

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

Université Mohamed Boudiaf - M'sila

Faculté de Technologie

Département de génie Electrique

1^{re} Année : Master/Electromécanique

Durée : 1.5 H

Module: Machines hydrauliques et pneumatiques

Année Universitaire 2023/ 2024

TRAVAUX PRATIQUES

TP N° 02

**COUPLAGE DES POMPES HYDRAULIQUES
SERIE / PARALLELE**

OBJECTIF DE TP

- Fonctionnement et utilisation des machines hydrauliques.
- Etude de l'influence des types de couplage sur le fonctionnement d'une pompe.
- Etude et câblage des circuits de commandes et des puissances du système hydraulique
- Définir les méthodes de réglages des débits.

I. Introduction :

Dans les industries, Le domaine d'utilisation des machines centrifuges est extrêmement vaste et couvre les extrêmes suivants :

- Débits : de 0,001 à 60 m³/s
- Hauteurs de 1 à 5 000 m
- Vitesses de rotation 200 à 30 000 tr/min

En effet, Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur. C'est le type de pompe industrielle le plus commun. Par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement, donc une certaine puissance hydraulique. Cette énergie hydraulique peut être vue comme la somme d'une énergie cinétique déterminée par le mouvement liquide dans le tube et d'une énergie potentielle stockée soit sous la forme d'un accroissement de pression soit sous celle d'une augmentation de hauteur.

II. Partie Théorique :

Un circuit hydraulique se compose de deux catégories de systèmes ; pompes et conduites : dans cette manipulation on va travailler avec les pompes centrifuges et les conduites.

1-Caractéristique des pompes centrifuges :

Une pompe centrifuge est une machine tournante destinée à communiquer au liquide pompé une énergie suffisante pour provoquer son déplacement dans un réseau hydraulique comportant en général une hauteur géométrique d'élévation de niveau (Z), une augmentation de pression (p) et toujours des pertes de charges. Une pompe centrifuge est constituée principalement par une roue à ailettes ou aubes (rotor) qui tourne à l'intérieur d'un carter étanche appelé corps de pompe. Pour améliorer le rendement de la pompe, on peut intercaler entre le rotor et la volute une roue fixe appelée diffuseur qui est munie d'aubes de courbure convenable. Le calcul des pompes centrifuges s'effectue par l'analyse dimensionnelle et par le théorème d'Euler.

a. Débit :

Le débit q_v fourni par une pompe centrifuge est le volume refoulé pendant l'unité de temps. Il s'exprime en mètres cubes par seconde (m³ /s) ou plus pratiquement en mètres cubes par heure (m³ /h).

b. Hauteur manométrique :

On appelle Hauteur manométrique H d'une pompe, l'énergie fournie par la pompe à l'unité de poids du liquide qui la traverse. Si HTA est la charge totale du fluide à l'orifice d'aspiration et HTR la charge totale du fluide à l'orifice de refoulement, la hauteur manométrique de la pompe est : $H = HTA - HTR$ La hauteur varie avec le débit et est représentée par la courbe caractéristique $H = f(q_v)$ de la pompe considérée.

c. Rendement :

Le rendement η d'une pompe est le rapport de la puissance utile P (puissance hydraulique) communiquée au liquide pompé à la puissance absorbée P_a par la pompe (en bout d'arbre) ou par le groupe (aux bornes du moteur). Si q_v est le débit volume du fluide, ρ sa masse volumique et H la hauteur manométrique de la pompe, la puissance P et le rendement η sont donnés par :

$$P_{\text{hydraulique}} = q_v \cdot \rho \cdot g \cdot H ; \quad \eta_{\text{pompe}} = \frac{q_v \cdot \rho \cdot g \cdot H}{P_{abs}}$$

Le rendement de la pompe varie avec le débit et passe par un maximum pour le débit nominal autour duquel la pompe doit être utilisée.

