

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR Assistance Technique d'Ingénieur
--

ÉPREUVE E3 – Mathématiques physiques
Sous-épreuve – U32 – Sciences physiques

SESSION 2021

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre avec la copie :

- Document réponse page 11/11

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et qu'il comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

S'il apparaît au candidat qu'une donnée est manquante ou erronée, il pourra formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour résoudre les questions posées. Il justifiera, alors, clairement et précisément ces hypothèses.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 1 sur 11

Ouverture de portes automatisées pour un poulailler :

La France est le premier producteur européen d'œufs. Environ 34% de ces œufs sont issus de poules pondeuses dites « plein air ». Ces poules sont élevées dans des bâtiments où elles passent la nuit à l'abri des prédateurs et où elles pondent. Dans la journée, elles ont un accès à l'extérieur.

Pour des raisons pratiques, l'éleveur désire motoriser les portes du poulailler. Grâce à des capteurs de luminosité, elles s'ouvrent le matin lorsque le jour se lève.

Le soir, en revanche, l'éleveur ferme lui-même les portes après s'être assuré que toutes les volailles sont bien rentrées.



(D'après le site internet de France 3 Bourgogne Franche-Comté consulté en 20 novembre 2020)

Afin d'automatiser les portes, il est donc nécessaire de respecter le cahier des charges :

- prévoir un dispositif alimentant le motoréducteur à partir du réseau ;
- choisir un motoréducteur à courant continu permettant d'ouvrir les portes en moins de 10 secondes ;
- prévoir un détecteur de lumière.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 2 sur 11

Le sujet comporte trois parties indépendantes.

- Partie 1 : dispositif de conversion alternatif – continu alimentant le motoréducteur (7 points).
- Partie 2 : choix du motoréducteur (5,5 points).
- Partie 3 : automatisation de l'ouverture des portes du poulailler en fonction de la luminosité (7,5 points).

