



SIEMENS



Dossier de formation SCE

Siemens Automation Cooperates with Education | 05/2017

Module 052-300 TIA Portal
Régulateur PID pour SIMATIC S7-1500

Cooperates
with Education

Automation

SIEMENS

Packages SCE pour formateurs adaptés à ces dossiers de formation

Automates SIMATIC

- **SIMATIC ET 200SP Open Controller CPU 1515SP PC F et HMI RT SW**
N° d'article: 6ES7677-2FA41-4AB1
- **SIMATIC ET 200SP Distributed Controller CPU 1512SP F-1 PN Safety**
N° d'article: 6ES7512-1SK00-4AB2
- **SIMATIC CPU 1516F PN/DP Safety**
N° d'article : 6ES7516-3FN00-4AB2
- **SIMATIC S7 CPU 1516-3 PN/DP**
N° d'article: 6ES7516-3AN00-4AB3
- **SIMATIC CPU 1512C PN avec logiciel et PM 1507**
N° d'article : 6ES7512-1CK00-4AB1
- **SIMATIC CPU 1512C PN avec logiciel, PM 1507 et CP 1542-5 (PROFIBUS)**
N° d'article : 6ES7512-1CK00-4AB2
- **SIMATIC CPU 1512C PN avec logiciel**
N° d'article : 6ES7512-1CK00-4AB6
- **SIMATIC CPU 1512C PN avec logiciel et CP 1542-5 (PROFIBUS)**
N° d'article : 6ES7512-1CK00-4AB7

SIMATIC STEP 7 Software for Training

- **SIMATIC STEP 7 Professional V14 SP1- Licence monoposte**
N° d'article : 6ES7822-1AA04-4YA5
- **SIMATIC STEP 7 Professional V14 SP1 - Licence salle de classe 6 postes**
N° d'article : 6ES7822-1BA04-4YA5
- **SIMATIC STEP 7 Professional V14 SP1- Licence de mise à niveau 6 postes**
N° d'article : 6ES7822-1AA04-4YE5
- **SIMATIC STEP 7 Professional V14 SP1 - Licence salle de classe 20 postes**
N° d'article : 6ES7822-1AC04-4YA5

Veillez noter que les packages pour formateurs ont parfois été remplacés par de nouveaux packages.

Vous pouvez consulter les packages SCE actuellement disponibles sous : [siemens.com/sce/tp](https://www.siemens.com/sce/tp)

Formations

Pour les formations Siemens SCE régionales, contactez votre interlocuteur SCE régional [siemens.com/sce/contact](https://www.siemens.com/sce/contact)

Plus d'informations sur le programme SCE

[siemens.com/sce](https://www.siemens.com/sce)

Remarque d'utilisation

Les dossiers de formation SCE pour la solution d'automatisation cohérente Totally Integrated Automation (TIA) ont été spécialement créés pour le programme "Siemens Automation Cooperates with Education (SCE)" à des fins de formation pour les instituts publics de formation et de R&D. Siemens AG n'assume aucune responsabilité quant au contenu.

Cette documentation ne peut être utilisée que pour une première formation aux produits/systèmes Siemens. Autrement dit elle peut être copiée, en partie ou en intégralité, pour être distribuée aux participants à la formation afin qu'ils puissent l'utiliser dans le cadre de leur formation. La diffusion et la duplication de cette documentation, l'exploitation et la communication de son contenu sont autorisées au sein d'instituts publics de formation et de formation continue.

Toute exception requiert au préalable l'autorisation écrite de la part de Siemens AG. Interlocuteur : Monsieur Roland Scheuerer roland.scheuerer@siemens.com.

Toute violation de cette règle expose son auteur au versement de dommages et intérêts. Tous droits réservés, en particulier en cas de délivrance de brevet ou d'enregistrement d'un modèle déposé.

Il est expressément interdit d'utiliser cette documentation pour des cours dispensés à des clients industriels. Tout usage de cette documentation à des fins commerciales est interdit.

Nous remercions l'Université technique de Dresde, en particulier M. le professeur Dr.-Ing. Leon Urbas et la société Michael Dziallas Engineering ainsi que toutes les personnes ayant contribué à la réalisation des dossiers de formation SCE.

Sommaire

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Objectif..... | 5 |
| 2 | Conditions requises | 5 |
| 3 | Configurations matérielles et logicielles requises..... | 6 |
| 4 | Théorie de la technique de régulation | 7 |
| 4.1 | Tâches de la technique de régulation..... | 7 |
| 4.2 | Composition d'une boucle de régulation | 8 |
| 4.3 | Fonction de « saut de consigne » pour l'étude des boucles de régulation | 10 |
| 4.4 | Boucle de régulation avec compensation..... | 11 |
| 4.4.1 | Boucle de régulation proportionnel sans retard..... | 11 |
| 4.4.2 | Boucle de régulation proportionnel avec retard..... | 12 |
| 4.4.3 | Boucle de régulation proportionnel avec deux retards | 13 |
| 4.4.4 | Boucle de régulation proportionnel avec n retards | 14 |
| 4.5 | Boucle de régulation sans compensation..... | 15 |
| 4.6 | <i>Régulateurs continus standard</i> | 16 |
| 4.6.1 | Régulateur proportionnel (régulateur P)..... | 17 |
| 4.6.2 | Régulateur intégral (régulateur I)..... | 19 |
| 4.6.3 | Régulateur PI..... | 20 |
| 4.6.4 | Régulateur à action dérivée (régulateur D) | 21 |
| 4.6.5 | régulateur PID..... | 21 |
| 4.7 | Paramétrage du régulateur à l'aide de l'essai d'oscillation..... | 22 |
| 4.8 | Paramétrage d'un régulateur à l'aide de l'approximation T_u - T_g | 23 |
| 4.8.1 | Réglage du régulateur PI avec la méthode de Ziegler-Nichols..... | 24 |
| 4.8.2 | Réglage du correcteur PI avec la méthode de Chien-Hrones-Reswick | 24 |
| 4.9 | Régulateur numérique | 25 |
| 5 | Énoncé du problème..... | 27 |
| 6 | Planification..... | 27 |
| 6.1 | Bloc de régulation PID_Compact | 27 |
| 6.2 | Schéma technologique | 28 |
| 6.3 | Tableau d'affectation..... | 29 |
| 7 | Instructions structurées par étapes | 30 |
| 7.1 | Désarchiver un projet existant | 30 |
| 7.2 | Appel du régulateur PID_Compact dans un OB d'alarme cyclique..... | 32 |
| 7.3 | Enregistrer et compiler le programme | 39 |
| 7.4 | Charger le programme..... | 40 |
| 7.5 | Visualiser PID_Compact..... | 41 |
| 7.6 | Optimisation préalable PID_Compact | 43 |
| 7.7 | Optimisation fine PID_Compact | 46 |
| 7.8 | Archivage du projet..... | 49 |
| 8 | Liste de contrôle | 50 |
| 9 | Informations complémentaires | 51 |

REGULATEUR PID AVEC SIMATIC S7-1500

1 Objectif

Ce chapitre présente l'utilisation de régulateurs PID logiciels sur une SIMATIC S7-1500 avec l'outil de programmation TIA PORTAL.

Le module décrit l'appel, le paramétrage, la configuration et l'optimisation d'un régulateur PID sur SIMATIC S7-1500. C'est par étape que nous vous démontrerons comment appeler le régulateur PID dans Portal TIA et comment l'intégrer dans un programme utilisateur.

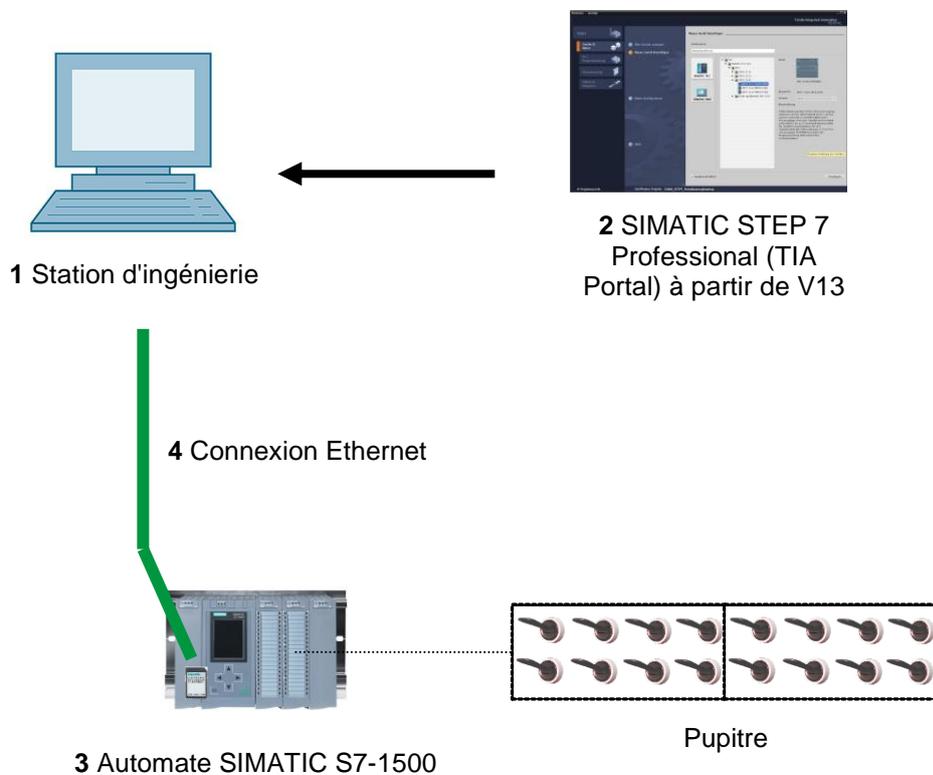
Les automates SIMATIC S7 énumérés au chapitre 3 peuvent être utilisés.

2 Conditions requises

Ce chapitre s'appuie sur le chapitre "Valeurs analogiques avec SIMATIC S7 CPU1516F-3 PN/DP". Pour ce chapitre, vous pouvez par ex. utiliser le projet suivant : "SCE_FR_032-500_Analog_Values_R1508.zap13".

3 Configurations matérielles et logicielles requises

- 1 Station d'ingénierie : Le matériel et le système d'exploitation sont la condition de base (pour plus d'informations, voir le fichier Lisezmoi sur les DVD d'installation de TIA Portal)
- 2 Logiciel SIMATIC STEP 7 Professional dans TIA Portal – à partir de V13
- 3 Automate SIMATIC S7-1500/S7-1200/S7-300, par exemple CPU 1516F-3 PN/DP – à partir du firmware V1.6 avec carte mémoire et 16DI/16DO ainsi que 2AI/1AO
Remarque : les entrées TOR et les entrées/sorties analogiques doivent être mises en évidence sur un pupitre.
- 4 Connexion Ethernet entre la station d'ingénierie et l'automate



4 Théorie de la technique de régulation

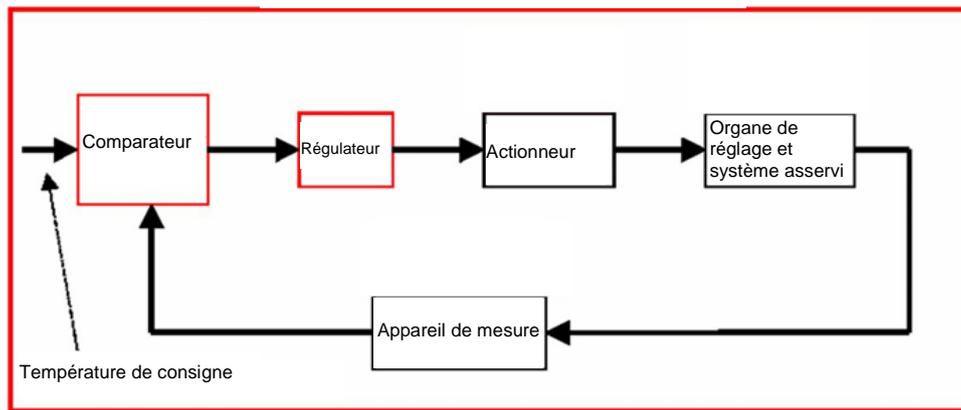
4.1 Tâches de la technique de régulation

Une régulation f est un algorithme où la valeur d'une variable est établie et maintenue en permanence, sur le base de mesures effectuées de cette variable.

Il en découle une séquence d'actions qui s'exécute dans une boucle fermée, appelée boucle de régulation. En effet la procédure s'appuie sur la mesure d'une valeur qui s'influence à nouveau par elle-même.

La valeur à réguler est mesurée en permanence et comparée à une autre valeur de même grandeur et de même type. Selon le résultat de cette comparaison, le régulateur va adapter la valeur à réguler à ce qu'elle se rapproche au mieux de la valeur de consigne désirée.

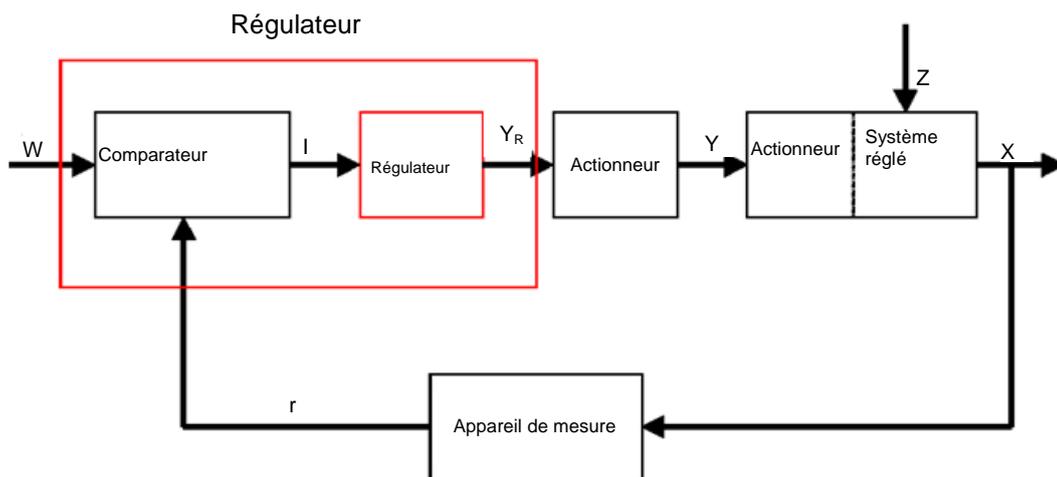
Schéma d'une régulation



4.2 Composition d'une boucle de régulation

Les termes de bases principaux de la technique de régulation sont expliqués ci-dessous.

Voici d'abord une vue d'ensemble représenté par le schéma-bloc suivant :



1. Valeur à réguler x

Cette valeur x est en fait l'objectif de la régulation. Cela signifie que le but du système entier est d'influencer cette variable par conséquent de la garder constante. Dans notre exemple, ce serait la température de la pièce. La valeur instantanée de cette variable à un moment donné est appelée "mesure" à ce moment.

2. Valeur de retour r

Dans une boucle de régulation, la variable régulée est constamment contrôlée afin de réagir à des modifications non voulues. La variable mesurée, dont la valeur est proportionnelle à x , est appelée variable de retour, r . Dans l'exemple "Chauffage", elle correspond à la tension de mesure du thermomètre d'intérieur.

3. Valeur de perturbation z

La valeur de perturbation est une variable qui influe involontairement la variable régulée et la fait dériver de la consigne actuelle. Dans le cas d'une régulation à consigne fixée, il est nécessaire de la prendre en compte. Dans le système de chauffage considéré, cela pourrait être la température extérieure ou toute autre variable qui éloignerait la température de la pièce de sa valeur idéale.

4. Consigne w

La consigne est la valeur idéale, à un instant donné, que devrait adopter la variable régulée à cet instant. Il faut noter que la consigne peut varier en permanence dans le cas de régulations de poursuite. Dans l'exemple, la consigne serait la température désirée de la pièce à ce moment.

5. Comparateur

C'est le point où la valeur mesurée actuelle de la valeur régulée et la valeur instantanée de la variable de référence sont comparées. Dans la plupart des cas, ces deux valeurs sont des tensions mesurées. La différence des deux valeurs est appelée "e" pour "écart de régulation". Elle est transmise au régulateur pour évaluation (voir plus bas).

6. Régulateur

Le régulateur est la clé de voûte de la régulation. Il évalue l'écart de régulation (pour définir si, comment et de combien la valeur mesurée s'écarte de la valeur de consigne) en la prenant comme variable d'entrée et en déduit en sortie la compensation corrective Y_R qui influera finalement sur la valeur régulée. Dans l'exemple du système de chauffage, la compensation corrective serait la tension qui alimente le moteur du mélangeur.

La façon dont le régulateur détermine la compensation corrective à partir de l'erreur est le critère principal de la régulation.

7. Actionneur

L'actionneur est à proprement parler l'élément exécutant de la régulation. Il reçoit du régulateur sous la forme d'une valeur régulée de sortie des informations lui servant à agir sur la variable régulée, et convertit cette information en une modification de la valeur à régler. Dans notre exemple, l'actionneur serait le moteur du mélangeur.

8. Organe de réglage

Il s'agit de l'élément de la boucle de régulation qui, selon la variable à régler Y, influence plus ou moins directement sur la valeur régulée. Dans notre exemple, ce serait la combinaison entre le mélangeur, les tuyaux et les corps de chauffe. Le réglage du mélangeur (valeur à régler) est effectué par son moteur (actionneur), et influence ainsi par la température de l'eau la température de la pièce.

9. La boucle à réguler

La boucle à réguler est le système dans lequel se trouve la valeur à réguler, dans notre exemple de chauffage c'est la pièce d'habitation.

