Compte Rendu du TP n°2

Formation : INSTRUMENTATION
Matière : Systèmes asservis

Elaboré par :
MHADHEBI Zied
AIT NOURI Rayane

2024/2025

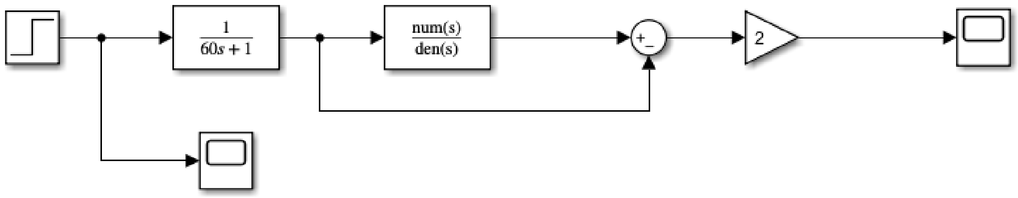
Introduction :

Ce rapport présente l'analyse d'un système asservi pour contrôler la puissance électrique d'une centrale thermique en modulant le débit de combustible.

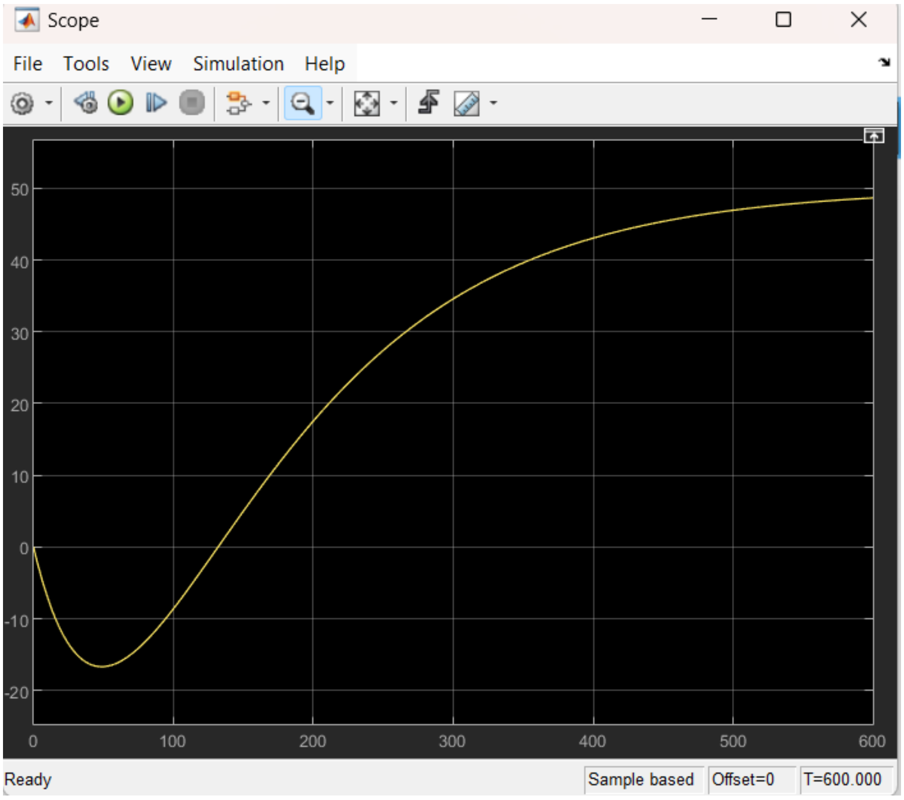
À travers des simulations, nous explorerons la réponse du système à différents types de commandes et l'impact des régulateurs proportionnels et PI sur ses performances.

I. Boucle ouverte :

1/ Schéma bloc :



En mettant une entrée échelon u=25 à ce système, avec une absence de perturbation, on remarque que la réponse du système est sans dépassement ni oscillations et passe par un minimum. Car on a un gain egale a 2 et une entrée u=25, donc la sortie converge vers 50, ce



qui veut dire que la valeur finale egale a 50, et on remarque sur la courbe que la reponse ne depasse pas 50, ainsi, on remarque qu'il n y a pas d'oscillations, et que la reponse passe par un minimum d'une valeur egale a -16.66.

On a $\tau_1 = 60$ de F1 et $\tau_2 = 120$ de F2, donc le système met un temps égale à $3(\tau_1 + \tau_2) = 540$ pour atteindre sa valeur finale « 50 »

-<u>Le temps de réponse à</u> :

20% : t = 353.5 « t lorsque le système atteint 40 »

10% : t = 440 « t lorsque le système atteint 45 »

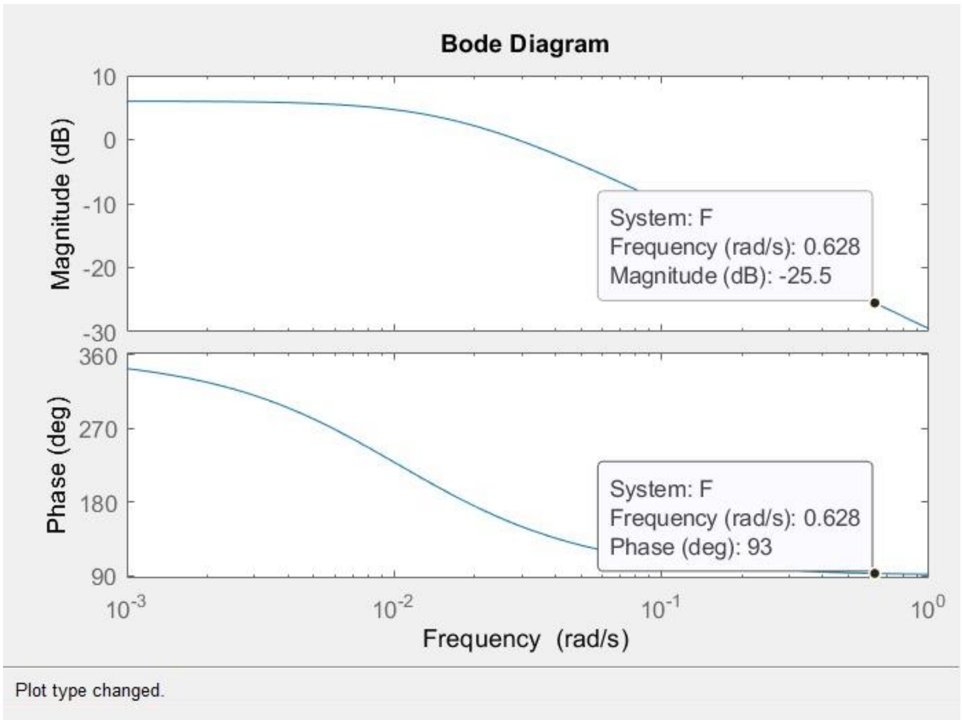
5 % : t = 525 « t lorsque le système atteint 47.5 »

2/ a/ Nous avons utilisé la fonction tf de MATLAB pour créer la fonction de transfert F(p)F(p)F(p), puis tracé le lieu de Nyquist, le lieu de Black et le diagramme de Bode avec ltiview. Sur le diagramme de Bode, nous avons relevé |F(iω)| en dB et arg(F(iω)) pour ω correspondant à :

