Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception et Industrialisation en Microtechniques

Mathématiques Physique Appliquée

ÉPREUVE E3

UNITÉ U32

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

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.

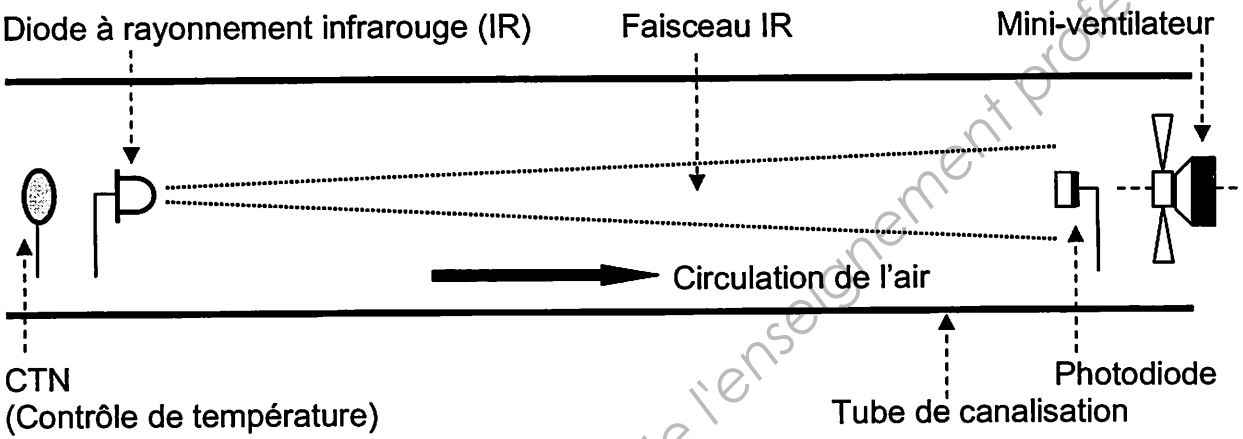
Documents à rendre avec la copie :

- Document Réponse n°1 page 10/12.
- Document Réponse n°2 page 11/12.
- Document Réponse n°3 page 12/12.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

ÉTUDE SIMPLIFIÉE D'UN DÉTECTEUR D'INCENDIE

INTRODUCTION : On propose d'étudier un circuit permettant de déceler un incendie naissant par la détection de deux indices essentiels : l'augmentation de la température et la présence de fumée. Dès le premier indice décelé, une alarme sonore se déclenche afin de prévenir du danger. L'ensemble du dispositif est enfermé dans un canal représenté ci-dessous.



Remarque : tous les Amplificateurs Différentiels Intégrés (A.D.I) sont idéaux et alimentés entre 0 V et 9 V.

