

| |
|--|
| BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR Assistance Technique d'Ingénieur |
|--|

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

SESSION 2022

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.

Documents à rendre avec la copie :

Document réponse 1 (DR1)

page 9/10

Document réponse 2 (DR2)

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.

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 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 1 sur 10 |

Couloir sécurisé de passage

Ce sujet traite de la sécurité des personnes lors du franchissement d'un couloir constitué de portes vitrées mobiles.

Lors d'un franchissement autorisé, les portes s'ouvrent et laissent passer la personne dans le couloir. Ces portes se referment après son passage. Les portes sont pourvues d'une technologie qui adapte leur temps d'ouverture en fonction de la morphologie de la personne, accompagnée ou non d'un bagage.



D'après : <https://a3m.eu/fr/couloir-de-passage-ttscp120>, vu le 19 novembre 2021.

Le portillon est composé de deux portes transparentes, de parois en verre. Il fonctionne avec seize capteurs infrarouges placés sur les portants autour des portes vitrées.

Le problème est composé de 4 parties indépendantes :

- **Partie A : détection de passage d'un utilisateur, par rayonnements infrarouges (5,5 points)**
- **Partie B : blocs détecteur et amplification de tension (5 points)**
- **Partie C : moteur asynchrone triphasé, utilisé pour l'ouverture et la fermeture d'une porte vitrée (6 points)**
- **Partie D : systèmes de détection et de contrôle des portes (3,5 points)**

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 2 sur 10 |

**Partie A - Détection de passage d'un utilisateur, par rayonnements infrarouges.
(5,5 points)**

Le circuit de détection de passage d'un utilisateur est composé de seize émetteurs – récepteurs infrarouges. Le circuit générant le signal d'émission infrarouge est représenté par la figure ci-dessous :

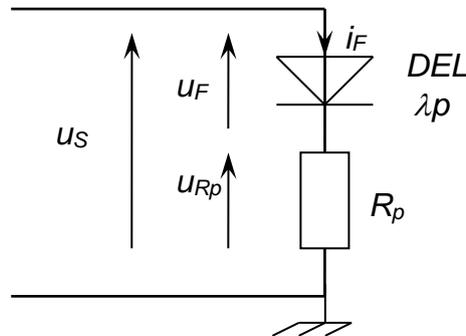


Figure 1 : génération du signal d'émission infrarouge

Les caractéristiques techniques de la diode électroluminescente (DEL) utilisée dans le circuit sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

| BASIC CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ °C}$, unless otherwise specified) | | | | | | |
|---|--|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| PARAMETER | TEST CONDITION | SYMBOL | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
| Direct voltage | $I_F = 50\text{ mA}$, $t_p \leq 20\text{ ms}$ | U_F | | 1,3 | | V |
| Radiant intensity | $I_F = 50\text{ mA}$, $t_p \leq 20\text{ ms}$ | I_e | 0,7 | 1,5 | 2,1 | $\text{mW}\cdot\text{sr}^{-1}$ |
| Radiant power | $I_F = 50\text{ mA}$, $t_p \leq 20\text{ ms}$ | ϕ_e | | 10 | | mW |
| Angle of half intensity | | φ | | ± 55 | | deg |
| Peak wavelength | $I_F = 50\text{ mA}$ | λ_p | | 950 | | nm |
| Spectral bandwidth | $I_F = 50\text{ mA}$ | $\Delta\lambda$ | | 50 | | nm |

D'après : <https://www.vishay.com/company/brands/semiconductors/>

Q1. À l'aide du tableau ci-dessus, donner les valeurs des grandeurs suivantes, pour un courant $I_F = 50\text{ mA}$, définies sur la figure 1 :

- la tension type de polarisation U_F ;
- la longueur d'onde λ_p .

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 3 sur 10 |

L'oscillogramme de la tension $u_S(t)$ est donné sur la figure 2.