<u>T=10 s :</u>

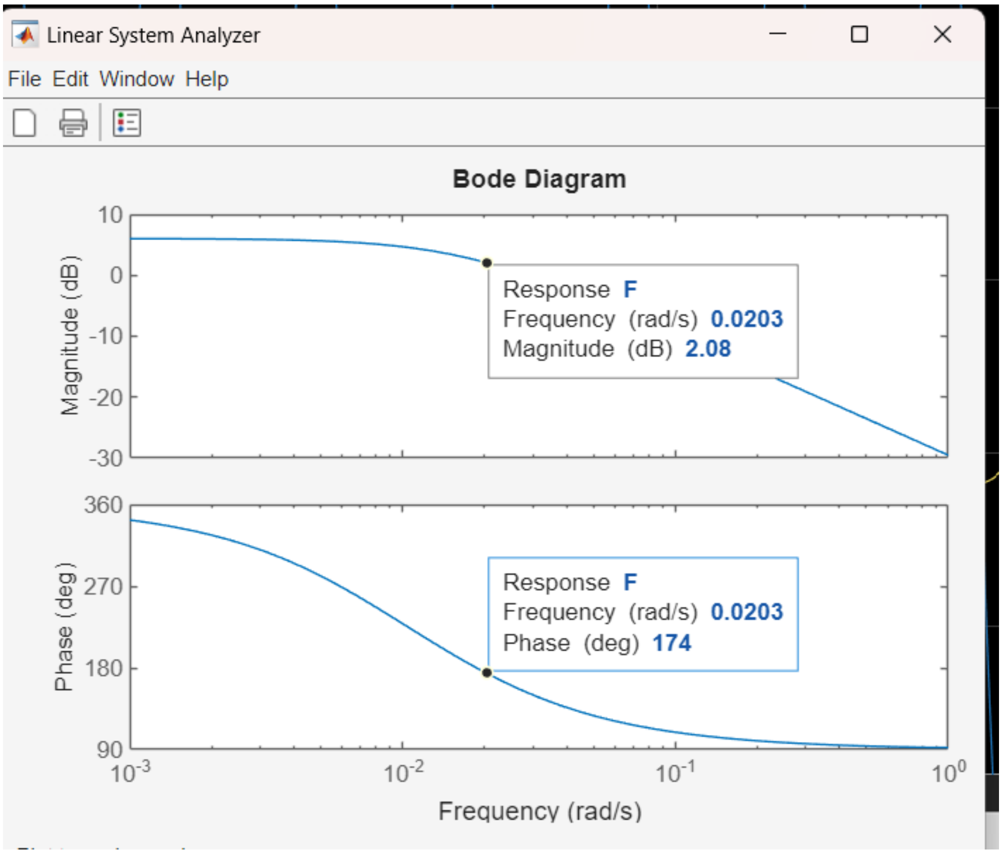
On sait que $T = \frac{2\pi}{\omega}$, et on a T=10s, donc $\omega = \frac{2\pi}{T}$ = 0.628 rad/s.

Pour la phase $\frac{\Delta T}{T} = \frac{159.987-157.555}{10} = 0.24\ donc\ 0.24 * \frac{2\pi}{360}$= 0.004 rad



T=100 π s :

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ = 0.02 rad/s, ce qui nous donne que l'amplitude A=2.08 dB =120.22 à partir du diagramme, et la phase= $\frac{174*2\pi}{360} = 3.04\, rad$



Pour vérifier que la phase égale à 174°, on fait ce calcul, $\frac{\Delta T}{T} = \frac{336.957-176.087}{100\pi} = 0.51$

On peut vérifier que la phase est bien présente sur la figure ci-dessous :

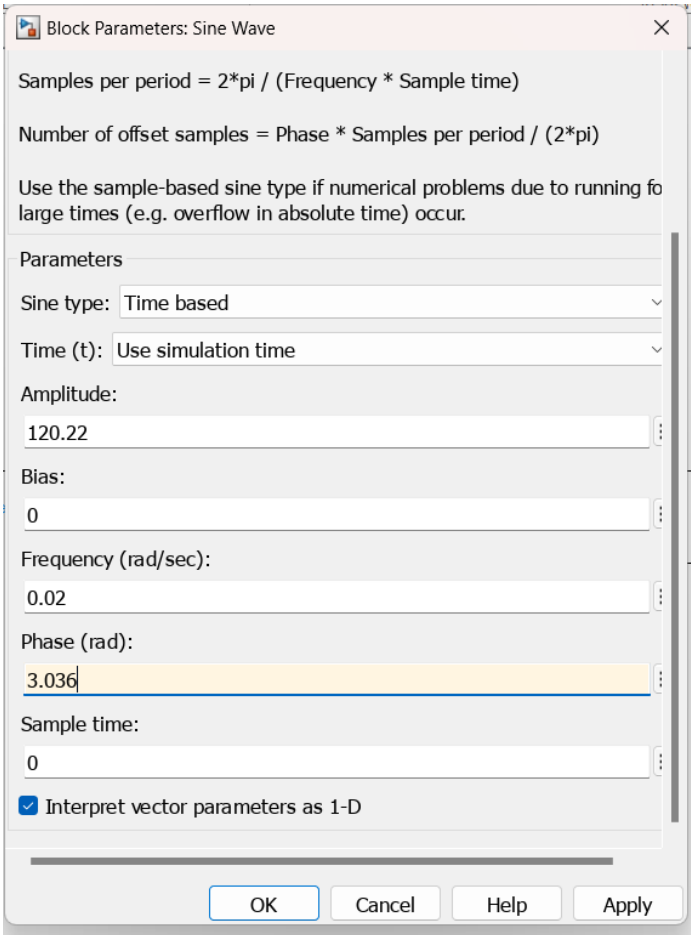
On remarque bien que les deux signaux sont déphasés .

Remarque :

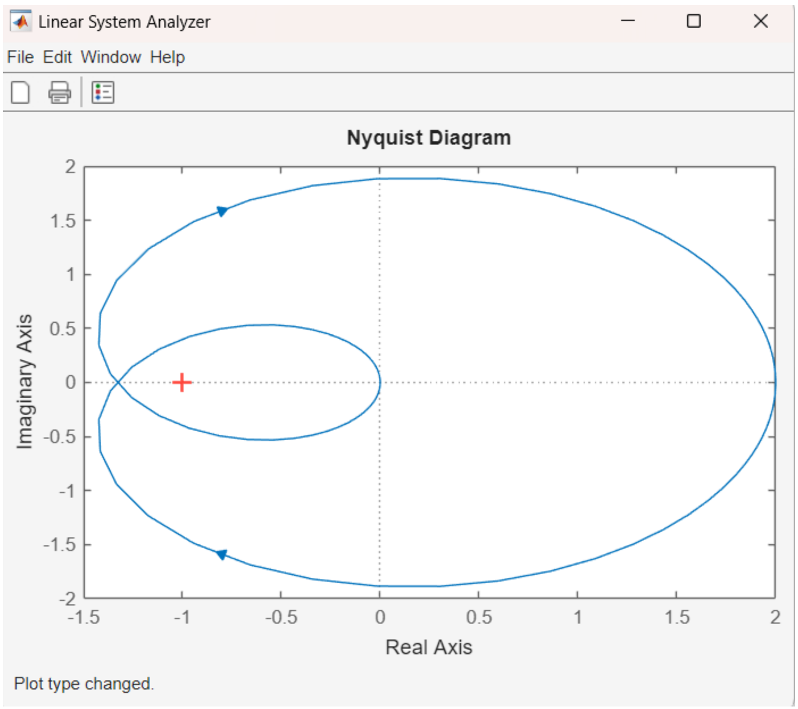
Les valeurs relevées de ltiview et celles relevées des courbes sont presque identiques « on trouve une petite erreur entre ces valeurs ».

Lorsque T est grand on a une différence de 0.02 en déphasage.

On peut voir et vérifier les valeurs de ω sur la capture ci-dessous :



Lieu de nyquist :



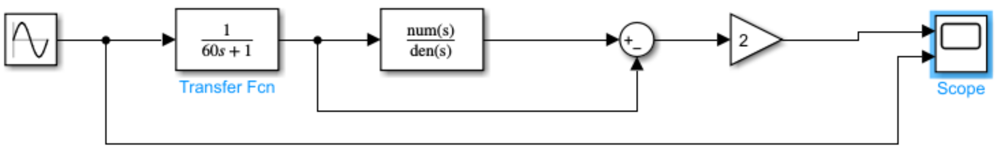
Le lieu de Nyquist permet d'analyser la stabilité du système en boucle fermée en étudiant la réponse fréquentielle dans le plan complexe.

