



VAN ĐIỀU CHỈNH ÁP SUẤT

Các loại van điều chỉnh áp suất

1. Van giới hạn áp suất

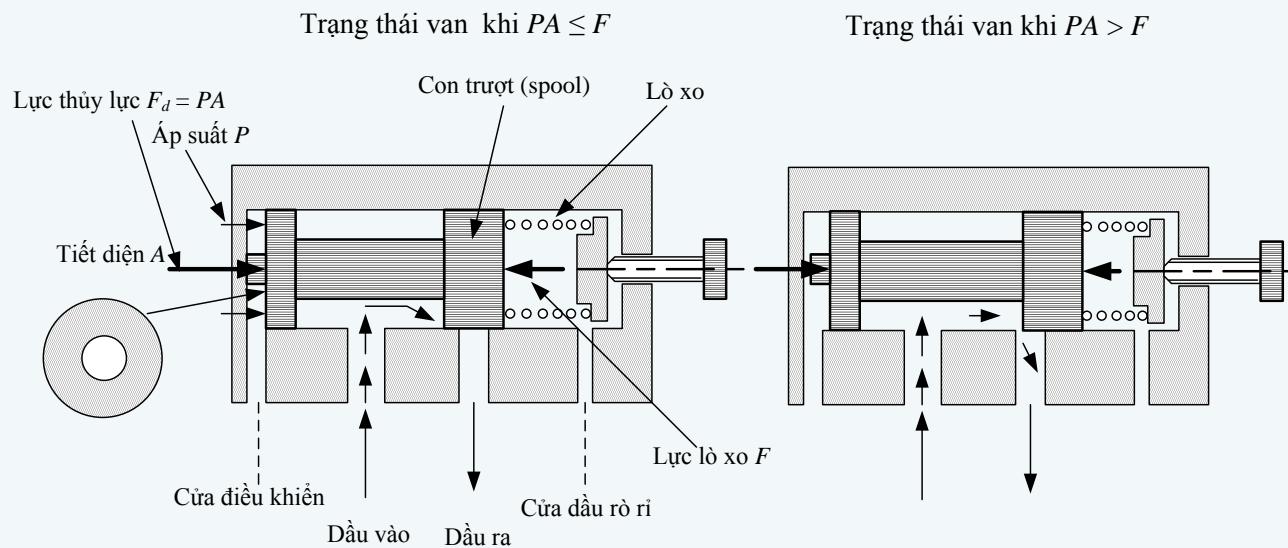
2. Van xả tải

3. Van tuần tự

4. Van giảm áp

Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý làm việc chung của các van điều chỉnh áp suất là dùng lực lò xo để cân bằng với lực thủy lực. Hình 3.1 biểu diễn nguyên lý làm việc của van điều chỉnh áp suất.

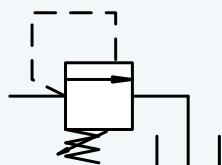


Hình 3.1 Van điều chỉnh áp suất

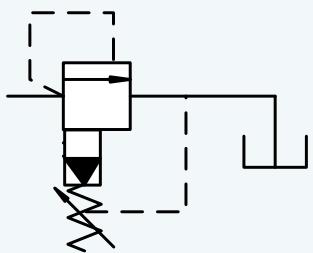
Khi lực thủy lực tại cửa điều khiển nhỏ hơn lực lò xo, con trượt được giữ ở vị trí mà nó ngăn không cho dầu đi qua van. Khi áp suất tăng lên dẫn đến lực thủy lực này cũng tăng lên, và nếu nó lớn hơn lực lò xo thì con trượt bị đẩy qua bên phải làm cho dầu đi được qua van.

Van giới hạn áp suất (relief valve)

Chức năng của van giới hạn áp suất là cài đặt áp suất làm việc lớn nhất cho hệ thống thủy lực.



(a)



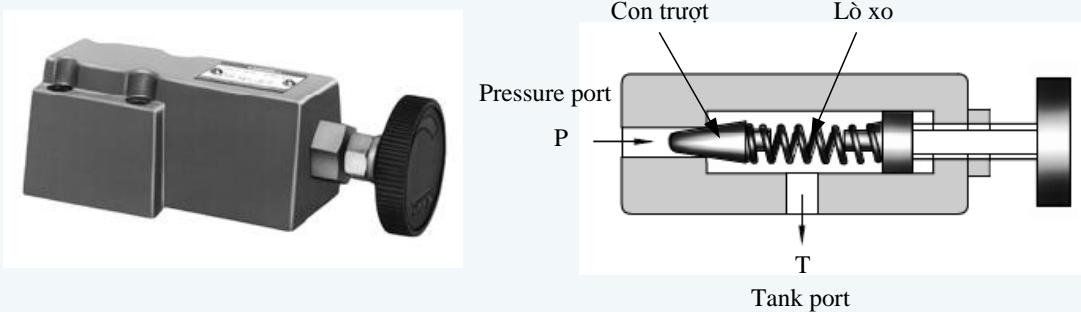
(b)

Hình 3.2 Ký hiệu van giới hạn áp suất. (a) Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp, (b) van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Van giới hạn áp suất là loại van thường đóng và van chỉ mở cho dầu qua van để về bể chứa dầu khi áp suất tác động lên van lớn hơn giá trị được cài đặt bởi lò xo của van.

Ký hiệu (a) chỉ cho van giới hạn áp suất tác động trực tiếp, nếu không có mũi tên xiên ở lò xo thì đó là van không điều chỉnh được. Ký hiệu (b) chỉ cho van giới hạn áp suất gián tiếp.

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp



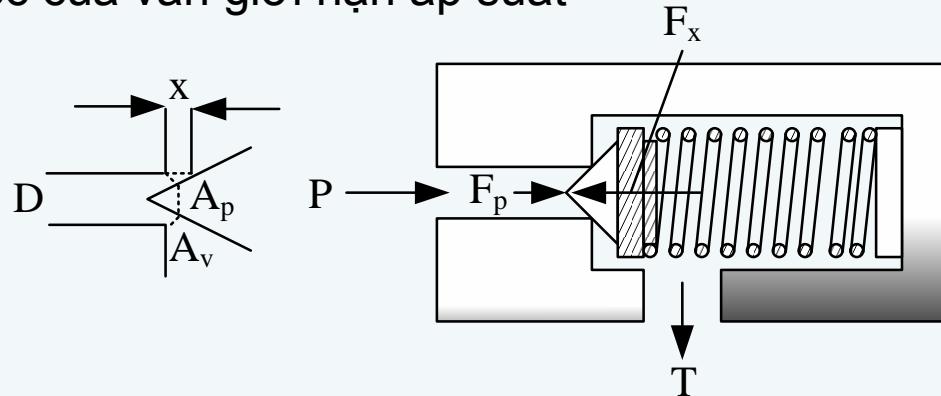
Hình 3.3 Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Hình 3.3 trình bày cấu tạo của van giới hạn áp suất tác động trực tiếp. Nó bao gồm 1 con trượt (cầu, hoặc côn) và lò xo. Khi áp suất tại cửa P của van đủ lớn để thắng lực lò xo, con trượt chuyển động khỏi vị trí cân bằng và cho phép dầu trở về bể chứa dầu qua cửa T của van, từ đó giới hạn áp suất cho hệ thống.

Đối với van giới hạn áp suất tác động trực tiếp thì tần số đóng mở của van tương đối lớn dẫn đến việc vận hành không liên tục và gây ra rung động, ồn. Van này chỉ được sử dụng cho các hệ thống có lưu lượng nhỏ.

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Nguyên lý làm việc của van giới hạn áp suất



Hình 3.4 Nguyên lý làm việc của van giới hạn áp suất

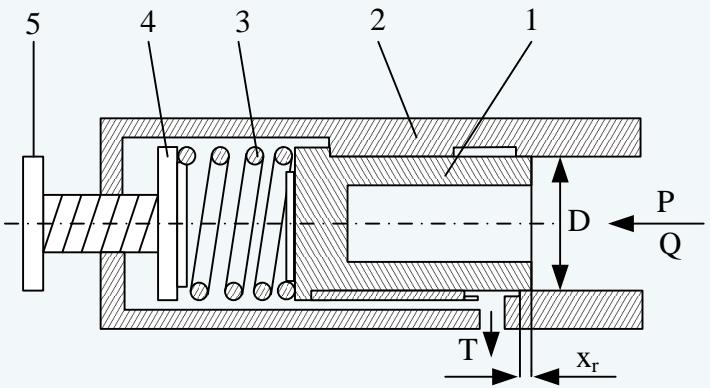
Con trượt van được tác động bởi hai lực là lò xo và lực sinh ra bởi áp suất. Con trượt nằm ở vị trí nghỉ (trạng thái đóng van) khi lực sinh ra bởi áp suất, $F_p = PA_p$, nhỏ hơn lực lò xo $F_x = kx_0$.

Hai lực này bằng nhau cho đến khi áp suất đạt tới giá trị nhỏ nhất để mở van (cracking pressure), P_r . Khi áp suất tăng cao hơn giá trị này, con trượt dịch chuyển và dầu từ nơi có áp suất cao, cửa P, đến nơi có áp suất thấp, cửa T.

$$A_p P_r = kx_0 \quad \Leftrightarrow \quad P_r = \frac{k}{A_p} x_0$$

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Độ mở của van, A_v , và diện tích tác dụng A_p của con trượt thay đổi phi tuyến theo sự dịch chuyển của con trượt. Tuy nhiên, ở một số thiết kế khác thì diện tích tác động của con trượt là hằng số như được trình bày trong hình 3.5. Hình vẽ này minh họa một van giới hạn áp suất tác động trực tiếp, bao gồm: con trượt (1), thân van (2), lò xo (3), đế van (4), và nút điều chỉnh (5).



1. Con trượt, 2. Thân van, 3. Lò xo, 4. Đế van, 5. Nút điều chỉnh
- Hình 3.5** Van giới hạn áp suất dạng con trượt dẫn hướng

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

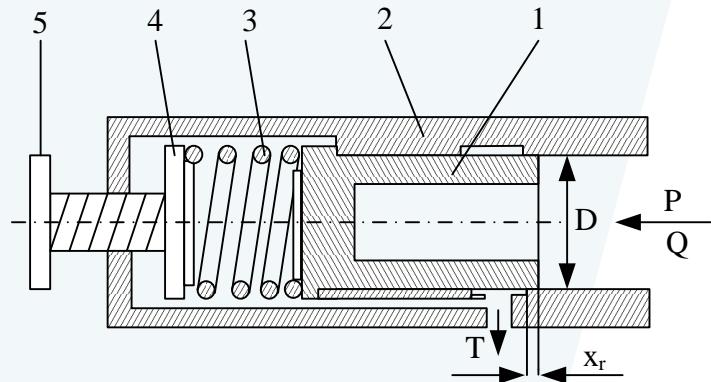
Mối quan hệ giữa lưu lượng qua van và áp suất

$$P_r = \frac{k}{A_p} (x_0 + x_r) \rightarrow x_r = P_r \frac{A_p}{k} - x_0$$



$$x_0 + x_r = \frac{A_p}{k} P_r$$

$$A_p = \pi D^2 / 4$$



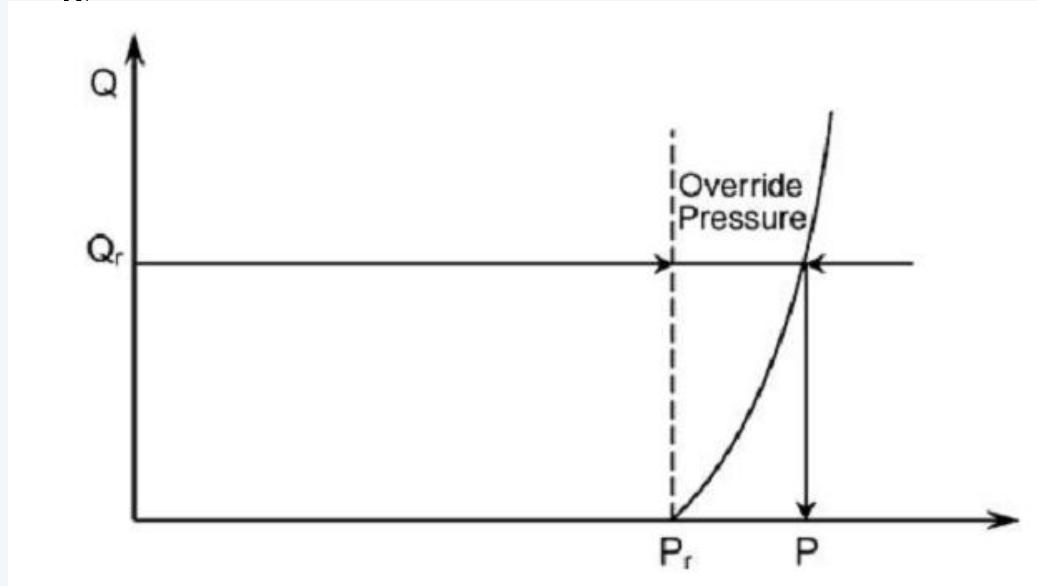
Ở trạng thái ổn định, con trượt van (1) đạt đến vị trí cân bằng dưới tác động của lực sinh ra bởi áp suất, lực lò xo, và phản lực sinh ra do dòng chảy. Bỏ qua rò rỉ và phản lực sinh ra do dòng chảy, và giả thiết rằng áp suất cản trên ngõ ra là zero, khi đó áp suất tăng khi con trượt di chuyển một đoạn là x , ta có

$$Q = \begin{cases} 0 & \text{khi } x \leq x_r, \ A_v = 0 \\ C_d A_v \sqrt{2P/\rho} & \text{khi } x > x_r, \ A_v = \omega(x - x_r) \end{cases}$$

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Mối quan hệ giữa lưu lượng qua van và áp suất của hệ thống

$$Q = C_d \omega \frac{A_p}{k} (P - P_r) \sqrt{2P/\rho} = K(P - P_r) \sqrt{P}$$



Áp suất càng tăng lên, con trượt dịch chuyển xa hơn, lưu lượng về bể chứa cũng nhiều hơn. Áp suất tăng đến một giá trị đủ lớn thì toàn bộ lưu lượng sẽ trở về bể chứa.

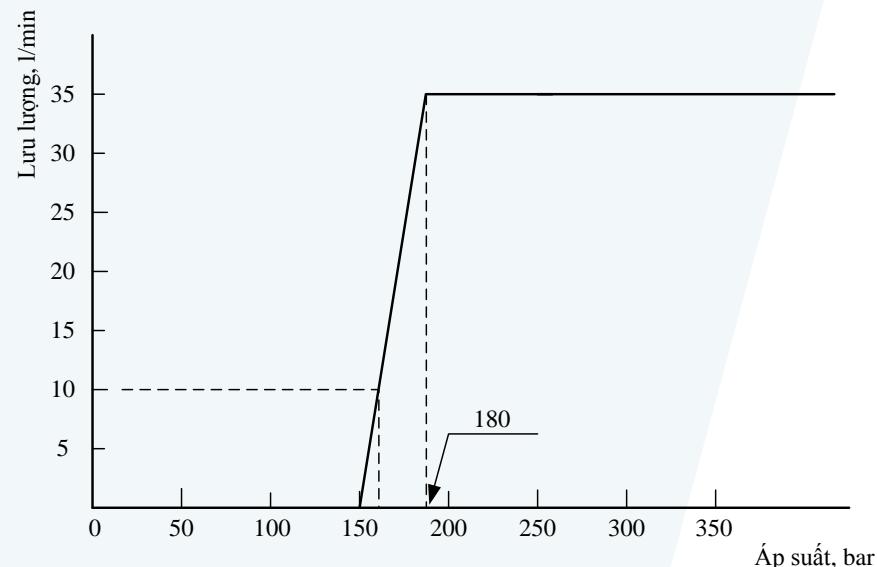
Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Đường đặc tính *lưu lượng-áp suất* của van giới hạn áp suất được mô tả bằng hình vẽ 3.6. Van giới hạn áp suất trong trường hợp này được cài ở giá trị $P_r = 150$ bar. Áp suất này còn được gọi là áp suất mở van (cracking pressure). Nếu áp suất $P < P_r = 150$ bar thì lưu lượng qua van bằng 0.

