

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

SESSION 2006

E 4 ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée 6 h - Coefficient 4

AUCUN DOCUMENT AUTRE QUE LE SUJET N'EST AUTORISÉ.
L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ.

Documents à rendre avec la copie : DR1, page : 19/23
DR2, page : 20/23
DR3, page : 21/23
DR4, page : 22/23
DR5, page : 23/23

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 23 pages, numérotées de 1 à 23
Les pages 19/23 à 23/23 sont remises en double exemplaire.

CODE ÉPREUVE : 0606MOEDC		EXAMEN : BTS	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE	
SESSION 2006	SUJET	ÉPREUVE : ÉTUDE DES CONSTRUCTION - E 4		<u>Calculatrice</u> autorisée : oui
Durée : 6h		Coefficient : 4	N° sujet : 30NB05	Page : 0/23

RÉDUCTEUR INVERSEUR DE BATEAU

Matériels autorisés :

Matériel du dessinateur (Té, équerre, compas ...)

Moyens de calculs autorisés :

Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable et alphanumérique à fonctionnement autonome, non imprimante, conformément à la circulaire N° 99-186 du 16 novembre 1999.

Contenu du dossier :

- Dossier technique
- Dossier d'étude
- Dossier des documents 'réponses'

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents 'réponses' prévus à cet effet.

Tous les documents 'réponses' sont à remettre en fin d'épreuve.

Mise en situation

Le thème d'étude est un inverseur de marche de bateau. Sa fonction technique est d'assurer la transmission de puissance entre le moteur thermique et l'arbre d'hélice avec adaptation des paramètres de cette puissance en fonction de la phase d'utilisation et du type d'embarcation. Dans tous les cas, la sélection du mode de marche du bateau doit s'effectuer moteur en marche et à partir d'un seul levier de commande. Ces modes de marche sont au nombre de trois : point mort, marche avant et marche arrière.

Le constructeur a choisi une conception modulaire de l'ensemble inverseur lui permettant d'utiliser au mieux les composants de sa gamme pour satisfaire les besoins spécifiques de plusieurs types d'embarcations (plaisance et pêche).

Il lui est ainsi possible d'associer ou non un réducteur au module d'inversion principal pour adapter l'ensemble couple-vitesse disponible en sortie. L'utilisation d'un réducteur additionnel se justifie pour la propulsion d'embarcations de pêche dont la masse est élevée et dont la vitesse est modérée.

DOSSIER D'ÉTUDE

Cette étude comporte 4 parties.

Il est conseillé de consacrer à chacune de ces parties la durée suivante :

Lecture du dossier et des documents techniques.....	0 h 30
1 ^{ère} partie : Étude cinématique.....	1 h 15
2 ^{ème} partie : Étude du circuit hydraulique.....	1 h
3 ^{ème} partie : Étude mécanique.....	1 h 15
4 ^{ème} partie : Étude de conception.....	2 h

Ces parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.

1. Etude cinématique de la transmission de mouvement

Matière d'œuvre : Les documents techniques DT1, DT2, DT5, DT5bis, DT6 et document « réponse » DR1

Domaine étudié : le réducteur et l'inverseur.

Objectif : déterminer les relations entre les paramètres cinématiques d'entrée et de sortie dans les différentes phases.

- 1.1. Compléter, sur le document réponse DR1, les schémas cinématiques et préciser pour chaque cas s'il y a entraînement, blocage ou point mort de la couronne 10 (entourer la réponse).

Etat 0 : non actionné

Etat 1 : actionné

	Embrayage E	Frein F
Cas 1	0	0
Cas 2	0	1
Cas 3	1	1
Cas 4	1	0

- 1.2. Etude cinématique de l'inverseur.

On rappelle:
$$\frac{\omega_{\text{Planétaire d'entrée/bâti}} - \omega_{\text{Porte-satellite/bâti}}}{\omega_{\text{Planétaire de sortie/bâti}} - \omega_{\text{Porte-satellite/bâti}}} = \lambda.$$

- 1.2.1. Etablir la relation littérale liant les taux de rotation $\omega_{7/1}$, $\omega_{94/1}$, $\omega_{10/1}$ et les nombres de dents des roues.