Lieu de black :

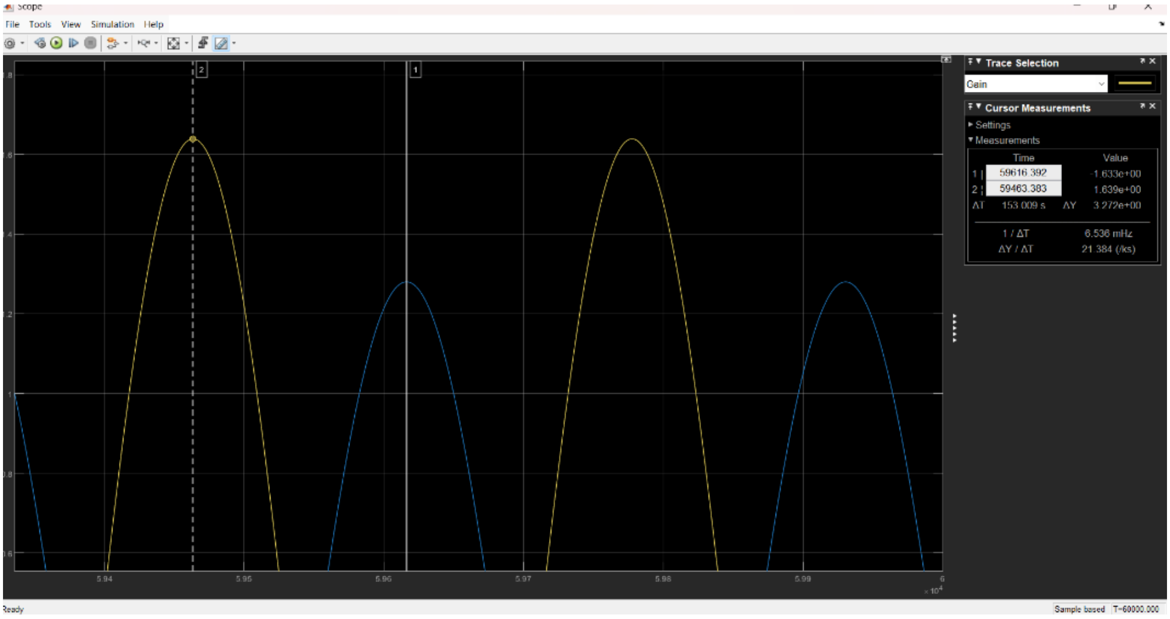
Il représente la réponse fréquentielle du système en boucle ouverte et permet de visualiser le rapport entre l'entrée et la sortie en fonction de la fréquence.

b/ Dans cette partie, on applique u(t)=ε.cos(ωt) comme entrée pour vérifier que la sortie y converge pour t grand vers une sinusoïde de même fréquence.

On garde le même schéma bloc précédent, mais on remplace simplement le signal d’entré en échelon par une sinusoïde.



En cliquant sur scope on obtient :

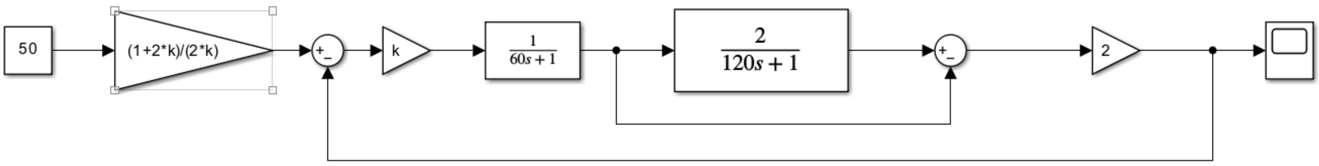


II. Boucle fermée avec régulateur proportionnel :

Dans cette partie, on utilise un régulateur de la forme $u(t) = -k\big(y(t) - \alpha y_r(t)\big)$

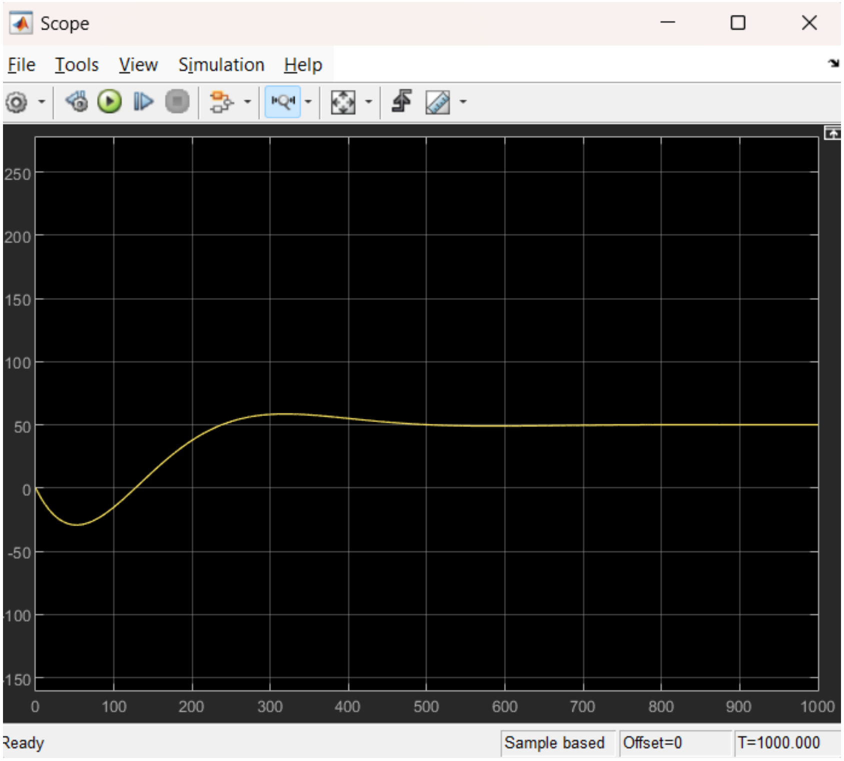
K et α sont tous les deux des constantes positives.

1/ Schéma bloc utilisé :



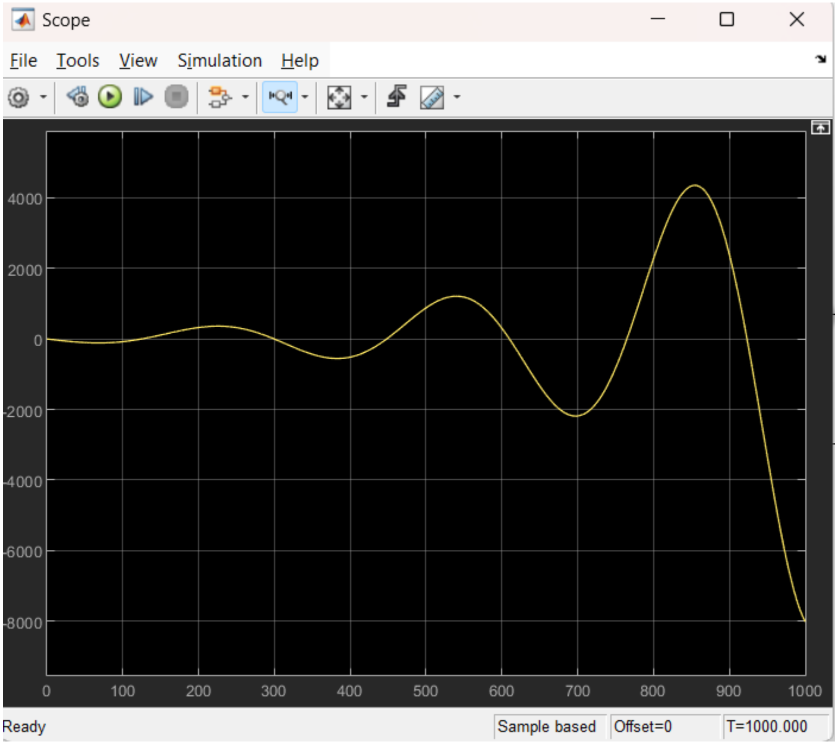
en prenant $\alpha = \frac{1+2k}{2k} = 1 + \frac{1}{2k}$, et $y_r(t) = 50$, on remarque que la sortie converge bien vers la consigne quand $k < k_{max} = 3/4$ et diverge lorsque $k > k_{max}$, comme les courbes ci-dessous nous montre :

- $k < k_{max}$: le système est **stable** et converge correctement vers la consigne, assurant une réponse contrôlée et sans oscillations indéfinies.