2-Les conduites :

Les pertes charge régulière dans une conduite (longueur L, diamètre D), parcourue par le fluide (masse volumique ρ , viscosité μ à la vitesse débitante V s'écrivent :

$$\Delta P = \lambda \cdot (L/D) \cdot (\rho V^2 / 2) \text{ donc } H = (8\lambda L / \pi D^5 g) \cdot Q^2$$

a. Conduite de refoulement :

Si la pompe refoule un fluide d'une cote z_1 à une cote z_2 , la charge nécessaire pour monter le fluide entre ces deux côtes et vaincre les pertes de charge s'écrit :

$$H_r = Z_2 - Z_1 + (8\lambda L_r / \pi D^5 g) \cdot Q^2$$

b. Conduite d'aspiration :

Les pertes de charge on pour expression en fonction de la hauteur manométrique comme ci-dessous : $H_a = (8\lambda L_a / \pi D_a^5 g) \cdot Q^2$

Etudes des pompes

a-Type de pompes :

• **les pompes centrifuges** : ou le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge. ; il existe deux types de pompes centrifuge :

-Monocellulaires : équipées d'une seule roue.

-Multicellulaires : plusieurs roues sont montées sur l'arbre d'entraînement et raccordées de sorte que le collecteur de la première cellule conduit le liquide dans l'ouïe (l'axe) de la cellule suivante.

• **les pompes volumétriques** : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide ; on y distingue encore deux types

- les pompes volumétriques rotatives : Ces pompes sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée un mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.

- les pompes volumétriques alternatives: la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif.

b-Avantages et inconvénients

	Pompe centrifuge	Pompes volumétriques
avantages	- construction simple et demande peu d'entretien. -Prix modérés et coût de maintenance faible. -Matériaux de construction très variés (fluide corrosif possible) -Pompes compactes et peu encombrantes. -Bons rendements. -Le débit est continu. En cas de dysfonctionnement du circuit de refoulement (colmatage), la pompe ne subit aucun dommage	- Le rendement élevé est voisin de 90 % - permet d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges - marche réversible de la pompe. -Construction robuste -Pompage possible de liquide très visqueux -Amorçage automatique en fonctionnement normal -Obtention de faibles débits facile à mesurer sous pression élevée (pompes doseuses alimentaires)
inconvénients	-hauteur manométrique faible -Le rendement est de l'ordre de 60 à 70 % - Elle n'est pas auto-amorçante. - ne fonctionne avec des fluides trop visqueux. - nécessite des dispositifs	- usure du corps par frottement des palettes - difficile pompage des produits visqueux - débit faible . -Appareils plus lourds et plus encombrants -Impossibilité en général de

	d'équilibrage.	pomper des liquides chargés -Prix d'achat plus élevé -Frais d'entretien plus élevés
Domaine d'utilisation -	- L'agriculture : les stations de pompage, le matériel de traitement, -L'industrie pétrolière : les stations de raffinage, les stations d'alimentation en GPL, ... - La production et l'alimentation en eau potable : les stations de dessalement, les châteaux d'eau. - La production de l'énergie électrique : les installations de refroidissement des centrales thermiques.	-Pompage de produits visqueux -Les dosages précis(le domaine pharmaceutique) -Pompage des liquides susceptibles (lait,vin,biere, liquide volatiles, etc...)

Donc on va réaliser trois expériences :

- une seule pompe en fonctionnement
- Couplage en série de pompes
- Deux pompes couplées en parallèle

