

درس طراحی سیستم های هیدرولیک و نئوماتیک



جلسه هشتم

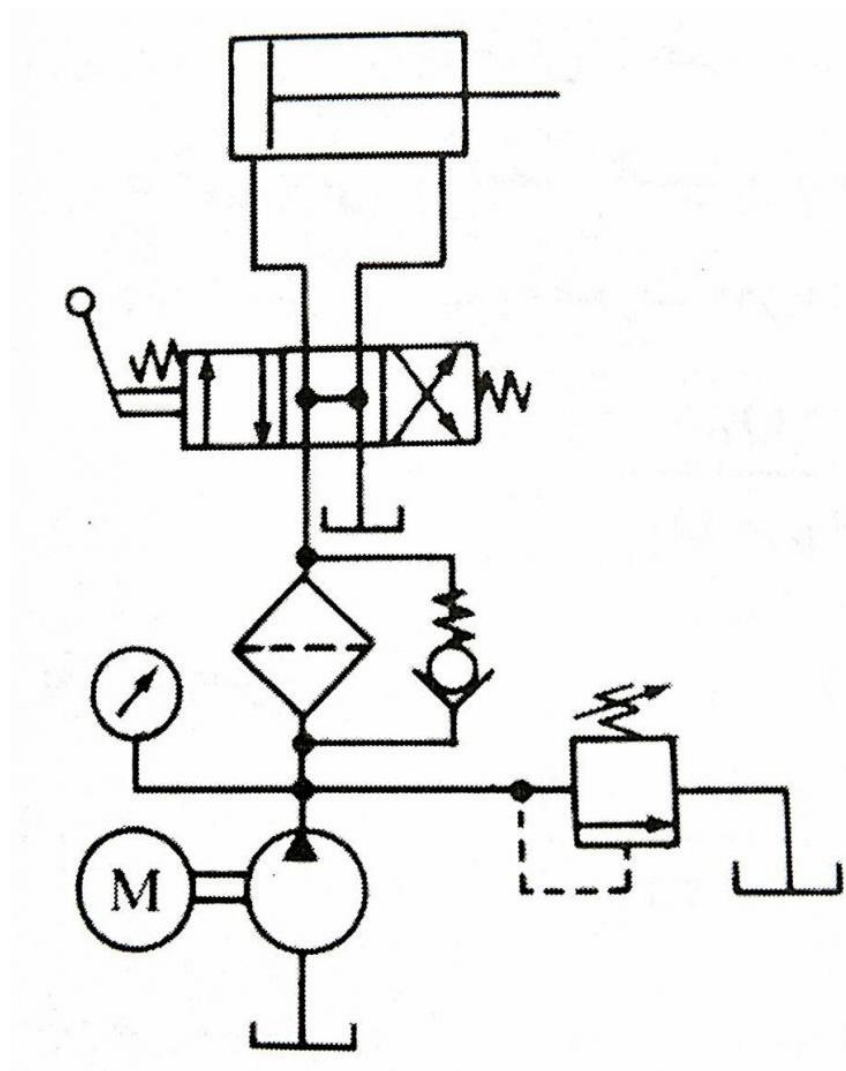
سیستم های مدار باز هیدرولیک (مورد اشاره در این درس) به روش های مختلفی می توانند طراحی شوند که عبارتند از:

