أساسيات الأنظمة الهيدروليكية

المادة العلمية

Eng: Amr Aladdin Mohamed

2014

تقديم

أقدم لكم اليوم عمل بسيط عبارة عن مجموعة من المحاضرات فى مجال الهيدروليك كنت قد قمت باعطائها بالتعاون مع اكاديمية أون لاين للتدريب التى أتاحت لى الفرصة لعمل مثل هذه المحاضرات فى هذا المجال الشيق والغنى والذى يشهد تطورا كل يوم.

بين أيديكم ستة محاضرات نناقش فيها مكونات الدوائر الهيدروليكية وكذا الرموز الخاصة بكل مكون من تلك المكونات .وتقسم هذه المحاضرات كالتالى:

- ✓ **المحاضرة الأولى :** نتحدث فيها عن مكونات الدوائر الهيدروليكية ورموزها المختلفة كمان نتحدث فيها عن النظم الهيدروليكية وأهميتها والفرق بينها وبين الأنظمة النيوماتيكية.
- ✓ **المحاضرة الثانية:** نتحدث فيها عن الصمامات الهيدروليكية وانواعها المختلفة وكذا أستخدامات كل نوع من تلك الأنواع.
- ✓ **المحاضرة الثالثة :** نتحدث فيها عن المضخات الترسية والمضخات الريشية ونظرية عمل كل منهما.
- ✓ **المحاضرة الرابعة:** نتحدث فيها عن المضخات البستمية ونظرية عملها.
- ✓ **المحاضرة الخامسة:** نتحدث فيها عن الأسطوانات الهيدروليكية وأنواعها المختلفة وكذا فكرة عملها.
- ✓ **المحاضرة السادسة:** نتحدث فيها عن الفلاتر والمبردات وموانع التسريب والخزانات فى الدائرة الهيدروليكية.

ناقشت هذه المحاضرات كما هو واضح أساسيات الأنظمة الهيدروليكية حتى يستطيع القارئ أو الباحث المبتدئ الوصول لما يرغب إلية بسهولة ويسر خاصة فى ظل نقص المعلومات والمراجع التى تناقش هذا النوع من العلوم الهندسية.

أود أن انوة إلى أن هذا العمل هو عمل بشرى خاضع للصواب والخطأ وبالتالى هو خاضع للمراجعة والتنقيح مع مرور الزمان حتى تصبح المعلومة محدثة على قدر المستطاع.أدعو الله أن أكون وفقت فى أن أبسط المعلومة قدر المستطاع ولا تنسونا من صالح دعائكم.

م/عمرو علاء الدين محمد

الزقازيق – الشرقية

٢٠١٤

المحاضرة الاولى

ماهو الهيدروليك والنيوماتيك؟

- يمكننا تعريف الأنظمة الهيدروليكية والنيوماتيكية بأنها الانظمة التى يتم من خلالها نقل القوة والحركة والتحكم فيها وذلك عن طريق الموائع المضغوطة.
- تستعمل الانظمة الهيدروليكية والنيوماتيكية لدفع وسحب وتنظيم وقيادة أغلب الماكينات فى الصناعات الحديثة.

الفرق بين الأنظمة الهيدروليكية والنيوماتيكية

توجد العديد من الفروق بين الأنظمة الهيدروليكية والنيوماتيكية يمكننا تلخيص هذه الفروق فيما يلى:

- فى كلا النظامين نستخدم الموائع المضغوطه وذلك لنقل القدرة والحركة ففى النظام الهيدروليكى يكون المائع المضغوط هو الزيت ويكون الهواء المضغوط فى الأنظمة النيوماتيكية.
- الضغط المستخدم فى الانظمه النيوماتيكية يتروح ما بين ٦ بار و ١٠ بار بينما الضغط فى الهيدروليك يصل الى ٥٠٠ بار.فالهيدروليك يسمه بالحصول على قوى وعزوم مرتفعة وذات قيمه مرتفعة.
- تعتبر الأنظمة النيوماتيكية أقل تكلفة من الأنظمة الهيدروليكية بجانب أنها لا تحتاج إلى تدوير على عكس الأنظمة الهيدروليكية.
- تولد الأنظمة الهيدروليكية حرارة أثناء سريان السائل أما الهواء لا يولد حرارة وذلك لأن السوائل أكثر لزوجة من الهواء.
- الأنظمة النيوماتيكية تحدث ضجيجًا أثناء توليد الطاقة وتسريبات الهواء أثناء العمل.
- الأنظمة الهيدروليكية تحدث أهتزازات فى الممرات الضيقة تتناسب طرديًا مع سرعة سريان السائل.

مميزات وعيوب الأنظمة الهيدروليكية

يمكن الحصول على العديد من الفوائد من نظم التحكم الهيدروليكية.ويمكننا تلخيص العديد من الفوائد والمميزات فى الآتى:

- الأستفادة من مبدأ تكبير القوى حيث يمكن الحصول علي قوي كبيرة من قوي بسيطة. مثال : كوريك رفع السيارة
- يمكن التحكم فى الأحمال الكبيرة بدقة عالية من حيث "تشغيل – إيقاف – زيادة السرعة أو إبطائها".
- إمكانية تشغيل والتحكم بالعديد من " Cylinders – Hydraulic motors" فى وقت واحد أو بتتابع معين.
- الحصول على قدرة عالية من المحركات الهيدروليكية بالمقارنة مع المحركات الكهربية ومحركات الديزل.
- إستخدام الزيوت الهيدروليكية يعمل على تزيت المكونات تلقائياً.

ولكن أيضًا يوجد لهذه النظم بعض **العيوب** من أهمها:

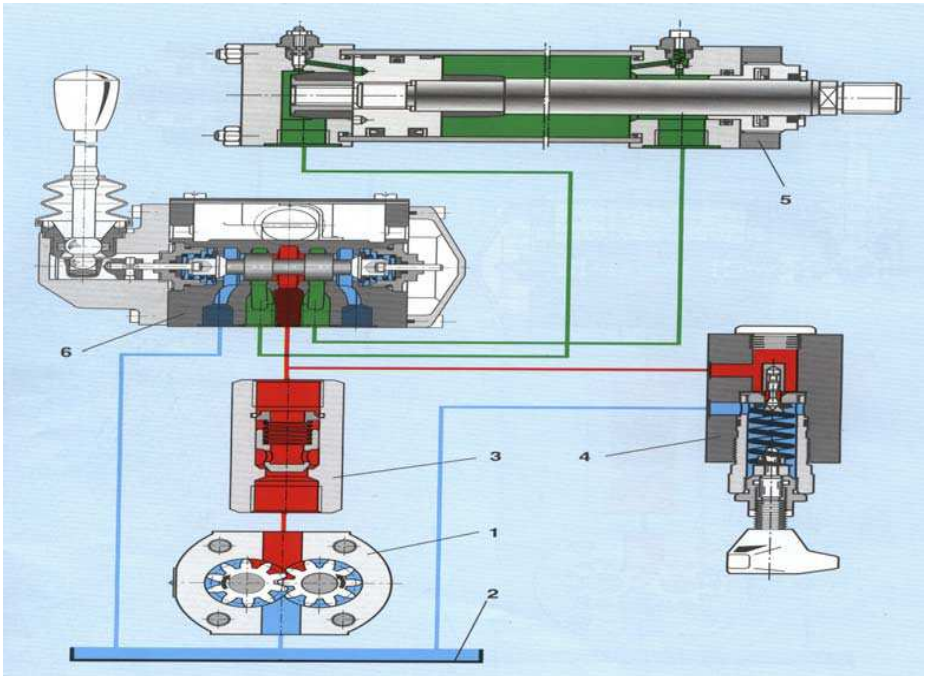
- إتساخ المناطق المحيطة بالدوائر الهيدروليكية نتيجه حدوث تسريب للزيوت المستخدمة.
- إستخدام زيوت معدنية من مشتقات بترولية يهدد بحدوث حريق.
- إرتفاع سعر المكونات الهيدروليكية نظراً لما تتطلبة من دقة عالية فى التصنيع.
- مع الضغوط المرتفعة ونتيجة وجود خلوصات داخل المكونات الهيدروليكية كل هذا يؤدى إلى حدوث تسريبات للزيوت المستخدمة.

عملياً يتم إستخدام النظم الهيدروليكية فى بعض التطبيقات والنظم النيوماتيكية فى تطبيقات أخرى وذلك وفقًا للأعتبارات الآتية:

- إذا كان التطبيق يتطلب السرعة،والضغط متوسط ودقة التحكم نسبية فأننا نستخدم نظام نيوماتيكى.

- أما إذا كان التطبيق يتطلب ضغط متوسط ودقة تحكم أكبر فأننا نستخدم النظام النيوماتيكى او النظام الهيدروليكي.
- أما إذا كان التطبيق يتطلب ضغط عالى ودقه تحكم كبيرة فأننا نستخدم نظام هيدروليكى.

المكونات الأساسية للدائرة الهيدروليكية



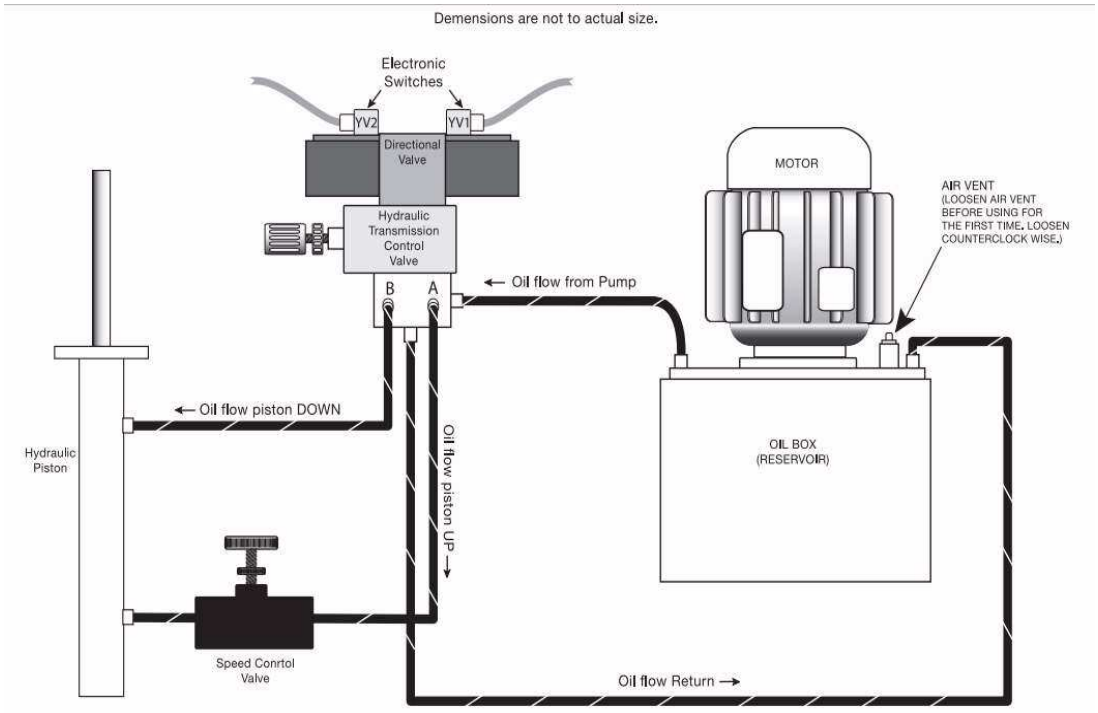
تتكون الدوائر الهيدروليكية من بعض المكونات الأساسية والتى يمكن تلخصيها كما فى الشكل السابق وهى كالتالى:

- **خزان:** وتكون مهمته تخزين الزيت المستخدم فى نقل القدرة وكذا تجميع الزيت الراجع من الدائرة.
- **مضخة:** وتكون مهمتها ضخ الزيت فى الدائرة. وتنقسم إلى مضخات دورانيه ومضخات ذات حركة خطية
- **محرك كهربى أو ديزل :** وذلك لتشغيل المضخه الهيدروليكية.
- **صمامات:** وتنقسم إلى ثلاثة انواع صمامات التحكم فى الاتجاة،زالتحكم فى الضغط والتحكم فى التدفق.

- **سلندرات :** وتستخدم لتحويل الطاقة الناتجة من السائل إلى طاقة ميكانيكية.
- **مجموعه من الوصلات والخراطيم اللازم لنقل الزيت خلالها.**

ملحوظة: تختلف مكونات كل دائرة هيدروليكية عن الآخرى وذلك حسب تعقيدات كل نظام والتطبيق المستخدم فى الدائرة الهيدروليكية.لذلك يتم تحديد التطبيق المستخدم ومن ثم يتم تحديد مكونات كل نظام.

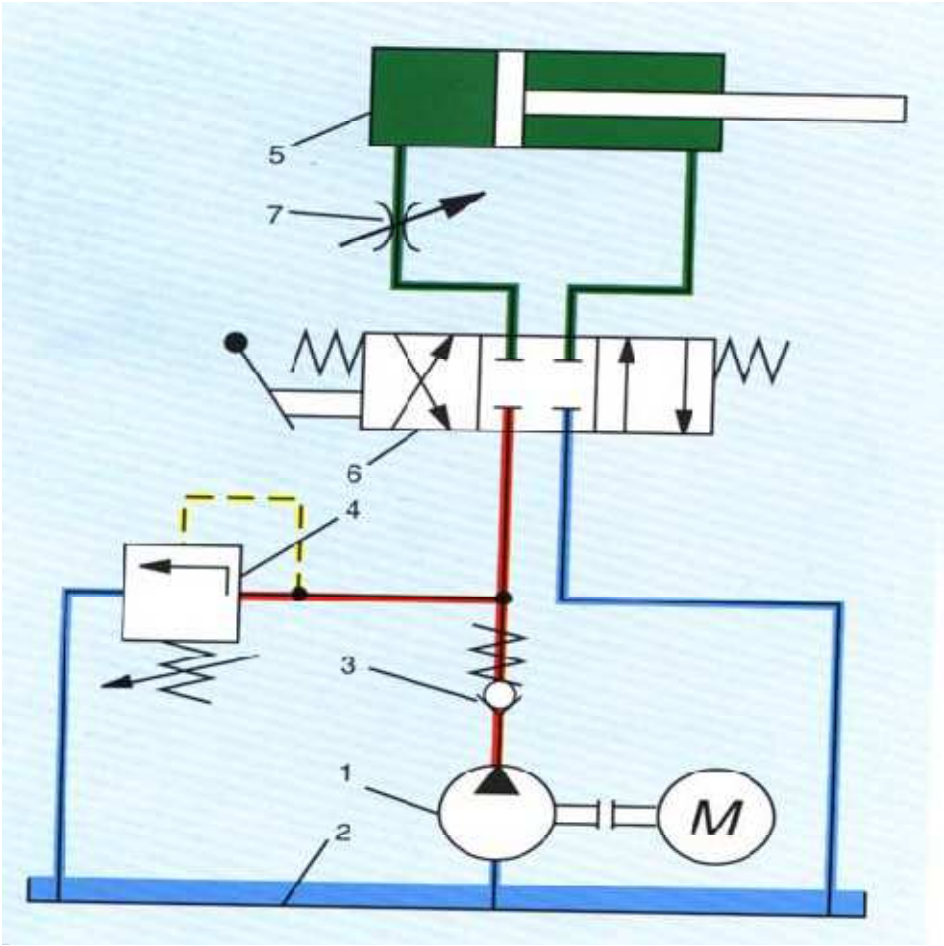
- الدوائر النيوماتيكية تتشابه فى مكونات الدائرة الهيدروليكية فى المكونات الاساسية ولكن بدلاً من وجود المضخه الهيدروليكية يوجد ضاغط يستخدم فى ضغط الهواء فى الدائرة.



الرسومات التوضيحية للدوائر الهيدروليكية والنيوماتيكية

لايمكننا رسم الدائرة الهيدروليكية أو النيوماتيكية كما فى الشكل السابق ولكن تم الاتفاق على بعض الرموز التى يمكن ان توصف مكونات الدوائر الهيدروليكية وذلك وفقا للتظم القياسية ISO 1219.

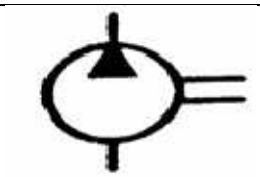
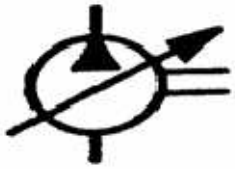
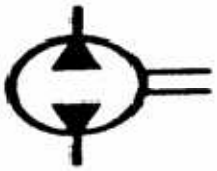
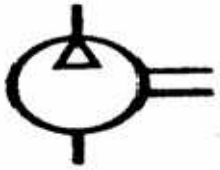
الشكل التالى يوضح أستخدام مثل هذه الرموز فى توصيف الدائرة الهيدروليكية الموضحه بالشكل السابق:



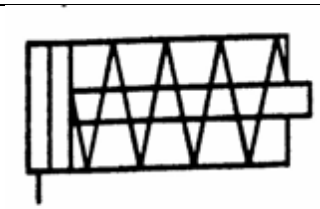
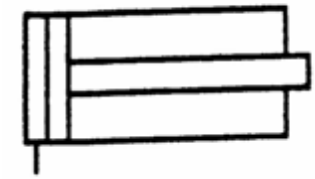
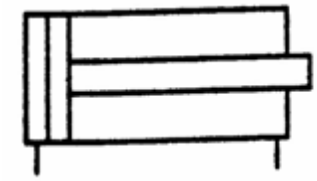
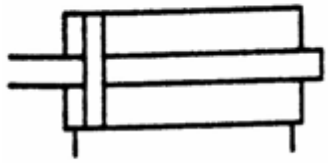
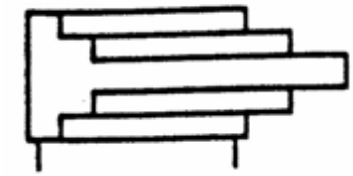
رموز مكونات الدوائر الهيدروليكية والنوماتيكية وفقًا ل ISO 1219

كما ذكرنا سابقًا بأنه تم الاتفاق على بعض الرموز التى تمثل مكونات الدوائر الهيدروليكية أو النيوماتيكية وفقًا للنظم القياسية،بالتالى لابد من معرفة وفهم جيدًا هذه الرموز التى تتركب منها هذه الدوائر.

