76 \text{ kW}$$

La valeur de la puissance de 4kW est justifiée car ce que l'on trouve par calcul est cohérent $\rightarrow 3,76 \approx 4\text{kW}$

Difficultés rencontrées :

Nous avons rencontré un souci au niveau de la mise à l'échelle, la valeur réelle n'était pas égale à la valeur mesurée par le thermomètre, ce qui faussait toutes nos valeurs



• Conclusion

Pour conclure, le projet a quasiment été réalisé dans sa globalité avec succès. Par manque de temps et de moyen, nous n'avons pas pu finaliser la réalisation de la régulation de type PID et l'interface IHM

Ce projet nous a permis de mettre en application tout notre savoir acquis lors de cette 3^{ème} année, notamment le dimensionnement, le câblage, la conception de schéma de câblage et la programmation en LADDER à l'aide l'outil TIA Portal. Cette réalisation nous a aussi permis d'en apprendre davantage sur l'asservissement des systèmes de régulation TOR ou PID

Choix des composant

Nom	Marque	Reference	Image	Prix
Relais statique	Sensata / Crydom	D2425		62,52 €
Sonde PT100 à 3 fils	iOVEO	035HP01301		10,35 €
Transmetteur	Endress + Hauser	TMT 80		46,00 €
Transformateur Rail DIN	Legrand	0 442 32		75,58 €
Automate Siemens S7-1200	SIEMENS	S7-1200 1214C AC/DC/Rly		275,88 €
Module E/S pour automate	SIEMENS	6ES7223-3BD30-0XB0		94,64 €
Thermoplongeur monophasé 4kW	DiFF	/		294,96 €

Disjoncteur iC60N	Schneider Electric	A9F77620		130,241
Seau d'eau 10 litres	/	CAR1014/E/22		1,751
				Total
				991,921

Choix du disjoncteur : $\frac{\text{Puissance du thermoplongeur}}{\text{Tension du réseau}} = \frac{4000}{230} = 17,1 A$

Donc on a choisi un disjoncteur de 20 A

L'installation qui nous a été fournis ne possède pas la totalité des composants que nous initialement dimensionné

Le disjoncteur ainsi que le transmetteur sont différents .

La sonde à 3 fils que nous avons dimensionné a été remplacé par une sonde à 2 fils