آکومولاتور روغن
Oil Accumulator

ما تجربیات و دانش هیدرولیک خود را با شما به اشتراک میگذاریم

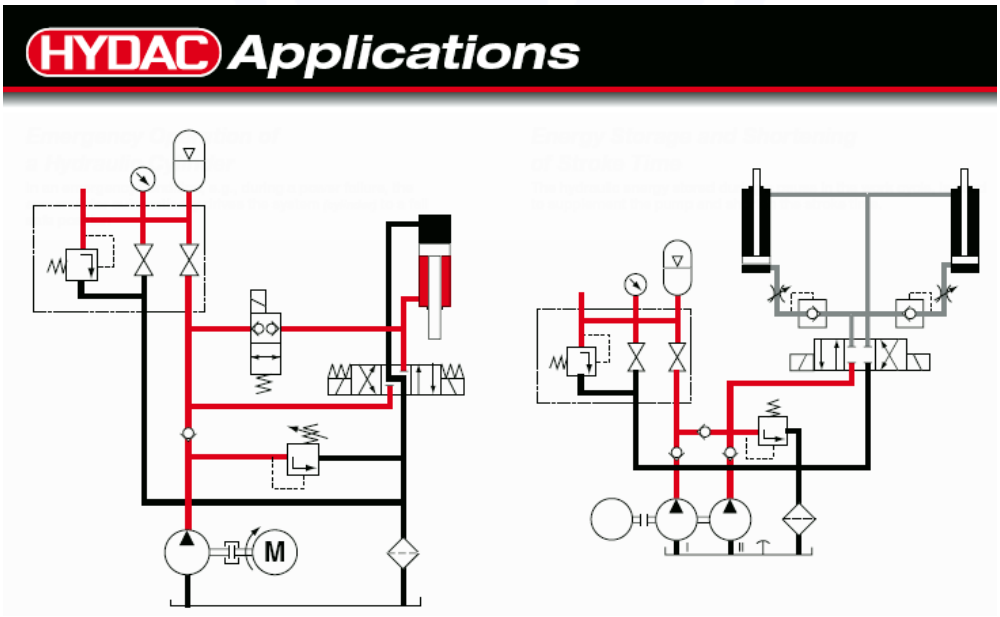
(کلیه حقوق این اثر برای شرکت بنیان تدبیر پارس محفوظ میباشد)
استفاده آموزشی از این اثر برای مدرسین و کاربران هیدرولیک مجاز میباشد

تلفن : ۸-۵۵۲۷۸۱۱۷(۰۲۱)	فکس : ۵۵۲۷۷۹۶۱(۰۲۱)	ایمیل : info@btpco.com

این مجموعه برای آشنائی اولیه کاربران هیدرولیک با انواع آکومولاتور روغن تهیه شده، لذا کلیه بخشهای محاسباتی آن حذف شده است. برای انتخاب دقیق آکومولاتور لازم است ابتدا با توجه به مراجع مربوطه، محاسبات دقیقی بعمل آید و سپس آکومولاتور مورد نظر از کاتالوگ سازنده انتخاب گردد.

یکی از مراجع مفید برای فراگیری نحوه محاسبه و انتخاب انواع آکومولاتورها، کتاب طراحی سیستمهای هیدرولیک رکسروت است (Planning and Design of Hydraulic Power Systems). همچنین نرم افزار انتخاب آکومولاتور پارکر با عنوان Accumulator Sizing and Selection Software مجموعه ای بسیار مفید میباشد.

اطلاعات آموزشی برندهای معتبر سازنده آکومولاتور مانند HYDAC یکی از بهترین منابع آموزشی برای طراحی و انتخاب صحیح آکومولاتور است.



آکومولاتور در سیستم هیدرولیک وسیله ذخیره انرژی میباشد. عملکرد آن مشابه عملکرد باتریهای قابل شارژ در سیستمهای الکتریکی است. یعنی همانطور که باتری ابتدا با اتصال به منبع ولتاژ شارژ میشود و سپس در زمان مورد نیاز جریان الکتریکی را درمدار برقرار میسازد، مهمترین کاربرد آکومولاتور نیز در سیستمهای هیدرولیک، تامین جریان روغن تحت فشار مشخص میباشد.

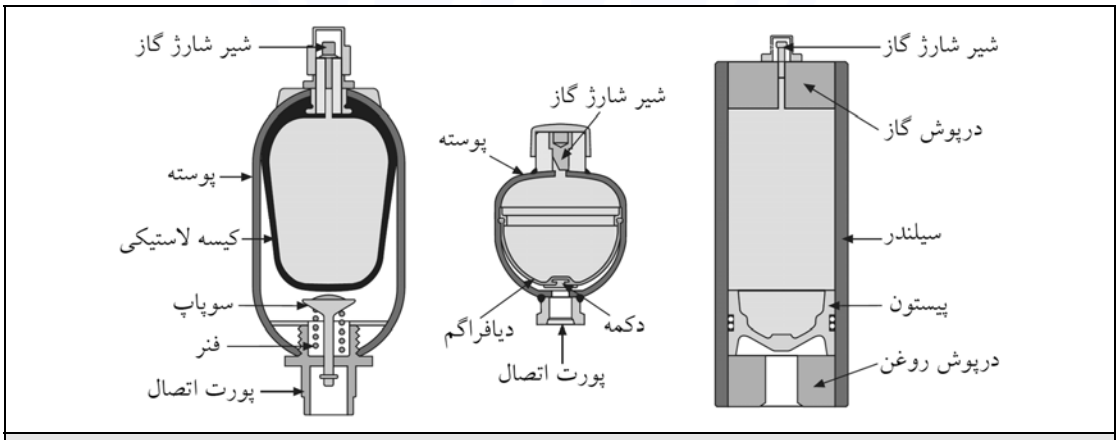
متداولترین نوع آکومولاتور در هیدرولیک، نوع هیدروپنوماتیک یا گازی است. در این نوع آکومولاتور با ورود روغن به مخزن آکومولاتور، بواسطه تراکم پذیری گازها انرژی پتانسیل ذخیره میشود، سپس با کاهش فشار سیستم، گاز فشرده شده موجب راندن روغن به بیرون از مخزن آکومولاتور میگردد. گاز مورد استفاده در آکومولاتور هیدروپنوماتیک معمولا یک گاز خنثی میباشد و رفتار آن طبق قانون بویل ماریوت است، یعنی در دمای ثابت، فشار گاز با نسبت عکس حجم تغییر مینماید.

درآکومولاتورهای گازی دو منطقه مجزای گاز و روغن وجود دارد که توسط یک واسطه از هم جدا میشوند. این واسطه معمولا به سه صورت کیسه لاستیکی، پیستون فلزی و دیافراگم لاستیکی میباشد.