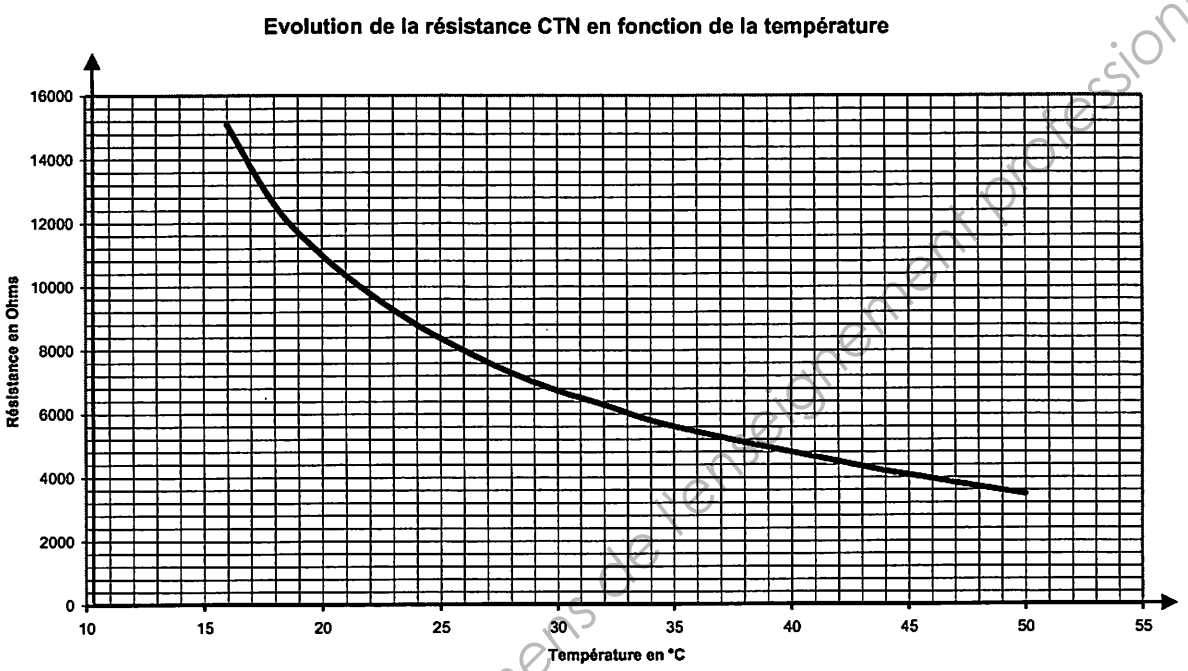
Le problème est composé de 4 parties indépendantes :

- Partie A : Détection de l'augmentation de température (5,5 points).
- Partie B : Étude du rayonnement infrarouge (3 points).
- Partie C : Étude de la ventilation (2,5 points).
- Partie D : Détection de présence de fumée (9 points).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

- **Partie A : Détection de l'augmentation de température (5,5 points).**

On considère que la température devient anormale lorsqu'elle franchit le seuil des 42°C et dans le cas où cela se produit, une alarme sonore se déclenche afin de prévenir les occupants des lieux.
Les variations de température à l'entrée du système sont détectées par une thermistance CTN (résistance à coefficient de température négatif) dont la courbe d'évolution est fournie ci-dessous.

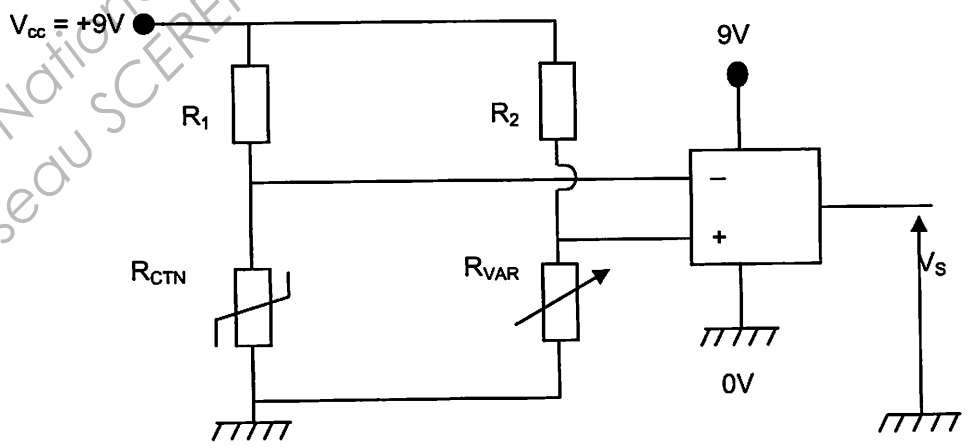


A.1 Décrire l'évolution de R_{CTN}, valeur de la résistance de la CTN lorsque la température augmente.

A.2 Indiquer la valeur prise par R_{CTN} pour une température de 27°C.

Quand la température vaut 42°C, la valeur prise par la C.T.N est égale à 4,4 kΩ.

Le circuit de détection comprend la CTN, une résistance variable R_{VAR} permettant de prédéfinir le seuil anormal de température, deux résistances $R_1 = R_2 = 10$ kΩ ainsi qu'un Amplificateur Différentiel Intégré (A.D.I).



