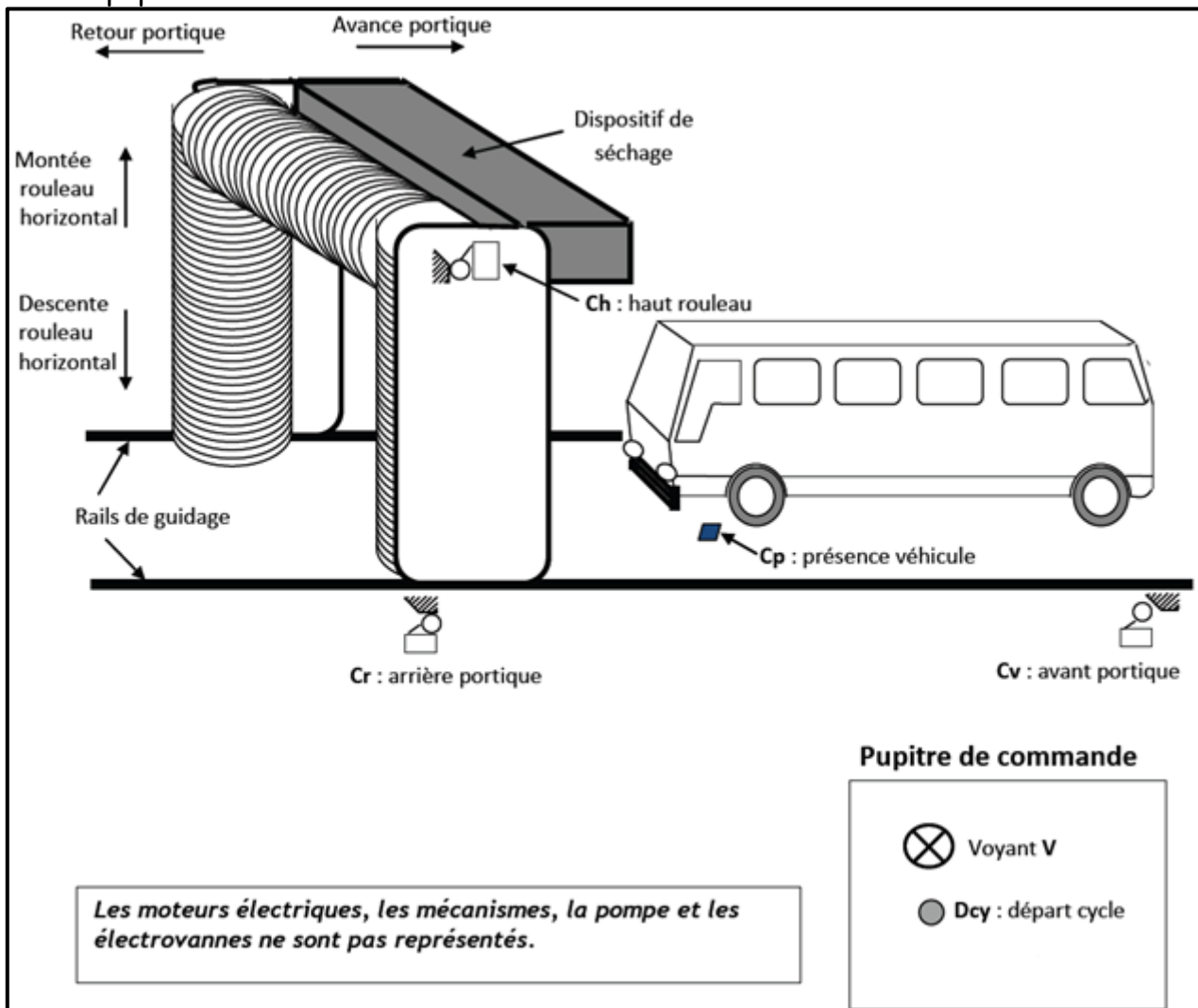


REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ***** LYCEE HANNIBAL DE L'ARIANA Devoir de CONTOLE N°3 2013	SECTION: 3 <sup>ème</sup> SCIENCES TECHNIQUES	
	EPREUVE TECHNIQUE	DUREE: 4 heures Kaâouana Ismail

# SYSTÈME DE LAVAGE AUTOMATIQUE DE VÉHICULES

**1- PRESENTATION DU SYSTEME** : Ce système est constitué principalement :

- ✓ de deux rouleaux verticaux ;
- ✓ d'un rouleau horizontal ;
- ✓ d'un dispositif de séchage ( turbo ventilateur et résistances chauffantes) ;
- ✓ d'un pupitre de commande.