انواع آکومولاتور

آکومولاتورها از لحاظ ساختمان در سه گروه اصلی زیر طبقه بندی میشوند:

- پیستونی
- دیافراگمی
- کیسه ای



شکل ۱ – بخشهای مختلف انواع آکومولاتور

آکومولاتور پیستونی

اجزاء اصلی آکومولاتور پیستونی شامل سیلندر، پیستون شناور و رینگ آببند میباشد. پیستون به عنوان واسطه بین گاز و روغن عمل مینماید. مهمترین عیب این نوع آکومولاتور هزینه بالای ساخت و محدودیت ابعاد میباشد. در سیستمهای هیدرولیک با فشار کاری پائین، اصطکاک رینگ آببند با دیواره سیلندر مانع عملکرد مناسب آن میشود. همچنین بواسطه امکان نشتی از قسمت آببند، به صورت دوره ای نیاز به شارژ مجدد خواهد داشت. در صورت بالا بودن اصطکاک آببند و اینرسی پیستون فلزی، معمولا این نوع آکومولاتور به عنوان میرا کننده نوسان و ضربات شوک استفاده نمی شود. البته این موضوع در مورد سیستمهای معمولی که نیاز به پاسخ سیستم بالائی ندارند صدق نمی نماید. در حالی که در سیستمهای سروو هیدرولیک که نیاز به سرعت پاسخ بیش از 25ms باشد، استفاده از آکومولاتور پیستونی مناسب نخواهد بود. مهمترین مزیت این نوع آکومولاتور عملکرد آن در دماهای بسیار بالا و بسیار پائین میباشد.

آکومولاتور دیافراگمی

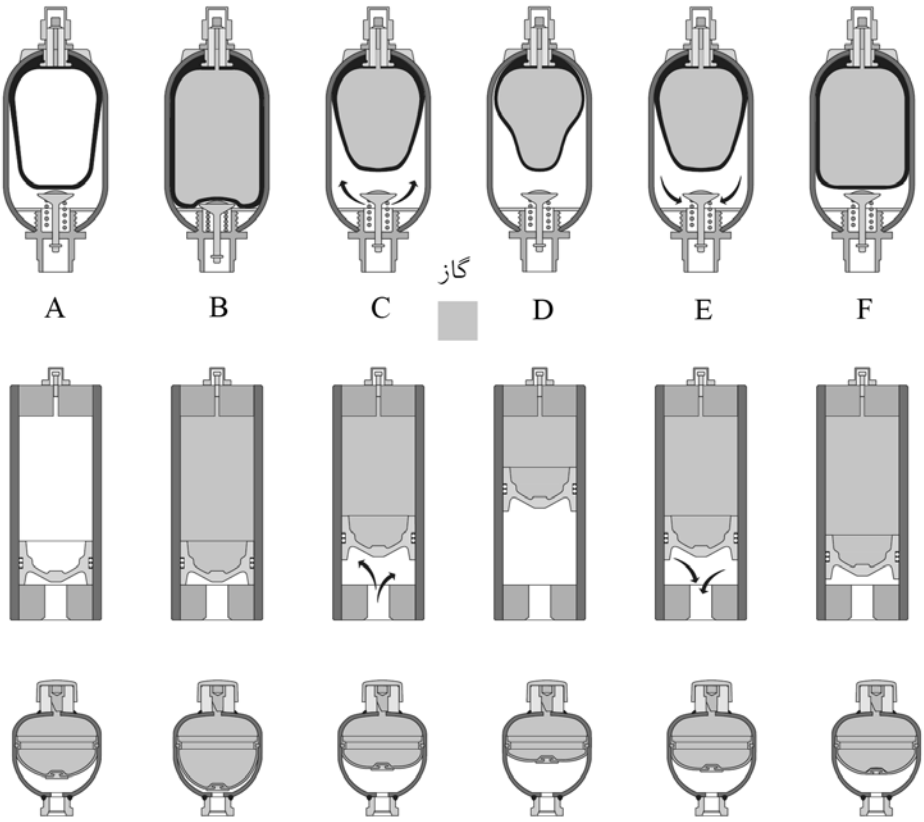
در این نوع آکومولاتور واسطه روغن وگاز یک دیافراگم الاستیک است. هنگامی که بواسطه فشار گاز، دیافراگم کاملا منبسط شود دکمه انتهائی آن مانع خروج دیافراگم لاستیکی از پورت روغن میشود. با افزایش فشار در ورودی روغن و ورود آن به مخزن آکومولاتور، دیافراگم تغییر شکل داده و بالا میرود. افزایش فشار روغن باعث افزایش فشار گاز و در نتیجه کاهش حجم آن میگردد، به این صورت انرژی هیدرولیکی در آکومولاتور ذخیره میگردد.

مهمترین مزیت این نوع آکومولاتور پائین بودن نسبت وزن به حجم آنها است از اینرو در ساخت وسایل پرنده مانند هواپیما بیشتر مورد استفاده قرار میگیرد.

آکومولاتور کیسه ای

در آکومولاتور کیسه ای واسطه بین روغن و گاز، یک کیسه الاستیک میباشد. به هنگام انبساط کامل کیسه، مجرای ورودی روغن توسط یک سوپاپ فنردار مسدود میگردد. این سوپاپ مانع خروج کیسه از دهانه ورودی روغن میگردد. مهمترین مزیت این نوع آکومولاتور آببندی کامل بین محفظه های گاز و روغن میباشد. همچنین وزن کم کیسه باعث پاسخ سریع آن به نوسانات فشار میگردد. لذا از این آکومولاتور جهت میرا نمودن نوسانات جریان و ضربات شوک بیشتر استفاده میشود.

مراحل عملکرد آکومولاتورها



شکل۲ – مراحل عملکرد آکومولاتورها

A) آکومولاتور خالی است و بخشهای گاز و روغن هیچ کدام تحت فشار نمی‌باشند.

B) اکومولاتور توسط گاز نیتروژن شارژ می‌گردد.

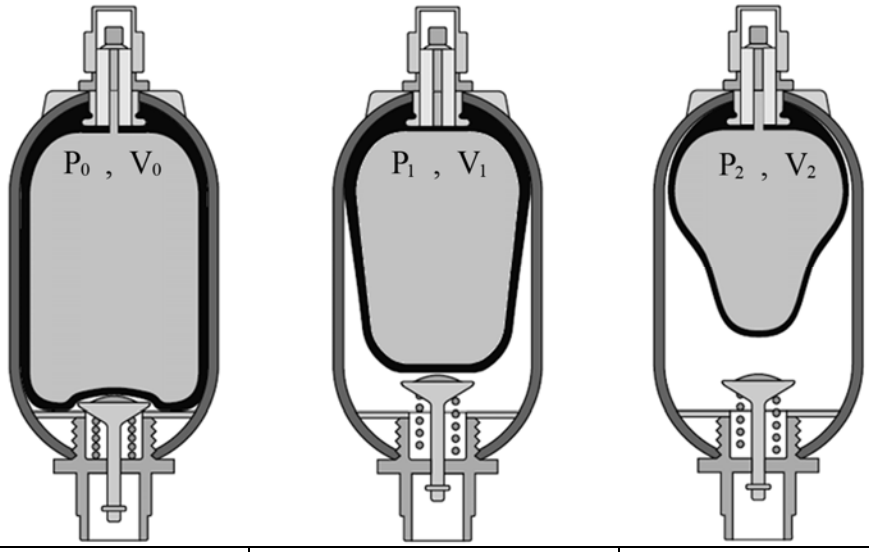
C) سیستم هیدرولیک تحت فشار قرار می‌گیرد. فشار سیستم نسبت به فشار اولیه شارژ گاز افزایش یافته و در نتیجه جریان روغن به داخل آکومولاتور راه می‌یابد.