Les tensions de saturation sont :
$V_{SAT+} = 9$ V
$V_{SAT-} = 0$ V

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

A.3 Régime de fonctionnement de l'A.D.I.

A.3.1 Quel est le régime de fonctionnement de cet A.D.I ?

A.3.2 Quelles valeurs pourra alors prendre la tension de sortie V_s ?

A.4 Valeur de la tension V^-.

A.4.1 Exprimer littéralement V^- en fonction de V_{cc}, R_1 et R_{CTN}.

A.4.2 Calculer la valeur de la tension V^- pour cette température de 27 °C.

A.5 Seuil de déclenchement de l'alarme.

On veut fixer la valeur de R_{VAR} afin de pouvoir détecter la température anormale de 42°C. Lorsqu'elle est atteinte, la sortie de l'A.D.I bascule et un système d'alarme s'enclenche.

A.5.1 Donner la relation entre V^- et V^+ quand il y a basculement de la tension de sortie de l'A.D.I ?

A.5.2 Déterminer l'expression de V^+ en fonction de R_2, R_{VAR} et V_{CC}.

A.5.3 Sachant que $R_1 = R_2$, quelle valeur doit-on choisir pour R_{VAR} pour que la tension de sortie de l'A.D.I bascule à 42°C ?

A.5.4 Montrer que la tension V^+ vaut alors 2,75 V.

A.6 Déclenchement de l'alarme.

On fournit sur le DOCUMENT RÉPONSE N°1 une évolution de la tension V^- en fonction du temps.

A.6.1 Tracer dans le même repère la tension V^+.

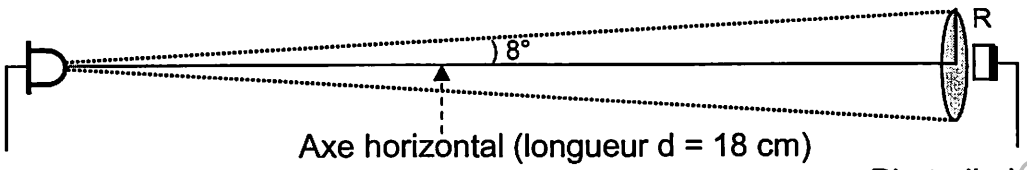
A.6.2 Tracer en concordance des temps la tension de sortie V_S.

A.6.3 Indiquer en concordance des temps si l'alarme fonctionne (ON) ou si elle est muette (OFF).

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

- **Partie B : Étude du rayonnement infrarouge (3 points).**

La diode IR émet un rayonnement infrarouge de période $T = 3 . 10^{-15}$ s.
Son demi angle de rayonnement est $\alpha = 8°$ autour de l'axe horizontal et elle fait face à la photodiode qui reçoit un cercle de lumière.
La distance qui les sépare est d = 18 cm.



B.1 Validation du positionnement de la photodiode.

B.1.1 Calculer le rayon R du cercle de lumière reçu par la photodiode.

B.1.2 Calculer la surface S du cercle de lumière en cm^2.

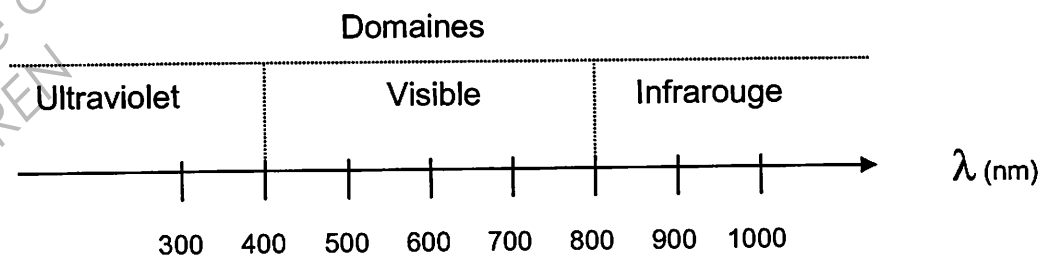
B.1.3 Sachant que la surface de réception de la photodiode est 0,25 cm^2, est-elle complètement éclairée ?