**2- DESCRIPTION DU SYSTEME** : Le système comporte essentiellement :

- ✓ Un portique, supportant deux rouleaux verticaux et un rouleau horizontal, entraîné par un moteur électrique à deux sens de marche : avant et arrière ;
- ✓ Un moteur électrique associé à un mécanisme permettant la rotation de ces trois rouleaux.

- ✓ Un moteur électrique Mt pour la montée et la descente du rouleau horizontal ;
- ✓ Un capteur de proximité détectant la présence d'un véhicule ;
- ✓ Des capteurs de fin de courses détectant les positions :
  - Haute du rouleau horizontal
  - Avant et arrière du portique
- ✓ Un dispositif de séchage du véhicule situé sur la partie haute du portique ;
- ✓ Un dispositif de diffusion, constitué d'une pompe et de deux électrovannes, permettant d'arroser le véhicule avec de l'eau ou de l'eau savonnée ;
- ✓ Une carte de commande ;
- ✓ Un pupitre de commande.

**Le déplacement du portique sur les rails est assuré par des roues lisses.**

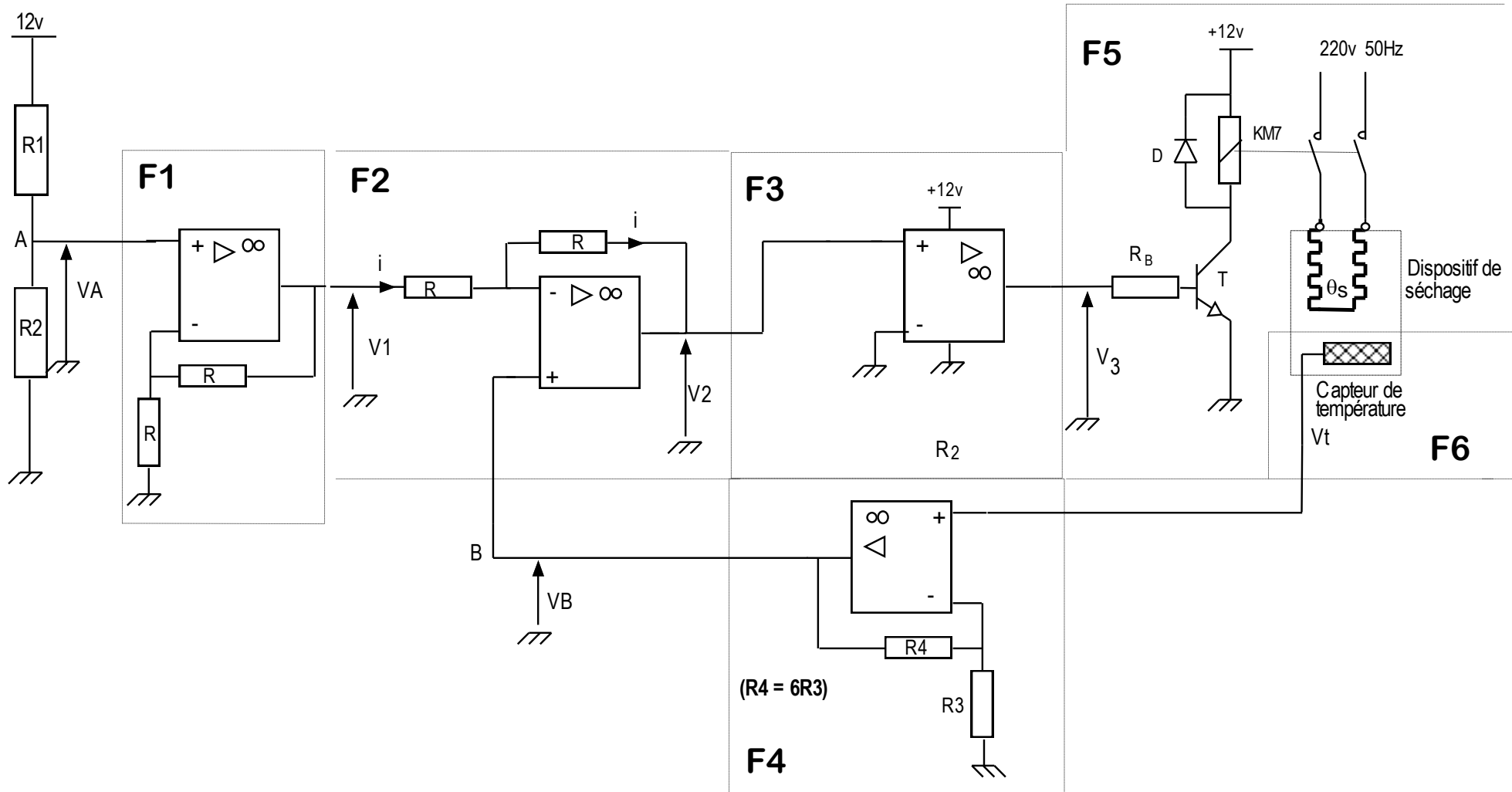
### **3- FONCTIONNEMENT**

A l'état initial : le portique est en position arrière détectée par le capteur **Cr**, le rouleau horizontal est en position haute détectée par le capteur **Ch** et un véhicule est présent sur la surface de lavage détecté par le capteur **Cp**.

Une action sur le bouton poussoir **Dcy** par l'opérateur permet de lancer le cycle suivant (décrit aussi par le GRAFCET du point de vue système illustré ci- dessous):

- ✓ un voyant **V** s'allume pendant 10 secondes indiquant le départ cycle;
- ✓ descente du rouleau horizontal pendant 5 secondes ;
- ✓ mise en rotation des trois rouleaux ;