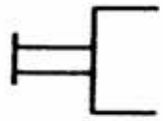
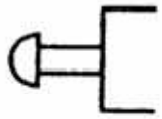
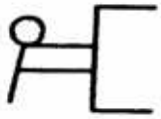
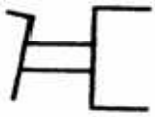
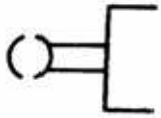
الجدول التالى يوضح هذه الرموز :

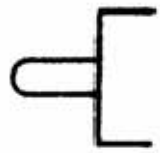
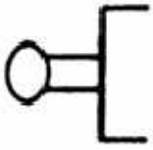
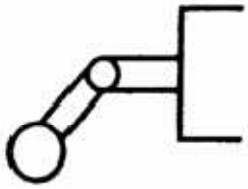
مضخة هيدروليكية ذات أتجاة تدفق واحد	
مضخة هيدروليكية متغيرة الحجم	
مضخة هيدروليكية ذات أتجاهين للتدفق	
مضخة هيدروليكية متغيرة الحجم ذات أتجاهين للتدفق	
ضاغط هواء	

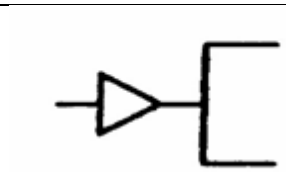
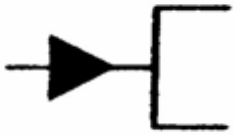
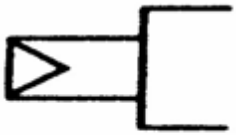
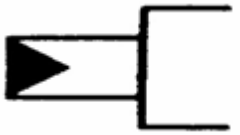
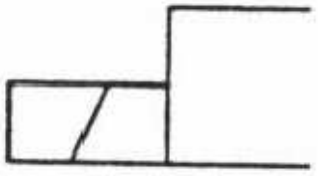
رموز ال Pistons:

أسطوانة مفردة الفعل مع نابض للرجوع	
أسطوانة مفردة الفعل والرجوع فيه يدوياً	
أسطوانة مزدوجة الفعل	
أسطوانة ذات ذراع من كل جانب	
أسطوانة تلسكوبية	

رموز أجهز التشغيل اليدوية والميكانيكية والهيدروليكية والنيوماتيكية والكهربية

تشغيل بطاقة عضلية	
زر إنضغاطى	
تشغيل يدوى "رافعة"	
تشغيل بالرجل "دواسة"	
مفتاح	

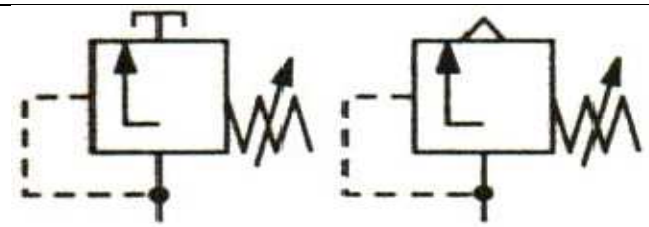
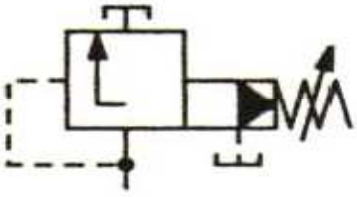
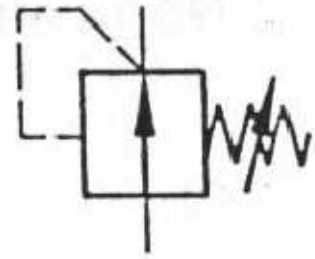
تشغيل ميكانيكي	
تشغيل ميكانيكي "رافعة عجلة"	
رافعة عجلة برجوع خامل	
نابض	

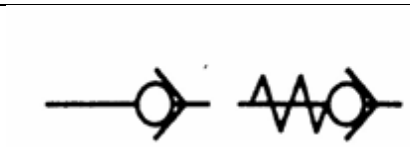
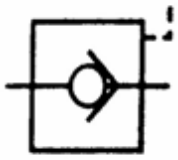
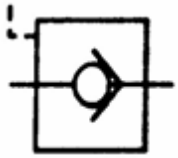
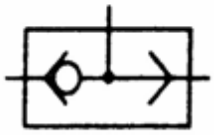
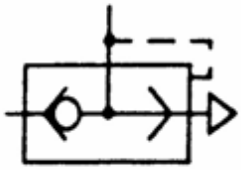
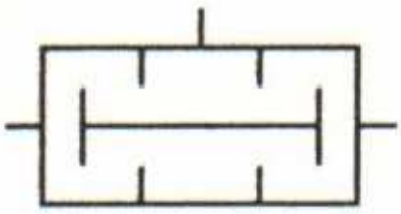
تشغيل بالهواء	
تشغيل بالزيت	
مرشد التشغيل نيوماتى	
مرشد تشغيل هيدروليكي	
أجهزة تشغيل كهربية	

رموز صمامات التحكم فى التدفق

صمام خانق دقيق الاول متغير والثانى ثابت	
صمام خانق الاول متغير والثانى ثابت	
صمام خانق لا رجعى	

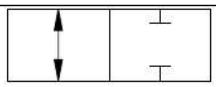
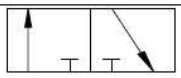
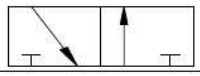
رموز صمامات التحكم فى الضغط

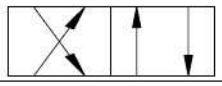
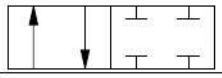
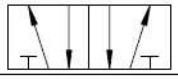
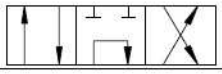
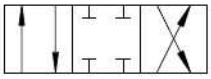
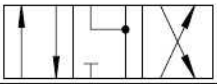
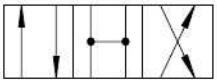
صمام حد الضغط	
صمام حد الضغط،مرشد التشغيل	
صمام تنظيم الضغط	

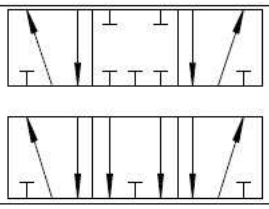
صمام لا رجعى	
صمام لا رجعى مرشد تنشغيل	
	
صمام ترددى	
صمام عادم السريع	
صمام مزدوج	

يوضح الجدول السابق رموز الصمامات اللارجعية

رموز الصمامات التوجيهية

رموز الصمامات التوجيهية	
صمام ٢/٢ مغلق في الوضع العادي	
صمام ٢/٢ مفتوح في الوضع العادي	
صمام ٣/٢ مغلق في الوضع العادي	
صمام ٣/٢ مفتوح في الوضع العادي	

صمام\ ٤/٢مفتوح في الوضع العادي	
صمام ٤/٢ مغلق في الوضع العادي	
صمام ٥/٢	
صمامات ٣/ ٤ ذو تحويلة في الوضع المركزي.	
صمامات ٣/٤ كل فتحات الوضع المركزي مغلقة	
صمامات ٣/٤ ذو الوضع المركزي العائم	
صمامات ٣/ كل التوصيلات متصلة في الوضع المركزي	

صمامات ٥/٣	

نماذج بعض الملحقات فى الدائرة الهيدروليكية

وصف رموز الملحقات	
مرشح	
وحدة خدمة	
جهاز قياس الضغط	
وصلات أنابيب	
خافض للصوت	
خزان هواء	
خزان زيت	

المحاضرة الثانية

الصمامات Valves

- تعتبر الصمامات هى المسئولة عن التحكم فى نقل القدرة فى الدوائر الهيدروليكية وتتكون من غلاف خارجى ثابت وأجزاء داخلية متحركة تتحكم فى حركة مرور السائل داخلها.من خلال هذه الحركة يمكننا التحكم فى الضغط و أتجاة السائل وكذا التدفق.
- توضع الصمامات بين المضخة والسلندرات.

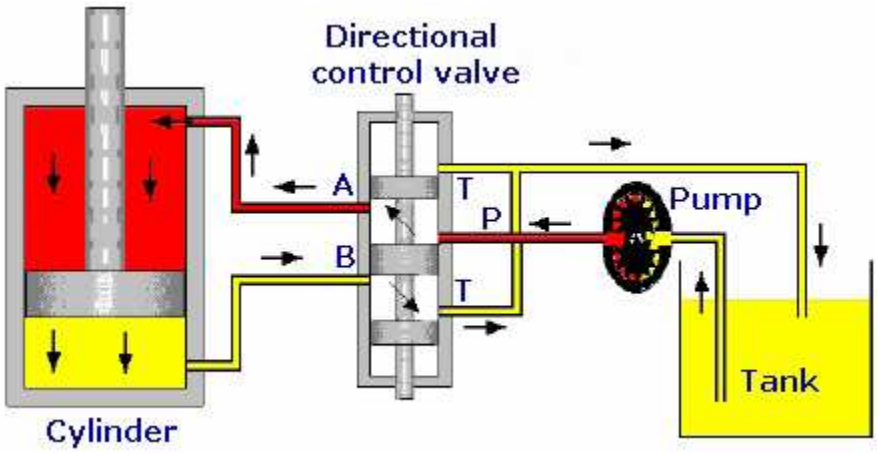
أنواع الصمامات:

- صمامات التحكم فى الضغط.
- صمامات التحكم فى الأتجاة.
- صمامات التحكم فى التدفق.

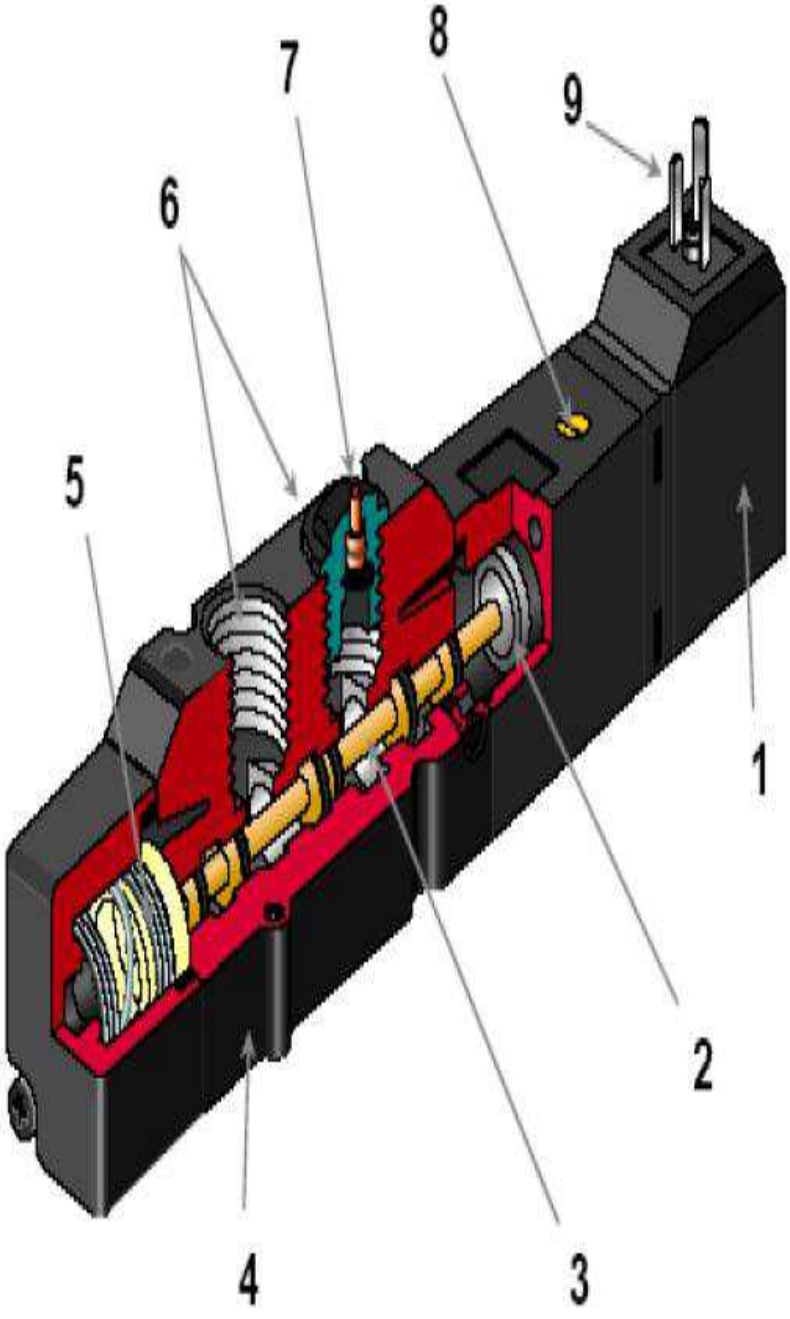
يمكن أعتبار الصمامات اللارجعية من أنواع الصمامات أيضًا الا أنه يندرج تحت صمامات التحكم فى الأتجاة.

"Directional control valves"

- **هى المسئولة عن التحكم فى بداية حركة أتجاة السائل وكذلك إيقافة فى الدائرة الهيدروليكية ومن ثم تحديد حركة السلندرات.**



مكونات صمامات التحكم فى الأتجاة:



١.لفيفه

٢.ذراع

٣.زلاق

٤.جسم الصمام

٥.زنبرك

٦.فتحات

٧.مؤشر للضغط

٨.تحكم يدوي

٩.موصلات كهربائية

كيفية تسمية صمامات التحكم فى الاتجاة:

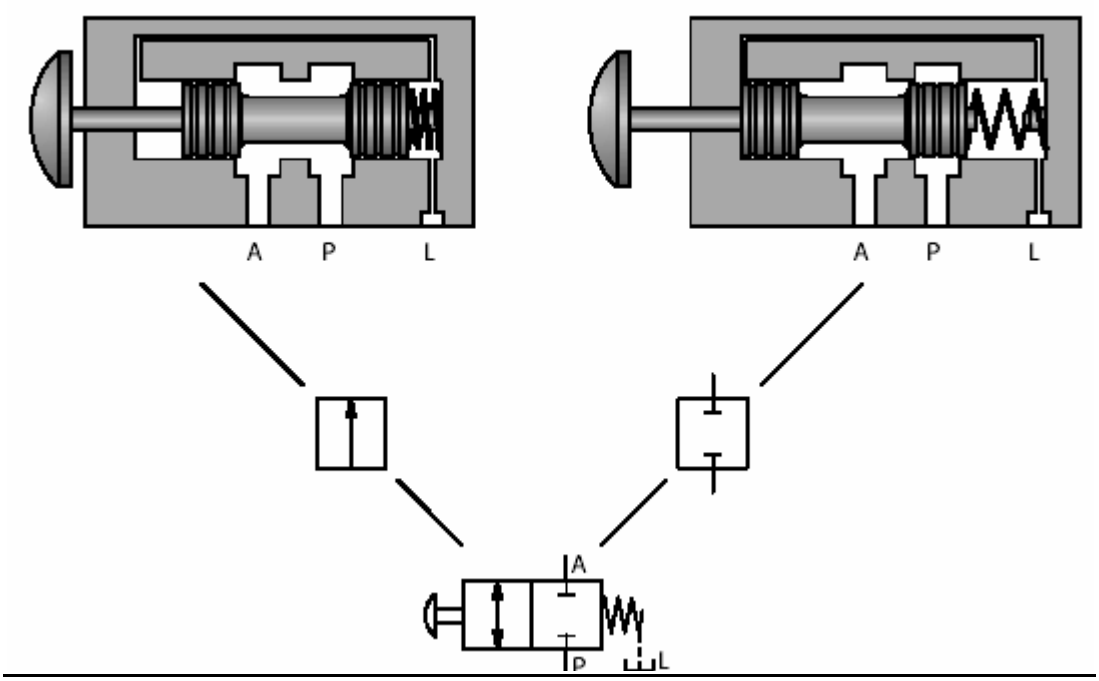
- يتم تسمية الصمامات عن طريق عدد فتحات الخدمة "دخول وخروج السائل" وكذا عدد أوضاع التشغيل ويرمز لوضع التشغيل بالمربع.
- يتم التوصيف لهذه الصمامات عن طريقرقمين يفصل بينهم هكذا " / "
- الرقم الاول يوضح عدد الفتحات والرقم الثانى يوضح عدد الاوضاع.

مثال:

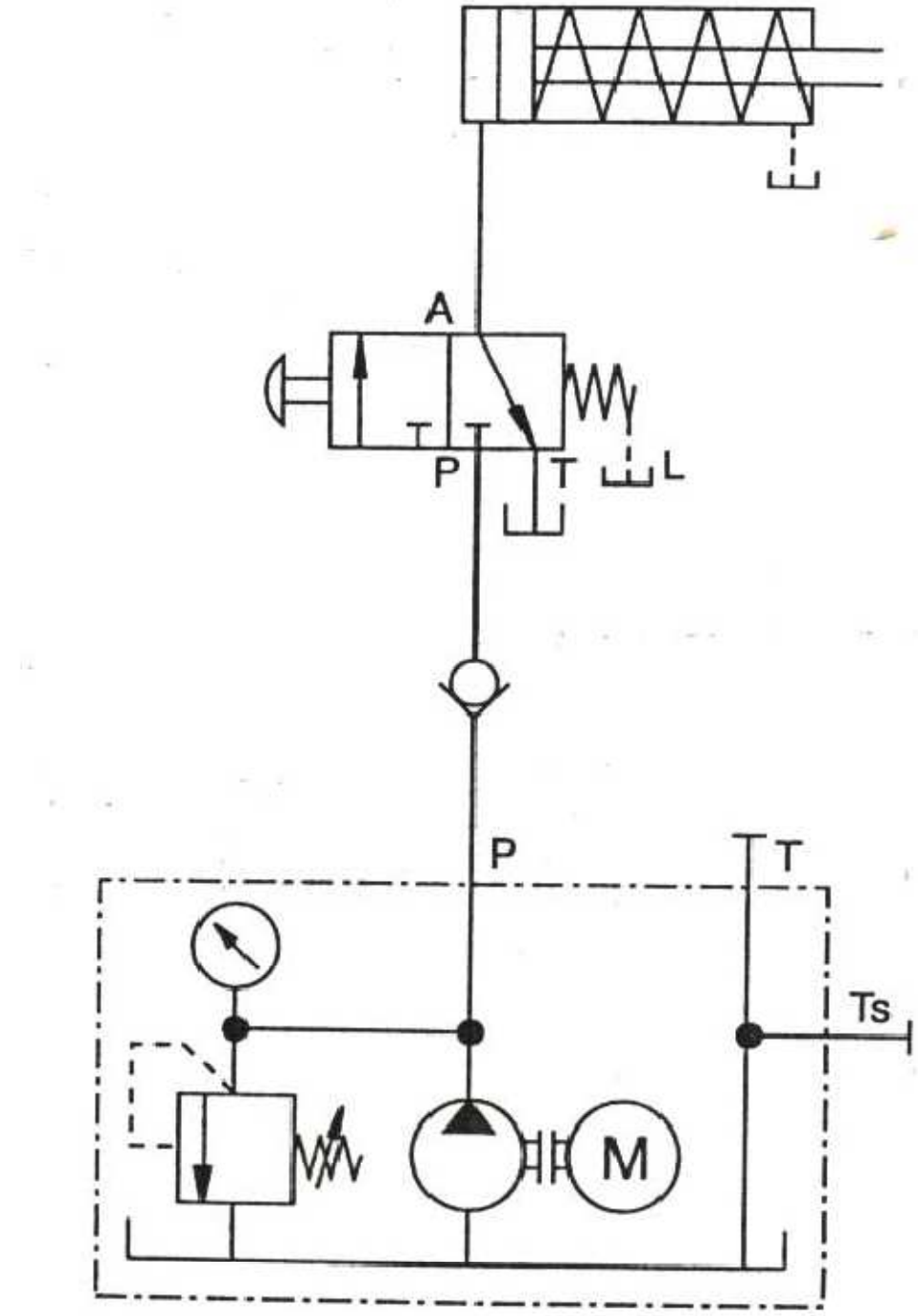
- الصمام ٢/٥ يعبر عن صمام به خمسة فتحات ووضعي تشغيل.
- الصمام ٢/٣ يعبر عن صمام بة ثلاثة فتحات ووضعى تشغيل.
- الصمام ٢/٢ يعبر عن صمام به فتحتان ووضعي تشغيل.