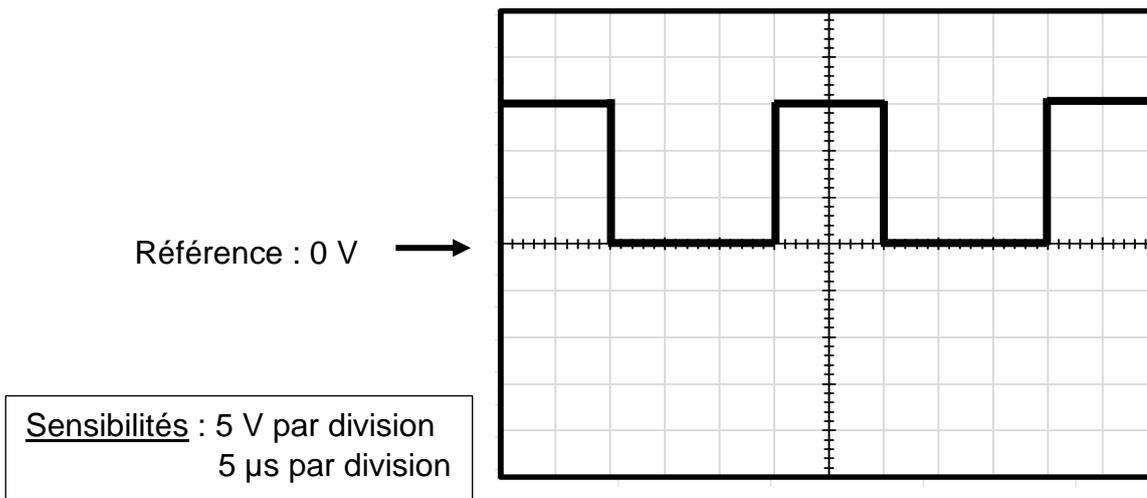


Figure 2 : oscillogramme de la tension u_S

- Q2.** En utilisant la figure 2, déterminer la valeur maximale \widehat{U}_S et la valeur de la fréquence f de la tension u_S .
- Q3.** En utilisant la figure 1, déduire la valeur de la résistance R_p pour que la DEL admette le fonctionnement nominal défini dans la question 1. On suppose dans cette question que la tension $u_S(t)$ vaut \widehat{U}_S .
- Q4.** Déterminer, à l'aide de la figure 2, la valeur du rapport cyclique α de la tension u_S .
- Q5.** Déterminer la valeur de la puissance P_1 consommée par le circuit générant le signal d'émission infrarouge constitué par une DEL et un conducteur ohmique de résistance R_p puis la valeur de la puissance P_{16} consommée par les seize circuits de même type contenus dans un couloir sécurisé.

Une entreprise de transport détient 950 couloirs sécurisés.

- Q6.** Calculer la valeur de la puissance P_{totale} consommée par l'ensemble des circuits générant un signal d'émission infrarouge de cette entreprise de transport. Commenter.

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 4 sur 10 |

Partie B - Blocs détecteur et amplification de tension (5 points)

Pour détecter le passage d'un utilisateur dans le couloir sécurisé de passage, on utilise des blocs de détection et d'amplification de tension, représentés sur la figure 2.

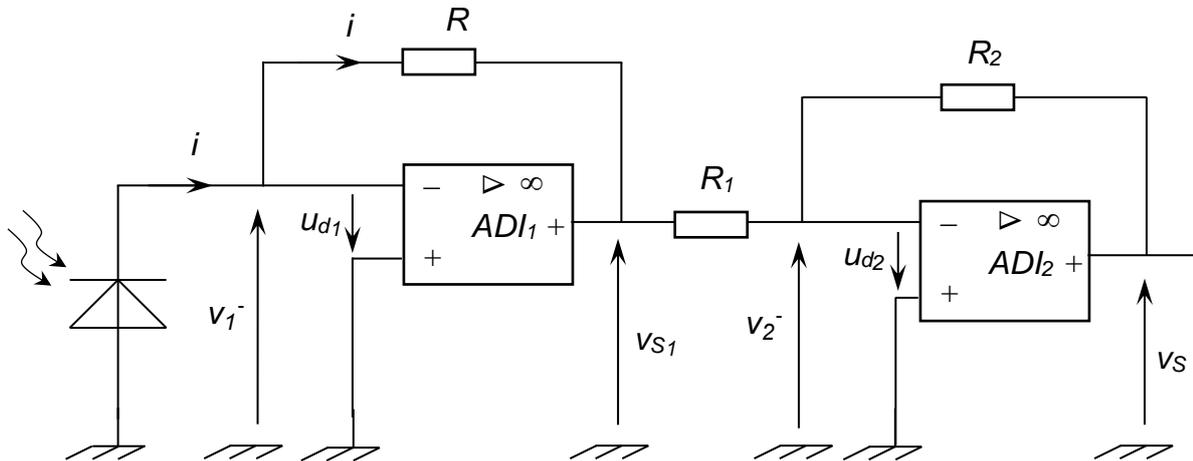


Figure 2 : bloc détecteur et amplificateur de tension

Les Amplificateurs Différentiels Intégrés (ADI) sont considérés comme parfaits.