- ✓ avance du portique en arrosant le véhicule avec de l'eau (prélavage) jusqu'à l'action du Capteur '*avant portique*' **Cv** ;
- ✓ retour du portique en arrosant le véhicule avec de l'eau savonnée (savonnage) jusqu'à l'action du capteur '*arrière portique*' **Cr** ;
- ✓ avance du portique en arrosant le véhicule avec de l'eau (rinçage) jusqu'à l'action du capteur '*avant portique*' **Cv** ;
- ✓ arrêt de rotation des trois rouleaux ;
- ✓ montée du rouleau horizontal jusqu'à l'action du capteur **Ch**.
- ✓ retour du portique et séchage du véhicule jusqu'à l'action du capteur '*arrière portique*' **Cr**.

## Schéma structurel de la régulation en température



- Le capteur de température délivre une tension  $V_t$  proportionnelle à la température du dispositif de séchage tel que  $V_t = 5\text{mV}/^\circ\text{C}$
- Tous les A.L.I sont supposés parfaits.

**B - Etude de la partie électrique**

**B1 - Etude de la régulation en température** : En se réfère au schéma structurel de la régulation en température ( voir dossier technique page T3 ) :

**1 - Identifier la grandeur de consigne et la grandeur asservie : (0,5pt)**

• grandeur de consigne : .....

• grandeur asservie : .....

**2 - Compléter le tableau suivant en mettant ( x ) dans la bonne case : (1pt)**

	F2	F3	F4	F5	F6
Chaîne directe					
Chaîne de retour					
Comparateur					
Capteur					x

**3 - Etude de la fonction F1 : (1pt)**

**a - Quelle est la fonction accomplie par F1 ? : .....**

**b - Donner l'expression de V1 en fonction de VA : .....**

**4 - Etude de la fonction F2 :**

**a - Ecrire l'expression de V1 en fonction de R , i et VB : (0,5pt)**

.....