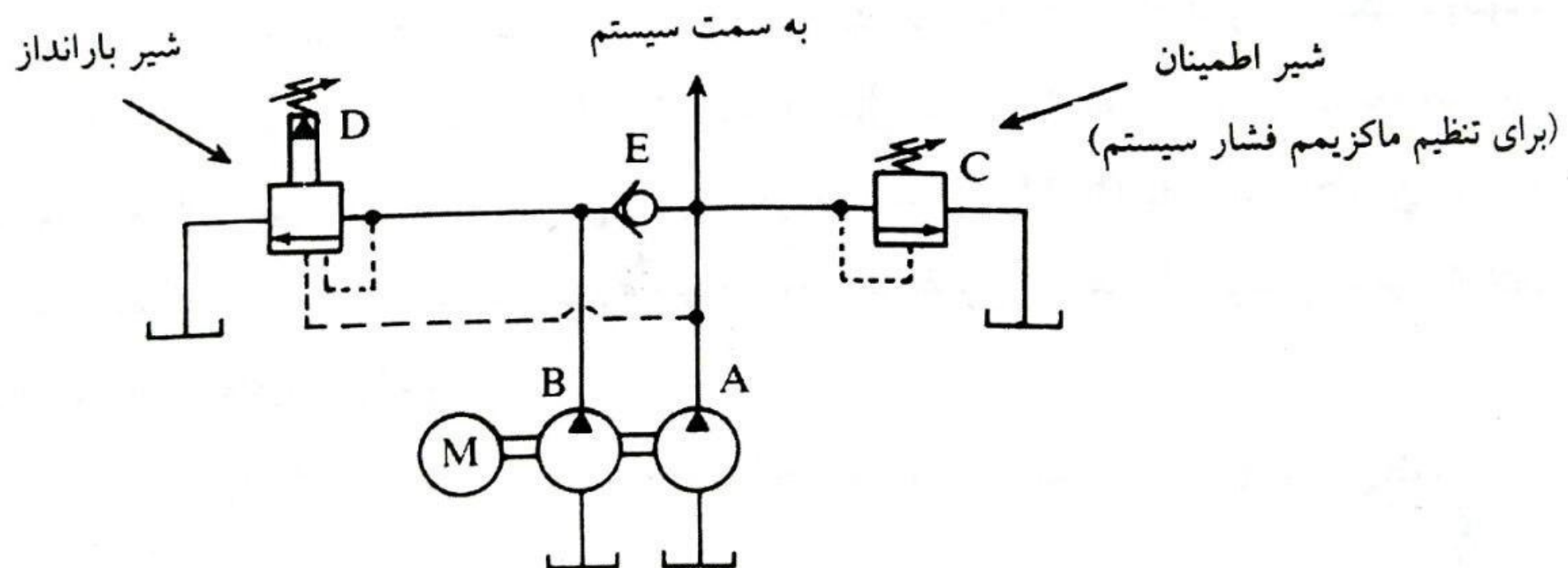
- تک پمپی دبی ثابت
- تک پمپی دبی ثابت به همراه آکومولاتور
- چند پمپی (برای مدارهایی که در شرایط مختلف به مقادیر مختلفی از فشار و جریان نیاز دارند).
- با پمپ دبی متغیر

مدارهای هیدرولیکی ساده دارای پمپ با دبی ثابت هستند که توسط موتور الکتریکی (با سرعت ثابت) رانده می شود. جریان مازاد بر نیاز مدار (در زمان روشن بودن پمپ) توسط شیر تخلیه می گردد که باعث اتلاف توان، ایجاد حرارت و در نتیجه افزایش دما می گردد.

این مدار تک پمپی در موارد زیر مناسب استفاده است:

- همواره جریان کامل پمپ مورد نیاز باشد.
- زمانی که بتوان دبی که مورد نیاز نمی باشد را بدون فشار به مخزن تخلیه نمود.
- افت توان در شیر کم و گرمای تولید شده سریعاً از مدار خارج گردد.
- در مورد عدم نیاز به دبی، بتوان پمپ را خاموش نمود.





مثال ۱: مدار تک پمپی و دو پمپی

در یک پرس برای باز و بسته کردن سریع قالب، دبی ۲۰۰ لیتر بر دقیقه در فشار ۳۰ بار و برای فرم دادن نهایی فشار ۴۰۰ بار و دبی ۱۲ لیتر بر دقیقه مورد نیاز است.

مطلوب است محاسبه دبی پمپ و حداکثر توان تئوریک مورد نیاز در مدار دو پمپی و تک پمپی.

