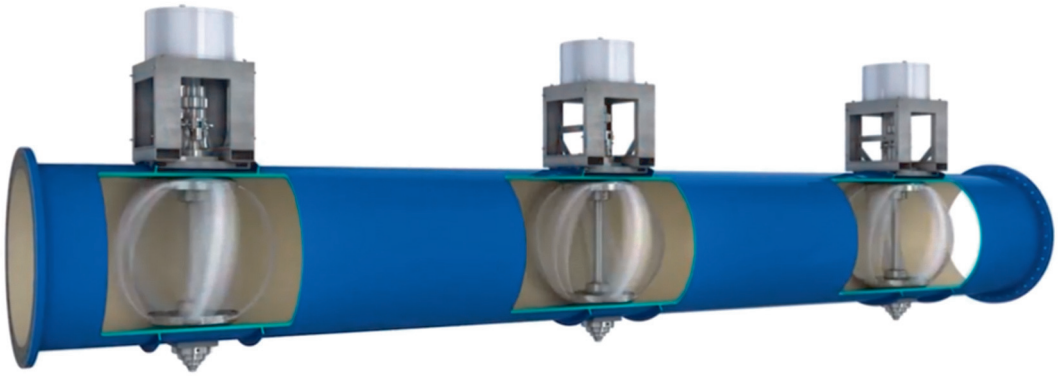
Partie 1 - Sciences de l'ingénieur

Hydrolienne de canalisations d'eau



CORRIGÉ

Sous-partie 1

Question 1.1

$V_\theta = V_0 \cdot cos(\theta)$ *et* $V_r = V_0 \cdot sin(\theta)$

$\overrightarrow{W} = -(R \cdot \omega + V_\theta) \cdot \overrightarrow{e_\theta} + V_r \cdot \overrightarrow{e_r}$

Question 1.2

C'est la composante F_θ qui est à l'origine du couple appliqué à la turbine.

On a donc $C = R \cdot F_\theta$.

Question 1.3 DR1

Le débit est de $Q = 215\,768\ m^3 \cdot jour^{-1} = \frac{215768}{24 \cdot 60 \cdot 60}\ m^3 \cdot s^{-1} = 2,5\ m^3 \cdot s^{-1}$

La vitesse d'écoulement est donc $V_0 = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{2,5}{\pi \cdot \left(\frac{1,270}{2}\right)^2} = 1,97\ m \cdot s^{-1}$

Pour $\theta = 72\ °$, $F_\theta = -7302,7\ N$

donc $C = R \cdot F_\theta = -\frac{1,270}{2} \cdot 7302,7 = -4637,2\ N \cdot m$ (voir DR1)

Question 1.4

Le couple total est la somme des couples :

$$C_{tot} = 244,1 - 4637,2 - 1663,8 + 2635,9 + 7629,1 = 4208,0\ N \cdot m$$

D'où $P_m = C_{tot} \cdot \omega = C_{tot} \cdot \frac{\lambda \cdot V_0}{R} = 4208 \cdot \frac{4\pi}{5} \cdot \frac{1,97}{\frac{1,270}{2}} = 32,8\ kW$

Question 1.5 DR1

Voir DR1.

$P_t = P_m \cdot \eta_1 = 32,8 \times 0,9 = 29,5\ kW$
$Pe = P_t \cdot \eta_2 = 29,5 \times 0,97 = 28,6\ kW$

Question 1.6

$E = P_{totale} \cdot t = 4 \cdot P_e \cdot t = 4 \times 28,6 \times 365 \times 24 = 1\ GW \cdot h$

On en déduit le nombre de foyers n_{foyers} :

$$n_{foyers} = \frac{E}{E_f} = \frac{10^6}{8000} = 125\ foyers$$

Le cahier des charges n'est pas respecté car
$n_{foyers} < 150$ et $E < 1,1\ GW \cdot h$.

Sous-partie 2

Question 1.7 L'efficacité est maximale pour $\lambda \approx 4$. Un asservissement de la vitesse de rotation de l'hydrolienne permet de s'assurer que le régime de fonctionnement reste dans la zone d'efficacité maximale et donc de garantir un meilleur rendement pour le système et ainsi une production d'énergie électrique optimale.