**b - Ecrire l'expression de V2 en fonction de R , i et VB : (0,5pt)**

.....

**c- En déduire alors que  $V1 + V2 = 2VB$  : (0,5pt)**

.....

**d- Déduire des études précédentes que  $V2 = 2(VB - VA)$  . Représenter cette expression par un schéma fonctionnel : (0,5pt)**

.....

.....

.....

.....

**e - Quelle est la fonction remplie par F1+F2 : (0,5pt)**

.....

**5 - Etude du capteur de température : (0,5pt)**

Donner l'expression de  $V_t$  en fonction de  $\theta_s$  et la représenter par un schéma fonctionnel :

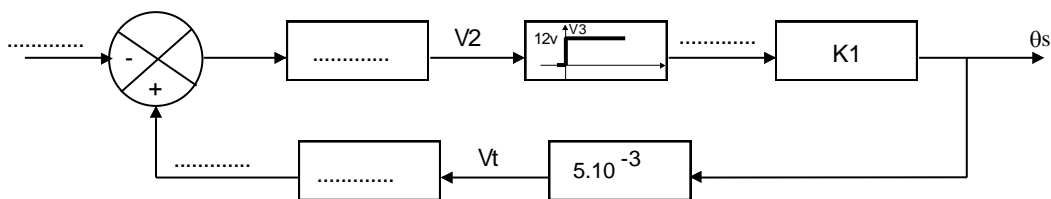
**6 - Etude de la fonction F4 : (0,5pt)**

Donner l'expression de  $V_B$  en fonction de  $V_t$  et la représenter par un schéma fonctionnel :

**7 - En se basant sur l'étude précédente compléter le tableau d'analyse de fonctionnement de la régulation : (1pt)**

	Signe de $V_2$	Valeur de $V_3$	Etat de T (bloqué ou saturé)	$\theta_s$ (augmente ou diminue)
Si ( $V_A > V_B$ )	$V_2$ .....	$V_3 =$ .....	.....	.....
Si ( $V_A < V_B$ )	$V_2$ .....	$V_3 =$ .....	.....	.....

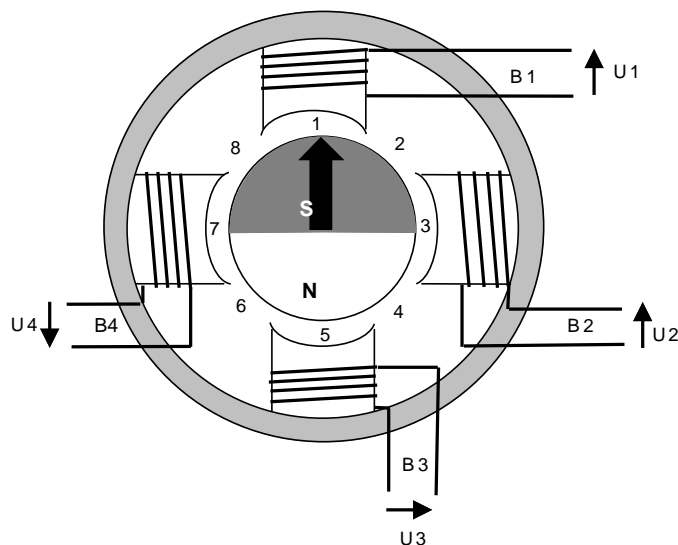
**8 - Compléter les indications manquantes repérées par les pointillés sur le schéma fonctionnel suivant : (1pt)**



**9 - On pose  $P = \frac{\theta_s}{V_2}$ . Trouver la fonction de transfert  $T = \frac{\theta_s}{V_A}$  de la régulation par réduction du schéma fonctionnel (1pt)**

<p><b>a -</b></p>	<p><b>b -</b></p>
<p><b>c - On applique la formule de Black :</b></p>	<p><b>d - fonction de transfert :</b></p> $T = \frac{\theta_s}{V_A} = \dots$

**B2** - L'ouverture ou la fermeture de chaque électrovanne, permettant d'arroser le véhicule avec de l'eau ou de l'eau savonnée est assurée par un moteur pas à pas à aimant permanent . Le circuit électronique qui commande chaque moteur permet la modification du mode de commutation :



**1 - Mode de fonctionnement 1** : une seule bobine est alimentée par pas :

a- Compléter le tableau suivant : (1pt)

Position du rotor	1	3	5	7
Bobines excitées				

b-Donner le type de la commutation : (0,5pt).....

