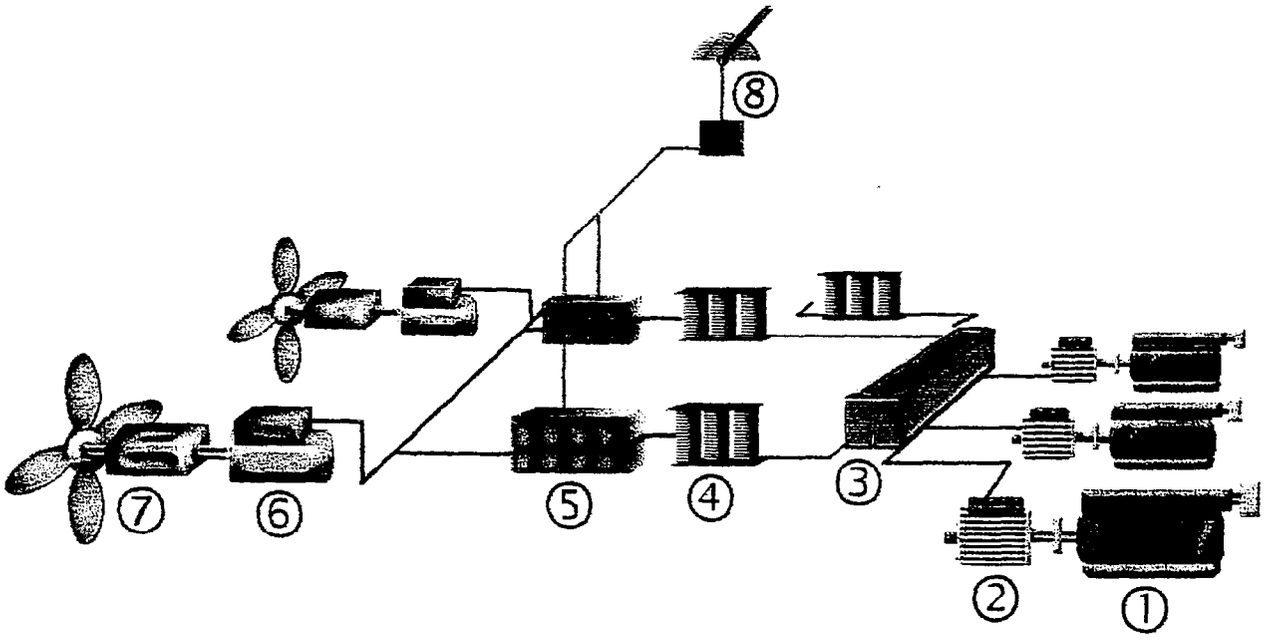
Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

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

PARTIE I : électrotechnique (9 points)

La chaîne de production d'énergie et de propulsion électrique d'un navire de 4000 tonnes est représentée ci-dessous :



1) Identifier, sur le tableau du document-réponse, les différents éléments de cette chaîne par leur numéro.

On se propose d'étudier un des moteurs synchrones de cette chaîne.

Le moteur synchrone étudié possède **12 pôles**.

Les enroulements de son stator sont couplés en étoile.

Ce moteur est alimenté par un cycloconvertisseur (convertisseur de fréquence) qui délivre un réseau triphasé, de tension simple efficace **V** et de fréquence **f**.

Les résistances du stator sont négligées ainsi que les pertes ferromagnétiques et mécaniques.

2) Le cycloconvertisseur impose une tension simple efficace **V** de 800 V et une fréquence f de 50 Hz.

On règle l'excitation du moteur pour que son facteur de puissance soit égal à 1.
Le moteur développe une puissance P = 900 kW.
La réactance synchrone d'un enroulement du stator est X = 1,2 Ω .
On note E la force électromotrice par enroulement.

2.a) Calculer l'intensité I du courant d'induit.

2.b) Dessiner le modèle équivalent simplifié d'un enroulement du stator sur lequel on fera apparaître les vecteurs associés aux tensions E, X.I et V.

2.c) Calculer la force électromotrice E.