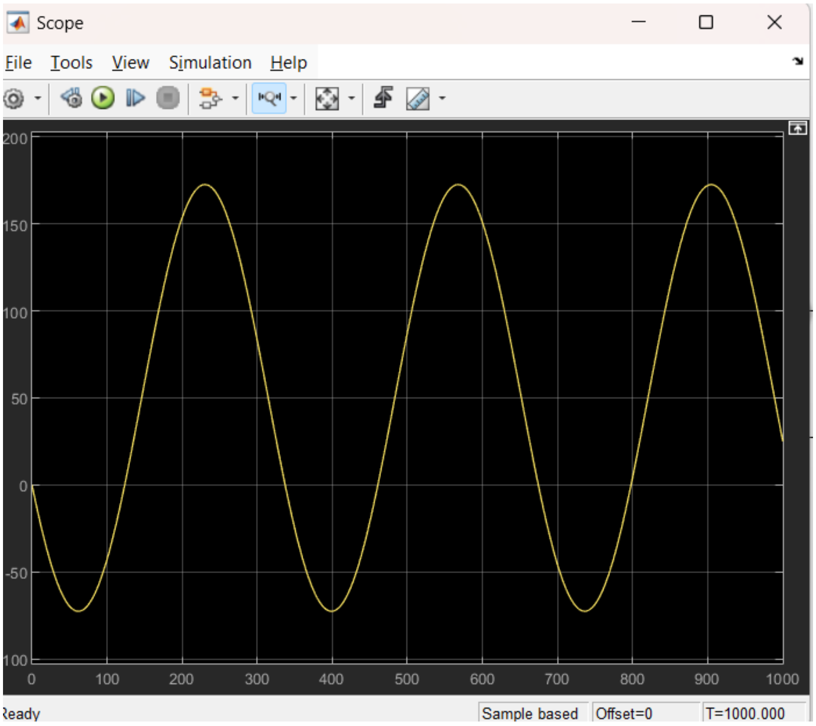


-

- $k > k_{max}$: le système ne peut plus suivre la consigne correctement et devient instable.



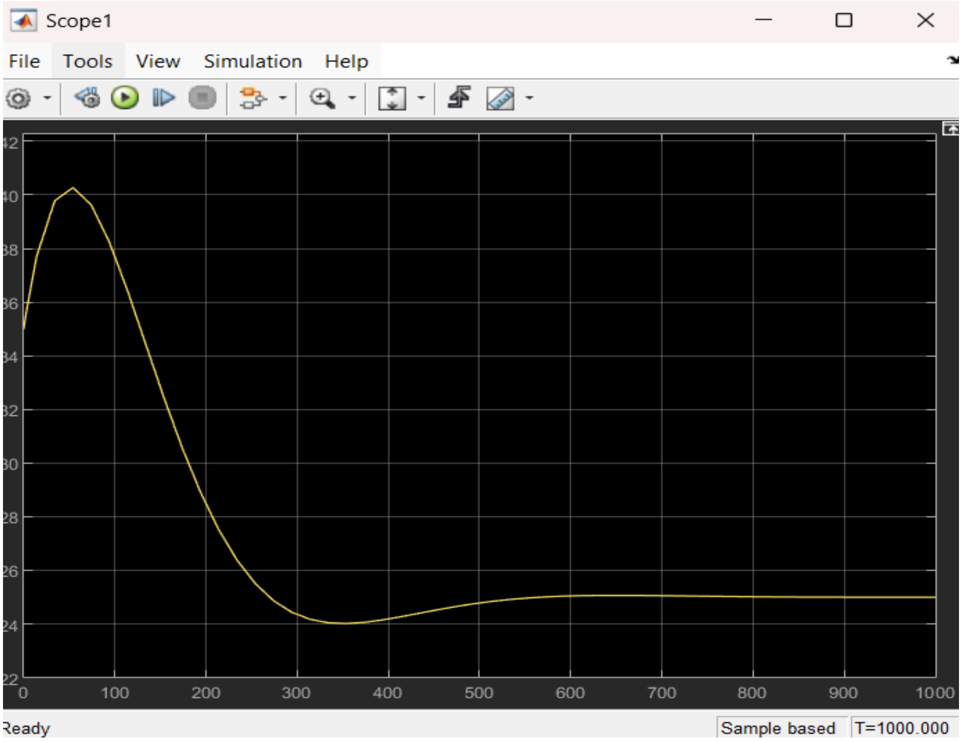
- $k = k_{max}$:



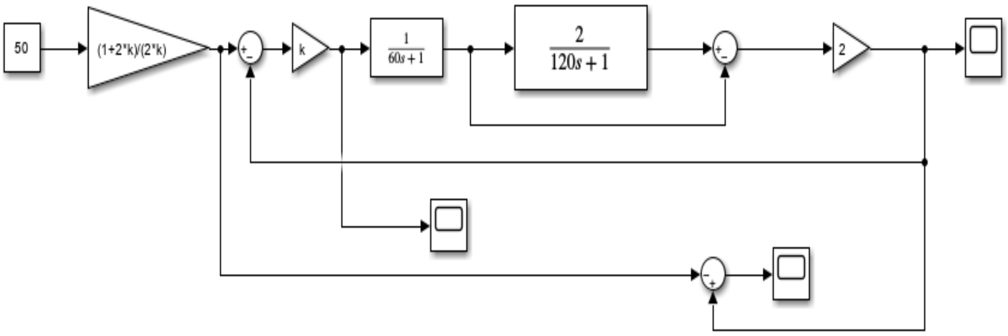
Lorsque $k = k_{max}$, le système ne diverge pas, mais il oscille de manière stable, créant des sinusoïdes à l'infini.

2/ La valeur optimale du gain k pour minimiser le temps de réponse à 10% pour yr(t)=50 est k=0.2.

