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

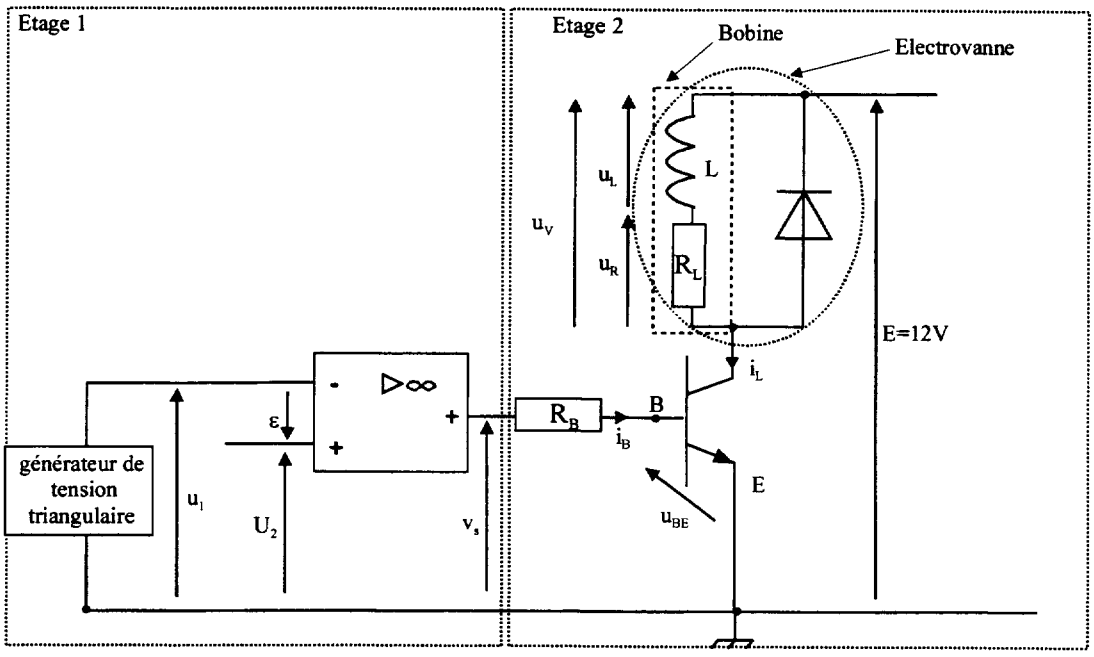
PROBLÈME 1 : ÉLECTRICITÉ (9,5 POINTS)

Étude du fonctionnement et de la commande d'une vanne E.G.R (régulation des gaz d'échappement)

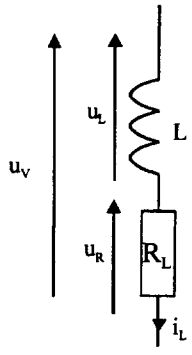
Le dispositif E.G.R. est un système anti-pollution qui a pour rôle de diminuer la quantité d'oxydes d'azote (NO_X) rejetée dans les gaz d'échappement. Les oxydes d'azote sont produits par la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air d'admission sous l'effet d'une très haute température (supérieure à 1800°C). La vanne de recyclage E.G.R permet d'introduire dans la tubulure d'admission une certaine quantité de gaz d'échappement pauvre en oxygène pour remplacer l'air, le dosage étant piloté par le calculateur moteur.

- Les parties A, B, C sont indépendantes.
- La partie A porte sur le fonctionnement de l'électrovanne.
- La partie B porte sur l'étage de puissance.
- La partie C porte sur l'élaboration d'un signal de commande.
- La partie D est une synthèse des parties B et C.

Schéma électrique d'ensemble :



Partie A : Modélisation de l'électrovanne



Principe de fonctionnement de l'électrovanne : une bobine, solidaire de la vanne, est placée dans un champ magnétique. Lorsque la bobine est alimentée électriquement, la vanne s'ouvre plus ou moins en fonction de l'intensité moyenne du courant traversant la bobine, permettant le passage des gaz d'échappement.