إستخدامات صمامات التحكم فى الأتجاة:

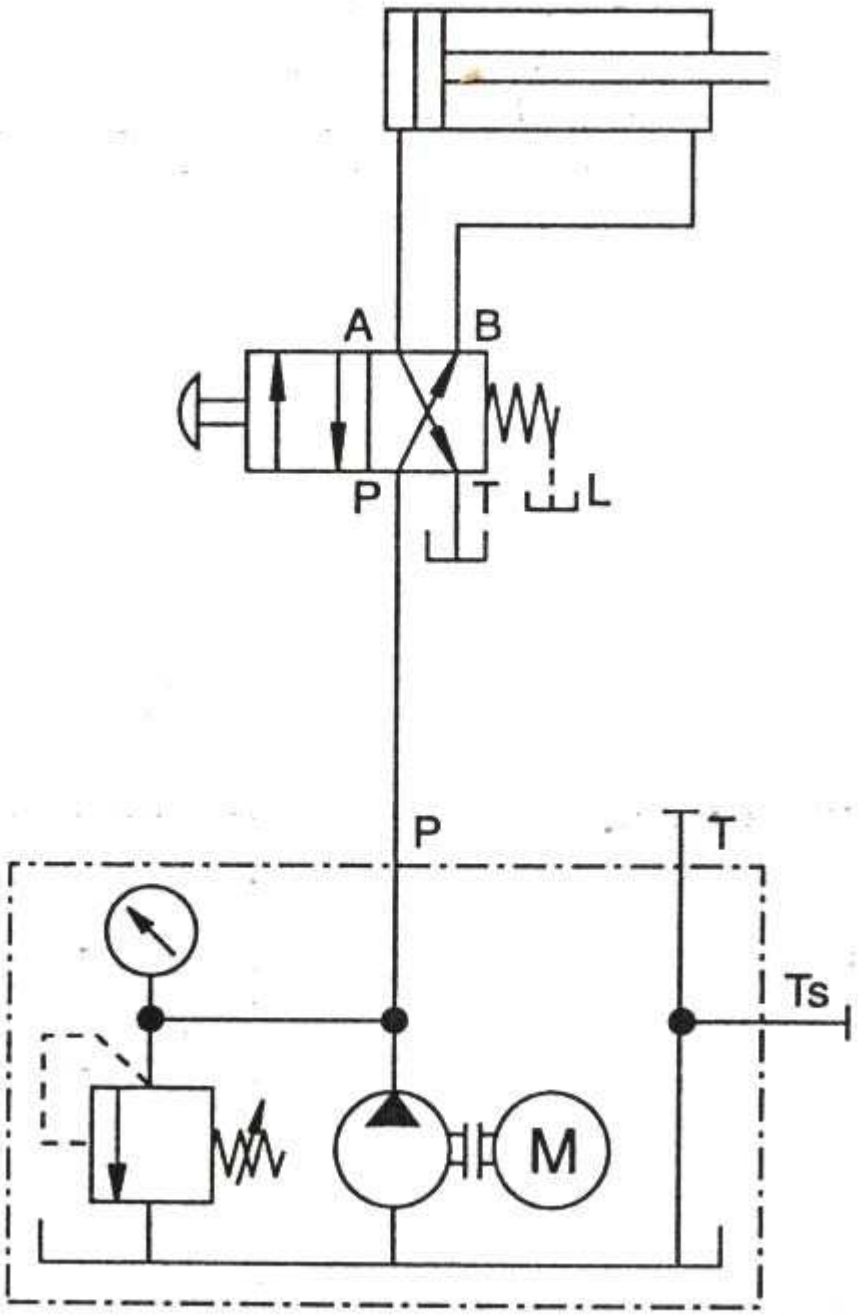
١. الصمام ٢/٢ يستخدم لفتح وغلق خطوط الأنابيب



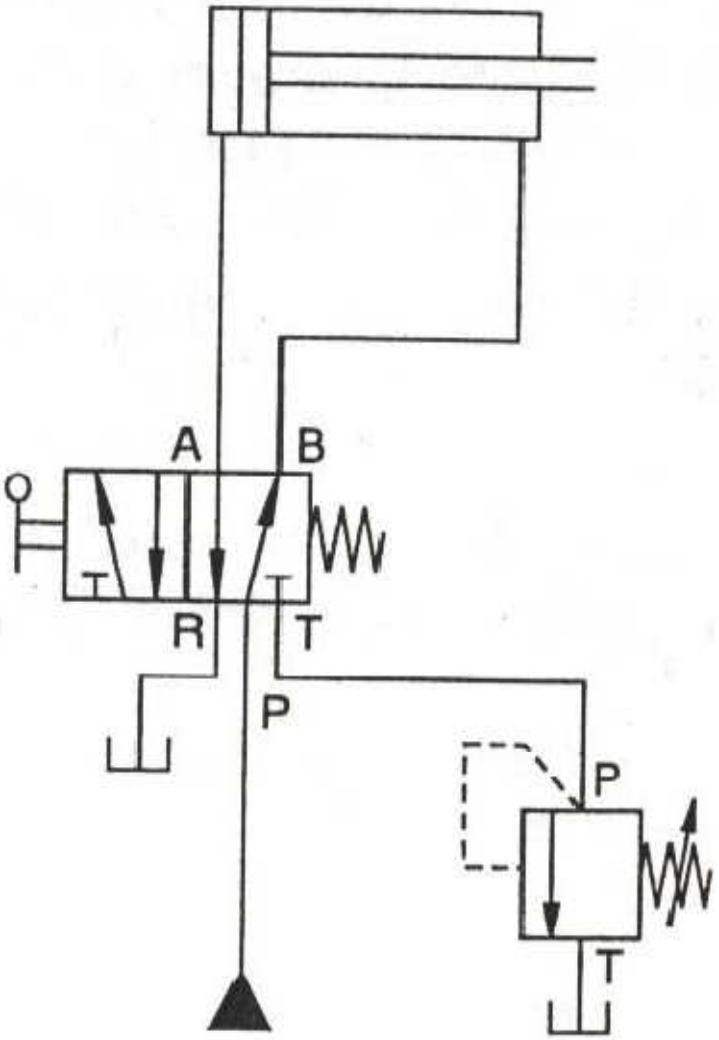
٢- الصمام ٢/٣ يستعمل هذه الصمام فى التحكم فى الأسطوانات منفردة الفعل.



٣- الصمام ٢/٤ يستخدم فى التحكم فى الاسطوانات مزدوجة الفعل.



٤- الصمام ٢/٥ يستخدم فى التحكم فى الاسطوانات مزدوجة الفعل.



Pressure control valves

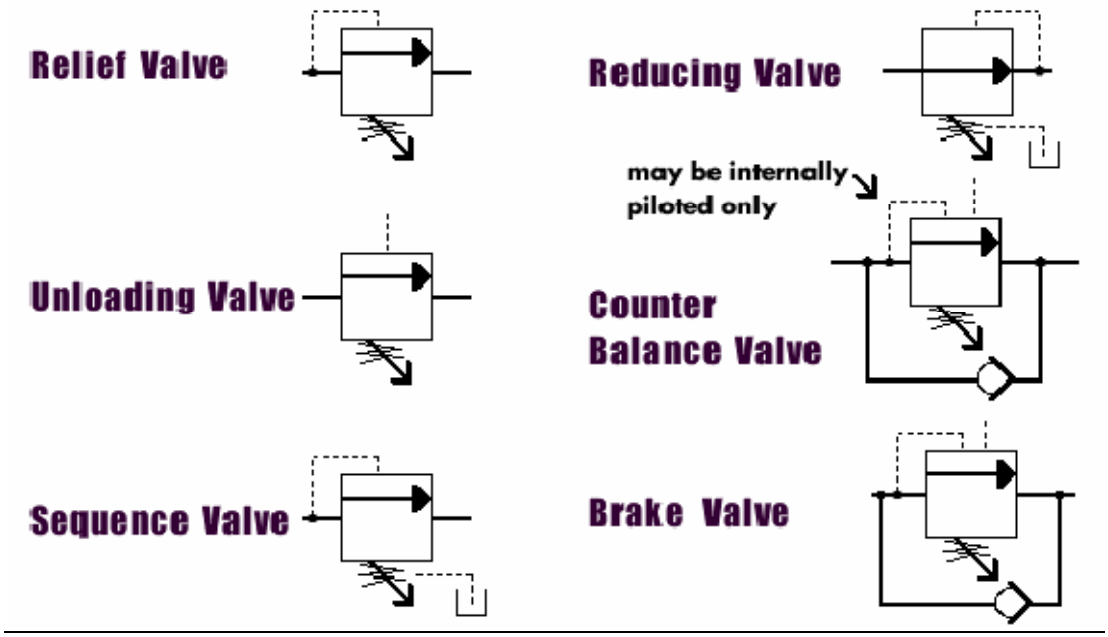
- تعمل هذه الصمامات على التحكم وضبط الضغط فى النظام الهيدروليكيى وأجزاء النظام .
- تقسم هذه الصمامات إلى ثلاثة أنواع على حسب وظيفتها كالتالى :

١- صمامات حد الضغط.

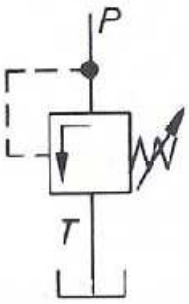
٢- صمامات توالى العمليات.

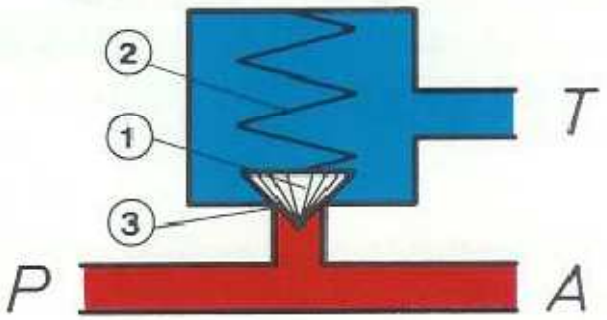
٣- صمامات تخفيض الضغط.

رموز صمامات حد الضغط فى الدوائر الهيدروليكية:



➢ صمامات حد الضغط:

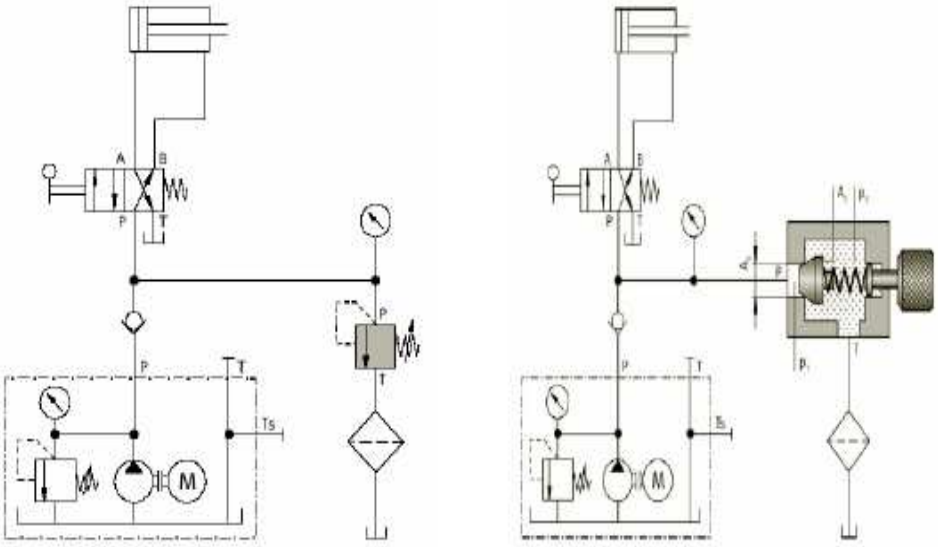




يتم دفع عنصر الغلق ١ إلى قاعدته ٣ بقوة معينة عن طريق الزنبرك ٢ ، وتعتمد هذه القوة على إبعاد الزنبرك ومادته ومقدار انضغاطه الابتدائي.

توصل غرفة الزنبرك بالخزان..يؤثر ضغط الدائر على السطح الأسفل لعنصر الغلق، فتنشأ على عنصر الغلق قوة معاكسة لقوة الزنبرك تساوي ضغط الدائرة مضروبا في مساحة مقطع عنصر الغلق عند المقعد . وتزيد هذه القوة بزيادة ضغط الدائرة. طالما كانت قوة الزنبرك أكبر من القوة الناجمة عن الضغط، يظل عنصر الغلق مرتكزاً على المقعد. أما إذا زادت القوة الناشئة من الضغط عن قوة الزنبرك، فيبتعد عنصر الغلق عن المقعد وتفتح الوصلة إلى الخزان فينساب السائل من خط الضغط إلى الخزان.

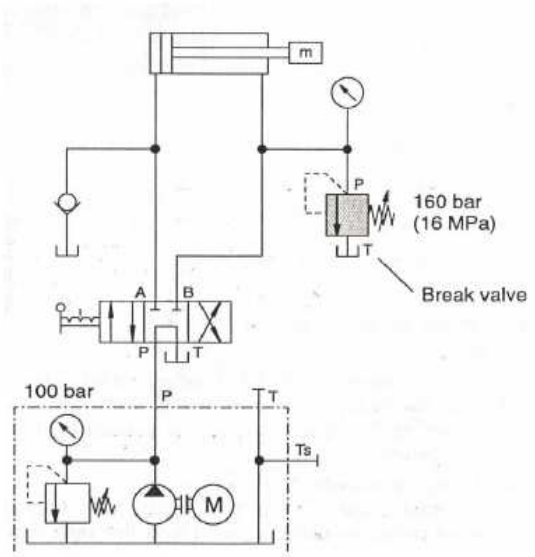
صمام الأمان " Safety valve"



إذا زادت القوة الناشئة عن الضغط على قوة نابض الصمام حد الضغط فإن عنصر الغلق يبتعد عن المقعد وتفتح الوصلة إلى الخزان، فيسري السائل من خط الضغط إلى الخزان. عند عدم استهلاك المستخدم للسائل، عند توقفه مثلا، فإن السائل المندفع من المضخة يعود بالكامل إلى الخزان عبر صمام حد الضغط

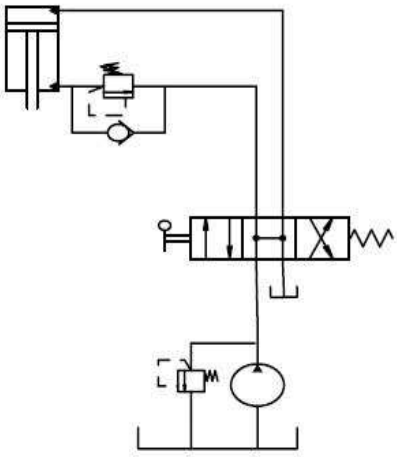
ب - صمام كبح (Brake valve) في الدوائر الهيدرولية

فهو يمنع ارتفاع الضغط إلى القيمة القصوى التي يمكن أن يصل إليها كنتيجة لعزم القصور الذاتي عند غلق الصمام التوجيهي فجأة



ت - صمام موازنة (Counter Balance valve) في الدوائر الهيدروليكية

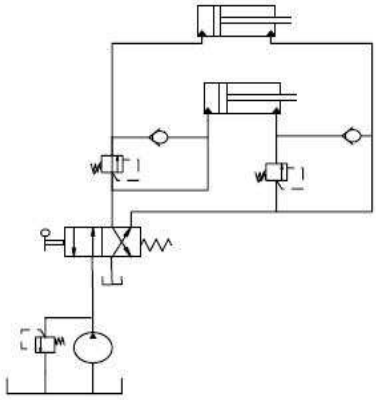
الشكل التالي يبين استعمال صمام موازنة للاحتفاظ بكباس الأسطوانة في الموضع الأعلى، عند عدم تشغيل المضخة. يتم ضبط الصمام لكي يفتح عندما يكون الضغط أكبر بقليل من الضغط المطلوب لإبقاء الكباس في الأعلى.



ث - صمامات توالي العمليات في الدوائر الهيدروليكية Sequencing Valves

إن الصمام التوالي ينفتح ويسمح بالتدفق خلال شبكة هيدروليكية أخرى عند الوصول إلى قيمة ضغط معينة قابلة للمعايرة

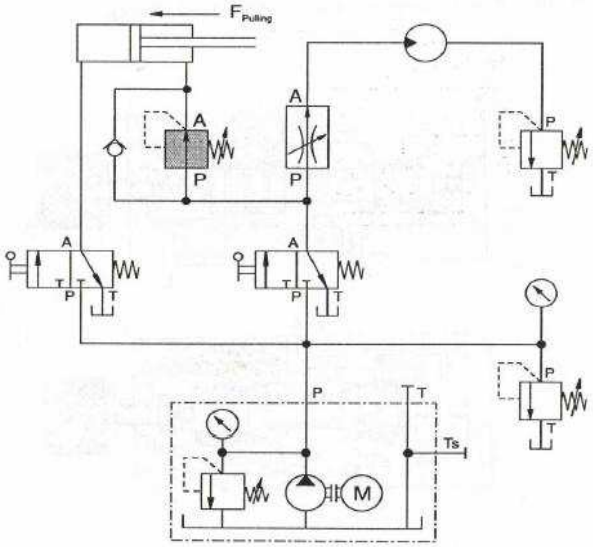
فهو يستعمل لعمليات التتابع للشبكات الهيدروليكية الأخرى عند الوصول إلى ارتفاع معين في قيمة الضغط. وعليه فهو يستعمل في التطبيقات مثل إمساك قطعة شغل بقوة معينة عن طريق أسطوانة هيدروليكية قبل أن تبدأ أسطوانة التشغيل في إجراء التشغيل المطلوب على القطعة، وتحدد قوة الإمساك اللازمة عند بدء التشغيل عن طريق صمام التوالي بالضغط



ج - صمامات تخفيض الضغط في الدوائر الهيدروليكية

يقوم هذا الصمام بالمحافظة على ضغط بداية الحركة ليبقى ثابتا إلى أبعد الحدود حتى أيضا عندما تتغير قيمة ضغط البداية (لكن فقط عند تغييرها لأعلى زيادة وليس نقصا)

الشكل التالي يمثل دائرة هيدروليكية باستخدام صمام تخفيض الضغط



Flow control valves

١. تعريف:

تستخدم هذه الصمامات للتحكم في سرعة حركة المستخدم عن طريق تغيير معدل تدفق السائل الذي يصل إليه.

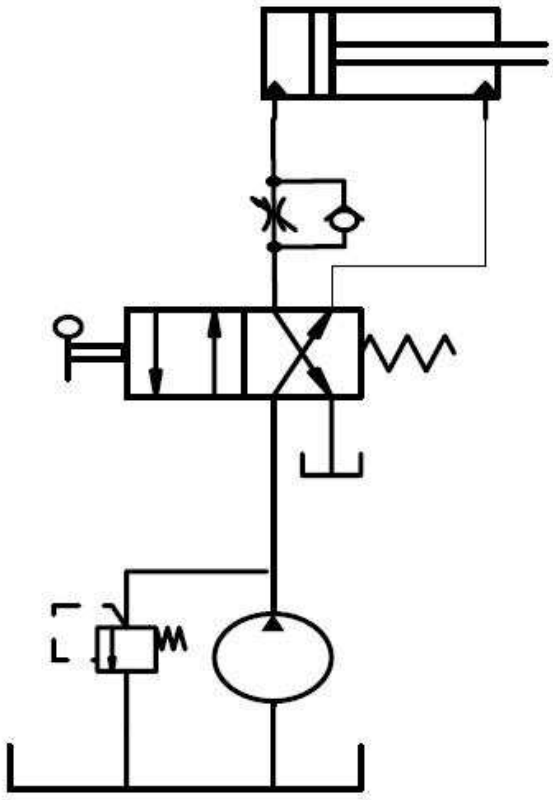
٢. استخدام صمامات التحكم في التدفق في الدوائر الهيدروليكية

أ - التحكم في التدفق للداخل Meter-in Flow Control

يتم تركيب صمام التحكم في التدفق في خط الزيت الداخل إلى الأسطوانة، بحيث يتم تنظيم تدفق الزيت الداخل إلى المشغل.

يستخدم هذا التركيب في الحالات التي يكون فيها التحميل متساو تقريبا على طول المشوار بكامله، ويكون مؤثرا في الاتجاه المعاكس لاتجاه الدفع،

فهو يستعمل مثلا في أجهزة الرفع

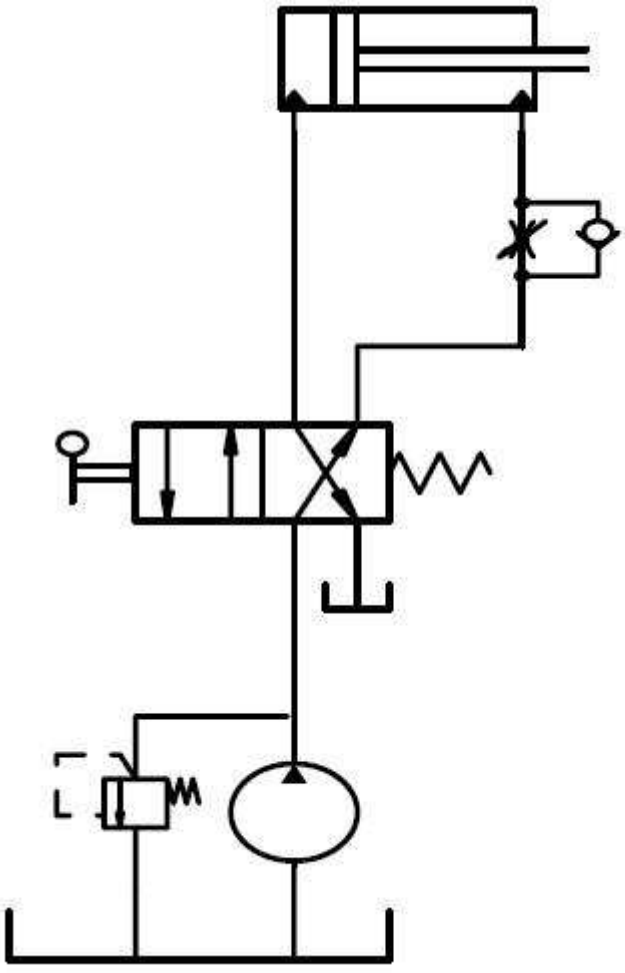


ب - التحكم في التدفق للخارج Meter-out Flow Control

يتم تركيب صمام التحكم في التدفق في خط الزيت الخارج من الأسطوانة، بحيث يتم تنظيم تدفق الزيت العائد من المشغل.