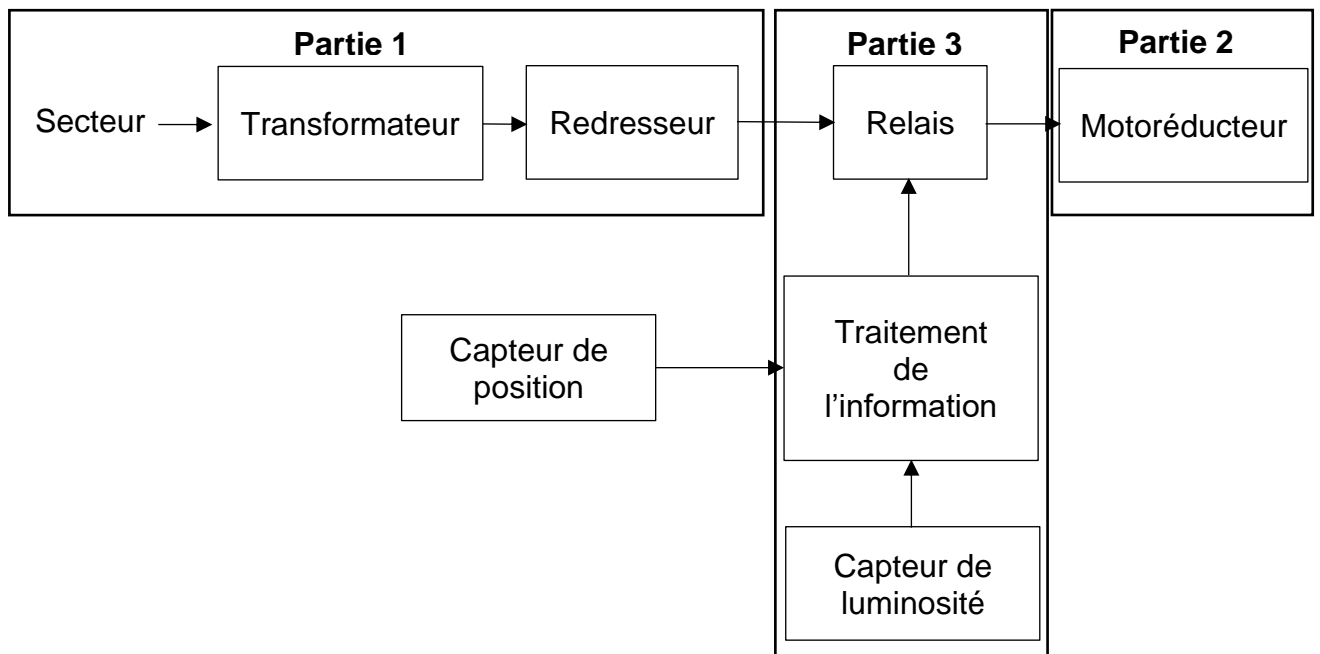


Figure 1 : schéma simplifié du dispositif de contrôle de l'ouverture du poulailler

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 3 sur 11

PARTIE 1 - DISPOSITIF DE CONVERSION ALTERNATIF-CONTINU ALIMENTANT LE MOTORÉDUCTEUR (7 points)

Le dispositif de contrôle de l'ouverture des portes est relié au réseau 230 V / 50 Hz. Il a besoin en aval d'une tension électrique permettant d'alimenter le motoréducteur commandé par un relais.

Le schéma du dispositif de conversion alternatif-continu est représenté sur la figure 2 ci-dessous.

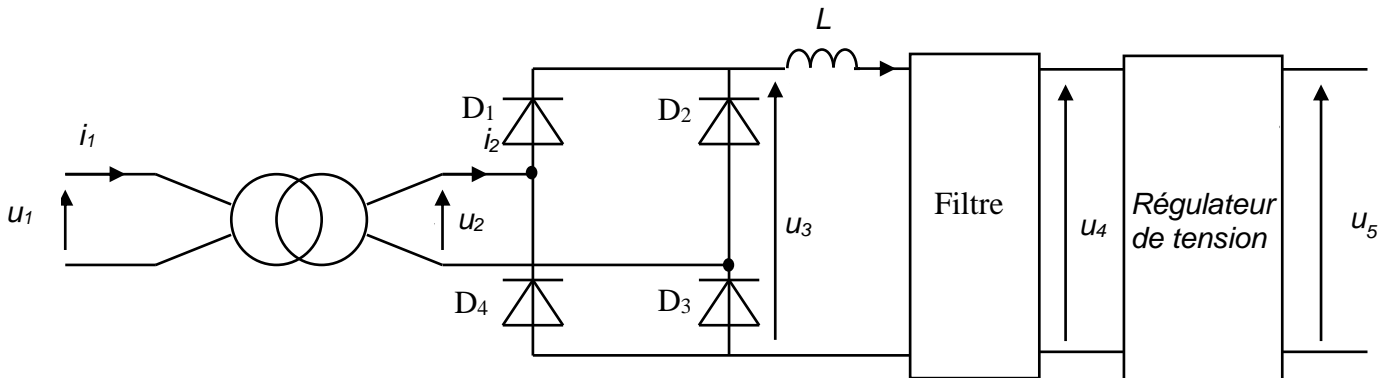


Figure 2 : schéma électrique du dispositif de conversion

Données :

- les diodes sont supposées parfaites ;
- valeur moyenne de la tension redressée par le pont de diodes : $\langle u_3 \rangle = \frac{2 \times U_{3max}}{\pi}$
- la bobine d'inductance L est supposée parfaite ;
- caractéristiques du transformateur, supposé parfait, de rapport de transformation m.

Réf : 0 442 14

230 V / 24 V
50 Hz
160 VA



*D'après le catalogue
Legrand, consulté
le 20/11/2020*

Q1 - Donner la valeur de la fréquence de la tension u_2 définie sur la figure 2.

Q2 - Calculer le rapport de transformation m et la valeur maximale U_{2max} de la tension u_2 .

Q3 - Déterminer la valeur efficace nominale du courant secondaire I_2 .

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 4 sur 11

Les oscillogrammes des tensions u_2 , u_3 , u_4 et u_5 sont fournis figure 3.