حل مثال ۱:

در مدار دو پمپی - توان تئوریک لازم برای باز و بسته کردن قالب عبارتند از:

$$POWER = \frac{P.Q}{600} = \frac{30 \times 200}{600} = 10 \text{ KW}$$

توان تئوریک لازم برای فرم دادن نهائی عبارتند از:

$$POWER = \frac{P.Q}{600} = \frac{400 \times 12}{600} = 8 \text{ KW}$$

لذا حداکثر توان ۱۰ کیلووات مورد نیاز است. دبی خروجی پمپ ها عبارتند از:

۱۲ لیتر بر دقیقه = پمپ دبی کم

۱۸۸ لیتر بر دقیقه = ۲۰۰ - ۱۲ = پمپ دبی بالا

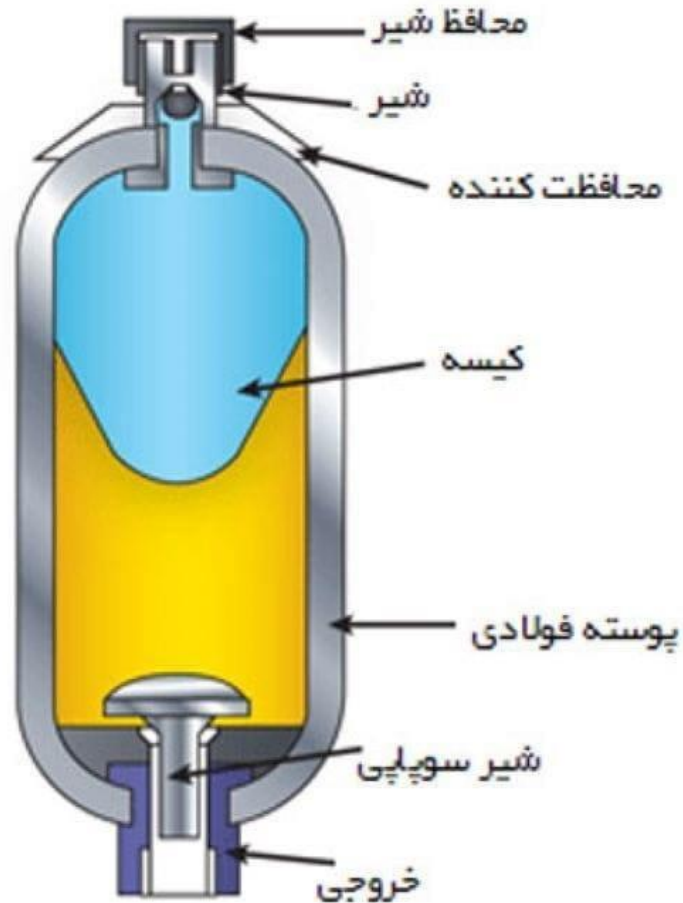
در مدار تک پمپی -

در صورتیکه از تک پمپ دبی ثابت ۲۰۰ لیتر بر دقیقه و فشار ۴۰۰ بار استفاده شود، حداکثر توان مورد نیاز عبارت است از:

