Le pilote automatique

Dossier ressources

Sommaire

[1. Mise en situation 1](#_Toc254957759)

[2. La maquette didactisée 2](#_Toc254957760)

[2.1. Présentation de la maquette 2](#_Toc254957761)

[2.2. Prise en main de la maquette 2](#_Toc254957762)

[3. Analyse fonctionnelle 4](#_Toc254957763)

[3.1. Analyse du besoin 4](#_Toc254957764)

[3.2. L’analyse fonctionnelle du besoin 5](#_Toc254957765)

[3.3. Analyse SADT A-0 6](#_Toc254957766)

[3.4. Analyse fonctionnelle technique 6](#_Toc254957767)

[4. Modélisation de la chaîne fonctionnelle « Manœuvrer le safran » 7](#_Toc254957768)

[5. L’instrumentation de la maquette didactisée : les capteurs 8](#_Toc254957769)

[5.1. Les grandeurs mesurables 8](#_Toc254957770)

[5.2. Le logiciel d’acquisition 9](#_Toc254957771)

[5.3. Le capteur de vitesse de rotation de l’arbre moteur 11](#_Toc254957772)

[5.4. Le capteur de pression en sortie de pompe 12](#_Toc254957773)

[5.5. Le potentiomètre linéaire 13](#_Toc254957774)

[6. La chaîne d’énergie – La fonction CONVERTIR 15](#_Toc254957775)

[6.1. Schéma hydraulique du groupe hydraulique (Moteur + pompe + vérin + by-pass) : 15](#_Toc254957776)

[6.2. Le moteur à courant continu 15](#_Toc254957777)

[6.3. La pompe hydraulique 16](#_Toc254957778)

[6.4. Le vérin 20](#_Toc254957779)

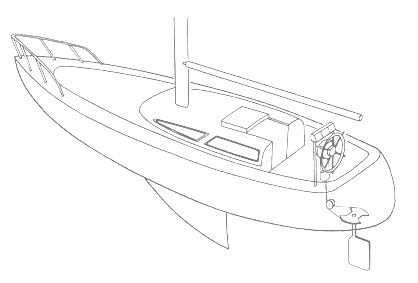
1. Mise en situation

Pour suivre un cap de consigne en pilotage manuel, ce barreur doit constamment lire le cap suivi, indiqué par le compas, et corriger l’orientation du safran en fonction de l’écart constaté.

*Cap consigne*



Cap suivi



Orientation du safran

Action sur la barre

**Barreur**

Sur un voilier, le système "pilote automatique" est installé en complément du dispositif de pilotage manuel ; il permet de réaliser automatiquement le suivi d'un cap préalablement fixé.

*Remarque :* s’il est seul expérimenté pour manœuvrer, il doit également intervenir de temps à autre sur le réglage des voiles. Cette dernière opération, à la fois complexe et intuitive ne peut être automatisée facilement.

1. Pour quel voilier ?

Le groupe hydraulique V2H40 de pilote automatique de bateau peut être monté indifféremment sur des bateaux de taille comprise entre 6 m et 15 m. Néanmoins, la configuration du pilote (en particulier l’inclinaison du plateau came de la pompe réglant la cylindrée) doit être adaptée au comportement du voilier (efforts mis en jeu, temps de réponse, type de réactions de la coque, …).

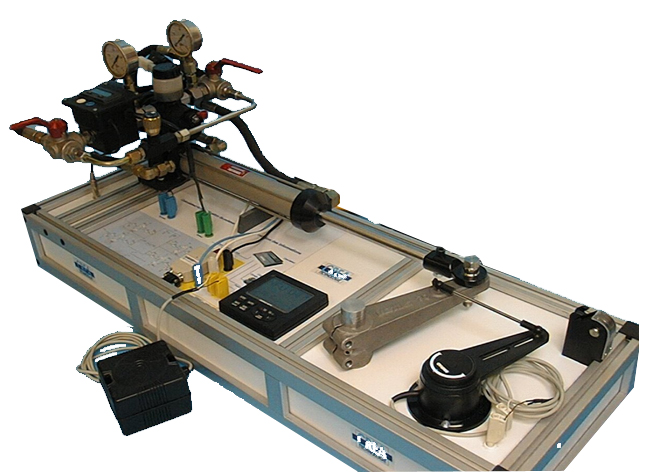
|  |  |
| --- | --- |
| reglage_debit_2.jpg | reglage_debit_1.jpg |

Ce réglage influe sur le « débit à vide » du bateau.