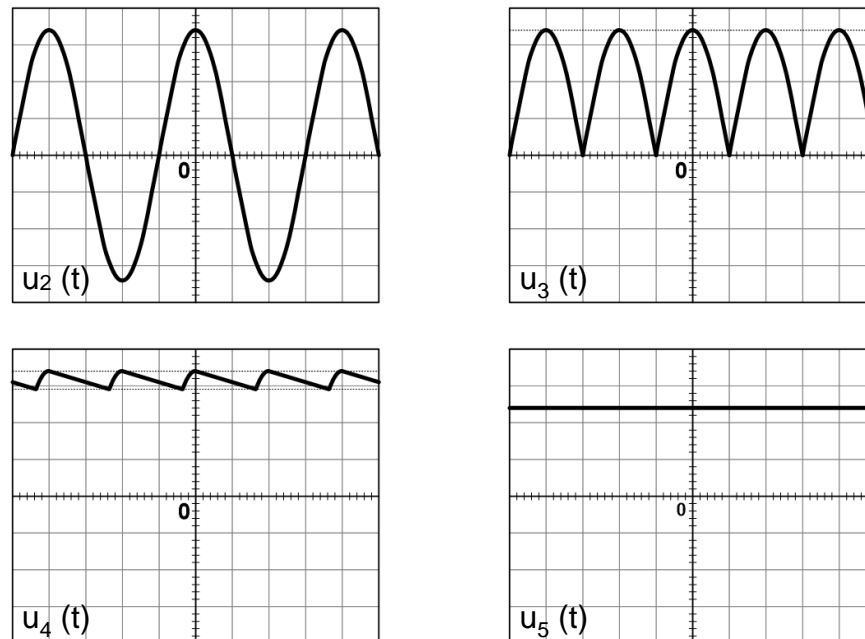


Figure 3 : oscillogrammes des tensions u_2 , u_3 , u_4 et u_5 (le réglage respectivement pour la base de temps, le calibre et le mode est le même pour les quatre tensions)

- Q4** - Cocher sur le **document-réponse page 11** les cases correspondant aux différents réglages de l'oscilloscope.
- Q5**- Compléter le tableau du **document-réponse page 11**. On indiquera **P** lorsque la diode est passante et **B** lorsqu'elle est bloquée.
- Q6**- Calculer la valeur moyenne $\langle u_3 \rangle$ de la tension u_3 .
- Q7**- Sur le **document-réponse page 11**, indiquer le type d'appareil permettant la mesure de $\langle u_3 \rangle$ et préciser son réglage.
- Q8**- Donner le nom du composant permettant de réaliser le filtrage de la tension.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 5 sur 11

PARTIE 2 - CHOIX DU MOTORÉDUCTEUR (5,5 points)

Comme l'indique le cahier des charges en introduction, le motoréducteur est un moteur à courant continu à aimants permanents.

Le dispositif de conversion alternatif-continu vu dans la partie A, délivre une tension continue de 24 V aux bornes du motoréducteur.

Ce moteur associé à un réducteur permet l'ouverture d'une porte à guillotine (figure 4).

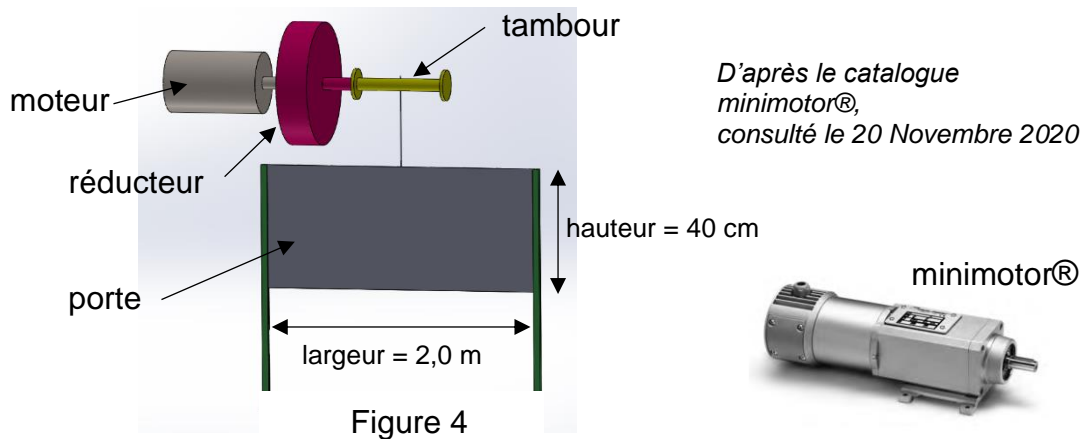


Figure 4

On cherche à déterminer le motoréducteur {moteur+réducteur} qui satisfait aux besoins sachant que la puissance utile du moteur est de 75 W.

