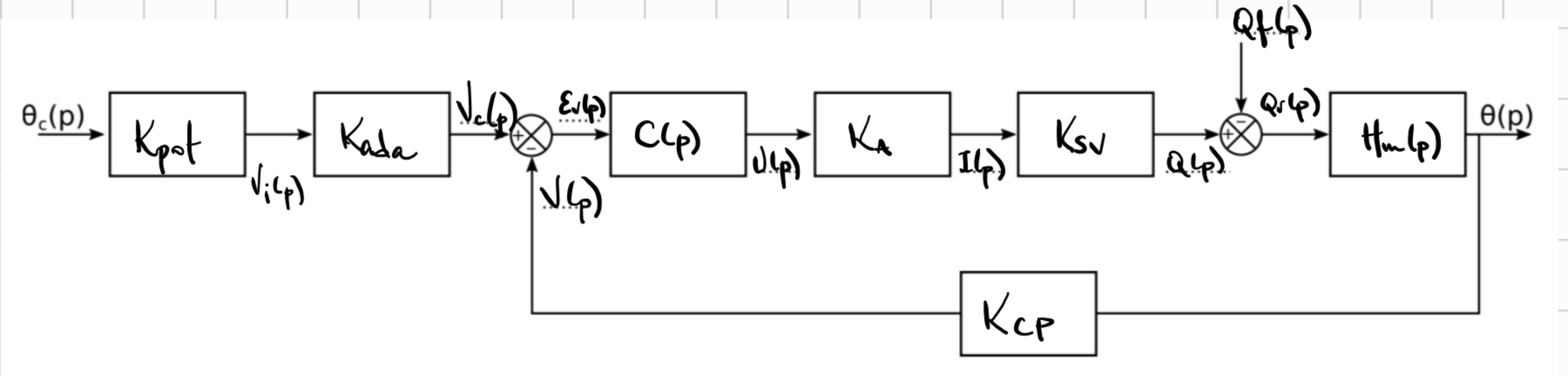
Asservissement d'une éolienne

Q1



Q2

Pour que le système fonctionne correctement, il faut que :

$$\varepsilon_v(p) = 0 \quad \text{si} \quad \theta(p) = \theta_c(p)$$

Or

$$\begin{aligned}
\varepsilon_v(p) &= V_c(p) - V(p) \\
&= K_{ada} \cdot K_{pot} \cdot \theta_c(p) - K_{cp} \cdot \theta(p) \\
&= (K_{ada} \cdot K_{pot} - K_{cp}) \cdot \theta_c(p) \quad \text{si} \quad \theta(p) = \theta_c(p) \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\text{si} \quad K_{ada} \cdot K_{pot} - K_{cp} = 0$$

Et donc $K_{ada} = \dfrac{K_{cp}}{K_{pot}} = 0{,}5$

Q3

$$H(p) = \underbrace{K_{pot} \cdot K_{ada}}_{=K_{cp}} \cdot \frac{K_p \cdot K_A \cdot K_{SV} \cdot \dfrac{1}{Q_0 \cdot p \cdot (1 + \tau \cdot p)}}{1 + K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV} \cdot \dfrac{1}{Q_0 \cdot p \cdot (1 + \tau \cdot p)}}$$

$$= \frac{K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV}}{K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV} + Q_0 \cdot p + \tau \cdot Q_0 \cdot p^2}$$

$$H(p) = \frac{1}{1 + \dfrac{Q_0}{K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV}} \cdot p + \dfrac{\tau \cdot Q_0}{K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV}} \cdot p^2}$$

Q4 $\varepsilon_{\theta s} = \lim_{t \to +\infty} \theta_c(t) - \theta(t)$

$= \underbrace{\lim_{t \to +\infty} \theta_c(t)}$ $- \lim_{t \to +\infty} \theta(t)$

$= \theta_{c0}$ $- 1 \times \theta_{c0}$

(Amplitude de l'échelon d'entrée) (Gain statique x Amplitude de l'échelon d'entrée)

$\varepsilon_{\theta s} = 0$

Q6-a

Le système est le plus rapide et sans dépassement si $\xi = 1$

Or : $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV}}{I \cdot Q_0}}$

$\xi = \dfrac{1}{2} \cdot \sqrt{\dfrac{Q_0}{I \cdot K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{SV}}}$

Et donc : $K_p = \dfrac{1}{4 \cdot \xi^2} \cdot \dfrac{Q_0}{I \cdot K_{cp} \cdot K_A \cdot K_{SV}}$

$K_p \simeq 172,5 \cdot 10^3$ si $\xi = 1$

et donc $\omega_0 \simeq 0,5$ rad/s

Avec $t_{réduit} = t_{r5\%} \cdot \omega_0 \simeq 5$ donc $t_{r5\%} \simeq 10$ s.