La valeur de la résistance est $R_L = 12\ \Omega$.

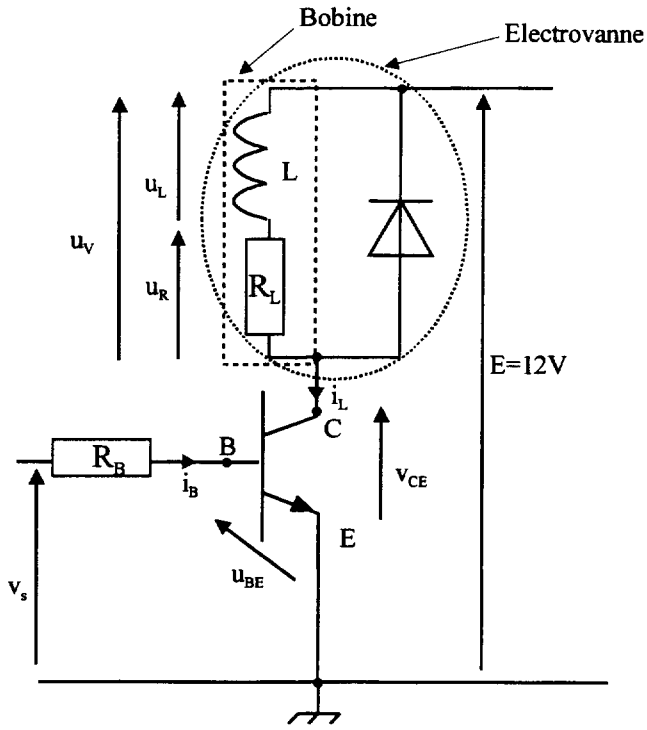
Le but de cette partie est de déterminer la valeur de l'inductance L du modèle électrique équivalent de l'électrovanne représenté ci-contre.

Étude en régime transitoire

On soumet l'électrovanne à un échelon de tension u_v = 12 V (voir figure 1 en annexe, page 6). Dans ces conditions, le chronogramme de l'intensité $i_L(t)$ dans l'électrovanne est celui donné en figure 2, page 6.

1) Déterminer graphiquement la constante de temps τ.
2) En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

Partie B : Étude de l'étage 2



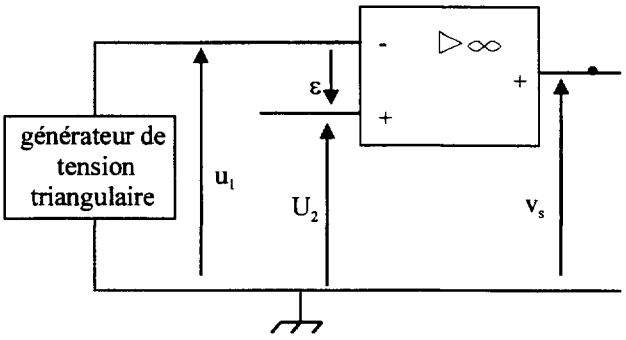
La tension v_s est une tension en créneaux, entre 0 et 12V, de fréquence 100 Hz et de rapport cyclique variable (le rapport cyclique α est égal à la durée pendant laquelle la tension est au niveau haut divisée par la période). Voir figure 3 en annexe, page 6.

Le transistor est caractérisé par un coefficient d'amplification en courant β = 50. Lorsqu'il est passant, on a u_{BE} = 0,8 V ; lorsqu'il est saturé, on a V_{CEsat} = 0 V.

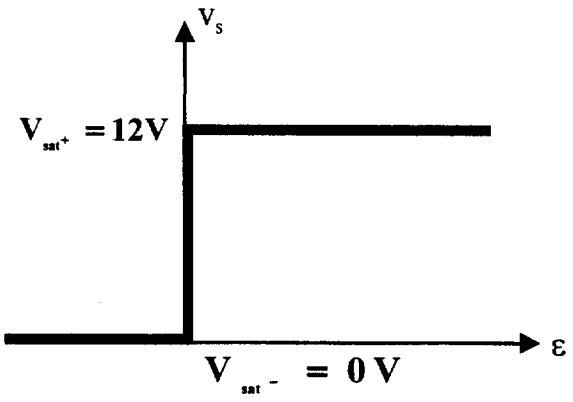
Le but de cette partie est de dimensionner la résistance R_B pour faire fonctionner le transistor en commutation.

