

Mise en situation

L'étude portera sur une installation hydraulique industrielle, alimentant
2 sous-ensembles
un mécanisme de levage;
une presse à emboutir.

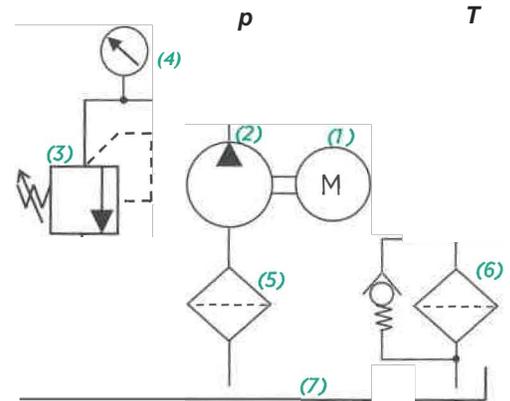
1 Étude du groupe hydraulique



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 la fonction du composant repéré (1).
- 2 Quelle est sa puissance utile ?
- 3 Donner le nom et la fonction 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 cm³/tr.

On obtient donc la formule suivante

$$Q = \frac{V \times N}{1000}$$

débit Q en L/min
cylindrée V en cm³/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 :

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

Le composant repère (3) est un limiteur de débit qui permet de régler la pression à 150 bar
C'est le manomètre (4) qui permet de contrôler son efficacité

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

$$P_h = \frac{p \times Q}{600}$$

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'1^{ère} installation

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

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

Déterminer le rendement volumétrique η_v de la pompe à 100 bars, sachant que $\eta_v = \frac{\text{débit réel}}{\text{débit théorique}}$

$$\eta_v = \frac{\text{débit réel}}{\text{débit théorique}} = \frac{10,86}{12} \times 100 = 90,5\%$$

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

D'après le tableau :

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

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

Perte de débit

- À 50 bar : $12 - 10,96 = 1,04$ L/min
- À 150 bar : $12 - 10,8 = 1,2$ 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 = 180 cm³/s
- $S = 2$ cm²

$$v = \frac{Q}{6 \times S} = \frac{180}{6 \times 2} = 15 \text{ cm/s} = 0,15 \text{ m/s}$$

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.

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

R: nombre de Reynolds sans unité conventionnelle
v: vitesse du fluide en mm/s
d: diamètre intérieur de la tuyauterie en mm
 ν : viscosité cinématique du fluide en est ou mm²/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 :

- $v = 1500 \text{ mm/s}$
- $\nu = 32 \text{ mm}^2/\text{s}$

$$R = \frac{1500 \times 16}{32} = 750$$

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 $P = m \times g$ (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 :

- $F = 10000$ N
- $p = 120$ bar

$$S = \frac{10000}{120} = 83,3 \text{ cm}^2$$

Diamètre du vérin :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 83,3}{3,14}} = 10,3 \text{ cm}$$

Réponse : un vérin de 10,3 cm de diamètre