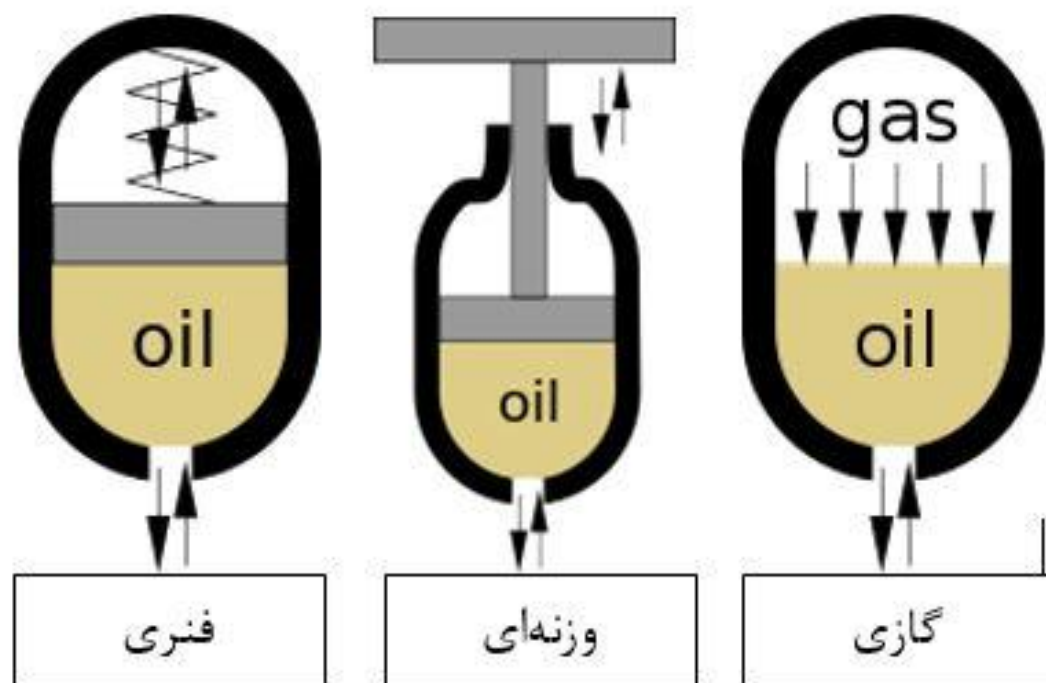
$$POWER = \frac{P.Q}{600} = \frac{400 \times 200}{600} = 133.3 \text{ KW}$$

استفاده از آکومولاتور (در مدار پمپ دبی ثابت):

آکومولاتور (انباره) برای ذخیره انرژی هیدرولیک بکار می رود و قادر است در مدت زمان کوتاه، دبی زیادی تحویل دهد.