D) فشار سیستم به حداکثر مقدار تنظیم شده در سیستم هیدرولیک رسیده و حداکثر حجم طراحی شده برای ظرفیت آکومولاتور توسط روغن اشغال می‌شود. از هرگونه افزایش فشار هیدرولیک توسط شیر فشار شکن در سیستم هیدرولیک جلوگیری می‌شود.

E) فشار سیستم افت می‌نماید و در نتیجه فشار گاز، روغن را از مخزن آکومولاتور به سمت سیستم هیدرولیک می‌راند.

F) فشار سیستم به حداقل مقدار خود می‌رسد و آکومولاتور حداکثر حجم پیش بینی شده روغن را به سیستم تحویل می‌دهد.

پارامترهای اصلی عملکرد آکومولاتور



P_0 : فشار شارژ اولیه گاز	P_1 : حداقل فشار کاری	P_2 : حداکثر فشار کاری
V_0 : حجم گاز در فشار P_0	V_1 : حجم گاز در فشار P_1	V_2 : حجم گاز در فشار P_2

شکل ۳ – پارامترهای اصلی آکومولاتور

با ورود روغن به آکومولاتور شارژ شده با فشار(P_0) ، فشار گاز افزایش یافته و از مقدار (P_1) که حداقل فشار سیستم می‌باشد تا حداکثر فشار سیستم (P_2) افزایش می‌یابد. حجم گاز نیز از مقدار V_1 به V_2 کاهش می یابد.

در سیستمهای هیدرولیک مختلف بسته به نیاز، مقدار فشار شارژ گاز(P_0) متفاوت می‌باشد. این فشار با توجه به حداقل و حداکثر فشار کاری سیستم هیدرولیک تعیین می‌گردد. فشار شارژ اولیه را معمولا 10% کمتر از حداقل فشار سیستم هیدرولیک در نظر می‌گیرند. به این ترتیب آکومولاتور هیچ وقت به صورت کامل تخلیه نمی‌شود. مقدار روغن باقی مانده در آکومولاتور که به خاطر اختلاف فشار P_0 و P_1 وارد سیستم هیدرولیک نمی‌شود را حجم رزرو روغن می‌نامند.

$P_0 \le 0.9 \times P_1$	(۱)

در مورد آکومولاتورهای پیستونی، در محاسبات به جای استفاده از رابطه (۱) می‌توان مقدار فشار شارژ P_0 را حدود7bar کمتر از P_1 در نظر گرفت.

درسیستمهایی که حداقل فشار در آنها بسیار پائین و نزدیک به صفر میباشد، استفاده از آکومولاتور با مشکل مواجه می‌شود. در مجموع انتخاب فشار شارژ گاز از نکات بسیار با اهمیت در تعیین مشخصات اکومولاتور می‌باشد. به نحویکه کاملا بر راندمان نهائی آن تاثیر گذار خواهد بود.

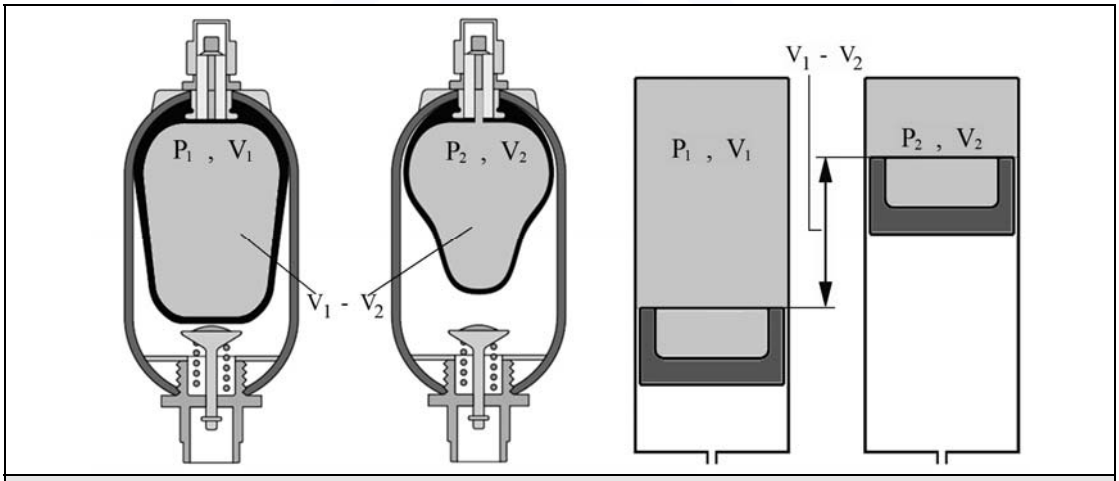
ازطرف دیگر معمولا در بیشتر آکومولاتورها جهت ایمنی، حداکثر فشار سیستم (P_2) نباید بیش از چهار برابر فشار شارژ گاز (P_0) در نظر گرفته شود. (البته برخی از سازندگان، آکومولاتورهای پیستونی با نسبتهای تراکم 1:5 ، 1:6 و 1:8 را نیز عرضه نموده‌اند)

$P_2 \leq 4 \times P_0$	(۲)

حداکثر فشار سیستم معمولا فشار تنظیمی توسط شیر فشار شکن می‌باشد. در سیستمهائی که از پمپ با مکانیزم جبران کننده فشار استفاده می‌شود، فشار حداکثر برابر فشار عملکرد سیستم جبران فشار در نظر گرفته می‌شود.

باید توجه نمود کلیه پارامترهای V_0 ، V_1 ، V_2 مربوط به گاز شارژ آکومولاتور می‌باشند. برای تعیین حجم روغن ذخیره شده توسط آکومولاتور از رابطه (۳) استفاده می‌شود.