B.2 Étude du rayonnement infrarouge.

B.2.1 Calculer la fréquence f de la radiation émise en THz (1 THz = 10^{12} Hz).

B.2.2 Calculer la longueur d'onde λ en nanomètre, de cette onde lumineuse (on prendra pour célérité de la lumière $c = 3{,}0.10^8$ $m.s^{-1}$). On rappelle que la relation entre la longueur d'onde et la période est la suivante : $\lambda = cT$.

B.2.3 En vous aidant du document ci-dessous, vérifier que le résultat obtenu à la question précédente est en accord avec le choix technologique proposé pour la diode.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

- **Partie C : Étude de la ventilation (2,5 points).**

Le ventilateur a pour rôle d'aspirer l'air ambiant afin qu'il parcoure le canal, de la CTN jusqu'à lui. Il permet donc de faire entrer une éventuelle fumée dans le canal. Ce ventilateur est alimenté par un moteur à courant continu dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Tension d'alimentation nominale de l'induit : $U_n = 9$ V.
- Vitesse de rotation à vide : $n_0 = 6\ 200$ tr.min^{-1}.
- Courant à vide : $I_0 = 0{,}32$ A.
- Résistance d'induit : $R = 1\ \Omega$.

C.1 Calculer la force électromotrice à vide E_0 du moteur alimenté sous tension nominale.

C.2 Déterminer la valeur et l'unité de la constante k telle que $E_0 = k.n_0$.

C.3 La charge de ce moteur est le ventilateur. L'intensité dans l'induit lors du fonctionnement est $I = 0{,}6$ A. Calculer la nouvelle valeur de la force électromotrice E.

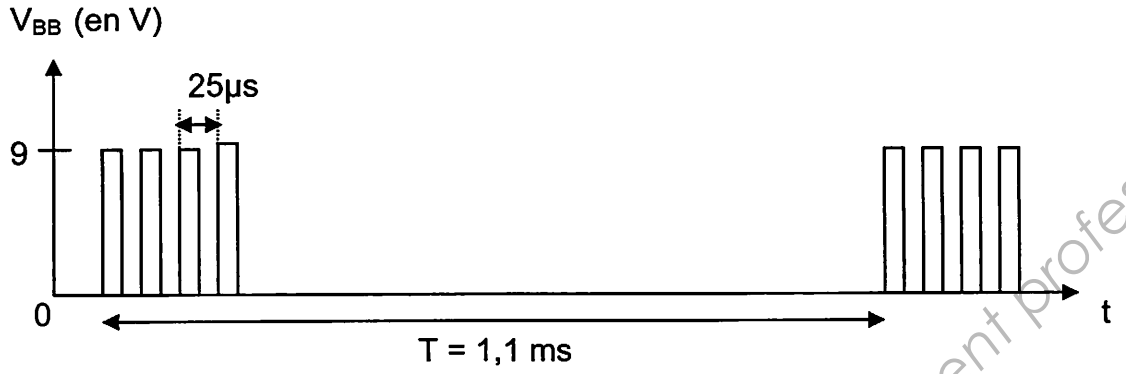
C.4 En déduire, sous la tension nominale, la valeur de la vitesse de rotation n du moteur en charge.

C.5 Pour que les pales du ventilateur ne tournent pas trop vite, un réducteur de rapport 1/20 est utilisé. Calculer alors la vitesse de rotation n' des pâles du ventilateur.

