

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Assistance Technique d'Ingénieur

Mathématiques Physique Appliquée

ÉPREUVE E3

UNITÉ U32

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

À l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Documents à rendre avec la copie :

- Document Réponse n°1 page 9/10.
- Document Réponse n°2 page 10/10.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 1 sur 10

## DISPOSITIF AUTOMATIQUE D'ESSUIE-GLACE

**INTRODUCTION** : Le dispositif étudié permet d'adapter la vitesse de balayage des balais d'essuie-glace à la quantité d'eau présente sur le pare-brise. Le « détecteur de pluie » a pour objectif de délivrer une information qui définira la fréquence de balayage des balais suivant 3 phases de fonctionnement : Arrêt (A), Petite Vitesse (PV), Grande Vitesse (GV).

Le problème est composé de 3 parties indépendantes :

- Partie A : Détecteur et mise en forme de l'information (6,5 points).
- Partie B : Commande Arrêt, Petite Vitesse, Grande Vitesse (6,5 points).
- Partie C : Étude du motoréducteur (7 points).

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 2 sur 10

• **Partie A : Détecteur et mise en forme de l'information (6,5 points).**

Le détecteur est formé d'un module émetteur comportant deux diodes infrarouge (IR) et d'un module récepteur comportant 4 photodiodes. L'émetteur et le récepteur sont logés dans un module translucide collé au pare-brise qui offre une réflexion totale en réfléchissant les émissions des diodes IR vers les photodiodes. Dans le cas étudié, l'épaisseur du pare-brise n'est pas prise en compte. La diode constituera l'émetteur et la photodiode le récepteur.

A.1 Étude du détecteur de pluie.

A.1.1 Pourquoi utiliser des diodes émettant dans l'infrarouge ?

A.1.2 Tracé du rayon réfléchi par le détecteur par temps sec.

A.1.2.1 Tracer sur le DOCUMENT RÉPONSE N°1 (figure 1) le rayon lumineux réfléchi.

A.1.2.2 Indiquer sur le DOCUMENT RÉPONSE N°1 l'angle d'incidence noté  $i$  et l'angle de réflexion noté  $r$ .

A.1.2.3 Quelle relation lie les deux angles définis à la question précédente ?

A.1.3 En présence d'eau sur le pare-brise, le module translucide n'offre plus de réflexion totale : une partie de la lumière incidente est réfractée vers l'extérieur de l'habitacle. Le constructeur donne (figure 2), la caractéristique de transmission du flux reçu par les photodiodes  $\Phi$  en fonction du pourcentage de surface mouillée du module translucide noté  $\delta$ .

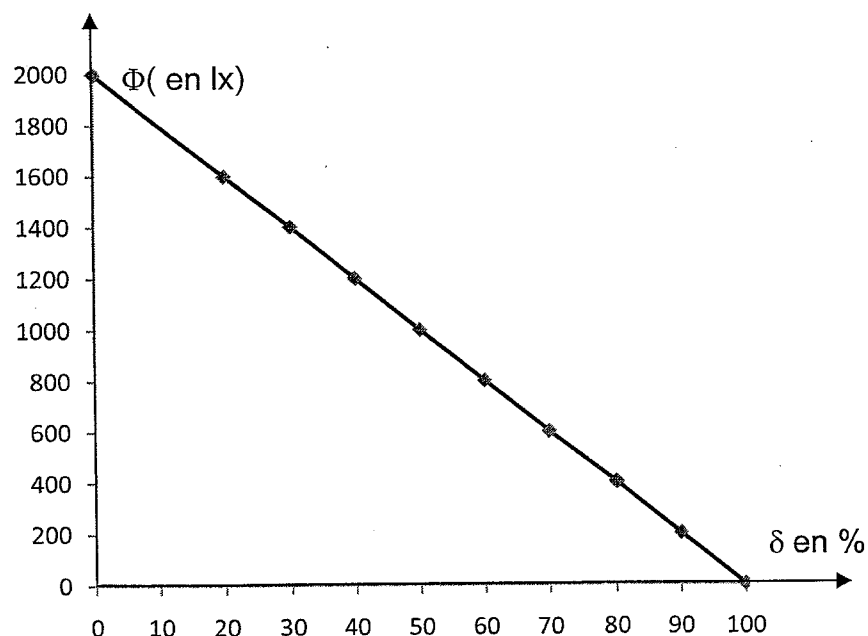


FIGURE 2

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 3 sur 10

A.1.3.1 Expliquer comment les photodiodes permettent de détecter la présence d'eau sur le pare-brise.