$\Delta V_{oil} = V_1 - V_2$	(۳)



شکل ٤ – مقدار ظرفیت آکومولاتور

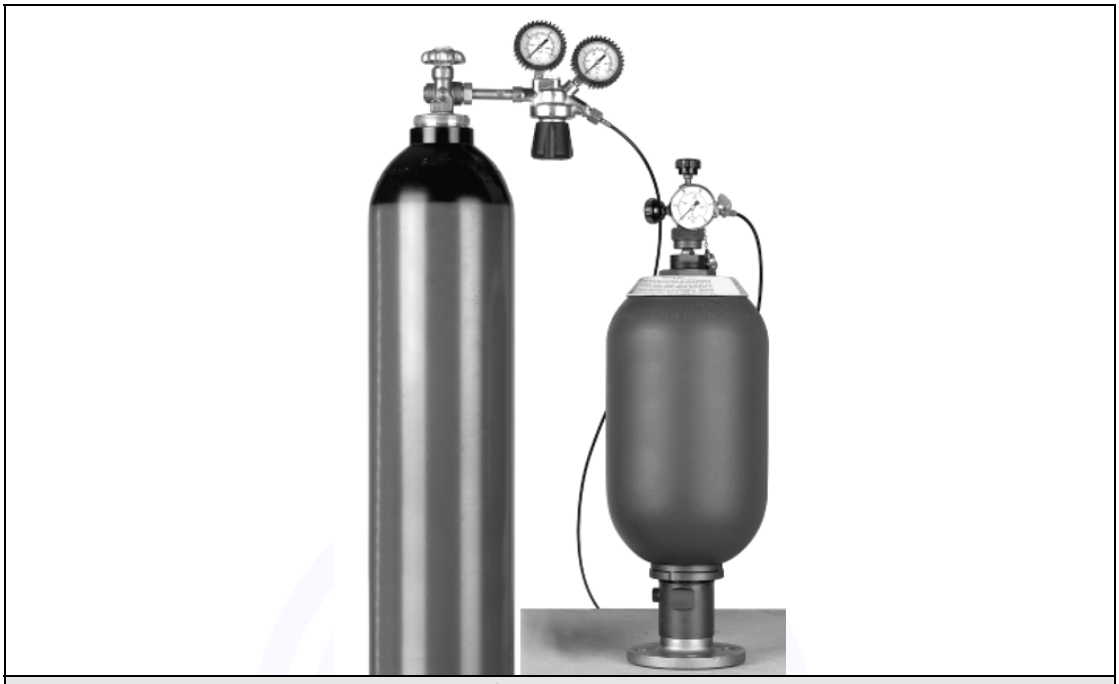
ظرفیت نامی آکومولاتور

V_0 : حداکثر حجم گاز در آکومولاتور می‌باشد. این حجم تقریبا برابر ظرفیت نامی آکومولاتور فرض می شود. انتخاب ابعادی آکومولاتورها معمولا بر اساس حجم V_0 آنها انجام می‌شود.

مقادیر نمونه برای ظرفیت نامی آکومولاتورها (HYDAC)

ظرفیت نامی lit	0.5	1	2.5	4	5	6	10	13	20	24	32	50

شارژ اولیه گاز



شکل ۵ – شارژ اولیه گاز آکومولاتور

قبل از ورود گاز به کیسه لازم است جداره داخلی مخزن آکومولاتور توسط روغن چرب شود. این امر باعث میشود اصطکاک بین کیسه لاستیکی و دیواره فلزی مخزن کاهش یافته و کیسه آسیب نبیند. همچنین ورود گاز نیتروژن تا فشار 3bar اولیه باید کاملا آرام انجام پذیرد تا کیسه به صورت ناگهانی باز نشود و با سوپاپ و دیواره برخورد ننماید. در صورت ورود سریع و ناگهانی نیتروژن، بواسطه سرمای زیاد گاز هنگام انبساط ممکن است کیسه لاستیکی حالت شکننده پیدا کند.

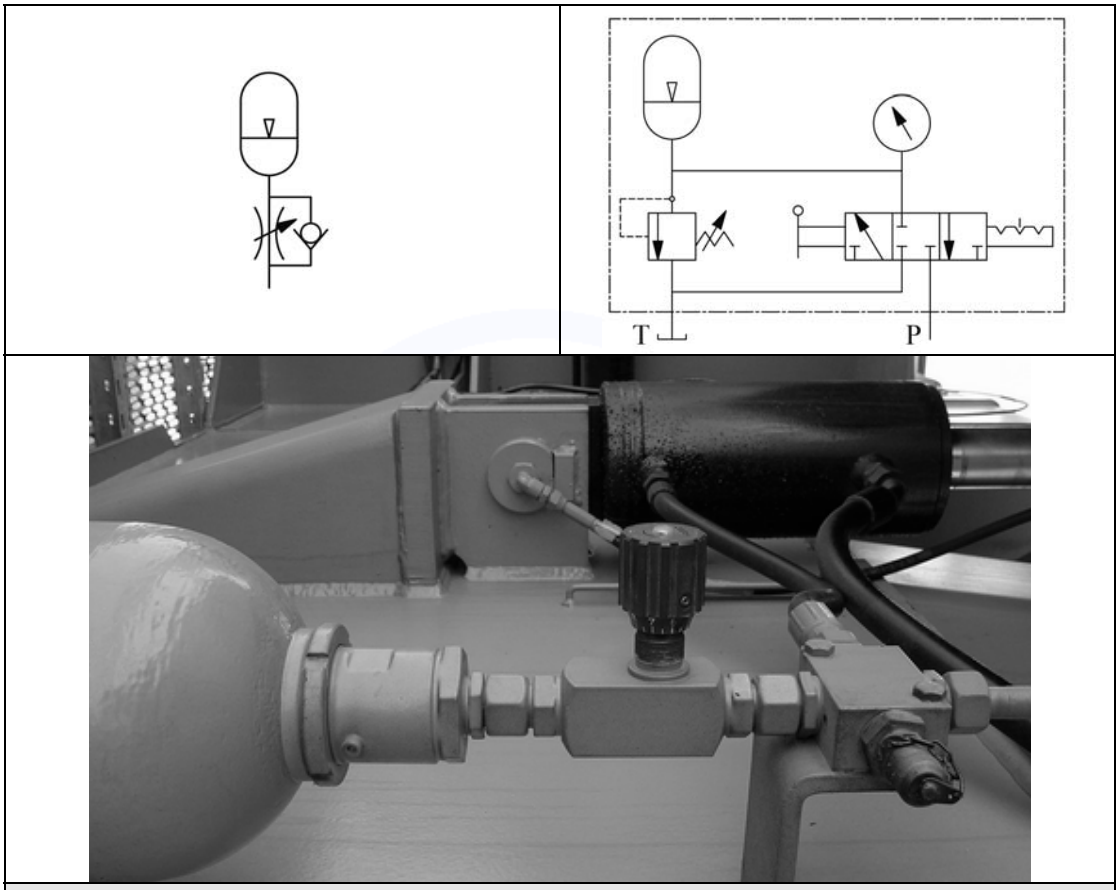
در صورت شارژ بیش از حد فشار گاز و یا کاهش فشار کاری حداقل سیستم هیدرولیک، ممکن است باعث عملکرد نامناسب سیستم یا اعمال آسیب به آکومولاتور شود.

در آکومولاتور پیستونی بالا بودن فشار شارژ باعث برخورد پیستون با کف سیلندر و شنیده شدن صدای برخورد میگردد. از اینرو این صدا میتواند اخطاری جهت بررسی فشار شارژ و تنظیم آن باشد. در آکومولاتور کیسه ای، فشار بالای شارژ باعث خروج کیسه از محفظه و پاره شدن آن میگردد.