Pour cela, on dispose d'un extrait du catalogue constructeur minimotor® (figure 5).

Référence	Tension	Courant	Puissance utile	Fréquence de rotation moteur	Rapport de réduction r
	V	A	W	n_{moteur} tr.min ⁻¹	
PAC12MP3N	12	9,6	75	2800	61,8
PAC12MP4N	12	13	112	3000	61,8
PAC24MP3N	24	4,8	75	2800	61,8
PAC24MP4N	24	6,5	112	3000	61,8

Figure 5 : extrait du catalogue constructeur minimotor®, consulté le 20 novembre 2020

Q9 - Choisir dans l'extrait du catalogue constructeur la référence du motoréducteur adéquate.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 6 sur 11

À partir du choix du moteur retenu à la question **Q9**, répondre aux questions suivantes.

Q10 - Calculer le rendement η de ce moteur.

Q11 - Trouver la valeur du moment du couple utile T_u .

On s'intéresse maintenant au réducteur.

Q12 - En utilisant le tableau de la figure 5, calculer la fréquence de rotation $n_{\text{réd}}$ en sortie du réducteur.

La porte, entraînée par le tambour, coulisse verticalement dans des glissières le long du mur du poulailler. Sa largeur est de 2,0 m et sa hauteur de 40 cm. Le diamètre D du tambour est égal à 3,2 cm.

On rappelle que la relation entre vitesse linéaire v (en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) et vitesse angulaire Ω (en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$) est donnée par la relation : $v = R \times \Omega$, où R est le rayon du tambour.

Q13 - Déterminer la valeur de la vitesse linéaire v d'ouverture de la porte.

On rappelle le cahier des charges concernant le dispositif :

- prévoir un dispositif alimentant le motoréducteur à partir du réseau ;
- choisir un motoréducteur à courant continu permettant d'ouvrir les portes en moins de 10 secondes ;
- prévoir un détecteur de lumière ;
- motoréducteur à courant continu.

Q14 - Le choix du motoréducteur est-il cohérent par rapport au cahier des charges ? Justifier la réponse.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 7 sur 11

PARTIE 3 - AUTOMATISATION DE L'OUVERTURE DES PORTES DU POULAILLER EN FONCTION DE LA LUMINOSITÉ (7,5 points)

Afin de contrôler l'ouverture des portes du poulailler, on utilise une photorésistance de type NORPS-12 associée à un dispositif électronique. Ce capteur est un dipôle dont la résistance R varie avec l'éclairement E . Les figures 6 et 7 représentent respectivement la courbe de sensibilité spectrale et la courbe d'étalonnage $R = f(E)$ de la photorésistance.

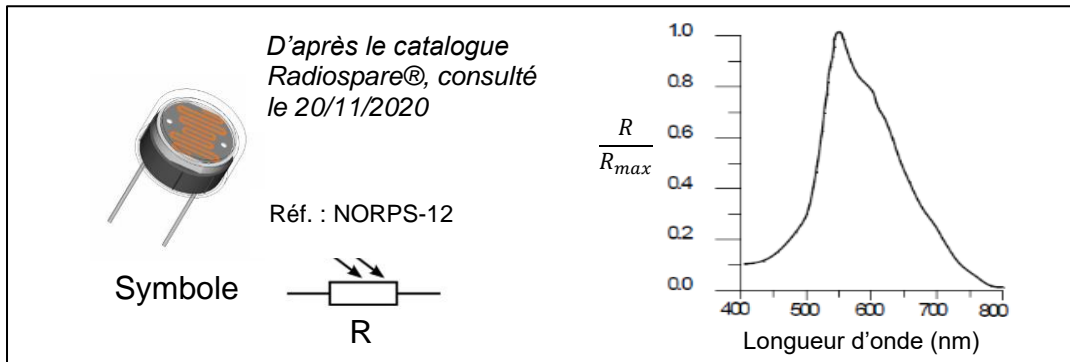


Figure 6 : Symbole et réponse spectrale de la photorésistance

Type d'éclairement Éclairement E (lx)	Nuit		Aube, crépuscule	Jour	
	Pleine lune	Rue éclairée		Ciel nuageux	Beau temps
	0,2	20 à 30	50	400	10 000 à 20 000