A.1.3.2 Déterminer la valeur du flux  $\Phi_1$  pour une surface à 75 % mouillée et  $\Phi_2$  par temps sec.

## A.2 Fonctionnement en hiver.

Un capteur de température présent dans le détecteur permet la commande du chauffage de la zone de réflexion afin d'éviter un mauvais fonctionnement en cas de givre. Le chauffage doit être enclenché dès que la température devient inférieure à la température  $\theta_1$  et doit être éteint dès que la température  $\theta_2$  est dépassée.

Le constructeur a défini le cahier des charges suivant :

Alimentation du chauffage	$U_{ALIM} = 0 \text{ V}$ chauffage éteint $U_{ALIM} = 5 \text{ V}$ chauffage enclenché
Température minimale	$\theta_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Température maximale	$\theta_2 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Définir sur le DOCUMENT RÉPONSE N°1 (figure 3) la caractéristique de transfert du dispositif répondant au cahier des charges imposé par le constructeur.

## A.3 Mise en forme de l'information.

La photodiode est montée en inverse, elle est traversée par un courant  $I_d$  dont l'intensité est proportionnelle à l'éclairement reçu. Elle se comporte en générateur de courant (figure 4).

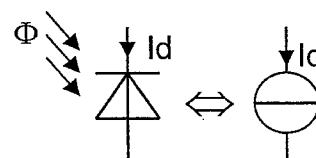


FIGURE 4

Les caractéristiques de la photodiode sont données ci-dessous.

Éclairement de 500 lx	$I_d = 0,5 \text{ mA}$
Éclairement de 1500 lx	$I_d = 1,5 \text{ mA}$

On utilise une conversion courant-tension, le circuit est donné (figure 5). L'Amplificateur Opérationnel (A.O.1) est supposé parfait. On donne  $R = 1 \text{ k}\Omega$

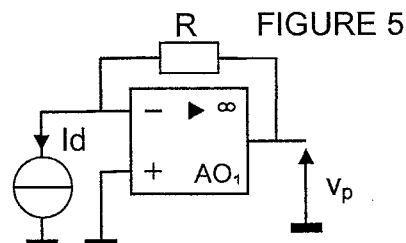


FIGURE 5

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 4 sur 10

A.3.1 En supposant que le courant  $I_d$  et l'éclairement  $\Phi$  sont liés par la relation  $I_d = a \times \Phi$ , déterminer la valeur de  $a$  ainsi que son unité.

A.3.2 Étude du circuit convertisseur courant-tension.

A.3.2.1 Déterminer la relation liant  $V_P$  et  $I_d$ .

A.3.2.2 En déduire la relation entre  $V_P$  et  $\Phi$ .

A.3.2.3 Comment va évoluer  $V_P$  si la quantité d'eau présente sur le pare-brise augmente ?

A.3.3 Calculer la valeur de  $V_P$  noté  $V_{P1}$  pour une valeur de flux  $\Phi_1 = 500 \text{ lx}$  et la valeur  $V_{P2}$  pour une valeur de flux  $\Phi_2 = 2000 \text{ lx}$ .

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 5 sur 10

• **Partie B : Commande Arrêt, Petite Vitesse, Grande Vitesse (6,5 points).**

L'information  $V_p$  permet de gérer la vitesse de balayage des balais. Trois possibilités sont offertes, Arrêt (A), Petite vitesse (PV), Grande vitesse (GV). Le circuit est donné (figure 6), ainsi que la table de vérité des portes logiques (figure 7).