يستخدم هذا التركيب عند لزوم متطلبات عالية في تدرج حركة الكباس، على سبيل المثال لحركة تقدم مجموعة الحركة التي تكون لها قوى متباينة جدا سواء فيما يختص بالحجم أو فيما يختص باتجاه الحركة

فهو يستعمل مثلا في ماكينات القطع على مختلف أنواعها



Non-return valves

١. تعريف:

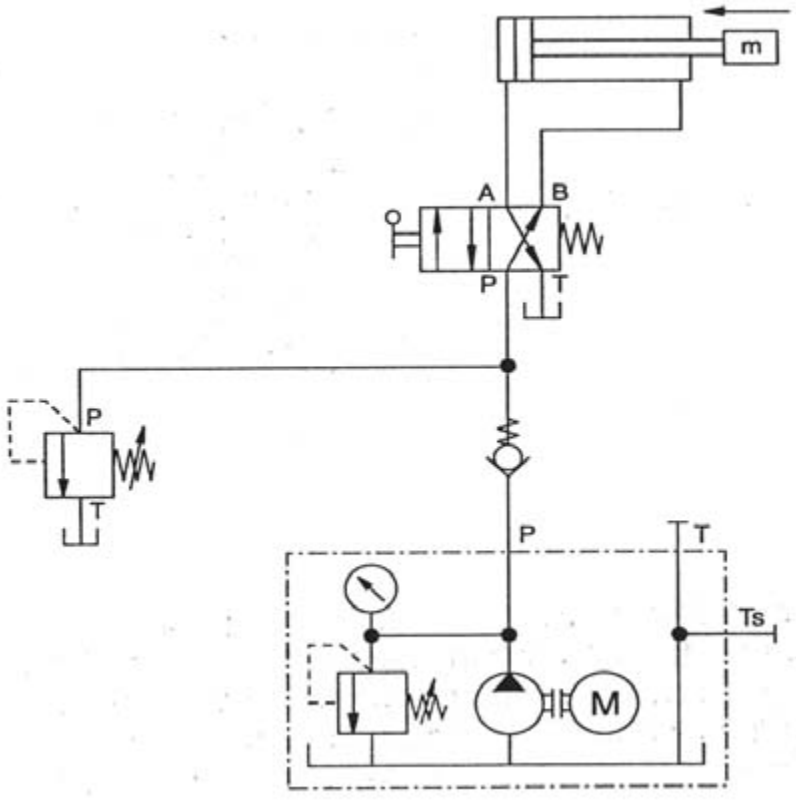
تستخدم هذه الصمامات في الدوائر الهيدروليكية لمنع سريان السائل في اتجاه معين والسماح بمروره بدون عوائق في الاتجاه الآخر.

٢. استخدامات صمامات لا رجعية في الدوائر الهيدروليكية

أ - حماية المضخة

عند توقف المحرك الكهربي فإن ضغط الحمل لا يمكن قيادة المضخة في الاتجاه المعاكس. الضغط العالي الذي قد يحدث في النظام لا يؤثر في المضخة بل يتم تصريفه من خلال صمام حد الضغط

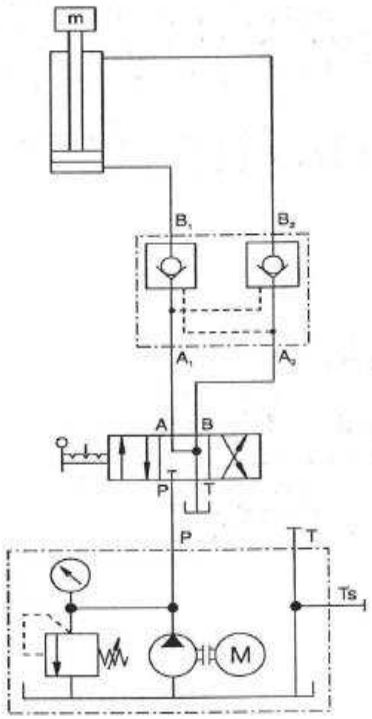
الشكل التالي يبين وضعية الصمام الارجعي



ب - إحكام الغلق لجانبي الأسطوانة

باستعمال صمام لا رجعي مزدوج فإن جانبي الأسطوانة تكون محكمة الغلق، بدون أي تسريب، فلا يمكن بالتالي تحرك الأسطوانة تحت تأثير أي حمل خارجي، ما دامت الأسطوانة في حالة سكون وصمام التحكم التوجيهي في الوضع المركزي

الشكل التالي يبين ذلك



المحاضرة الثالثة

تصنيف مكونات الدوائر الهيدروليكية

كنا قد ذكرنا فى المحاضرات السابقة المكونات الأساسية للدوائر الهيدروليكية وتطرقنا فيها إلى وظيفة كل مكون من المكونات تلك.يمكننا الان تصنيف تلك المكونات كلٌ حسب المهام التى يقوم بها فى الدائرة الهيدروليكية.

الهدف الاساسى من الدائرة الهيدروليكية هو نقل القدرة بقوة كبيرة وبصورة أسرع وأمنة وبالتالى تم تقسيم وتصنيف المكونات كالتالى :

- مجموعة الأمداد بالقدرة.
- مجموعة التحكم فى القدرة.
- مجموعة المشغلات.

مجموعة التحكم فى القدرة:

وهى عبارة عن الصمامات التى توجد بالدائرة الهيدروليكية على أختلاف أنواعها سواء كانت صمامات تحكم فى الأتجاة أو الضغط أو التدفق وقد تم شرحها بالكامل فى المحاضرة السابقة.

مجموعة المشغلات:

وهى عبارة عن مجموعه الأسطوانات التى توجد بالدائرة الهيدروليكية على أختلاف أنواعها سواء كانت أسطوانات أحداية الفعل أو ثنائية الفعل وهى ما سيتم شرحها بالكامل فى المحاضرة القادمة بمشيئه الله تعالى.

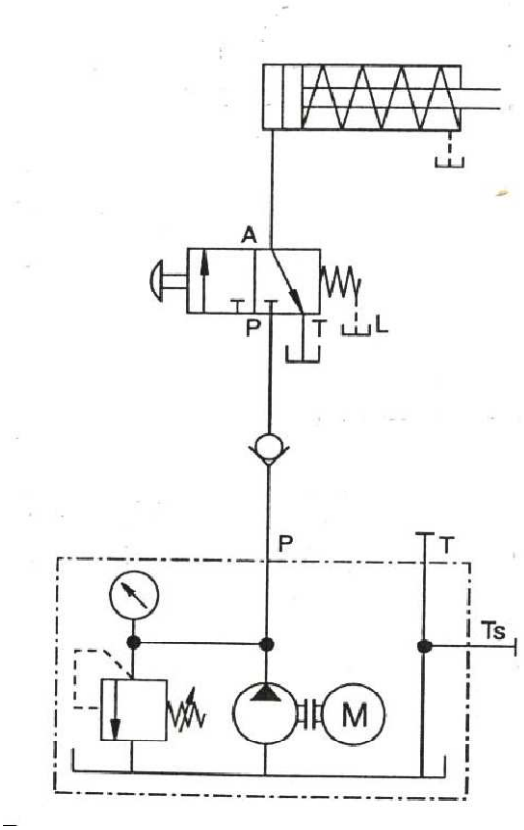
مجموعة الأمداد بالقدرة:

وهى تتكون من :

- المحرك.
- المضخة الهيدروليكية.
- صمام الأمان.
- مقياس الضغط.
- مرشحات الزيت.
- مبردات الزيت.

- مسخنات الزيت.
- خزان الزيت.

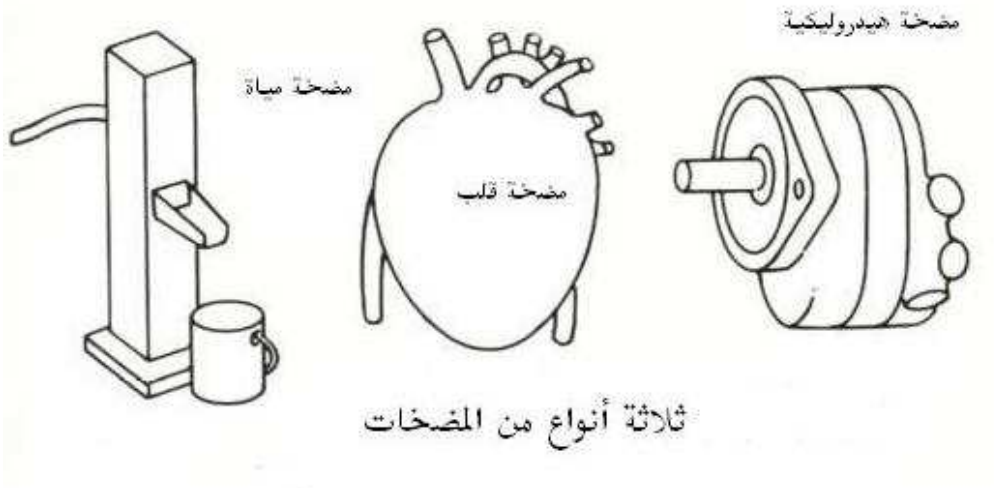
وسنتحدث فى محاضرة اليوم عن المضخات الهيدروليكية بأنواعها المختلفة وبالنسبة لباقى مكونات مجموعة الأمداد بالقدرة فسيتم شرحها فى المحاضرات القادمة بمشيئه الله تعالى.



من الملاحظ كما فى الشكل السابق أنه فى كل المخططات الخاصة بالدوائر الهيدروليك تكون مجموعة الأمداد بالقدرة محاطه بمتوازى مستطيلات ذات خط متقطع وكأنها وحدة منعزلة.

Hydraulic pumps

إذا كان القلب هو المضخة التى تقوم بنقل الدم خلال جميع شرايين الجسم ويقوم بإيصالة للمخ فإن المضخة الهيدروليكية هى القلب فى الدائرة الهيدروليكية حيث أنها المسئولة عن سيبان الزيت خلال الدائرة الهيدروليكية.



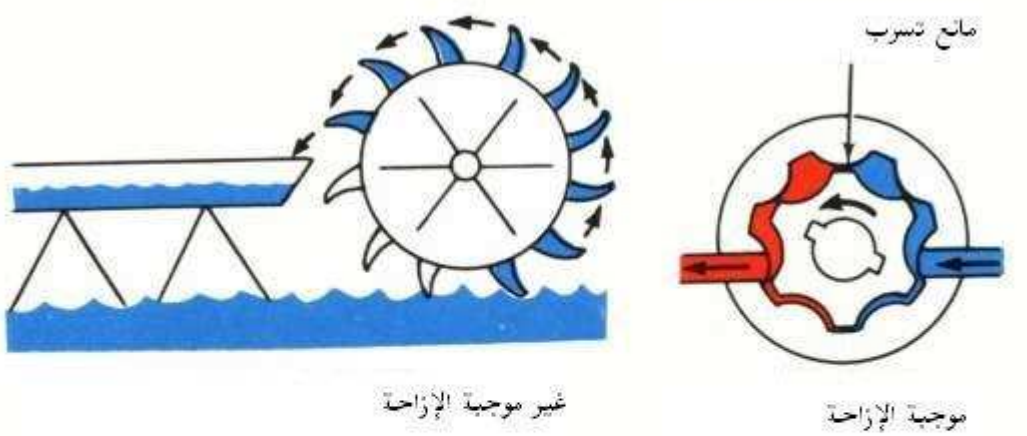
ثلاثة أنواع من المضخات

المضخات الهيدروليكية:

- هى المسئولة عن تحويل الطاقة الميكانيكية الناتجة من المحرك إلى طاقة ضغط هيردوليكي.
- كل المضخات تخلق سريان ولكن ليس بالضرورة أن تكون كل المضخات هيدروليكية.
- المضخات تعمل طبقًا لقاعدة تسمى الأزاحة،والمقصود بالازاحة هنا هو دخول السائل من نقطة وخروجة من نقطه أخرى عن طريق الجزء الدوار فى المضخه.
- يوجد نوعين من الازاحة فهى إما أن تكون إزاحة موجبة أو غير موجبة.
- المثال على الازاحة الغير موجبة هى الساقية حيث أنها تقوم فقط بإلتقاء الماء وتحريكة بينما المضخات موجبة الازاحة تقوم بالاضافة إلى تحريك

السائل وإزاحتة تقوم بالتحكم فيه وتمنع تسريبة.هذا التحكم هو الجزء الموجب فى الازاحة.

- عن طريق هذا التحكم يتغلب السائل على مقاومه أجزاء الدائرة الاخرى للسريان.
- نظراً للضغوط المرتفعة التى لابد ان تكون متوفرة فى الدوائر الهيدروليكية نستخدم المضخات موجبة الازاحة.بالتالى جميع المضخات الهيدروليكية هى مضخات موجبة الازاحة وهى ما سيتم دراسته فى هذه المحاضرة.



الأزاحة فى الدائرة الهيدروليكية

هو حجم الزيت الذى تحرك أو تمت ازاحته بأستخدام المضخه فى كل دورة وبالتالى تنقسم المضخات الهيدروليكية إلى:

- مضخات ثابتة الأزاحة.
- مضخات متغيرة الأزاحة.

المضخات ثابتة الأزاحة:

هى المضخات التى تقوم بنقل حجم ثابت من الزيت كل دورة،ويتغير حجم الزيت بتغير سرعة المضخة فقط.

تستخدم المضخة ثابتة الأزاحة فى الدوائر ذات الضغط المنخفض أو لمساندة مضخة أخرى فى دائرة ذات ضغط مرتفع.

المضخات متغيرة الأزاحة:

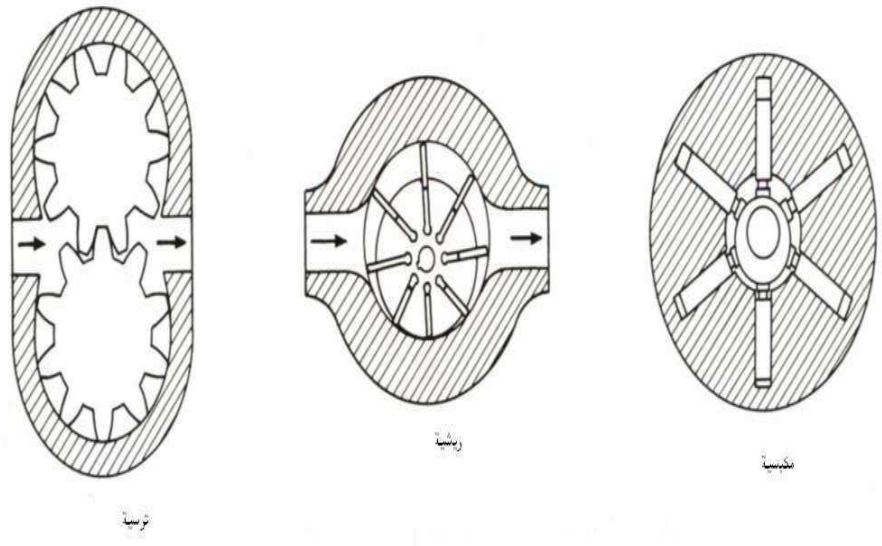
هى المضخات التى تقوم بنقل حجم متغير من الزيت فى كل دورة على الرغم من ثبات سرعة المضخة أحياناً.

أنواع المضخات الهيدروليكية:

- مضخات ترسية Gear pump.
- مضخات مكبسية Piston pump.
- مضخات ريشية Vane pump.

يمكن أن نستخدم أحد هذه الأنواع فى الدائرة الهيدروليكية أو نستخدم أكثر من نوع فى دائرة واحدة.

فكرة عمل الثلاثة أنوع من المضخات واحدة وهى أن الجزء الدوار داخل المضخة يقوم بنقل المائع .



Gear Pump

تعتبر من أكثر الأنواع شيوعًا وأقتصادية كما أنها تستخدم على نطاق واسع بسبب بساطتها وأقتصاديتها.كما انها تستخدم فى النظم التى تحتاج إلى إزاحة ثابتة.

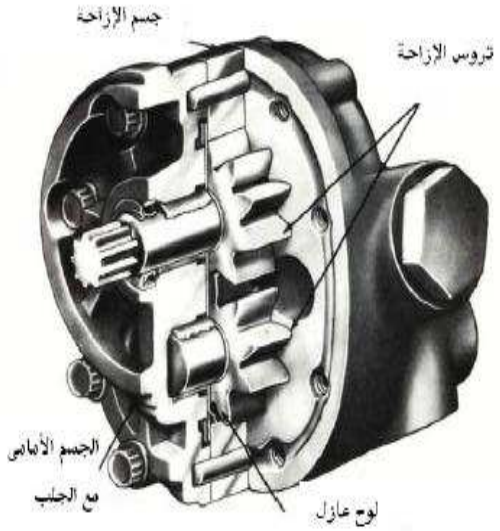
تستخدم كمضخات شحن لأنواع أخرى من المضخات فى دوائر أكبر.

هناك نوعين من المضخات الترسية:

- مضخة ترسية خارجية External gear pump.
- مضخة ترسية داخلية Internal gear pump.

المضخة الترسية الخارجية :

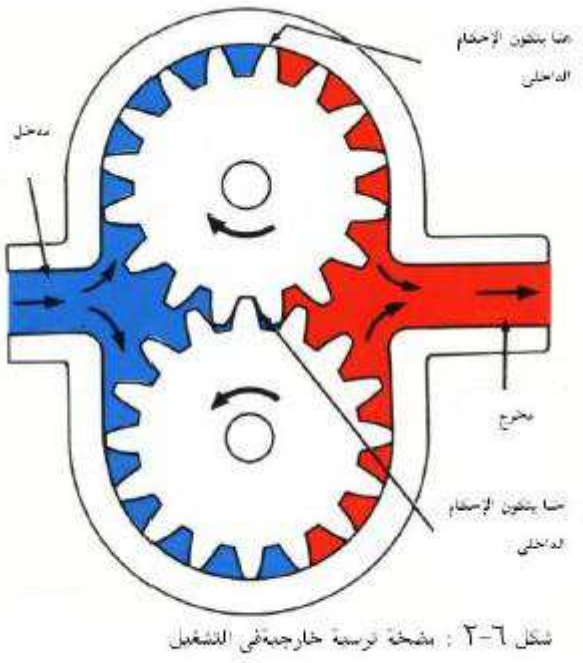
تتركب المضخة الترسيه الخارجية عادة من ترسين معشقين متوافقين بدقة داخل جسم المضخة(الغلاف أو المبيت) شكل ٥. يدير عمود الإدارة أحد الترسين (الترس القائد) الذي بدوره يدير الترس الآخر (الترس المنقاد). تستخدم جلب العمود وألواح العزل ذات الأسطح الملساء لإحكام تركيب التروس الشغالة ومنع تسرب المائع.



(شكل ٥) مكونات مضخة تروس خارجية

شكل ٦ يوضح بساطة التشغيل. عند دوران الترسين تقوم الأسنان غير المعشقة بحجز الزيت فيما بين أسنان التروس وجسم (غلاف أو مبيت) المضخة. تحمل أسنان التروس الزيت المحبوس إلى غرفة الخرج. حينما يعشق الترسين مرة ثانية وفى منطقة تلامس الأسنان تتكون بينهما منطقة محكمة العزل تمنع الزيت من الرجوع إلى مدخل المضخة مما يجبر الزيت وبدفعه للتدفق من فتحة الخروج وينساب إلى باقي أجزاء الدائرة. يستمر تدفق الزيت المحجوز بين أسنان التروس وجسم المضخة إلى غرفة الخرج مع كل دورة للتروس وبالتالي تستمر عملية إرغام الزيت على التدفق إلى غرفة الخرج. يتم إمداد مدخل المضخة بالزيت من الخزان بالتثاقل ليحل محل الزيت الذي تم سحبه من مدخل المضخة عند دوران التروس.

تستخدم بعض المضخاتالترسيه أطباق (أقراص) ضغط، محكمة أمام التروس، لزيادة كفاءة المضخة. .دفع كمية صغيرة من الزيت المضغوط خلف طبق (قرص) الحشو يؤدي إلى ضغط الطبق أمام التروس مكونا إحكاما تاما ومانعا جيدا ضد التسرب.