1. La maquette didactisée
   1. Présentation de la maquette

*Pression en amont et aval de la pompe*

Pompe hydraulique



*Affichage du débit de la pompe*

Capteur de position angulaire

Bras de mèche (lié au safran)

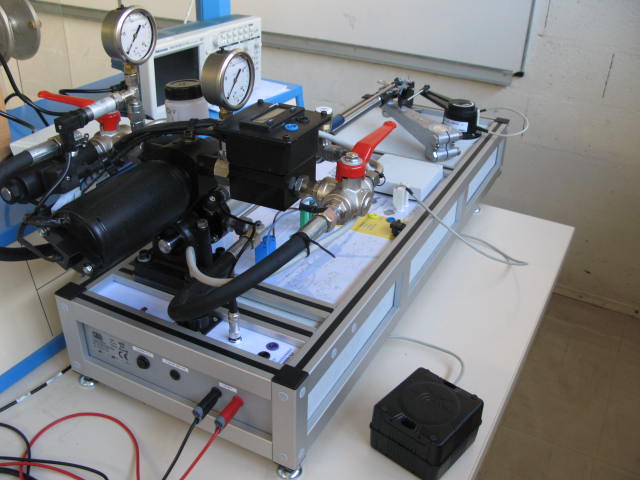
Compas

Vérin

Console de communication (SIMRAD AP16)

* 1. Prise en main de la maquette

**(a) Alimenter la maquette**



Pour cela :

* vérifier le raccordement de la maquette à une alimentation 12V (sur la façade gauche),
* allumer cette alimentation.



**(b) Allumer la console de communication**

Pour cela :

* appuyer sur la touche STBY/PWR.

**(c) Choisir où va débiter la pompe**

Suivant la position des vannes, la pompe peut soit débiter dans le vérin ou en circuit fermé (pour des mesures sur la pompe seule (débit à vide, rendement pompe seule …).

|  |  |
| --- | --- |
| pompe_circuit_ferme.jpg  Chemin suivi par le fluide en sortie de pompe (ou chemin inverse suivant que l’on commande la rentrée ou la sortie de la tige du vérin) | pompe_debite_verin.jpg  Chemin suivi par le fluide en sortie de pompe (ou chemin inverse suivant que l’on commande la rentrée ou la sortie de la tige du vérin)  ***Vers vérin***  *Restricteur de débit* |
| *Vannes en position « alimentation du vérin »* | *Vannes en position « circuit fermé »* |

**(d) Choisir le mode de fonctionnement du pilote automatique**

|  |  |
| --- | --- |
| AP16_FRONT.JPG | |
| Mode manuel  *(appuyer sur ce bouton si précédemment le mode automatique était actif)*  Pour rentrer la tige du vérin *(si la pompe débite dans le vérin)* ou faire circuler le fluide dans un sens *(si la pompe fonctionne en circuit fermé)* appuyer sur la flèche rouge gauche.  AP16_FRONT.JPG  Pour sortir la tige du vérin *(si la pompe débite dans le vérin)* ou faire circuler le fluide dans l’autre sens *(si la pompe fonctionne en circuit fermé)* appuyer sur la flèche bleue droite. | Mode automatique  *(c’est le mode réel de fonctionnement du pilote automatique)*  Changer l’orientation du compas pour simuler un ordre « consigne de cap ». Le pilote automatique va alors adapter l’orientation du compas pour correspondre à la consigne.  alim.jpg |

1. Modélisation de la chaîne fonctionnelle « Manœuvrer le safran »

Cap consigne (affiché sur l’écran)

Chaîne d’information

COMMUNIQUER

TRAITER

ACQUERIR

*Console de communication*

*+ carte de commande*

*Console de communication*

*+° compas*

*+ capteur angulaire RF300*

*carte de commande*

**Safran non orienté**

Ordres

Cap consigne (fixé par le marin)