3) La tension V et la fréquence f varient suivant la loi : $\frac{V}{f} = K$ **où K est une constante.**

3.a) Calculer la fréquence de rotation du moteur en $tr.min^{-1}$ pour f = 50Hz.

3.b) Exprimer le moment T du couple du moteur en fonction de K et montrer qu'il est proportionnel au courant I (le facteur de puissance est supposé constant).

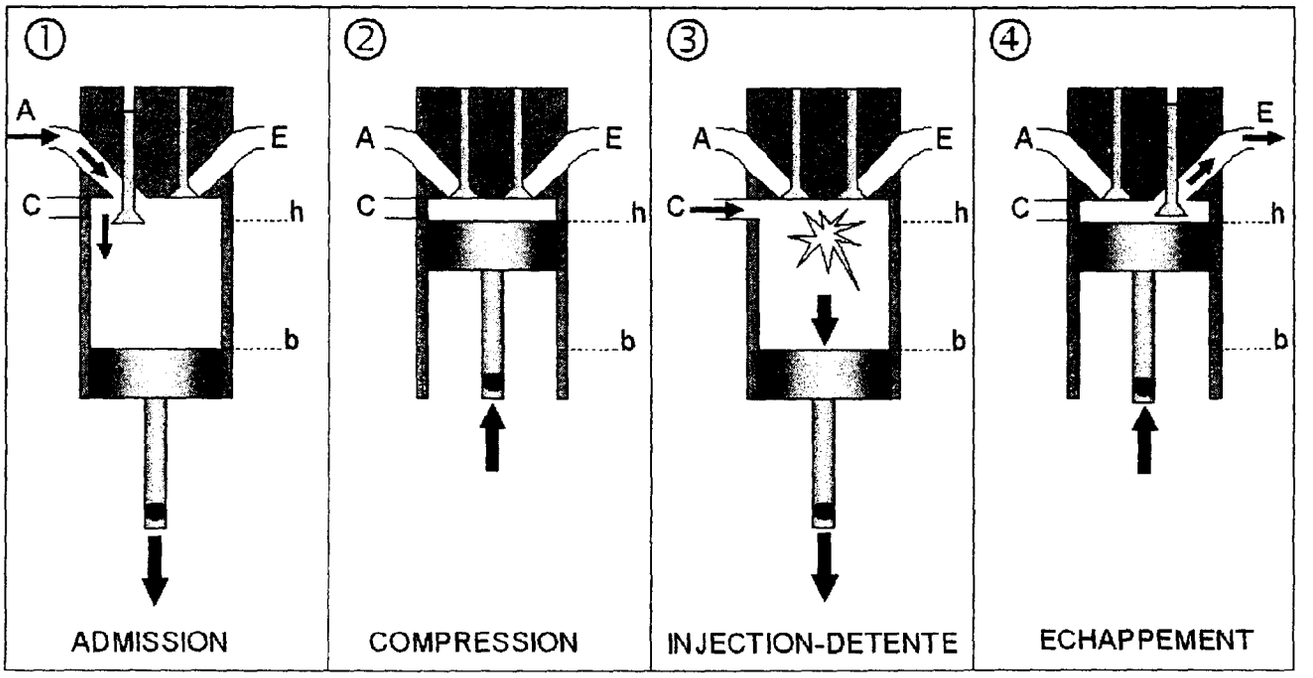
3.c) On donne K = 16 V.s et le moment du couple du moteur est T = 17 kN.m pour une excitation correspondant à un facteur de puissance égal à 0,8 . Quelle est alors la valeur prise par l'intensité I du courant absorbé par le moteur ?

3.d) Montrer que la vitesse angulaire du moteur est proportionnelle à V pour un facteur de puissance donné.

3.e) Peut-on faire une analogie entre ce moteur et un moteur à courant continu ?