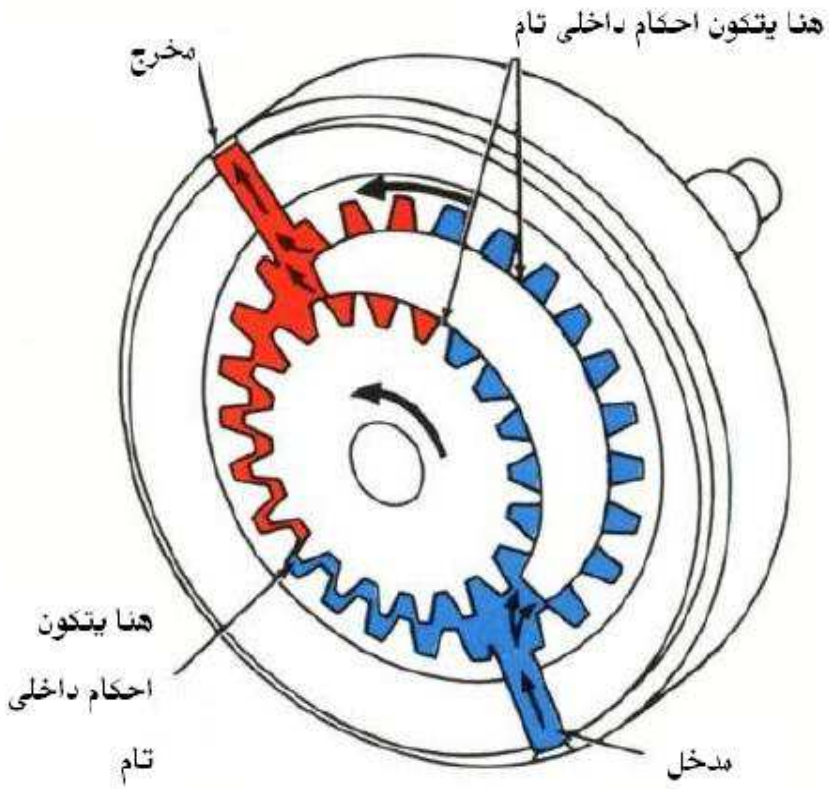
شكل ٦-٢ : مضخة ترسية خارجيةفى التشغيل

شكل (٦) تشغيل مضخة تروس خارجية

المضخة الترسية الداخلية:

تستخدم المضخات الترسية الداخلية ترسين ايضا، إلا أن احدهما، وهو عبارة عن ترس عدل أسطواني صغير، يتم تركيبه داخل ترس أكبر. الترس الصغير معشق في جانب واحد من الترس الأكبر. في الجانب الآخر كلا الترسين منفصلين عن بعضيهما بفاصل على شكل هلال. يدير عمود الإدارة الترس الأسطواني العدل الصغير والذي بدوره يدير الترس الأكبر .

تشغيل المضخاتالترسيه الخارجية والداخلية متماثل والفرق الرئيس بينها أنه في حالة التعشيق الداخلي يدور الترسان في نفس الاتجاه (انظر شكل ٨) عندما تكون أسنان الترسين خارج التعشيق يحجز الزيت ، بين أسنان الترسين والفاصل الهلالي، ثم ينتقل هذا الزيت إلى غرفة الخرج . وعندما تعشق التروس مرة أخرى يتكون إحكام يمنع الزيت من الرجوع.



شكل (٨) تشغيل مضخة تروس داخلية

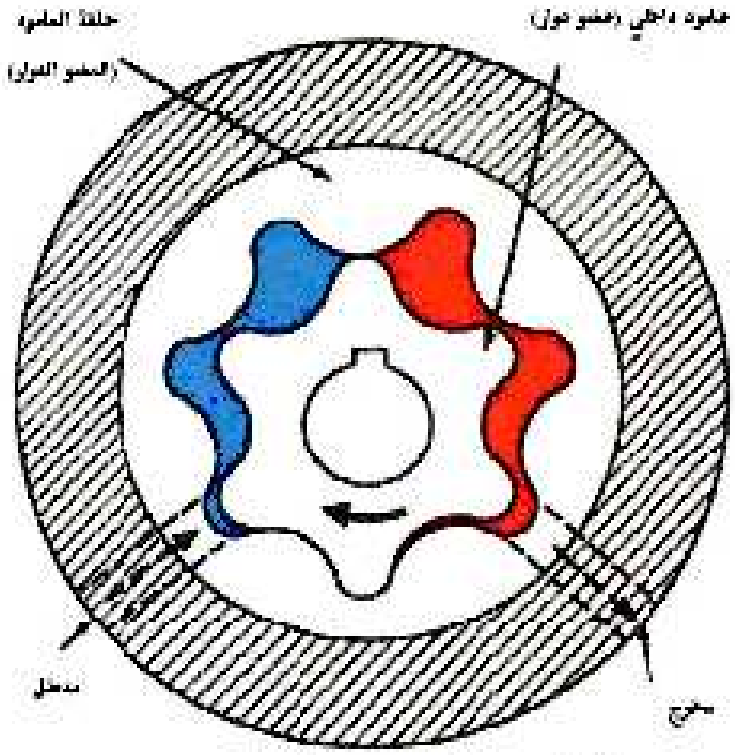
المضخة الترسية الداخلية الدوارة:

المضخة الدوارة الموضحة في(شكل ٩) شكل آخر للمضخة الترسية الداخلية. يدور العنصر الدوار الداخلي والخارجي معا داخل مبيت المضخة. للعناصر الدوارة فصوص دائرية (ملفوفة) تعمل كأسنان. لا يوجد بالمضخة فاصل.

(شكل ٩) مضخة ترسية داخلية ذات عمود دوار

(شكل ١٠) يوضح تشغيل المضخة، تدير وصلة العمود الدوار العضو الدوار الداخلي الذي بدوره يرتكز على أحد الجوانب الداخلية لحلقة العضو الدوار الخارجي. يجهز العضو الدوار الداخلي بعدد من الفصوص تتل بمقدار فص واحد عن فصوص حلقة العضو الدوار الخارجي. ولهذا يوجد بصفة دائمة فص واحد فقط في حالة تعشيق كامل مع الحلقة الخارجية مما يسمح للفصوص بالانزلاق.

انزلاق الفصوص الداخلية على الفصوص الخارجية يؤدي إلى إحكام الزيت ومنعه من الارتداد. أثناء انزلاق الفصوص إلى أعلى يتم سحب الزيت فوق فصوص الحلقة الخارجية. حينما تتبع فصوص الدوار الداخلي داخل فراغات الحلقة ستضغط الزيت للخارج.



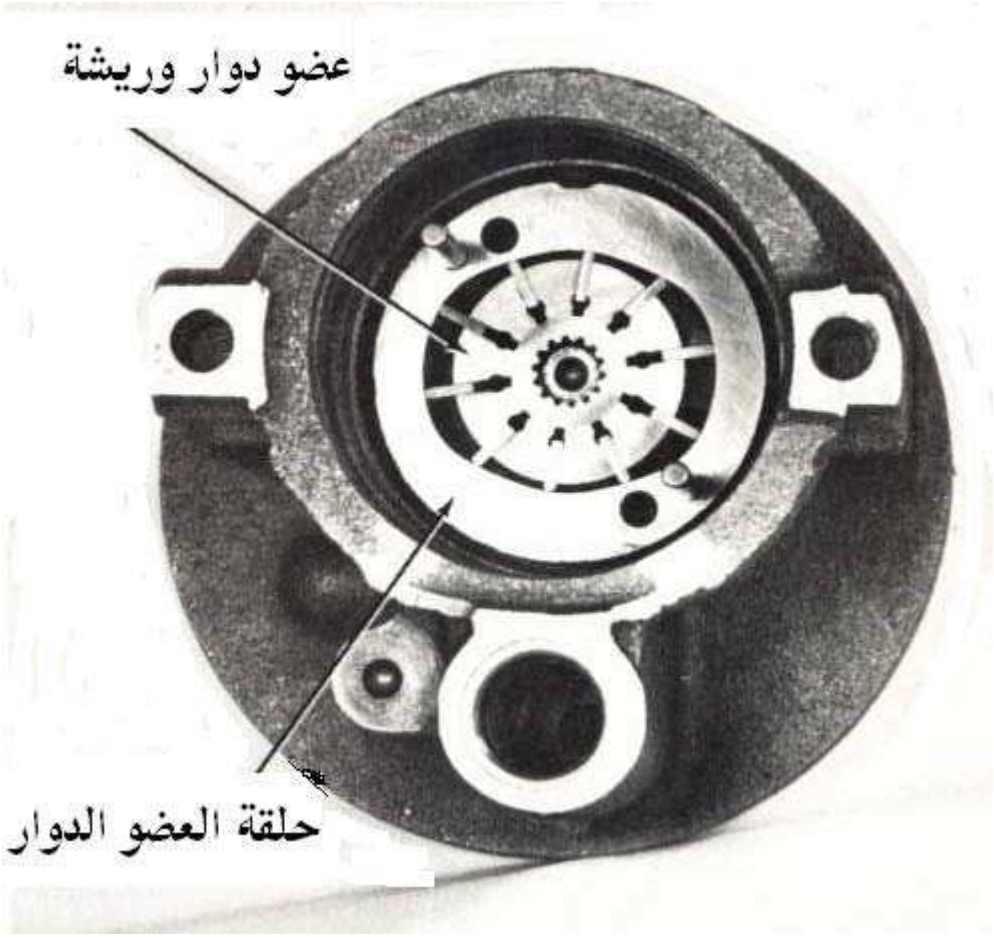
شكل ١٠ ٣ : القسمة ذات العامود في التشغيل

Vane Pump

تعتبر المضخة الريشية مضخة متعدد الأستعمال،فيمكن أن يتم تصميمها بصورة مفردة أو مزدوجه او ثلاثية الوحدات.العنصر الدوار الداخلى به شقوق عميقة محفورة على سطح العنصر الدوار.يوجد بداخل هذه الشقوق مجموعه من الريش هى المسئولة عن تحريك الزيت.

تنقسم إلى نوعين رئيسيين:

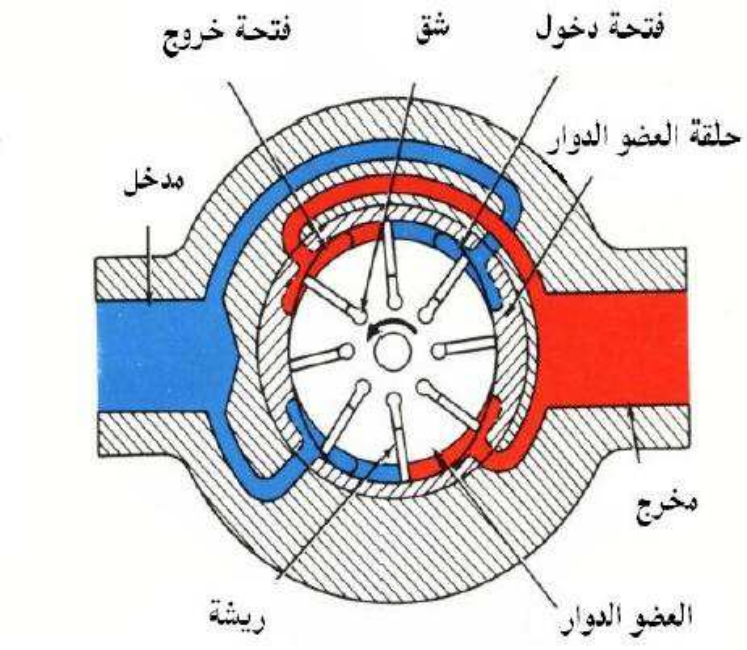
- المضخة الريشية المتزنة "مضخة ثابتة الأزاحة دائمًا".
- المضخة الريشية الغير متنزنة "مضخة إما تكون ثابتة أو متغيرة الأزاحة".



المضخة الريشية المتزنة:

شكل ١١يوضح مضخة ريش متزنة. يدور العضو الدوار داخل حلقة بيضاوية عن طريق عمود إدارة. تركب الريش بإحكام داخل شقوق العضو الدوار. تنزلق الريش حرة الحركة داخل أو خارج الشقوق. الجزء المتزن في تلك المضخة يوضح مواضع فتحات الزيت شكل ١٢. المضخة لها فتحتان للدخول موضوعتان أمام بعضها ولها فتحتان للخروج وايضاً أمام بعضها (في جانبي المضخة). فتحتا الدخول متصلتان بمدخل المضخة المركزي وفتحتا الخروج متصلتان بمخرج المضخة المركزي.

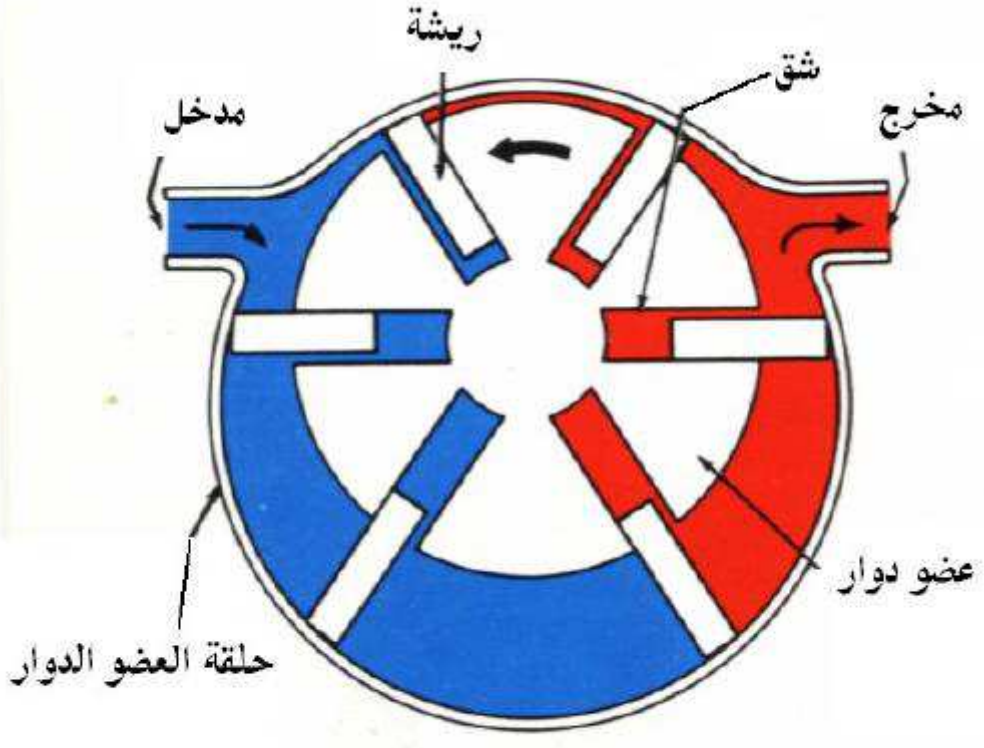
شكل ١٢ يوضح تشغيل المضخة. عندما يدور العضو الدوار تدفع الريش إلى الخارج في جهة السطح الداخلي للحلقة بالقوة الطاردة المركزية فتلامس الريش سطح الحلقة البيضاوية. تقسم الريش المساحات التي على شكل هلال بين العضو الدوار والحلقة البيضاوية إلى حجرتين منفصلتين. يتغير حجم الحجرتين باستمرار مابين الاتساع والضيق إلى ما يقرب من ضعف الحجم أثناء كل دورة. توضع فتحات الدخول بحيث تبدأ عندها كل حجرة في التمدد والاتساع و فتحات الخروج موضوعة بحيث تبدأ عندها كل حجرة في الانكماش والضيق. حينما تبدأ الحجرة في الاتساع يندفع الزيت الداخل ليملأ التفريغ الجزئي ويحمل هذا الزيت بواسطة الريش وبينما يبدأ زيت الحجرة في التناقص فإن الزيت في مكانه الضيق المحكم يدفع خارجا عند فتحة الخروج. في النصف الثاني من الدورة يتكرر ما سبق للمجموعة الثانية من فتحات الدخول والخروج.



شكل (١٢) تشغيل مضخة ريش متزنة

المضخة الريشية الغير متزنة:

تستخدم مضخة الريش غير المتزنة نفس القاعدة الأساسية السابقة. عمود دوار مشقوق ذو ريش يدور داخل حلقة ثابتة. دورة التشغيل تتم مرة واحدة في كل لفة، انظر (شكل ١٣)، لذا فالمضخة لها مدخل واحد ومخرج واحد. العمود الدوار المشقوق موضوع في الجانب البعيد من الحلقة الدائرية. أثناء التشغيل تبدأ غرفة الزيت في الاتساع عند فتحة الدخول وتأخذ في الانكماش حيث ينتهي عند فتحة الخروج. يسحب الزيت إلى الداخل بسبب التفريغ الجزئي الناجم عن اتساع الغرفة. يندفع الزيت إلى الخارج حينما تأخذ الغرفة في الانكماش كما هو الحال في المضخة ذات الريش المتزنة. فيما يلي نقارن بين تصميم مضخة الريش غير المتزنة وتصميم مضخة الريش المتزنة.



شكل (١٣) تشغيل مضخة ريش غير متزنة

المحاضرة الرابعة

مراجعة على المحاضرة السابقة

١. تحول المضخة الهيدروليكية القوى الميكانيكية إلى قدرة هيدروليكية أو طاقة سائل – وبكلمات أخرى – تحث المائع ليعمل شغلاً .

٢. هناك نوعان رئيسيان للمضخات موجبة الإزاحة وغير موجبة الإزاحة . تتميز المضخة موجبة الإزاحة بأنها الأكثر توافقا للقوى الهيدروليكية وذلك لقدرتها على إنتاج سريان منتظم للسوائل تمكن من التغلب على مقاومة النظام الهيدروليكي.

٣. تصمم المضخة الهيدروليكية لتحقيق أحد أمرين إما ضخ حجم محدد من السائل عند سرعة معينة أو ضخ حجم متغير من السائل عند سرعة ثابتة أي ذات إزاحة ثابتة أو متغيرة .

٤. ثلاثة أنواع من المضخات هي الأكثر استخداما في الدوائر الهيدروليكية للماكينات هي مضخات التروس و مضخات الريش و مضخات المكابس.

٥. تعمل الأنواع الثلاثة من المضخات بنظرية الدوران مما يسر تصنيعها كوحدات بنائية صغيرة الحجم وفي نفس الوقت قادرة على الاستمرار في ضخ الحجم المطلوب من السائل.

٦. البنود السابقة وضحت أسس المضخات الهيدروليكية فقط وهناك عدد كبير من الاختلافات في تلك المضخات المختارة.

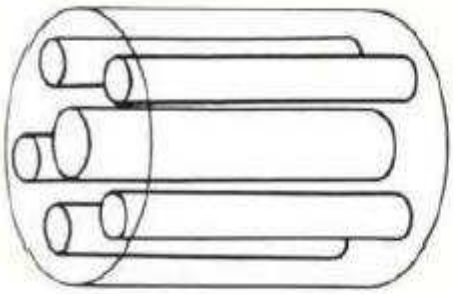
Piston Pump

المضخة المكبسية:

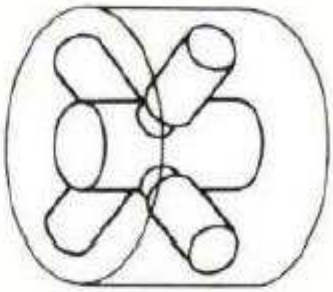
تعتبر النوع الأكثر تعقيداً والأعلى سعراً من المضخات الريشية أو الترسية كما أنها غالباً ما تستخدم فى الدوائر الهيدروليكية ذات الضغوم المرتفعة والسرعات العالية.

تنقسم المضخات المكبسية إلى نوعين :

- مضخة مكبسية محورية Axial piston pump.
- مضخة مكبسية قطرية Radial piston pump.



مكبسية محورية



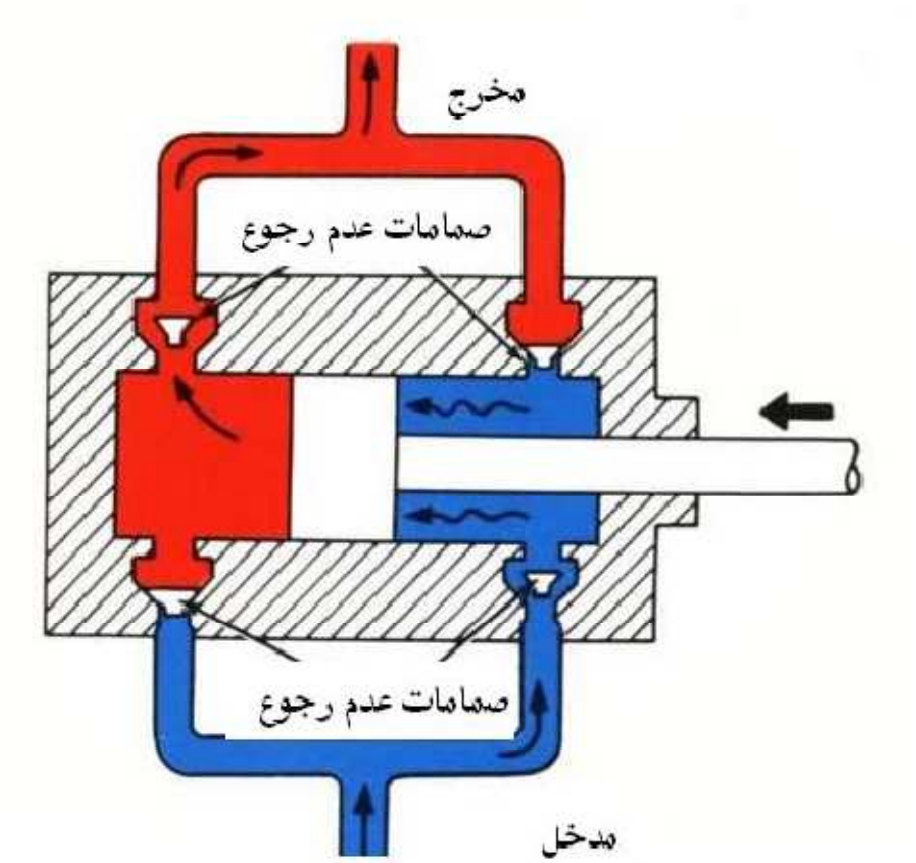
مكبسية قطرية

كلمة محوري تعني أن المكابس مرتبة ومركبة في خطوط متوازية مع محور المضخة (خط المركز)

وكلمة قطري تعني أن مكابس المضخة مرتبة نصف قطريا بالنسبة لمحور العمود أي أنها مركبة عموديا على مركز المضخة مثل أشعة الشمس.