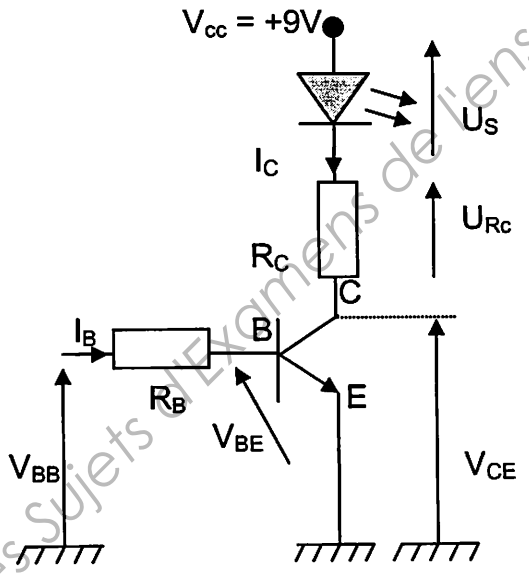
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

- **Partie D : Détection de présence de fumée (9 points).**

Un train de quatre impulsions de tension est envoyé sur la base d'un transistor bipolaire fonctionnant en commutation.



Ce transistor bipolaire a pour but d'amplifier le signal qu'il reçoit afin d'alimenter la diode infrarouge avec une intensité nominale.



On donne :

V_{CEsat} = 0,2 V
U_S = 1,8 V
V_{BE} = 0,6 V
$\beta = I_C / I_B = 80$
I_{Csat} = 20 mA
V_{BB} = 9 V

D.1 Amplification et conversion du signal.

D.1.1 On souhaite que la diode ait un fonctionnement nominal. Elle doit alors être parcourue à chaque impulsion par le courant maximal qu'elle supporte, soit $I_{max} = I_{Csat}$. Calculer la valeur de la résistance R_C pour obtenir cette intensité.

D.1.2 Calculer l'intensité minimale du courant de base I_{Bsat} qui permet d'obtenir I_{Csat} = 20 mA.

D.1.3 Déterminer la valeur de la résistance de base R_B qui permet de régler le courant de base à I_{Bsat} = 0,25 mA.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

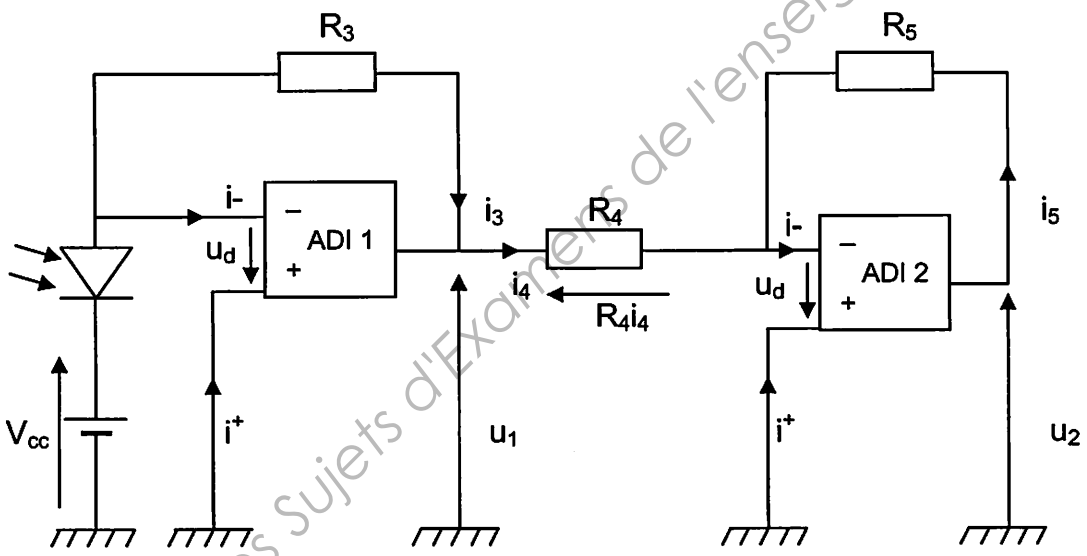
D.1.4 Afin d'assurer la saturation du transistor, on choisit une résistance de base R_B = 33 kΩ. Ce choix est-il cohérent avec ce qui précède ?

D.1.5 On fournit sur le DOCUMENT RÉPONSE N°2 l'allure de la tension V_{BB} reçue par la base du transistor. Tracer l'allure de l'intensité I_C.