PARTIE II : <u>étude théorique du moteur Diesel</u> (11 points)

Les figures 1,2,3,4 représentent les quatre temps du moteur Diesel. Pour simplifier le problème, un seul cylindre est représenté :



Premier temps (① admission) : passage de l'état 0 à l'état 1
Le piston part de la position h et descend ; l'orifice A est ouvert, de l'air vient remplir le cylindre, puis l'orifice A se referme quand le piston atteint la position b. On suppose que l'admission s'effectue à pression et température constantes.

Deuxième temps (② compression) : passage de l'état 1 à l'état 2
Les deux orifices A et E étant fermés, le piston remonte à la position h. Le gaz subit une compression adiabatique réversible.

Troisième temps (③ injection et détente) : retour à l'état 1 par les états 3 et 4.
Le piston redescend. Le gasoil est injecté en G pour être finement pulvérisé. Il s'enflamme spontanément à mesure qu'il est introduit (sa température d'inflammation est voisine de 300°C) et brûle pendant une partie de la descente du piston. On peut considérer qu'au cours de la descente du piston, le gaz subit :

- Une transformation isobare (combustion des gaz) : passage de l'état 2 à l'état 3
- Une détente adiabatique réversible : passage de l'état 3 à l'état 4
- Un refroidissement isochore : passage de l'état 4 à l'état 1.

Quatrième temps (④ échappement) : passage de l'état 1 à l'état 0
Quand le piston franchit la position b, l'orifice E est ouvert et les gaz brûlés sont évacués par le piston qui remonte. On considère la pression des gaz constante pendant cette transformation.

Le diagramme P(V) figurant sur le document réponse représente la pression P du gaz en fonction du volume V du cylindre.

1) Sur ce document-réponse, reporter les états 0,1,2,3,4 et flécher le cycle.

La quantité de gasoil injecté étant peu importante par rapport à celle de l'air aspiré, on la négligera devant cette dernière. Le cycle 1→2→3→4→1 est étudié pour un nombre de moles (noté n) d'air, que l'on assimilera à un gaz parfait.
On donne :

$R = 8{,}31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$	(R: constante des gaz parfaits)
$C_P = 29{,}1\ J.mol^{-1}.K^{-1}$	(C_P : capacité calorifique molaire à pression constante)
$\gamma = C_P / C_V = 1{,}4$	(C_V : capacité calorifique molaire à volume constant)
$V_1 = 11{,}60\ dm^3$	(volume du gaz à l'état 1)
$P_1 = 10^5\ Pa$	(pression du gaz à l'état 1)
$T_1 = 300\ K$	(température du gaz à l'état 1)
$\tau = V_1 / V_2 = 19$	(taux de compression)

2) Calculer le nombre n de moles correspondant au volume V_1 de gaz à l'état 1.
On considérera que ce nombre ne varie pas au cours du cycle 1→2→3→4→1.

3) Calculer la pression P_2 et la température T_2 du gaz à l'état 2.

4) La combustion du carburant, à pression constante, provoque une élévation de température et celle-ci atteint 3800 K en fin de combustion.
En déduire le volume V_3 du gaz à l'état 3 puis la pression P_4 et la température T_4 du gaz à l'état 4.

On prendra pour la suite : $n = 0,47$; $T_2 = 975$ K ; $T_4 = 2020$ K .

5) Calculer les quantités de chaleur algébriques échangées avec le milieu extérieur au cours de la transformation 1→2→3→4→1.
On notera :
Q_{12} la quantité de chaleur échangée par le gaz lors de la transformation 1→2,
Q_{23} la quantité de chaleur échangée par le gaz lors de la transformation 2→3,
Q_{34} la quantité de chaleur échangée par le gaz lors de la transformation 3→4,
Q_{41} la quantité de chaleur échangée par le gaz lors de la transformation 4→1.