فشار شارژ پائین یا افزایش فشار سیستم نیز ممکن است به آکومولاتور آسیب وارد نماید. در صورت استفاده از آکومولاتور بدون شارژ اولیه گاز امکان پاره شدن کیسه یا دیافراگم وجود دارد. در مورد آکومولاتور پیستونی ممکن است پیستون به انتهای سیلندر رفته و در آنجا گیر کند.

کنترل نرخ جریان خروجی از آکومولاتور

برای جلوگیری از تخلیه سریع حجم روغن ذخیره شده در آکومولاتور معمولا از یک شیر کنترل دبی و شیر یکطرفه استفاده میشود. همچنین برای تخلیه آکومولاتور به صورت دستی و کنترل حداکثر فشار آن از شیرهای مخصوص به صورت نشان داده شده در شکل استفاده می‌شود.

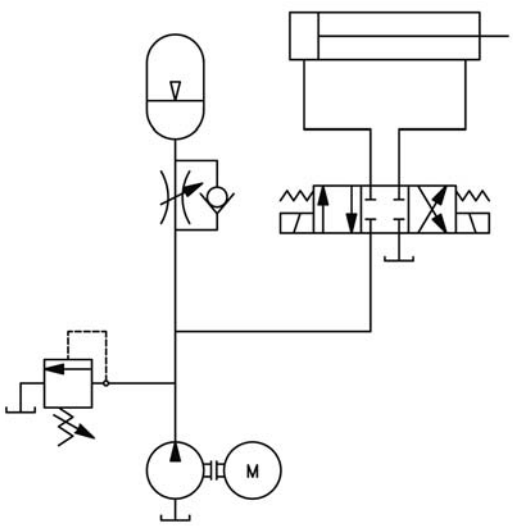


شکل ٦- کنترل دبی خروجی آکومولاتور

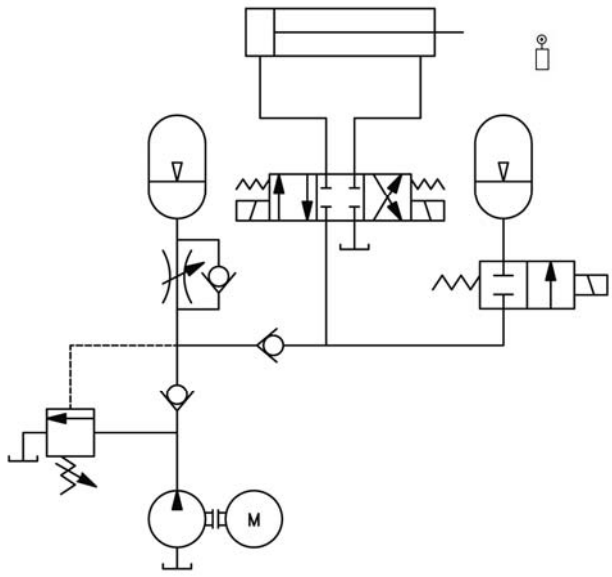
کاربرد آکومولاتورها

۱) آکومولاتور به عنوان منبع ذخیره انرژی (یا به عنوان منبع فشار کمکی)

عملکرد برخی از سیستمهای هیدرولیک به نحوی است که به صورت متناوب در زمانهای کوتاه یک عملگر نیاز به حجم زیاد روغن داشته و در یک مدت زمان طولانی نیاز به جریان بسیار کم یا صفر میباشد. در این حالت استفاده از آکومولاتور باعث انتخاب پمپ کوچکتر و در نتیجه کاهش هزینه های ساخت و کارکرد سیستم میشود. برای مثال در مدار شکل روبرو آکومولاتور در زمانهایی که شیر کنترل جهت در موضع وسط قرار دارد شارژ میگردد. هنگامی که زمان کارکرد سیلندر فرا میرسد و شیر کنترل جهت تغییر موضع میدهد، حجم زیادی از روغن با فشار برای حرکت سیلندر تامین میگردد. در این حالت استفاده از یک پمپ تنها بدون آکومولاتور توان مصرفی سیستم را افزایش میدهد.



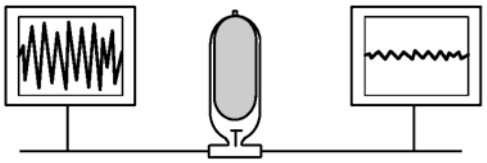
در مثال دیگر شکل روبرو مجموع روغن پمپ و آکومولاتور برای حرکت سریع سیلندر به جلو مورد استفاده قرار میگیرد. با رسیدن سیلندر به لیمیت سوئیچ، شیر 2/2 آکومولاتور کوچکتر باز شده و فشار لازم برای محکم نگه داشتن قطعه کار را فراهم میسازد. در حین این عملیات پمپ زمان کافی خواهد داشت تا آکومولاتور بزرگ را مجددا شارژ نماید. همچنین هر مقدار روغن که از آکومولاتور کوچک نیز تخلیه شود در همین زمان جایگزین میشود.

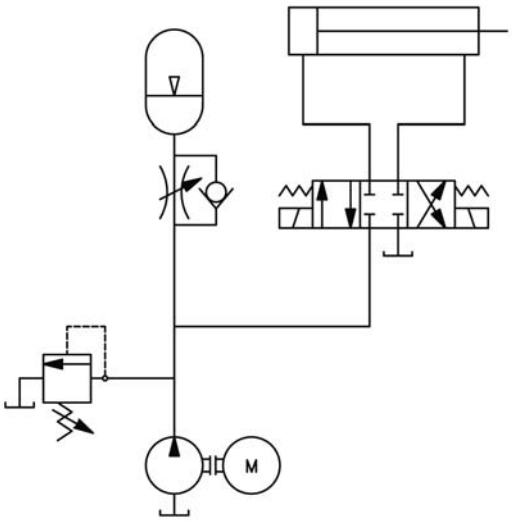


کاربردهای زیادی برای آکومولاتور به این روش وجود دارد، برای مثال در ماشینهای اکسترودر پلاستیک، خطوط نورد فولاد، ماشینهای ابزار و پرسهای هیدرولیک.

۲) آکومولاتور جهت میرا نمودن نوسانات جریان مصرفی و کاهش صدا

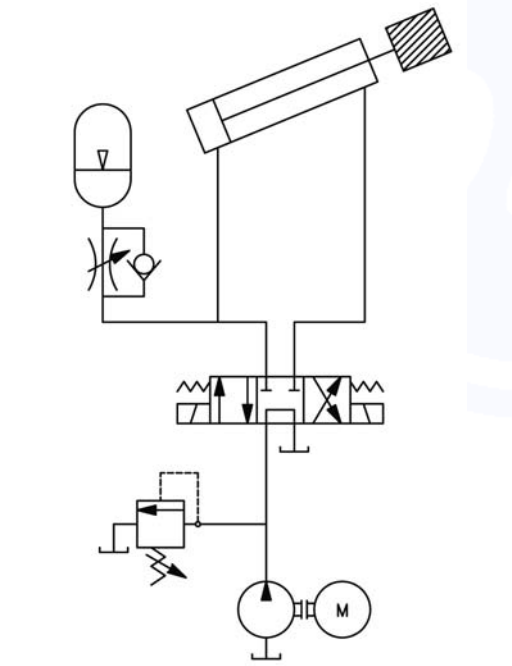
پمپهای پیستونی معمولا باعث ایجاد نوسان و پیکهای لحظه ای فشار در جریان تولیدی میشوند. استفاده از یک آکومولاتور مناسب در نزدیکی پمپ باعث میرا شدن نوسانات جریان تا میزان قابل قبولی میگردد. معمولا نوسانات جریان در پمپهایی که تعدادپیستون آنها کم میباشد بیشتر است و لزوم استفاده از آکومولاتور در آنها بیشتر میشود.