D.1.6 Déduire du DOCUMENT RÉPONSE N°2 le nombre n d'impulsions lumineuses émises par la diode IR sur une période.

D.2 Traitement du signal.

La photodiode disposée face à la diode émettrice le long de l'axe du tube reçoit le rayonnement impulsionnel de la diode infrarouge. Si de la fumée vient à envahir le tube, son opacité provoque une atténuation de la puissance du signal reçu par la photodiode. Cette atténuation devra être détectée puis amplifiée afin de déclencher un dispositif d'alerte. Le circuit ci-dessous permet de capter le signal IR pour le convertir en tension u_1 qui sera ensuite amplifiée afin d'obtenir une tension u_2.



Les valeurs des résistances sont : R_3 = 10 kΩ, R_4 = 2 kΩ, R_5 = 100 Ω.

D.2.1 Régimes de fonctionnement des ADI.

D.2.1.1 Préciser quel est leur régime de fonctionnement.

D.2.1.2 Indiquer alors la valeur de u_d.

D.2.1.3 Donner les valeurs de i^+ et i^-.

D.2.2 Exprimer la tension u_1 en fonction de i_3 et R_3.

D.2.3 Montrer que $u_1 = R_4.i_4$.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

D.2.4 Montrer que $u_2 = R_5.i_5$.

D.2.5 En déduire l'expression de la tension u_2 en fonction de u_1, R_4 et R_5.

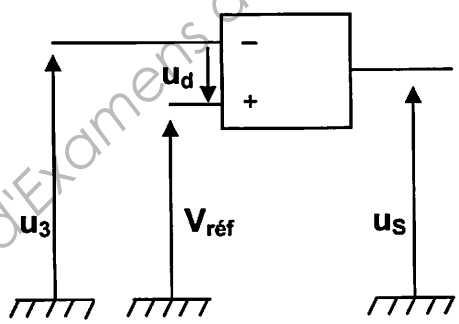
D.2.6 Montrer que l'expression de la tension u_2 en fonction de R_3, R_4, R_5 et i_3 est la suivante : $u_2 = \frac{R_5}{R_4} R_3 i_3$.

D.2.7 Déterminer numériquement la relation qui lie u_2 et i_3.

D.2.8 Calculer la valeur prise par la tension u_2 lorsque la photodiode est traversée par un courant d'intensité i_3 = 10 mA.

Comme l'intensité lumineuse reçue par la photodiode dépend de la qualité de l'air qui circule dans le canal fermé, on utilise un A.D.I en régime non linéaire qui permet de comparer la tension u_2 avec une tension de référence $V_{réf}$ dont la valeur est égale à 4,5 V.

Un circuit de mise en forme évitant des déclenchements intempestifs de l'alarme fournit une tension u_3 à un Amplificateur Différentiel Intégré (A.D.I) considéré comme parfait et alimenté en 0-9V. Il va effectuer la comparaison entre la tension de référence $V_{réf}$ et la tension u_3 selon le câblage ci-dessous :