Khi áp suất P bắt đầu lớn hơn P_r thì van bắt đầu mở và lưu lượng qua van được tính theo

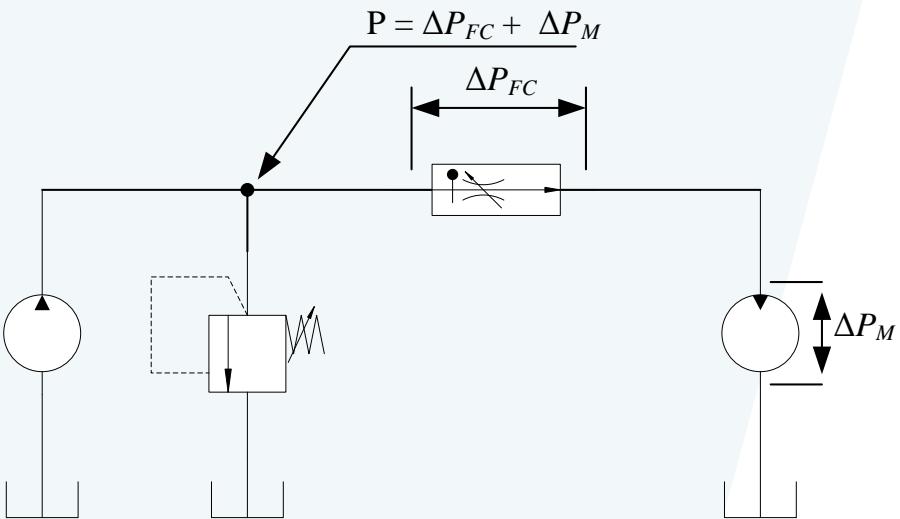
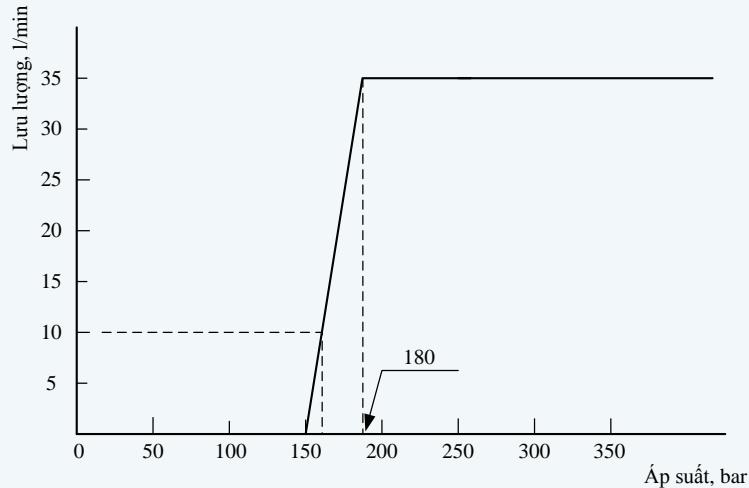
$$Q = K(P - P_r)\sqrt{P}$$

Khi áp suất đạt đến giá trị 180 bar, van mở hoàn toàn, không còn một lưu lượng nào đến các phần còn lại trong hệ thống.



Hình 3.6 Ví dụ về đường đặc tính của van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp



Hình 3.7 Mạch điều khiển động cơ thủy lực

Bơm có lưu lượng cố định cung cấp lưu lượng là 20 l/min cho động cơ thủy lực. Van điều chỉnh lưu lượng mở hoàn toàn, và áp suất tại van giới hạn áp suất đo được là 100 bar. Để giảm vận tốc của động cơ một nửa so với hiện tại thì độ mát áp qua van điều chỉnh lưu lượng là bao nhiêu?

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

Muốn vận tốc của động cơ giảm đi 1/2 lần thì van điều chỉnh lưu lượng được chỉnh để có lưu lượng cấp cho động cơ giảm xuống còn 10 l/min, như vậy còn dư 10 l/min sẽ xả qua van giới hạn áp suất.

Áp suất khi đó phải tăng lên giá trị là 165 bar khi lưu lượng xả qua van là 10 l/min. Độ chênh áp trên động cơ thủy lực là 100 bar. Như vậy, độ chênh áp trên van điều chỉnh lưu lượng sẽ là:

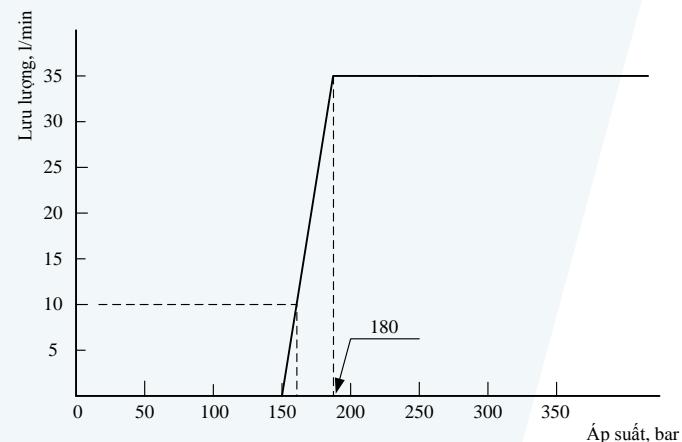
$$165 - 100 = 65 \text{ bar.}$$

Tổng bộ năng lượng thủy lực là

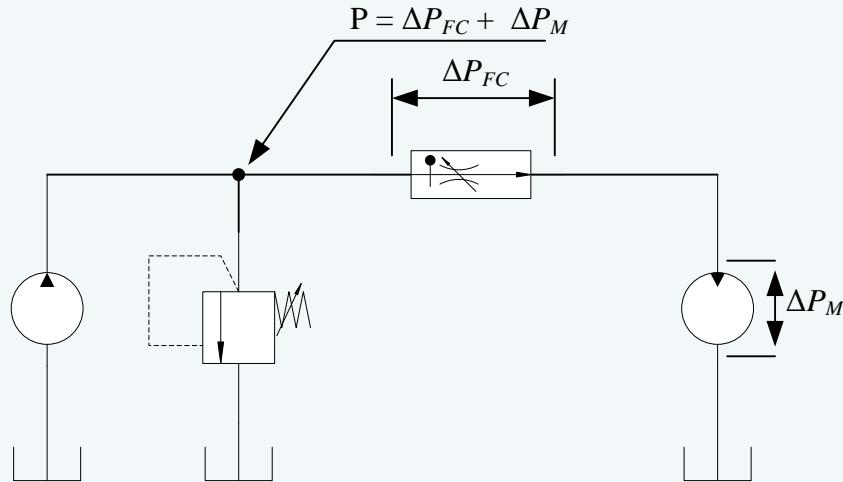
$$\begin{aligned}N_{hyd} &= PQ/600 \\&= 165 \times 20 /600 \\&= 5.5 \text{ kW}\end{aligned}$$

Năng lượng chuyển thành nhiệt năng khi lưu lượng 10 l/min xả qua van giới hạn áp suất là:

$$\begin{aligned}N_{rv} &= PQ/600 \\&= 165 \times 10 /600 \\&= 2.75 \text{ kW}\end{aligned}$$



Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp



Năng lượng chuyển thành nhiệt năng khi lưu lượng 10 l/min qua van điều chỉnh lưu lượng là:

$$\begin{aligned}N_{FC} &= PQ/600 \\&= (165-100) \times 10 /600 \\&= 1.08 \text{ kW}\end{aligned}$$

Công suất thủy lực chuyển sang công có ích là:

$$5.5 - 2.75 - 1.08 = 1.67 \text{ kW}$$

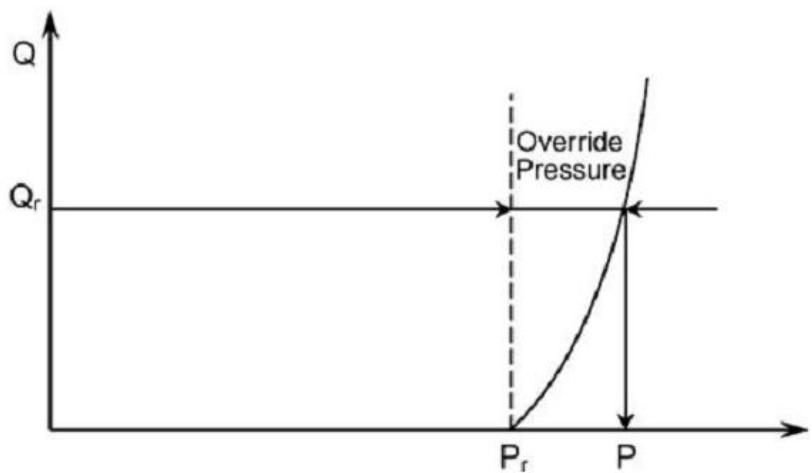
Hiệu suất của hệ thống là

$$1.67/5.5 = 0.3036 \text{ hay } 30,36 \%$$

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp

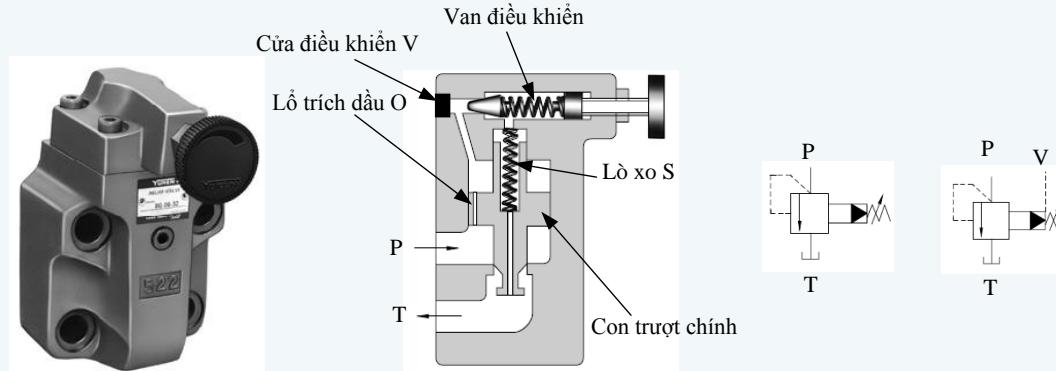
Hiệu suất của hệ thống là 30.36 %. Dễ thấy rằng hiệu suất của hệ thống sẽ tăng lên trong trường hợp này nếu như độ nghiêng của đường *lưu lượng-áp suất* (Q/P) giảm vì khi đó độ tăng áp suất sinh ra do lưu lượng qua van điều chỉnh áp suất sẽ nhỏ hơn.

Độ nghiêng của đường *lưu lượng-áp suất* (Q/P) tỉ lệ thuận với hệ số K . Nếu van làm việc với lưu lượng thấp và áp suất cao thì các kích thước ω và A nhỏ, trong khi độ cứng lò xo k là lớn. Khi đó hệ số K có giá trị nhỏ và đường Q/P nghiêng nhiều về phía trục P . Trong trường hợp này, nếu lưu lượng làm việc tăng lên thì áp suất lớn nhất cũng tăng lên. Nói cách khác, áp suất lớn nhất của hệ thống phụ thuộc vào độ lớn của lưu lượng làm việc.



Như vậy, van phải được thiết kế sao cho độ nghiêng của đường Q/P là nhỏ nhất, gần theo phương thẳng đứng. Bằng cách đó, áp suất lớn nhất của hệ thống không phụ thuộc vào độ lớn của lưu lượng.

Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp



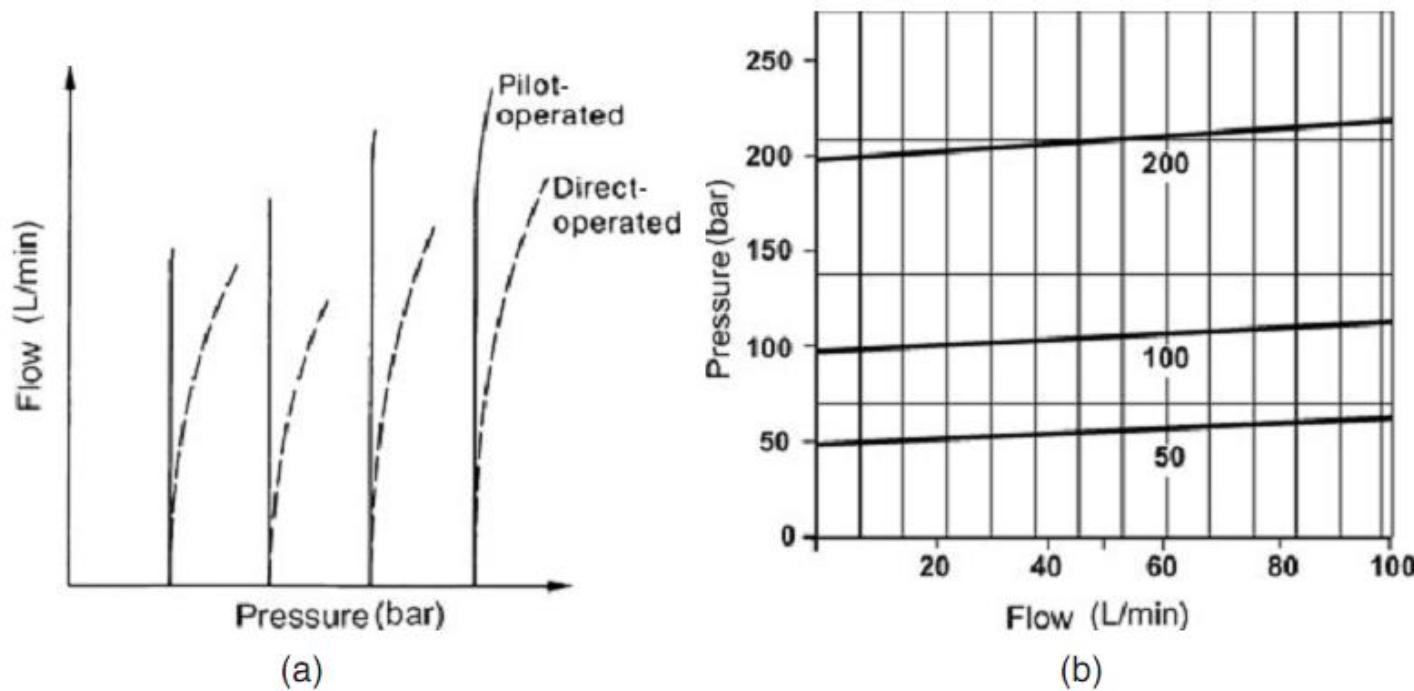
Hình 3.8 Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Nó bao gồm một con trượt chính được điều khiển bởi một van giới hạn áp suất tác động trực tiếp được gắn kèm trong van. Áp suất phía trước con trượt của van điều khiển này được lấy từ áp suất tại cửa **P** của van chính nhờ lỗ trích dầu **O**. Khi van điều khiển đóng, con trượt chính ở trong trạng thái cân bằng thủy lực vì có áp suất bằng nhau tại hai mặt đối diện nhau của nó.

Tuy nhiên, nhờ tác động của lực lò xo **S**, con trượt chính bị ép vào để van. Bất kỳ một sự gia tăng áp suất nào tại cửa **P** của van sẽ dẫn tới sự gia tăng áp suất tại phía trước con trượt của van điều khiển. Nếu áp suất này đủ lớn để thắng lực lò xo của van điều khiển này và làm van mở thì áp suất phía trên của con trượt chính giảm, dẫn đến trạng thái cân bằng bị mất đi. Kết quả là con trượt chính bị đẩy lên và cho phép dầu đi từ cửa **P** sang cửa **T**.

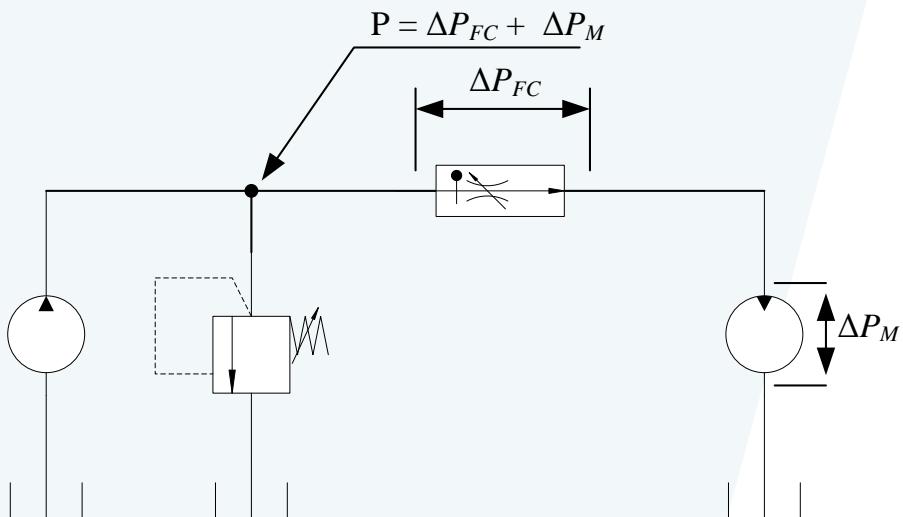
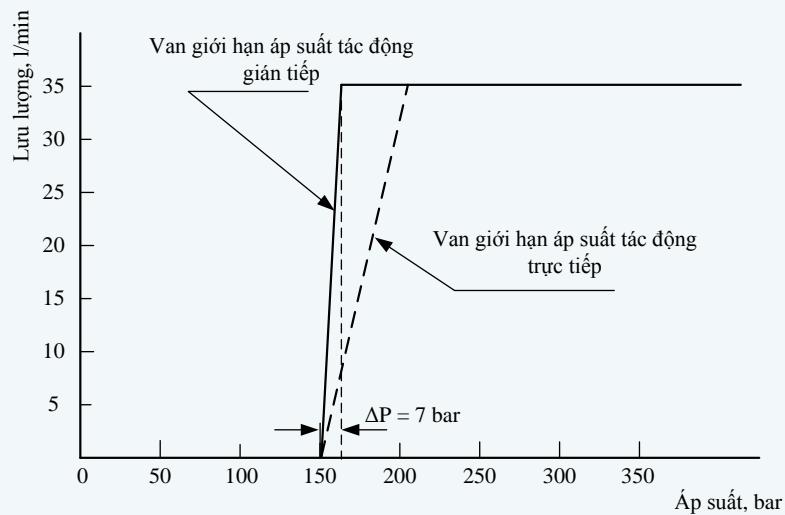
Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Ưu điểm nổi bật của van giới hạn áp suất tác động gián tiếp so với van tác động trực tiếp đó là độ chênh áp suất giữa trạng thái mở hoàn toàn của van với giá trị cài đặt cho van là rất nhỏ, khoảng chừng 7 bar



Hình 3.9 Đường đặc tính của van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Van giới hạn áp suất tác động trực tiếp



Hình 3.10 Mạch điều khiển động cơ thủy lực dùng van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Bơm có lưu lượng cố định cung cấp lưu lượng là 20 l/min cho động cơ thủy lực. Van điều chỉnh lưu lượng mở hoàn toàn, và áp suất tại van giới hạn áp suất đo được là 100 bar. Để giảm vận tốc của động cơ một nửa so với hiện tại thì độ mát áp qua van điều chỉnh lưu lượng là bao nhiêu?

Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Trở lại ví dụ vừa trình bày phần trên nhưng van giới hạn áp suất tác động gián tiếp được dùng thay cho van giới hạn áp suất tác động trực tiếp. Khi đó, để cho lưu lượng 10 l/min qua van giới hạn áp suất thì áp suất tại cửa van lúc đó sẽ là 152 bar (xem hình 3.9).

Năng lượng mất khi dầu qua van giới hạn áp suất sẽ là:

$$\begin{aligned}N_{rv} &= PQ/600 \\&= 152 \times 10 /600 \\&= 2.53 \text{ kW}\end{aligned}$$

Năng lượng mất khi dầu qua van điều chỉnh lưu lượng sẽ là:

$$\begin{aligned}N_{FC} &= PQ/600 \\&= (152-100) \times 10 /600 \\&= 0.87 \text{ kW}\end{aligned}$$

Toàn bộ năng lượng thủy lực là:

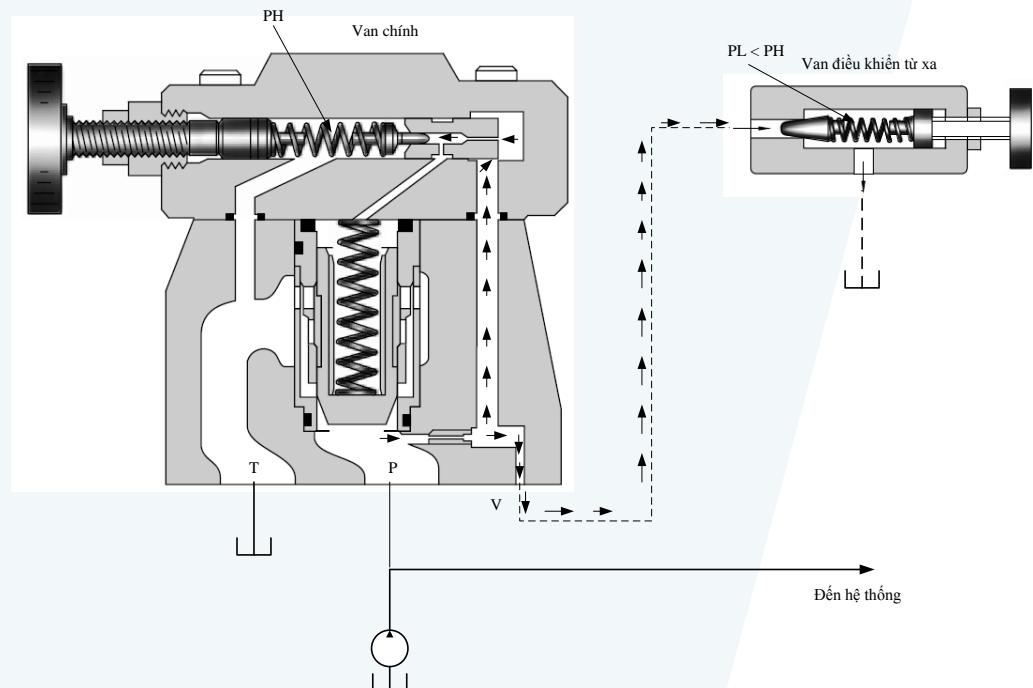
$$\begin{aligned}N_{hy} &= PQ/600 \\&= 152 \times 20 /600 \\&= 5.06 \text{ kW}\end{aligned}$$

Hiệu suất của hệ thống là $(5.06 - 2.53 - 0.87)/5.06 = 0.328 = 32.8\%$

Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Một cửa điều khiển riêng (cửa V) cho phép điều khiển van từ xa. Cửa này nằm cùng phía với bộ phận điều khiển của van và khi nó nối với bể chứa dầu thì với áp suất rất nhỏ con trượt chính vẫn bị đẩy ra khỏi vị trí cân bằng. Phương pháp này được sử dụng để xả tải của bơm.

Van chính cũng có thể được điều khiển từ xa bằng cách nối đường điều khiển của van với một van giới hạn áp suất tác động trực tiếp. Hình 3.10 trình bày phương pháp điều khiển này.

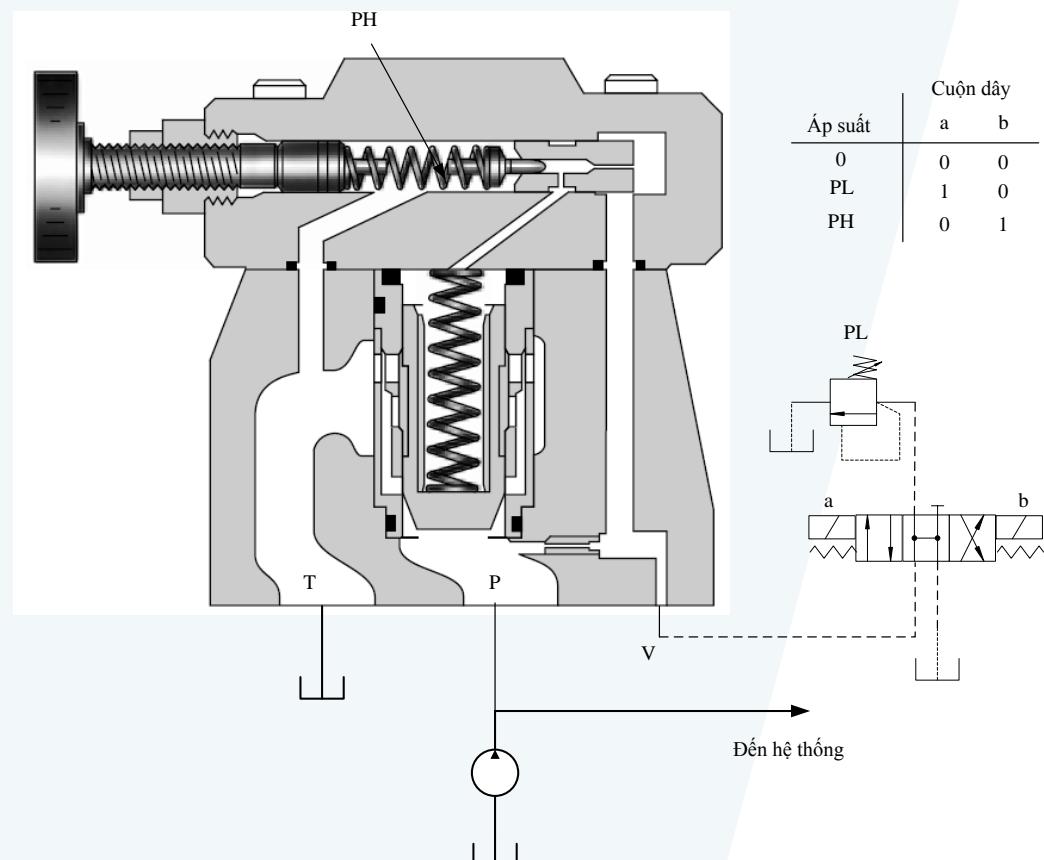


Hình 3.10 Dùng van điều khiển từ xa

Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Dựa vào các chức năng này, bằng cách sử dụng một van phân phối để làm thay đổi trạng thái của đường điều khiển V, van chính có thể được cài đặt cùng lúc nhiều giá trị khác nhau.

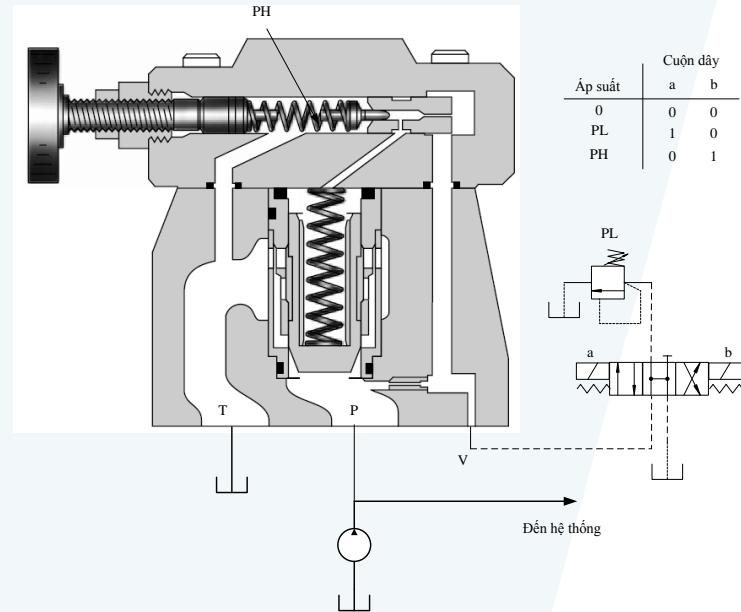
Van phân phối 4 cửa 3 vị trí được sử dụng để thay đổi trạng thái của đường điều khiển V. Khi cả hai cuộn dây a và b không được cấp điện thì đường điều khiển V được nối với bể dầu, van chính hoạt động với chức năng xả tải.



Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

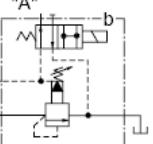
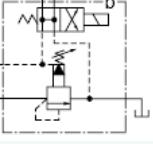
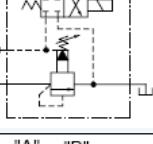
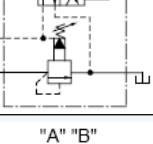
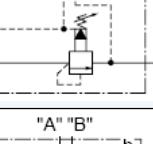
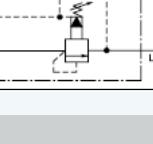
Khi cuộn dây **a** được cấp điện, đường điều khiển nối qua van giới hạn áp suất có giá trị PL ($PL < PH$) khí đó giá trị cài đặt cho van chính sẽ là PL.

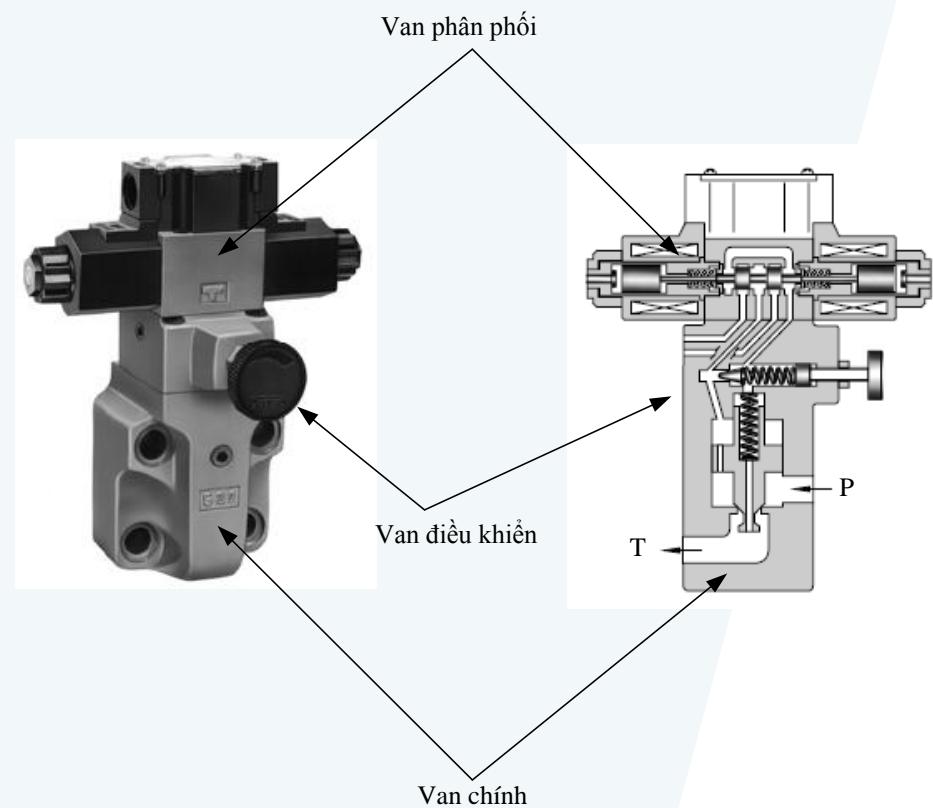
Khi cuộn dây **b** được cấp điện, đường điều khiển **V** bị khóa lại, khí đó van giới hạn áp suất gắn kèm trên van sẽ giữ vai trò là van điều khiển. Giá trị cài đặt cho van chính lúc này là PH. Tuy nhiên, để van chính có thể làm việc với nhiều giá trị khác nhau như vậy van cần phải được điều chỉnh đúng. Trong trường hợp này, các giá trị áp suất được điều chỉnh theo thứ tự từ cao đến thấp.



1. Trước khi tiến hành cài đặt cho một van giới hạn áp suất, các lò xo trên van phải được nới lỏng hoàn toàn.
2. Cấp điện cho cuộn dây **b** và chỉnh lò xo của van giới hạn áp suất gắn kèm trên van chính cho đến khi áp suất đạt giá trị PH.
3. Ngắt điện cuộn dây **b**, sau đó cấp điện cho cuộn dây **a** đồng thời chỉnh van giới hạn áp suất PL cho đến khi áp suất đạt giá trị PL ($PL < PH$).