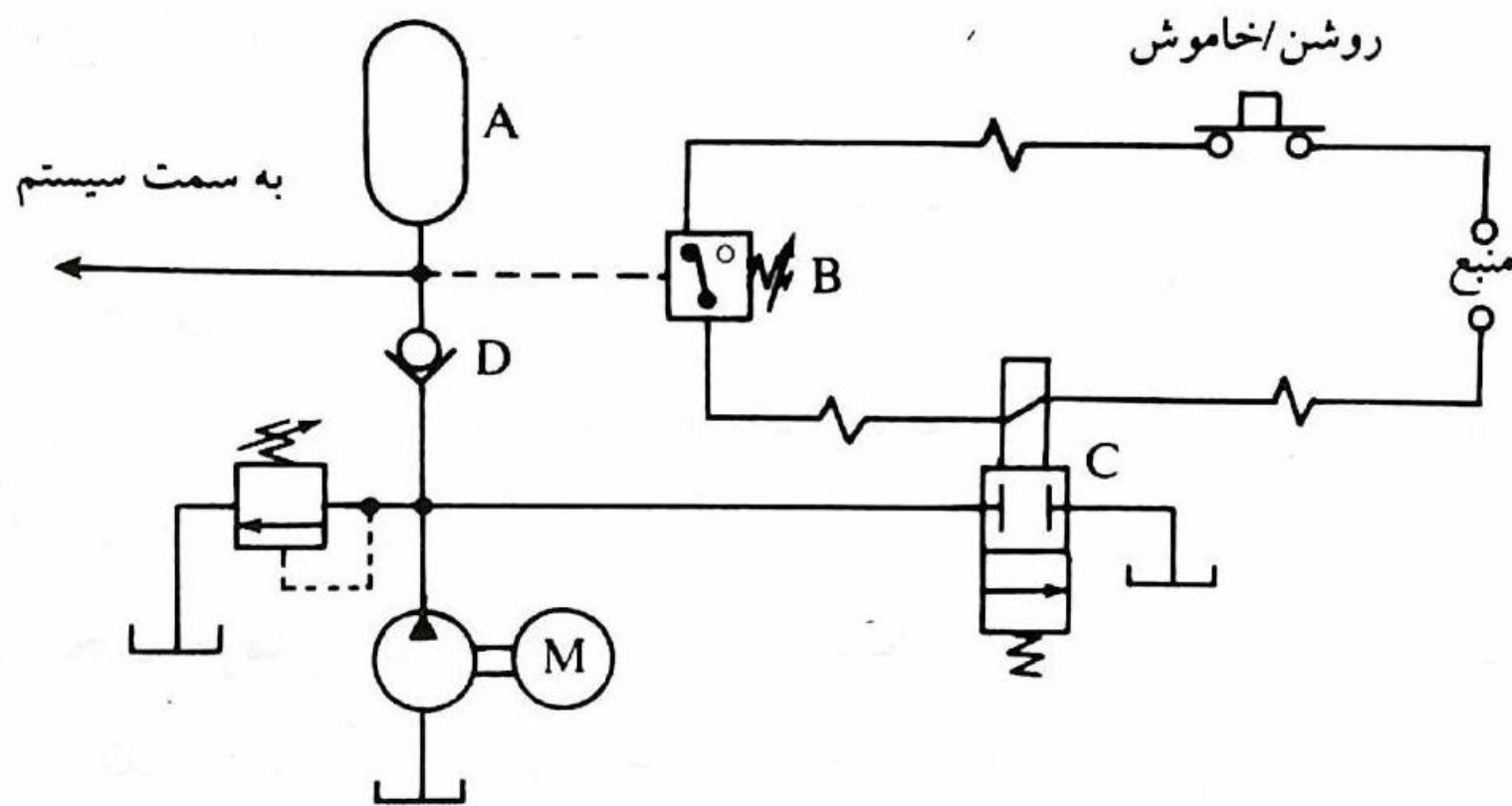


آکومولاتور (نوع با کیسه) معمولاً از محفظه فولادی تشکیل شده که درون آن یک کیسه پلاستیکی محتوی گاز نیتروژن (ازت) قرار دارد. با پمپاژ روغن به داخل محفظه فولادی، کیسه نیتروژن فشرده شده و ذخیره سازی سیال، تحت فشار کیسه نیتروژن صورت می گیرد. این مقدار روغن (تحت فشار)، در زمان نیاز استفاده می گردد.



مدار شامل آکومولاتور

مدار زیر برای شارژ آکومولاتور تا حداکثر فشار سیستم و ایجاد حجم مطلوب سیال در آن و همچنین بی بار کردن پمپ هنگام رسیدن فشار آکومولاتور به حد مطلوب (توسط سوئیچ تابع فشار) بکار می رود.