1) Quel est le type du transistor ?
2) Dans le cas où le transistor fonctionne en commutation,
   a) Quel est l'état du transistor quand v_s = 12 V ? En déduire, en la justifiant, la valeur de u_V.
   b) Quel est l'état du transistor quand v_s = 0 V ? En déduire, en la justifiant, la valeur de u_V.
   c) Représenter $u_V(t)$ sur le document réponse 1 en annexe, page 6.
   d) Quel est le rôle de la diode dans cette partie ?
3) Dans le cas où le rapport cyclique vaut 1, l'intensité du courant i_L est maximale et une mesure donne i_{Lmax} = 1 A quand le transistor est saturé.
   a) Quelle est la valeur minimale du courant de base i_{Bmin} pour saturer le transistor ?
   b) Quelle doit être alors la valeur de la résistance de base R_B pour saturer le transistor ?
   c) Le constructeur indique une valeur de R_B = 100Ω. Comparer à la valeur précédente et commenter.

Partie C : Étude de l'étage 1



On suppose que l'amplificateur opérationnel est idéal. Sa caractéristique de transfert est donnée ci-dessous



La tension u_1 est triangulaire, évoluant entre 0 et 5 V, de fréquence 100 Hz.
La tension U_2 est une tension continue générée par le calculateur et qui permet d'asservir l'ouverture de la vanne.

Le chronogramme représentant les tensions u_1 et U_2 est donné figure 4 en annexe, page 6.

1) Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ? Justifier la réponse.
2) Représenter $v_s(t)$ sur le document réponse 2 en annexe, page 6.

Partie D : Synthèse

u_1 et U_2 ont les caractéristiques données figure 4 en annexe, page 6. Dans ces conditions, recopier et compléter le tableau suivant :

	Signe de ε	Valeur de v_s	Valeur de u_V
$0 < t < 1$ ms			
$1 < t < 9$ ms			
$9 < t < 10$ ms			

PROBLÈME 2 : THERMODYNAMIQUE (10,5 POINTS)

Étude d'un cycle Diesel

L'étude s'effectue sur une masse de gaz de 1 kg.
Dans un moteur Diesel rapide, du fait de l'avance à l'injection, une partie du combustible subit une combustion à volume constant et le reste une combustion à pression constante.

Le cycle théorique 1-2-3-4-5-1 est défini comme suit :
- Transformation 1-2 : compression adiabatique réversible jusqu'à la température T_2.
- Transformation 2-3 : combustion isochore d'une quantité de combustible fournissant au gaz l'énergie thermique Q_{23}.
- Transformation 3-4 : combustion isobare d'une quantité de combustible fournissant au gaz l'énergie thermique Q_{34}.
- Transformation 4-5 : détente adiabatique réversible jusqu'à $V_5 = V_1$ et P_5.
- Transformation 5-1 : détente isochore.

Données et notations :
- Le fluide est considéré comme un gaz parfait de caractéristiques constantes :
  - Constante d'état du gaz $r = 255\ J.kg^{-1}.K^{-1}$
  - Rapport de la capacité thermique massique à pression constante sur la capacité thermique massique à volume constant : $\gamma = c_p / c_v = 1,3$
- On donne :
  - Les températures au point 1 : $T_1 = 300$ K, au point 2 : $T_2 = 689$ K et au point 4 : $T_4 = 2500$ K
  - Les pressions au point 4 : $P_4 = 91,4.\ 10^5$ Pa et au point 5 : $P_5 = 4,06.\ 10^6$ Pa
  - Le volume au point 3 : $V_3 = 4,78.10^{-2}\ m^3$