Question 1.8 $\varepsilon_s = \frac{10 - 5}{10} = 0,5 = 50\ \% > 12\ \%$ donc le cahier des charges n'est pas respecté.

Question 1.9 Voir DR2.

DR2 La solution 2 est retenue car elle permet d'avoir une erreur statique inférieure à 12 % et une vitesse maximale inférieure à 10,1 $rad \cdot s^{-1}$.

Question 1.10 $$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_{optimal} - \omega_{max}}{t_e} = \frac{1}{t_e} \cdot \left(\frac{\lambda_{optimal} \cdot V_0}{R} - \frac{\lambda_{max} \cdot V_0}{R} \right)$$

Donc $\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{30} \cdot \frac{2 \times 1,97}{1,27} (4 - 10) = - 0,62\ rad \cdot s^{-1}$

Question 1.11 Le référentiel est supposé galiléen et les solides indéformables.

En isolant la génératrice, le bilan des actions mécaniques extérieures suivant peut être fait :

- couple exercé par le frein sur l'arbre $\overrightarrow{C_f} = - C_f \cdot \vec{z}$;
- couple exercé par le fluide sur l'arbre $\overrightarrow{C} = C \cdot \vec{z}$;
- action des liaisons pivot d'axe $(O,\vec{z})$ sans frottement.

En appliquant le théorème du moment dynamique en projection sur $\vec{z}$, l'équation suivante est trouvée :

$$- C_f + C = J \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

D'où $C_f = C - J \cdot \frac{d\omega}{dt} = 4200 - 25 \times (-0,62) = 4215,5\ N \cdot m < 4250\ N \cdot m$

Donc le système de freinage convient.

Sous-partie 3

Question 1.12

Les communications sans fil WiFi et Bluetooth ne sont pas adaptées à des ouvrages présentant du béton armé qui bloquent la transmission. De plus, le réseau Ethernet propose un meilleur débit de données et une consommation énergétique inférieure aux technologies sans fil.

Question 1.13

Le masque est 255.255.255.192, soit en binaire :

1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1100 0000

Le réseau proposé peut donc identifier $2^6 - 2 = 66$ machines (2 adresses sont réservées, l'une pour l'adresse réseau et l'autre pour l'adresse de diffusion).

Donc il y a 66 adresses disponibles pour l'instrumentation de l'hydrolienne qui nécessite 35 capteurs et actionneurs. Le réseau ainsi paramétré est donc compatible.

Question 1.14

DR3

Il faut choisir une adresse qui n'a pas été affectée à un autre composant du réseau, qui n'est ni l'adresse de diffusion ni l'adresse de réseau, et qui permette une connexion au réseau.
Adresse de réseau : 192.168.10.0 (un Et logique entre le masque de sous-réseau et une adresse d'un appareil du réseau).
Adresse de diffusion : 192.168.10.63 (un OU logique entre le conjugué du masque de sous-réseau et une adresse d'un appareil du réseau).
Pour assurer la connexion au réseau, l'adresse doit être de la forme 192.168.10.c où c est un nombre entier entre 1 et 62 qui n'est pas déjà utilisé par les autres appareils (0 et 63 étant pris pour l'adresse réseau et diffusion).
Les adresse possibles pour la vanne, le capteur de débit et le capteur de pression sont donc les adresses de la forme 192.168.10.c, où
$c \in [1,3] \cup [5,9] \cup \{19\} \cup [28,29] \cup [38,39] \cup [38,39] \cup \{48\} \cup [50,62]$.
Voir DR3.

Question 1.15

En supposant que la caractéristique de l'accéléromètre est linéaire on a : $U = s \cdot a$. Donc $a = \frac{U}{s} = \frac{22}{100} = 0{,}22\ m.s^{-2}$.

La résolution du capteur est de 1 mV donc 22 mV se code :

$22)_{10} = 0001\ 0110)_2$

Question 1.16

L'étendue de mesure [0mV-200mV] se code sur un octet. La trame complète est donc constituée de N = 1 + 1 + 1 + 2 = 5 octets.

Question 1.17

Débit = $250\ 000 \cdot 5 = 1\ 250\ 000\ octets \cdot s^{-1} = 1{,}19\ Mo \cdot s^{-1}$.