6) En déduire par application du premier principe de la thermodynamique :
6.a) la variation de l'énergie interne ΔU du gaz au cours du cycle 1→2→3→4→1,
6.b) le travail W reçu par le gaz au cours du cycle,
6.c) le rendement de ce cycle : $\eta = \frac{-W}{Q_{23}}$

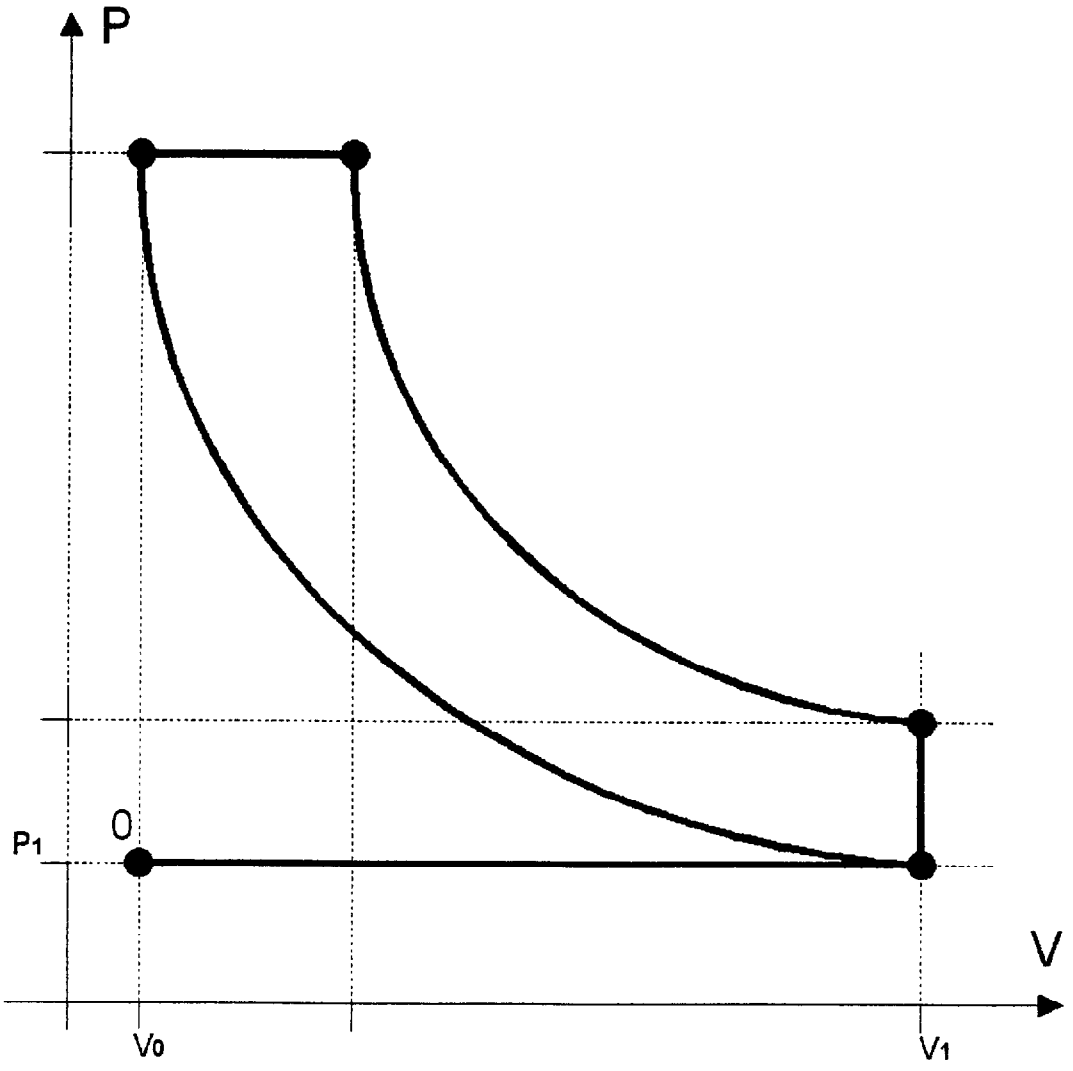
DOCUMENT-REPONSE

PARTIE I : électrotechnique

télécommande + contrôle commande	⑧
tableau électrique principale	③
Réducteur + hélice	
moteur Diesel	

cycloconvertisseur (convertisseur de fréquence)	
Alternateur	
Moteur synchrone	
transformateur	

PARTIE II : étude théorique du moteur diesel



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.