- Q7.** Justifier que l'ADI₁ et l'ADI₂ du bloc détecteur et amplificateur de tension fonctionnent en régime linéaire. En déduire la relation qui lie la tension de l'entrée inverseuse v^- et la tension de l'entrée non inverseuse v^+ .
- Q8.** Déterminer l'expression littérale de la tension v_{S1} en sortie du premier amplificateur, en fonction de l'intensité du courant i produit par la photodiode et de la résistance R .
- Q9.** Exprimer la tension v_S en sortie du second amplificateur, en fonction de v_{S1} , R_1 et R_2 .

Données : $R = 100 \text{ k}\Omega$; $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 30 \text{ k}\Omega$.

Q10. À partir des résultats obtenus aux questions Q8 et Q9, en déduire que :

$$v_S = R_0 \times i, \text{ avec } R_0 = 300 \text{ k}\Omega$$

Q11. La valeur du courant généré par la photodiode i varie entre $1 \mu\text{A}$ et $50 \mu\text{A}$, en déduire les valeurs limites des tensions de sortie v_{Smin} et v_{Smax} .

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 5 sur 10 |

Partie C - Moteur asynchrone triphasé utilisé pour l'ouverture et la fermeture de la porte vitrée (6 points)

On utilise un moteur asynchrone triphasé pour ouvrir et fermer les portes du couloir sécurisé de passage. Le moteur est piloté par un onduleur.

La plaque signalétique du moteur asynchrone triphasé porte les indications suivantes :

230 V / 400 V ; 4,3 A / 2,5 A
1425 tr·min⁻¹ ; cos (φ) = 0,84

Dans les conditions nominales de fréquence et de tension, la mesure à chaud de la valeur de la résistance R entre deux phases du stator couplé donne : $R = 4,0 \Omega$.

Le moteur est alimenté par un réseau triphasé ($U = 400 \text{ V}$; $f = 50 \text{ Hz}$).

Q12. Donner et justifier le couplage des enroulements du stator.

Q13. En vous aidant des indications de la plaque signalétique, déterminer en tours par minute la valeur de la vitesse de synchronisme n_S du moteur et en déduire le nombre de paires de pôles p du stator.

Pour le fonctionnement nominal on prendra $U = 400 \text{ V}$ et $I = 2,5 \text{ A}$

Q14. Donner l'expression puis calculer la valeur du glissement g .

Q15. Donner l'expression puis calculer la valeur de la puissance électrique absorbée P_a .

Q16. Donner l'expression puis calculer la valeur des pertes par effet Joule au stator P_{Js} .

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 6 sur 10 |

Q17. À l'aide des différentes puissances citées ci-dessous, compléter le bilan de puissances sur le **document réponse DR 1**, avec les expressions suivantes :

- P_{jr} : pertes Joule rotoriques ;
- P_{fs} : pertes fer statoriques ;
- P_a : puissance absorbée ;
- P_{js} : pertes Joules statoriques ;
- p_m : pertes mécaniques ;
- P_u : puissance mécanique utile.

Q18. La valeur de la puissance utile étant $P_u = 1,25$ kW, calculer la valeur du rendement η du moteur.

Pour le fonctionnement du moteur alimenté par l'onduleur

Le moteur est alimenté par un onduleur fonctionnant à $\frac{U}{f} = \text{constante}$.

Pour une tension de valeur $U_0 = 400$ V, la valeur de la fréquence est : $f_0 = 50$ Hz.

Pour ouvrir les portes, le moteur doit être alimenté par un réseau triphasé dont la gamme de valeurs de fréquences doit pouvoir être réglée de 10 Hz à 50 Hz.

Q19. Préciser le rôle de l'onduleur, dans ce contexte.

On impose la valeur de la fréquence suivante : $f_1 = 10$ Hz.

Q20. Déterminer alors la valeur de la vitesse de synchronisme n_{s1} du moteur pour $f_1 = 10$ Hz.

Q21. Calculer la valeur de la tension d'alimentation U_1 .

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 7 sur 10 |

Partie D - Systèmes de détection et de contrôle des portes (3,5 points)

Chaque système de détection est constitué :

- d'un **filtre passe-bande** ;
- d'un amplificateur de tension ;
- d'un **détecteur photodiode**.

À la suite des 16 systèmes de détection est placé un système de contrôle d'ouverture-fermeture de la porte représenté sur le document réponse DR2 à rendre avec la copie.

Le système de contrôle d'ouverture-fermeture de la porte est constitué :

- d'un **étage de commande** ;
- d'un **bloc de contrôle d'ouverture-fermeture** ;
- des portes du couloir sécurisé de passage.

Q22. À l'aide des informations ci-dessus, compléter, pour le système de détection 1 et le système de contrôle ouverture-fermeture, avec les termes notés en gras ci-dessus, le schéma du **document réponse DR2** à rendre avec la copie.