Van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

	Cuộn dây a	Cuộn dây b	Trạng thái đường điều khiển
	OFF		Nối với cửa A
		ON	Nối với bệ dầu (xả tải)
	OFF		Nối với bệ dầu (xả tải)
		ON	Nối với cửa B
	OFF		Trạng thái khóa
		ON	Nối với cửa B
	OFF		Nối với cửa A
		ON	Nối với cửa B
	OFF	OFF	Trạng thái khóa
	ON	OFF	Nối với cửa A
	OFF	ON	Nối với cửa B
	OFF	OFF	Nối với bệ dầu (xả tải)
	ON	OFF	Nối với cửa A
	OFF	ON	Nối với cửa B

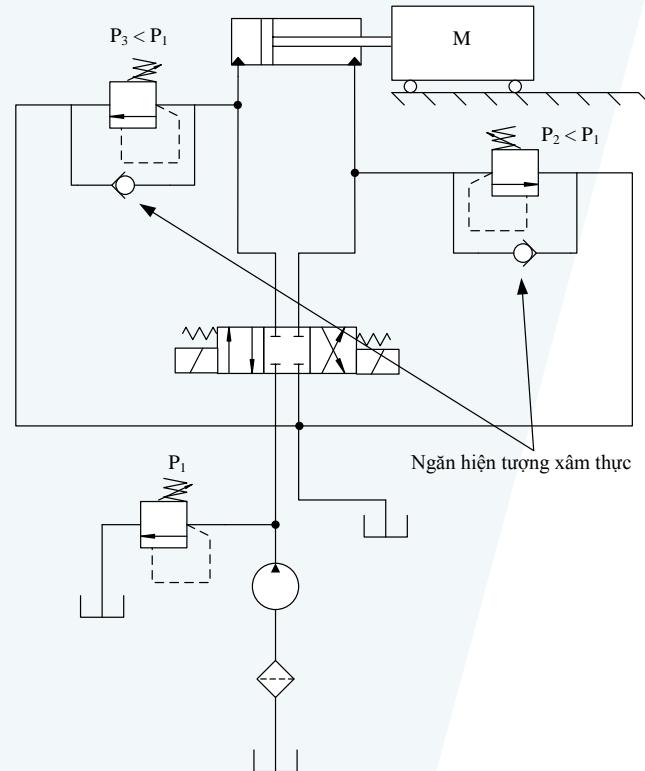


Hình 3.12 Bộ tích hợp gồm van giới hạn áp suất tác động gián tiếp và van phân phối trong công nghiệp (Yuken Ltd)

Một vài ứng dụng của van giới hạn áp suất

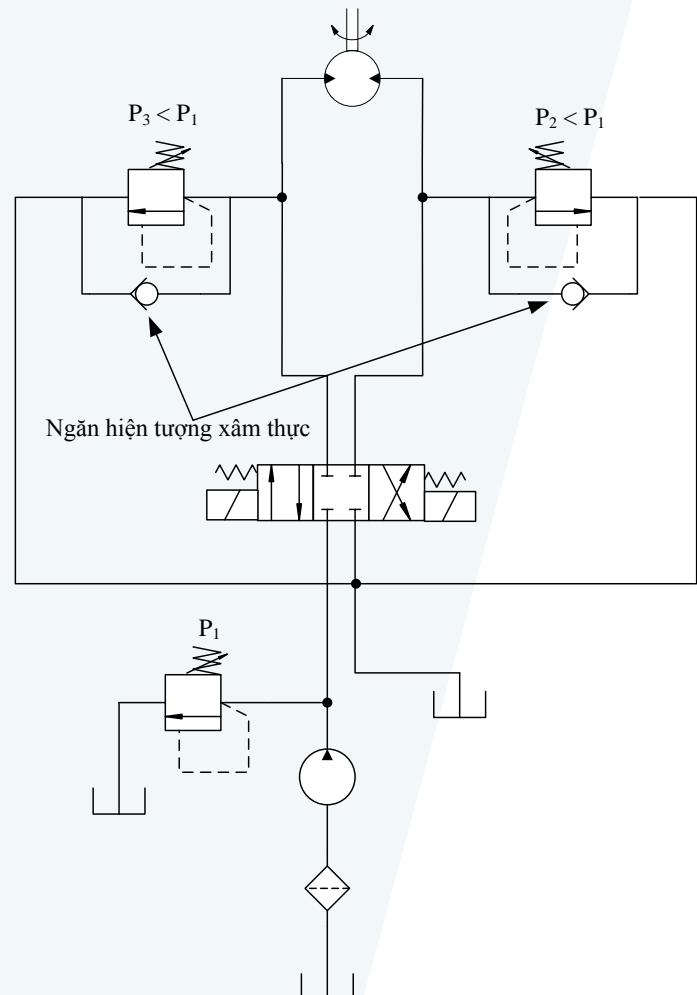
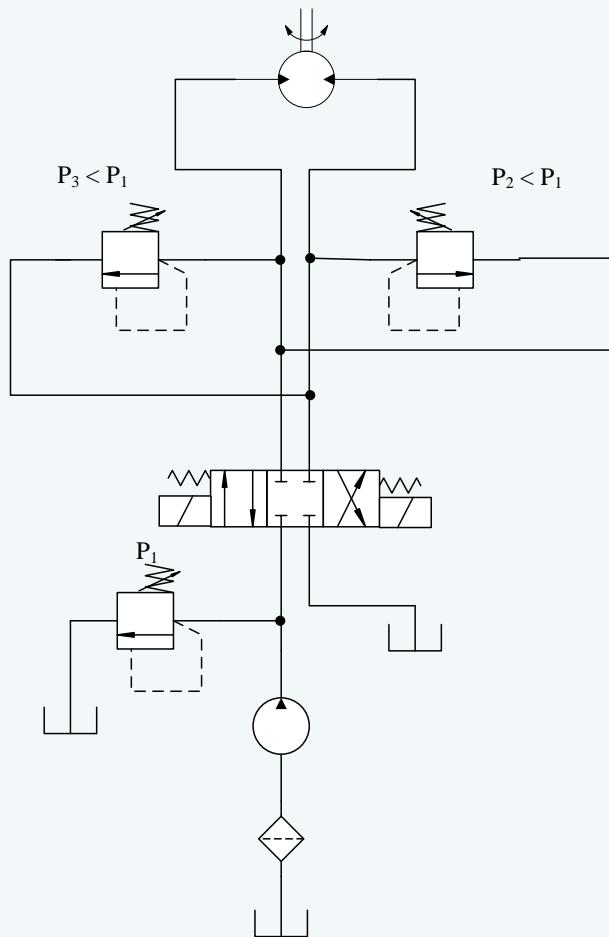
Ngoài chức năng chính là giới hạn áp suất lớn nhất của hệ thống để ngăn ngừa sự quá tải, các van giới hạn áp suất cũng được dùng để xả áp suất tăng cục bộ tại các buồng làm việc của cơ cấu chấp hành vì áp suất đó có thể gây hư hại cho các thành phần trong hệ thống.

Khi xy lanh dừng lại thì dòng chất lỏng đang chuyển động với vận tốc cao - áp suất lớn cũng dừng lại, làm cho áp suất trong các ống dẫn tăng rất cao. Các van giới hạn áp suất được lắp tại các nhánh này có nhiệm vụ xả các áp suất cao đó để bảo vệ hệ thống.



Hình 3.14 Van giới hạn áp suất dùng để xả áp xuất cục bộ tại các buồng của xy lanh

Một vài ứng dụng của van giới hạn áp suất



Hình 3.15 Van giới hạn áp suất dùng để xả áp xuất cục bộ tại các buồng của động cơ thủy lực

Một vài ứng dụng của van giới hạn áp suất

Tính độ gia tăng áp suất trong ống dẫn thủy lực do sự đóng đột ngột của van phân phối. Vận tốc dòng chảy trong ống là $v = 5 \text{ m/s}$, áp suất là $p = 150 \text{ bar}$. Ống dẫn được làm từ vật liệu có modul đàn hồi là $E = 2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$. Đường kính ngoài của ống là 22 mm, chiều dày ống là 2 mm. Modul đàn hồi của dầu là $B = 13500 \text{ bar}$, $\rho = 0.9 \text{ kg/l}$.

Hệ số gia tăng áp suất trong ống dẫn được tính như sau:

$$a = \left[\frac{B}{\rho} \frac{1}{1 + \frac{BD_i}{eE}} \right]^{1/2}$$

Với D_i là đường kính trong của ống, e là chiều dày ống.

$$D_i = 22 - 2 \times 2 = 18 \text{ mm}$$

$$E = 2 \text{ mm}$$

$$E = 2,1 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)} = 2,1 \times 10^6 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

Một vài ứng dụng của van giới hạn áp suất

$$a = \left[\frac{13500 \cdot 10^5}{900} \frac{1}{1 + \frac{1,35 \cdot 10^4 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 10^5}} \right]^{1/2}$$
$$= \left(\frac{1}{1 + 0.058} \right)^{1/2} \cdot 10^3 = 1191 \text{ m/s}$$

Độ tăng áp ngay sau khi dòng chảy bị khóa là

$$\Delta p = a \cdot \rho \cdot v$$

$$a = 1191 \text{ m/s}, \rho = 900 \text{ kg/m}^3, v = 5 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}\Delta p &= 1191 \times 900 \times 5 \text{ (Pa)} \\ &= 1191 \times 900 \times 5 \times 10^{-5} \text{ (bar)} \\ &= 54 \text{ bar}\end{aligned}$$

Áp suất trong ống sẽ là:

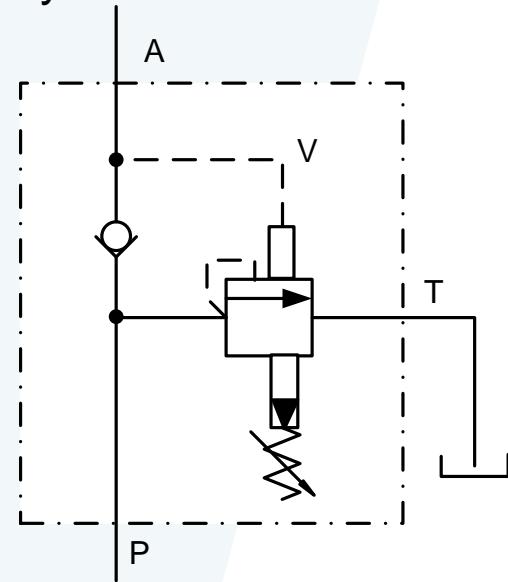
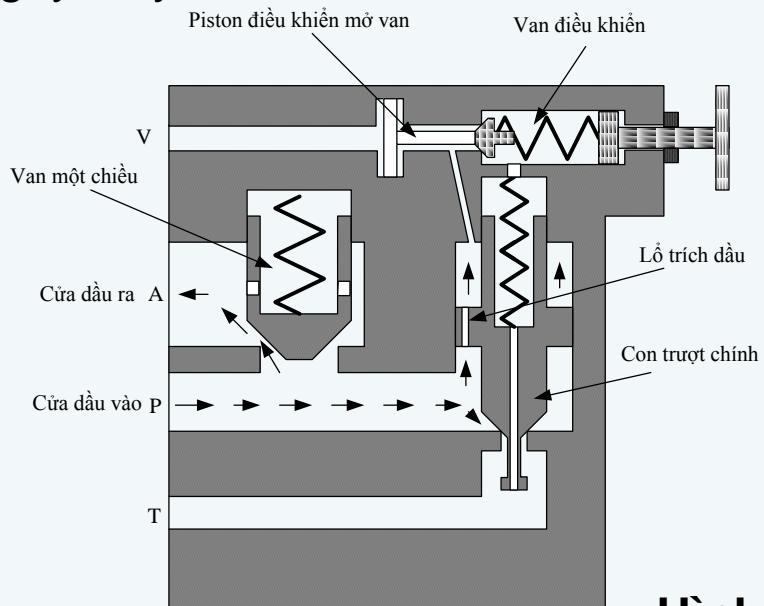
$$P = \Delta p + p = 150 + 54 = 204 \text{ bar.}$$

Van xả tải

Van xả tải có nguyên lý làm việc gần giống với van giới hạn áp suất tác động gián tiếp. Van này có thể được dùng để thực hiện các chức năng sau:

- 1) Giới hạn áp suất lớn nhất cho hệ thống (tương tự van giới hạn áp suất)
- 2) Nạp dầu vào bình tích áp đến áp suất lớn nhất và duy trì thể tích dầu và áp suất dầu trong bình tích áp
- 3) Xả tải bơm khi áp suất trong bình tích áp đã đạt đến giá trị cần

Cấu tạo và nguyên lý làm việc của van xả tải được trình bày ở hình 3.17

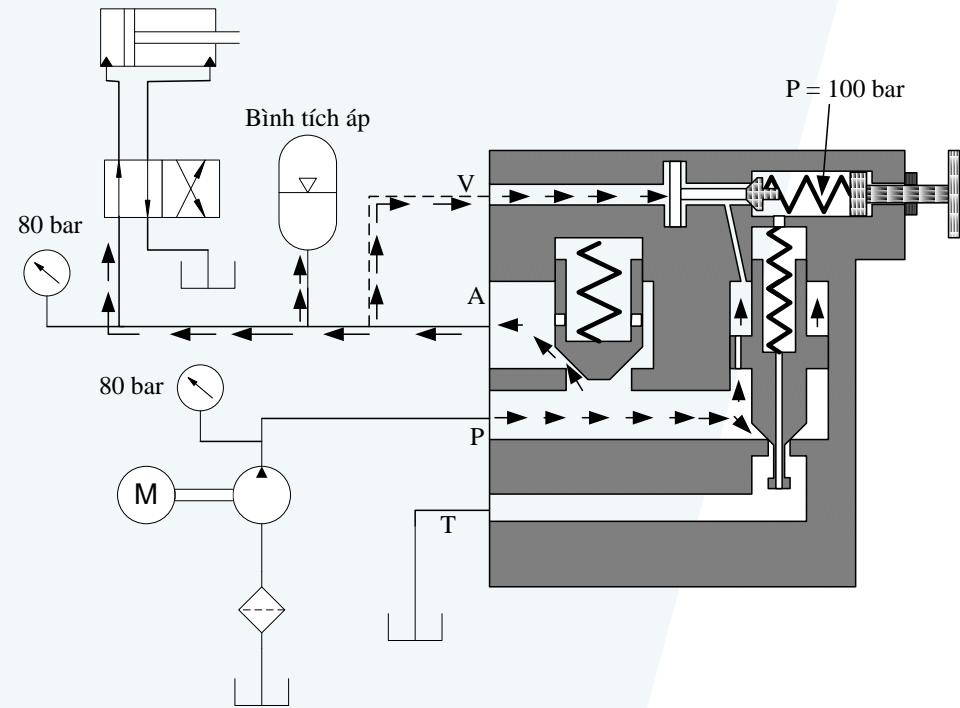
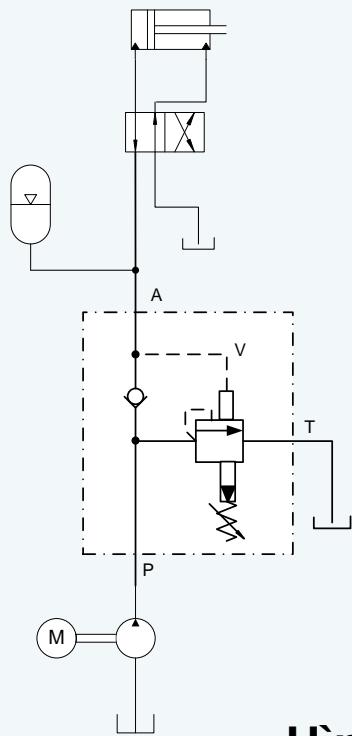


Hình 3.17 Van xả tải

Van xả tải

Trạng thái đóng

Hình 3.18 mô tả trạng thái van xả tải đang đóng. Giả thiết rằng lò xo của van điều khiển được chỉnh ở giá trị 100 bar. Khi áp suất trong hệ thống nhỏ hơn 100 bar, con trượt chính của van ngăn không cho dầu đi từ cửa P sang cửa T. Lúc này van làm việc giống như van giới hạn áp suất tác động gián tiếp. Dầu được cung cấp bởi bơm đi qua van một chiều để cung cấp cho các cơ cấu chấp hành. Đồng thời dầu cũng được nén vào bình tích áp.

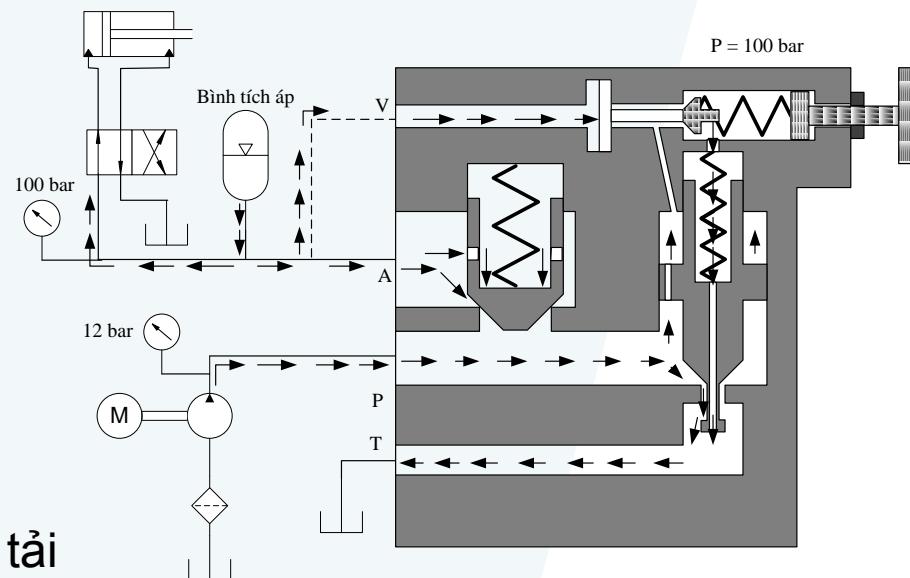


Hình 3.18 Trạng thái mở của van xả tải

Van xả tải

Trạng thái mở

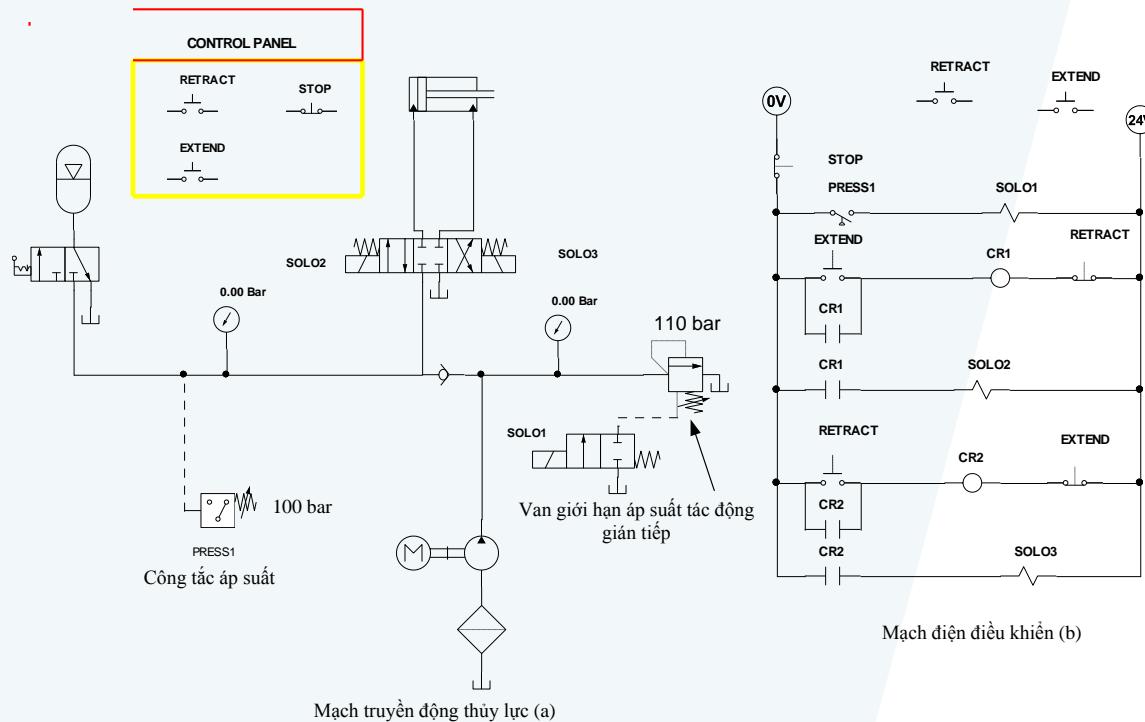
Khi áp suất trong hệ thống đạt đến 100 bar, con trượt chính của van bị đưa ra khỏi vị trí cân bằng và cho phép dầu đi được từ cửa P sang cửa T. Lúc này bơm xả tải vì lực cản tạo ra bởi van này rất nhỏ. Áp suất cản này vào khoảng 12 bar như được trình bày trong hình 3.19. Cùng thời điểm này, dầu được ép trở lại hệ thống nhờ bình tích áp. Theo đường điều khiển V, áp suất này tác động vào piston điều khiển làm cho van điều khiển luôn mở nhờ đó duy trì trạng thái mở của con trượt chính. Van một chiều có chức năng ngăn không cho dầu xả ngược về bể chứa dầu. Nhờ đó áp suất trong mạch chính được duy trì trong khi bơm vẫn xả tải.