محاسبات آکومولاتور

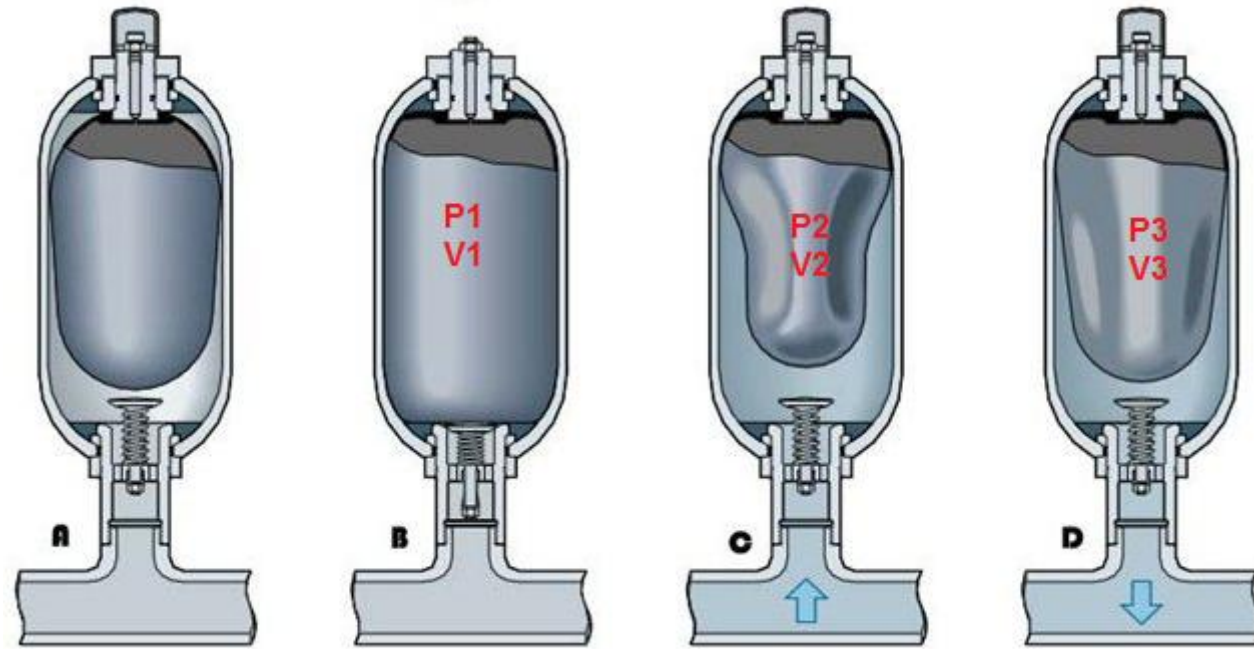
آکومولاتورها با تعیین اندازه اسمی انتخاب می شوند.
برای آکومولاتورهای کیسه ای اندازه های اسمی موجود عبارتند از: ۱، ۲/۵، ۴، ۱۰، ۲۰، ۳۲، ۵۰ لیتری.

برای انتخاب اندازه آکومولاتور برای یک سیستم هیدرولیک مراحل زیر طی می گردد.

الف) میانگین دبی مورد نیاز سیستم از نمودار (دبی - زمان) سیستم تعیین می گردد. سپس اولین پمپ استاندارد با دبی اسمی بیشتر از مقدار میانگین انتخاب می گردد.

ب) فشارهای (مطلق) زیر تعیین می گردد:

- فشار شارژ اولیه آکومولاتور
 - حداکثر فشار سیستم که در آن اجزا مدار بطور مطمئن عمل می کنند.
 - فشار کاری سیستم که حین دشارژ آکومولاتور، فشار کمتر از آن نشود.
- در حالت شارژ اولیه باید مقداری روغن در کپسول فلزی موجود باشد تا کیسه لاستیکی محافظت شود، لذا فشار اولیه حدود ۹۰٪ فشار کاری سیستم حین دشارژ آکومولاتور در نظر گرفته می شود.



ج) تفاوت حجم روغن بین مراحل شارژ و دشارژ تعیین می گردد. $V_3 - V_2$
 برای تعیین این مقدار، ابتدا باید منحنی تغییرات حجم روغن در آکومولاتور بر حسب زمان ترسیم شود (یا در جدولی محاسبه گردد) و سپس با استفاده از آن، حداکثر حجم روغنی که باید بین دو زمان متوالی در آکومولاتور ذخیره شود، تعیین گردد.

د) تعیین اندازه اسمی (حجم V_1) آکومولاتور
 تراکم در کیسه آکومولاتور دما ثابت است. (به دلیل آهسته بودن فرآیند)
 $P_1.V_1 = P_2.V_2$
 $P_2.V_2^\gamma = P_3.V_3^\gamma$
 ولی تخلیه کیسه با سرعت انجام میگیرد و در شرایط آدیاباتیک با ضریب حدود ۱.۴ برای گاما است.
 با معلوم بودن هر سه فشار از مرحله ب) و تفاضل حجم ها از مرحله ج) حجم V_1 از معادله زیر به دست می آید.
 (با استفاده از دو معادله بالا دو حجم دیگر می تواند محاسبه گردد).

$$V_1 = \frac{(V_3 - V_2) \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right)}{\left(\frac{P_2}{P_3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} - 1}$$