كلا التصميمين للمضخة المكبسية يستخدم مكابس ترددية تضخ الزيت أي مكابس تتحرك في الاتجاهين، إلى الأمام وإلى الخلف ، في تجاويف داخلية أسطوانية .

فكرة عمل المضخات المكبسية:



المضخات المكبسية المحورية Axial piston pump:

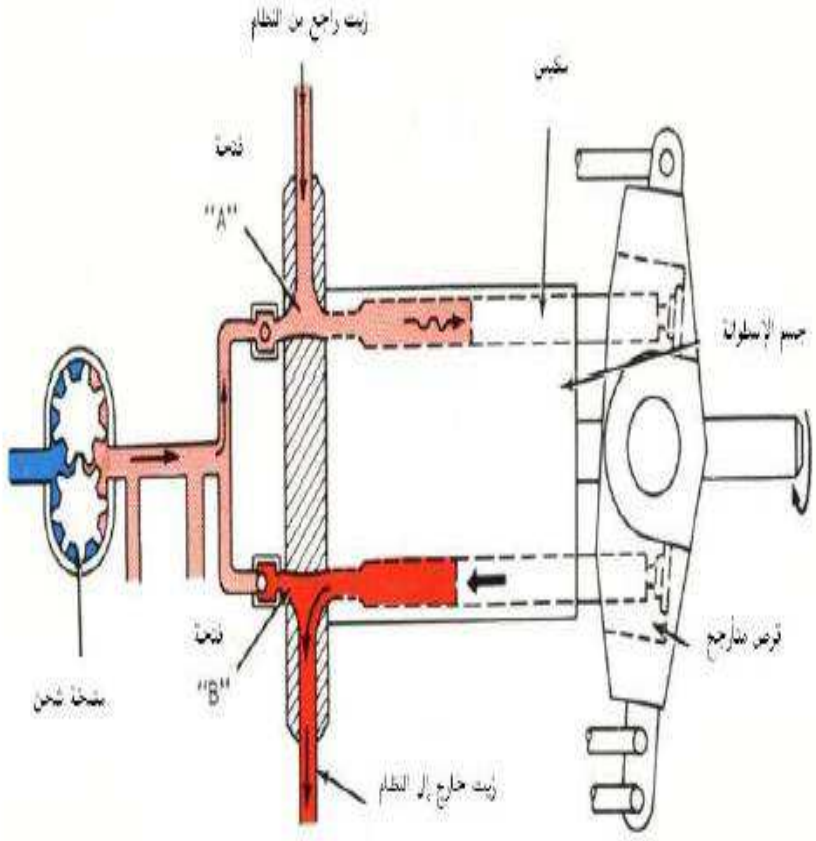
ينقسم هذا النوع من المضخات إلى نوعين كبيرين :

- مضخات مكبسية محورية على خط مستقيم.
- مضخات مكبسية محورية ذات محور مائل.

المضخات المكبسية المحورية على خط مستقيم:

تتحرك المكابس في تجاويف داخل جسم الأسطوانة. محاور المكابس متوازية مع محور الجسم و رؤوس هذه المكابس تلامس قرصاً مائلا يسمى القرص المتارجح.

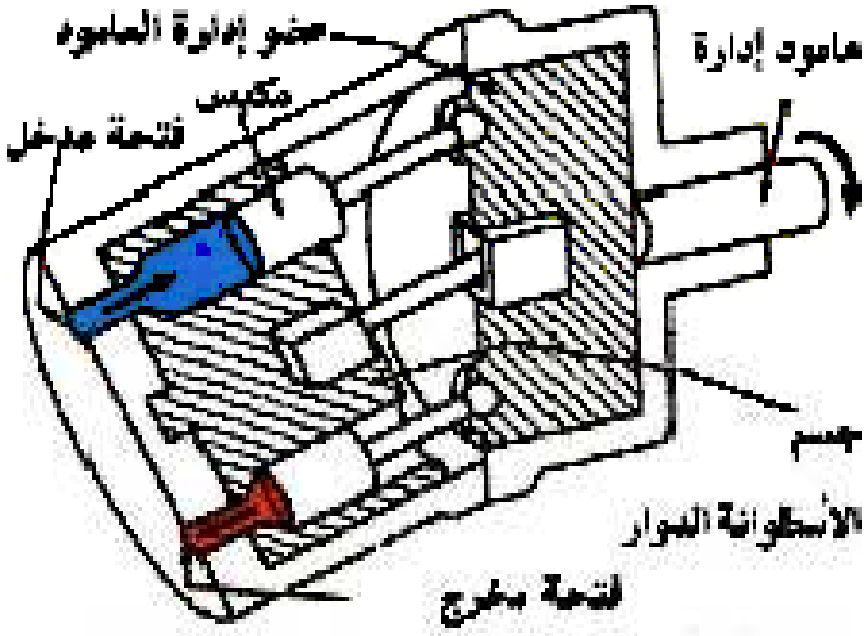
القرص المتارجح لا يدور ولكنه يميل في الاتجاهين حيث إنه مركب على مفصل. يتم التحكم في القرص المتارجح عن طريق جهاز "موازر" (مساعد) آلي، (انظر شكل ١٨) يتحكم القرص المتارجح في خرج المكابس لذلك تعتبر مضخة ذات إزاحة متغيرة. تذكر أن زاوية القرص المتارجح تتحكم في المسافة التي يمكن أن تحركها المكابس خلال تجاويفها في الاتجاهين. كلما زادت الزاوية تزداد المسافة التي تحركها المكابس وبالتالي يزداد الزيت المزاح بواسطة المضخة.



المضخات المكبسية المحورية ذات المحور المائل:

نوع آخر من مضخة المكابس المحورية هو النوع ذو المحور المائل. (شكل)٢٢ يبين نموذج ثابت الإزاحة لهذه المضخة. جسم المضخة مائل بالنسبة إلى عضو الإدارة. تحمل المكابس في برميل أسطواني دوار. تتحرك المكابس موازية لمحور الدوران. رؤوس المكابس متصلة بالعضو الدوار الذي يستمد حركة من عمود الإدارة. عندما تنزلق قواعد المكابس على القرص المتأرجح، تجبر المكابس على الحركة الترددية داخل أسطواناتها.

للقرص الثابت فتحتان لدخول وخروج الزيت. ينساب الزيت عبر فتحة المدخل إلى المكابس المتحركة بعيدا عن القرص الثابت. تجبر المكابس المتحركة في اتجاه القرص الثابت الزيت للخروج عبر فتحة المخرج. يتسرب بعض الزيت مارا بالمكابس ليوفر تزييتها ويسمح له بالخروج من المضخة عبر علبة تصريف.



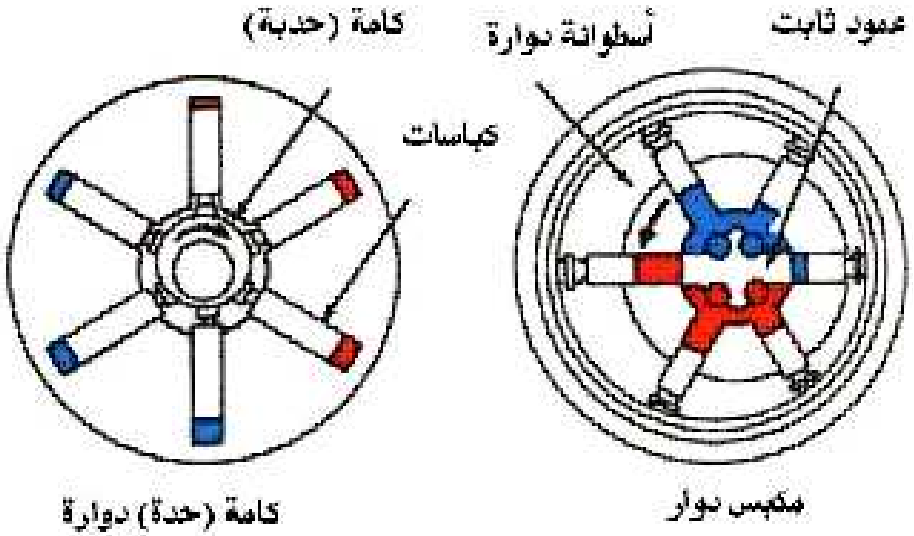
مضخات المكابس القطرية Radial piston pump

تعتبر المضخات المكبسية القطرية من أكثر المضخات تطوراً حيث أنها قادرة على الدوران بسرعات كبيرة ونقل الزيت بأحجام كبيرة وضغوط مرتفعة ،كما تعتبر بسيطة وسهلة التشغيل.

لابد من التأكد من نوعية وجودة الزيوت المستخدمة فى مثل هذا النوع من المضخات لأن أجزاء هذه المضخة على درجة عاليه من الدقة وبالتالى لابد للزيوت أن تكون قادرة على التغلغل خلال الخلوصات الضيقة بين أجزاء المضخة لحمايتها من التأكل.

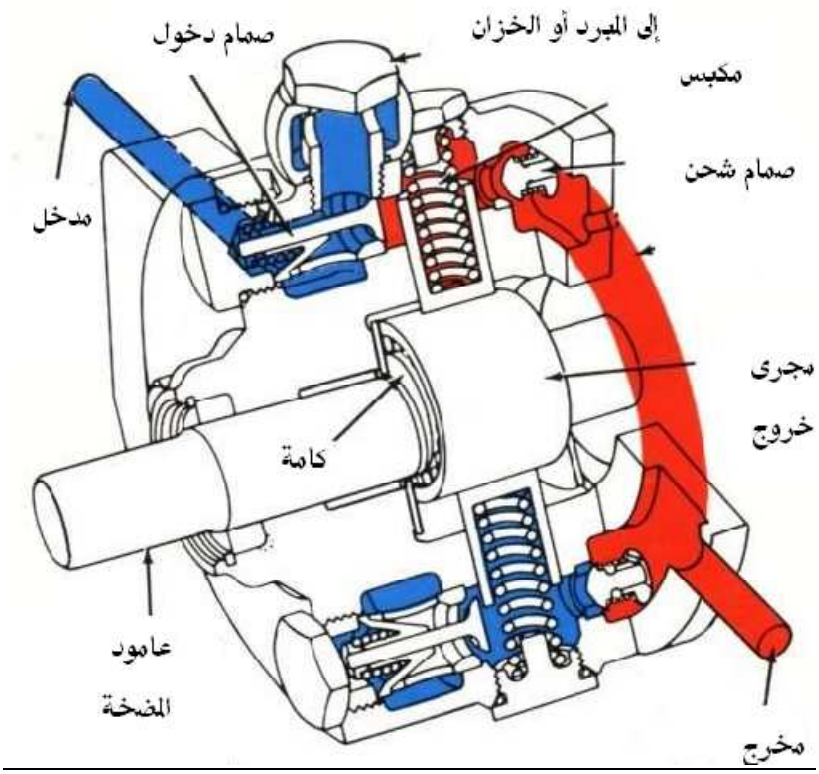
هناك نوعان من هذه المضخة هما :

- مضخة الكامة الدوارة.
- مضخة المكابس الدوارة.



في مضخة "الحدبة(الكامة)الدوارة" توضع المكابس في جسم المضخة الثابت.العمود المركزي له حدبة (كامة) تدير المكابس عندما تدور. وفى مضخة المكابس الدوارة توضع المكابس داخل أسطوانة دوارة. حينما تدور الأسطوانة تدفع المكابس للخارج في اتجاه الجسم الخارجي، وبما أن الأسطوانة الدوارة موضوعة في الجانب البعيد من الجسم فإن المكابس تتحرك في الاتجاهين لأنها تتبع الجسم.

المضخة المكبسية القطرية ذو الكامة الدوارة



يوضح مقطع نموذجي لمضخة مكبسية تستخدم نظرية "الكامة الدوارة". تصمم غالبا بأربعة أو ثمانية مكابس . المكابس مرتبة في اتجاه قطر محور الدوران وتأخذ حركتها الترددية من لامركزية عمود المضخة.

وتوضع المكابس القطرية في تجاويف جسم المضخة الثابت.عمود الإدارة له كامة لامركزية تتلامس مع المكابس. عندما تدور الكامة تتحرك المكابس للخارج فتضخ الزيت. يتم دخول وخروج الزيت من خلال مجاري حلقية في جهتين متقابلتين بجسم المضخة. في كل جهة من تجويف المكبس توجد فتحات متصلة بهذه المجاري الحلقية.

عن طريق صمامات، عبارة عن مكابس بأسفلها سوست، موجودة في تلك الفتحات يمكن السماح للزيت بالدخول أو الخروج من تجاويف المكابس. من الواضح أن تشغيل تلك المضخة بتلك الكيفية سيعطي إزاحة ثابتة وهو أمر قابل للتطبيق والتحقيق وبطريقة أفضل وبتكلفة أقل عن طريق استخدام مضخة ريش أو تروس.

فيما يلي سنرى أولا كيف تعمل مضخة المكابس القطرية كمضخة ثابتة الإزاحة بدون استخدام آلية التحكم في المشوار.

مشوار سحب المكابس:

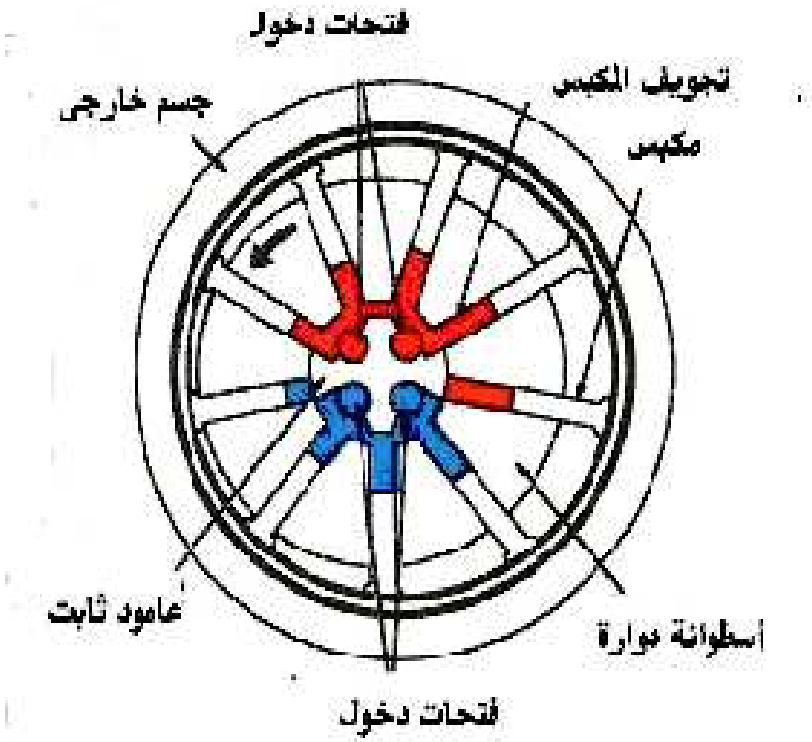
عندما تقوم السوستة بإعادة المكبس إلى مركز المضخة يحدث تفريغ جزئي داخل التجويف، محصلة هذا التفريغ بالإضافة إلى ضغط الزيت المرتفع يؤدي إلى فتح صمام الدخول ودخول الزيت لملء تجويف المكبس.وعندما يمتلئ هذا التجويف يتلاشى ذلك التفريغ (الضغط السالب) ويتغلب ضغط السوستة فتغلق صمام الدخول (شكل ٢٥)

من المعتاد استخدام مضخة شحن صغيرة لتعمل على إمداد مضخة المكابس القطرية بضغط زيت أعلى من الضغط الجوي.

مشوار طرد المكابس:

ترتكز المكابس على سطح الكامة الدوارة وعند دورانها ستدفع المكابس إلى الخارج بقوة. تفتح هذه القوة صمام الخروج وتطرد الزيت إلى أنبوبة الخروج العمومية. وعندما يصل المكبس إلى قمة المشوار يتوقف السريان ويغلق الصمام بواسطة السوستة. عند ذلك يبدأ المكبس في مشوار سحب جديد. وتتكرر الدورة مرة ثانية. وتعمل دورة كل مكبس في تتابع سريع عندما تدور الكامة وينتج هذا سرياناً ثابتاً للزيت. وتعتمد كمية الزيت الخارجة على سرعة المضخة وحدها – إذا كانت مضخة ثابتة الإزاحة.

المضخة المكبسية القطرية ذات المكابس الدوارة:



عندما تدور الأسطوانة اللامركزية تعمل المكابس في كلا الاتجاهين على السطح الداخلي لجسم المضخة. تقسم فتحات الدخول والخروج بواسطة محور دوران على عمود مركزي ثابت .

تندفع المكابس للخارج في اتجاه المبيت بواسطة القوى الطاردة المركزية ويخلق من ذلك تفريغ (ضغط سالب) في تجاويف المكابس ويسري الزيت إلى فتحات الدخول ويملأ التجاويف كما هو مبين. حينما تستمر الأسطوانة في الدوران تدفع المكابس للرجوع إلى تجاويفها وتدفع الزيت خارج الفتحات ناحية الخروج. يتم التحكم في الإزاحة المتغيرة عن طريق ضبط العلاقة بين المبيت الخارجي وبين الأسطوانة ويتحكم هذا في مشوار المكابس وكذلك كمية الزيت التي تضخ خلال كل دورة.

كفاءة المضخات

كفاءة المضخة تعني بأي جودة تقوم بوظيفتها، وهي من أهم البنود و المواصفات التي يجب مراعاتها عند اختيار المضخة. ربما يكون لدينا مضخة تتوافق مع متطلبات سعة الدائرة تحت الضغط الموجود بالدائرة وتكون سرعة المضخة مثل السرعة المتاحة بالدائرة – ربما نحصل على ذلك أو أكثر. لكن ماذا إذا وجدنا هذه المضخة تتطلب كمية كبيرة من الطاقة الميكانيكية للحفاظ على معدل السريان المذكور ؟ أو ماذا إذا وجدنا مكونات المضخة مصنعة بطريقة خاصة ومن مواد خام غالية لتتحمل الضغط أو الاحتكاك في الدائرة ؟

ولهذا كانت معرفة كفاءة المضخة هامة قبل اختيار مضخة معينة.لذلك لا ينظر فقط إلى معدل الخرج لكن يضاف إلى ذلك ايضاً أسلوب التشغيل الكفء والاقتصادي.

تقاس جودة المضخة بمعدلات القياس الثلاثة الآتية:-

الكفاءة الحجمية – الكفاءة الميكانيكية – الكفاءة الإجمالية

الكفاءة الحجمية:

هي النسبة بين الخرج الفعلي للطلمبة وبين الخرج النظري (الكمية التي يجب أن تخرجها تحت الظروف المثالية) ويكون الفرق عادة بسبب التسريب الداخلي بالمضخة .

الكفاءة الميكانيكية:

هي النسبة بين الكفاءة الإجمالية للمضخة إلى الكفاءة الحجمية ويكون عادة هذا الفرق بسبب التآكل والاحتكاك في الأجزاء المتحركة.

الكفاءة الإجمالية (الكلية):

هي النسبة بين القدرة الهيدروليكية إلى القدرة الميكانيكية وهذه الكفاءة هي حاصل كل من الكفاءة الحجمية والكفاءة الميكانيكية.

الحجم الطبيعى للمضخات:

يتراوح الحجم الطبيعي للثلاثة أنواع من المضخات مابين الحجم الصغير جدا إلى الكبير جدا فيكون الحجم الطبيعي ليس مهما جدا. عموما فإن مضخة التروس هي الأصغر حجما والمكابس هي الأكبر حجما وبينهما مضخة الريش وأسباب ذلك ليست أساسا بسبب صغر الحيز ولكن بسبب متطلبات خرج نظم الدوائر المختلفة.