Hình 3.19 Trạng thái mở của van xả tải

Van xả tải

Chức năng của hệ thống thủy lực được trình bày ở hình 3.18 và 3.19 cũng có thể thực hiện được bằng cách sử dụng van giới hạn áp suất tác động gián tiếp (xem hình 3.20).



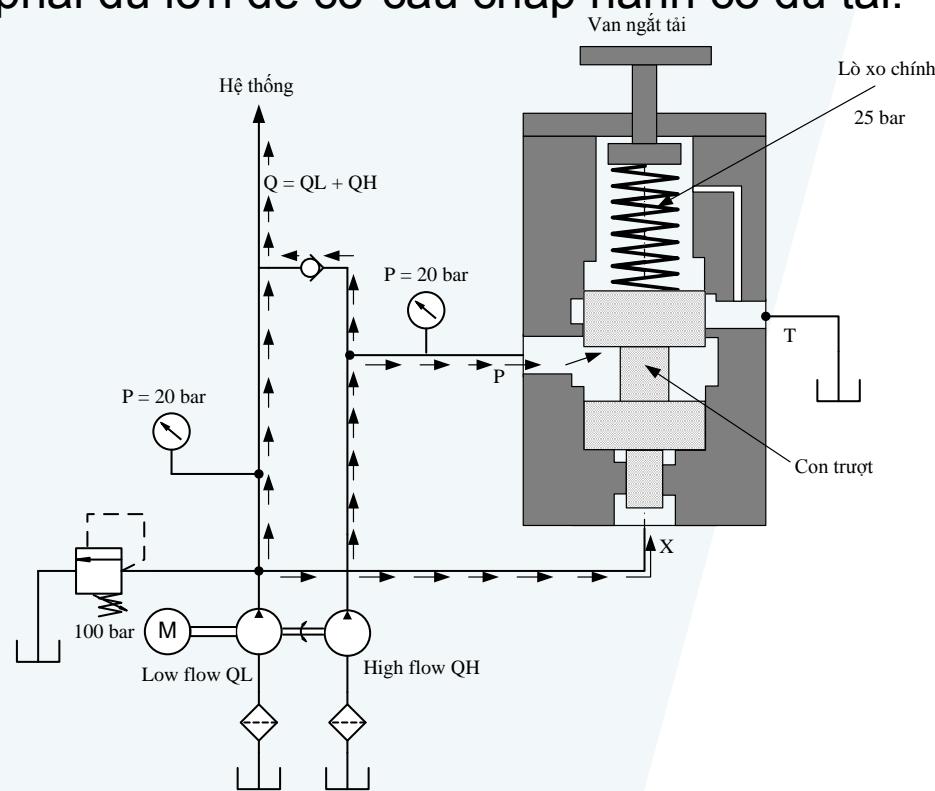
Hình 3.20 Xả tải bằng van giới hạn áp suất tác động gián tiếp

Van ngắt tải

Van ngắt tải

Cấu tạo của van được trình bày trong hình 3.21. Cửa P là cửa dầu vào, cửa T nối với bể chứa dầu và X là cửa điều khiển. Van ngắt tải thường được điều chỉnh ở giá trị thấp, trong trường hợp này là 25 bar. Giá trị cài đặt cho van ngắt tải cần phải được tính toán phù hợp cho từng ứng dụng. Giá trị này phải đủ lớn để cơ cấu chấp hành có đủ tải.

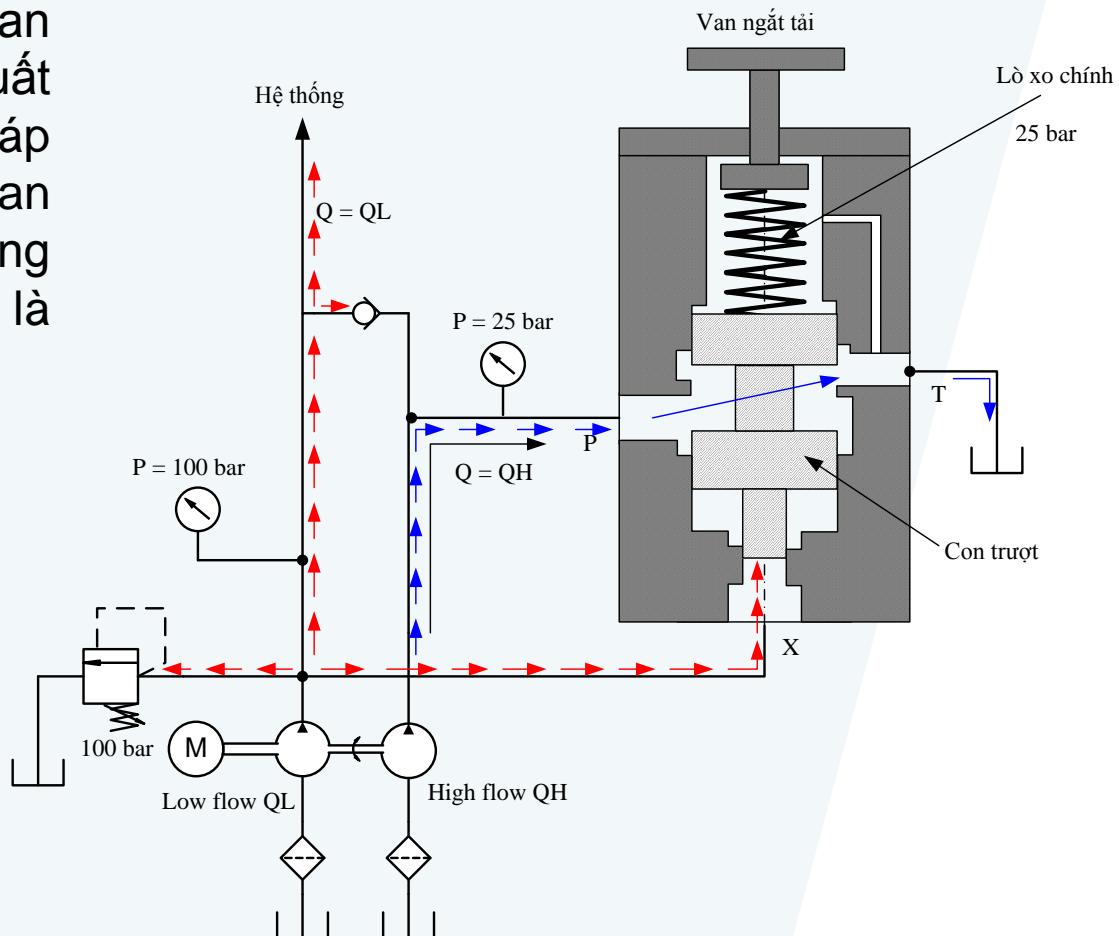
Ở giai đoạn đầu vì cơ cấu chấp hành chạy không tải nên áp suất trong hệ thống chưa tăng cao. Do đó lò xo trong van giữ tải giữ con trượt ở vị trí đóng như trong hình 3.21. Vì vậy cả hai bơm, bơm có lưu lượng cao QH và bơm có lưu lượng thấp QL, đồng thời cung cấp lưu lượng cho hệ thống. Cơ cấu chấp hành nhận được lưu lượng là tổng của lưu lượng hai bơm ($QH + QL$) nên có vận tốc nhanh. Dù lưu lượng lớn nhưng áp suất ở giai đoạn này là nhỏ nên công suất tiêu thụ của hệ thống cũng nhỏ.



Hình 3.21 Van ngắt tải đang ở trạng thái đóng

Van ngắt tải

Khi cơ cấu chấp hành vào giai đoạn làm việc (ví dụ ép chi tiết), áp suất của hệ thống tăng dần lên. Khi áp suất này vượt qua 25 bar thì van ngắt tải mở và cho phép lưu lượng QH xả về bể chứa dầu với áp suất là 25 bar.

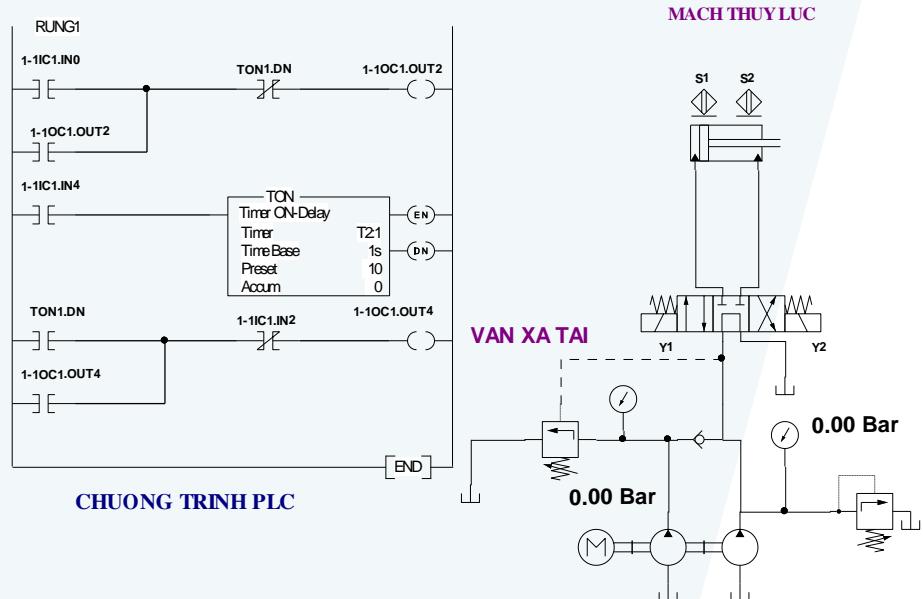


Bơm có lưu lượng QL tiếp tục đẩy dầu lên hệ thống, van một chiều có vai trò ngăn không cho lưu lượng của bơm này xả về bể chứa dầu. Áp suất của nhánh này sẽ đạt tới giá trị lớn nhất là 100 bar.

Van ngắt tải

Sơ đồ thủy lực và mạch điều khiển của một máy ép thủy lực trong công nghiệp trình bày lại trong hình 3.23.

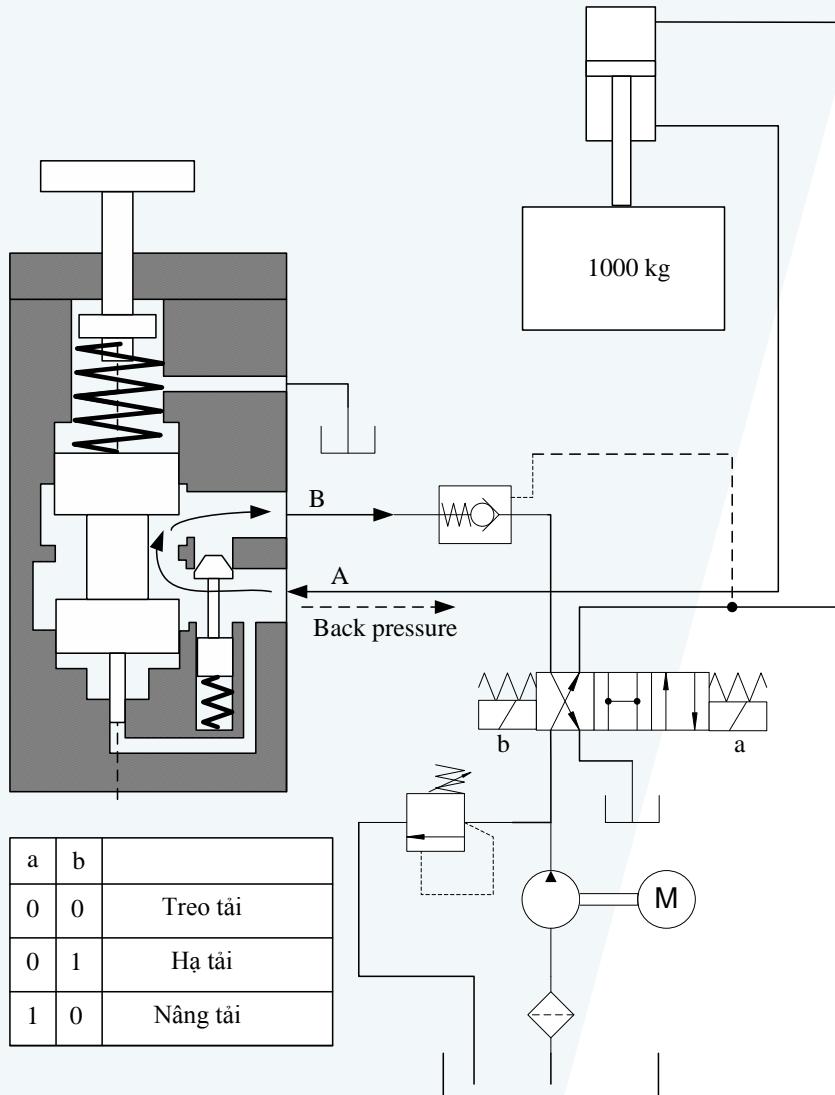
MÁY ÉP DÙNG 2 BƠM



Hình 3.23 Máy ép thủy lực dùng hai bơm

Van cân bằng (counter balance valve)

Van cân bằng được sử dụng để tạo ra áp suất cản trên dòng dầu thoát của xy lanh trong chuyển động thẳng đứng nhằm chống tải rơi tự do dưới tác động của lực trọng trường. Hệ thống thủy lực dùng để nâng hạ tải có sử dụng van cân bằng được trình bày ở hình 3.24

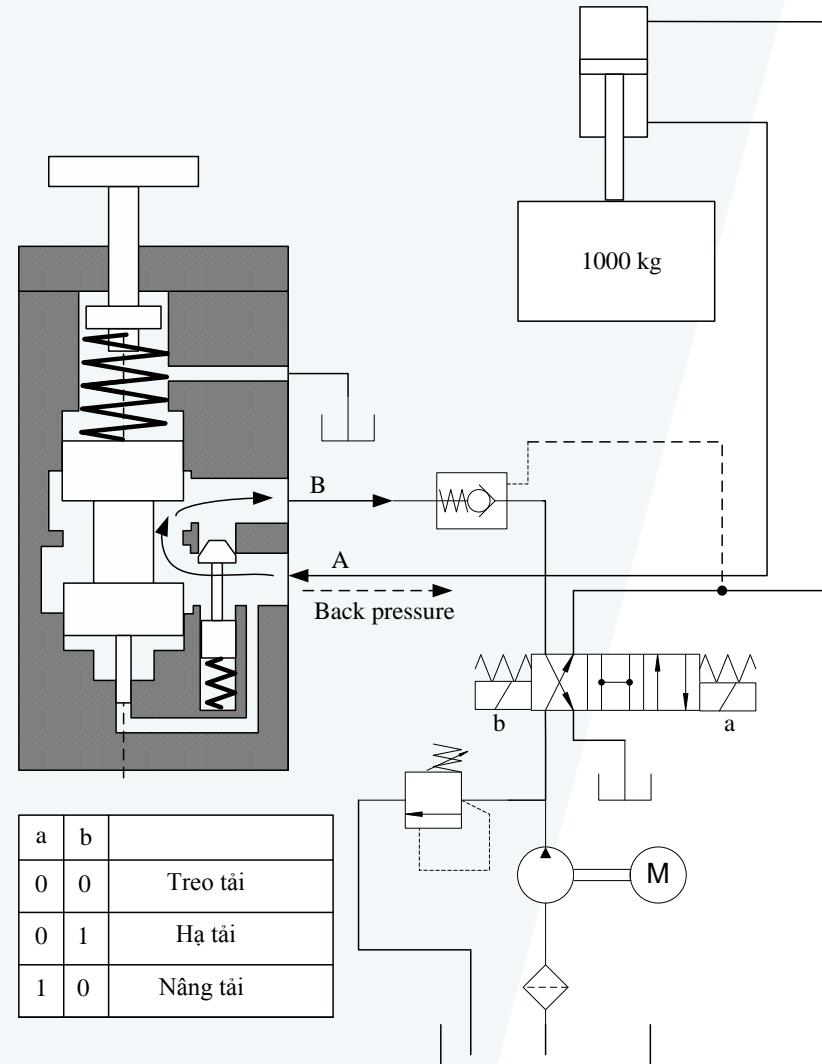


Hình 3.24 Mạch thủy lực dùng van cân bằng

Van cân bằng (counter balance valve)

Hạ tải

Van cân bằng phải được điều chỉnh ở giá trị lớn hơn một ít so với giá trị áp suất cần để giữ tải không rơi tự do. Nhờ áp suất cản này (được tạo ra tại cửa A) mà khi có tín hiệu điều khiển b = 1 xy lanh không bị rơi tự do. Dầu từ bơm nén vào buồng trên của xy lanh làm cho áp suất tại cửa A tăng lên và khi áp suất này vượt qua giá trị cài đặt của van cân bằng (được chỉnh bởi lò xo) thì lưu lượng thoát từ xy lanh qua được cửa A để về bể chứa dầu.