مثال ۲ مازاد: محاسبه حجم آکومولاتور

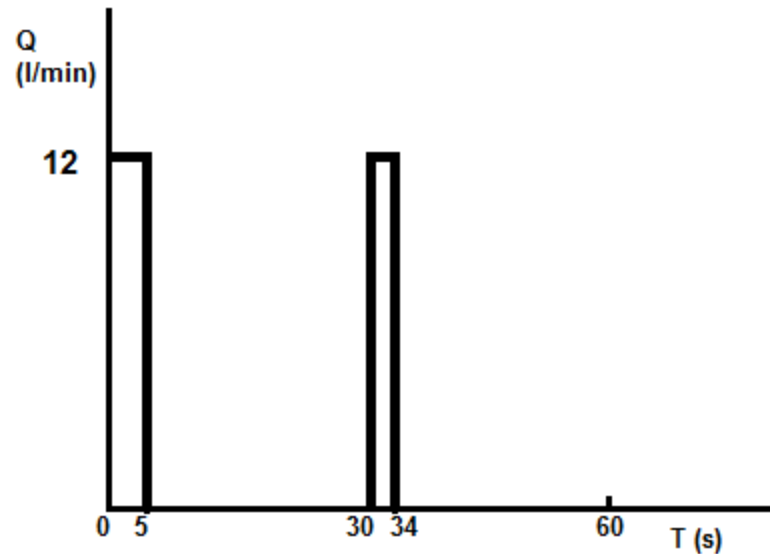
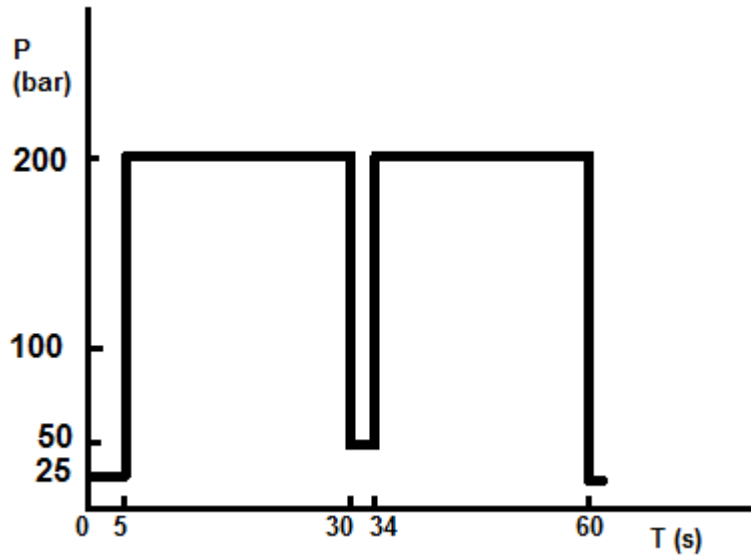
حجم آکومولاتور مورد نیاز برای سیکل کاری مقابل را محاسبه نمایید.

حل:

الف) دبی میانگین برابر است با:

$$Q_{av} = \frac{(12 \times 5) + (12 \times 4)}{60} = 1.8 (\text{lit/min}) = 0.03 (\text{lit/sec})$$

حال باید اولین پمپ استاندارد با دبی اسمی بیشتر از مقدار بدست آمده انتخاب گردد. در اینجا فرض می شود پمپ با همین دبی موجود است و نشتی نیز صفر است.