الخرج والضغط والسرعة فى المضخات:

معدل الخرج أو الطرد (تصريف المضخة) موضوع آخر وعلى درجة كبيرة من الأهمية. عموما فإن خرج مضخات المكابس أكبر وتحت ضغط أكبر وتعمل بسرعات أعلى. مضخة الريش هي الثانية من حيث الترتيب ومضخة التروس هي الثالثة من حيث الترتيب في هذا المجال.

إن معدلات الطرد الخاصة بالمضخات المستخدمة حاليا في المزارع الحديثة والمعدات الصناعية تتراوح عموما من 1– ٥٠ (GPM) جالون لكل دقيقة .

ويتراوح الضغط عموما من ٢٥٠٠ – ١٠٠ (PSI) رطل / بوصة مربعة.

وتتراوح أقصى سرعة للمضخات من ٣٥٠٠ – ٨٠٠ (RPM) لفة / دقيقة.

وتتراوح كفاءة مضخات التروس والريش والمكابس من ٩٥٪ - ٧٥٪.

وتتباين (تتفاس) مضخة المكابس عادة في جانب الضغط العالي ومضخة التروس في الجانب المنخفض ومضخة الريش في الوسط.

وتعتمد هذه الأنماط أساسا على قيم الكفاءات الثلاثة ولا تتضمن إمكانيات تهيئة المضخة للدائرة والمواد الداخلة في بناء المضخة أو التكلفة الأولية للمضخة.

المحاضرة الخامسة

Hydraulic cylinders

تعتبر الأسطوانات الهيدروليكية هى أذرع الأنظمة الهيدروليكية وتعتبر هى المشغلات الموجوده فى الداوائر الهيدروليكية وتقوم المضخات الهيدروليكية بتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة ميكانيكية .

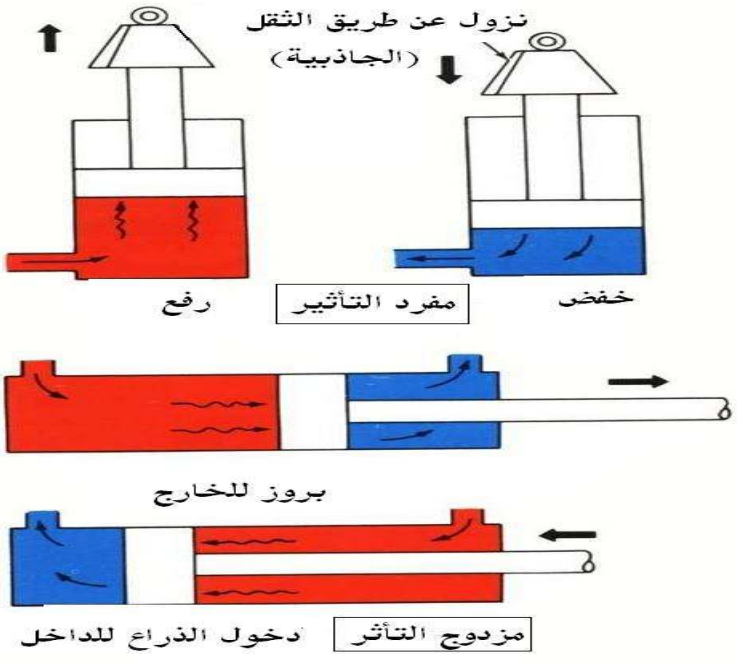
أنواع الأسطوانات:

- أسطوانات المكابس وتعطينا حركة مستقيمة.
- أسطوانات ريشية وتعطي حركة دورانية.

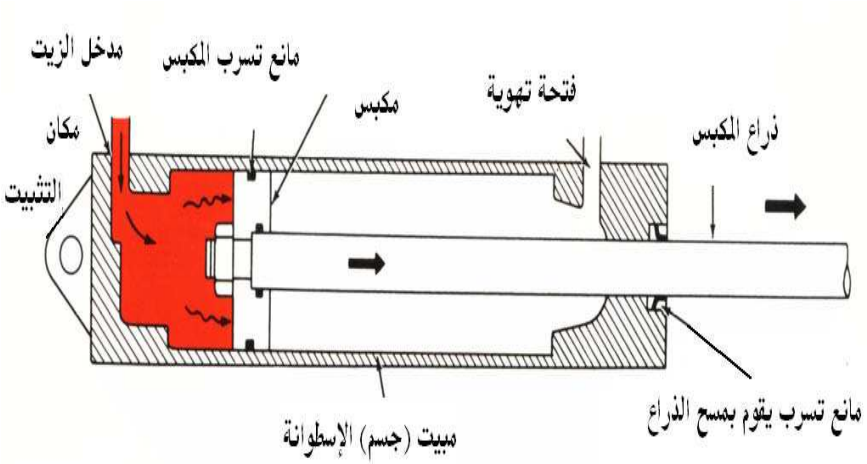
أسطوانات المكابس Piston cylinders :

تعتبر النوع الأكثر شيوعًا فى الدوائر الهيدروليكية ويُستخدم نوعان رئيسيان فى هذه الأسطوانات هما:

- أسطوانات مفردة التأثير single acting cylinders.
- أسطوانات مزدوجة التأثير Double acting cylinders.



أسطوانات مفردة التأثير single acting cylinders



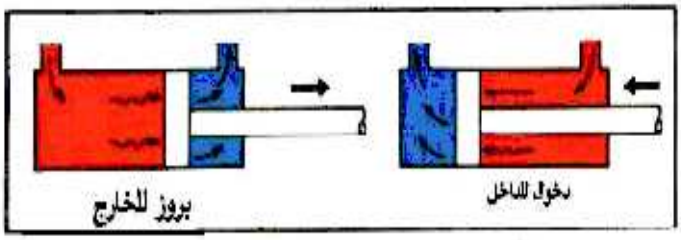
في الأسطوانات مفردة التأثير يدخل الزيت في جهة واحدة من المكبس. يدفع الزيت المكبس وذراع المكبس إلى خارج الجسم لتحريك الحمل كما هو مبين بالشكل . عندما يتحرر ضغط الزيت (يقل ضغطه) وتحت تأثير وزن الحمل أو قوة نابض يرجع الذراع إلى داخل جسم الأسطوانة. تثبت الأسطوانة في مكانها أثناء العمل بواسطة قواعد تثبيت ملحومة في إحدى نهايتي الأسطوانة.

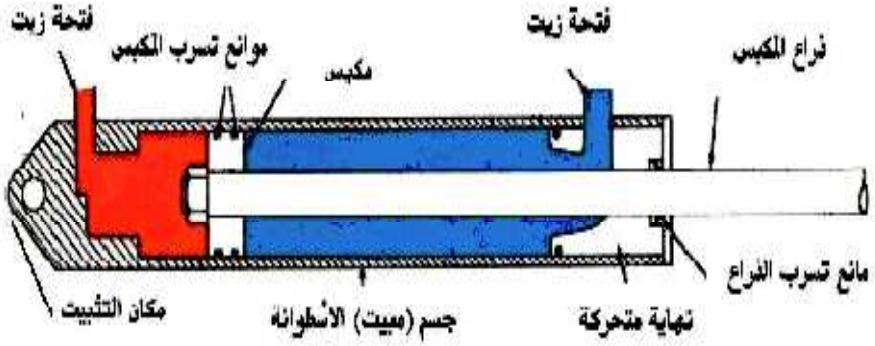
الطرف الآخر من الأسطوانة ينبغي أن يكون محكما جافا، وبه فتحة تهوية صغيرة لتصريف وتحرير الهواء عندما يمتد ذراع المكبس (يتحرك للخارج)، وايضاً لإدخال الهواء عندما يدخل ذراع المكبس داخل

ملحوظة:

يفضل إستخدام أسطوانات مفردة التأثير فى بعض المعدات المتحركة إذا كان مطلوباً رافعة هيدروليكية بسيطة ووزن الوحدة الشغالة سينزل لأسفل بمفردة.

أسطوانات مزدوجة التأثير Double acting cylinders

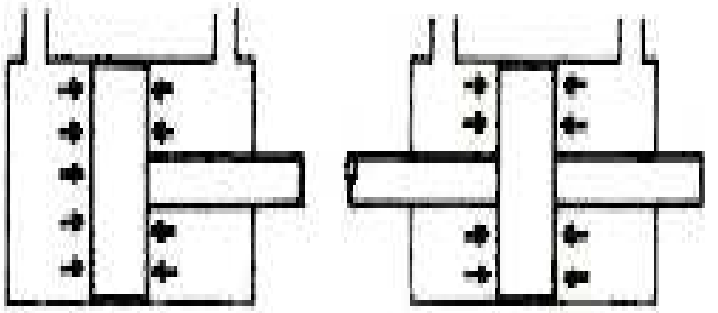




في الأسطوانات مزدوجة التأثير تتوفر القوة في كلا الاتجاهين ، يدخل الزيت المضغوط لأحد طرفي الأسطوانة ويجعلها تمتد والطرف الآخر ينكمش ويرجع الزيت من الجانب العكسي للأسطوانة إلى الخزان باستمرار . في الأسطوانة مزدوجة التأثير سواء في المكبس أو في ذراع المكبس فإن كل منهما يجب أن يكون محكما (بواسطة موانع تسرب) لمنع التسريب .الشكل التالي يوضح نوعين من الأسطوانات مزدوجة التأثير: الأسطوانة المتزنة والأسطوانة غير المتزنة .

الأسطوانة غير المتزنة : في النوع غير المتزن (التفاضلي) تكون القوة جهة الذراع أقل منها في الجهة الخالية الأخرى ، وذلك لأن الذراع يشغل فراغا لا يتعرض لضغط المائع. تصمم هذه الأسطوانة لأداء مشوار أقل سرعة وأكثر قدرة،وذلك عند تحرك الذراع للخارج ، ولكن عندما يتحرك الذراع للداخل يكون المشوار أسرع وأقل قدرة .

الأسطوانة **المتزنة** : في **الأسطوانة** المتزنة يمتد ذراع المكبس من الطرفين مما يعطي مساحة تشغيل متساوية في جانبي المكبس ،يؤدي ذلك إلى اتزان القوى المؤثرة على الأسطوانة سواء كانت حركتها للداخل أو للخارج . (اتزان أو عدم اتزان هذه الأسطوانات يعتمد بالطبع على الحمل ، وإذا لم تحاول الأسطوانة تحريك أحمال متساوية في كل اتجاه فإن الاتزان سوف يتأثر) .



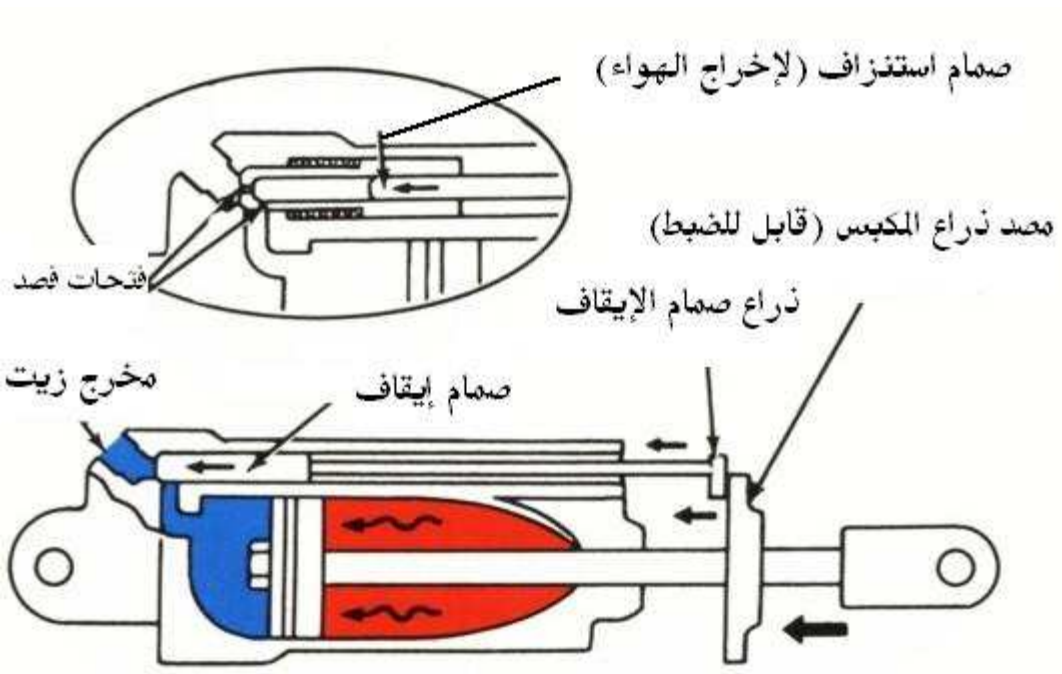
غير متزنة [النوع الفرقي] متزنة [قوى متساوية في كلا الاتجاهين]

السمات الأضافية للأسطوانة المكبسية

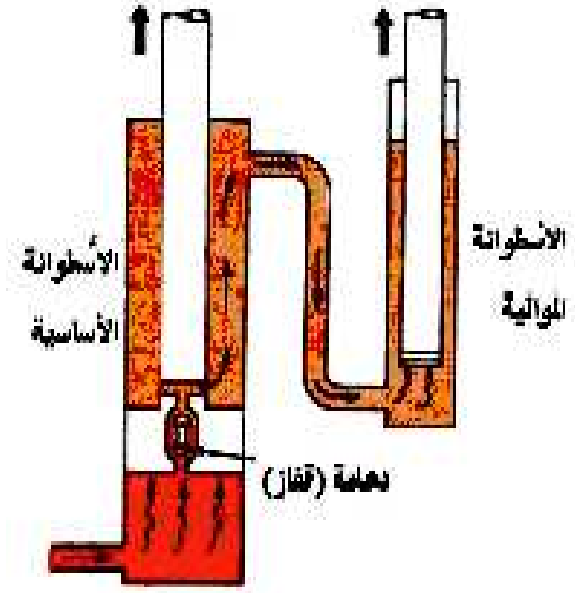
- **أجهزة التحكم فى المشوار:**

يستعمل أحيانا مصد هيدروليكي لإيقاف المكبس عند أي نقطة في المشوار وذلك بإيقاف سريان الزيت الخارج . عند لم الذراع يدخل المكبس في تجويف الأسطوانة ، فيتلامس مصد الذراع مع الذراع كما هو مبين ،حينئذ يتحرك صمام الإيقاف جهة مقعده ويغلق مخرج الزيت .

يقاوم الزيت المحجوز حركة المكبس فيرتفع ضغط الزيت في النهاية المقابلة. يؤثر هذا الارتفاع في الضغط على صمام التحكم ويرجع الدائرة إلى وضع التعادل، ويمكن ضبط مصد ذراع المكبس لأي مشوار.



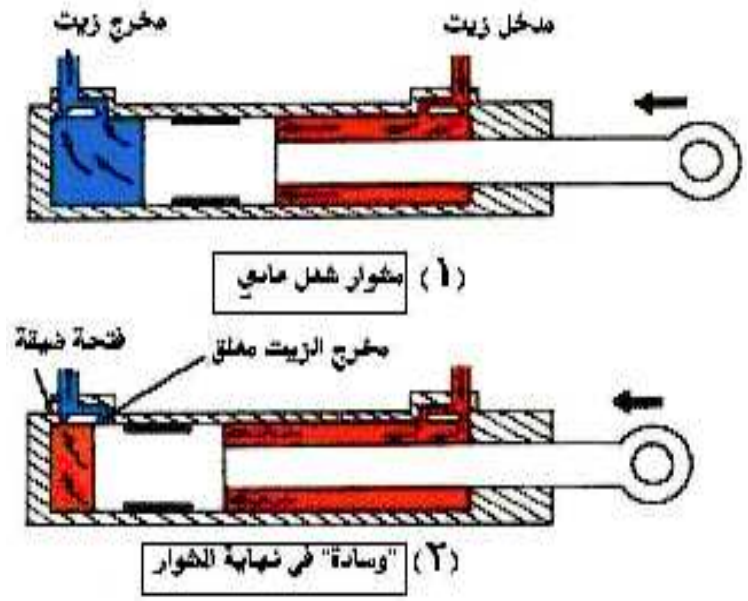
الأسطوانة التابع



تستمد الأسطوانة التابعة الزيت من الأسطوانة الرئيسية كما موضح بالشكل السابق. يمكن لنا تصميم الدعامة بحيث يمكن للأسطونتان أن يتوافقا معًا أو تتأخر أحداهما عن الأخرى. عندما تتحرك الأسطوانة الرئيسية للداخل تُفتح الدعامة وتسمح للزيت بالسريان ليرجع للخزان.

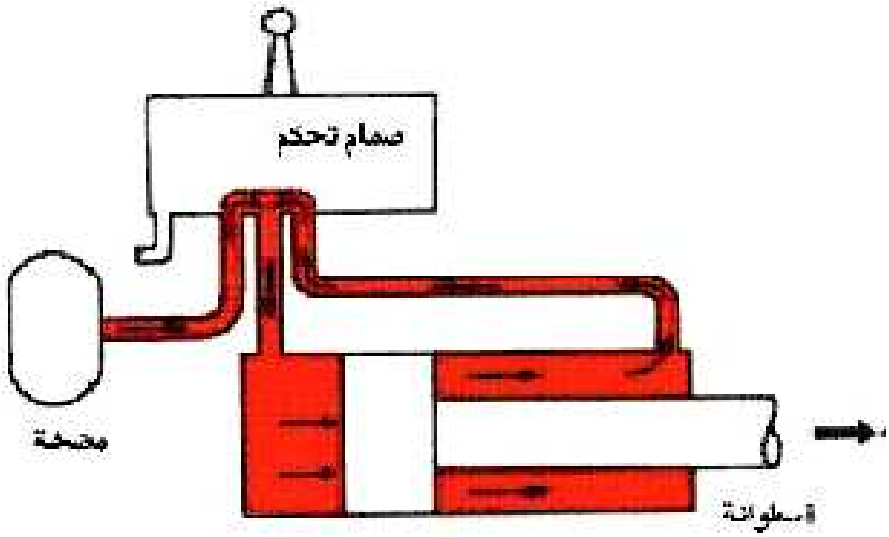
طرق عديدة مختلفة يمكن تطبيقها عند ترتيب وتوصيل ثلاث أسطوانات تابعة على التوالي. يغذي الزيت طرف ذراع (الجهة التي بها ذراع المكبس) الأسطوانة الرئيسة لتشغيلها، تضخ هذه الأسطوانة الزيت إلى الأسطوانة الأصغر منها مباشرة. تقوم هذه الأسطوانة بخدمة ضخ الزيت إلى الأسطوانة الصغرى. يمكن أن تتوافق إزاحة الأسطوانات بحيث تعمل الأسطوانات الثلاث معا . من الشائع التحكم في وظائف الأسطوانات الثلاث. عموما يجب مراعاة أن تكون الأسطوانة الكبرى قادرة على رفع الأحمال بالكامل.

وسادة إخماد الحركة

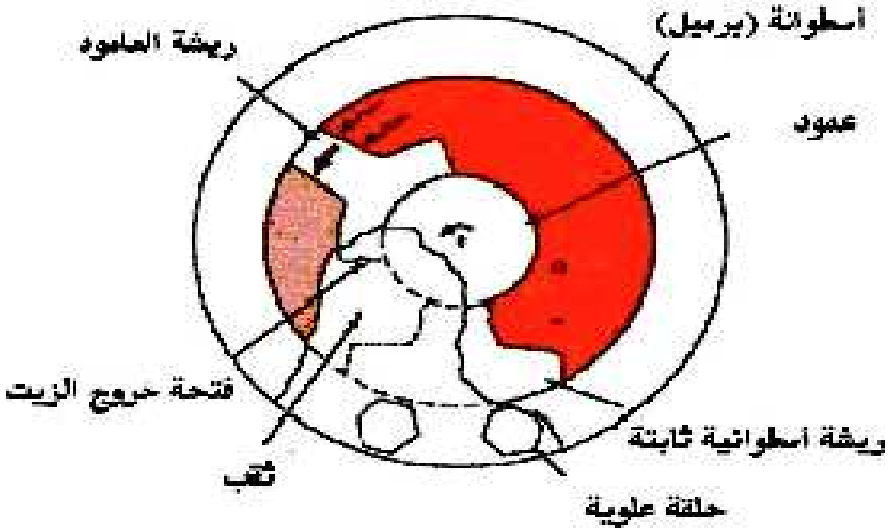


تستخدم فى بعض الأسطوانات بهدف تقليل حركة الأسطوانة عند نهاية المشوار،فتستخدم الوسادة كفرملة هيدروليكية بغرض حماية المكبس من التلف نتيجة الاصطدام بجسم الأسطوانة.