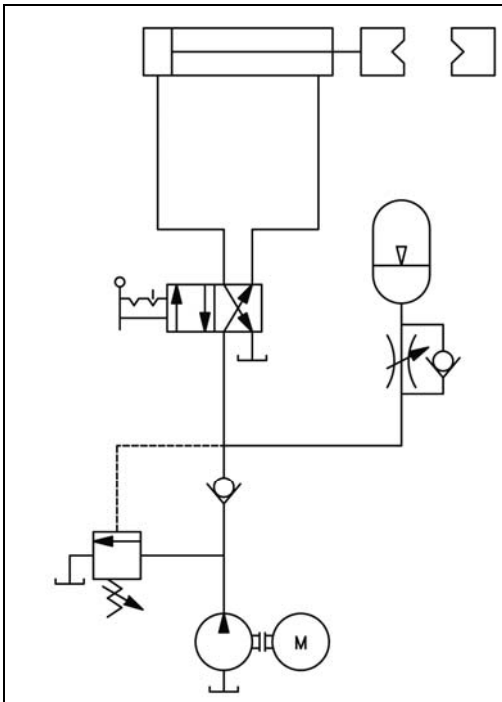
۳) آکومولاتور جهت کنترل موجهای فشار

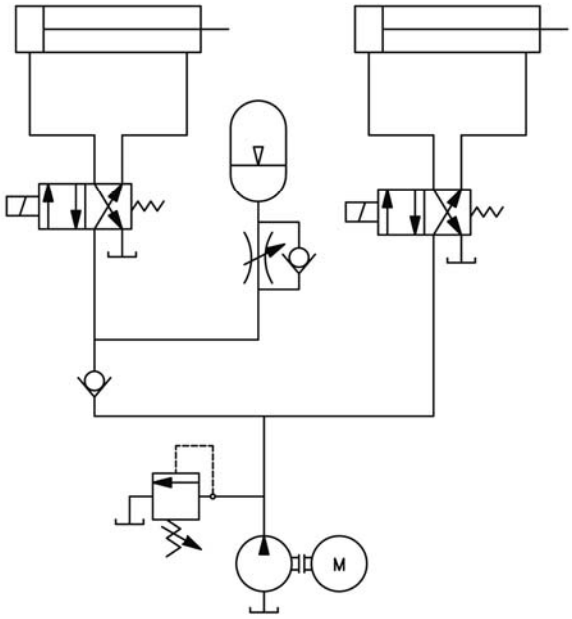
ضربات و موجهای فشاری معمولا در سیستم هیدرولیک بواسطه حرکت یا توقف سریع بار متصل به سیلندر یا هیدروموتور ایجاد میگردد. هر چه اینرسی بار بیشتر باشد موجهای فشاری شدیدتری ایجاد میگردد. همچنین در صورت باز و بسته شدن سریع شیرهای کنترل جهت و مسدود کردن ناگهانی مسیر جریان، اینرسی روغن انتقالی باعث ایجاد موجهای فشاری میگردد. سرعت انتقال این موجها به مراتب بیش از سرعت حرکت روغن در خطوط مختلف سیستم میباشد و در دراز مدت امکان آسیب رساندن به قطعات مختلف سیستم وجود دارد. این ضربات ممکن است باعث شکسته شدن لوله ها از محل جوش، ایجاد نشتی در اتصالات و معیوب شدن پمپ یا دیگر قطعات هیدرولیک شوند. وجود یک آکومولاتور مناسب در سیستم هیدرولیک به راحتی باعث حذف این نوسانات میگردد.



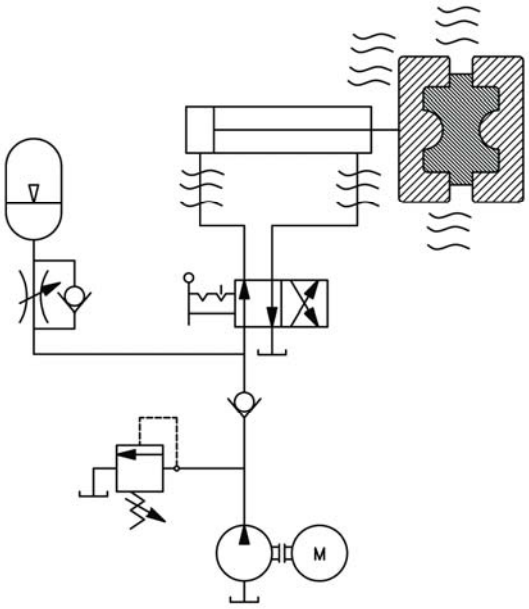
٤) آکومولاتور جهت جبران نشتی روغن یا جهت حفظ فشار در بخشی از سیستم هیدرولیک

در سیستم هیدرولیک وجود نشتی های کوچک نیز پس از مدتی باعث افت فشار میگردد. زمانی که فشار استاتیک ثابتی برای مدت طولانی نیاز باشد، استفاده از آکومولاتور جهت جبران نشتی ها در اتصالات و آببندها لازم میباشد. برای مثال هنگامی که لازم است یک قطعه کار توسط گیره هیدرولیکی ثابت نگه داشته شود، میتوان از یک آکومولاتور جهت جبران نشتی ها استفاده نمود.