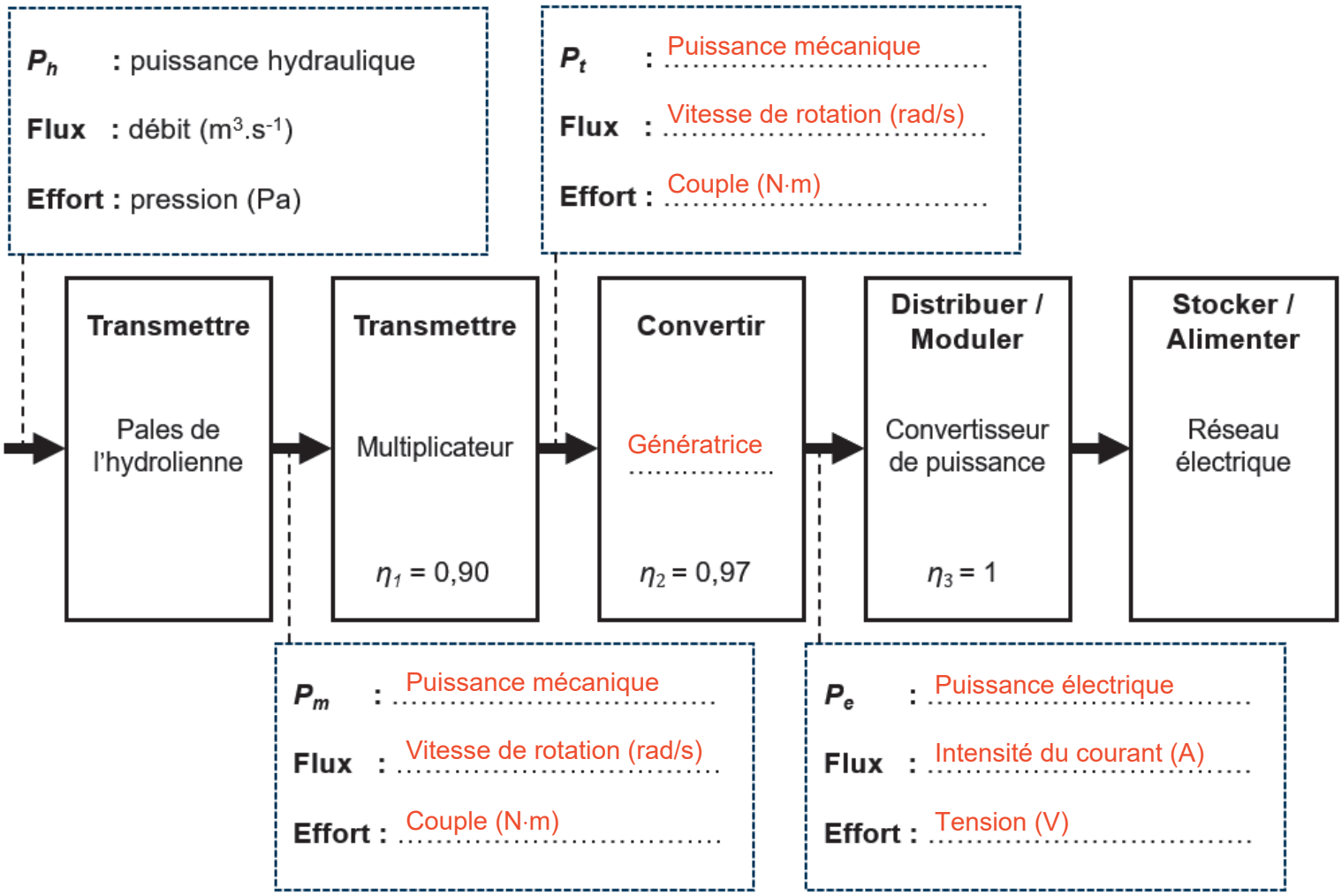
1,19 > 1 donc le choix du protocole Modbus permet de respecter l'exigence de contrôle en temps réel.