**2- Mode de fonctionnement 2** : 2 bobines sont alimentées par pas :

a- Compléter le tableau suivant . (0,75pt)

Position du rotor	2	4	6	8
Bobines excitées	B1 + B2			

b-Donner le type de la commutation : (0,5pt).....

**3 - Mode de fonctionnement 3** : On alimente successivement 1 bobines , puis 2 bobines ..etc

a- Compléter le tableau suivant : (1pt)

Position du rotor	1	2	3	4	5	6	7	8
Bobines excitées								B4+B1

b-Donner le type de la commutation : (0,5pt).....

4- Mode de fonctionnement 4 : deux bobines sont alimentées par pas :

a- Compléter le tableau suivant : (1pt)

Position du rotor	1	3	5	7
Bobines excitées				

b-Donner le type de la commutation : (0,5pt).....

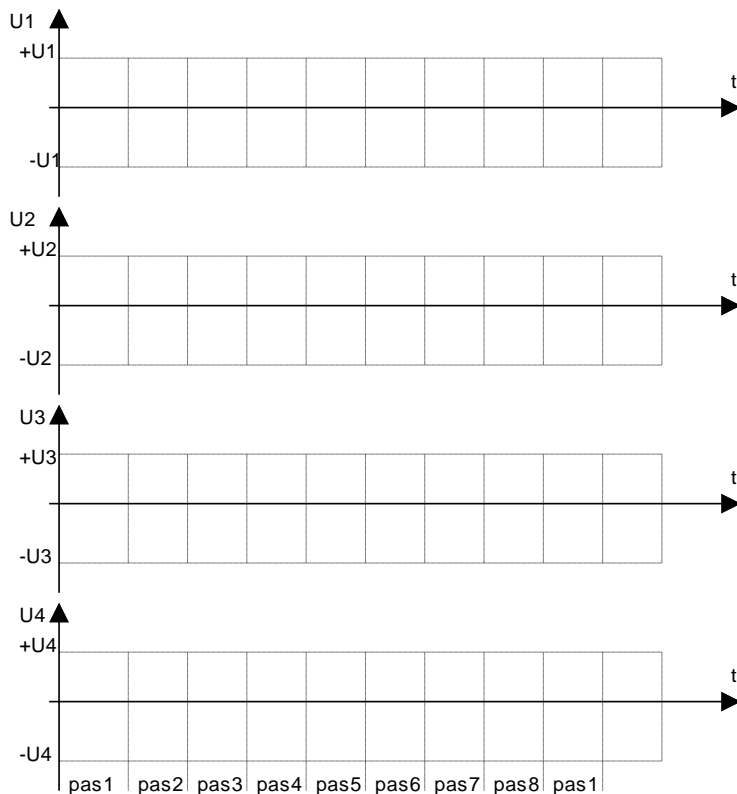
5 - Mode de fonctionnement 5 : deux bobines sont alimentées par pas :

a-Compléter le tableau suivant : (1,5pt)

Position du rotor	1	2	3	4	5	6	7	8
Bobines excitées								B4+B1

b-Donner le type de la commutation : (0,5pt).....

c-Tracer les chronogrammes des tensions d'alimentations des bobines en considérant U1 ,U2 , U3 ,et U4 fléchées sur la figure ci-dessus comme étant des grandeurs positives (2pts)



d-Pour ce mode de fonctionnement donner

$m = \dots\dots\dots$  (0,25pt)

$p = \dots\dots\dots$  (0,25pt)

$K1 = \dots\dots\dots$  (0,25pt)

$K2 : \dots\dots\dots$  (0,25pt)

Vérifier en calculant le nombre de positions du rotor

$Np = \dots\dots\dots$  (0,25pt)



*Corrigé*

**B - Etude de la partie électrique**

**B1 - Etude de la régulation en température :** En se réfère au schéma structurel de la régulation en température ( voir dossier technique page T3 ) :

1 - Identifier la grandeur de consigne et la grandeur asservie : (0,5pt)

• grandeur de consigne : ..... *tension VA* .....