1) Représenter l'allure du cycle dans un diagramme P,V et dans un diagramme T,S.
2) Montrer que l'expression de c_v en fonction de γ et r s'écrit : $c_v = \dfrac{r}{\gamma - 1}$. Calculer c_v.
3) Connaissant la loi de Laplace PV^{γ} = Constante, montrer que T_5 peut se mettre sous la forme $T_5 = T_4 \times \left(\dfrac{P_4}{P_5}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$. Calculer T_5.
4) Calculer V_4.
5) Calcul des travaux lors de certaines transformations :
   a) Rappeler l'expression de la variation d'énergie interne ΔU pour un gaz parfait, en fonction de la capacité thermique massique à volume constant et de la variation de température. Calculer, en utilisant la relation précédente et le premier principe de la thermodynamique, le travail W_{12} transféré lors de la transformation 1-2.
   b) Donner les valeurs des travaux W_{23} et W_{51} lors des transformations isochores.
   c) Rappeler l'expression générale du travail des forces de pression. Calculer ainsi le travail W_{34} transféré lors de la transformation 3-4.
6) Calculer l'énergie thermique Q_{51} échangée lors de la transformation 5-1.
7) Détermination du rendement du cycle :
   a) On donne $W_{45} = -\ 1,09.10^3$ kJ. Calculer le travail total W_{tot} échangé avec l'extérieur au cours du cycle.
   b) Que vaut ΔU_{cycle} ? En appliquant le premier principe de la thermodynamique, en déduire la valeur de $Q_{23} + Q_{34}$.
   c) Calculer le rendement du cycle.

ANNEXE

(Feuille à rendre avec la copie)