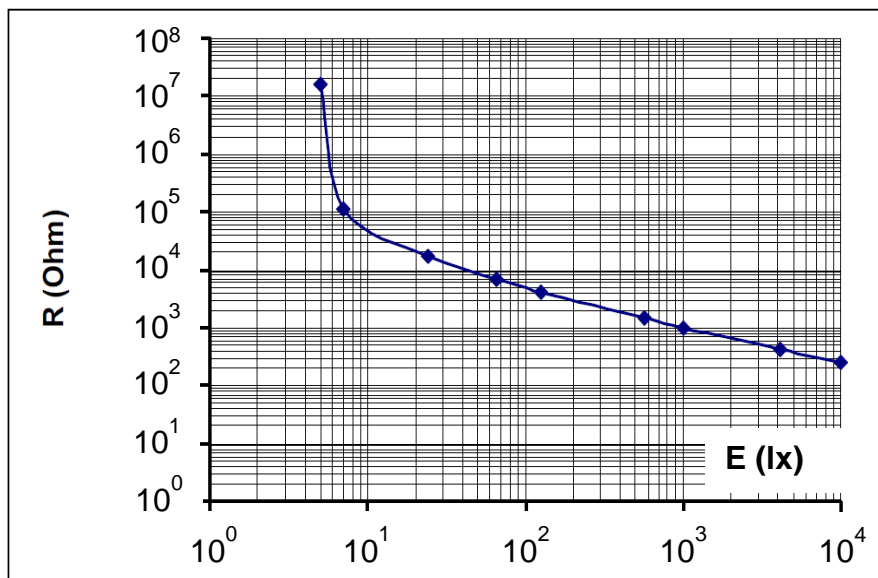


Figure 7 : courbe d'étalonnage $R = f(E)$ de la photorésistance NORPS-12

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 8 sur 11

Les longueurs d'onde du spectre de la lumière solaire sont comprises entre 400 nm et 800 nm.

Q15 - D'après la figure 6, ce capteur est-il adapté pour détecter la lumière du Soleil ? Justifier la réponse.

Q16 - Déterminer la valeur de la résistance R du capteur par une journée nuageuse.

Afin de rendre exploitable l'information fournie par le capteur, il faut convertir sa résistance R en une tension U_R . Pour cela, on utilise le circuit de la figure 8.

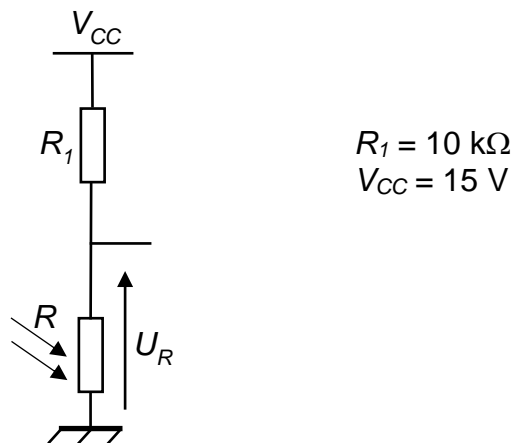


Figure 8 : conditionnement de la photorésistance

Q17 - Exprimer U_R en fonction de R , R_1 et V_{CC} .

Q18 - Calculer U_R lors d'une journée nuageuse.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 9 sur 11

L'éleveur souhaite que les poules aient accès à l'extérieur dès le lever du jour. Ce circuit est donc intégré dans un étage (figure 9) qui va permettre de commander l'ouverture de la porte.