Les Amplificateurs Opérationnels (A.O) sont parfaits, ils sont alimentés en 0-5 V à partir de la batterie. Pour les portes logiques, une tension de 5 V correspond à un niveau logique 1 et une tension à 0 V correspond à un niveau logique 0.

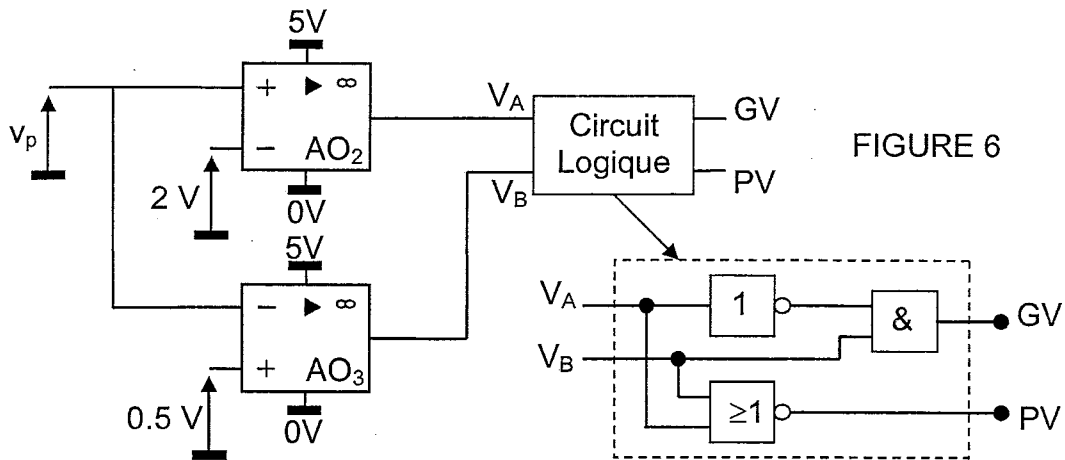
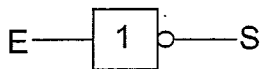


FIGURE 6

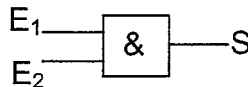
Porte Inverseuse



E	S
0	1
1	0

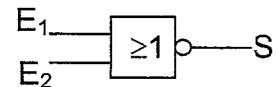
FIGURE 7

Porte Et



E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Porte Non-Ou



E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

B.1 Quel est le régime de fonctionnement des A.O. ?

B.2 Quel est le nom de la fonction réalisée ?

B.3 Compléter sur le DOCUMENT RÉPONSE N°2 (figure 8), les tables de vérités de PV et GV en fonction de la logique mise en place.

B.4 Compléter le tableau du DOCUMENT RÉPONSE N°2 (figure 9).

B.5 On donne sur le DOCUMENT RÉPONSE N°2 (figure 10),  $V_p$  en fonction de  $\Phi$ .

B.5.1 Indiquer les zones de fonctionnement Arrêt, PV, GV.

B.5.2 Quel(s) paramètre(s) faut-il modifier si l'on veut changer la plage de détection ?

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 6 sur 10

• **Partie C : Étude du motoréducteur (7 points).**

Le dispositif d'essuie-glace, quand il n'est pas à l'arrêt, est entraîné par un motoréducteur qui permet d'assurer les deux fréquences de balayage (PV, GV). L'inducteur du moteur à courant continu est à aimant permanent. Son circuit est le suivant (figure 11) :