- 1.2.2. Pour chaque cas où il y a entraînement, déterminer la valeur numérique du rapport $\frac{\omega_{94/1}}{\omega_{7/1}}$.

- 1.3. Etude cinématique du réducteur

Calculer la valeur numérique du rapport $\frac{\omega_{98/1}}{\omega_{94/1}}$

1.4. Etude cinématique de la transmission (inverseur + réducteur)

1.4.1. Pour chaque cas où il y a entraînement, déterminer la valeur numérique du

$$\text{rapport } \frac{\omega_{98/1}}{\omega_{7/1}} .$$

1.4.2. Sachant qu'en marche arrière, l'arbre 98 tourne dans le même sens que l'arbre d'entrée 7, compléter le tableau du document réponse DR1 en précisant dans les lignes correspondantes, les rapports et les états de fonctionnement (Mav, Mar, Point Mort).

2. Etude du circuit hydraulique

Matière d'œuvre : Les documents techniques DT1, DT2, DT3, DT4, DT7 et documents « réponse » DR2 et DR3.

Domaine étudié : Le circuit hydraulique.

Objectif : déterminer l'état de fonctionnement du réducteur inverseur en position 1, 2, 3.

- 2.1. Compléter, sur le document réponse DR2, à main levée, la perspective isométrique de la valve rotative 30 en respectant les proportions (le plan de coupe de la perspective correspond à celui de la coupe partielle B-B des documents DT1 et DT2).
- 2.2. Compléter, sur le document réponse DR3, les dessins en coupe D - D de la valve rotative 30 pour les positions 1 et 3 du levier.
Colorier sur les trois dessins
 - En rouge, le circuit Haute Pression
 - En bleu ou vert, le circuit Basse Pression
- 2.3. Compléter le tableau du document réponse DR3 en précisant dans les lignes, l'état de fonctionnement correspondant à la question 1.4.2.

3. Etude mécanique de la transmission de mouvement

Matière d'œuvre : Les documents techniques DT1, DT2, DT4 et document « réponse » DR4.

Domaine étudié : Dispositif de commande de l'embrayage E et du frein F.

Objectif : Déterminer la pression commune d'utilisation minimale du circuit hydraulique.

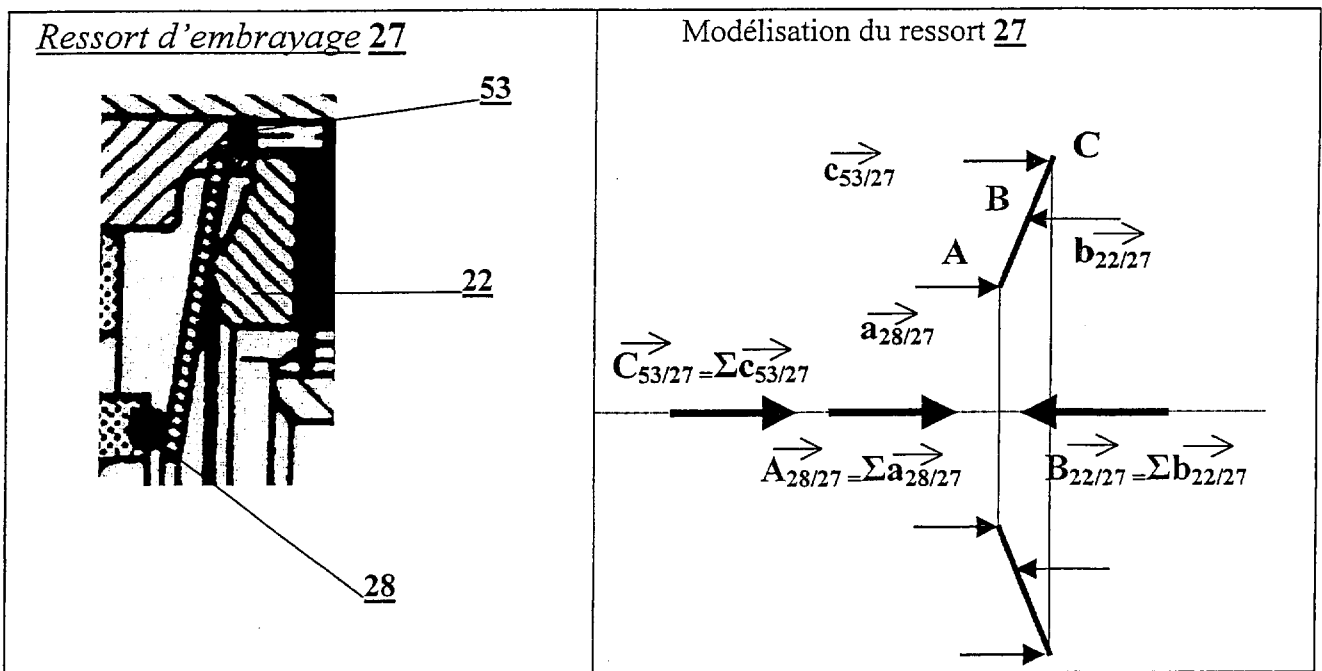
Hypothèses :