Q6-b

Je sais que : $u = K_p \cdot (v_c - v)$ et $v = 0$ si $\theta = 0°$

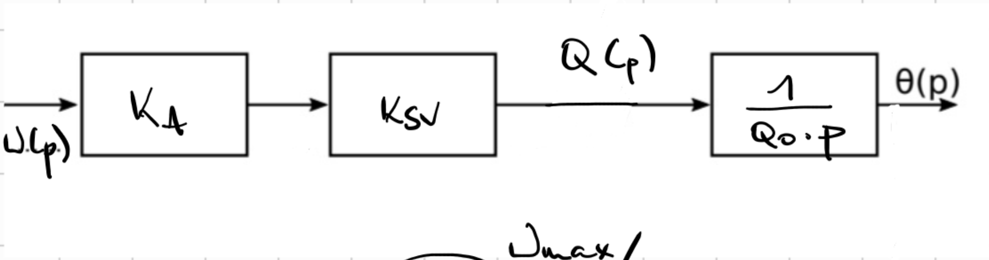
donc $U = K_p \cdot \underbrace{K_{ada} \cdot K_{pot}}_{K_{cp}} \cdot \theta_c = K_p \cdot K_{cp} \cdot \theta_c$

$\underline{AN}$: $U \simeq 1,3\ MV$!

Celte valeur de tension semble anormalement élevée. Il faudrait rajouter une saturation dans le modèle pour le rendre plus acceptable.

Q6-c

- À $t = 0$ (et jusque t_s), il y a saturation. La tension U est donc constante : $U = U_{max} = 6000\,V$.



$$\theta(p) = \frac{1}{Q_0 \cdot p} \cdot K_{SV} \cdot K_A \cdot \overbrace{U(p)}^{U_{max}/p}$$

$$\theta(p) = \frac{U_{max} \cdot K_{SV} \cdot K_A}{Q_0} \cdot \frac{1}{p^2} \quad \text{(rampe)}$$

donc $\theta(t) = \frac{U_{max} \cdot K_{SV} \cdot K_A}{Q_0} \cdot t$

La tension calculée par l'asservissement reste :

$$u(t) = K_p \cdot K_{cp} \cdot (\theta_{co} - \theta(t))$$

Il y a saturation tant que $u(t) > U_{max}$. La saturation s'arrête donc lorsque :

$$u(t_s) = U_{max} = K_p \cdot K_{cp} \cdot \left(\theta_{co} - \frac{U_{max} \cdot K_{SV} \cdot K_A}{Q_0} \cdot t_s\right)$$

Et donc :

$$\frac{\omega_{max}}{K_p \cdot K_{cp}} = \theta_{c0} - \frac{\omega_{max} \cdot K_{sv} \cdot K_A}{Q_0} \cdot t_s$$

Donc :

$$t_s = \frac{Q_0}{\omega_{max} \cdot K_{sv} \cdot K_A} \cdot \left(\theta_{c0} - \frac{\omega_{max}}{K_p \cdot K_{cp}} \right)$$