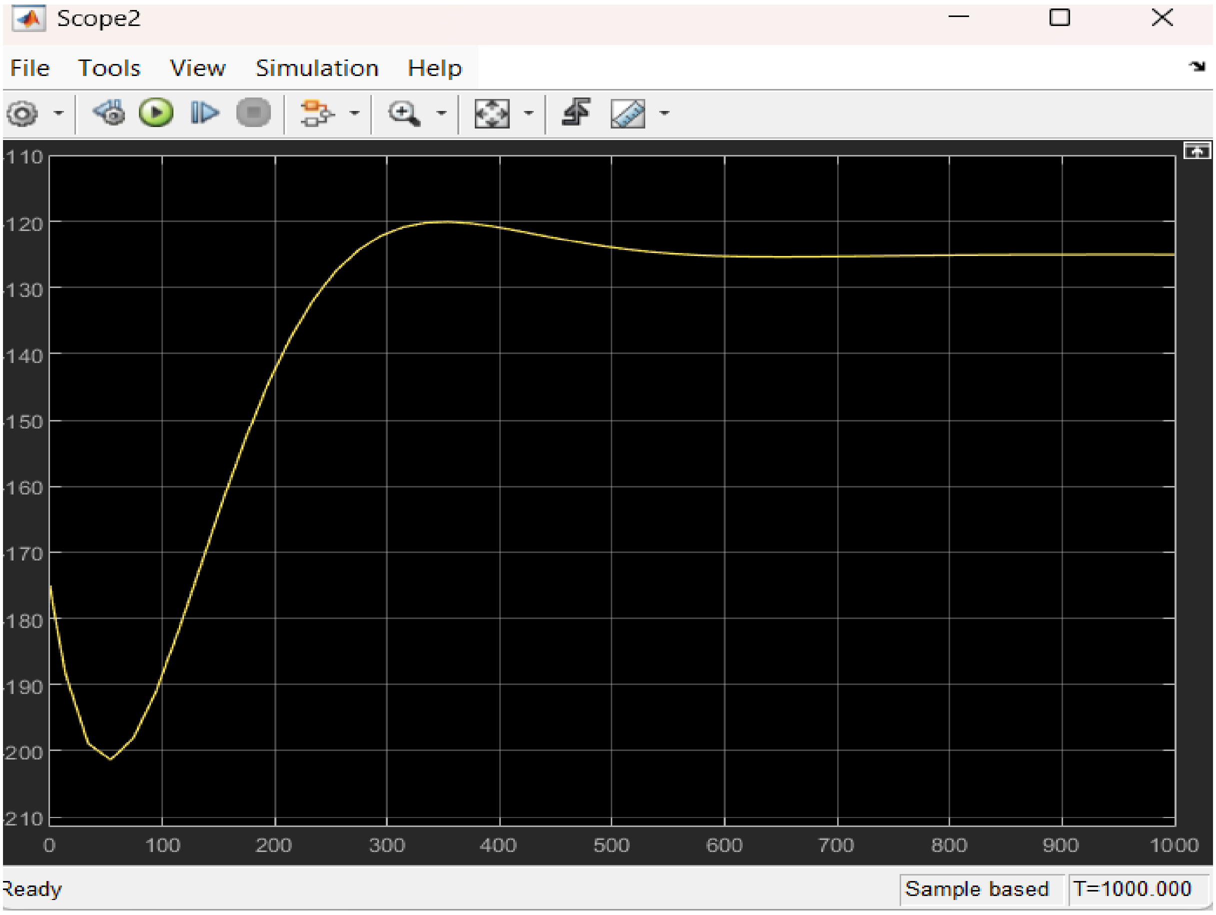
On a visualisé la trajectoire de u(t) avec de la commande correspondant à ce réglage :



Pour k=kopt , on a étudié l'effet d'une perturbation w constante après le régime transitoire, et on a observé que l'erreur de poursuite e(t)=y(t)−yr(t) comme illustré dans les figures ci-dessous :



Et la courbe de l'erreur correspondante :

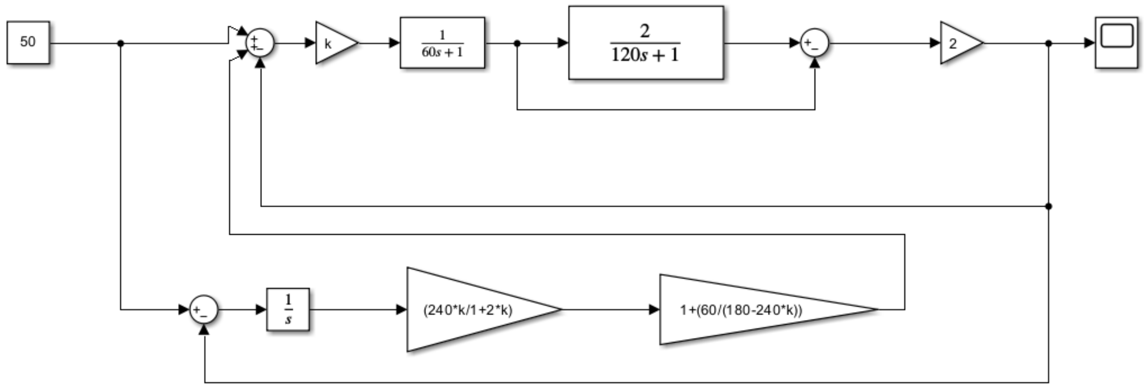


On observe que l'erreur augmente en raison de la déviation de la sortie par rapport à la consigne.

III. Boucle fermée avec régulateur PI :

Dans cette partie on a $u(t) = -k(e(t) + \frac{1}{T_1}\int_0^t e(s)\, ds$.

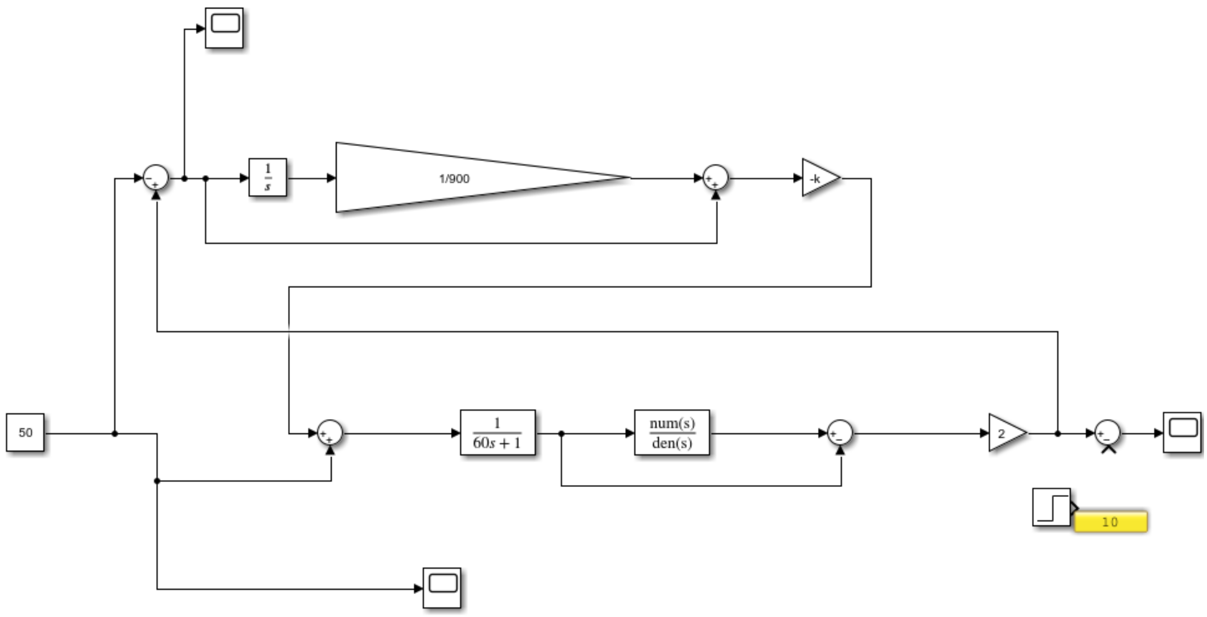
1.Nous avons créé un simulateur du système asservi dans Simulink, simulé la réponse à un échelon de consigne yr(t)=50 sans perturbation pour différentes valeurs de k et T1, et vérifié les conditions de stabilité en boucle fermée, comme montré dans la capture d'écran ci-dessous.