- Le mécanisme présente un plan de symétrie matérielle et mécanique.
- Toutes les liaisons sont parfaites et sans frottement.

Données :

- Le couple maxi qu'exerce le moteur sur l'arbre d'entrée 7 est égal à $C_{\text{moteur}/7} = 300 \text{ N.m}$
- Coefficient d'adhérence garniture de friction / acier dans l'huile : $\mu = \tan \varphi = 0,1$
- Dimensions des surfaces de friction entre les disques externes 17 et internes 16a 16b du frein : $\phi \text{ ext} = 172 \text{ mm}$ et $\phi \text{ int} = 140 \text{ mm}$
- Dimensions du piston de frein 14 : $\phi \text{ ext} = 185 \text{ mm}$ et $\phi \text{ int} = 86 \text{ mm}$
- L'action développée par un ressort 19 sur le plateau de frein 15 est égale à 27 N
- Dimensions des surfaces de friction entre les disques externes 23 et internes 24 de l'embrayage : $\phi \text{ ext} = 120 \text{ mm}$ et $\phi \text{ int} = 90 \text{ mm}$
- Dimensions du piston d'embrayage 21 : $\phi \text{ ext} = 107 \text{ mm}$ et $\phi \text{ int} = 50 \text{ mm}$
- Le ressort d'embrayage 27 est considéré comme étant un solide indéformable tel que le

rapport des efforts est : $\frac{\|\vec{F}_B\|}{\|\vec{F}_A\|} = 2,3$ (voir ci-dessous).



3.1. Détermination de la pression d'alimentation du frein F lorsque celui-ci est alimenté.

3.1.1. Mettre en place, par des flèches, sur le document réponse DR4, le sens de rotation de la vitesse angulaire $\omega_{94/1}$, le sens d'action des couples $\vec{C}_{\text{moteur}/7}$, $\vec{C}_{95/94}$ et $\vec{C}_{\text{frein}/10}$.

- 3.1.2. En appliquant le théorème du moment dynamique à l'ensemble isolé (7, 8, 9, 10, 94) en régime constant, établir la relation entre $C_{moteur/7}$, $C_{95/94}$ et $C_{frein/10}$.
- 3.1.3. en supposant un rendement mécanique $\eta=1$ et en appliquant la conservation de puissance au train épicycloïdal, exprimer la relation littérale entre le couple $C_{95/94}$ en fonction du couple d'entrée $C_{moteur/7}$ et du rapport des taux de rotation.