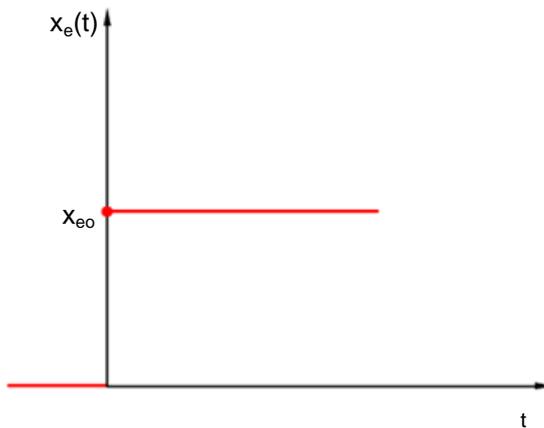
10. Le temps mort

Sous le temps mort on entend le temps qui s'écoule entre le moment où la compensation corrective change et le moment d'une réaction du système régulé peut être mesurée. Dans notre exemple, ce serait le temps entre le changement de la tension du moteur du mélangeur et un changement mesurable, induit, de la température dans la pièce.

4.3 Fonction de « saut de consigne » pour l'étude des boucles de régulation

Pour étudier le comportement des boucles de régulation et des régulateurs, une fonction unique est utilisée comme signal d'entrée: la fonction de « saut de consigne ».

Selon qu'on étudie un seul élément de la boucle de régulation ou la boucle entière, on applique la fonction « saut de consigne » à la valeur régulée $x(t)$, la consigne $y(t)$, la valeur de référence $w(t)$ ou la valeur de perturbation $z(t)$. Pour cette raison, le signal d'entrée (fonction de « saut de consigne ») est nommé $x_e(t)$ et le signal de sortie $x_a(t)$.

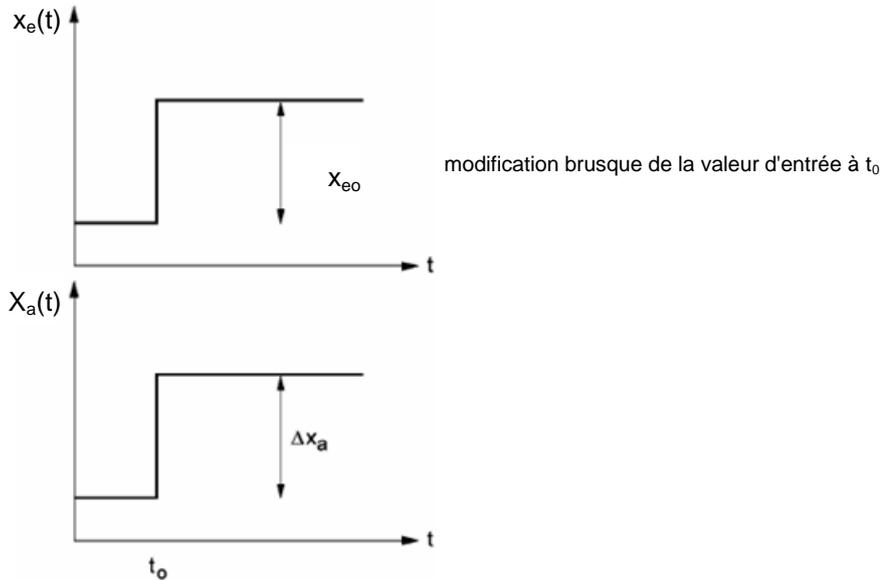


$$x_e(t) = \begin{cases} 0 & \text{pour } t < 0 \\ x_{eo} & \text{pour } t \geq 0 \end{cases}$$

4.4 Boucle de régulation avec compensation

4.4.1 Boucle de régulation proportionnel sans retard

Cette boucle de régulation est appelé P(proportionnel).



Variable régulée / variable de réglage :

$$x = K_{ss} \cdot y$$

K_{ss} : Coefficient proportionnel (gain) pour une modification de valeur de réglage

$$K_{ss} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \tan \alpha$$

Variable régulée / perturbation :

$$x = K_{sz} \cdot z$$

K_{sz} : Valeur proportionnelle pour une modification d'une valeur de perturbation

Plage de réglage :

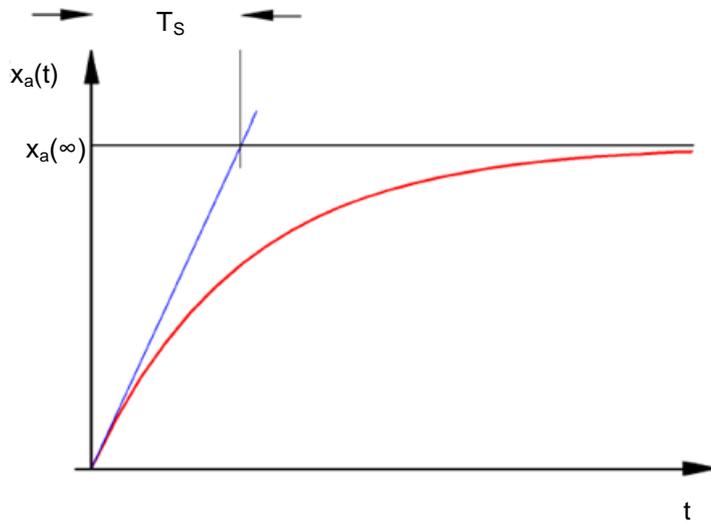
$$y_h = y_{\max} - y_{\min}$$

Plage régulée :

$$x_h = x_{\max} - x_{\min}$$

4.4.2 Boucle de régulation proportionnel avec retard

Cette boucle de régulation est appelée système P-T1.



Équation différentielle pour un signal d'entrée général $x_e(t)$:

$$T_S \cdot \dot{x}_a(t) + x_a(t) = K_{PS} \cdot x_e(t)$$

Solution de l'équation différentielle pour une fonction de "saut de consigne" à l'entrée (réponse indicielle) :

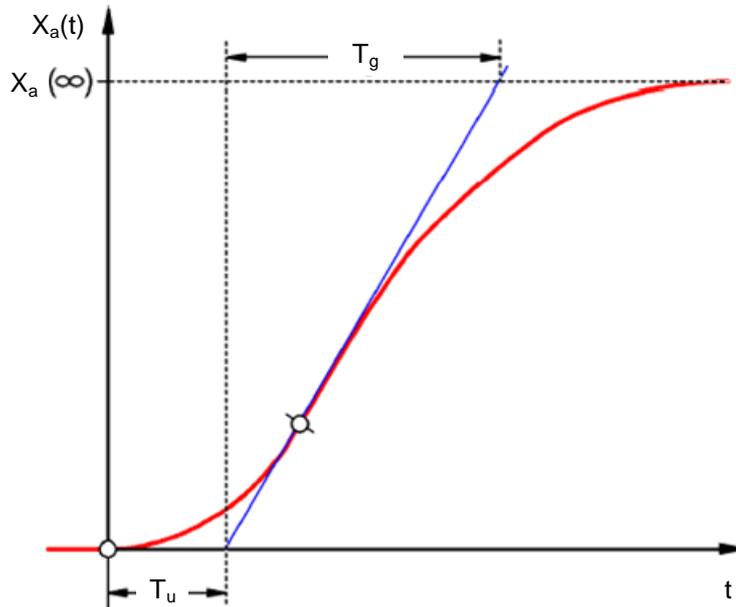
$$x_a(t) = K_{PS} (1 - e^{-t/T_S}) \cdot x_{e0}$$

$$x_a(t = \infty) = K_{PS} \cdot x_{e0}$$

T_S : Constante de temps

4.4.3 Boucle de régulation proportionnel avec deux retards

Cette boucle de régulation est appelée système P-T2.



Tu : Temps de retard Tg : Temps de compensation

Le système est constitué par le montage en série de retour sans effet de deux systèmes P-T1 qui ont pour constantes de temps TS1 et TS2.

Possibilité de régulation des systèmes P-Tn :

$$\frac{T_u}{T_g} < \frac{1}{10} \rightarrow \text{facilement régulier}$$

$$\frac{T_u}{T_g} \approx \frac{1}{6} \rightarrow \text{encore régulier}$$

$$\frac{T_u}{T_g} > \frac{1}{3} \rightarrow \text{difficilement régulier}$$

Lorsque le rapport T_u / T_g augmente, le système est de plus en plus difficile à réguler.

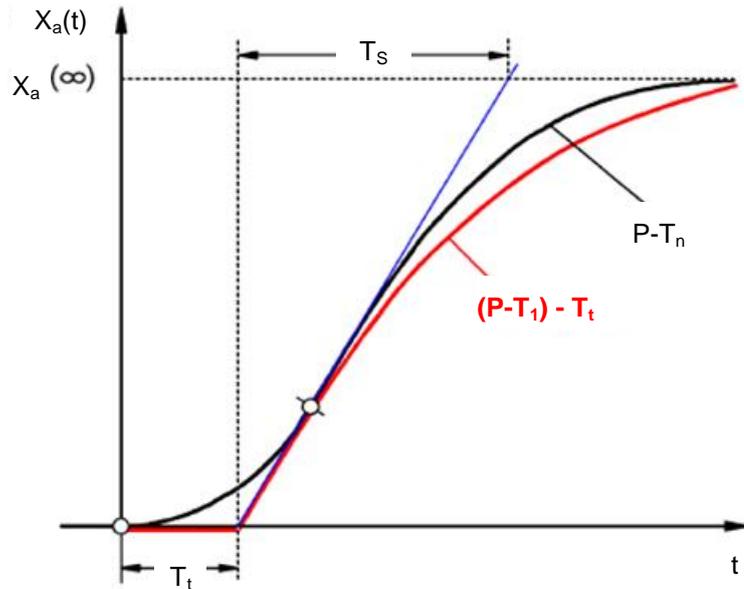
4.4.4 Boucle de régulation proportionnel avec n retards

Cette boucle de régulation est appelé système P-T_n.

Le temps de réponse est ici déterminé par une équation différentielle d'ordre n . La courbe de réponse indicielle est similaire à celle d'un système d'ordre 2 (P-T₂). La réponse temporelle est décrite via T_u et T_g .

Simplification : Une boucle de régulation avec de nombreux temps de retard peut être remplacé par approximation par le montage en série d'un système P-T₁ à temps mort.

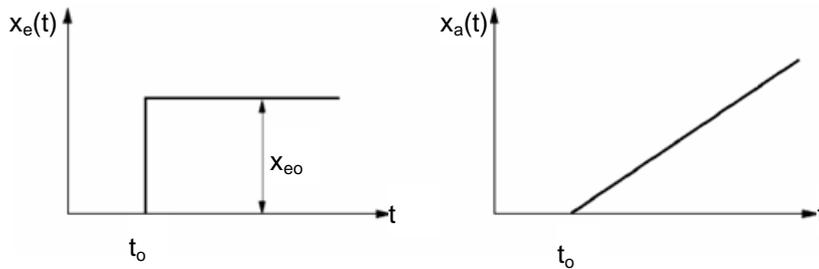
On a : $T_t \gg T_u$ et $T_S \gg T_g$.



4.5 Boucle de régulation sans compensation

Cette boucle de régulation est appelée système I.

Après une perturbation, la valeur régulée augmente indéfiniment, sans essayer d'atteindre une valeur finale fixe.

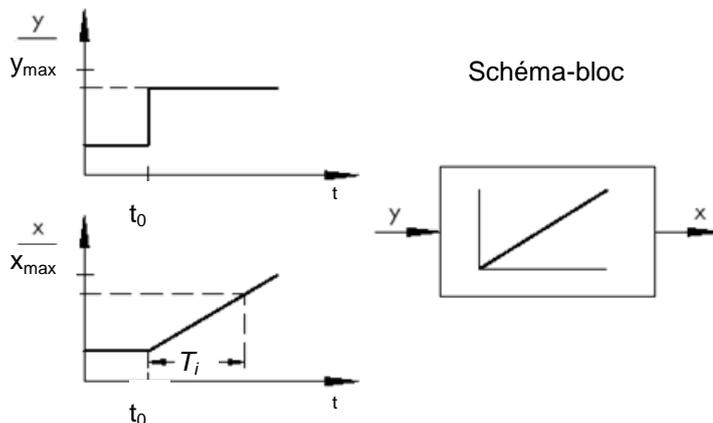


Exemple : Régulation de niveau

Un conteneur avec un tuyau d'écoulement dont les débits volumiques entrant et sortant sont égaux maintiennenen son niveau de remplissage constant. Si le débit entrant ou sortant change l'un par rapport à l'autre, le niveau monte ou diminue. Plus la différence de débit entre les deux est grande, plus la vitesse de vidange ou de remplissage du conteneur est grande.

Cet exemple montre qu'en pratique l'action intégrale a souvent une limite. La valeur de la valeur régulée augmente ou diminue aussi longtemps qu'elle n'a pas atteint la valeur limite au système : débordement du conteneur ou conteneur vide, pression maximum ou pression minimum atteinte, etc.

La figure ci-dessous montre la réponse d'un système intégral par rapport au temps si la variable d'entrée change brutalement, et le schéma-bloc dérivé :



Si le saut de consigne à l'entrée passe à une fonction $x(t)$ quelconque, on a

$$x_a(t) = K_{IS} \int x_e(t) dt \rightarrow \text{Boucle de régulation par intégration}$$

K_{IS} : Coefficient d'intégration de la boucle de régulation

* Figure tirée de SAMSON Technical Information -L102 – Controllers and Controlled Systems, Edition : Août 2000 (http://www.samson.de/pdf_en/l102en.pdf)

4.6 *Régulateurs continus standard*

Les régulateurs discrets, qui n'activent ou ne désactivent qu'une ou deux valeurs régulées, possèdent l'avantage de leur simplicité. Le régulateur lui-même, tout comme l'actionneur et l'organe de réglage, est de nature simple et ainsi plus avantageux qu'un régulateur continu.

Cependant, les régulateurs discrets ont plusieurs désavantages. Par exemple, si de grosses charges telle que des gros moteurs électriques ou des groupes frigorifiques doivent être commandés, des grands pics de charge peuvent se produire, ce qui peut surcharger l'alimentation. Pour cette raison, on ne commute généralement pas entre directement "EN" et "Hors", mais plutôt entre pleine puissance (« pleine charge ») et puissance significativement plus faible de l'actionneur (« Charge de base »), et de l'organe de réglage. Mais même avec ces améliorations, une régulation continue n'est pas compatible pour de nombreuses applications. Imaginez un moteur de voiture dont la vitesse est régulée avec un régulateur discret. Il n'y aurait rien entre le ralenti et la pleine vitesse. Outre le fait qu'il serait impossible de transmettre les forces à la route au travers des roues de manière constante lors d'un passage soudain à pleine vitesse, une telle voiture serait totalement inadaptée à la circulation routière.

Pour ce type d'applications, on utilise donc des régulateurs continus. En théorie Dans le contexte mathématique, que l'organe de régulation établi entre la différence de régulation et la grandeur de la sortie de régulation, presque aucune limite. En pratique, on différencie trois types standards classiques de régulateurs continus lesquels seront traités de façon plus approfondies par la suite.

4.6.1 Régulateur proportionnel (régulateur P)

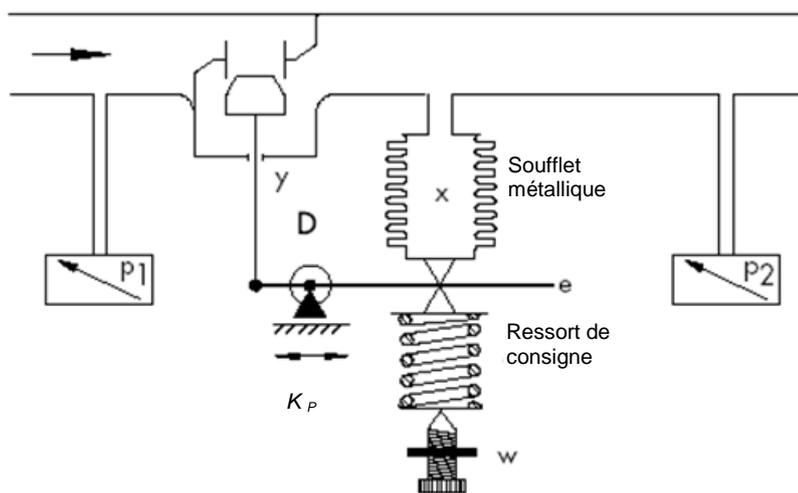
Dans le cas d'un régulateur P, la valeur à réguler y est toujours proportionnelle à l'écart de régulation mesuré ($y \sim e$). Il en résulte que le régulateur P réagit sans retard à un écart de régulation et génère une valeur réglée uniquement en présence d'un écart e .

Le régulateur proportionnel de pression représenté dans la figure ci-dessous compare la force FS du ressort de consigne avec la force FB que la pression p_2 génère dans le soufflet métallique à ressorts élastiques. Si les forces ne sont pas équilibrées, le levier tourne autour du point de pivot D. La position de la soupape \tilde{n} change et la pression p_2 est alors réglée jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre des forces s'établisse.

Le comportement du régulateur P en cas d'écart soudain est représenté ci-dessous.

L'amplitude du saut de consigne de la valeur réglée y dépend de l'importance de l'écart e et de la valeur du gain (coefficient de proportionnalité) K_p .