Cap suivi (mesuré par le compas)

Maintenir le bateau dans le cap consigne

DISTRIBUER

CONVERTIR

TRANSMETTRE

ALIMENTER

*Bras de mèche*

*Moteur à courant continu*

*Pompe hydraulique*

*By-pass + Vérin*

*=*

*/*

*Hâcheur*

Chaîne d’énergie

Energie électrique

**Safran orienté suivant le cap consigne**

1. L’instrumentation de la maquette didactisée : les capteurs
   1. Les grandeurs mesurables

Il est possible de mesurer la tension (U) et le courant (I) d’alimentation du moteur, le couple (Cm) et la vitesse de rotation m de l’arbre moteur, la pression (p) et le débit de la pompe (Q), la vitesse de translation de la tige du vérin (V) suivant les procédures ci-dessous.

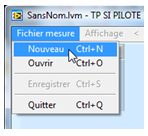
|  |  |
| --- | --- |
| **Mesure** | **Méthodologie** |
| ***Tension (U) d’alimentation du moteur*** | Brancher un multimètre (position voltmètre continu) entre les bornes du moteur (sur la façade de la maquette).  mulimetre_tension_moteur_1.JPG mulimetre_tension_moteur_2.JPG |
| ***Intensité (I) du courant moteur*** | Une résistance de 0,01 Ω a été placée entre la borne – du moteur et la masse. La mesure de la tension aux bornes de cette résistance permet donc de connaître l’intensité ayant parcouru le moteur.  mulimetre_intensite_moteur_1.JPG mulimetre_intensite_moteur_2.JPG |
| ***Couple (Cm) en sortie du moteur*** | Par calcul  La relation entre Cm et i pour un MCC est : Cm=K.i  La valeur de k tient compte des pertes par effet Joule. |
| ***Vitesse de rotation de l’arbre moteur m*** | Lire la valeur avec le logiciel. |
| ***Pression débitée par la pompe p*** | mulimetre_pression_2.JPG mulimetre_pression_1.JPG  Mesure à l’aide d’un multimètre (position voltmètre continu). La tension mesurée est telle que :  1 V ↔ 4 bars |
| ***Débit de fluide en sortie de pompe Q*** | Par lecture  debit_metre-cadran.JPG |
| ***Vitesse de translation de la tige V*** | Lire la valeur avec le logiciel. |
| ***Effort fourni par le vérin F*** | L’effort est dû aux masses |

Les capteurs sont décrits dans les paragraphes suivants.

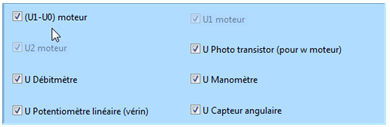
* 1. Le logiciel d’acquisition

Pour réaliser une acquisition à l’aide du logiciel, vous devez :

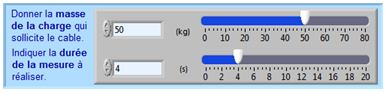
* accrocher les masses au câble en bout de tige de vérin,
* positionner les vannes de sorte à ce que la pompe débite dans le vérin (voir §2-2 du dossier ressources « Prise en main de la maquette »),
* lancer le logiciel d’acquisition de mesures : *Démarrer / Tous les programmes / TP\_SI\_PH.exe*
* sélectionner Fichier de mesure / Nouveau



* laisser l’ensemble des voies de mesure activé,



* régler le curseur de masse de charge à la valeur de la masse au bout du câble) et la durée de la mesure à 4 s,



* régler le pilote en mode manuel (s’il n’y ait plus),
* commander la rentrée de tige puis lancer l’acquisition des mesures tout en maintenant la commande manuelle (lorsque l’acquisition est terminée, relâcher la commande manuelle – ATTENTION, les masses retombent),
* sélectionner le menu *Affichage / ??????* : les mesures ont été traitées par le logiciel.
  1. Le capteur de vitesse de rotation de l’arbre moteur

|  |  |
| --- | --- |
| P22-06-09_11.48.JPG | capteur vitesse.jpg |
| La mesure grâce au logiciel d’acquisition. |