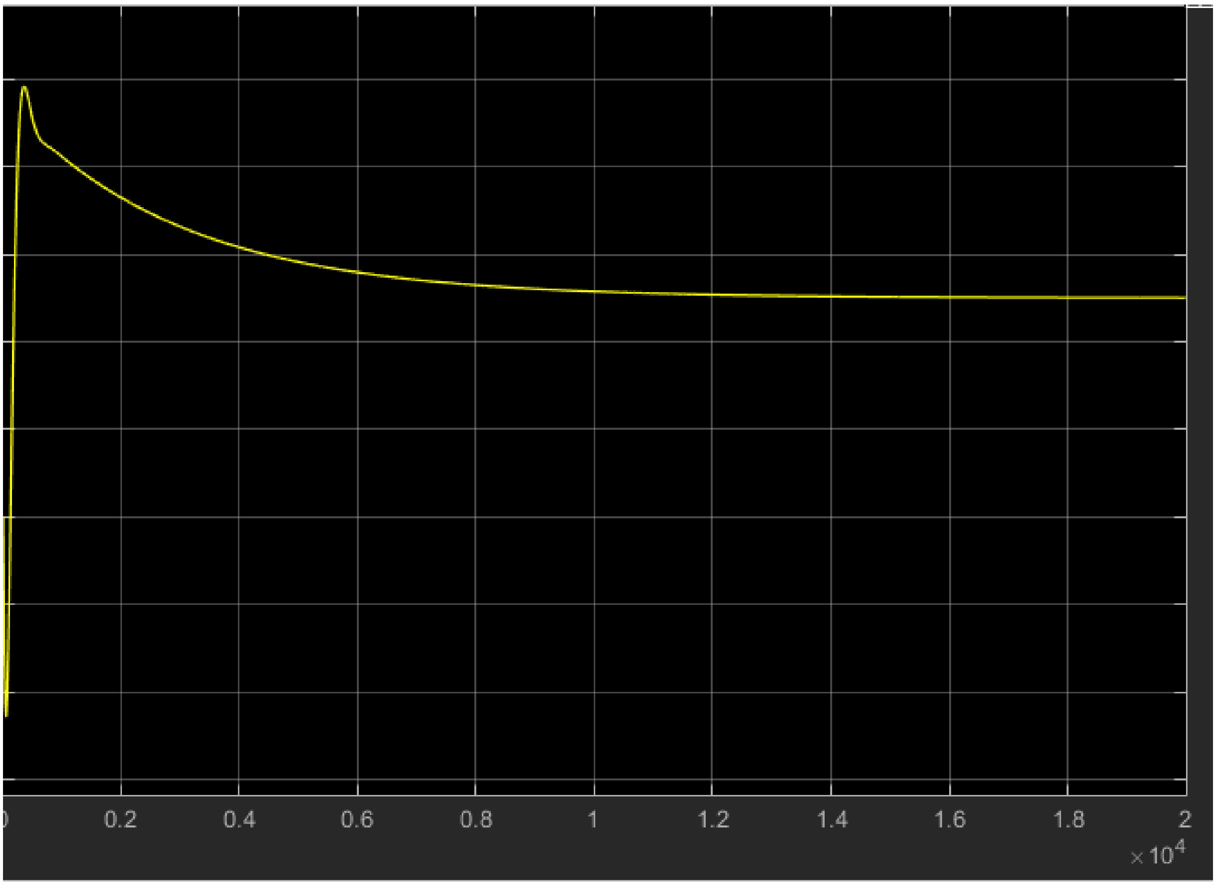


2. Choix de k et T_1 qui minimise le temps de sortie du régime transitoire à 10% :

K et T1

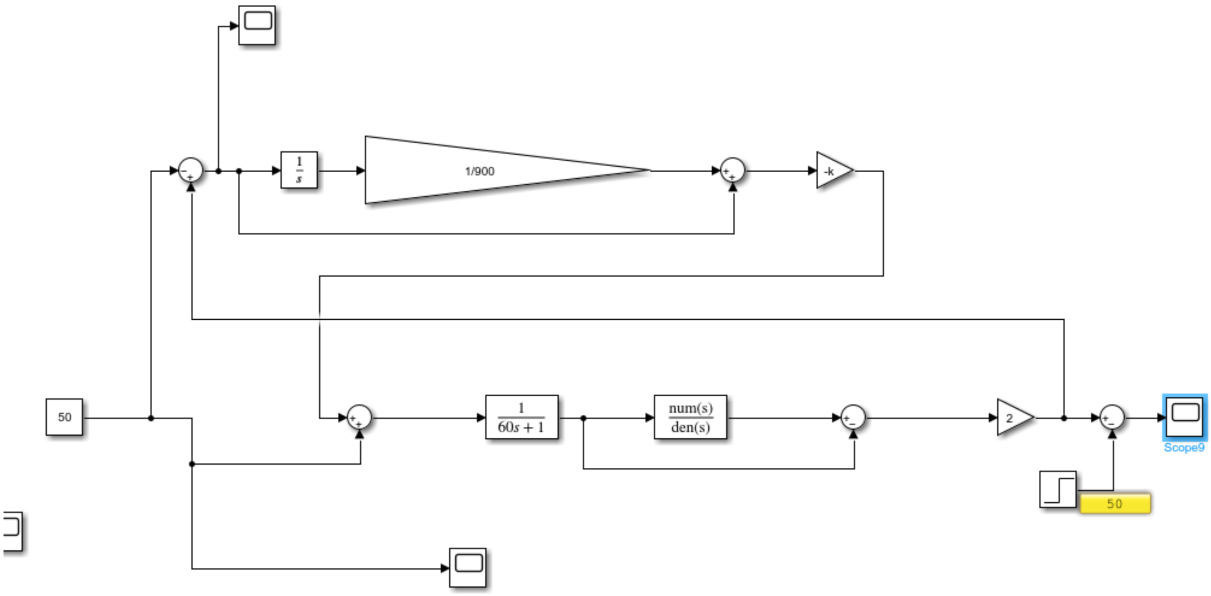
Pour k=0.2 et T1= 900, nous avons un système qui satisfait la minimisation du temps de sortie du régime transitoire à 10% :