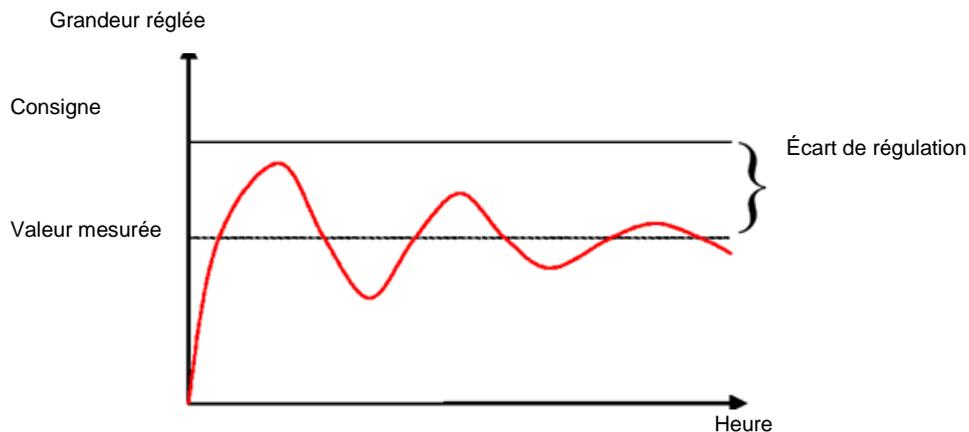
Pour garder un écart faible, un facteur proportionnel aussi grand que possible doit être choisi. Une augmentation du coefficient entraîne une réponse plus rapide du régulateur. Toutefois, une valeur trop grande pourrait provoquer des dépassements et une grande instabilité de la part du régulateur.



$$y = K_p \cdot e$$

* Figure et texte tirés de SAMSON Technical Information - L102 – Controllers and Controlled Systems, Edition : Août 2000 (**Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.**)

Le graphique ci-dessous démontre le comportement d'un régulateur P :



Les avantages de ce type de régulateur résident d'une part dans sa simplicité (l'implantation électronique peut, dans le cas le plus simple, se composer d'une seule résistance), et d'autre part dans sa rapidité de réponse par rapport à d'autres régulateurs.

Mais son défaut principal est l'écart de régulation permanent, la consigne n'est jamais complètement atteinte, même à long terme. Cet inconvénient, tout comme le temps de réponse pas encore idéal, ne peut être minimisé suffisamment en appliquant un gain plus grand, puisqu'il y a alors risque de dépassement, c'est-à-dire de sur-réaction du régulateur. Dans le pire des cas, le régulateur entre dans un état d'oscillation permanent. La valeur réglée est périodiquement éloignée de la consigne, non plus par une perturbation, mais par le régulateur lui-même.

Le problème de l'écart de régulation permanent est mieux résolu avec un régulateur intégral supplémentaire.

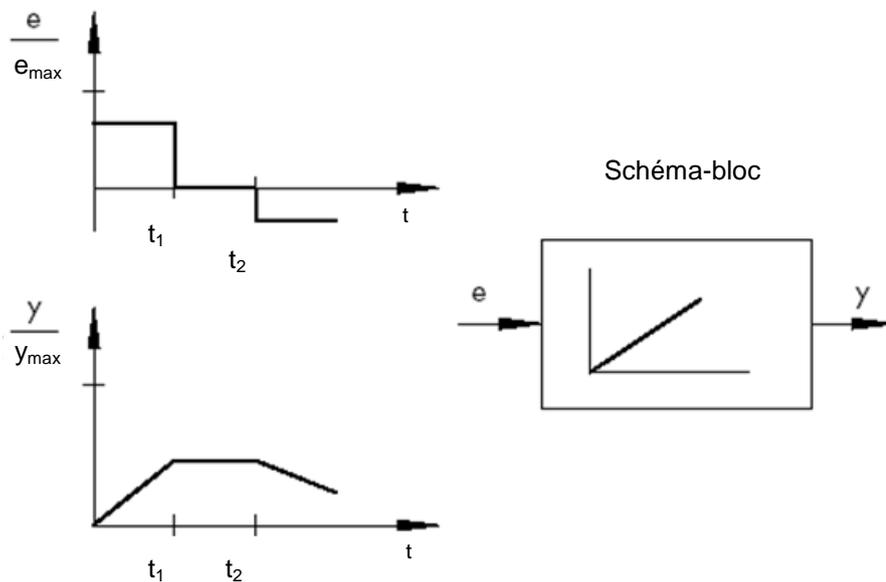
4.6.2 Régulateur intégral (régulateur I)

Les régulateurs à action intégrale sont utilisés pour annuler complètement les écarts de régulation à chaque point de fonctionnement. Tant que l'écart n'est pas nul, la valeur de la valeur réglée change. C'est seulement lorsque la valeur de référence et la valeur réglée sont égales (au plus tard lorsque la valeur réglée atteint une valeur limite au système (U_{max}, P_{max}, etc.) que le régulateur à boucle fermée est dans un état stable.

L'équation mathématique du comportement intégral est la suivante : La valeur réglée est proportionnelle à l'intégrale de temps de l'écart de régulation.

$$y = K_i \int e \, dt \quad \text{avec :} \quad K_i = \frac{1}{T_n}$$

La vitesse à laquelle la valeur réglée croît (ou décroît) dépend de l'écart de régulation et du temps d'intégration.

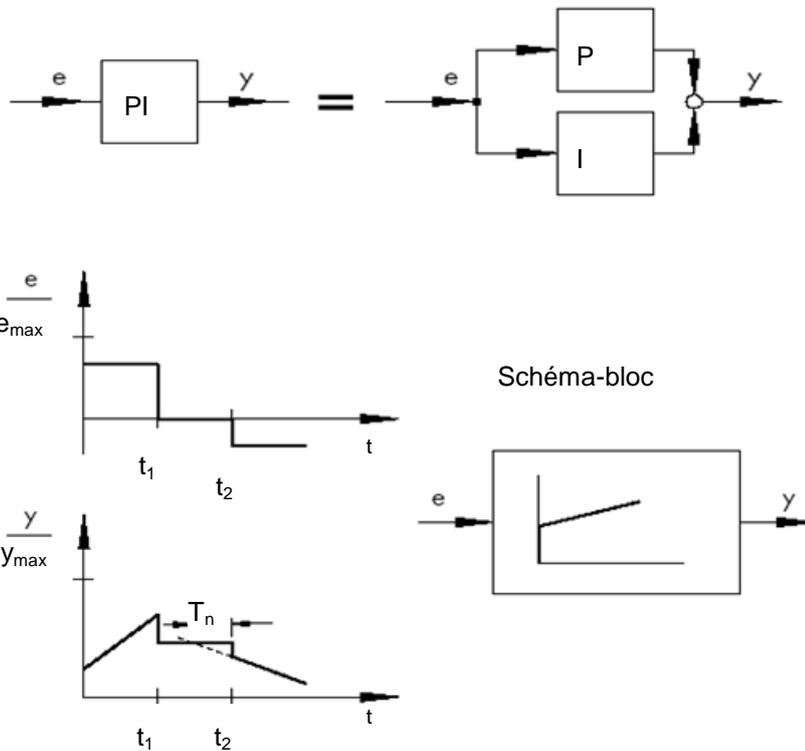


* Figure et texte tirés de SAMSON Technical Information - L102 – Controllers and Controlled Systems, Edition : Août 2000 (Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.)

4.6.3 Régulateur PI

Le régulateur PI est souvent utilisé dans la pratique. Il est obtenu en connectant un régulateur P et un régulateur I en parallèle

Dimensionné correctement, il réunit les avantages des deux régulateurs (stabilité et rapidité, pas d'écart de régulation constant), compensant en même temps leurs inconvénients respectifs.



Le comportement par rapport au temps est caractérisé par un gain K_p et un temps d'intégration T_n . Grâce à la partie proportionnelle, la valeur réglée répond immédiatement à chaque écart, alors que la partie intégrale ne prend effet qu'au cours du temps. T_n représente le temps qui s'écoule jusqu'à ce que la partie I crée une amplitude de réglage égale à celle qui apparaît immédiatement dans la partie P (K_p). De même que pour le régulateur I, le temps d'intégration T_n doit être diminué si l'on veut augmenter la partie intégrale.

Dimensionnement du régulateur :

Avec le réglage des valeurs K_p et T_n , le dépassement de la valeur réglée peut être réduit au détriment de la réponse dynamique du système asservi.

Applications d'un correcteur PI : boucles d'asservissement rapides qui n'autorisent pas d'écart de régulation constant.

Exemples : Régulations de pression, de température et personnalisée.

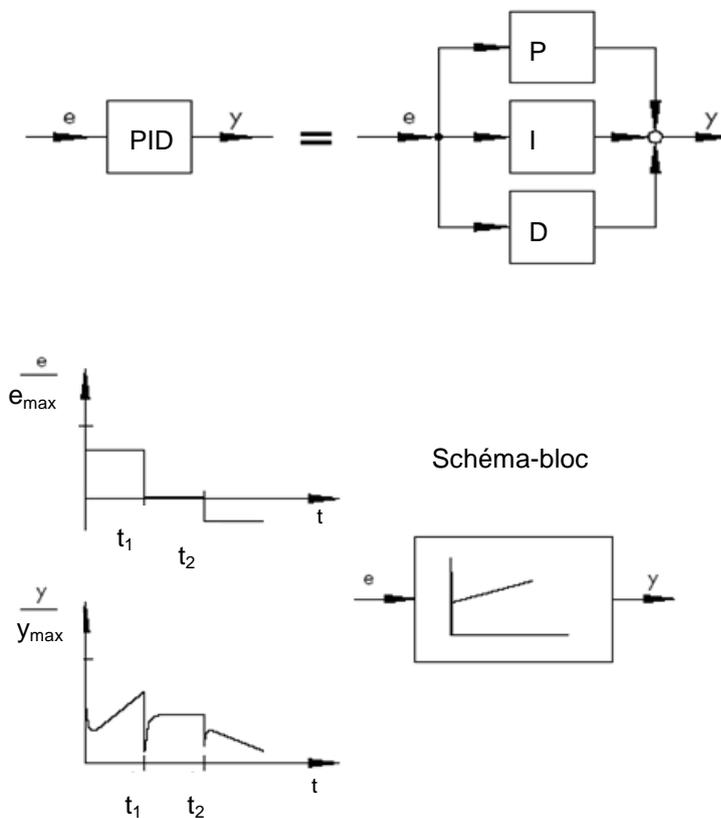
* Figure et texte tirés de SAMSON Technical Information - L102 – Controllers and Controlled Systems, Edition : Août 2000 (**Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.**)

4.6.4 Régulateur à action dérivée (régulateur D)

Le régulateur D génère sa valeur réglée à partir de la vitesse de variation de l'écart de régulation et non de son amplitude, comme le fait le régulateur P. Pour cette raison, il répond considérablement plus vite que ce dernier. Même si l'écart est faible, il génère un signal de grande amplitude dès qu'une variation d'amplitude se produit, comme s'il essayait de prévoir l'écart. Cependant, le régulateur D ne détecte pas les écarts de régulation constants, car peu importe leur amplitude, leur taux de variation est nul. Pour cette raison, ce régulateur n'est que rarement utilisé tout seul en pratique. Par contre, il est utilisé conjointement avec d'autres régulateur, notamment avec un régulateur proportionnel.

4.6.5 régulateur PID

Si on rajoute un régulateur D à notre régulateur PI, on crée le régulateur PID. Comme dans le cas du régulateur PD, l'ajout d'un composant D a pour effet, avec un dimensionnement correct, d'augmenter la rapidité (la consigne est atteinte plus rapidement) et la stabilité (l'état stable est atteint plus vite).



$$y = K_p \cdot e + K_i \int e dt + K_D \frac{de}{dt} \quad \text{avec : } K_i = \frac{K_p}{T_n}; K_D = K_p \cdot T_V$$

* Figure et texte tirés de SAMSON Technical Information - L102 – Controllers and Controlled Systems, Edition : Août 2000 (**Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.**http://www.samson.de/pdf_de/l102de.pdf)

4.7 Paramétrage du régulateur à l'aide de l'essai d'oscillation

Pour que le résultat de la régulation soit satisfaisant, le choix d'un bon régulateur est essentiel. Mais, encore plus important, il faut savoir régler correctement les paramètres K_p , T_n et T_v , qui doivent être ajustés au comportement de la boucle de régulation. La plupart du temps, on doit faire un compromis entre une boucle de régulation très stable mais lente ou très dynamique mais moins stable, qui peut avoir tendance à osciller sous certaines circonstances et donc devenir instable.

Dans le cas des systèmes non linéaires qui fonctionnent toujours au même point (comme ceux à consigne fixe), les paramètres du régulateur doivent être ajustés au comportement de la boucle de régulation en ce point. Si, à un point de fonctionnement ne peut pas être défini, comme pour le cas d'un système de poursuite, il faut trouver un réglage qui fournira un résultat de régulation suffisamment rapide et stable sur toute la plage de fonctionnement.

En pratique, le paramétrage du régulateur se fait surtout à partir de valeurs d'expérience.

Si ces valeurs ne sont pas connues, il faut analyser précisément le comportement de la boucle de régulation, pour ensuite pouvoir, à l'aide de différentes méthodes de conception théoriques ou pratiques, définir les bons paramètres dans le régulateur.

Une possibilité pour la définition de ces paramètres est la méthode d'essai d'oscillation de Ziegler-Nichols. Elle offre une interprétation simple applicable dans de nombreux cas. Cependant, cette procédure de paramétrage ne peut être utilisée que pour les boucles de régulation qui permettent de faire osciller leur valeur de régulation automatiquement.

La procédure est la suivante :

- Sur le régulateur, mettre les paramètres K_p et T_v à la valeur la plus basse, et T_n à la valeur la plus haute (réglage ayant le moins d'effet sur le régulateur).
- Régler manuellement la boucle de régulation au point de fonctionnement désiré (Démarrer de la régulation).
- Régler la valeur du régulateur à la valeur manuel donnée, puis passez en mode automatique.
- Augmenter K_p (réduire X_p) jusqu'à ce que les oscillations harmoniques de la valeur réglée soient reconnaissables. Si cela est possible lors du réglage de K_p , à l'aide de petits changements brusques de consigne, d'arriver à faire osciller la boucle de régulation.
- Noter la valeur de K_p définie comme valeur proportionnelle critique auxiliaire. Déterminer la durée d'une oscillation complète en tant que T_{crit} , éventuellement avec un chronomètre en faisant une moyenne arithmétique de plusieurs oscillations.
- Multiplier les valeurs de $K_{p,crit}$ et T_{crit} avec les facteurs selon la table ci-dessous et paramétrer ensuite les valeurs trouvées de K_p , T_n et T_v dans le régulateur.

| | K_p | T_n | T_v |
|-----|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| P | $0.50 \times K_{p.crit.}$ | - | - |
| PI | $0.45 \times K_{p.crit.}$ | $0.85 \times T_{crit.}$ | - |
| PID | $0.59 \times K_{p.crit.}$ | $0.50 \times T_{crit.}$ | $0.12 \times T_{crit.}$ |

* Figure et texte tirés de SAMSON Technical Information - L102 – Controllers and Controlled Systems, Edition : Août 2000 (http://www.samson.de/pdf_en/l102en.pdf)

4.8 Paramétrage d'un régulateur à l'aide de l'approximation T_u-T_g

Le paramétrage d'une boucle de régulation s'effectue ici en se basant sur l'exemple d'un système PT2.

Approximation T_u-T_g

La base des méthodes de Ziegler-Nichols et de Chien-Hrones-Reswick est l'approximation T_u-T_g , qui détermine le coefficient de transfert du système asservi K_S , le temps de retard T_u et le temps de compensation T_g à l'aide de la réponse indicielle

Les règles de configuration décrites ci-dessous ont été trouvées de manière expérimentale en utilisant des simulations sur calculateur analogique.

Il est possible de décrire des systèmes P- T_N avec suffisamment de précision en utilisant l'approximation T_u-T_g , par l'approximation au moyen d'un système P- T_1-T_L .

Le point de sortie est la réponse indicielle du système à une entrée de saut d'amplitude K . Les paramètres recherchés, à savoir, valeur du coefficient de transfert du système K_S , temps de retard T_u et temps de compensation T_g sont déterminés comme le montre la figure ci-dessous.

Il est nécessaire de mesurer la fonction de transition jusqu'à ce qu'on atteigne la valeur finale de l'état stationnaire ($K \cdot K_S$), afin de déterminer la valeur du coefficient de transfert du système K_S nécessaire aux calculs.

L'avantage principal de cette méthode est que cette approximation peut aussi être utilisée si la boucle de régulation n'est pas étudiable analytiquement.

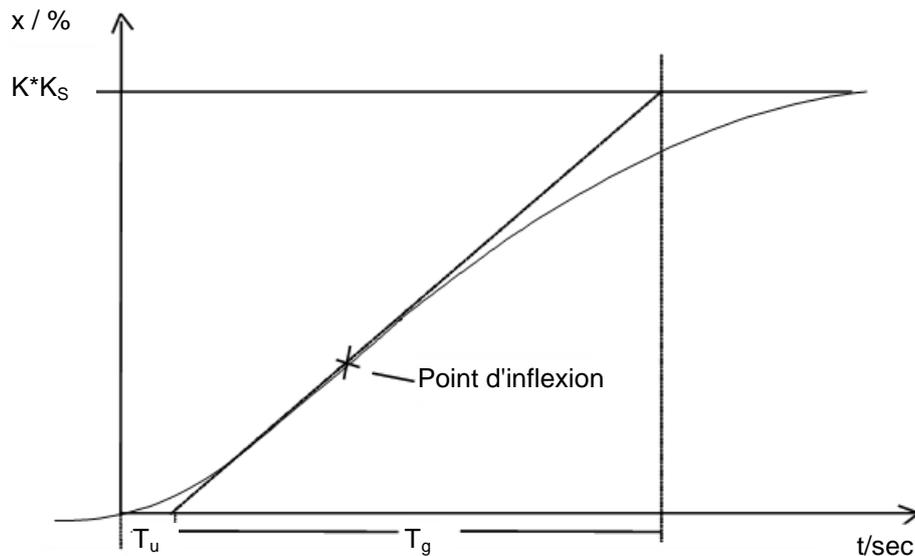


Figure : Approximation T_u-T_g

4.8.1 Réglage du régulateur PI avec la méthode de Ziegler-Nichols

En étudiant les systèmes P-T₁-T_L, Ziegler et Nichols ont découvert les paramètres optimaux du régulateur pour une régulation à consigne fixe :

$$K_{PR} = 0,9 \frac{T_g}{K_S T_u}$$

$$T_N = 3,33 T_u$$

Ce réglage donne en général une réponse satisfaisante aux perturbations.