ادامه حل مثال ۲: محاسبه حجم آکومولاتور

ب) در اینجا فرض می شود فشارهای زیر عبارتند از:

- حداکثر فشار سیستم که در آن اجزا مدار بطور مطمئن عمل می کنند. $P_2 = 250 \text{ bar}$
- فشار کاری سیستم که حین دشارژ آکومولاتور، فشار کمتر از آن نشود. $P_3 = 200 \text{ bar}$
- و فشار شارژ اولیه آکومولاتور برابر می شود با : $P_1 = 0.9P_3 = 180 \text{ bar}$

ج) برای این کار باید تغییرات حجم روغن در آکومولاتور محاسبه شود. طبق جدول زیر برای حداکثر حجم ذخیره شده داریم: $V_3 - V_2 = 0.85 \text{ lit}$

فاصله زمانی (sec)	دبی خروجی پمپ $Q_{av}(\text{lit/sec})$	دبی مصرفی سیستم با توجه به نمودار (lit/sec)	دبی ارسالی به آکومولاتور (+) یا دبی خروجی از آکومولاتور (-) (lit/sec)	حجم روغن ارسالی به آکومولاتور (+) یا حجم روغن خروجی از آکومولاتور (-) (lit)
0 - 5	0.03	$12/60 = 0.2$	$0.03 - 0.2 = -0.17$	$(-0.17).(5-0) = -0.85$
5 - 30	0.03	0	$0.03 - 0 = 0.03$	$(0.03).(30-5) = +0.75$
30 - 34	0.03	$12/60 = 0.2$	$0.03 - 0.2 = -0.17$	$(-0.17).(34-30) = -0.68$
34 - 60	0.03	0	$0.03 - 0 = 0.03$	$(0.03).(60-34) = +0.78$
				$\sum V_i = 0$

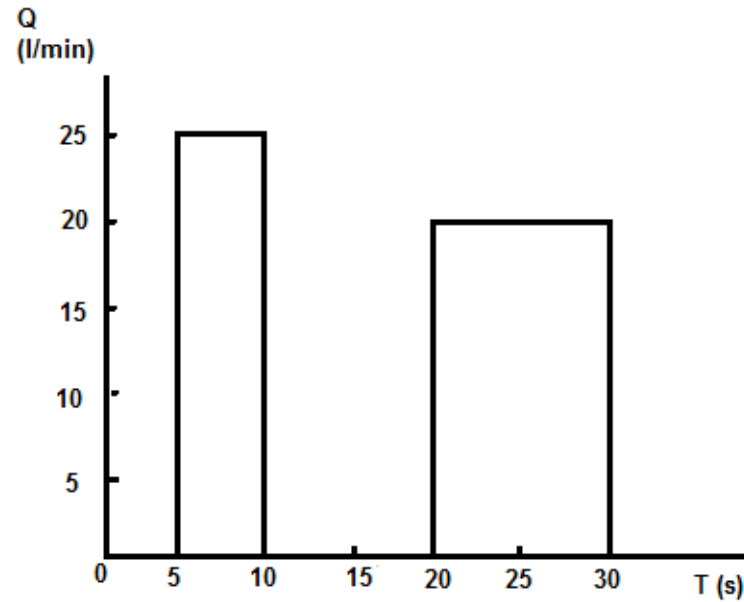
ادامه حل مثال ۲: محاسبه حجم آکومولاتور

د) برای تعیین اندازه آکومولاتور مطابق فرمول داریم:

$$V_1 = \frac{(V_3 - V_2) \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right)}{\left(\frac{P_2}{P_3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} - 1} = \frac{(0.85) \cdot \left(\frac{250}{180}\right)}{\left(\frac{250}{200}\right)^{\frac{1}{1.4}} - 1} = \frac{(0.85) \cdot (1.388)}{(1.25)^{0.714} - 1} = \frac{1.180}{0.173} = 6.82 \text{ lit}$$

از بین آکومولاتورهای موجود استاندارد، اولین آکومولاتور با حجم بیشتر از مقدار به دست آمده، اکومولاتور با حجم ۱۰ لیتر است.

پروژه:



منحنی جریان و فشار یک سیستم هیدرولیکی طی حرکت رفت در شکل نشان داده شده است.

کل زمان سیکل ۳۰ ثانیه است. مدار تغذیه مناسب این سیستم را به دو روش از چهار روش مورد اشاره از صفحه اول این درس طراحی نمایید.
از افت فشار اجزای مدار صرف نظر کنید. دور موتور الکتریکی ۱۴۴۰ دور بر دقیقه است.