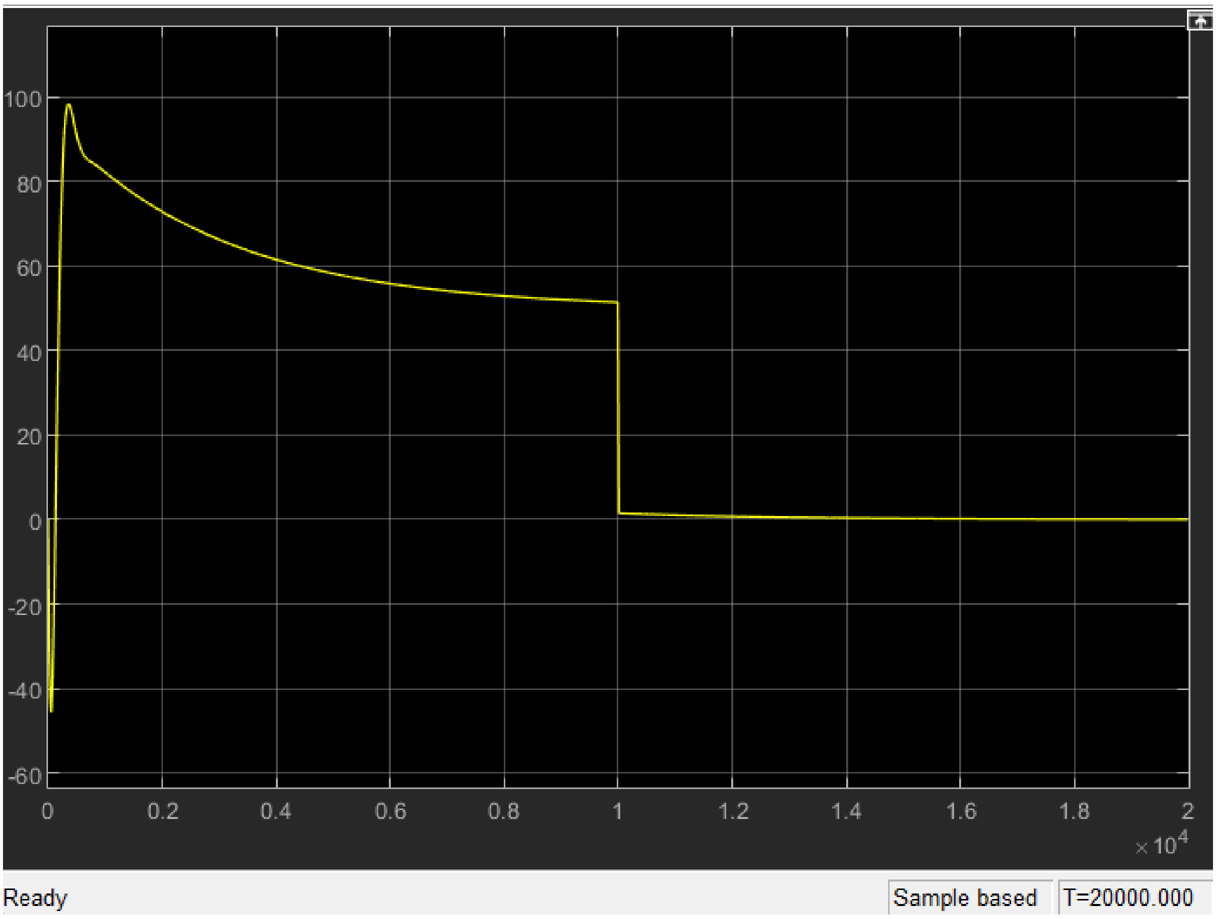




3.L'effet d'une perturbation constante :

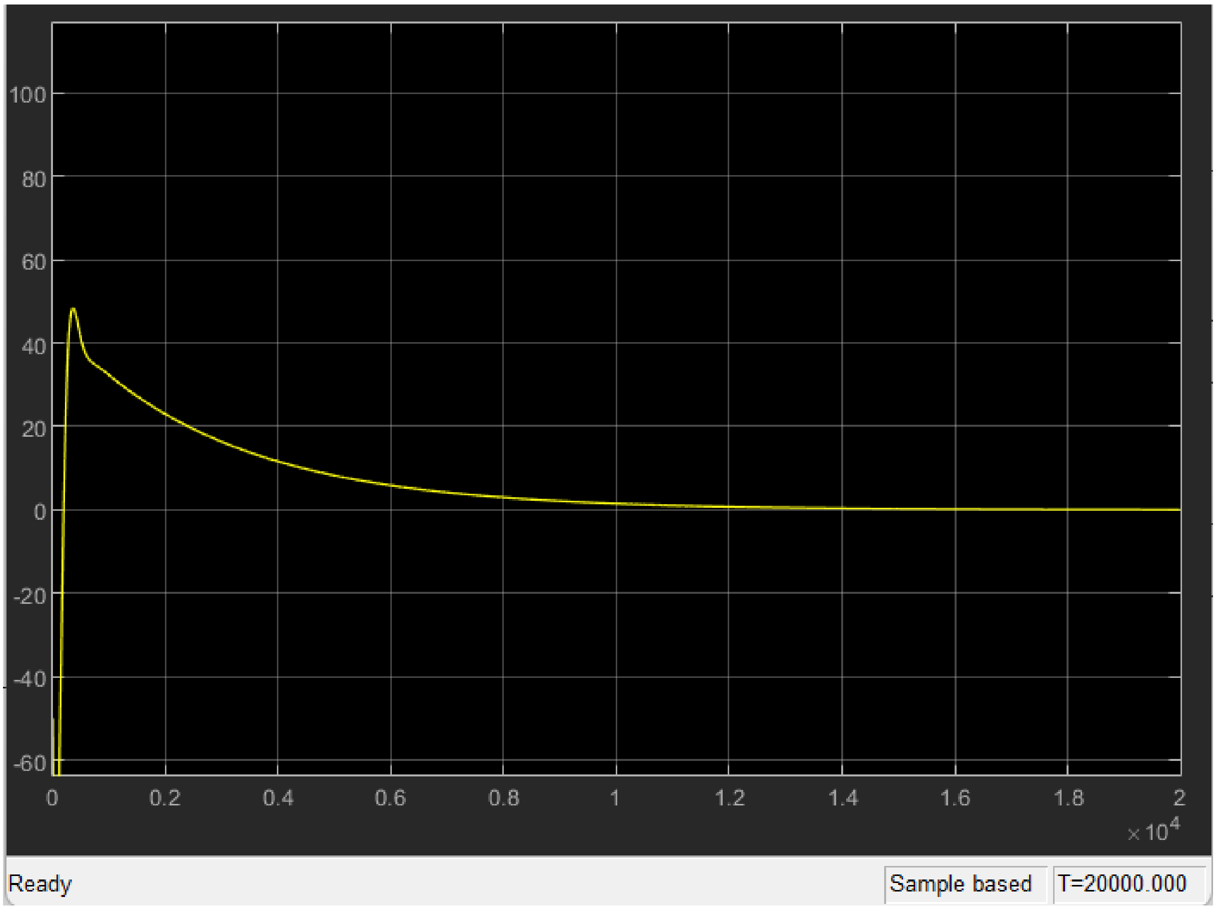
Le schéma bloc correspondant :





On remarque que la réponse chute de 50 (valeur de la perturbation) dès la fin du régime transitoire.

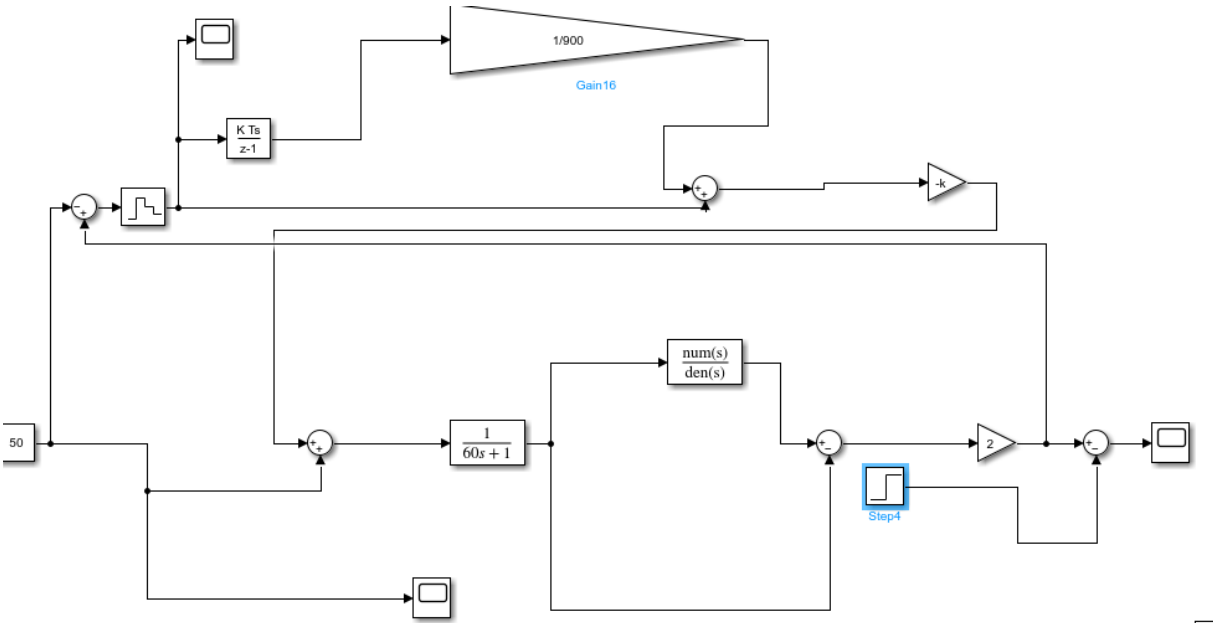
Pour l'erreur :