Quelque soit le résultat trouvé à la question 1.2.2., on prendra $\frac{\omega_{94/1}}{\omega_{7/1}} = 0,943$.

- 3.1.4. En déduire, à partir des deux résultats précédents, la valeur du couple minimal $C_{frein/10}$.

Pour la suite du problème, on prendra $C_{frein/10} = 620 \text{ N.m}$.

- 3.1.5. Calculer la valeur minimale de l'effort axial que doit exercer le plateau du frein 15 sur l'empilage de disques intérieurs et extérieurs.

On rappelle la relation du couple d'adhérence entre les frictions planes :

$$C_{adh} = n * N * \mu * r_{moyen} \text{ avec } r_{moy} = \frac{R+r}{2}$$

nombre de surfaces de friction du frein = 4

- 3.1.6. En précisant le système matériel isolé, déterminer la pression p_F de l'huile sur le piston 14.

3.2. Détermination de la pression d'alimentation de l'embrayage E.

Hypothèses :

- le couple transmissible le plus défavorable par l'embrayage est égal au couple maxi $C_{moteur/7}$

- 3.2.1. Déterminer l'effort presseur que doit exercer le ressort d'embrayage 27 sur le plateau d'embrayage 22 noté $\vec{B}_{27/22}$.

- 3.2.2. Déterminer l'effort exercé par le piston 21 sur le ressort d'embrayage 27 noté $\vec{A}_{28/27}$.

- 3.2.3. En précisant le système matériel isolé, déterminer la pression p_E de l'huile sur le piston 21.

- 3.3. conclure sur la valeur de la pression d'utilisation.

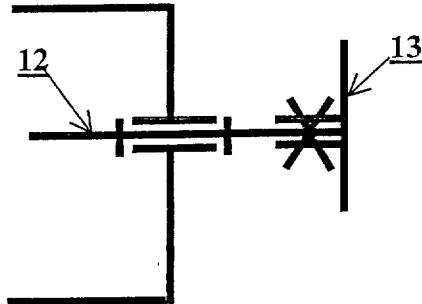
4. Etude de conception

Matière d'œuvre : Les documents techniques DT3, et document « réponse » DR5

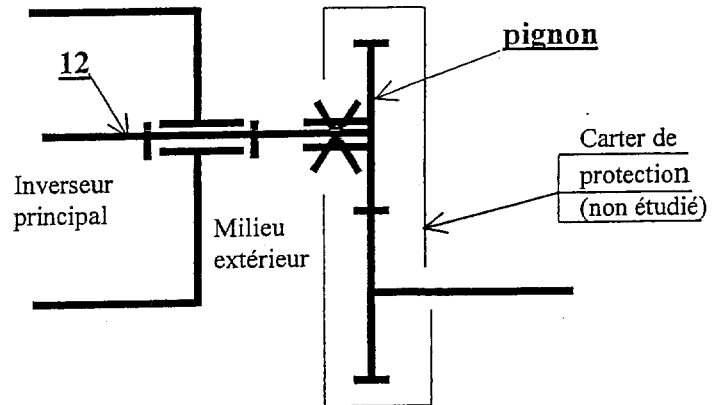
Domaine étudié : l'arbre de sortie de l'inverseur principal sans le réducteur additionnel (doc DT3)

Objectif : Pour augmenter la gamme de produits à d'autres types d'embarcation, le bureau d'étude a décidé la modification de l'arbre de sortie de l'inverseur principal pour avoir la possibilité de décaler l'inverseur par rapport à l'axe d'hélice (raison d'encombrement).