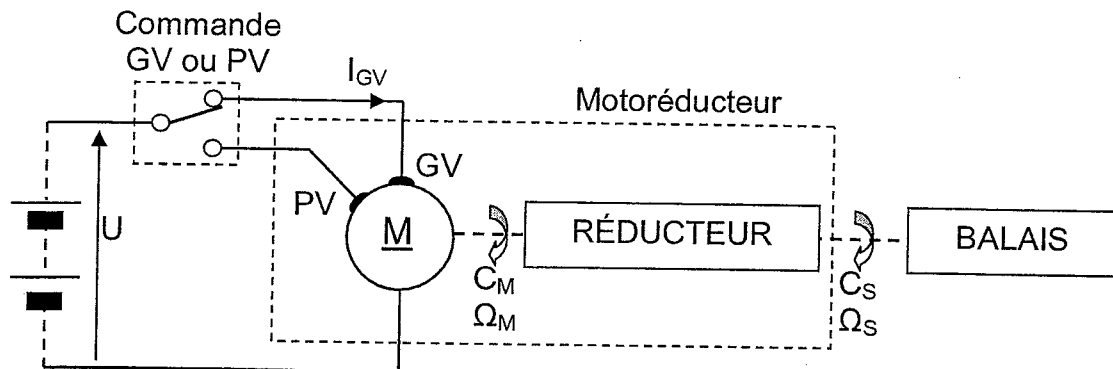


FIGURE 11

Dans cette étude, on ne s'intéresse qu'à la grande vitesse (GV).

La fréquence de balayage principal  $f_{GV}$  des balais sera de 50 cycles par minute et un cycle correspond à un tour du motoréducteur.

Le couple moyen  $C_{SGV}$  exercé sur les balais est de 5 Nm.

Le rapport de transmission est  $r = \Omega_S / \Omega_M$  ; sa valeur est 0,0175.

Le rendement du réducteur  $\eta_R$  est de 85%.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes :

Résistance d'induit  $R = 1 \text{ } \Omega$  et  $E = 0,027 \times \Omega$  avec  $E$  en V et  $\Omega$  en  $\text{rad.s}^{-1}$  et  $C = 0,027 \times I$  avec  $C$  en N.m et  $I$  en A.

C.1 Déterminer  $n_{SGV}$  vitesse de rotation en  $\text{tr.min}^{-1}$ , correspondant au fonctionnement grande vitesse GV en sortie du réducteur.

C.2 En déduire la fréquence de rotation  $n_{MGV}$  en  $\text{tr.min}^{-1}$  à l'entrée du réducteur.

C.3 Détermination du couple moyen moteur  $C_{MGV}$ .

C.3.1 Déterminer la puissance mécanique notée  $P_{SGV}$  en sortie du réducteur.

C.3.2 Donner la relation liant le rendement du réducteur en fonction de  $P_{SGV}$  (puissance mécanique en sortie du réducteur) et de  $P_{MGV}$  (puissance mécanique du moteur).

C.3.3 En déduire la valeur du couple moyen moteur  $C_{MGV}$ .

C.4 Quelle est la valeur de  $E_{GV}$  de  $E$  pour la vitesse de rotation  $n_{MGV}$  ?

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 7 sur 10

C.5 Les pertes mécaniques propres au moteur sont négligées. Déterminer l'intensité  $I_{GV}$  du courant d'induit moteur pour le couple moyen moteur  $C_{MGV}$ .

C.6 Étude de la tension d'induit.

C.6.1 Déduire des questions précédentes la valeur  $U_{GV}$  de la tension d'induit du moteur.

C.6.2 Le résultat est-il cohérent avec l'alimentation d'une automobile ?

C.7 Détermination du rendement total du motoréducteur.

C.7.1 Exprimer  $P_{GV}$  la puissance absorbée par le moteur et calculer sa valeur.

C.7.2 Exprimer le rendement du motoréducteur  $\eta_{MR}$  en fonction de  $P_{GV}$  et de  $P_{SGV}$ .

C.7.3 En déduire sa valeur.

BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 8 sur 10



**DOCUMENT RÉPONSE N°1**  
**À rendre avec votre copie**

FIGURE 1

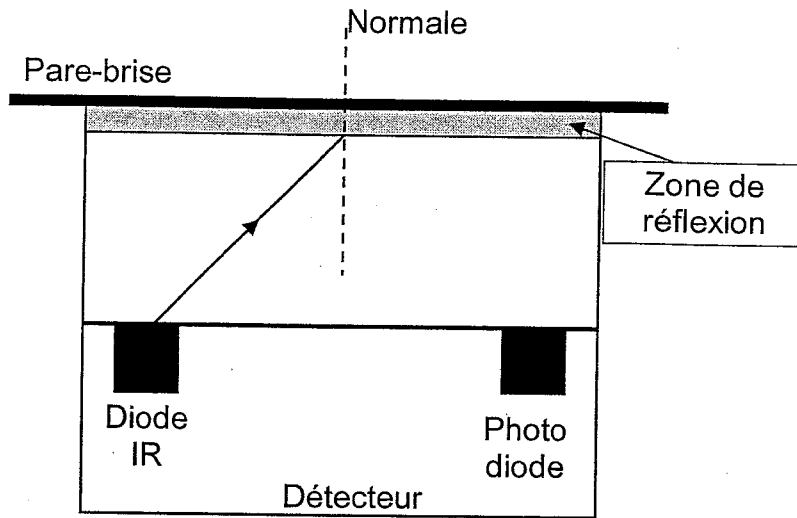
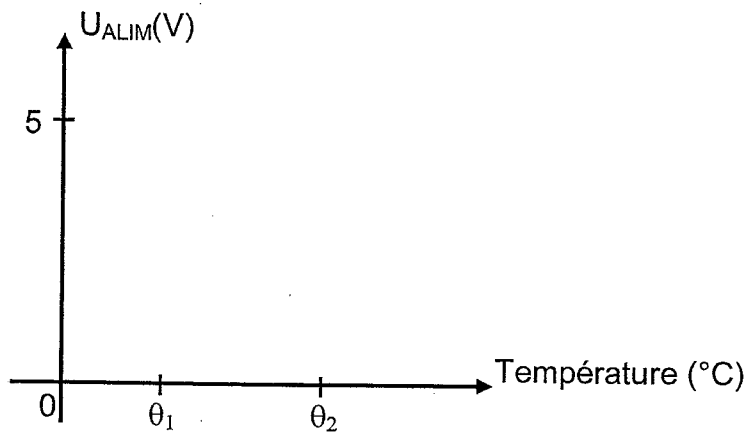


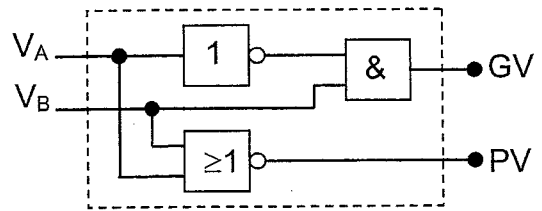
FIGURE 3



BTS ATI Unité U32 : Sciences Physiques Appliquées	Durée : 2 h	Session 2011
CODE SUJET : 11NC-ATPHY	Coefficient : 2	Page 9 sur 10

**DOCUMENT RÉPONSE N°2**  
**À rendre avec votre copie**

FIGURE 8



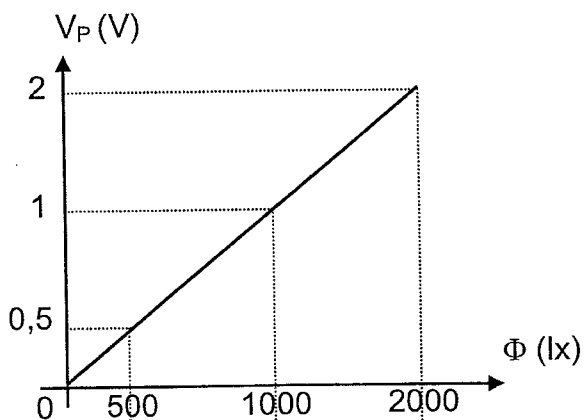
$V_A$	$V_B$	GV
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

$V_A$	$V_B$	PV
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

FIGURE 9

Evolution de $V_P$	$V_A$	$V_B$	Phase de fonctionnement (Arrêt, PV, GV)
$V_P < 0,5 \text{ V}$			
$0,5 \text{ V} < V_P < 2 \text{ V}$			
$V_P > 2 \text{ V}$			

FIGURE 10



	Phase de fonctionnement (Arrêt, PV, GV)
0 < $V_P$ < 0,5	
0,5 < $V_P$ < 2	
$V_P > 2$	