Mise en situation

L'étude portera sur une installation hydraulique industrielle, alimentant 2 sous-ensembles

un mécanisme de levage;

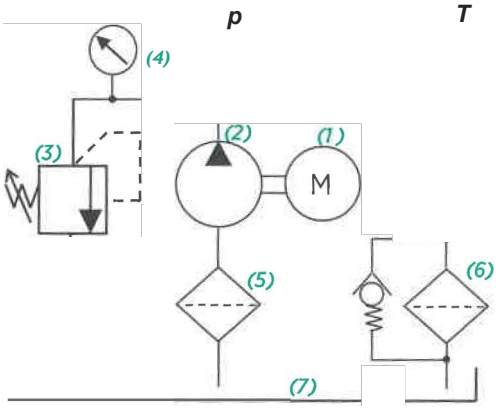
une presse à emboutir.

1 Étude du groupe hydraulique



La documentation technique du groupe hydraulique alimentant cette installation nous donne les informations suivantes :

Pompe à pistons à débit variable
Débit max. : 12 L/min
Moteur : 4 kW ; 1500 tr/min
Limiteur de pression intégré 150 bar
Type de sorties : coupleurs rapides



1. **Donner le nom et lafonction du composant repéré** (1).
2. **Quelle est *sa* puissance utile** ?
3. **Donner le nom et lafonction du composant repéré (2).**

Le composant repère (1) est un moteur électrique

Sa puissance utile est de 4 kW

Le composant repère (2) est une pompe hydraulique

Le **débit** d'une pompe dépend de sa **vitesse** de rotation, mais aussi de sa taille, appelée **cylindrée.**

La cylindrée est le **volume théorique** (sans tenir compte des fuites internes) que la pompe est capable de refouler à chaque tour. Elle est donnée en cm^3/tr.

On obtient donc la formule suivante $Q = \frac{VxN}{1000}$

débit Q en L/min
cylindrée V en cm^3/tr
vitesse de rotation ***N*** en tr/min.

4. **Calculer la cylindrée de cette pompe.**
5. **Donner le nom et la fonction du composant repéré (3).**
6. **Quel composant du montage permettra de contrôler son efficacité** ?

Calcul de la cylindrée de la pompe :

$$V = \frac{Q \times 1000}{N} = \frac{12 \times 1000}{1500} = 8\ cm^3/tr$$

Le composant repère (3) est un limiteur de pression qui permet de régler la pression à 150 bars

C'est le manomètre (4) qui permet de contrôler son efficacité

La puissance hydraulique est la puissance transmise au fluide par la pompe:

$$Ph = \frac{pxQ}{600}$$

puissance hydraulique P_h en kW
pression p en bar
débit Q en L/min.

Calculer la puissance hydraulique maximale transmise par la pompe dans ce groupe.

La puissance utile est donnée par la formule : $P_h = \frac{p \times Q}{600}$

$$P_h = \frac{150 \times 12}{600} = 3 \text{ kW}$$

2 Calculs sur l'installation

En fonction du résultat obtenu précédemment concernant la cylindrée de la pompe de ce groupe hydraulique et du tableau ci-dessous :

		Débit réel											
Cylindrée	Pression	10	2	50	7	100	125	150	175	200	210	250	bars
7 cm3/tr	L/min	9,7	9,63	9,6	9,56	9,5	9,43	9,3	9,26	9,2	9,1	9	
8 cm3/tr	L/min	11,1	11	10,96	10,9	10,86	10,83	10,8	10,7	10,63		10,53	
9 cm3/tr	L/min	12,4	12,36	12,33	12,17	12,13	12,1	12,06	12	ll,9		11,66	

Déterminer le rendement volumétrique ηv de la pompe à l00 bars, sachant que ηv = débit réel / débit théorique

$$\eta v = \frac{\textit{débit réel}}{\textit{débit théorique}} = \frac{10{,}86}{12}\, x100 = 90{,}5\%$$

Quel est le débit réel de cette pompe à 50 bars? à 150 bars?

D'après le tableau :

- À 50 bars : 10,96 L/min
- À 150 bars : 10,8 L/min

- ***Calculer la perte que cela représente. Quelle en est la cause?***

Perte de débit

- À 50 bars : 12 – 10,96 = 1,04 L/min
- À 150 bars : 12 – 10,8 = 1,2 L/min
- La cause est due aux fuites et à la perte de charge

Le débit d'un fluide circulant dans une canalisation est fonction de la section de celle-ci ainsi que de la vitesse d'écoulement. Il est caractérisé par la relation

$$Q = 6 \times v \times S$$

débit Q en L/min
vitesse v en m/s
section S en cm²

Pour un débit réel de 10,8 L/min à 150 bars, calculer la vitesse de circulation de l'huile si elle ne rencontre pas d'obstacle dans le circuit, pour une canalisation de 2 cm² de section intérieure.

La formule est :

$$Q = 6 \times v \times S$$

Avec :

- $Q = 10,8$ L/min
- $S = 2$ cm²

$$v = \frac{Q}{6.S} = \frac{10{,}8}{6.2} = 0{,}9\ m/s$$

Le ***nombre de Reynolds*** permet de connaître le type d'écoulement dans l'installation. Il est caractérisé par la vitesse du fluide, le diamètre intérieur de la canalisation et la viscosité du fluide :

Si R < 2320 l'écoulement est dit laminaire.
Si R > 3000 l'écoulement est dit turbulent.
Si 2320 < R < 3000 le type d'écoulement est incertain.

$$R = \frac{vxd}{v}$$

R: nombre de Reynolds sans unité conventionnelle
v: vitesse du fluide en mm/s
d: diamètre intérieur de la tuyauterie en mm
v: viscosité cinématique du fluide en est ou mm^2/s

Calculer le diamètre intérieur de la canalisation.

On doit d'abord trouver d :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\times 2}{3{,}14}} = 1{,}6 \text{ cm} = 16 \text{ mm}$$

Calculer le nombre de Reynolds pour cette application, si l'huile a une viscosité de 32 cSt.

La formule est :

$$R = \frac{v\times d}{\nu}$$

Avec :

- $v =$ 0,9 m/s = 900 mm/s
- $\nu = 32$ mm^2/s

$$R = \frac{900\times 16}{32} = 450$$

De quel type est l'écoulement dans ce cas de figure?

Type d'écoulement : Laminaire ($R < 2320$******)**

3 Dimensionnement de vérin



La presse est équipée d'un vérin comme actionneur principal. Il doit effectuer une contrainte correspondant à 1 tonne sur les pièces à emboutir.

À quelle force (poids) équivaut une telle action de 1 t d'après la relation P = m x g (où P poids en N, m en kg et g = 10 N/kg)? Donner le résultat en déca-newton (daN).

Pour une pression de 120 bar, calculer la surface que doit avoir le piston de ce vérin pour développer une telle force? (rappel : p = F / S)

Calculer le diamètre du vérin adapté à cette application.

Force exercée par le vérin :

$$P = m \times g$$

Avec :

- $m = 1000$ kg
- $g = 10$ N/kg

$$P = 1000 \times 10 = 10000 \text{ N} = 1000 \text{ daN}$$

Surface du piston :

$$S = \frac{F}{p}$$

Avec :

- $F = 1000$ daN
- $p = 120$ bar

$$S = \frac{1000}{120} = 8{,}3 \text{cm}^2$$

Diamètre du vérin :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 8{,}3}{3{,}14}} = 3{,}25 \text{ cm}$$

Réponse : un vérin de 3,25 cm de diamètre