• grandeur asservie : ..... *température Ts* .....

2 - Compléter le tableau suivant en mettant ( x ) dans la bonne case : (1pt)

	F2	F3	F4	F5	F6
Chaîne directe		X		X	
Chaîne de retour			X		
Comparateur	X				
Capteur					x

3 - Etude de la fonction F1 : (1pt)

a - Quelle est la fonction accomplie par F1 ? : ..... *Amplificateur non inverseur* .....

b - Donner l'expression de V1 en fonction de VA :  $V_1 = (1 + \frac{R}{R}) VA = 2VA$  .....

4 - Etude de la fonction F2 :

a - Ecrire l'expression de V1 en fonction de R , i et VB : (0,5pt)

.....  $V_1 = R \cdot i + V_B$  ..... ①

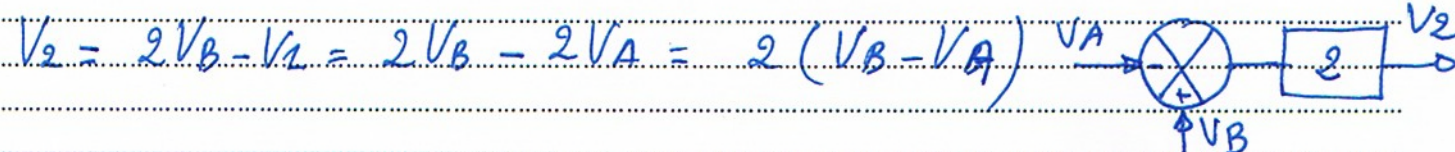
b - Ecrire l'expression de V2 en fonction de R , i et VB : (0,5pt)

.....  $V_2 = - R \cdot i + V_B$  ..... ②

c- En déduire alors que  $V_1 + V_2 = 2V_B$  : (0,5pt)

En additionnant ① et ② :  $V_1 + V_2 = 2V_B$  .....

d- Déduire des études précédentes que  $V_2 = 2(V_B - V_A)$  . Représenter cette expression par un schéma fonctionnel : (0,5pt)



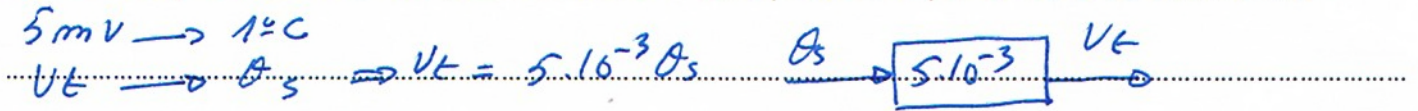
e - Quelle est la fonction remplie par F1+F2 : (0,5pt)

..... *soustracteur amplificateur x 2* .....



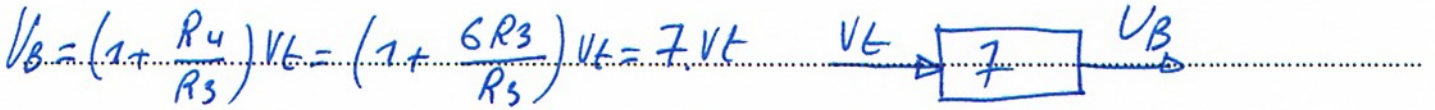
5 - Etude du capteur de température : (0,5pt)

Donner l'expression de  $V_t$  en fonction de  $\theta_s$  et la représenter par un schéma fonctionnel :



6 - Etude de la fonction F4 : (0,5pt)