Solution d'origine



Solution modifiée

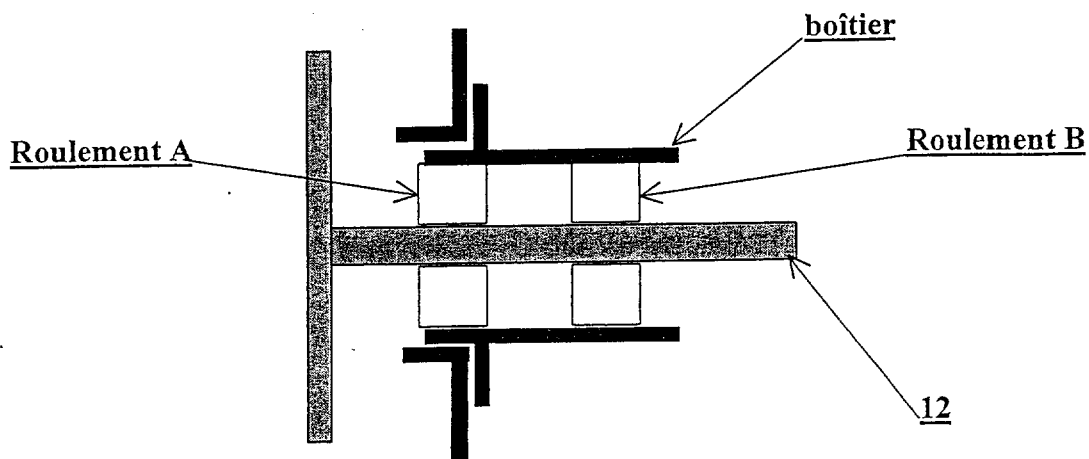


Cahier des charges de la solution modifiée

- ↗ Pour diminuer le coût de production, le carter 1 n'est pas modifié, l'arbre de sortie 12 est allongé.
- ↗ Le pignon est en liaison complète démontable avec l'arbre 12.
- ↗ Le roulement 48 est remplacé par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique (à choisir dans le tableau ci-dessous)

Tableau des roulements			
Référence	d	D	B
30 BT 02	30	62	16
35 BT 02	35	72	17
30 BT 03	30	72	19

- ↗ L'ensemble des deux roulements sera monté dans un boîtier centré sur le carter d'inverseur 1 et fixé par les 6 vis M 10.



↳ Prévoir l'étanchéité avec le milieu extérieur par un joint à lèvres.

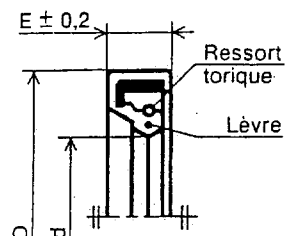
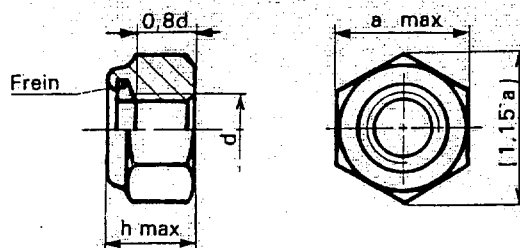


Tableau des joints à lèvres					
d = 35	D = 47	E = 7	d = 42	D = 72	E = 8
d = 35	D = 52	E = 7	d = 45	D = 60	E = 8
d = 35	D = 62	E = 7	d = 45	D = 62	E = 8
d = 40	D = 52	E = 7	d = 45	D = 65	E = 8
d = 40	D = 62	E = 7	d = 45	D = 72	E = 8
d = 40	D = 72	E = 7	d = 48	D = 62	E = 8
d = 42	D = 62	E = 8	d = 50	D = 68	E = 8

↳ Tableau des écrous à frein incorporé



Ecrous à frein incorporé			
d	Pas	a	h
20	2,5	30	22,7
24	3	36	28,4
30	3,5	46	33,6

↳ Le carter de protection n'est pas à représenter.

Travail demandé

4.1. Sur le document DR5, établir, au crayon et à l'échelle 1, le dessin d'ensemble en coupe de la solution modifiée de l'inverseur en respectant le cahier des charges.

4.2. Compléter, pour chaque roulement, le tableau définissant la nature de l'assemblage entre :

- La bague intérieure du roulement et l'arbre
- La bague extérieure du roulement et son logement.

Entourer la bonne réponse