4.8.2 Réglage du correcteur PI avec la méthode de Chien-Hrones-Reswick

En ce qui concerne cette méthode, la réponse aux modifications de consigne tout comme la réponse aux perturbations est étudiée dans le but d'obtenir les meilleurs paramètres possibles. Différentes valeurs résultent suivant les deux cas. De plus, les deux réglages sont respectivement effectués afin de répondre aux différentes conditions pour obtenir un asservissement de qualité.

Ces réglages sont les suivants :

- Pour les perturbations :

Régime transitoire apériodique
avec durée la plus courte

$$K_{PR} = 0,6 \frac{T_g}{K_S T_u}$$

$$T_N = 4 T_u$$

Dépassement de 20 % de la durée
minimale d'oscillation

$$K_{PR} = 0,7 \frac{T_g}{K_S T_u}$$

$$T_N = 2,3 T_u$$

- Pour les changements de consigne :

Régime transitoire apériodique avec
durée la plus courte

$$K_{PR} = 0,35 \frac{T_g}{K_S T_u}$$

$$T_N = 1,2 T_g$$

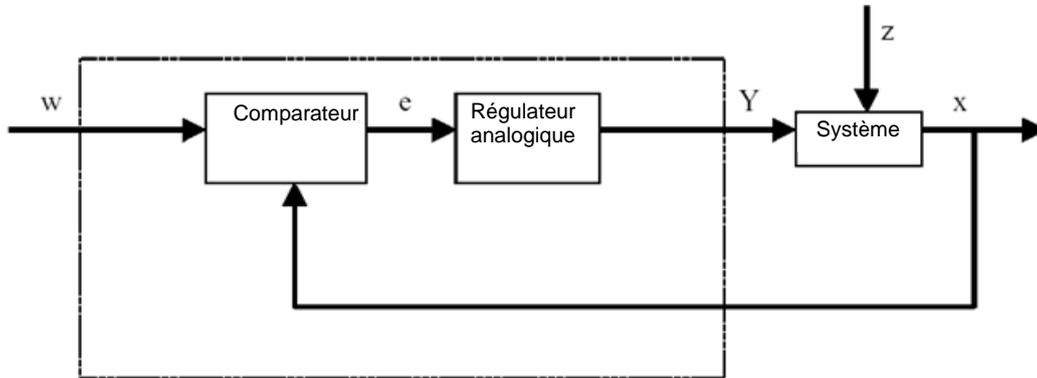
Dépassement de 20 % de la
durée minimale d'oscillation

$$K_{PR} = 0,6 \frac{T_g}{K_S T_u}$$

$$T_N = T_g$$

4.9 Régulateur numérique

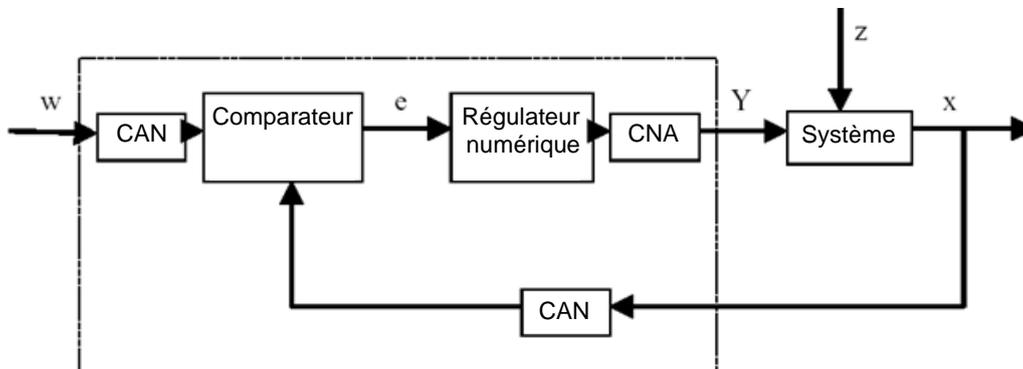
Jusqu'ici, nous avons principalement vu les régulateurs analogiques, des ceux-ci traitent la valeur analogique de l'écart de régulation pour en déduire de manière analogique une compensation corrective. Le schéma d'un tel asservissement est maintenant connu :



Cependant, il est souvent avantageux d'effectuer l'évaluation de la différence de régulation numériquement. D'un côté, la relation entre l'écart et la compensation peut être déterminée avec beaucoup plus de souplesse si elle est définie par un algorithme ou une formule avec laquelle un ordinateur peut être programmé, plutôt que d'avoir à le mettre en œuvre sous la forme d'un circuit analogique. D'un autre côté, une intégration nettement meilleure des circuits est possible en technique numérique, pour qu'un plus grand nombre de régulateurs puissent tenir dans un espace plus restreint. Et enfin, en distribuant les capacités de calcul (si la puissance de l'ordinateur le permet), il est même possible d'utiliser un seul ordinateur comme régulateur de plusieurs boucles de régulations.

Pour qu'un traitement numérique des valeurs soit possible, la valeur d'entrée de référence ainsi que la valeur de retour sont d'abord converties par un convertisseur analogique/numérique (CAN) en valeurs numériques. Ensuite, un comparateur numérique soustrait l'un par rapport à l'autre, et la différence est transmise au régulateur numérique. La sortie du régulateur est alors reconvertie à son tour en une valeur analogique, en passant à travers un convertisseur numérique/analogique (CNA). Ainsi, l'ensemble des convertisseurs, du comparateur et du régulateur apparaît comme un régulateur analogique.

Le schéma-bloc ci-dessous représente la configuration d'un régulateur numérique :



Malgré les avantages de la conversion numérique du régulateur, certains inconvénients subsistent. Pour cette raison, les valeurs de plusieurs variables en lien avec le régulateur numérique doivent être choisies suffisamment grandes pour que la précision du régulateur ne soit pas compromise.

Les critères de qualité pour les convertisseurs numériques sont :

- La résolution du convertisseur numérique-analogique.
Elle détermine avec quelle précision la plage de valeurs numériques sera étalonnée. La résolution choisie doit être d'une précision assez grande pour que le régulateur ne perde pas des informations importantes.
- Le taux d'échantillonnage du convertisseur numérique-analogique.
Il se rapporte à la fréquence à laquelle les valeurs analogiques en cours de lecture dans le convertisseur sont mesurées et numérisées. Il doit être assez élevé pour que le correcteur puisse répondre suffisamment rapidement aux variations de la valeur réglée.
- Le temps de cycle
Chaque régulateur numérique est traité cycliquement, à la différence d'un régulateurs analogique. La vitesse de traitement de l'ordinateur utilisé doit être suffisamment rapide pour qu'il n'y ait pas de changements significatifs de la valeur réglée durant un temps de cycle (temps durant lequel la valeur de sortie est calculée et durant lequel aucune entrée n'est prise en compte).

La qualité d'un régulateur numérique doit être suffisamment élevée afin que le résultat sur la valeur réglée de sortie soit aussi rapide et précis que sur un régulateur analogique.

5 Énoncé du problème

Ce chapitre il s'agit d'étendre le programme du chapitre Valeurs analogiques "SCE_FR_032-500_Analog_Values" avec un régulateur PID pour le réglage de la vitesse. Pour ce faire, l'appel de la fonction "MOTOR_SPEEDCONTROL" [FC10] doit être supprimé.

6 Planification

Le TIA Portal dispose de l'objet technologique PID_Compact pour la technique de régulation. .

Pour permettre le fonctionnement du moteur avec une vitesse réglée, cet objet technologique remplace le bloc "MOTOR_SPEEDCONTROL" [FC10].

Ceci s'effectue sous forme d'extension dans le projet "032-500_Analog_Values". Ce projet doit d'abord être désarchivé.

L'appel de la fonction "MOTOR_SPEEDCONTROL" [FC10] doit être supprimé dans le bloc d'organisation "Main" [OB1] avant que l'objet technologique puisse être appelé dans un OB d'alarme cyclique et ensuite paramétré.

L'objet technologique PID_Compact doit maintenant être configuré et mis en service.

6.1 Bloc de régulation PID_Compact

L'objet technologique PID_Compact permet de disposer d'un régulateur PID avec optimisation intégrée pour organes de réglage à action proportionnelle.

Les modes suivants sont disponibles :

- Inactif
- Optimisation préalable
- Optimisation fine
- Mode automatique
- Mode manuel
- Valeur de sortie de remplacement avec surveillance d'erreurs

A cette étape, ce régulateur doit être paramétré, paramétré et mis en service pour le mode automatique.

Lors la mise en service, nous utiliserons les algorithmes d'optimisation intégrés et nous enregistrerons le comportement de régulation du système réglé.

L'appel de l'objet technologique PID_Compact s'effectue toujours dans un OB d'alarme cyclique, dont le temps de cycle est défini de manière fixe à 50 ms.

La présélection de la consigne de vitesse s'effectue sous la forme d'une constante à l'entrée "Setpoint" de l'objet technologie PID_Compact exprimée en tours par minute (plage : +/- 50 tr/min). Le type de données est en virgule flottante 32 bits (Real).

La mesure (valeur réelle) de vitesse -B8 (Capteur de mesure de la vitesse réelle du moteur +/-10V correspondent à +/- 50 tr/min) est saisie sur l'entrée "Input_PER".

La sortie du régulateur "Output_PER" est directement paramétrée au signal -U1 (valeur de réglage de la vitesse du moteur dans les deux directions +/-10V correspondent à +/- 50 tr/min).

Le régulateur ne doit être activé aussi longtemps que la sortie -Q3 (Moteur du convoyeur -M1 vitesse variable) est commandée. Si celle-ci n'est pas commandée, alors le régulateur doit être mis en mode inactif au travers de l'entrée "Reset".

6.2 Schéma technologique

Vous voyez ici le schéma technologique de l'énoncé du problème.

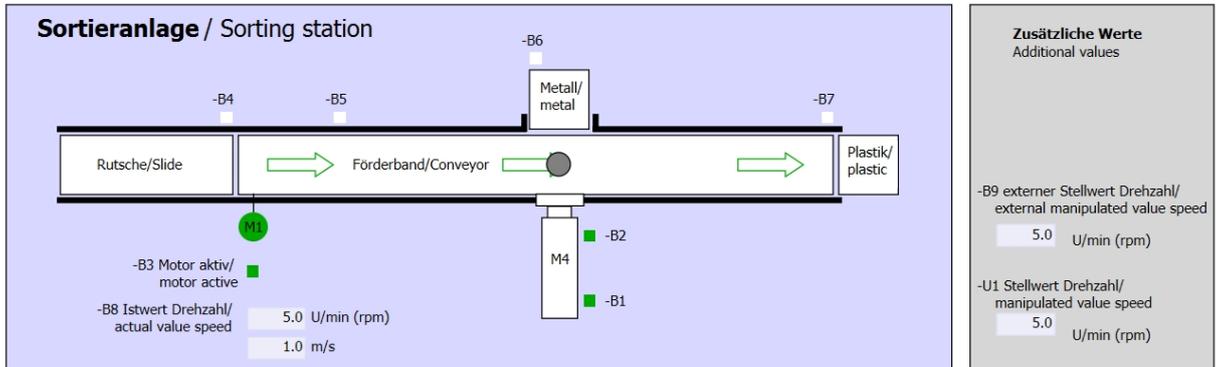


Figure 1 : Schéma technologique

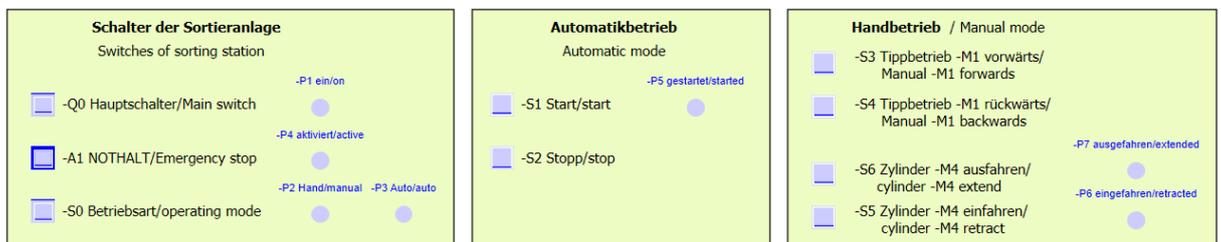


Figure 2 : Pupitre de commande

6.3 Tableau d'affectation

Les signaux suivants seront nécessaires pour cette tâche, au titre d'opérandes globaux.

| DI | Type | Désignation | Fonction | NF/NO |
|-------|------|-------------|---|----------------------|
| E 0.0 | BOOL | -A1 | Alarme Arrêt d'urgence ok | NF |
| E 0.1 | BOOL | -K0 | Installation "Marche" | NO |
| E 0.2 | BOOL | -S0 | Commutateur mode manuel (0) / automatique (1) | Manuel = 0 Auto=1 |
| E 0.3 | BOOL | -S1 | Bouton poussoir démarrage automatique | NO |
| E 0.4 | BOOL | -S2 | Bouton poussoir arrêt automatique | NF |
| E 0.5 | BOOL | -B1 | Capteur vérin -M4 rentré | NO |
| E 1.0 | BOOL | -B4 | Capteur toboggan occupé | NO |
| E 1.3 | BOOL | -B7 | Capteur de pièce en fin de convoyeur | NO |
| EW64 | BOOL | -B8 | Capteur Mesure vitesse du moteur +/-10V correspondant à +/- 50 tr/min | |

| DO | Type | Désignation | Fonction | |
|-------|------|-------------|--|--|
| A 0.2 | BOOL | -Q3 | Moteur du convoyeur -M1 vitesse variable | |
| AW 64 | BOOL | -U1 | Valeur de réglage de la vitesse du moteur dans les 2 directions +/-10V correspondant à +/- 50 tr/min | |

Légende de la liste d'affectation

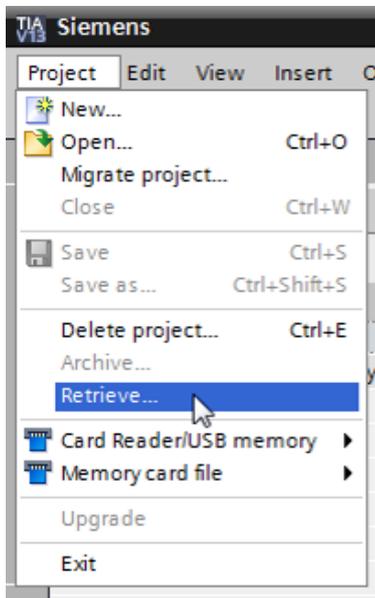
| | | | |
|----|---|----|-------------------|
| DI | Entrée TOR | DO | Sortie TOR |
| AI | Entrée analogique | AQ | Sortie analogique |
| I | Entrée | Q | Sortie |
| NF | Normalement fermé (contact à ouverture) | | |
| NO | Normalement ouvert (contact à fermeture) | | |

7 Instructions structurées par étapes

Vous trouverez ci-après une instruction pour réaliser la planification. Si vous êtes déjà expérimenté, les étapes numérotées vous suffisent. Dans le cas contraire, orientez-vous à l'aide des étapes suivantes de l'instruction.