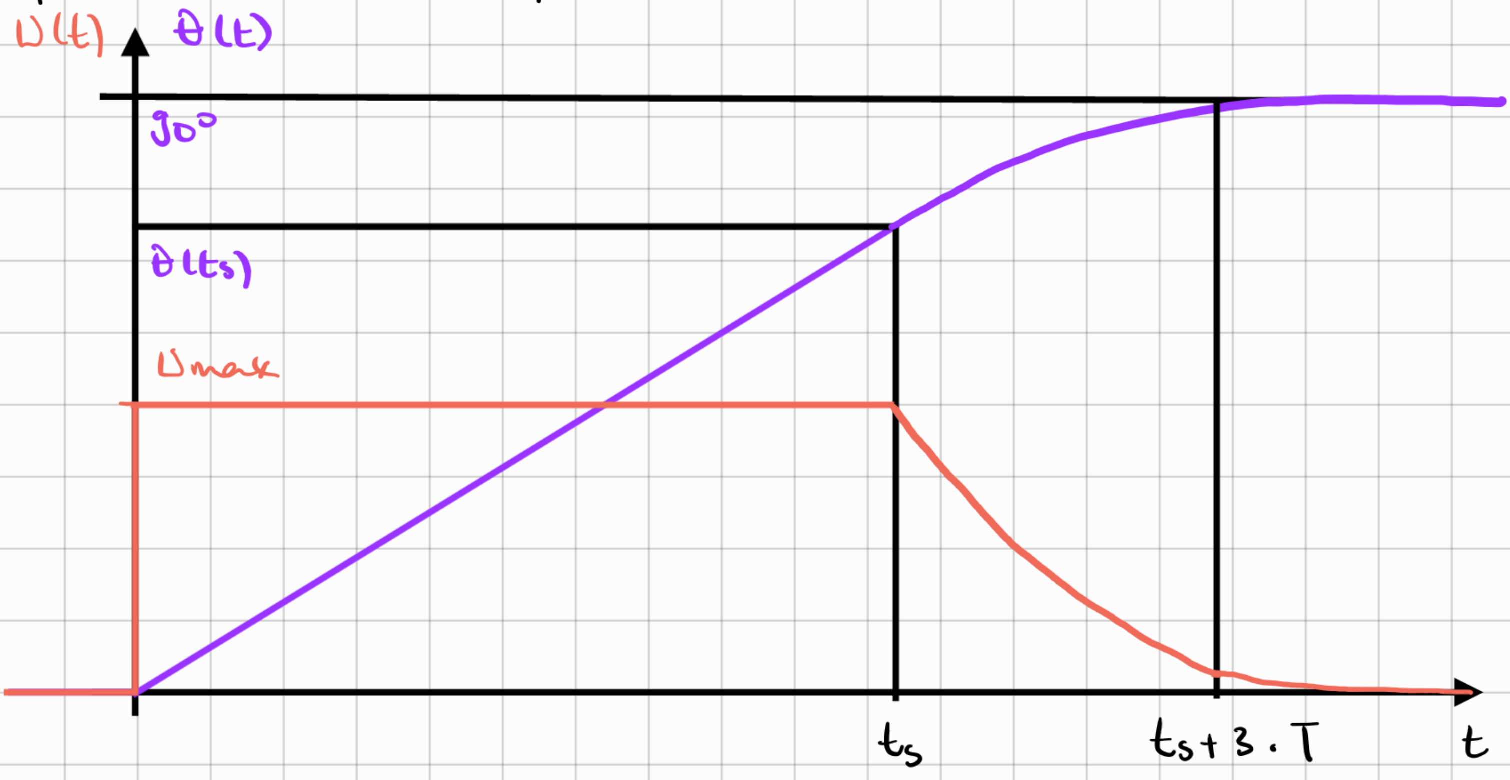
AN : $t_s \simeq 856\ s$

$\theta(t_s) \simeq 89,6°$

- Pour $t > t_s$, on a :

$$H(p) = \frac{1}{1 + \underbrace{\frac{Q_0}{K_{cp} \cdot K_p \cdot K_A \cdot K_{sv}}}_{= T} \cdot p} = \frac{\theta(p)}{\theta_c(p)}$$

On aura donc une réponse "classique" à un échelon pour une fonction de transfert d'ordre 1.



Q8

On peut écrire : $\theta(p) = H(p) \cdot \theta_c(p) - \frac{1}{K_{sv} \cdot K_A \cdot K_p \cdot K_{cp}} \cdot H(p) \cdot Qf(p)$

Q9

Calculons :

$$\varepsilon_{0s} = \lim_{t \to +\infty} \theta_c(t) - \theta(t)$$

$$= \lim_{t \to +\infty} \theta_c(t) - \lim_{t \to +\infty} \theta(t)$$

$$= \theta_{c0} - \theta_{c0} + \frac{1}{K_{SV} \cdot K_A \cdot K_p \cdot K_{CP}} \cdot Q_{f0}$$

$$\boxed{\varepsilon_{0s} = \frac{1}{K_{SV} \cdot K_A \cdot K_p \cdot K_{CP}} \cdot Q_{f0}}$$

Il faudrait $K_p \to +\infty$ pour que le système devienne insensible à la perturbation ce qui n'st pas réaliste.

Q10

Je relève $\varepsilon_{0s} \simeq 0,35°$ et donc :

$$Q_{f0} = K_{SV} \cdot K_A \cdot K_p \cdot K_{CP} \cdot \varepsilon_{0s} \simeq 0,0075 \ m^3/s$$