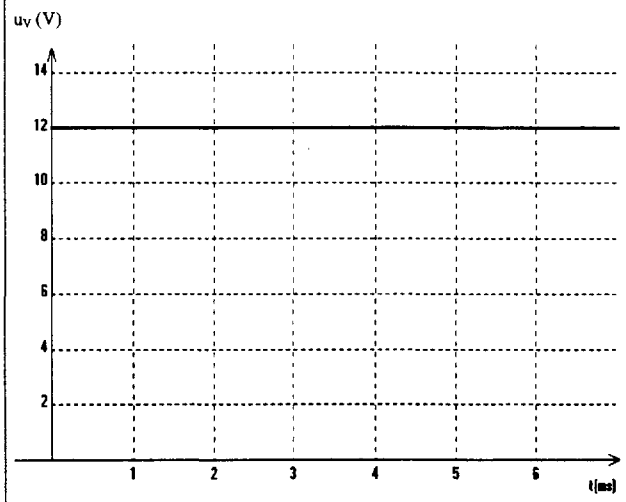


figure 1

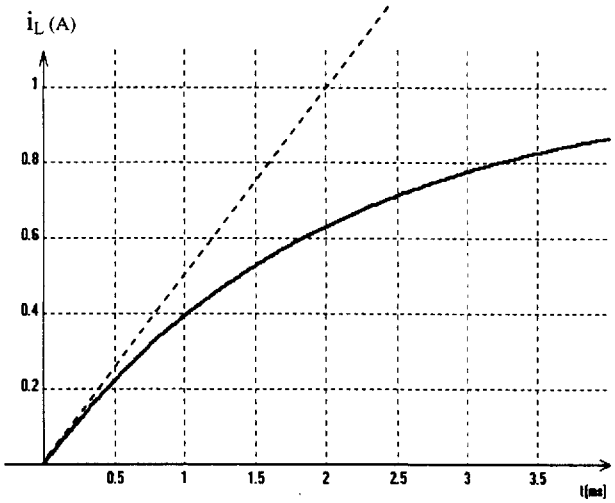


figure 2

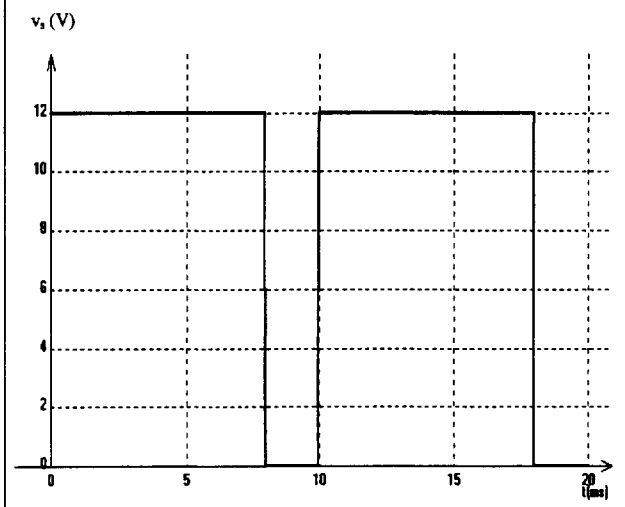


figure 3

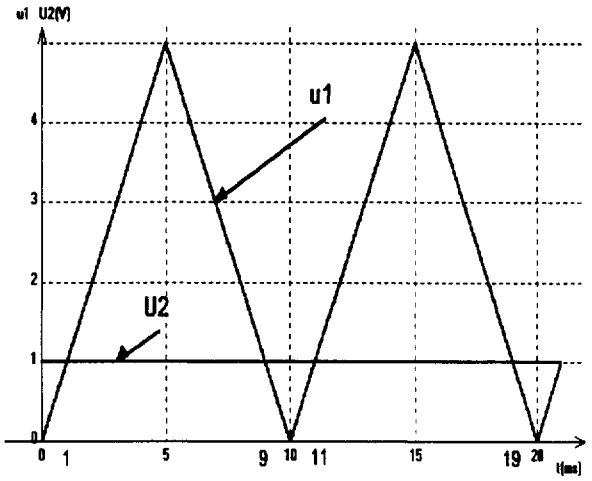
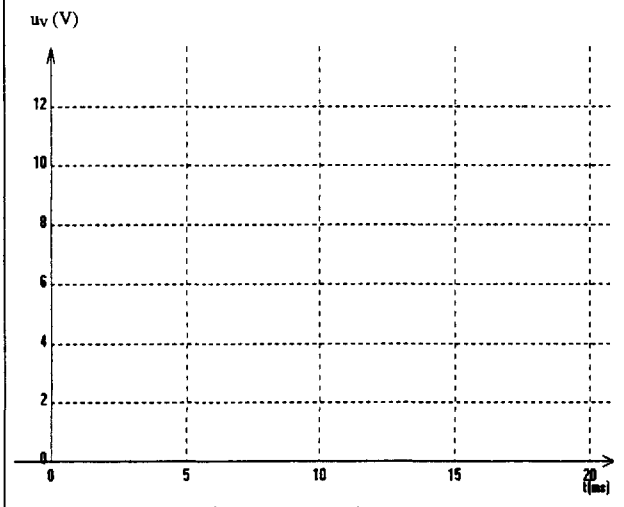
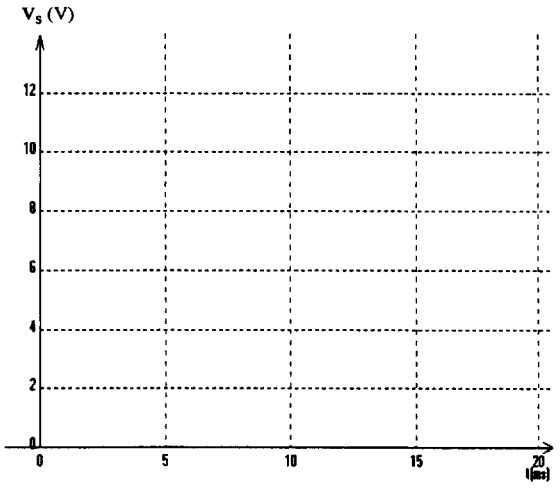


figure 4



document réponse 1



document réponse 2

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.