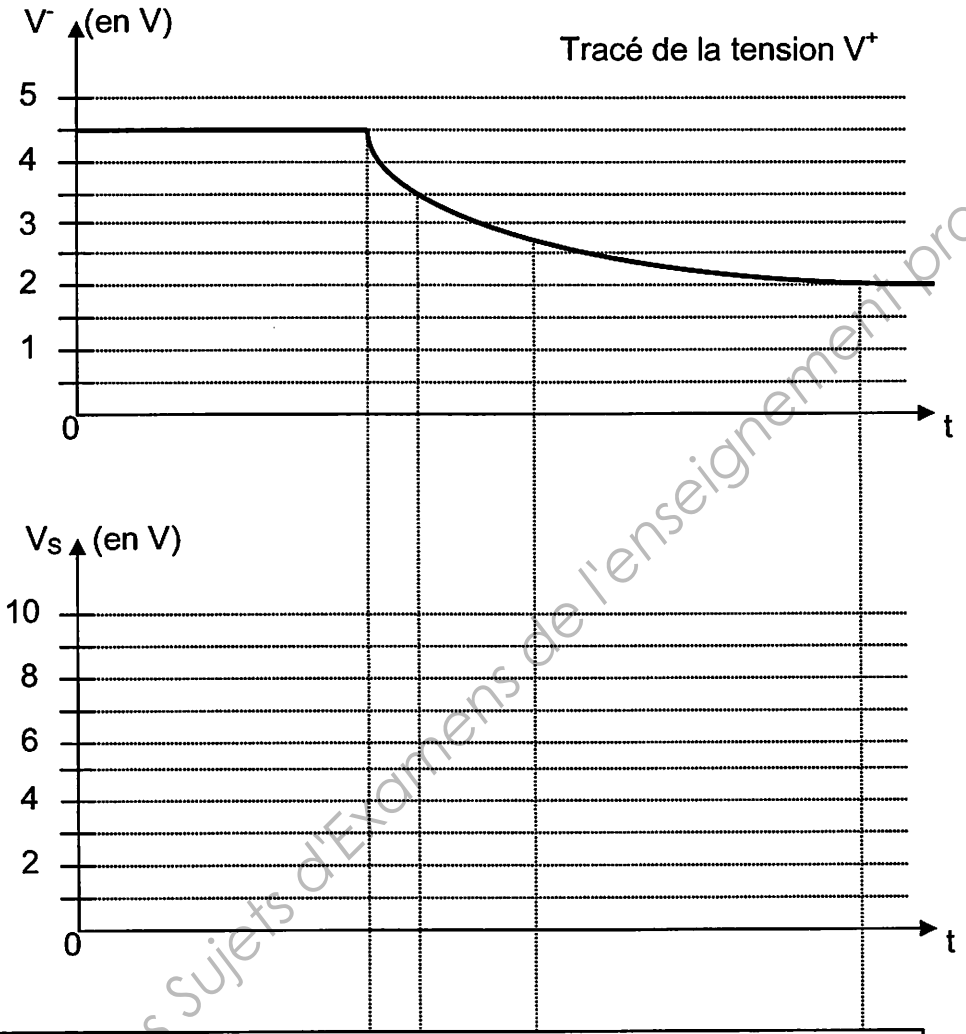
Lorsque la tension de sortie u_S sera égale à 9 V, une alarme sonore se déclenchera. Dans le cas contraire, elle restera muette.

On fournit sur le DOCUMENT RÉPONSE N°3, l'allure d'une succession d'impulsions de courant traversant la photodiode au cours du temps (les quatre impulsions sont désormais regroupées).

D.2.9 Compléter le chronogramme, sur le DOCUMENT RÉPONSE N°3, de la tension u_S et mentionner les intervalles où l'alarme fonctionne (ON) ou reste muette (OFF).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

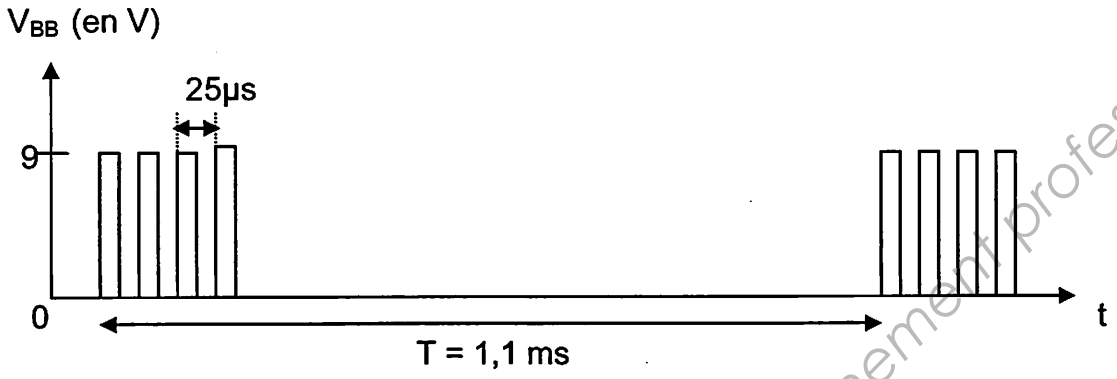
DOCUMENT RÉPONSE N°1
À rendre avec votre copie