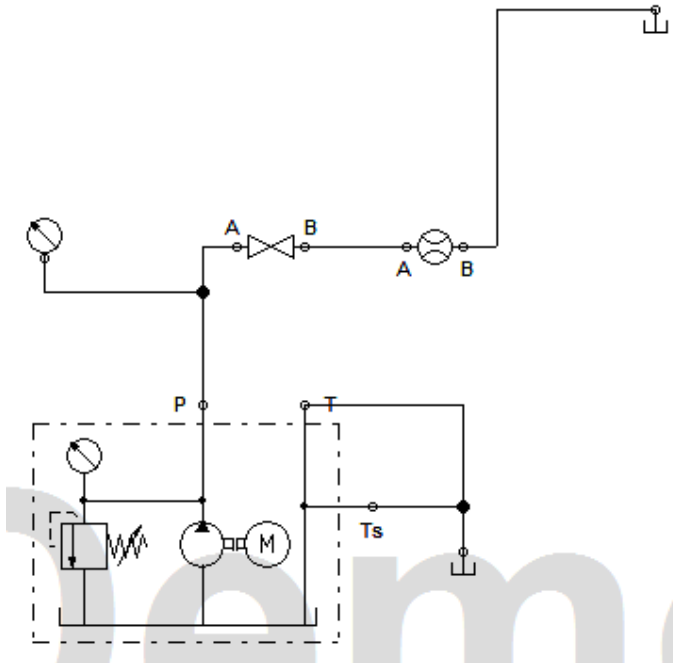
III. MANUPILATION I :

III.1. Enregistrement de la caractéristique de la pompe

L'acquisition de la caractéristique de la pompe s'effectue en enregistrant les valeurs de mesure de pression et de débit volumique, à régime constant, tout en réduisant le débit d'huile avec la vanne de refoulement.

III.2. Préparation

Effectuer le montage correspondant au schéma ci-dessous.



III.4. Valeurs de mesure et exploitation des résultats

Afin de pouvoir représenter la caractéristique de la pompe, les valeurs de pression côté refoulement et le débit volumique sont entrées dans un diagramme :

- Positionner les vannes puis mettre en marche la pompe.
- la vitesse de la pompe ne sera pas modifiée pendant la manipulation.
- Relever sur les manomètres les pressions amont (p_1) et aval (p_2) ainsi que le débit Q_v .
- Relever différentes mesures en augmentant à chaque fois la pression on agissant sur l'ouverture de la vanne de refoulement.

Mesures et calculs :

a- Remplir le tableau ci-dessus

Tableau : Circuit pompe seule

Vanne de maintien	$Q \text{ (m}^3/\text{s)}$	P_{ASP}	P_{REF}	ΔP	HMT (m)	$P_{hyd} \text{ (wa)}$
30 %						
40 %						
50 %						
.....						
.....						
.....						
.....						
.....						
.....						

b- caractéristiques de la pompe utilisée

$$* HMT = \frac{P_r - P_a}{\rho g} = 9.8 \cdot 10^{-4} (P_r - P_a) (m)$$

$$* P_h = \rho g Q H_{th} \text{ ou bien}$$

$$H_{th} = \frac{P_r}{\rho g} + \frac{v_r^2}{2g} + z_r - \left(\frac{P_a}{\rho g} + \frac{v_a^2}{2g} + z_a \right) = HMT + \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{s_r^2} - \frac{1}{s_a^2} \right) + (z_r - z_a)$$