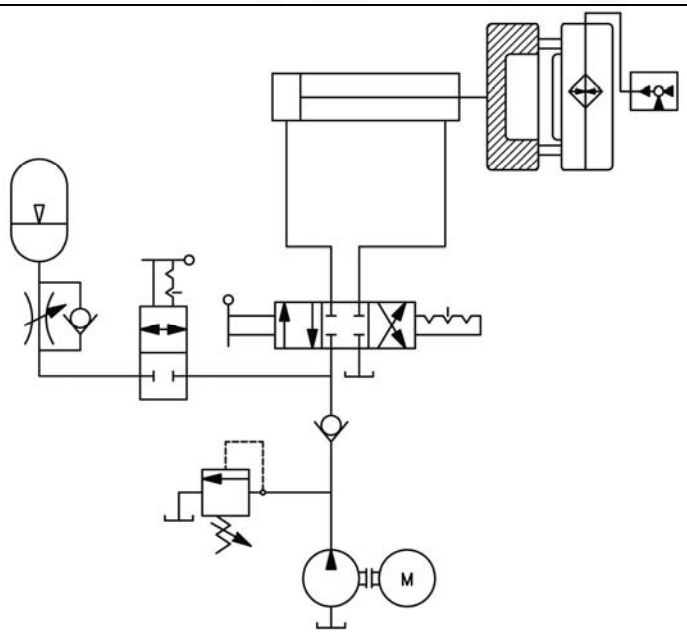


۵) آکومولاتور جهت جبران انبساط حرارتی



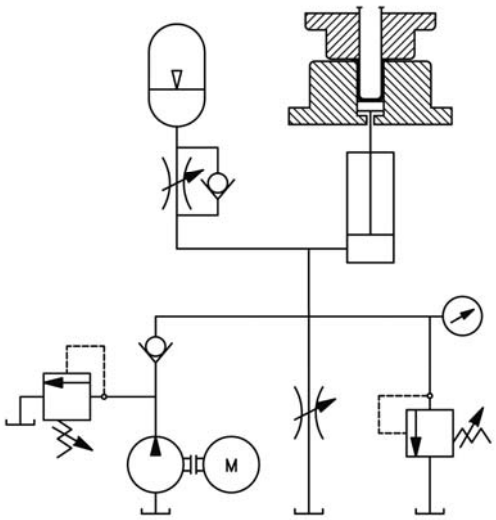
در سیستمهائی که فشار بر روی یک قالب گرم اعمال میگردد، مانند ماشینهای پخت مواد پلیمری تحت فشار، ممکن است گرمای قالب در طول زمان به روغن منتقل شود و باعث انبساط آن گردد. در این حالت آکومولاتور میتواند به عنوان جبران کننده فضای لازم برای این افزایش حجم عمل نماید.

۶) آکومولاتور جهت تامین فشار در شرائط اضطراری

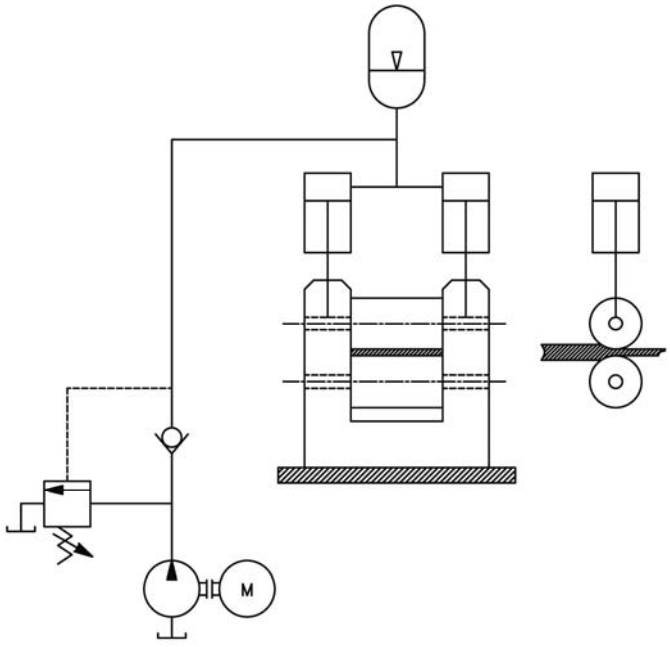


انرژی هیدرولیک را میتوان در یک آکومولاتور ذخیره نمود تا در شرائط افت ناگهانی توان، برای مثال هنگام پاره شدن شلنگ انتقال روغن یا خراب شدن پمپ، از روغن ذخیره شده برای تکمیل سیکل و یا حرکت عملگرها به موقعیت ایمن استفاده نمود. استفاده از آکومولاتور در شرائطی که خرابی منبع قدرت اصلی هیدرولیک آسیب های غیر قابل جبرانی در پیش دارد مانند سیستم باز کننده چرخهای هواپیما کاملا ضروری میباشد.

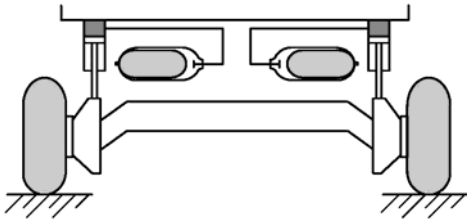
۷) آکومولاتور به عنوان فنر

به عنوان یک جایگزین مناسب در پرسهای بزرگ مثل پرس کشش عمیق میتوان بجای فنرهای مکانیکی از آکومولاتور استفاده نمود. نیروهای لازم را میتوان با تنظیم فشار روغن کنترل نمود.	

۸) آکومولاتور جهت ایمنی عملکرد ماشین

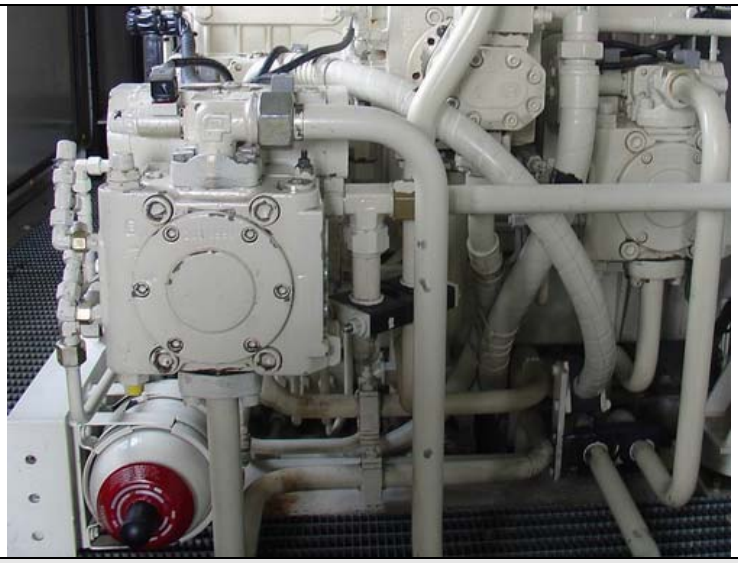
در سیستم نورد شکل روبرو که توسط فشار هیدرولیک بارگذاری شده است. استفاده از یک آکومولاتور باعث میشود پمپ برای مدت زمان طولانی خاموش بماند. همچنین در صورت ورود یک قطعه خارجی یا مواد نخاله سخت در فولاد در حال نورد، آکومولاتور با جذب روغن اضافی ناشی از بالا آمدن غلتکها مانع آسیب دیدن آنها میشود. با عبور مواد زائد روغن مجددا به سیستم باز میگردد.	

۹) آکومولاتور به عنوان سیستم تعلیق

در ماشین آلات سنگین مانند جرثقیلهای موبایل در بنادر معمولا از آکومولاتور به عنوان سیستم تعلیق استفاده میشود.	