7.1 Désarchiver un projet existant

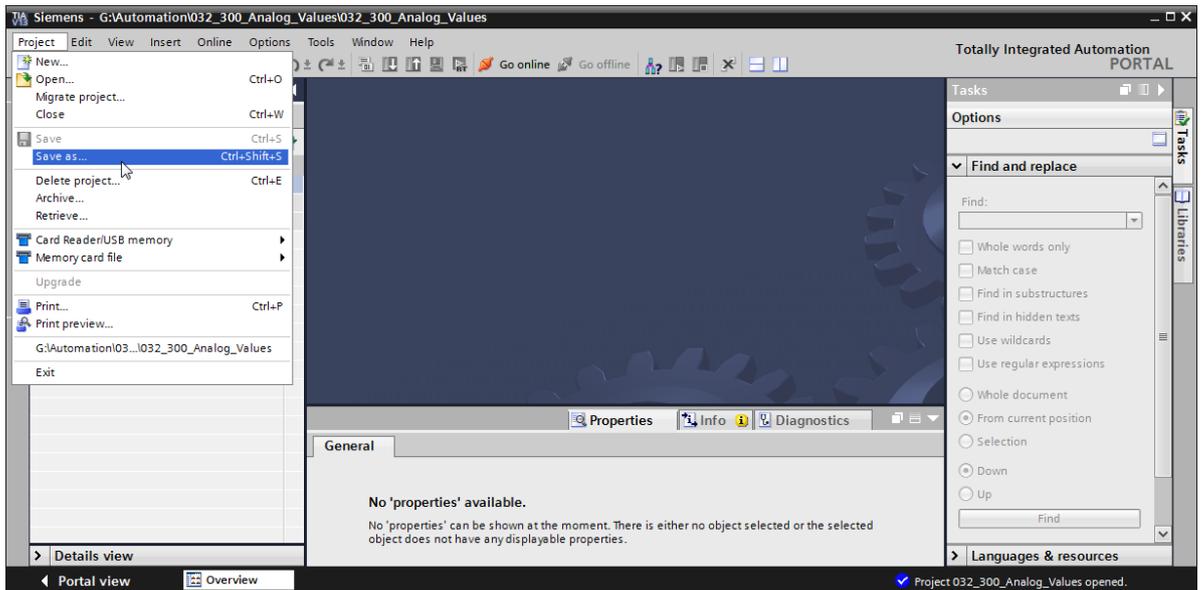
- Avant de pouvoir étendre le projet "SCE_FR_032-500_Analog_Values_R1508.zap13" du chapitre Valeurs analogiques "SCE_FR_032-500_Analog_Values", il faut le désarchiver. Pour désarchiver un projet existant, vous devez rechercher l'archive à partir de la vue de projet sous → Projet → Désarchiver. Confirmez votre choix avec "Ouvrir".
(→ Projet → Désarchiver → Sélection d'une archive .zap → Ouvrir)



- La prochaine étape consiste à sélectionner le répertoire cible pour enregistrer le projet désarchivé. Confirmez votre sélection par "OK".
(→ Répertoire cible → OK)

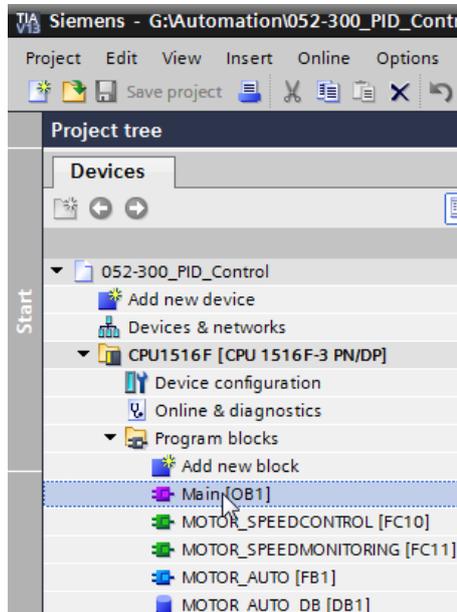
→ Enregistrer le projet sous 052-300_PID_Controller.

(→ Projet → Enregistrer sous ... → 052-300_PID_Controller → Enregistrer)

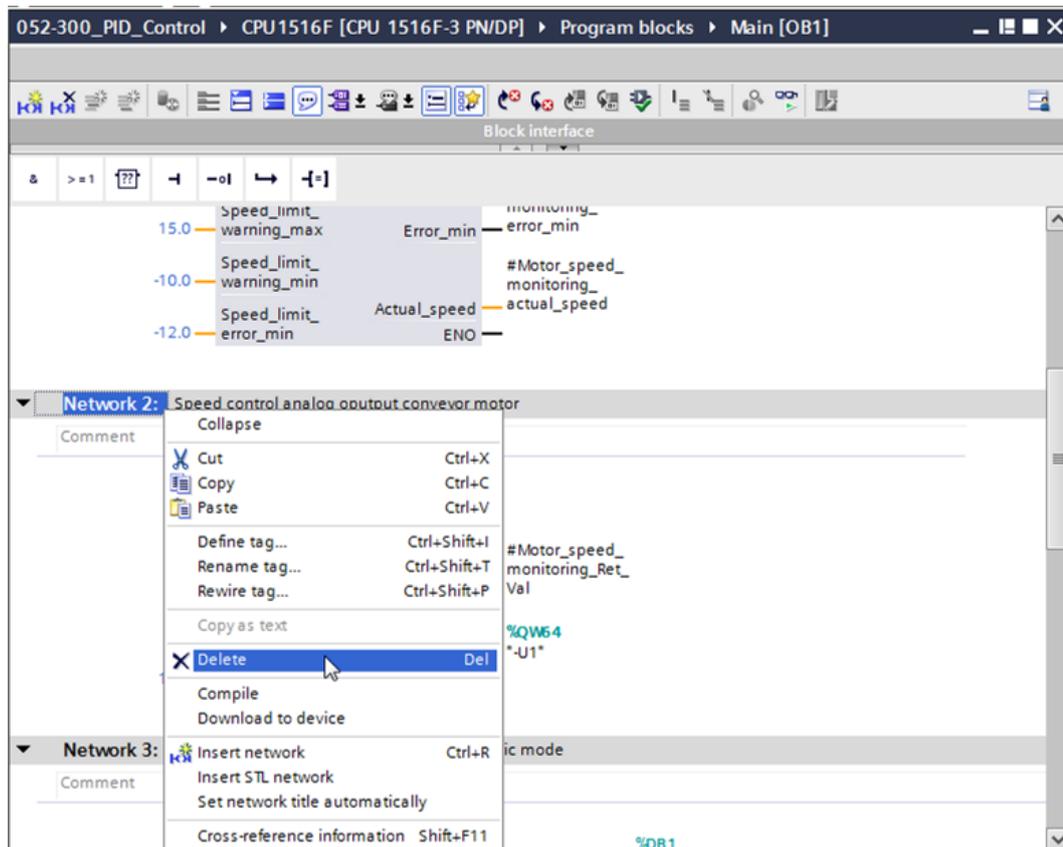


7.2 Appel du régulateur PID_Compact dans un OB d'alarme cyclique

→ Ouvrez le bloc d'organisation Main[OB1] par un double clic.

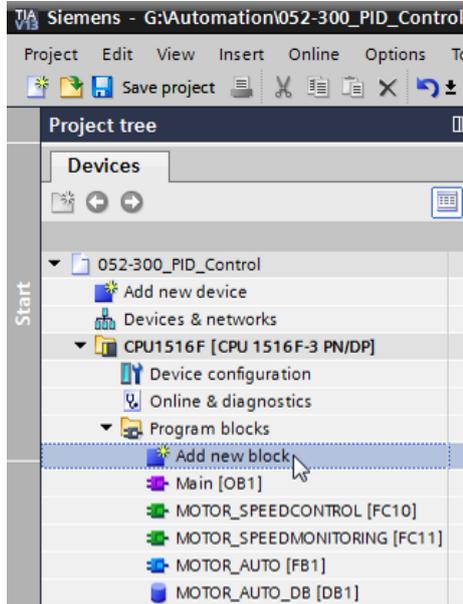


→ Supprimez le réseau 2 contenant l'appel de la fonction "MOTOR_SPEEDCONTROL" [FC10] qui n'est plus utile.
(→ Réseau 2 → Supprimer)



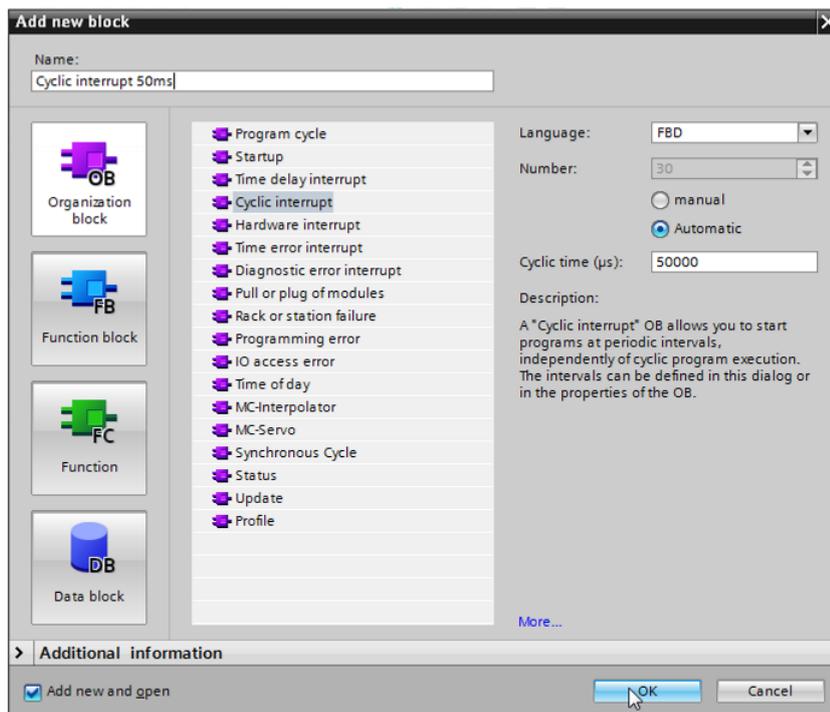
→ Nous avons besoin d'un OB d'alarme cyclique pour appeler le régulateur PID_Compact.
Sélectionnez donc la commande "Ajouter nouveau bloc" dans le dossier Blocs de programme.

(→ Blocs de programme → Ajouter nouveau bloc)

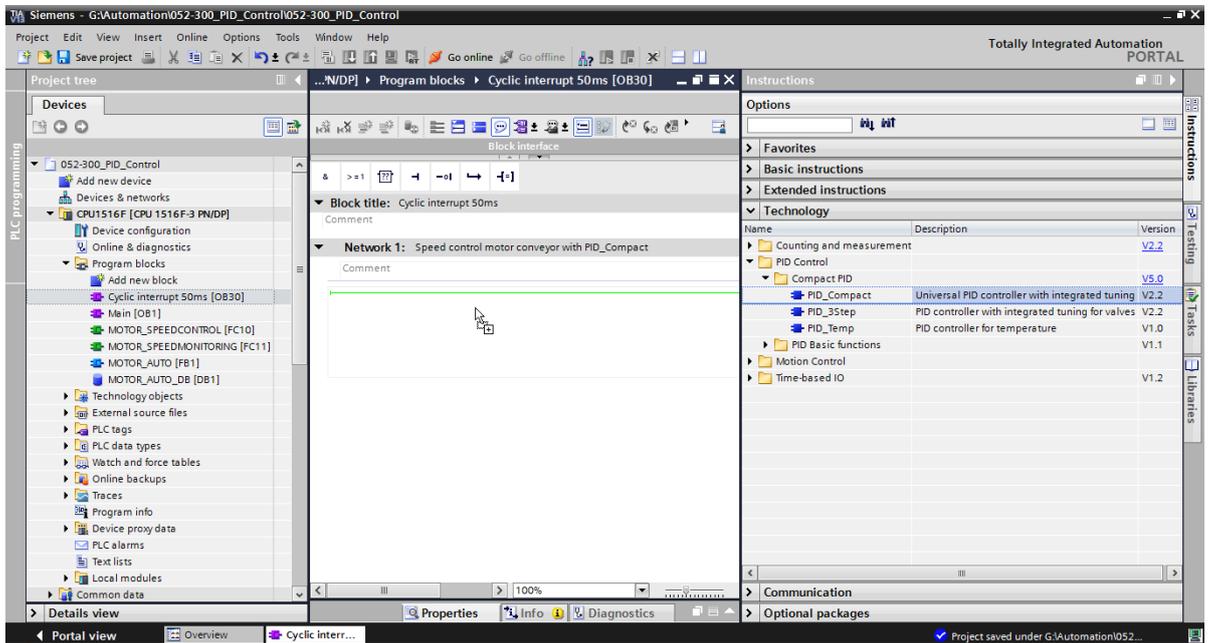


→ Dans le dialogue suivant, choisissez  et nommez l'OB d'alarme cyclique avec le nom : "Cyclic interrupt 50ms" Choisissez le langage LOG et attribuez le temps de cycle 50000 µs. Activez la case à cocher "Ajouter nouveau et ouvrir". Cliquez sur "OK".

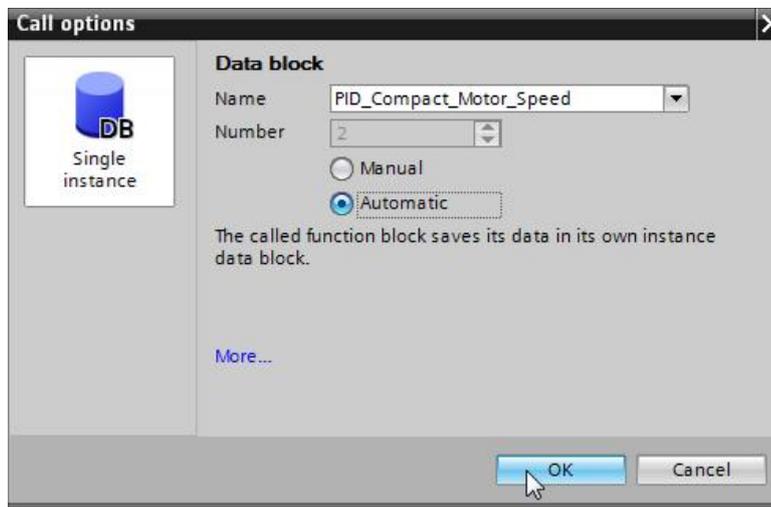
(→  → Nom : Cyclic interrupt 50ms → Langue : LOG → Temps de cycle (µs) : 50000
→ Ajouter nouveau et ouvrir → OK)



- Le bloc est directement ouvert. Attribuez maintenant des commentaires pertinents et faites ensuite glisser l'objet technologique "PID_Compact" dans le réseau 1.
 (→ Technologie → PID Control → Compact PID → PID_Compact)

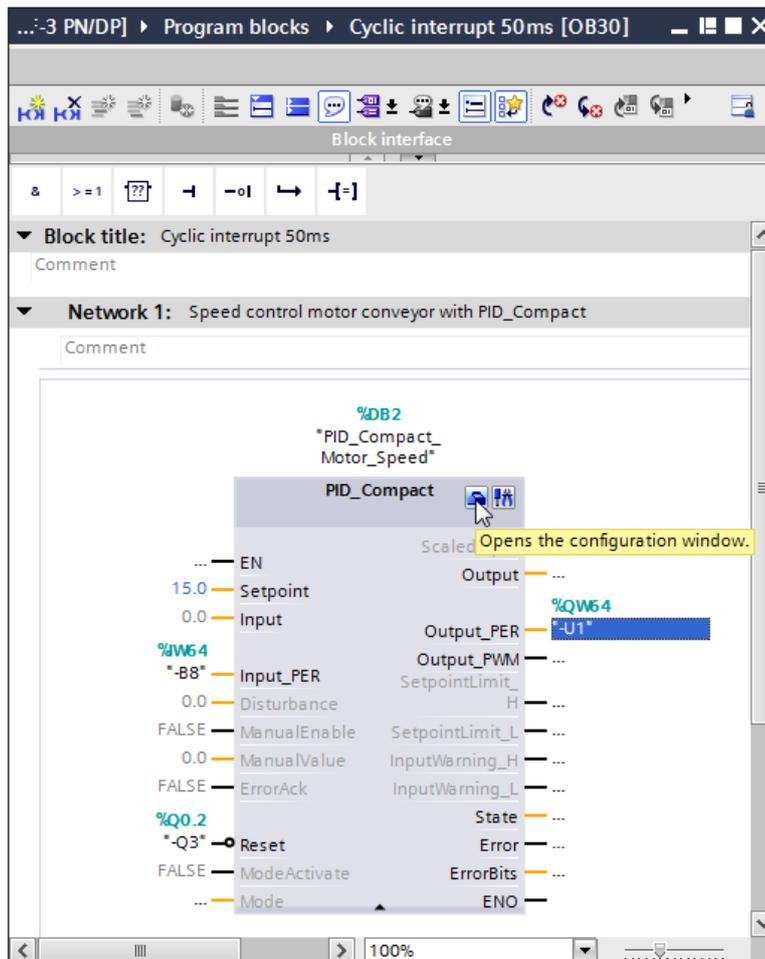


- Attribuez un nom au bloc de données d'instance et confirmez par "OK".
 (→ PID_Compact_Motor_Speed → OK)



→ Étendez la vue du bloc en cliquant sur la flèche . Maintenant, comme montré ci-dessous, connectez ce bloc à la consigne (constante : 15.0), la mesure (variable globale "-B8"), la valeur de réglage (variable globale "-U1") et l'entrée de réinitialisation pour la désactivation du régulateur (variable globale "-Q3"). Inversez l'entrée "Reset". La boîte de dialogue de configuration  du régulateur peut ensuite être ouverte.

(→  → 15.0 → "-B8" → "-U1" → -Q3 →  → )

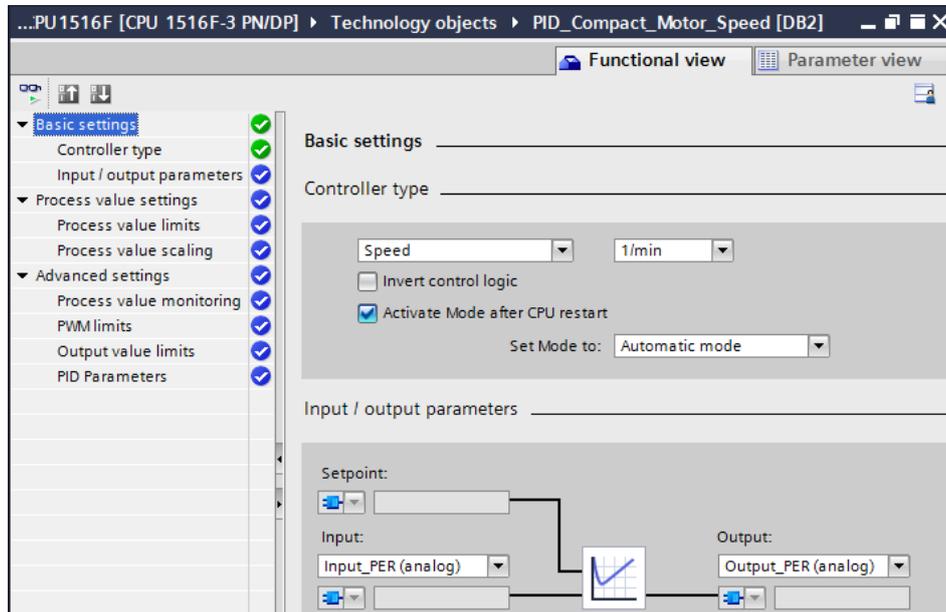


→ Deux vues existent pour la configuration du régulateur : Vue des paramètres et vue des fonctions. Ici, nous utilisons la "Vue des fonctions", plus compréhensible.