b- Sur le même papier millimétré tracer : $p = f(Q_V)$ $H_{mt} = f(Q_V)$

c- Conclure

Couplage en série de pompes

Effectuer le montage correspondant au schéma ci-dessous

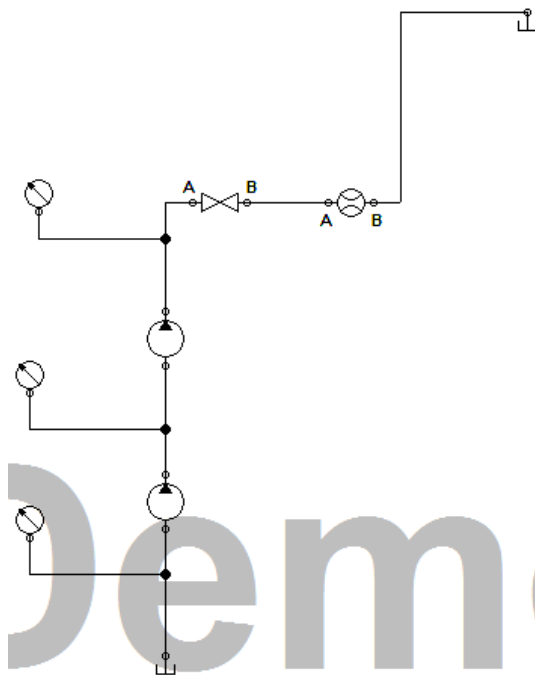


Tableau : Couplage en série de pompes

Vanne de refoulement	Q (m ³ /s)	P _{ASP1}	P _{REF1}	P _{ASP2}	P _{REF2}	HMT (m)	P _{hyd} (wa)
30 %							
40 %							
50 %							
.....							
.....							
.....							
.....							
.....							
....							

b- Sur le même papier millimétré tracer : $p = f(Q_v)$ $H_{mt} = f(Q_v)$

c- Conclure

Couplage en parallèle de pompes

Effectuer le montage correspondant au schéma ci-dessous

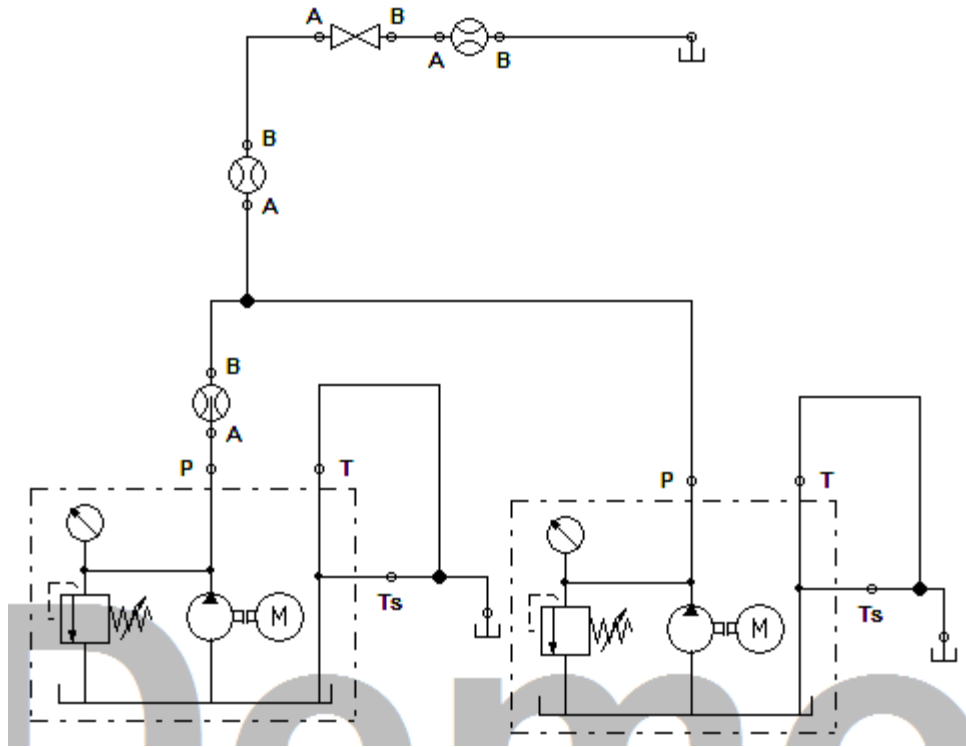


Tableau : Couplage en parallèle de pompes

Vanne de refoulement	Q (m ³ /s)	P _{ASP1}	P _{REF1}	P _{ASP2}	P _{REF2}	HMT (m)	P _{hyd} (wa)
30 %							
40 %							
50 %							
.....							
.....							
.....							
.....							
.....							
....							

b- Sur le même papier millimétré tracer : $p = f(Q_v)$ $H_{mt} = f(Q_v)$

c- Conclure