آکومولاتور کیسه ای مربوط به سیستم تعلیق جرثقیل بندری – فریدونکنار

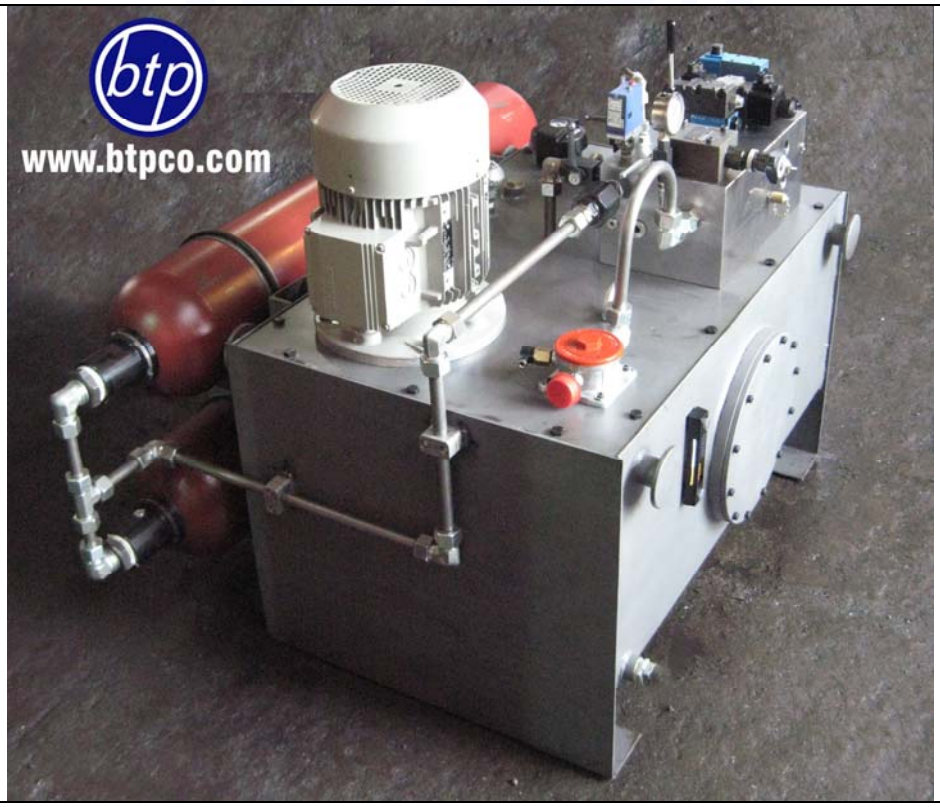
آکومولاتورهای کیسه ای مربوط به یونیت هیدرولیک شکل دهی میلگرد

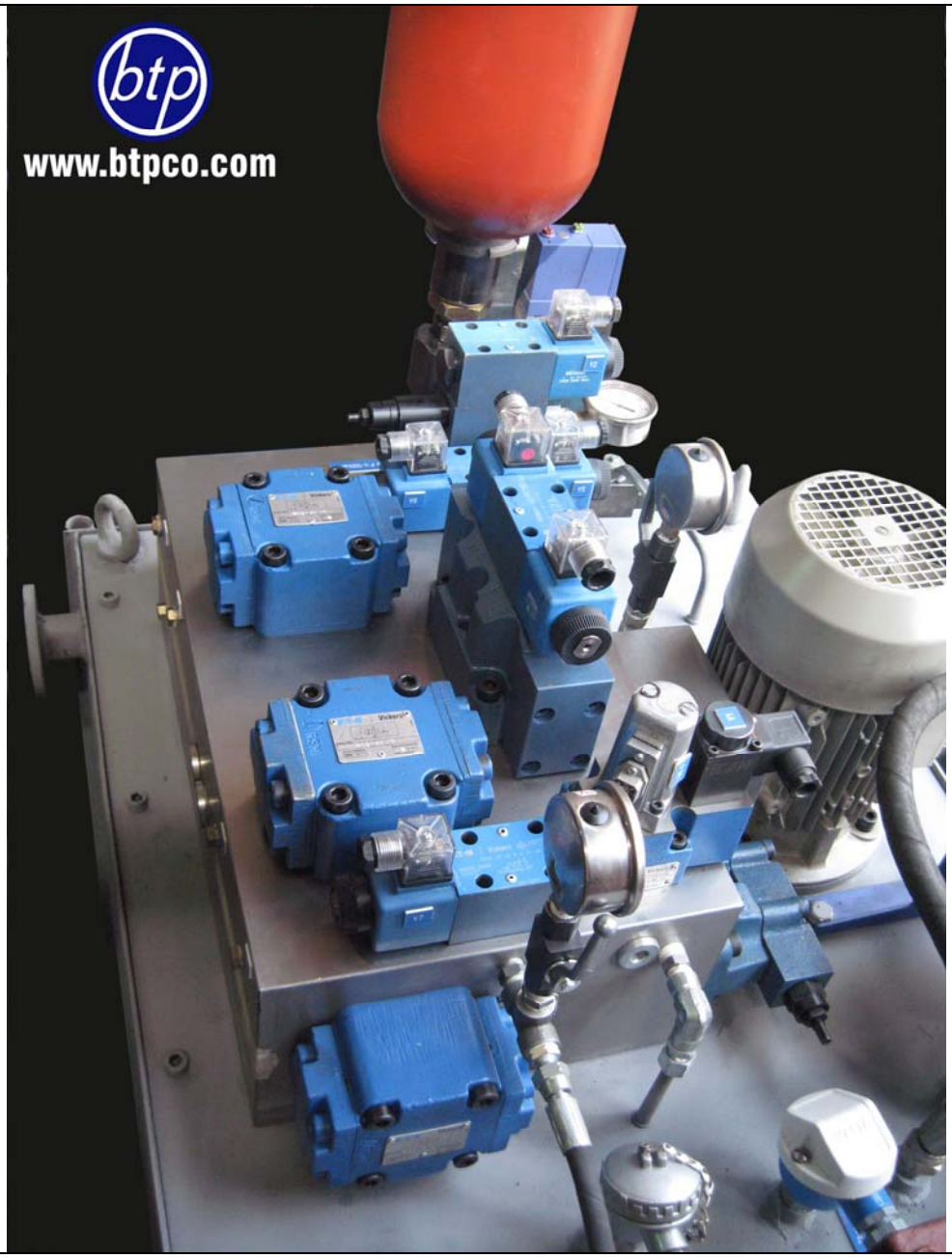


آکومولاتور کیسه ای مربوط به جرثقیل بندری – امیر آباد

آکومولاتورهای دیافراگمی به صورت موازی در مدار عملکرد شیر پروپورشنال

نمونه پروژه های انجام شده توسط شرکت بنیان تدبیر پارس:




www.btpco.com

www.btpco.com

شارژ آکومولاتور کیسه ای در شرکت بنیان تدبیر پارس

تیم مهندسی شرکت بنیان تدبیر پارس

پاسخگوی سئوالات فنی شما جهت طراحی و ساخت انواع سیستمهای هیدرولیک میباشد

تلفن : ۸-۵۵۲۷۸۱۱۷(۰۲۱)	فکس : ۵۵۲۷۷۹۶۱(۰۲۱)	ایمیل : info@btpco.com