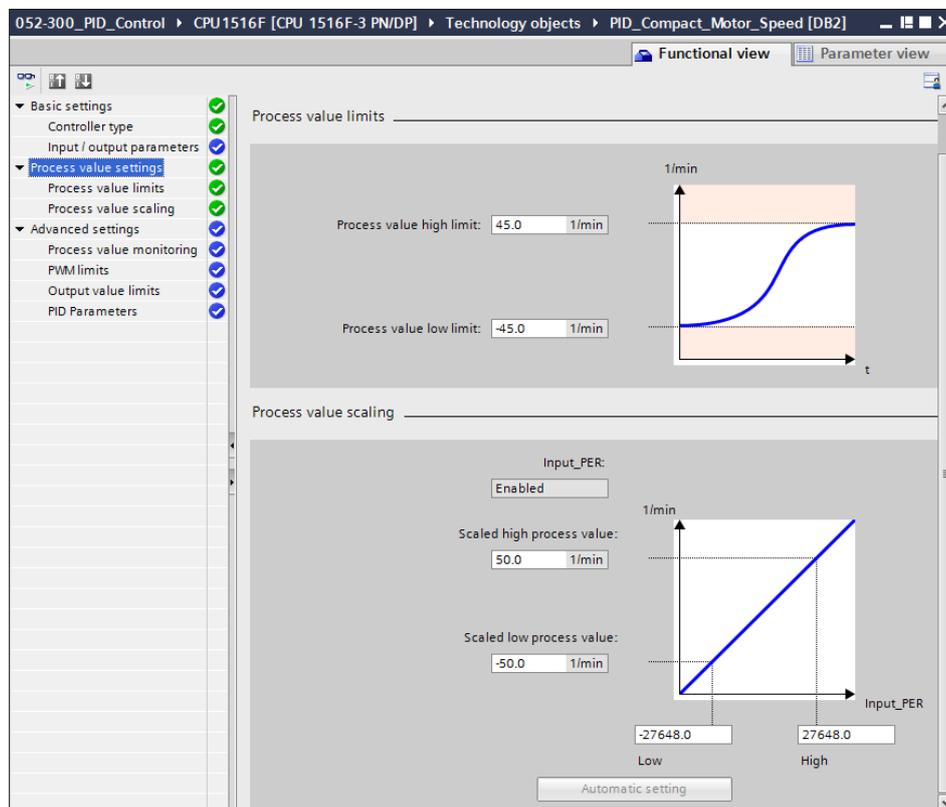
(→ Vue des fonctions)

| | Name in functional view | Name in DB | Start value project | Minimum value | Maximum value | Comment |
|--------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------|---------------|---------------|------------------------------------|
| Configuration parameters | Physical quantity | PhysicalQuantity | Speed | | | Selection of physical quantity. |
| | Unit of measurement | PhysicalUnit | 17 | | | Selection of physical quantity. |
| | Unit of measurement | PhysicalUnit | 1/min | | | Selection of unit of measureme... |
| | Unit of measurement | PhysicalUnit | 0 | | | Selection of unit of measureme... |
| | Invert control logic | ..InvertControl | FALSE | | | Enables inversion of control logic |
| | Activate Mode after CPU restart | RunModeByStartup | TRUE | | | Activates the operating mode s... |
| | Set Mode to | Mode | Automatic mode | 0 | 4 | Selection of operating mode. |
| | Set Mode to | Mode | 3 | | | Selection of operating mode. |

- Dans les "Paramètres de base", on fixe tout d'abord le "Type de régulation" et la connexion des "Paramètres d'entrée/sortie". Réglez les valeurs comme indiqué ici.
 (→ Paramètres de base → Type de régulation → Paramètres d'entrée/sortie)

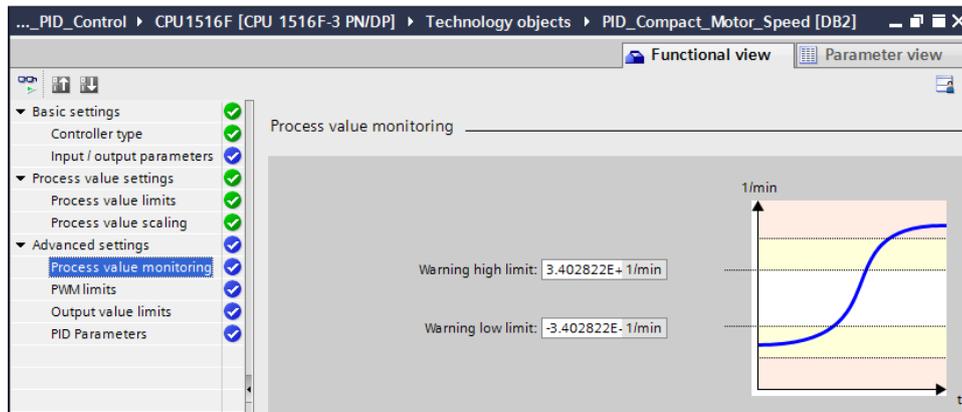


- Sous "Paramètres de la mesure", nous choisissons la plage +/-50 tr/min et définissons les "Limites de la mesure" de +/-45 tr/min.
 (→ Paramètres de la mesure → Limites de la mesure → Mise à l'échelle de la mesure)



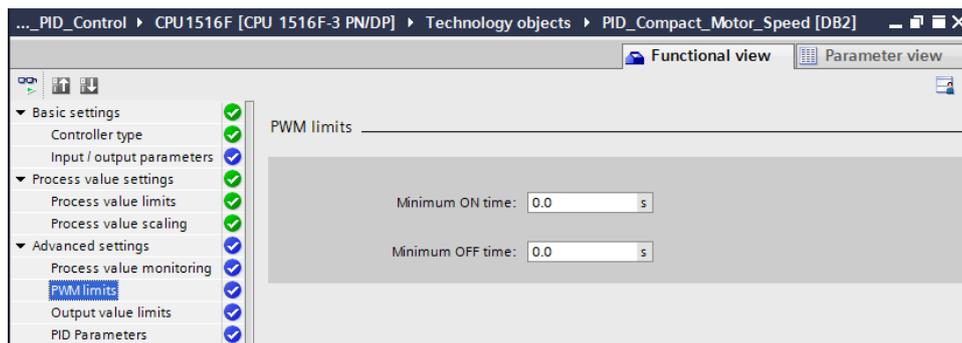
→ Sous "Paramètres avancés", une "Surveillance de la mesure" serait possible, que nous n'utilisons pas.

(→ Paramètres avancés → Surveillance de la mesure)



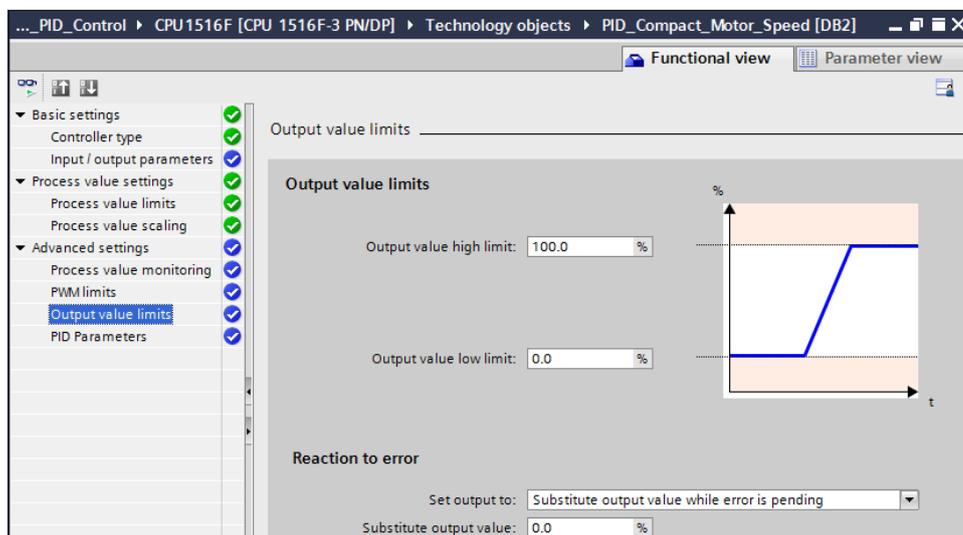
→ Sous "Paramètres avancés", nous conservons les valeurs standards de "PWM" (modulation de largeur de puls) car nous n'utilisons pas la sortie correspondante dans le projet.

(→ Paramètres avancés → PWM)



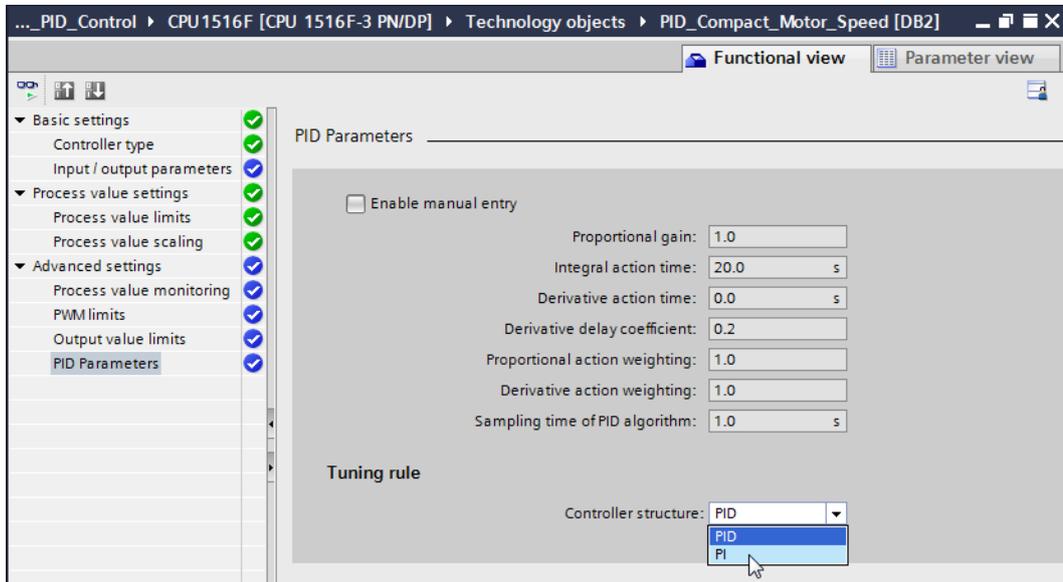
→ Sous "Paramètres avancés", nous définissons les "Limites de valeurs de sortie" de 0,0 % à 100,0 %.

(→ Paramètres avancés → Limites valeur de réglage)



Dans les "Paramètres avancés", vous pourrez maintenant saisir manuellement les Paramètres PID. Après avoir modifié la structure du régulateur sur "PI", fermez la fenêtre de configuration en cliquant sur **X** et vous obtenez un programme terminé avec un régulateur PID prêt à fonctionner. Celui-ci doit encore être mis en service en ligne et optimisé.

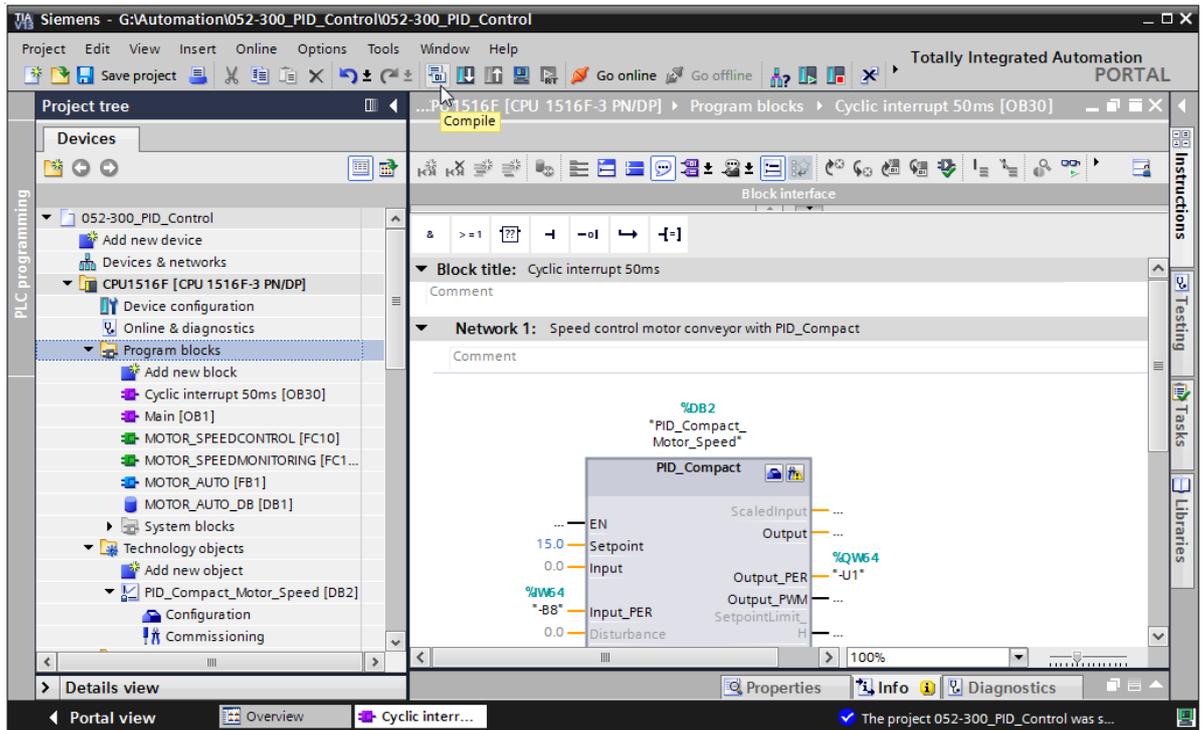
(→ Paramètres avancés → Paramètre PID → Structure du régulateur : PI → **X**)



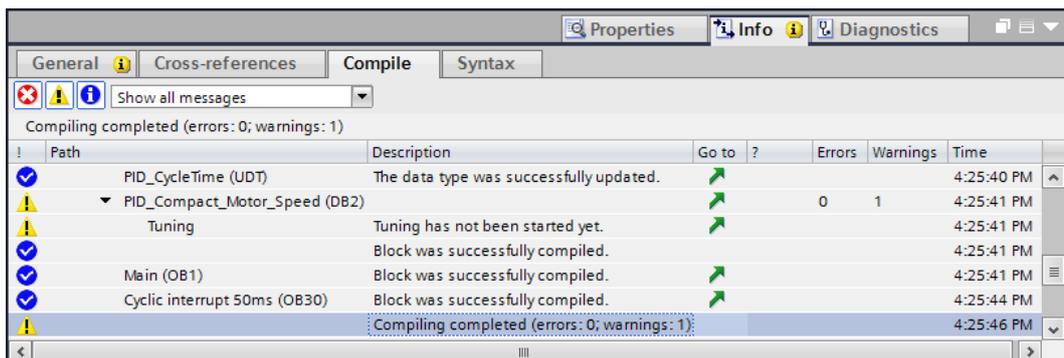
7.3 Enregistrer et compiler le programme

→ Pour enregistrer le projet, cliquez sur le bouton  Save project dans le menu. Pour compiler tous les blocs, cliquez sur le dossier "Blocs de programme" et dans le menu sur le symbole .

(→  Save project → Blocs de programme → )

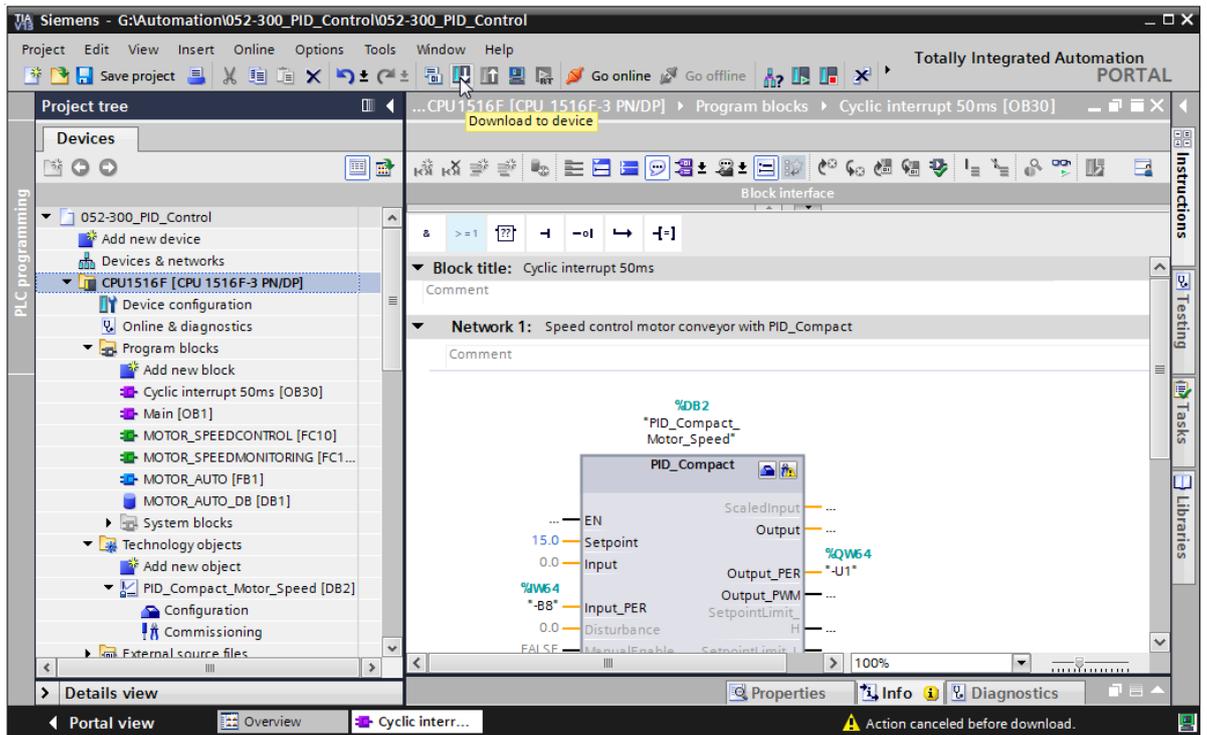


→ Les blocs compilés avec succès sont affichés dans la zone "Info" "Compiler".



