1. La boucle de retour et la présence d'une commande proportionnelle à l'écart entre la consigne et la sortie traitée par un correcteur justifient la présence d'un asservissement.

2. Si l'on souhaite arrêter d'envoyer de l'énergie dans le système quand la sortie est égale à la consigne, cela signifie que l'écart doit être nul à ce moment là. Hors l'écart vaut $k_a\Omega_c(p)-k_p\Omega_c(p)$. Pour que ce soit nul, il faut nécessairement que $k_a=k_p$. Seul k_a est ajustable car c'est nous qui concevons le calculateur. Le gain k_p peut être choisi sur le catalogue constructeur simplement.

3.

$$U(p)-E(p)=RI(p)$$
$$E(p)=k_e\Omega_m(p)$$
$$J\Omega_m(p)=C_m(p)$$
$$C_m(p)=k_iI(p)$$

4.
En travaillant sur les équations précédentes, on obtient la fonction de transfert suivante :

$$H_m(p)=\frac{\Omega_m(p)}{U_m(p)}=\frac{k_i}{k_ik_e+RJp}=\frac{1/k_e}{1+\frac{RJ}{k_ik_e}p}$$

On note $k_m=1/k_e$ le gain de la fonction de transfert du 1er ordre et $\tau_m=\frac{RJ}{k_ik_e}$ sa constante de temps.

5.
Le système est en boucle fermé classique aussi on peut écrire la fonction de transfert directement :

$$F_1(p)=\frac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}=k_a\frac{k_ck_vH_m(p)}{1+k_ak_ck_vH_m(p)}=\frac{k_ak_ck_v\frac{k_m}{1+\tau_mp}}{1+k_ak_ck_v\frac{k_m}{1+\tau_mp}}=\frac{k_ak_ck_vk_m}{1+k_ak_ck_vk_m+\tau_mp}$$

6.

$$F(p)=\frac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}=\frac{k_ak_ck_vk_m}{1+k_ak_ck_vk_m+\tau_mp}=\frac{\frac{k_ak_ck_vk_m}{1+k_ak_ck_vk_m}}{1+\frac{\tau_m}{1+k_ak_ck_vk_m}p}$$

Il s'agit d'une fonction de transfert du 1er ordre pour laquelle on peut noter $k_1=\frac{k_ak_ck_vk_m}{1+k_ak_ck_vk_m}$ son gain et $\tau_1=\frac{\tau_m}{1+k_ak_ck_vk_m}$ sa constante de temps.

7.

$$\varepsilon(p)=k_a\Omega_c(p)-k_a\Omega_m(p)=(k_a-k_aF_1(p))\Omega_c(p)$$

Le système est précis si la réponse temporelle à un échelon unitaire vaut 1 rad/s en régime permanent.

$$\lim_{t\to\infty}\varepsilon(t)=\lim_{p\to0}p\varepsilon(p)=\lim_{p\to0}p(k_a-k_aF_1(p))\Omega_c(p)=\lim_{p\to0}k_a-k_aF_1(p)=k_a-k_ak_1\neq0$$

Donc le système n'est pas précis car k_1 est différent de 1.

8. De même que précédemment :

$$F_2(p)=\frac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}=\frac{k_a\dfrac{k_c}{p}k_v\dfrac{k_m}{1+\tau_m p}}{1+k_a\dfrac{k_c}{p}k_v\dfrac{k_m}{1+\tau_m p}}=\frac{k_ak_ck_vk_m}{k_ak_ck_vk_m+p+\tau_m p^2}=\frac{1}{1+\dfrac{p}{k_ak_ck_vk_m}+\dfrac{\tau_m}{k_ak_ck_vk_m}p^2}$$

Il s'agit d'un système du 2nd ordre. On identifie le gain statique $k_2=1$; la pulsation non amortie $\omega_0=\sqrt{\dfrac{k_ak_ck_vk_m}{\tau_m}}$ et l'amortissement $z=\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{1}{k_ak_ck_vk_m\tau_m}}$.

9. $\varepsilon(p)=k_a\Omega_c(p)-k_a\Omega_m(p)=(k_a-k_aF_2(p))\Omega_c(p)$

Le système est précis si la réponse temporelle à un échelon unitaire vaut 1 rad/s en régime permanent.

$$\lim_{t\to\infty}\varepsilon(t)=\lim_{p\to 0}p\varepsilon(p)=\lim_{p\to 0}p(k_a-k_aF_2(p))\Omega_c(p)=\lim_{p\to 0}k_a-k_aF_2(p)=k_a-k_a=0$$

Le système est donc précis.

10.

Pour s'assurer d'avoir une réponse non oscillante, il faut que l'amortissement soit égal à 1 aussi :

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{k_ak_ck_vk_m\tau_m}}=1$$

Donc $\boxed{k_c=\dfrac{1}{4k_ak_vk_m\tau_m}}$

11.

Pour s'assurer d'avoir une réponse la plus rapide possible, il faut que l'amortissement soit égal à 0,7 :

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{k_ak_ck_vk_m\tau_m}}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

Donc $\boxed{k_c=\dfrac{1}{2k_ak_vk_m\tau_m}}$