Document réponse DR1

Question 1.3

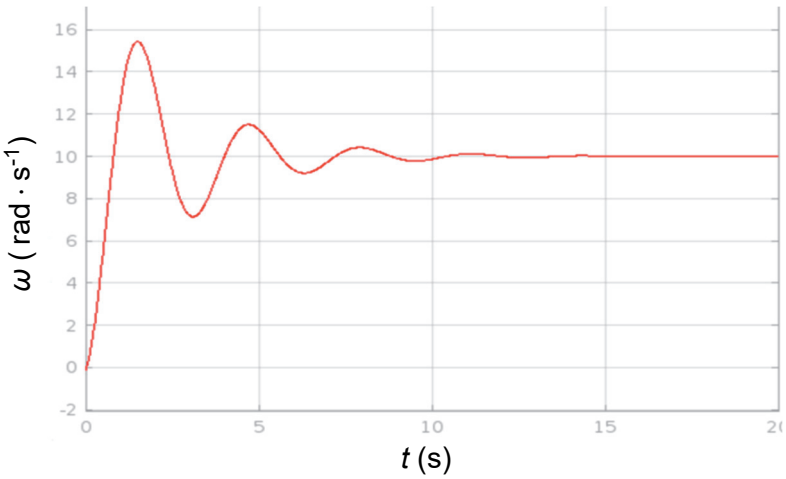
θ (°)	F_θ (N)	C (N · m)
0	383,4	244,1
72	- 7302,7	-4637,2
144	- 2620,2	- 1663,8
216	4151,0	2635,9
288	12014,3	7629,1

Question 1.5



Document réponse DR2

Question 1.9



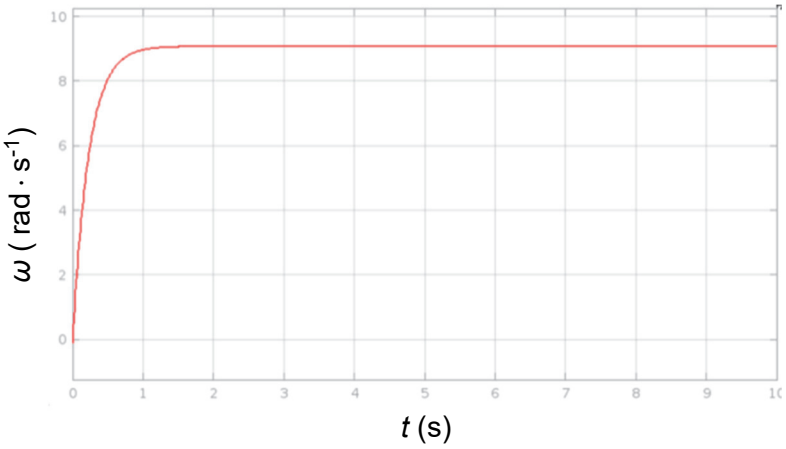
Solution 1

Erreur : 0 %

Vitesse maximale : 15,5 rad·s^{-1}

Réglage retenu :

- ☐ oui
- ☒ non



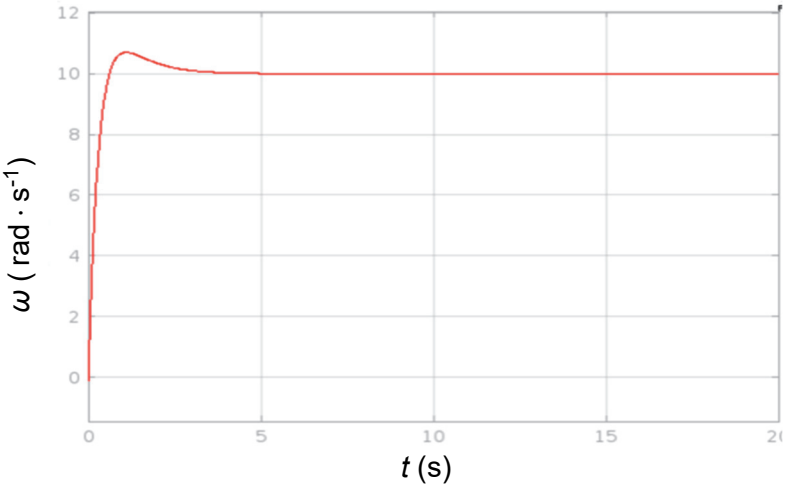
Solution 2

Erreur : 10 %

Vitesse maximale : 9 rad·s^{-1}

Réglage retenu :