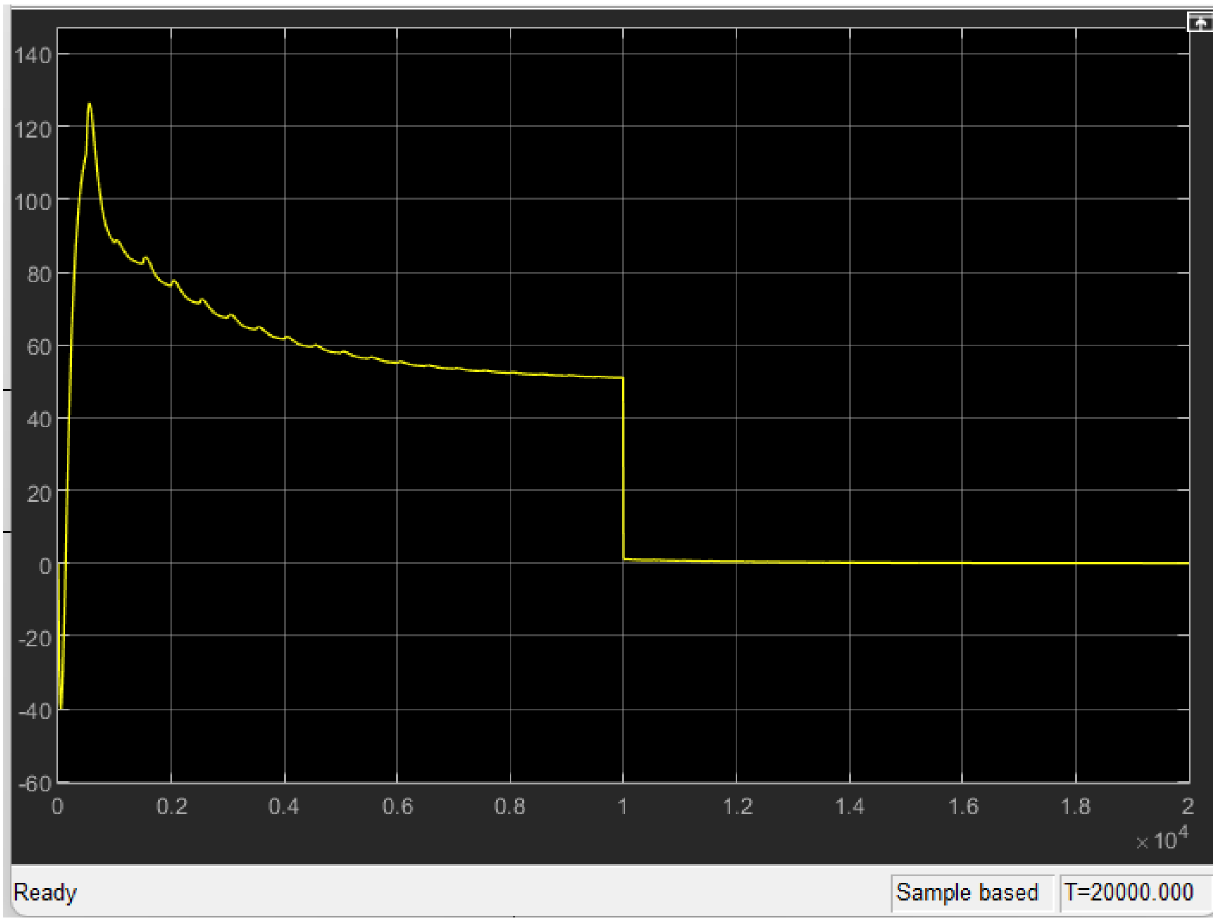
On voit bien qu'elle tend vers zéro, la condition est vérifiée.

4. On remplace l'intégrateur par un sommateur :

Schéma bloc :

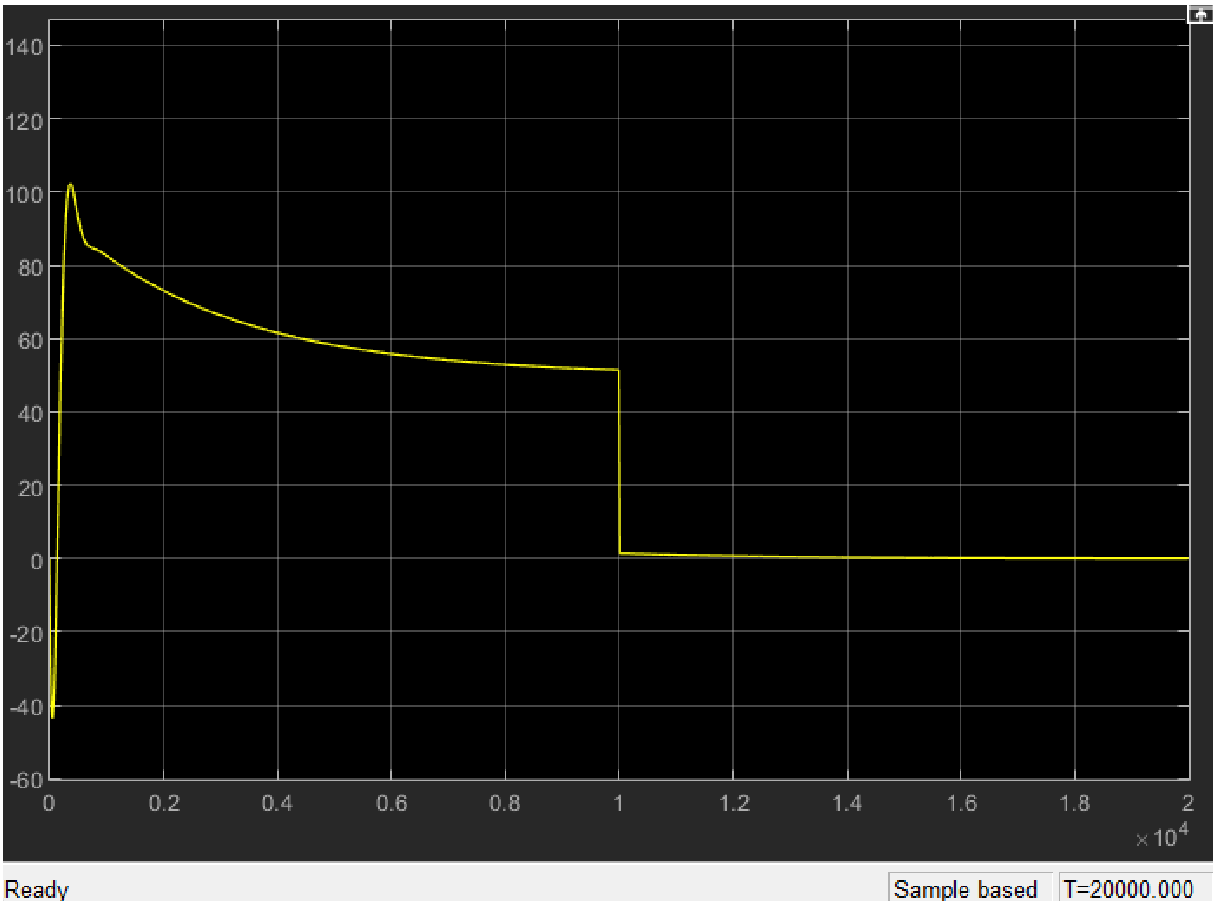


Figure



Le choix de Te qui permet d'assurer un comportement en boucle fermée,

On choisit un Te = 30 :



L'allure de la sortie échantillonnée correspond à celle de la sortie analogique d'où le choix de Te.

Conclusion

Ce TP a montré l'importance des régulateurs dans l'optimisation de la réponse d'un système asservi, et les simulations ont révélé que le choix des paramètres de régulation affecte significativement la stabilité et la rapidité du système.

Ces résultats soulignent l'importance d'une modélisation précise pour le contrôle efficace des systèmes complexes.