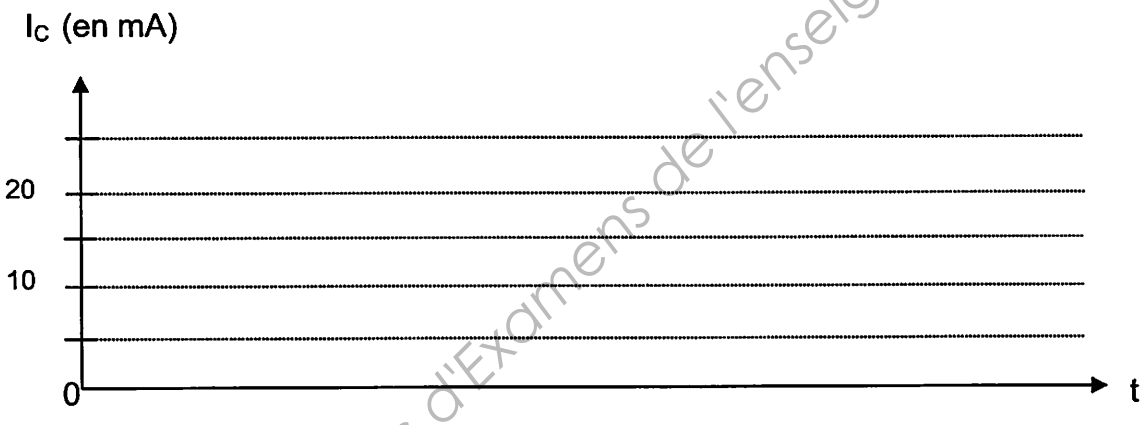


Etat de l'alarme	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

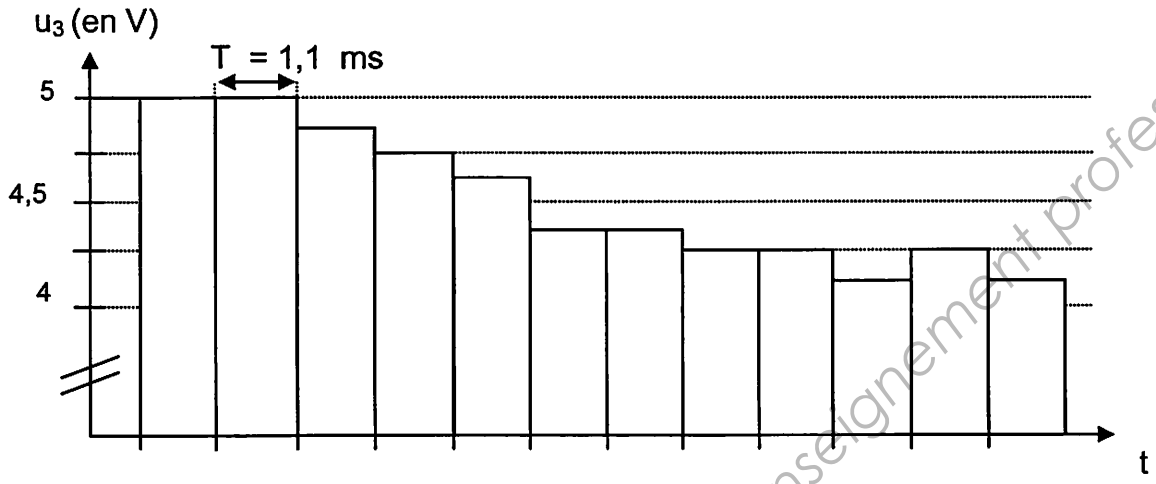
DOCUMENT RÉPONSE N°2
À rendre avec votre copie





Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DOCUMENT RÉPONSE N°3
À rendre avec votre copie





Etat de l'alarme	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.