* 1. Le capteur de pression en sortie de pompe



* 1. Le potentiomètre linéaire





1. La chaîne d’énergie – La fonction CONVERTIR
   1. Schéma hydraulique du groupe hydraulique (Moteur + pompe + vérin + by-pass) :

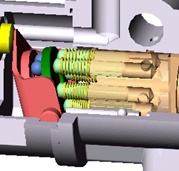
**M**

* 1. Le moteur à courant continu
  2. La pompe hydraulique

La pompe hydraulique est une pompe à barillet, à 6 pistons (on appelle également ce type de pompe « pompe à pistons axiaux »). Les deux caractéristiques principales sont :

* débit réglable (0,2 à 2 l/mn)
* pression 25 bars (nominal)

La pompe est la solution technique associée à la fonction technique FT2-3-2.



⇒

**FT2-3-2 :** Convertir l’énergie mécanique en énergie hydraulique

Pompe V2H40

**FT2-3-2-2-1 :** Collecter l’admission

**FT2-3-2-2-2 :** Collecter le refoulement

**FT2-3-2-2-3 :** Assurer l’anti-retour

**FT2-3-2-2 :** Aiguiller le fluide

**FT2-3-2-3 :** Protéger des surpressions

**FT2-3-2 :** Convertir l’énergie mécanique en énergie hydraulique

**FT2-3-2-1-1 :** Guider le barillet / corps

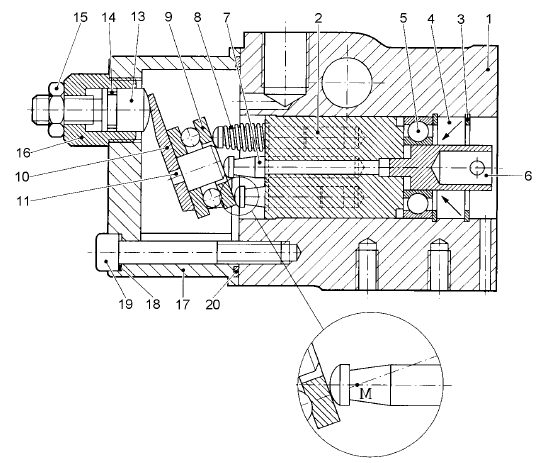
**FT2-3-2-1-2 :** Guider chaque piston / barillet

**FT2-3-2-1-3 :** Assurer le contact tête de piston / plan incliné

**FT2-3-2-1-4 :** Entraîner le barillet en rotation

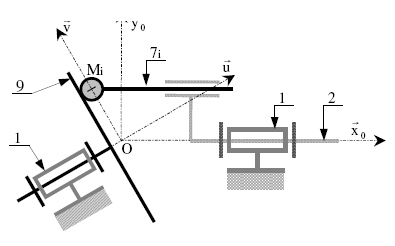
**FT2-3-2-1 :** Générer un déplacement piston/cylindre

La pompe à pistons axiaux (figure ci-dessous) est principalement constituée d’un corps 1, d’un barillet 2 et de six pistons 7i (i ∈ [1, 6]) dont les axes sont répartis sur un cylindre de révolution d’axe (O, x0 ) et de rayon r.