- ☒ oui
- ☐ non



Solution 3

Erreur : 0 %

Vitesse maximale : 10,5 rad·s^{-1}

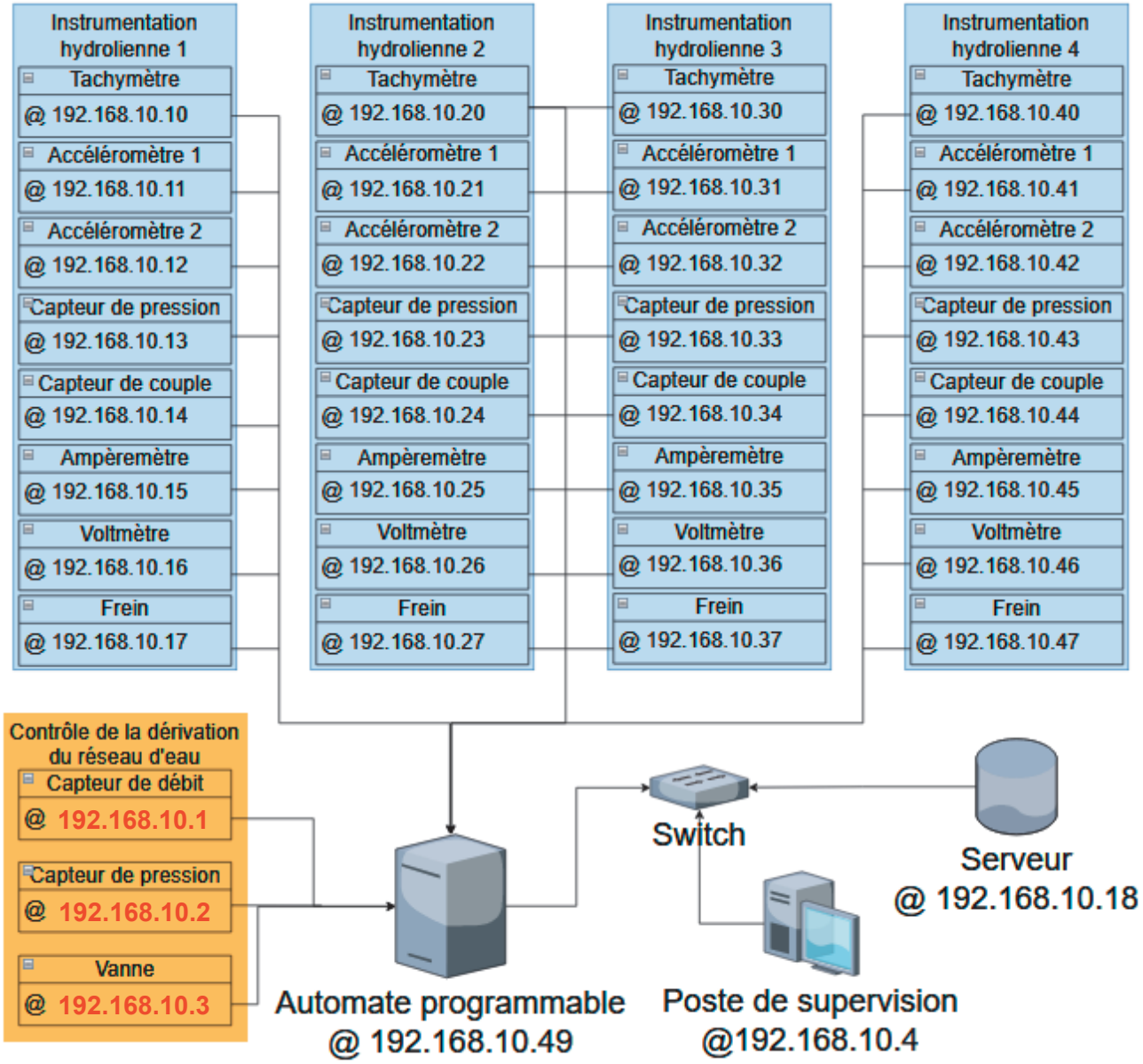
Réglage retenu :

- ☐ oui
- ☒ non

Document réponse DR3

Question 1.14

Masque de sous-réseau : 255.255.255.192



Plan d'adressage du système d'instrumentation du tunnel hydraulique