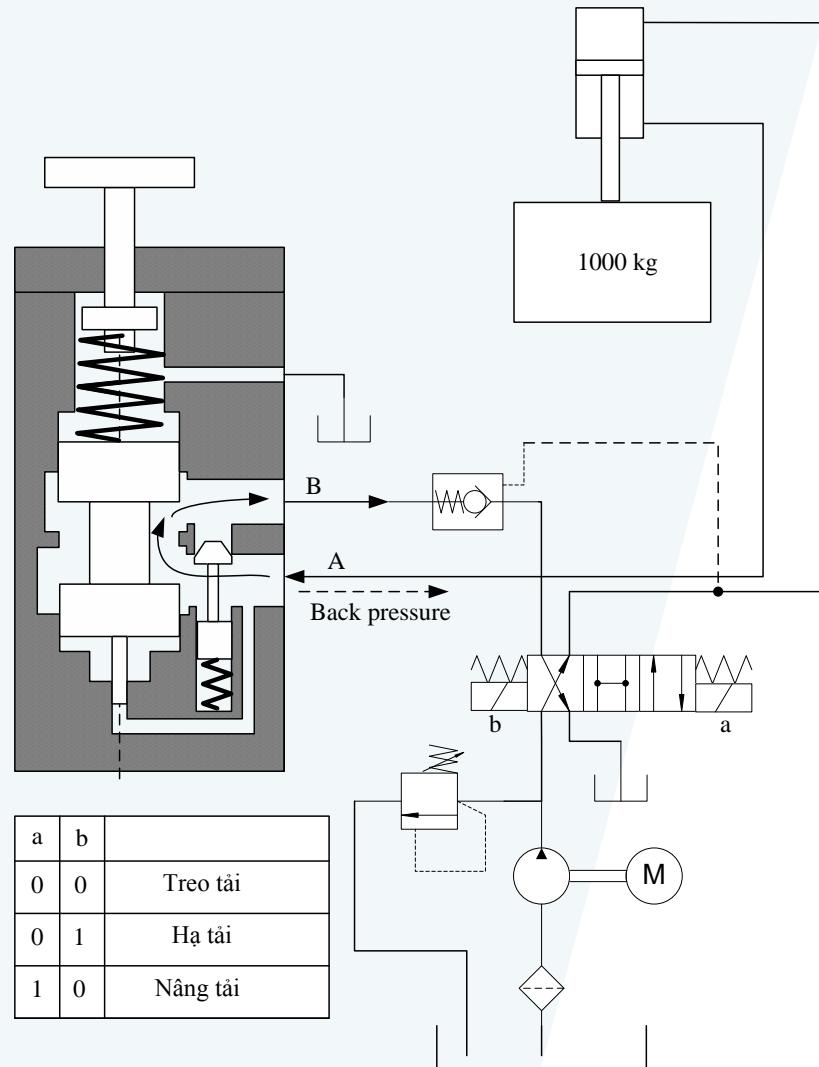
Van cân bằng (counter balance valve)

Nâng tải

Vì van cân bằng là van thường đóng nên lưu chất sẽ không đi được theo hướng ngược lại (từ cửa B sang cửa A) nếu không có van một chiều. Khi nâng tải, van một chiều mở và cho phép dầu đi từ bơm vào buồng làm việc của xy lanh.

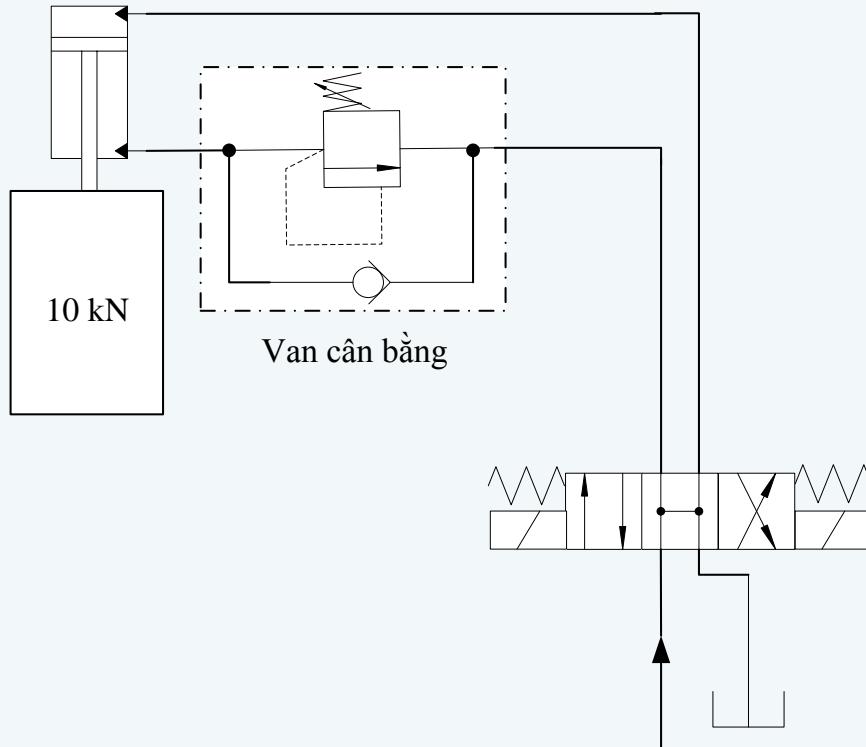
Treo tải

Muốn tải được treo thì van cân bằng phải đóng. Như vậy áp suất cài đặt cho van cân bằng phải lớn hơn áp suất gây ra bởi tải. Tuy nhiên, nếu áp suất này cao thì dầu sẽ bị rò rỉ bên trong van cân bằng qua con trượt của van. Do vậy, nếu cần treo tải trong thời gian dài thì nên sử dụng van một chiều.



Van cân bằng (counter balance valve)

Ví dụ 3.1 Ứng dụng của van cân bằng tải (hình 3.25)



Tải có trọng lượng là 10 kN và xy lanh có tiết diện hình vòng khăn là 0.002 m^2

$$\text{Áp suất gây ra bởi tải là } = (10) (103) / 0.002 = 50 \text{ bar}$$

$$\text{Giá trị cần cài cho van cân bằng là } 50 \times 1.3 = 65 \text{ bar}$$

Van cân bằng (counter balance valve)

Một trong những nhược điểm của van cân bằng đó là giảm khả năng tạo lực của hệ thống. Chúng ta hãy xem xét một máy ép thủy lực có sử dụng van cân bằng để cân bằng tải (bộ khuôn ép) như hình 3.26. Trong quá trình ép, một phần lực ép bị mất đi để bù vào áp suất cản của van cân bằng.

Máy ép trong hình 3.26 cần tạo ra lực ép là $F = 100 \text{ kN}$. Trọng lượng khuôn ép là 5 kN.

Đường kính piston $D = 80 \text{ mm}$

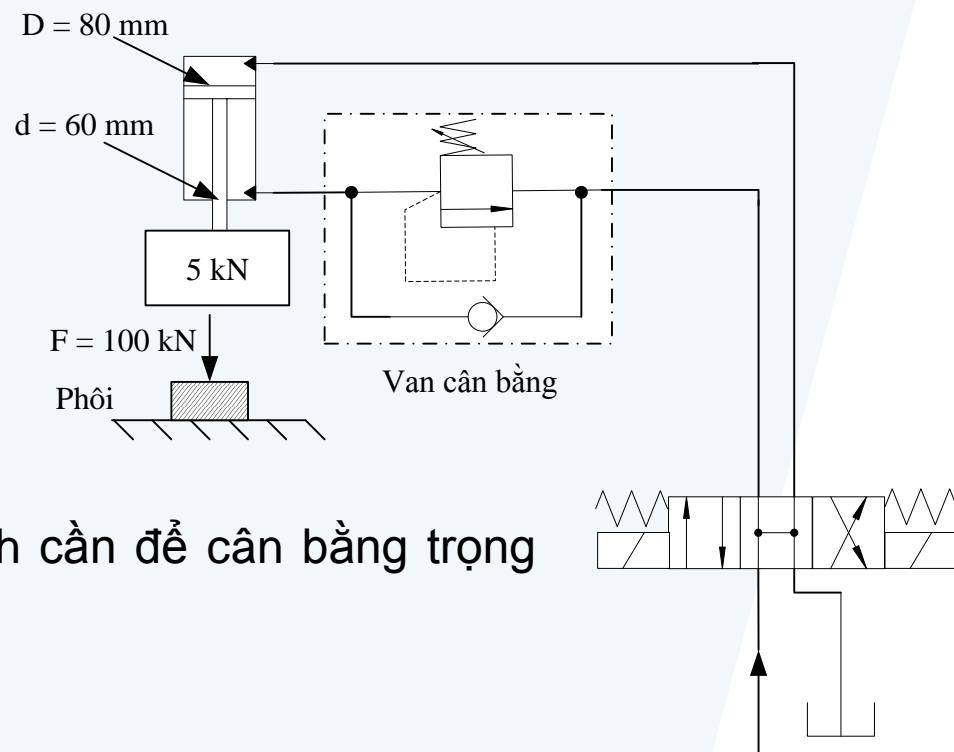
Đường kính ti $d = 60 \text{ mm}$

Diện tích của piston = $0.082 \pi/4 = 0.005 \text{ m}^2$

Diện tích vành khăn = $(0.082 - 0.062) \pi/4 = 0.0028 \text{ m}^2$

Áp suất tại buồng dưới của xy lanh cần để cân bằng trọng lượng của khuôn là

$$\frac{(5)(10)^3}{0.0028} (10^{-5}) = 17.8 \text{ bar}$$



Hình 3.26 Máy ép thủy lực với van cân bằng

Van cân bằng (counter balance valve)

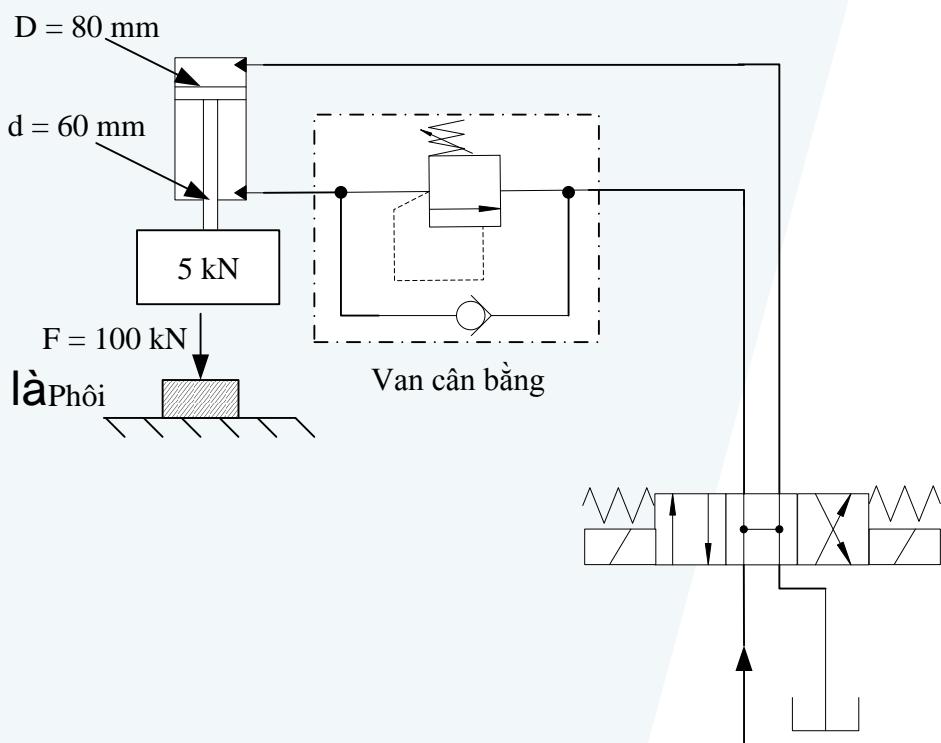
Giá trị phải cài đặt cho van an toàn là 17.8
 $x 1.3 = 23$ bar.

Áp suất tại buồng trên của xy lanh cần để bù vào áp suất cân của van cân bằng là

$$23 \times \frac{0.0028}{0.005} = 13 \text{ bar}$$

Áp suất cần cung cấp để tạo lực ép 100 kN là

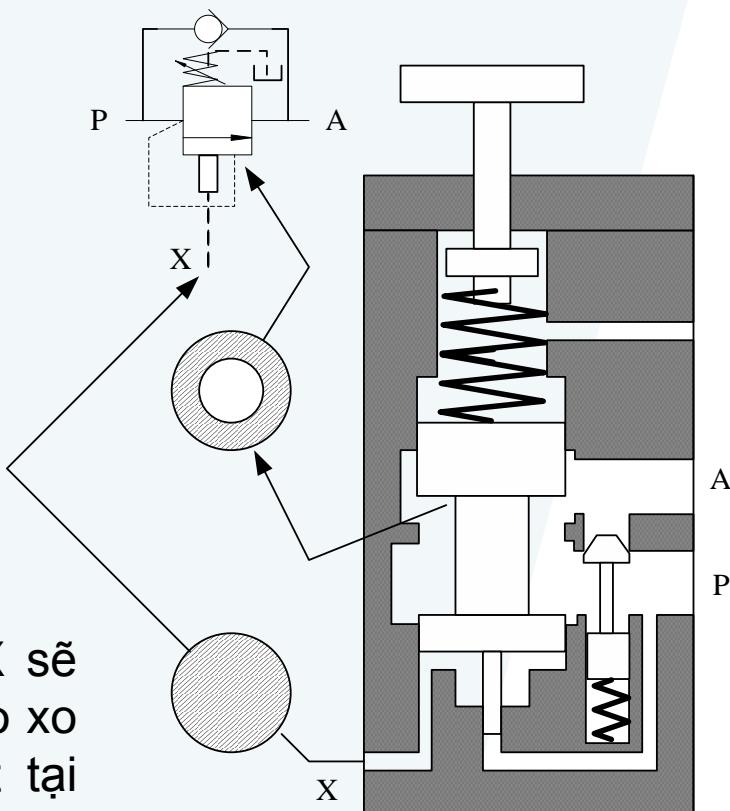
$$\frac{100 \times 10^3 \times 10^{-5}}{0.005} + 13 = 213 \text{ bar}$$



Như vậy, 13 bar là giá trị mà nguồn cung cấp cần phải tăng lên để bù vào lực cần do van cân bằng tạo ra trong trường hợp này.

Overcenter valve (brake valve)

Nhược điểm trên của van cân bằng có thể loại bỏ trong ứng dụng này nếu van overcenter được sử dụng như được trình bày trong hình 3.27.