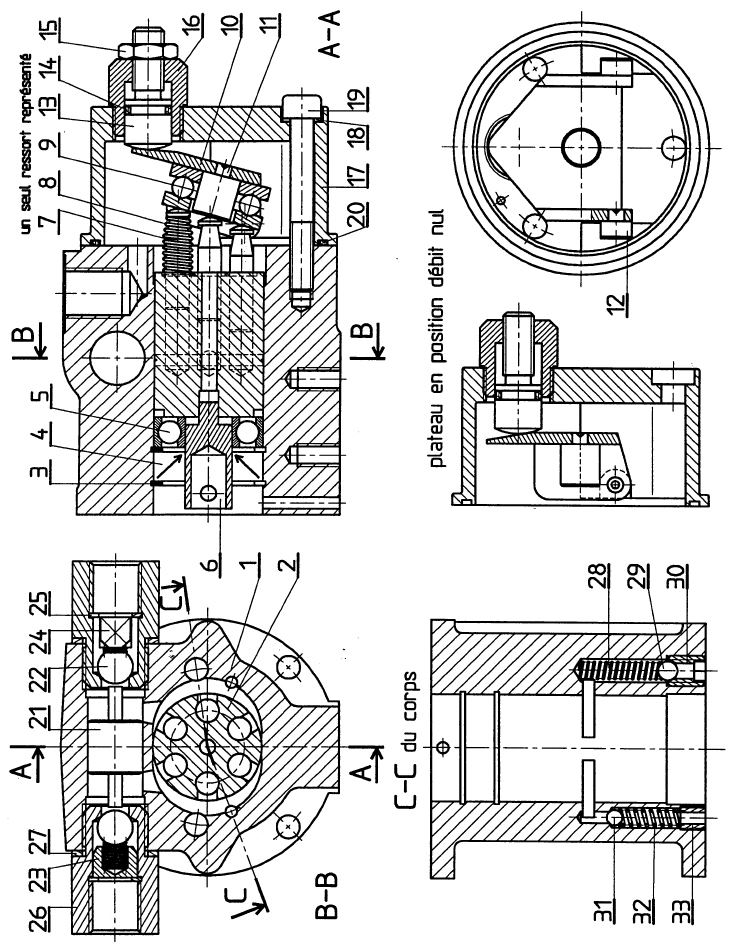


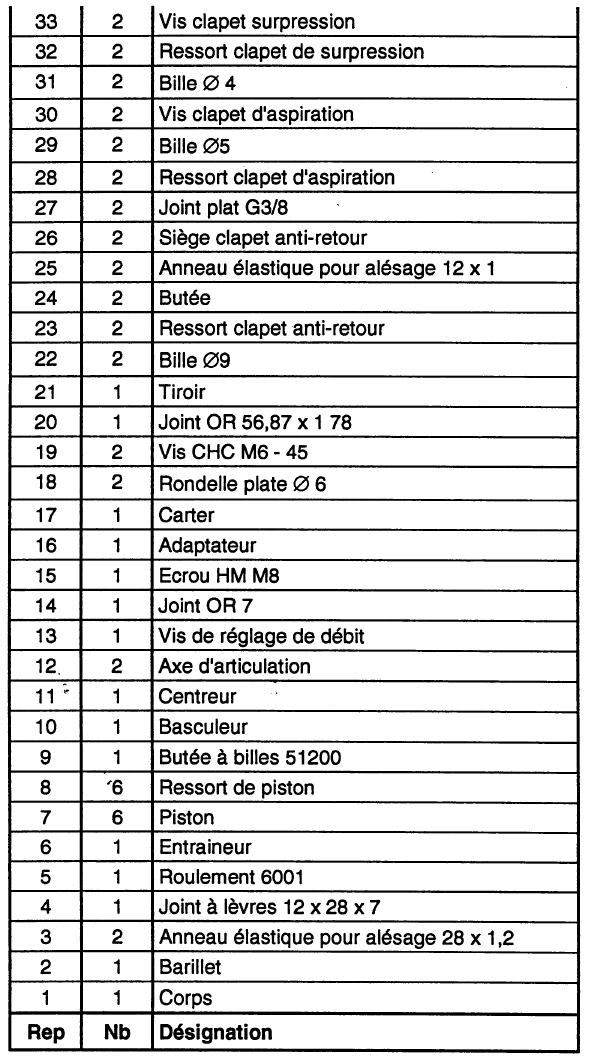
La liaison entre chaque piston 7i et le barillet 2 est un pivot glissant d’axe (Mi, x0). Chaque piston a une liaison sphère/plan (ponctuelle) d’axe (Mi, u) avec une butée à billes 9 qui a une liaison pivot d’axe (O, u) avec le corps 1.

La rotation du moteur lié au barillet entraîne le déplacement des pistons et l’aspiration ou le refoulement du fluide hydraulique. La distribution du fluide n’est pas étudiée.



*Dessin d’ensemble de la pompe hydraulique*





* 1. Le vérin

C’est un vérin double tige (même effort développé en poussant et en tirant, à pression d'alimentation identique).

On donne:

* De = 40 mm (diamètre extérieur du piston),
* Di = 20 mm (diamètre de tige),
* course c = 250 mm.