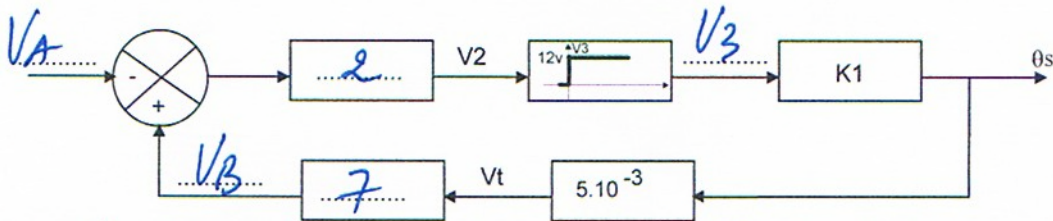
Donner l'expression de  $V_B$  en fonction de  $V_t$  et la représenter par un schéma fonctionnel :



7 - En se basant sur l'étude précédente compléter le tableau d'analyse de fonctionnement de la régulation : (1pt)

	Signe de $V_2$	Valeur de $V_3$	Etat de T (bloqué ou saturé)	$\theta_s$ (augmente ou diminue)
Si ( $V_A > V_B$ )	$V_2 < 0$	$V_3 = 0\text{V}$	bloqué	diminue
Si ( $V_A < V_B$ )	$V_2 > 0$	$V_3 = +12\text{V}$	saturé	augmente

8 - Compléter les indications manquantes repérées par les pointillés sur le schéma fonctionnel suivant : (1pt)



9 - On pose  $P = \frac{\theta_s}{V_2}$ . Trouver la fonction de transfert  $T = \frac{\theta_s}{V_A}$  de la régulation par réduction du schéma fonctionnel (1pt)

a -

b -

c - On applique la formule de Black :

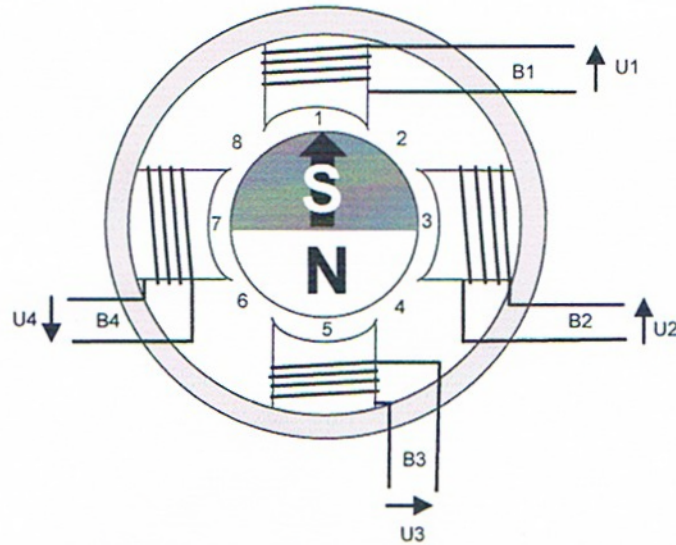
d - fonction de transfert :

$$T = \frac{\theta_s}{V_A} = \dots \frac{2}{0,07p - 1}$$

(4)



B2 - L'ouverture ou la fermeture de chaque électrovanne, permettant d'arroser le véhicule avec de l'eau ou de l'eau savonnée est assurée par un moteur pas à pas à aimant permanent. Le circuit électronique qui commande chaque moteur permet la modification du mode de commutation :



1 - Mode de fonctionnement 1 : une seule bobine est alimentée par pas :

a- Compléter le tableau suivant : (1pt)

Position du rotor	1	3	5	7
Bobines excitées	B1	B2	B3	B4

b- Donner le type de la commutation : (0,5pt) *bidirectionnelle symétrique*

2- Mode de fonctionnement 2 : 2 bobines sont alimentées par pas :

a- Compléter le tableau suivant . (0,75pt)

Position du rotor	2	4	6	8
Bobines excitées	B1 + B2	B2 + B3	B3 + B4	B4 + B1

b- Donner le type de la commutation : (0,5pt) *bidirectionnelle symétrique*

3 - Mode de fonctionnement 3 : mode demi pas : *(on alimente 1 bobine, 2 bobines...)*

a- Compléter le tableau suivant : (1pt)