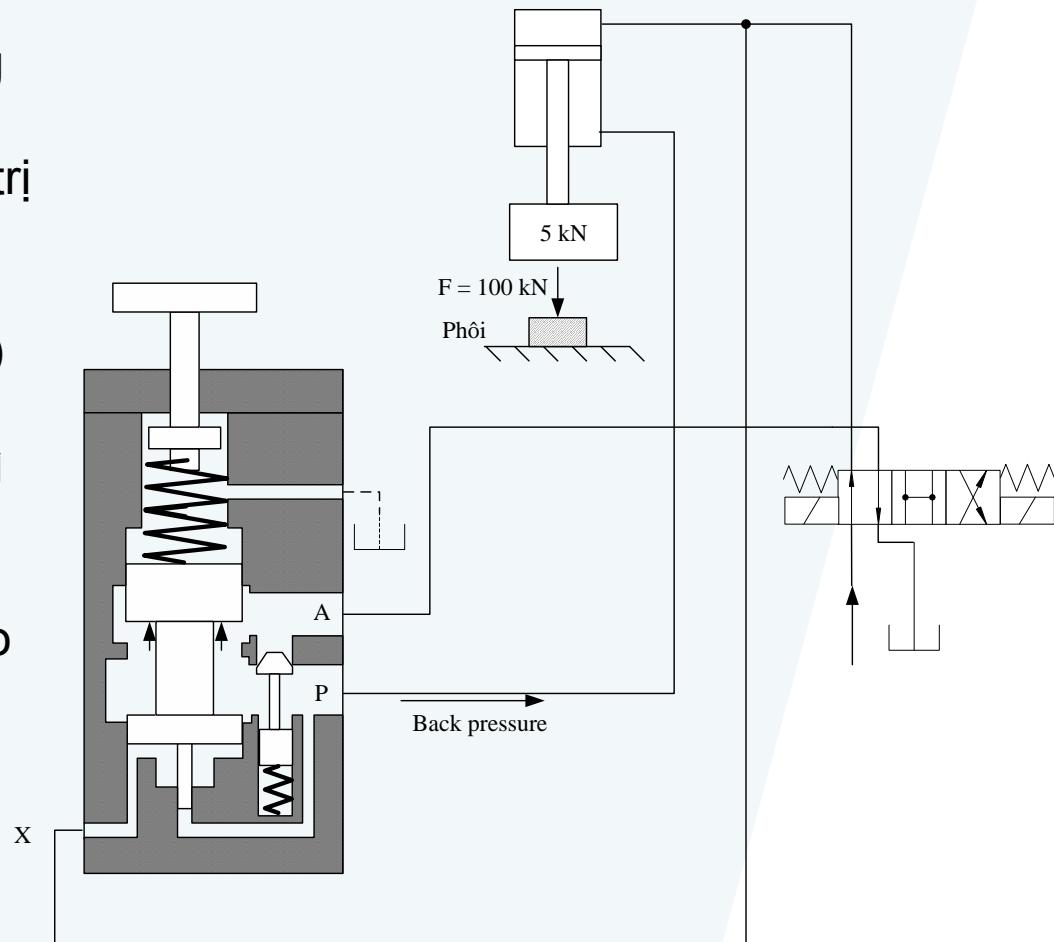


Một áp suất tương đối nhỏ tại cửa điều khiển X sẽ chuyển van về trạng thái mở, loại bỏ lực cản do lò xo của van tạo ra. Khi xy lanh rời tự do, áp suất tại đường điều khiển sẽ mất đi, van lại chuyển về trạng thái đóng.

Hình 3.27 Van overcenter

Overcenter valve (brake valve)

Xét ứng dụng trong ví dụ 3.2 nhưng trường hợp này dùng van overcenter. Van được cài đặt ở giá trị 23 bar để cân bằng với trọng lượng của khuôn. Tỉ lệ các tiết diện làm việc của xy lanh là 2:1. Hình 3.28 a) mô tả trạng thái khi xy lanh mang khuôn đi xuống (chưa ép chi tiết), vì áp suất tại buồng điều khiển X lúc này rất nhỏ nên van overcenter có vai trò như là van cân bằng. Van tạo ra áp suất cản là 23 bar để ngăn không cho xy lanh rơi tự do.



Hình 3.28a Máy ép dùng van overcenter

Overcenter valve (brake valve)

Khi xy lanh ép chi tiết thì áp suất tại buồng X tăng lên làm cho van trở về trạng thái mở hoàn toàn. Do đó loại bỏ áp suất cản ở giai đoạn đầu (hình 3.28 b)

Áp suất cần cung cấp cho xy lanh được tính như sau:

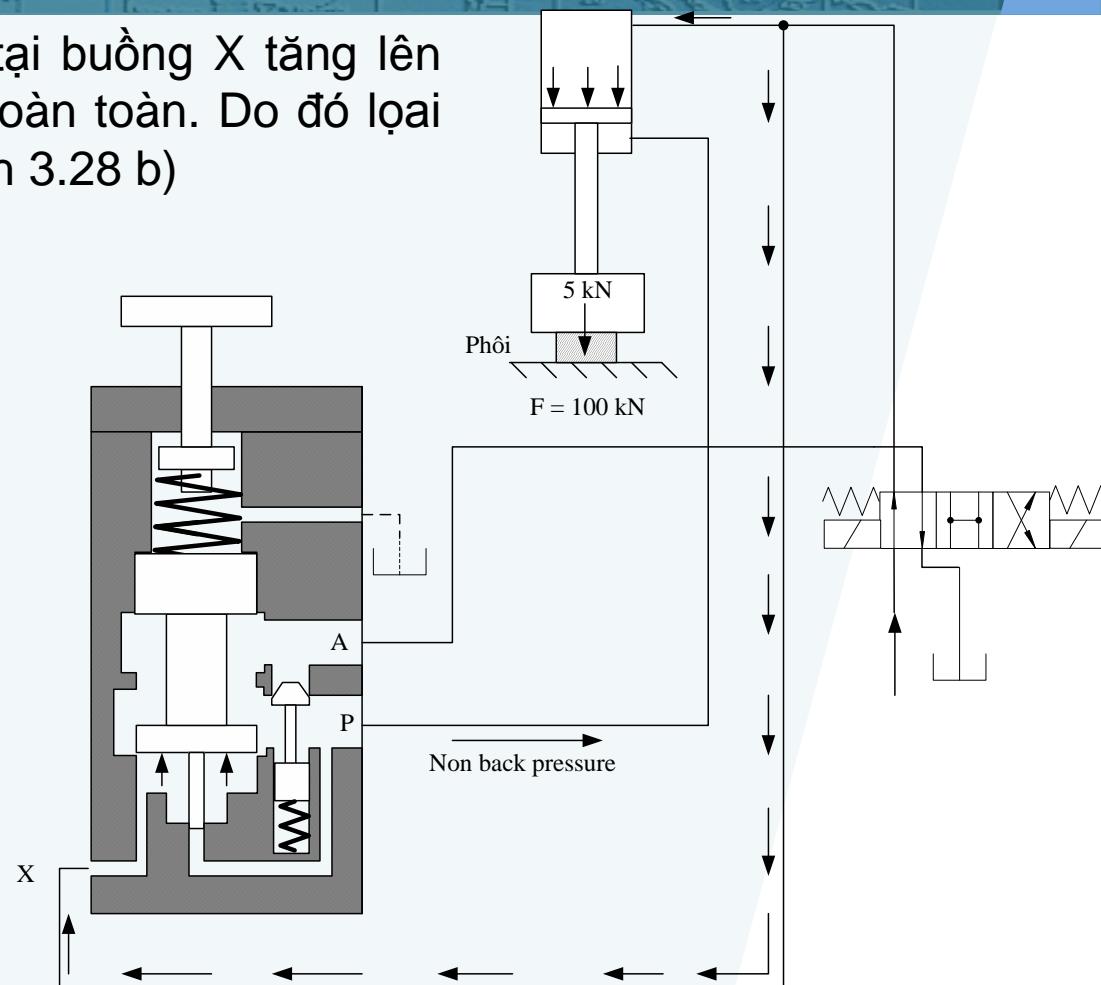
Áp suất cần tại buồng điều khiển X để mở van là: $23/2 = 11.5$ bar

Áp suất cần cung cấp cho xy lanh để đạt lực ép 100 kN là

$$\frac{(100 - 5)(10^3)(10^{-5})}{0.005} = 190 \text{ bar}$$

Vì giá trị này lớn hơn giá trị để mở van là 11.5 bar nên khi xy lanh ép chi tiết áp suất cản do lò xo tạo ra bị loại bỏ.

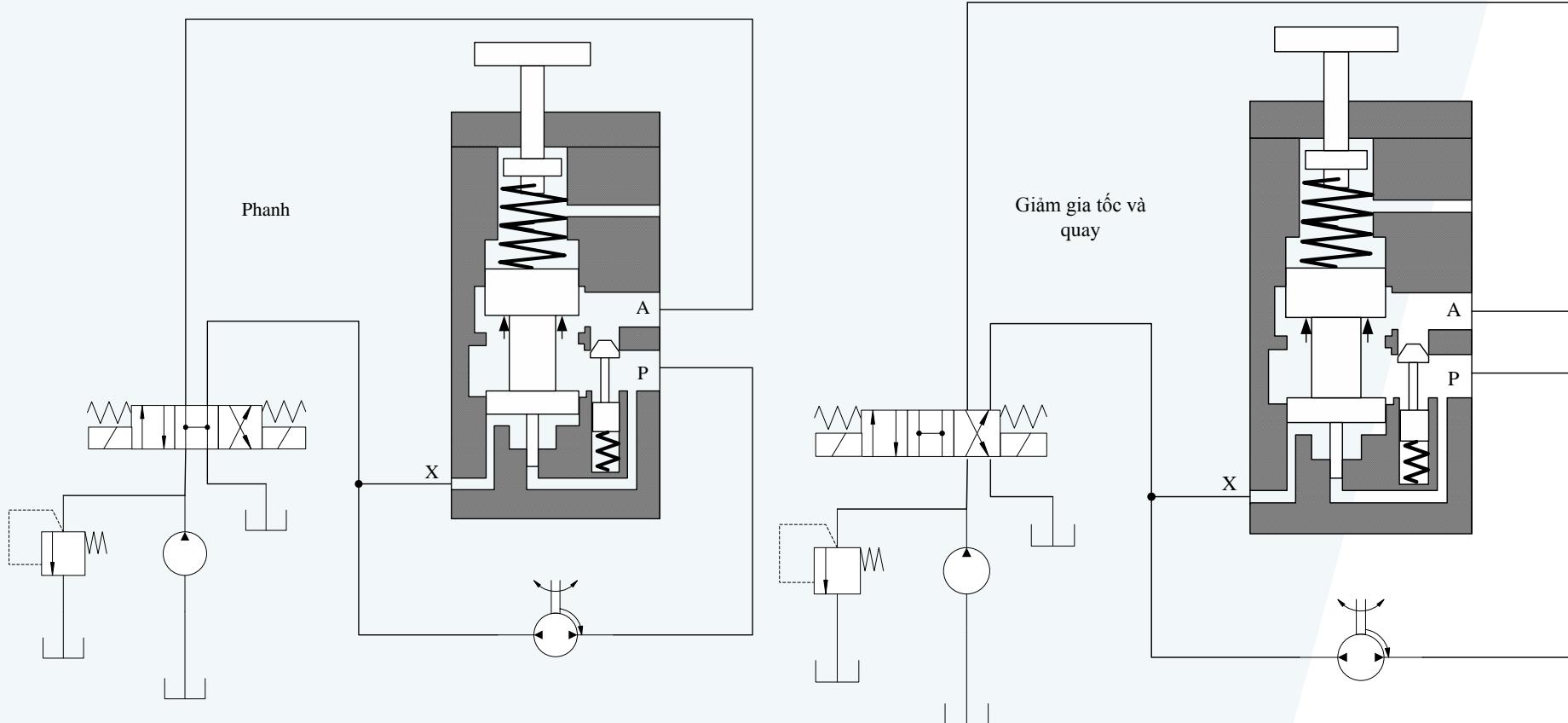
Nếu bơm có lưu lượng là 40 l/min thì năng lượng tiết kiệm được sẽ là:
 $(40 \times 23) / 600 = 1.53 \text{ kW}$



Hình 3.28b Máy ép dùng van overcenter

Overcenter valve (brake valve)

Van overcenter cũng được dùng nhiều trong các mạch điều khiển động cơ thủy lực như một van hãm (brake valve)



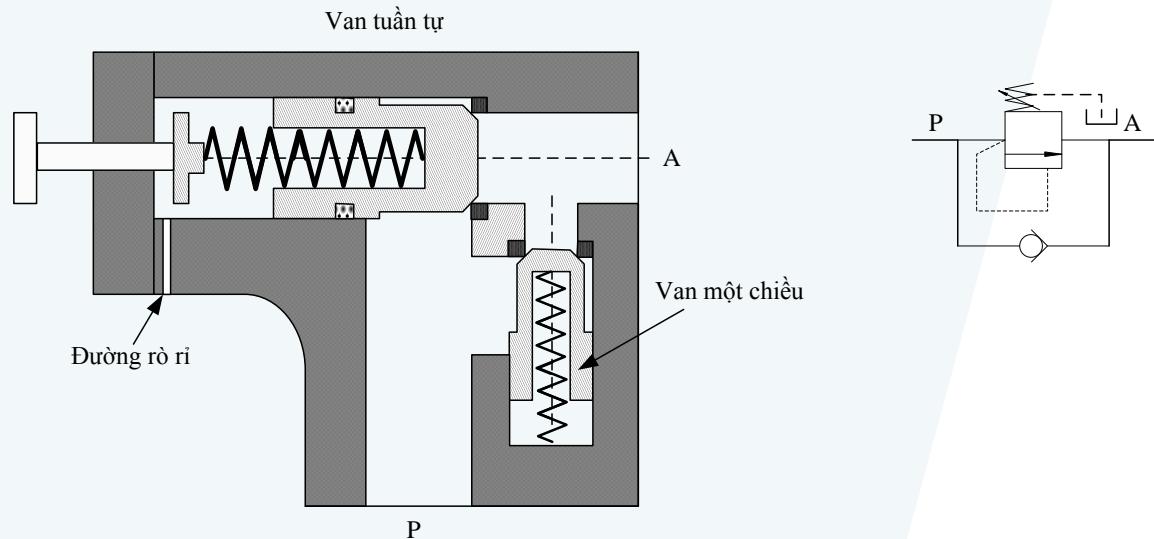
Giữ tải khi van phân phối trở về trạng thái nghỉ

Chống tải di chuyển tự do

Van tuần tự

Van tuần tự

Van tuần tự cảm nhận sự thay đổi của áp suất trong hệ thống và chuyển tín hiệu thủy lực khi áp suất trong hệ thống đạt tới giá trị đã cài đặt trước cho van.



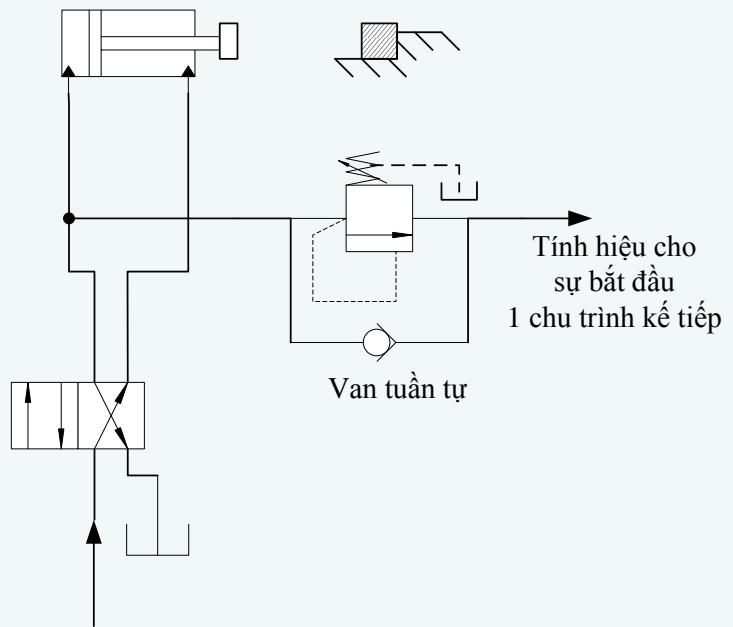
Hình 3.30 Van tuần tự

Van tuần tự có thể là thường đóng hoặc thường mở, nó sẽ chuyển đổi trạng thái khi áp suất của hệ thống đạt tới giá trị cài đặt. Nó có thể dùng để quyết định sự ưu tiên vận hành của một nhánh trong hệ thống trước một nhánh khác.

Một điều đặc biệt quan trọng là tất cả các loại van tuần tự có đường dầu rò rỉ riêng biệt được nối với buồng lò xo của van (hình 3.30). Sở dĩ như vậy là vì, không giống như van giới hạn áp suất, áp suất cao có thể xảy ra tại cửa ra của các cơ cấu chấp hành trong quá trình làm việc.