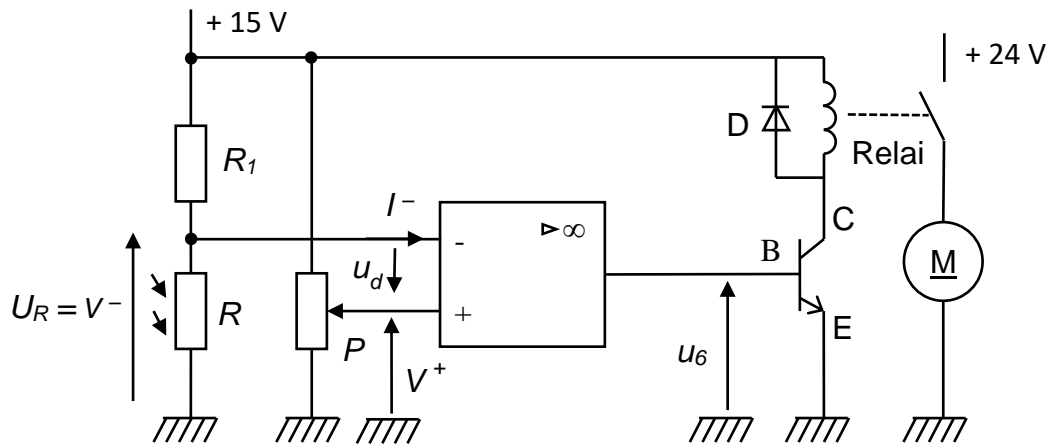


Figure 9

Données :

- l'amplificateur différentiel (A.D.I.) est supposé parfait et alimenté entre 0 V et V_{CC} ;
- les tensions de saturation sont égales aux tensions d'alimentation : 0 V ou +15 V ;
- le transistor fonctionne en bloqué – saturé ;
- le relai permet la commande de l'ouverture de la porte. Lorsque le transistor est bloqué, le relai est ouvert ;
- un capteur de position, non étudié ici, stoppe le moteur lorsque la porte est ouverte.

Q19 - L'expression de U_R en fonction de R , R_1 et V_{CC} obtenue à la question Q17 est-elle modifiée par la présence de l'amplificateur différentiel intégré (ADI) ? Justifier la réponse.

Q20 - Dans l'obscurité, la photorésistance a une résistance égale à $1,0 \text{ M}\Omega$. Déterminer la valeur de U_R dans l'obscurité.

Q21 - Donner, en justifiant la réponse, le régime de fonctionnement de l'A.D.I. Le potentiomètre est réglé de manière à avoir une tension $V^+ = +7,5 \text{ V}$.

Q22 - Justifier que dans l'obscurité, la tension est égale à $U_6 = 0 \text{ V}$.

Q23 - En déduire l'état du transistor (bloqué ou saturé), du relai (ouvert ou fermé) et du moteur (arrêt ou marche). Regrouper les résultats dans la deuxième ligne du tableau du **document réponse page 11**.

Quand le jour se lève, la résistance du capteur diminue et la tension U_R devient inférieure à $+7,5 \text{ V}$.

Q24 - Compléter la troisième ligne du tableau du **document réponse page 11**.

Q25 - Expliquer l'intérêt du potentiomètre P.

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 10 sur 11

DOCUMENT RÉPONSE

À rendre avec votre copie

Q4.

Mode ou Couplage	Calibre V.div ⁻¹	Base de temps ms.div ⁻¹
<input type="checkbox"/> AC	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 20
<input type="checkbox"/> DC	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10
<input type="checkbox"/> GND	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2

Q5.

Signe de u_2	État de D_1	État de D_2	État de D_3	État de D_4	Expression de u_3 en fonction de u_2
$u_2 > 0$					
$u_2 < 0$					

Rappel : P : Passante B : Bloquée

Q7.

Type d'appareil	<input type="checkbox"/> Simple multimètre	<input type="checkbox"/> Multimètre TRMS
-----------------	--	--

Sélecteur	<input type="checkbox"/> AC	<input type="checkbox"/> DC	<input type="checkbox"/> AC+DC
-----------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

Q23, Q24.

	U_R (V)	U_6 (V)	État du transistor	État du relais	État du moteur
Dans l'obscurité		0			
Au lever du jour	< +7,5				

BTS ATI unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2h	Session 2021
CODE SUJET : ATPHY	Coefficient : 2	Page 11 sur 11