Position du rotor	1	2	3	4	5	6	7	8
Bobines excitées	B1	B1 + B2	B2	B2 + B3	B3	B3 + B4	B4	B4 + B1

b- Donner le type de la commutation : (0,5pt) *bidirectionnelle asymétrique*

*4,25*



4- Mode de fonctionnement 4 : deux bobines sont alimentées par pas :

a- Compléter le tableau suivant : (1pt)

Position du rotor	1	3	5	7
Bobines excitées	$B_1, B_3$	$B_2, B_4$	$B_3, B_1$	$B_2, B_4$

b- Donner le type de la commutation : (0,5pt) *bidirectionnelle symétrique*

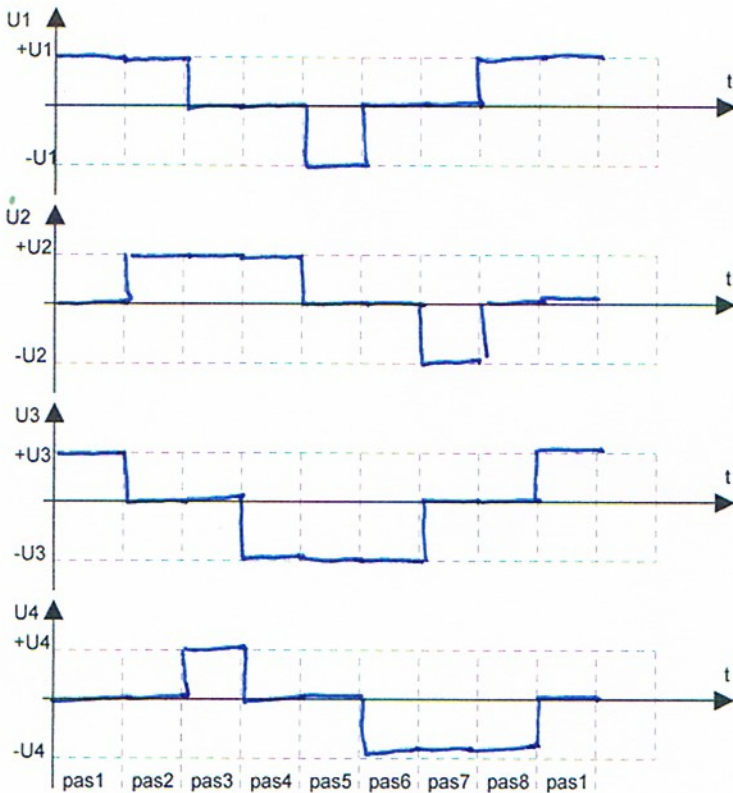
5 - Mode de fonctionnement 5 : deux bobines sont alimentées par pas :

a- Compléter le tableau suivant : (1pt) *1,5*

Position du rotor	1	2	3	4	5	6	7	8
Bobines excitées	$B_1^+, B_3^+$	$B_1^+, B_2^+$	$B_2^+, B_4^+$	$B_3^-, B_2^+$	$B_1^-, B_3^-$	$B_4^-, B_3^-$	$B_4^-, B_2^-$	$B_4^-, B_1^+$

b- Donner le type de la commutation : (0,5pt) *bidirectionnelle symétrique*

c- Tracer les chronogrammes des tensions d'alimentations des bobines en considérant  $U_1, U_2, U_3$  et  $U_4$  fléchées sur la figure ci-dessus comme étant des grandeurs positives (8pt)



d- Pour ce mode de fonctionnement donner : (0,25pt)

$m = 4$  (0,25pt)

$p = 1$  (0,25pt)

$K_1 = 2$  (0,25pt)

$K_2 = 1$  (0,25pt)

Vérifier en calculant le nombre de positions du rotor

$N_p = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 = 8$  positions (0,25pt)

$\alpha = \frac{360}{8} = 45^\circ$