Van tuần tự

Van tuần tự thường đóng được trình bày trong hình 3.30. Van một chiều lắp bên trong van cho phép dầu đi tự do ở hướng ngược lại.



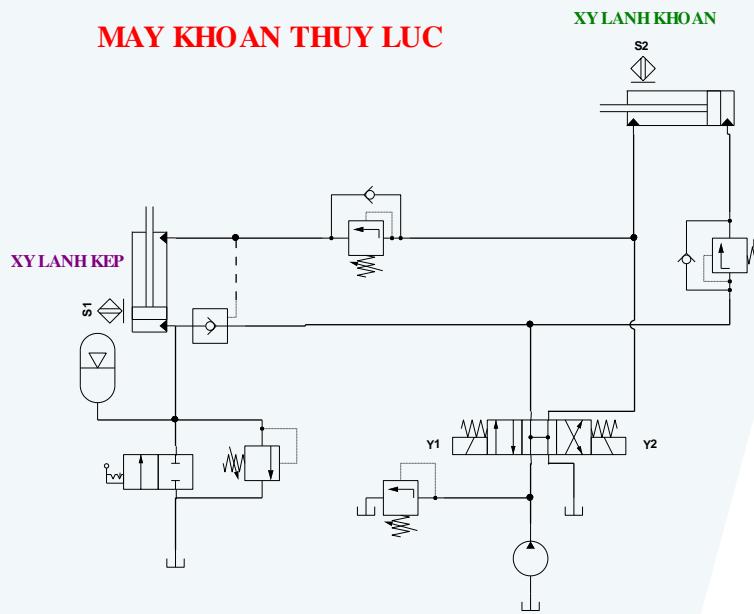
Hình 3.31 Mạch thủy lực dùng van tuần tự

Van tuần tự

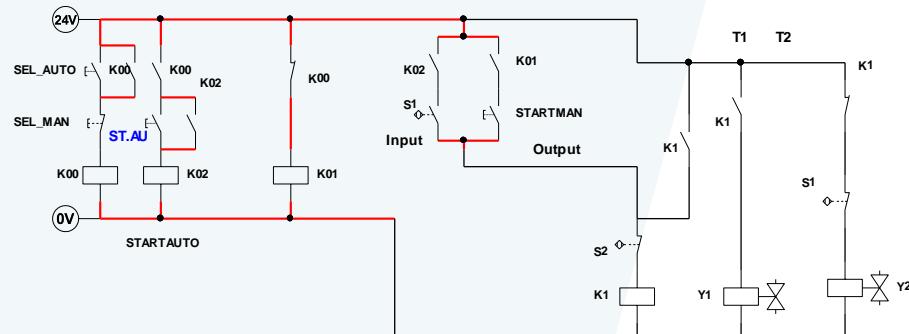
Một ứng dụng của van tuần tự được trình bày trong sơ đồ thủy lực của một máy khoan ở hình 3.33. Hệ thống gồm một xy lanh dùng để kẹp chặt chi tiết và một xy lanh truyền động cho đầu khoan. Chỉ khi chi tiết đã được kẹp chặt van tuần tự mới mở để cho đầu khoan đi ra.

Bình tích áp dùng để duy trì áp suất trong thời gian kẹp chi tiết cho suốt quá trình khoan. Hệ thống được điều khiển bằng một mạch điện dùng rơ-le. Hệ thống cũng có thể làm việc theo chế độ chạy từng chu kỳ hay chạy liên tục.

MẠY KHOAN THỦY LỰC

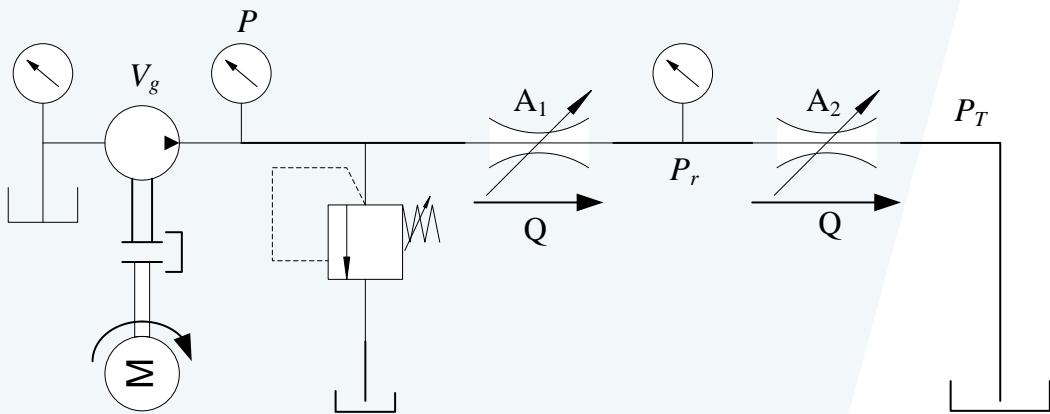


MẠCH ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN



Van giảm áp (reducing valve)

Trong một vài hệ thống thủy lực có sự hiện diện của một số nhánh mà ở đó áp suất làm việc nhỏ hơn so với hệ thống chính. Van giảm áp suất được dùng để thực hiện mục đích này. Không giống như các loại van điều khiển áp suất đã được trình bày là loại van thường đóng, van giảm áp là van thường mở.

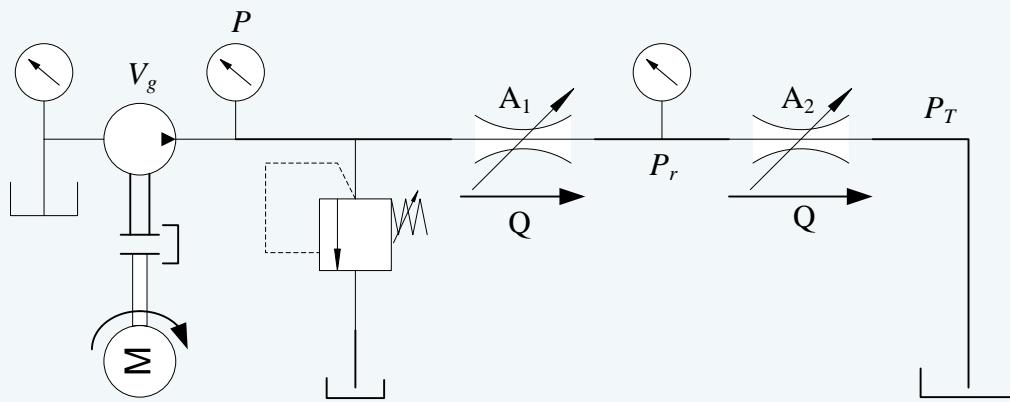


Hình 3.34 Nguyên lý giảm áp suất

Hai tiết diện nhỏ được dùng để nối đường áp suất thấp với đường áp suất cao và đường dầu xả. Áp suất thấp, P_r , được tăng nếu tăng tiết diện A_1 , hoặc giảm tiết diện A_2 , và ngược lại.

Van giảm áp (reducing valve)

Mối quan hệ giữa áp suất vào và áp suất ra được biểu diễn như sau:



$$Q = C_d A_1 \sqrt{2(P - P_r)/\rho} = C_d A_2 \sqrt{2(P_r - P_T)/\rho}$$

$$P_r = \frac{A_1^2 P + A_2^2 P_T}{A_1^2 + A_2^2}$$

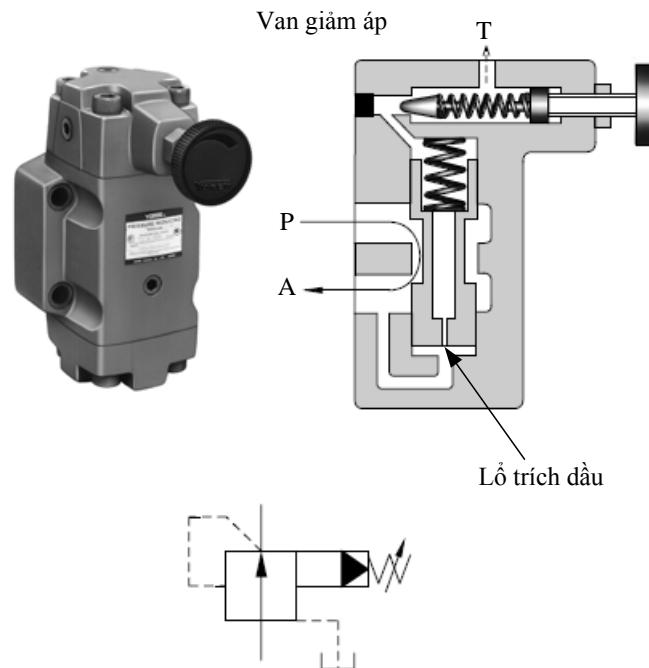
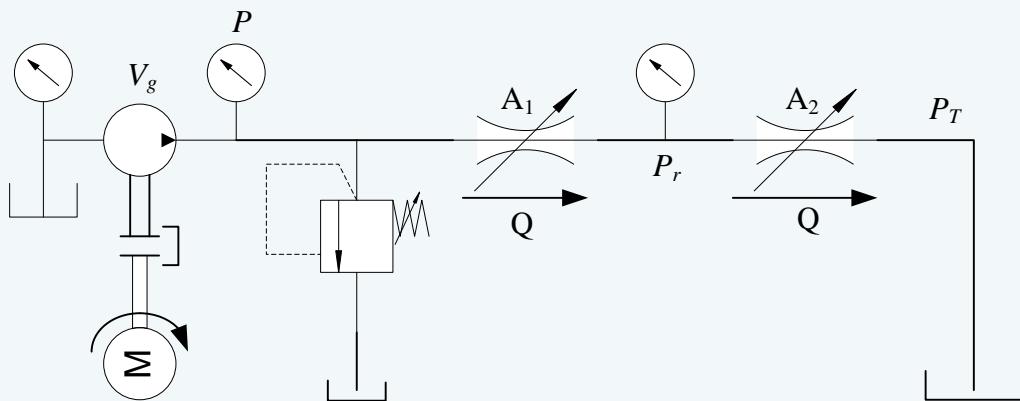
Như vậy, nếu áp suất P_T nhỏ hơn giá trị P thì áp suất P_r luôn thấp hơn P . Giả sử rằng áp suất $P_T = 0$, khi đó áp suất cần giảm P_r là

$$P_r = \frac{A_1^2}{A_1^2 + A_2^2} P$$

Áp suất P_r có thể được điều chỉnh theo độ lớn của các diện tích A_1 và A_2 . Khi van đầu tiên đóng, $A_1 = 0$, và van hai mở, $A_2 > 0$, thì áp suất $P_r = P_T$. Nếu $A_2 = 0$ và $A_1 > 0$ thì $P_r = P$.

Van giảm áp (reducing valve)

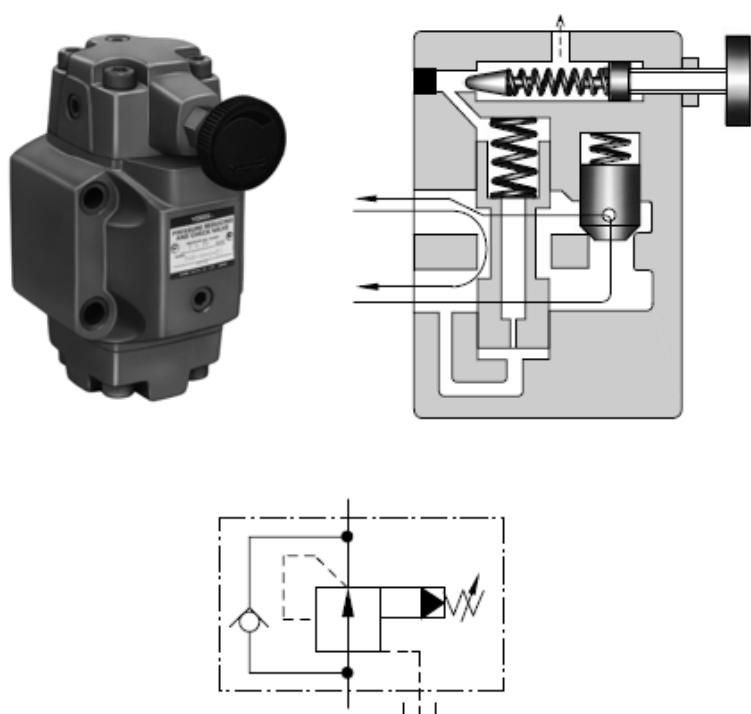
Áp suất đầu ra cần có (nhánh thứ cấp) được cài đặt bằng van giới hạn áp suất trên van. Dưới sự tác động của áp suất tại cửa P của van, con trượt mở rộng cho dầu đi từ cửa P sang cửa A.



Hình 3.35 Van giảm áp

Van giảm áp (reducing valve)

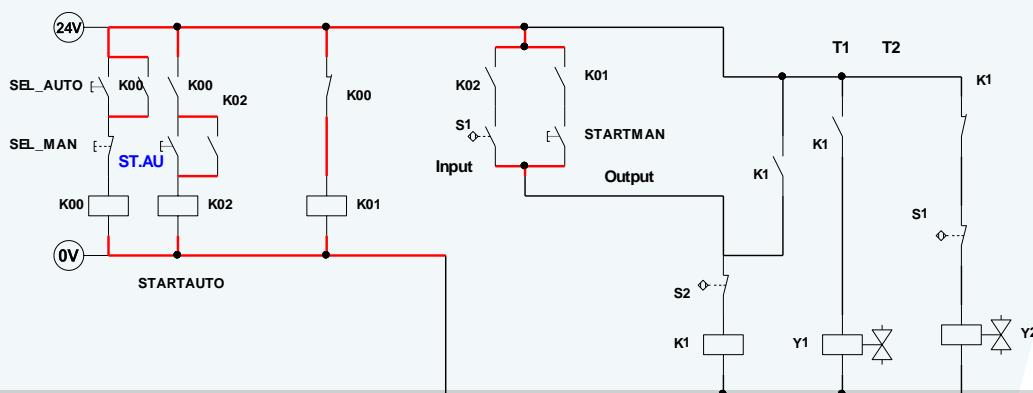
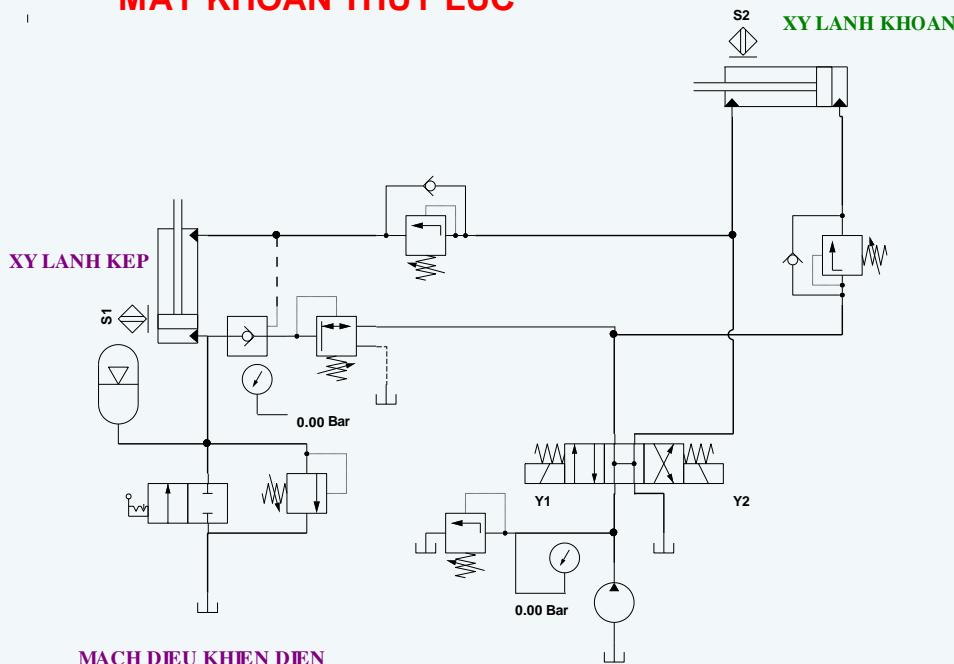
Lưu lượng chỉ có thể đi được qua theo hướng ngược lại khi áp suất ở mạch thứ cấp nhỏ hơn giá trị của van giới hạn áp suất. Nếu áp suất này lớn hơn giá trị của van thì con trượt đóng và không cho lưu lượng qua. Vì vậy, van giảm áp thường được lắp thêm van một chiều để cho phép dầu đi tự do theo hướng ngược lại. Sự kết hợp này được trình bày ở hình 3.36.



Hình 3.36 Van giảm áp với van một chiều

Van giảm áp (reducing valve)

MAY KHOAN THUY LUC





Thank You !

www.themegallery.com