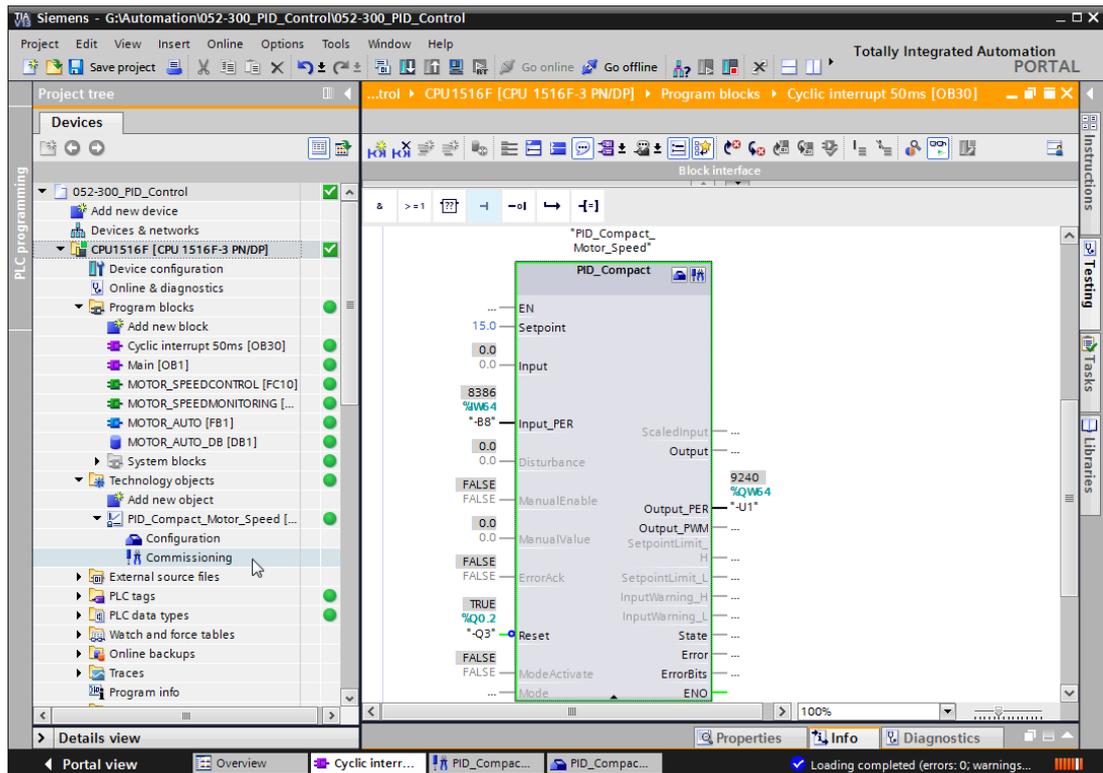
7.4 Charger le programme

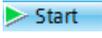
- Une fois la compilation terminée avec succès, le programme créé, y compris la configuration matérielle, peut être chargé dans l'automate comme décrit dans les modules précédents.



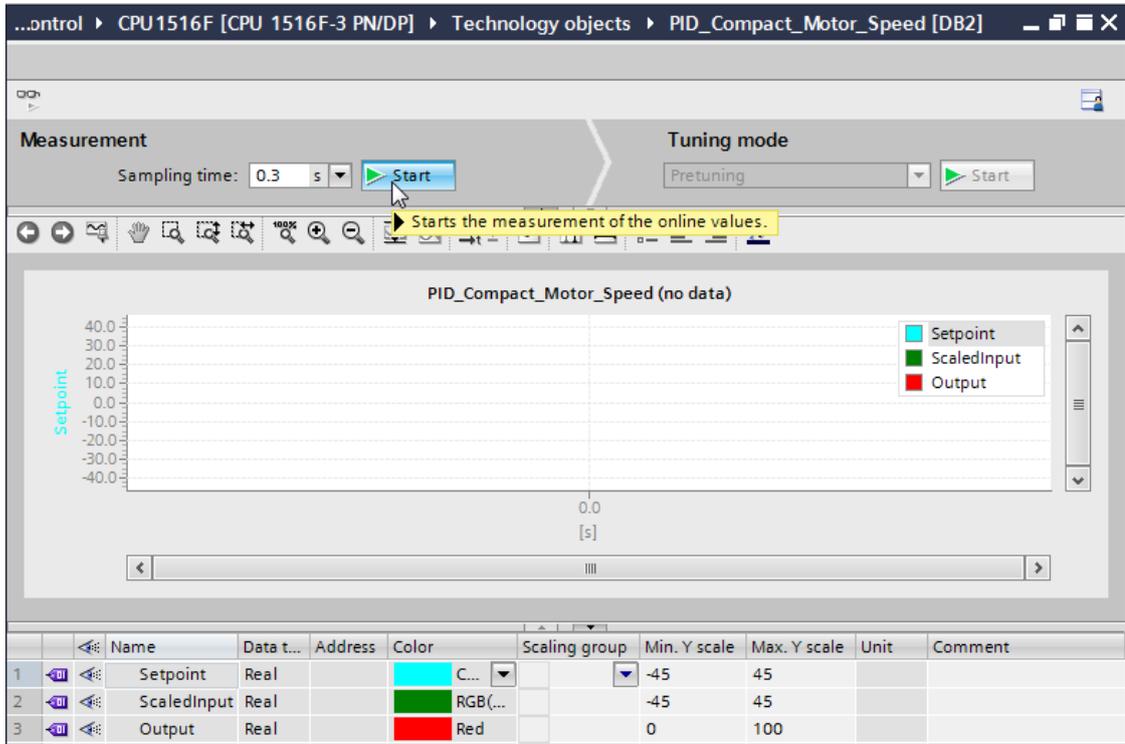
7.5 Visualiser PID_Compact

- Cliquer sur l'icône  Activer/désactiver visualisation du programme. Cette commande permet de surveiller l'état des blocs et des variables pendant le test du programme. Au premier démarrage de la CPU, le régulateur "PID_Compact" n'est pas encore optimisé. Pour ce faire, il faut démarrer l'optimisation par un clic sur l'icône  Commissioning.
- (→ Cyclic interrupt 50ms [OB30] →  → PID_Compact →  Commissioning)



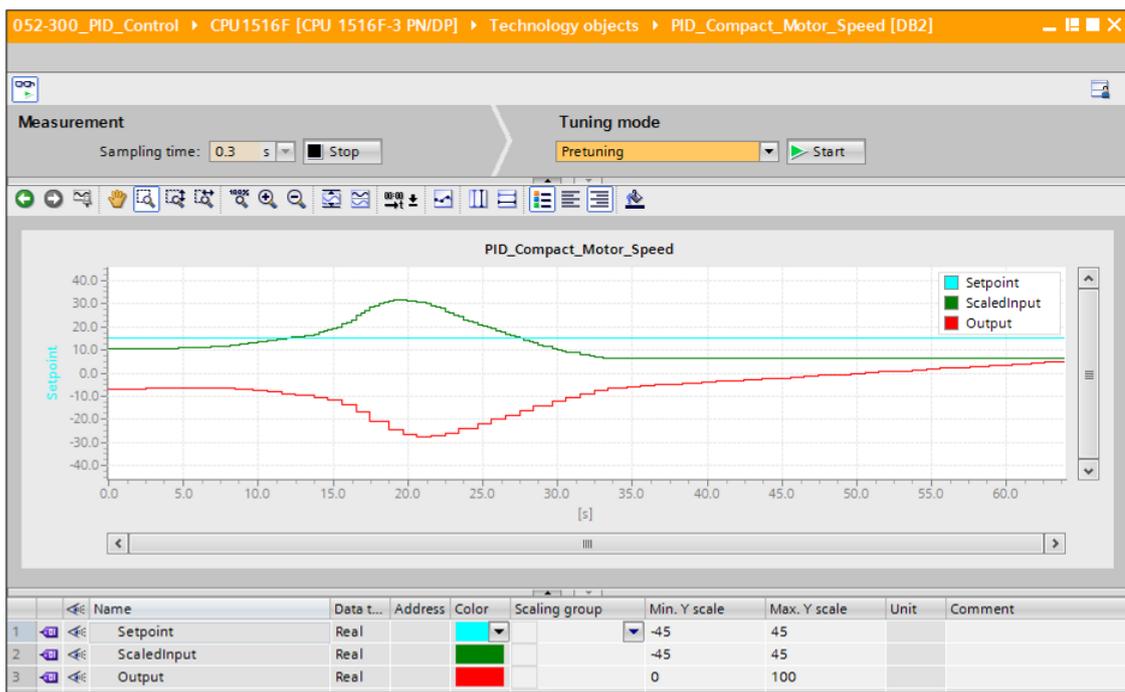
→ En cliquant sur  sous "Mesure", les valeurs de la consigne (Setpoint), de la mesure (Scaledinput) et de la valeur de réglage (Output) peuvent maintenant être affichées et visualisées dans un diagramme.

(→ )



→ En cliquant sur , la mesure peut à nouveau être arrêtée.

(→ )



7.6 Optimisation préalable PID_Compact

L'optimisation préalable calcule la réponse du processus à un saut de la valeur de sortie et recherche le point d'inflexion. Les paramètres PID sont calculés à partir de la pente maximale et de la bande morte du système régulé. Vous obtenez les meilleurs paramètres PID si vous exécutez l'optimisation préalable et l'optimisation fine.

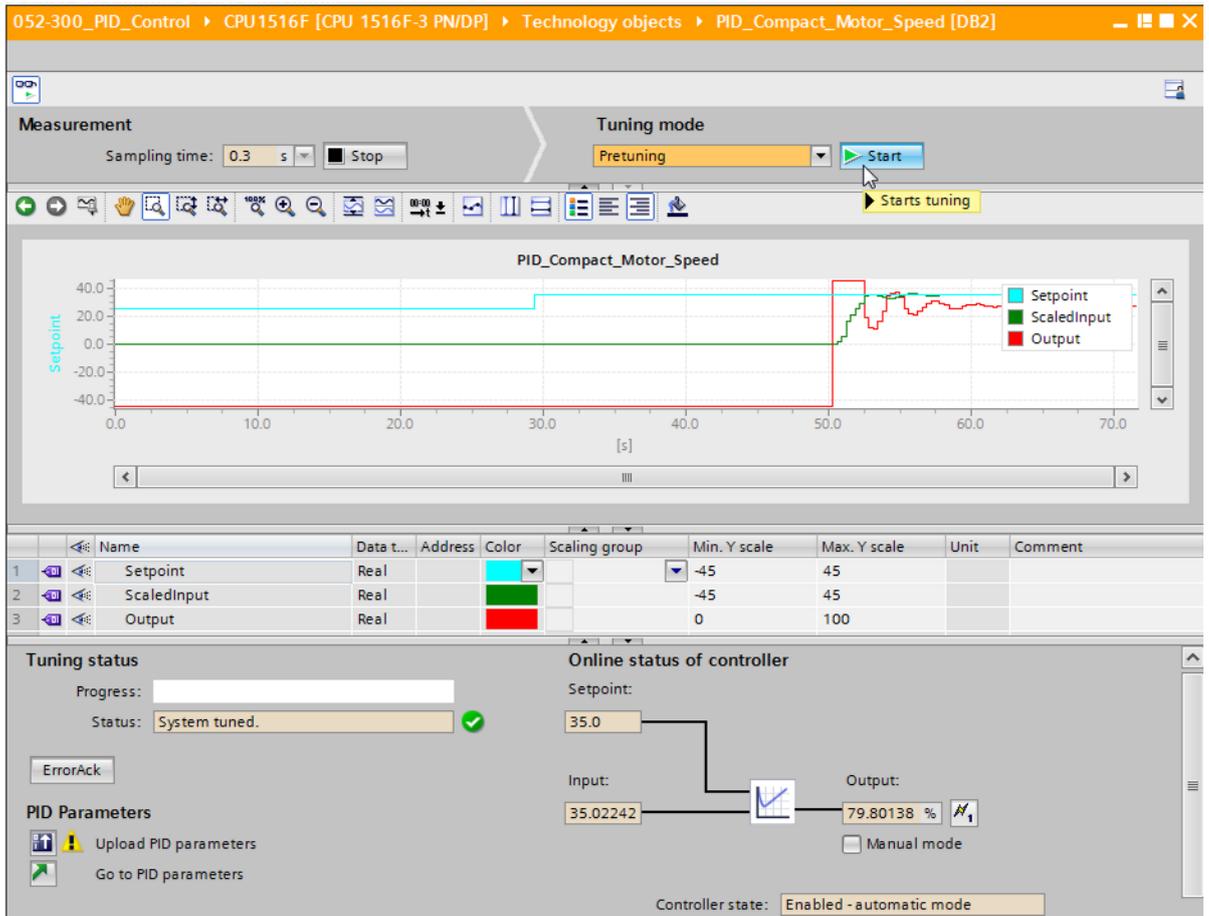
Plus la valeur de mesure est stable, plus les paramètres PID peuvent être calculés avec simplicité et avec précision. Un bruit sur la mesure est acceptable tant que l'élévation de la mesure est significativement plus grande que le bruit. Cela est donné au mieux en mode "Inactif" ou "Mode manuel". Les paramètres PID sont sauvegardés avant d'être recalculés.

Les conditions suivantes doivent être remplies :

- L'instruction "PID_Compact" est appelée dans un OB d'alarme cyclique.
- ManualEnable = FALSE
- Reset = FALSE
- PID_Compact se trouve en mode "Mode manuel", "Inactif" ou "Mode automatique".
- La consigne et la mesure se trouvent à l'intérieur des limites configurées (voir configuration "Surveillance de la mesure").
- La différence entre la consigne et la mesure est supérieure à 30 % de la différence entre la limite supérieure de la mesure et la limite inférieure de la mesure.
- L'écart entre la consigne et la mesure est > 50 % de la consigne.

→ Sous "Mode d'optimisation", on sélectionne "Optimisation préalable" et celle-ci démarre.

(→ Mode d'optimisation → Optimisation préalable → )



052-300_PID_Control ▶ CPU1516F [CPU 1516F-3 PN/DP] ▶ Technology objects ▶ PID_Compact_Motor_Speed [DB2]

Measurement
Sampling time: 0.3 s

Tuning mode
Pretuning Starts tuning

PID_Compact_Motor_Speed

Setpoint
ScaledInput
Output

| Name | Data t... | Address | Color | Scaling group | Min. Y scale | Max. Y scale | Unit | Comment |
|---------------|-----------|---------|-------|---------------|--------------|--------------|------|---------|
| 1 Setpoint | Real | | Cyan | | -45 | 45 | | |
| 2 ScaledInput | Real | | Green | | -45 | 45 | | |
| 3 Output | Real | | Red | | 0 | 100 | | |

Tuning status
Progress:
Status: System tuned.

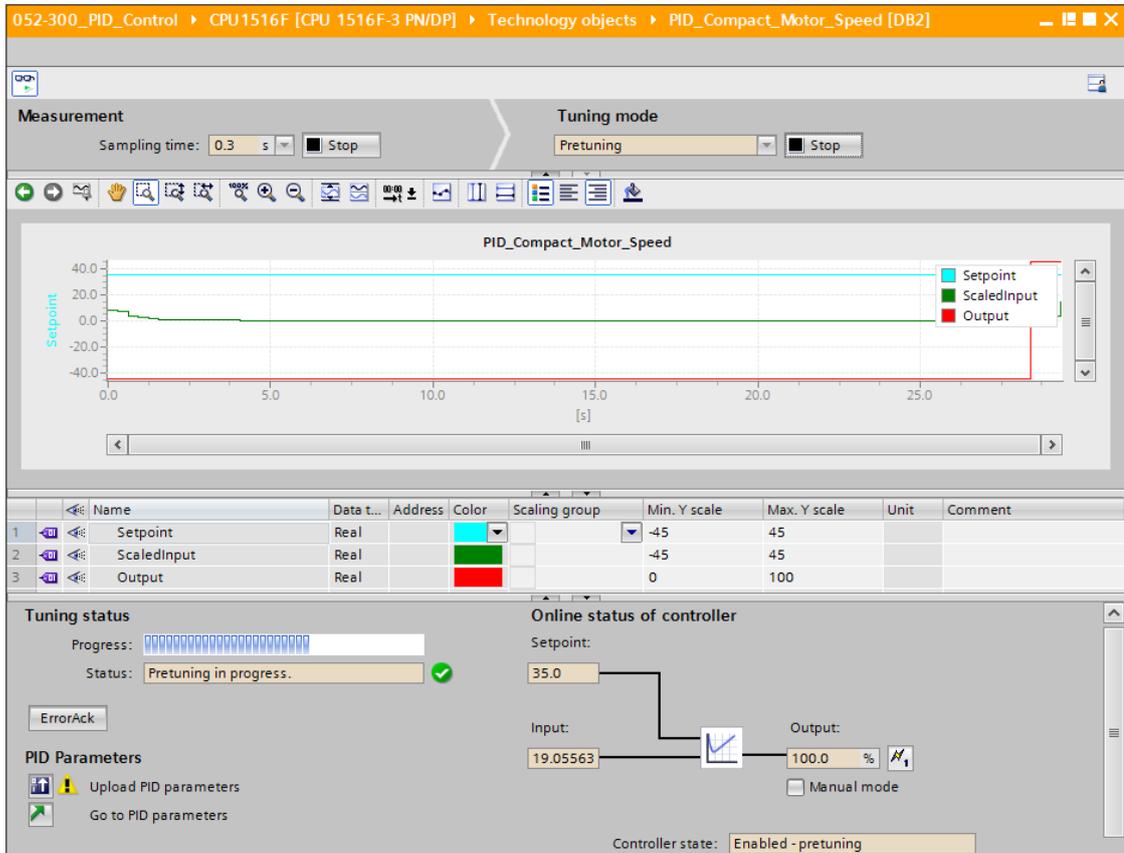
ErrorAck

PID Parameters

Online status of controller
Setpoint: 35.0
Input: 35.02242
Output: 79.80138 % Manual mode

Controller state: Enabled - automatic mode

→ L'optimisation préalable démarre. Dans le champ "Etat de l'optimisation", les étapes en cours et les erreurs rencontrées sont affichées. La barre de progression illustre les étapes en cours de progression.