Q23. Émettre une hypothèse pour laquelle l'amplificateur de tension est nécessaire dans le système de détection.

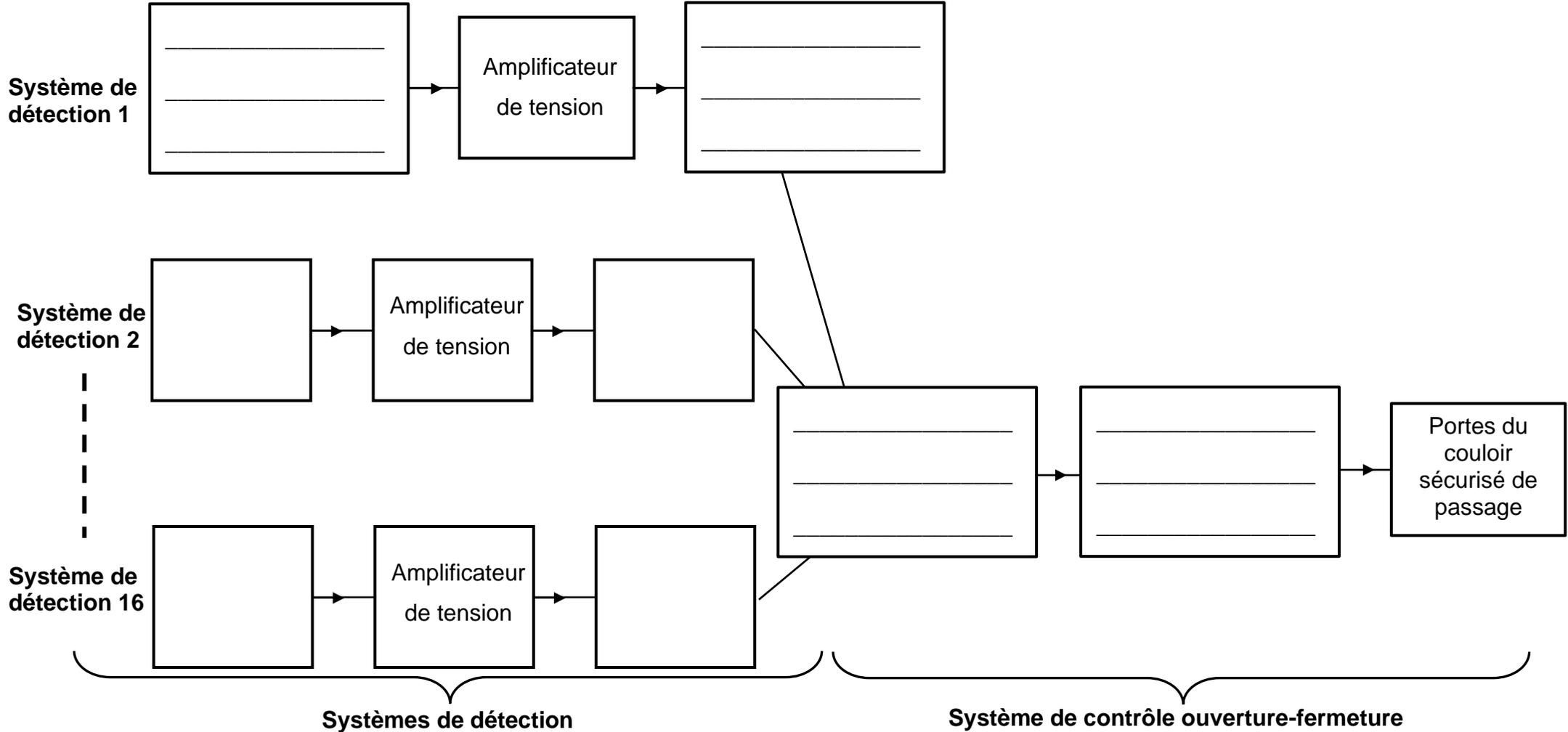
Q24. Justifier l'intérêt du filtre passe-bande dans le système de détection.

Q25. Expliquer le rôle de l'étage de commande de puissance dans le système de contrôle ouverture-fermeture des portes.

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 8 sur 10 |

DOCUMENT RÉPONSE 2 (DR2) À RENDRE AVEC LA COPIE

Q22 :



| | | |
|--|-----------------|----------------|
| BTS ATI unité U32 : Sciences physiques | Durée : 2h | Session 2022 |
| CODE SUJET : 22ATPHY-NC | Coefficient : 2 | Page 10 sur 10 |