7.7 Optimisation fine PID_Compact

L'optimisation fine génère une oscillation constante et limitée de la mesure. Les paramètres PID pour le point de fonctionnement sont optimisés à partir de l'amplitude et de la fréquence de cette oscillation. Tous les paramètres PID sont recalculés à partir des résultats. Les paramètres PID issus de l'optimisation fine présentent souvent de meilleures réponses à la variable de référence et à une perturbation que les paramètres PID de l'optimisation préalable. Vous obtenez les meilleurs paramètres PID si vous exécutez l'optimisation préalable et l'optimisation fine.

PID_Compact essaye automatiquement de créer une oscillation supérieure au bruit de la mesure. L'optimisation fine n'est qu'influencée que faiblement par la stabilité de la mesure. Les paramètres PID sont sauvegardés avant d'être recalculés.

Les conditions suivantes doivent être remplies :

- L'instruction "PID_Compact" est appelée dans un OB d'alarme cyclique.
- ManualEnable = FALSE
- Reset = FALSE
- La consigne et la mesure se trouvent dans les limites configurées.
- La boucle de régulation est stabilisée au point de fonctionnement. Le point de fonctionnement est atteint lorsque la mesure et la consigne correspondent.
- Aucune perturbation n'est attendue.
- PID_Compact se trouve en mode "Mode manuel", "Inactif" ou "Mode automatique".

L'optimisation fine se déroule comme suit lors du démarrage en mode automatique :

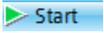
Si vous souhaitez améliorer les paramètres PID disponibles par une optimisation, lancez l'optimisation fine à partir du mode automatique.

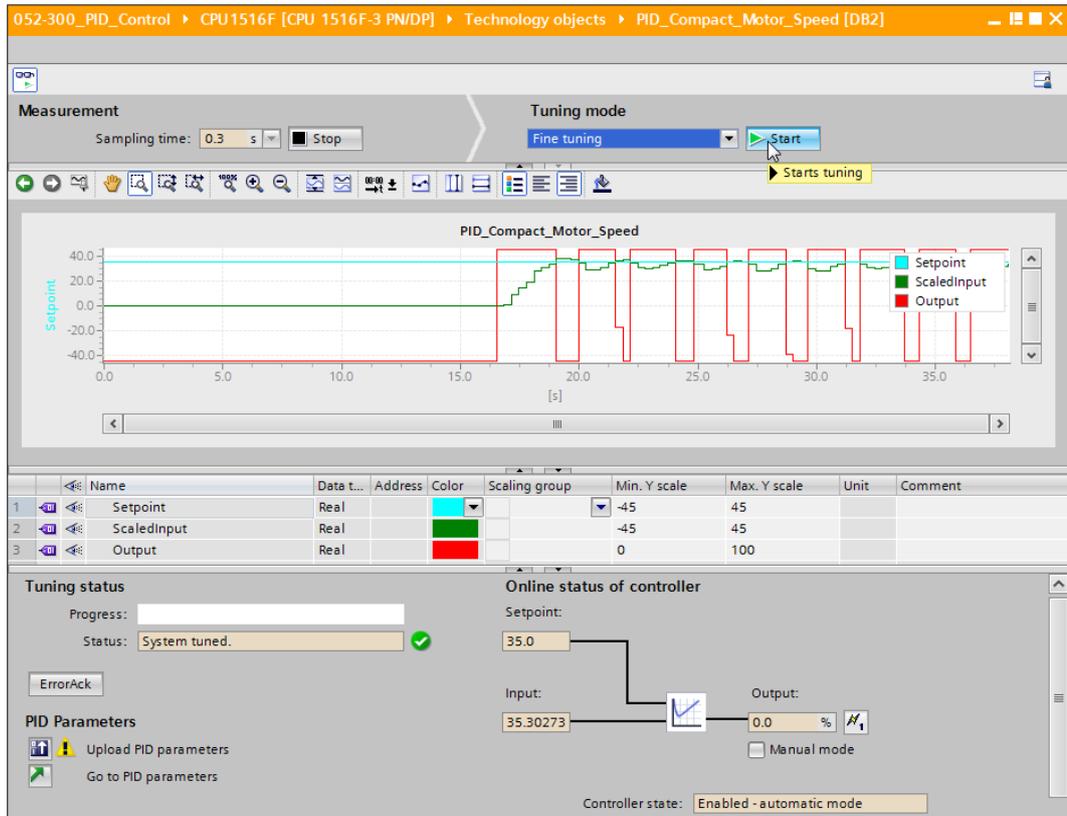
PID_Compact continue d'effectuer la régulation avec les paramètres PID disponibles jusqu'à ce que la boucle de régulation soit stabilisée et que les conditions pour une optimisation fine soient remplies. Ce n'est qu'après cela que l'optimisation fine débute.

L'optimisation fine se déroule comme suit lors du démarrage en mode inactif ou manuel :

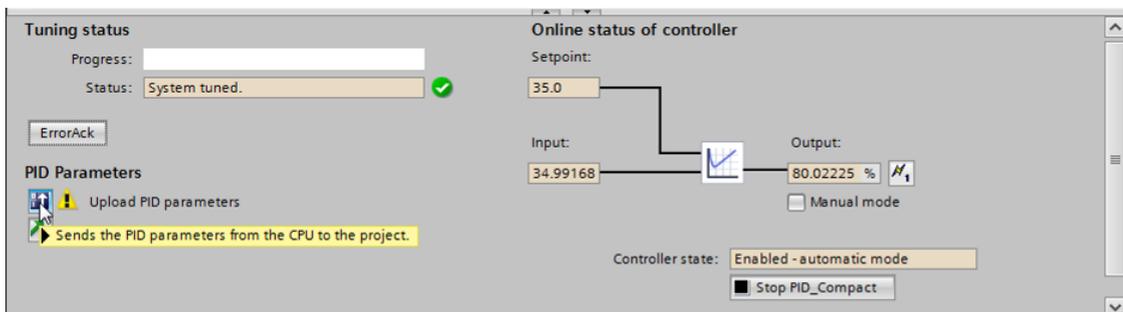
Si les conditions pour une optimisation préalable sont remplies, l'optimisation préalable est lancée. La régulation s'effectue avec les paramètres PID calculés jusqu'à ce que la boucle de régulation soit stabilisée et que les conditions pour une optimisation fine soient remplies. Ce n'est qu'après cela que l'optimisation fine débute. Si l'optimisation préalable n'est pas possible, PID_Compact réagit comme sous comportement en cas d'erreur configuré.

Si la mesure pour une optimisation préalable se trouve déjà trop près de la consigne, on essaiera d'atteindre la consigne avec une valeur de sortie minimale ou maximale. Cela peut provoquer un dépassement accru.

- Sous "Mode d'optimisation", on sélectionne "Optimisation fine" et celle-ci démarre.
 (→ Mode d'optimisation → Optimisation fine → )

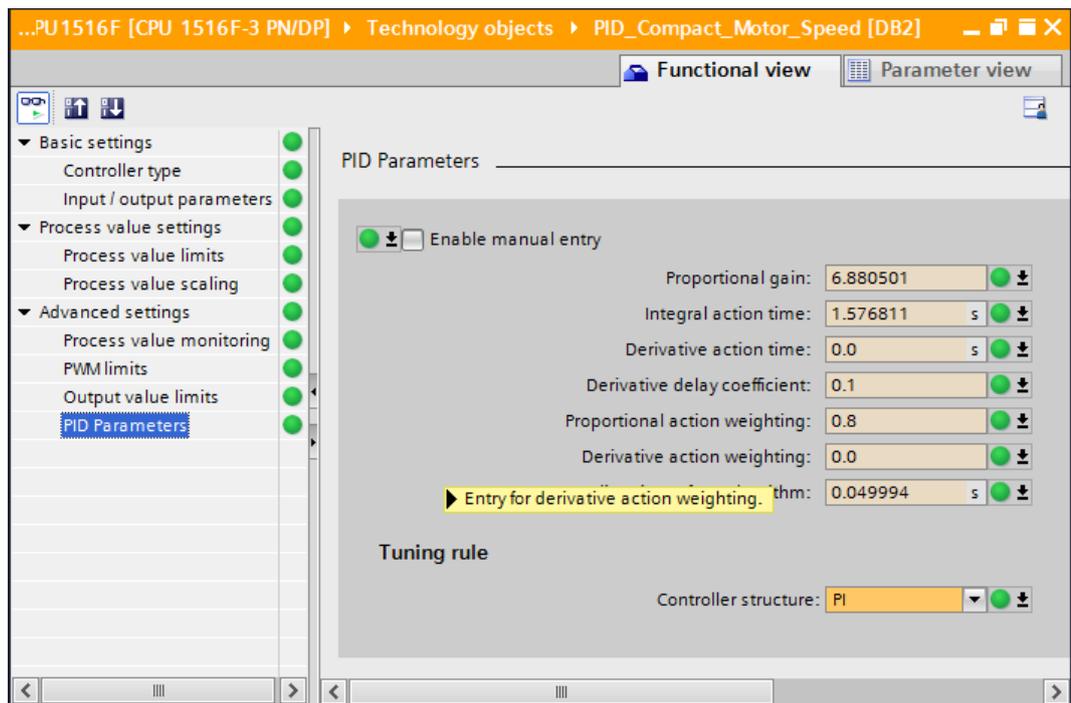
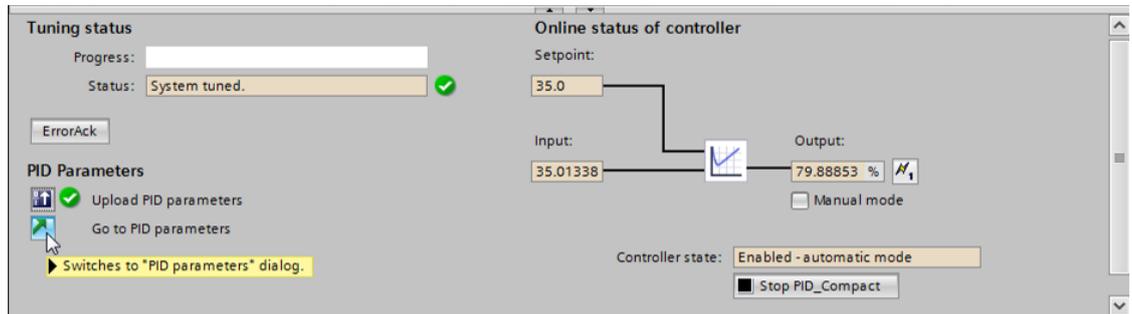


- L'optimisation fine démarre. Dans le champ "Etat de l'optimisation", les étapes en cours et les erreurs rencontrées sont affichées. Si l'optimisation automatique s'achève sans message d'erreur, les paramètres PID ont bien été optimisés. Le régulateur PID passe en mode automatique et utilise les paramètres optimisés. Les paramètres PID optimisés sont conservés lors d'une mise sous tension et d'un redémarrage de la CPU. Avec le bouton , vous pouvez charger les paramètres PID de la CPU dans votre projet.
 (→ )



→ En cliquant sur , il est possible d'afficher les paramètres PID dans la configuration.

(→ )

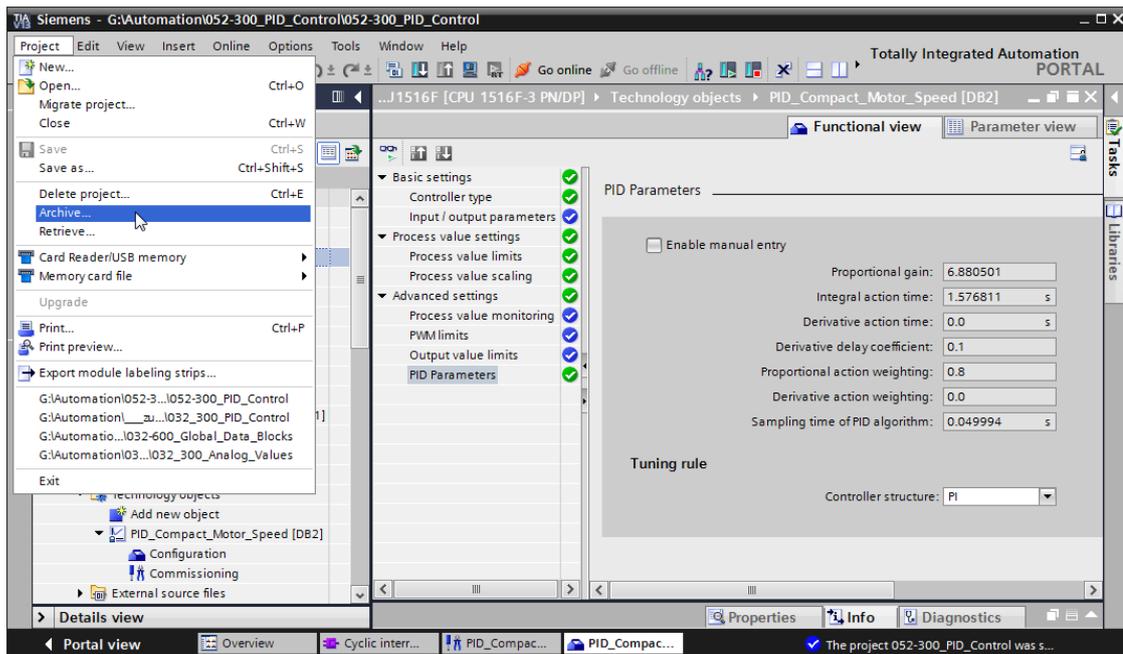


→ Enfin, il faut encore interrompre la connexion en ligne et sauvegarder l'ensemble du projet.

(→  → )

7.8 Archivage du projet

- Pour finir, nous voulons archiver le projet complet. Sélectionnez dans le menu
 → "Projet " la commande → "Archiver...". Choisissez le dossier d'archivage du projet et
 enregistrez le projet au format "Archive de projet TIA Portal".
 (→ Projet → Archiver → Archive de projet TIA Portal → 052-300_PID_Controller...
 → Enregistrer)



8 Liste de contrôle

| N° | Description | Vérfié |
|----|--|--------|
| 1 | OB d'alarme cyclique Cyclic interrupt 50ms [OB30] créé avec succès. | |
| 2 | Régulateurs PID_Compact appelé dans l'OB d'alarme cyclique Cyclic interrupt 50ms [OB30] et connecté. | |
| 3 | Configuration du régulateur PID_Compact exécutée. | |
| 4 | Compilation réussie et sans message d'erreur | |
| 5 | Chargement réussi et sans message d'erreur | |
| 6 | Optimisation préalable réussie et sans message d'erreur | |
| 7 | Optimisation fine réussie et sans message d'erreur | |
| 8 | Mettre en marche l'installation (-K0 = 1) Vérin rentré / Réponse activée (-B1 = 1) Arrêt d'urgence (-A1 = 1) non activé Mode AUTOMATIQUE (-S0 = 1) Bouton Arrêt Automatique non actionné (-S2 = 1) Actionner brièvement le bouton Démarrage automatique (-S1 = 1) Capteur toboggan affecté activé (-B4 = 1) puis le moteur du convoyeur -M1 vitesse variable se met en marche (-Q3 = 1) et reste actif. La vitesse correspond à la consigne de vitesse dans la plage +/- 50 tr/min | |
| 9 | Capteur fin du convoyeur (-B7 = 1) → -Q3 = 0 (après 2 secondes) | |
| 10 | Actionner brièvement le bouton arrêt automatique (-S2 = 0) → -Q3 = 0 | |
| 11 | Activer l'arrêt d'urgence (-A1 = 0) → -Q3 = 0 | |
| 12 | Mode manuel (-S0 = 0) → -Q3 = 0 | |
| 13 | Mettre l'installation à l'arrêt (-K0 = 0) → -Q3 = 0 | |
| 14 | Vérin non rentré (-B1 = 0) → -Q3 = 0 | |
| 15 | Vitesse > seuil de vitesse erreur max → -Q3 = 0 | |
| 16 | Vitesse < seuil de vitesse erreur min → -Q3 = 0 | |
| 17 | Le projet a été archivé avec succès | |

9 Informations complémentaires

Des informations complémentaires vous sont proposées afin de vous aider à vous exercer ou à titre d'approfondissement, par ex. : Getting Started, vidéos, didacticiels, applis, manuels, guides de programmation et logiciel/firmware d'évaluation sous le lien suivant :

www.siemens.de/sce/s7-1500