أسطوانة التسارع



أسطوانات الريش Vane cylinders



تستطيع أسطوانة الريش أن تنتج حركة دو رانية . الشكل السابق يوضح أسطوانة الريش أثناء التشغيل. دخول الزيت المضغوط يحرك العمود ومعه الريشة داخل برميل أسطواني. يشحن الزيت خلال ثقب خارجي في الجانب الآخر من الأسطوانة. ويمكن إنشاء" وسادة " أو " فرملة هيدروليكية " في أسطوانة الريشة كما هو مبين.

بينما تتحرك ريشة العمود فإنها تغلق فتحة خروج الزيت في الحلقة العليا، وتترك ثقباً صغيراً لطرد الزيت لتعمل على إبطاء الريشة الدوارة عندما تأتي إلى نهاية مشوارها.

تستخدم أسطوانة الريش للمعدات الدوارة مثل الباكو، حيث تسمح للسائق بدوران الذراع الرافع والقادوس بعد الحفر وعمل أكوام ثم الرجوع بعد ذلك بسرعة. تقوم الفرملة الهيدروليكية الاختيارية بمنع التوقفات التي بها اهتزاز شديد (نخع) أو تصادم مدمر.

معظم أسطوانات الريشة مزدوجة التأثير كما هو مبين. تفصل ريشة البرميل الثابتة بين غرفتي الأسطوانة. يرسل الزيت المضغوط أولا إلى إحدى الغرف للدوران جهة اليسار، ثم يرسل الزيت إلى الغرفة الأخرى للدوران جهة اليمين. ويمكن ايضاً أن تستبدل حركة دو رانية محدودة باستخدام أسطوانتين مكبسين في منظومة الدفع والسحب

المحاضرة السادسة

الفـــــلاتـــــر

يعتبر المائع الهيدروليكى "الزيت" هو المادة المستخدمة فى تزيت الأجزاء الدقيقة الصنع والاجزاء المتحركة فى الدوائر الهيدروليكة كما يستخدم فى نقل القدرة الهيدروليكية.

الزيت المتسخ يؤدى إلى زرجنة الأجزاء المتحركة فى الصمامات كما أنه قد يؤدى إلى خربشة المكونات الخاصة بالدائرة الهيدروليكية.

من الواضح أن الهواء المحيط بالماكينة سواء كانت فى مصنع أو معدة ثقيلة هو المصدر الأساسى للتلوث.ولكن هناك مصدر أخر من مصادر التلوث وهو الماكينة نفسها.خاصة أنها تعمل وتتأكل ويحدث بين مكوناتها أحتكاك ينتج عن هذا الأحتكاك برادة معدنية صغيرة الحجم وينتج أيضاً رايش.

لابد من أختيار نوع جيد يناسب الدائرة الهيدروليكية والتطبيق خاصة أنه من الناحية الأقتصادية أفضل وأرخص بكثير من تغير مضخة أو صمام تأكل بسبب عدم نظافة الزيت.

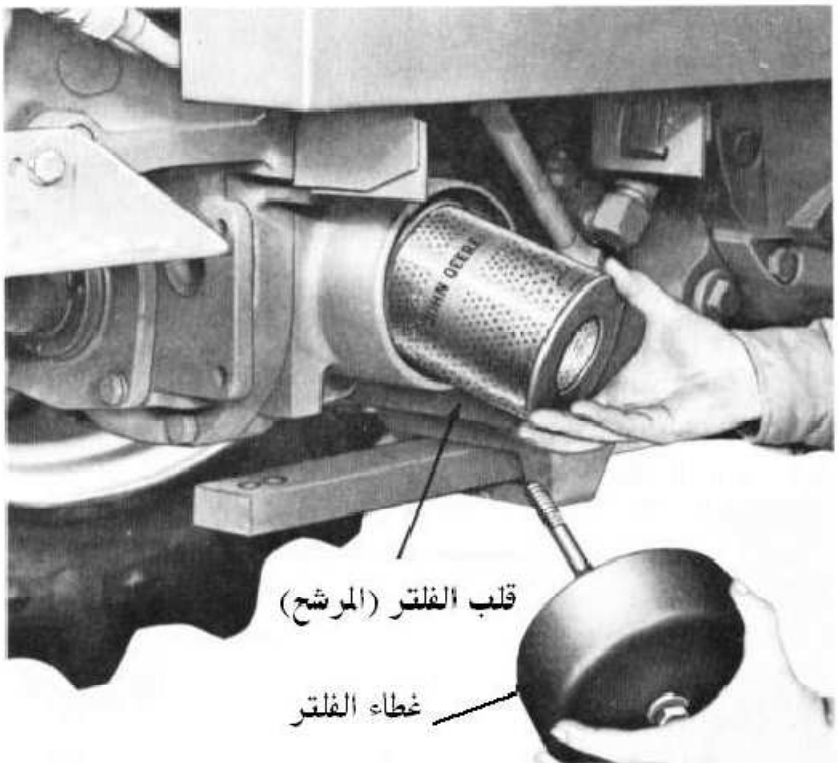
نظم فلترة الزيت الهيدروليكي:

هناك طريقتين لفلترة الزيت فى الدائرة الهيدروليكية الاولى عن طريق فلترة جزئية للزيت الخارج من المضخة وتسمى دائرة الفلترة الجزئية والثانية فلترة كلية للزيت وتسمى دائرة الفلترة الكلية.

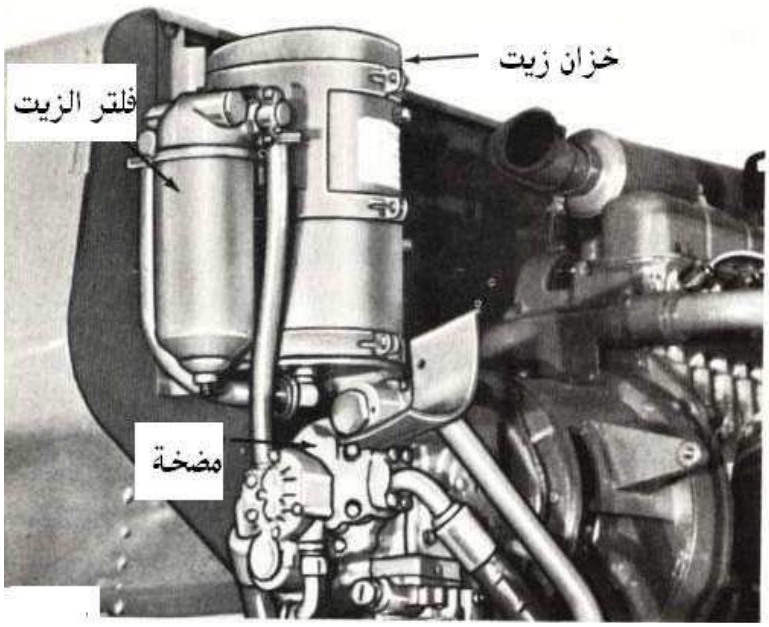
فى دائرة الترشيح الجزئية يوضع فلتر الزيت فى مجرى تحويلى متصل بخط الزيت الرئيسى بوصلة على شكل حرف T وفيها يمر جزء من الزيت خلال الفلتر أو المرشح وبقية الزيت يذهب للدورة غير مرشح.

فى دائرة الترشيح الكلية تتم تنقية وفلترة الزيت بالكامل فى كل مرة يدور فيها الزيت دورة كاملة.يوضع فلتر قبل المضخه وفلتر اخر على خط الزيت الراجع للخزان كما يمكننا أن نضع فلاتر ومرشحات أضافية أمام أو خلف أى من المكونات الأخرى فى حالة أقتضت الحاجه لذلك.

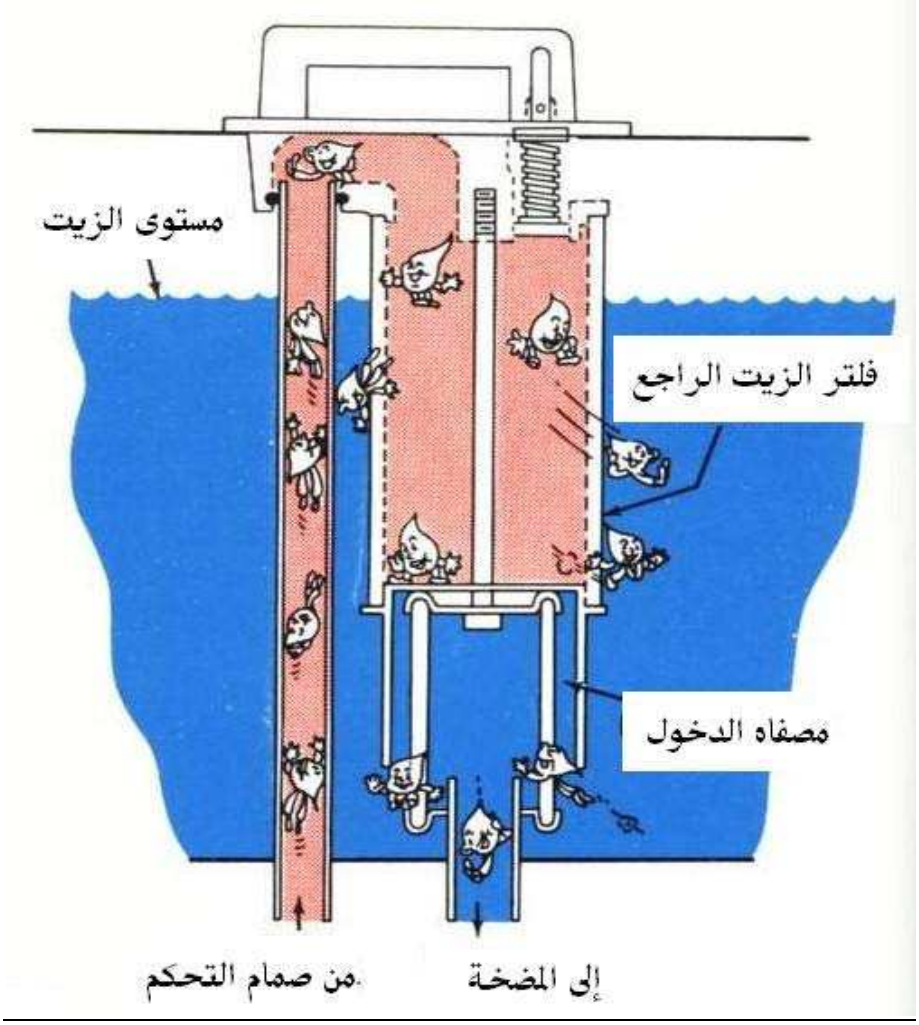
يختلف مكان الفلتر فى الأنظمة الهيدروليكية بإختلاف التطبيق وبإختلاف تصميم الماكينة أو التطبيق كما فى الشكل التالى :



الشكل السابق يبين الفلتر كجزء متكامل من تصميم الماكينة.بينما يوضح الشكل التالى فلتر متاكملا معلقاً بكلاب للتثبيت على الخط الخارجى ،وبغض النظر عن أختلاف أماكن وجود المرشح ولكن يبقى الهدف هو جعل الزيت نظيفاً.



كيفية عمل دائرة الترشيح الكلية



الشكل السابق يوضح فلترى الدخول والرجوع مرتبين وموضوعين فى غلاف واحد بحيث يدخل الزيت من الخزان إلى مصفاة السحب ومنها إلى المضخة بعد أن يتم تنقيته وترشيحة.بعد ذلك يتحرك الزيت الى الصمامات والسلندرات ثم يخضع الزيت مرة أخرى للفلترة أثناء الرجوء إلى الخزان .

ملحوظة هامة:

يوجد فرق صغير فى الضغط بين الزيت الداخل للمرشح والزيت الخارج منة وبالتالى كلما كان المرشح قديماً كان فرق الضغط كبيراً وذلك نتيجة أعاقة حركة المرشح القديم لحركة الزيت نتيجة أتساخة.قد يصل الأمر إلى أن يتسخ الفلتر لدرجة تمنع معه مرور الزيت .

أنواع الفلاتر

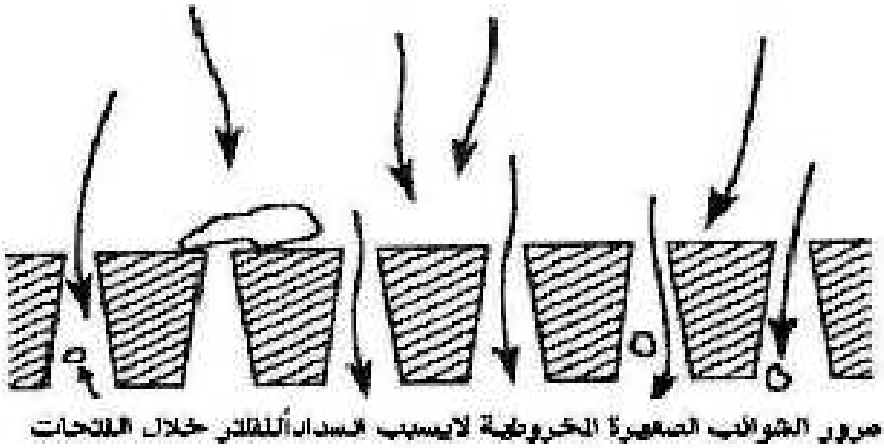
يعتمد تصنيف الفلاتر أو المرشحات المستخدمة فى النظم الهيدروليكية على الطريقة التى تزيل بها هذه الفلاتر الأوساخ من الزيت الهيدروليكيى.

تنقسم الفلاتر إلى نوعين :

- فلاتر من النوع السطحى.
- فلاتر من النوع ذات العمق.

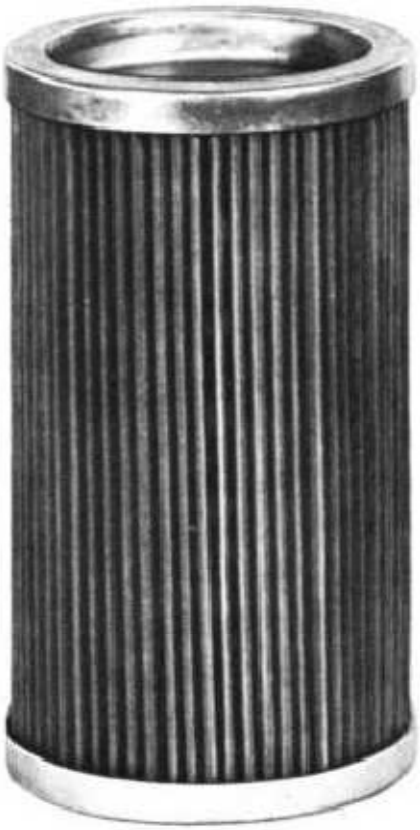
الفلاترالسطحية

لها سطح مفرد ويقوم بمسك وإزالة جزيئات الأوساخ الأكبر من ثقوب هذا المرشح، وتتم إزالة وتصفية الأوساخ من الزيت وتحجز هذه الأوساخ خارج المرشح الفلتر بينما يمر الزيت خلال الثقوب في ممر مستقيم، . وكثيرا من الأوساخ ذات الحبيبات الكبيرة سوف تسقط في قاع الخزان أو وعاء المرشح الفلتر، وأخيراً ومع الأسف فإن كميات كبيرة لحد ما من الحبيبات سوف تسد ثقوب المرشح الفلتر وتمنع اي تنقية أخرى ، عندئذ يجب تنظيف الفلتر أو استبداله .

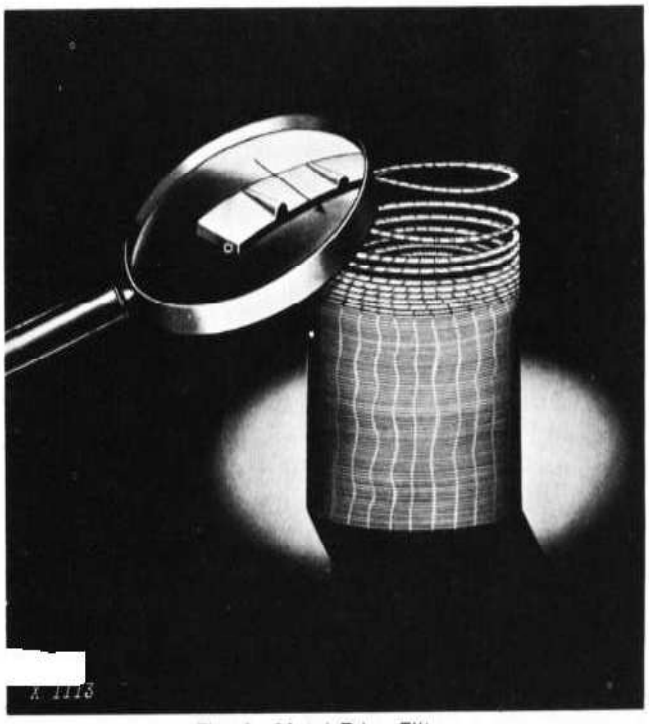


مرور الشوائب الصغيرة الخروطية لايسبب انسداد الفلاتر خلال الفتحات

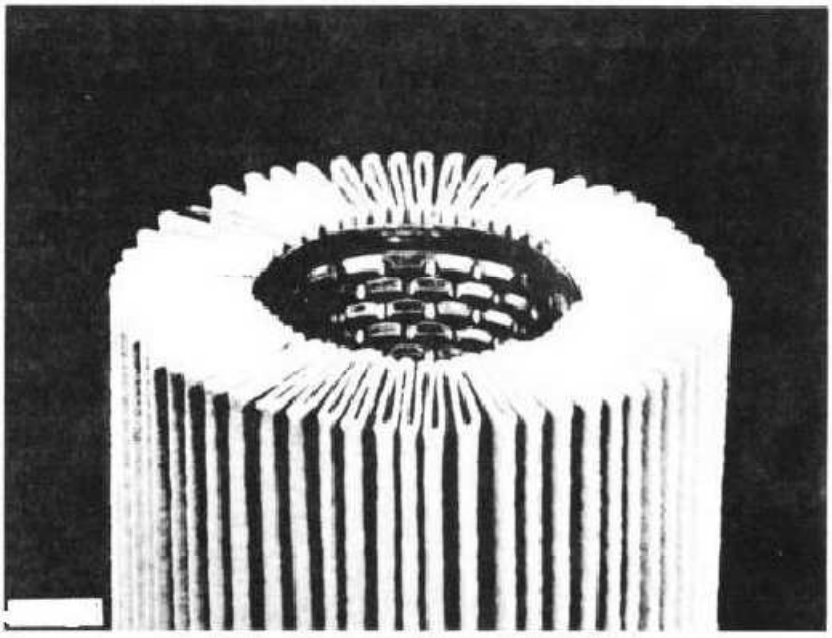
فلتر المصفاة السلكى



الفلتر المعدنى



الفلتر الورقى



الفلاتر ذات العمق

عكس مرشحات السطح فإن مرشحات العمق تستهلك كمية كبيرة من مادة المرشحات لجعل الزيت يمر في اتجاهات مختلفة وعديدة قبل أن يدخل أخيرا إلى النظام الهيدروليكي .

تصنف هذه المرشحات إلى صنفين إما مرشحات امتصاص أو مرشحات اندماج ويعتمد ذلك على طريقة إزالة الأوساخ.

تعمل المرشحات الممتصة ميكانيكيا مثل الإسفنج الذي يمتص الماء.

يمر الزيت خلال كتلة كبيرة من المادة المسامية مثل نفاية القطن أو لباب الصوف أو غزل الصوف أو الورق أو الكوارتز (نوع من الأحجار) وتترك الأوساخ محجوزة داخل المرشح. يزيل هذا النوع من المرشحات الجزيئات المعلقة في الزيت وبعض الماء وبعض الشوائب التي تذوب في الماء .

تعمل مرشحات الاندماج بنفس الطريقة التي تعمل بها مرشحات الامتصاص، ولكنها معالجة كيماويا لتمتص وتزيل الملوثات، تصنع هذه المرشحات من الفحم النباتي والأوراق المعالجة كيماويا.

تزيل هذه المرشحات جزيئات الملوثات والشوائب الذائبة في الماء وبسبب معالجتها الكيماوية فإنها سوف تزيل أيضا الملوثات الناتجة عن أكسدة الزيوت وانهيارها.

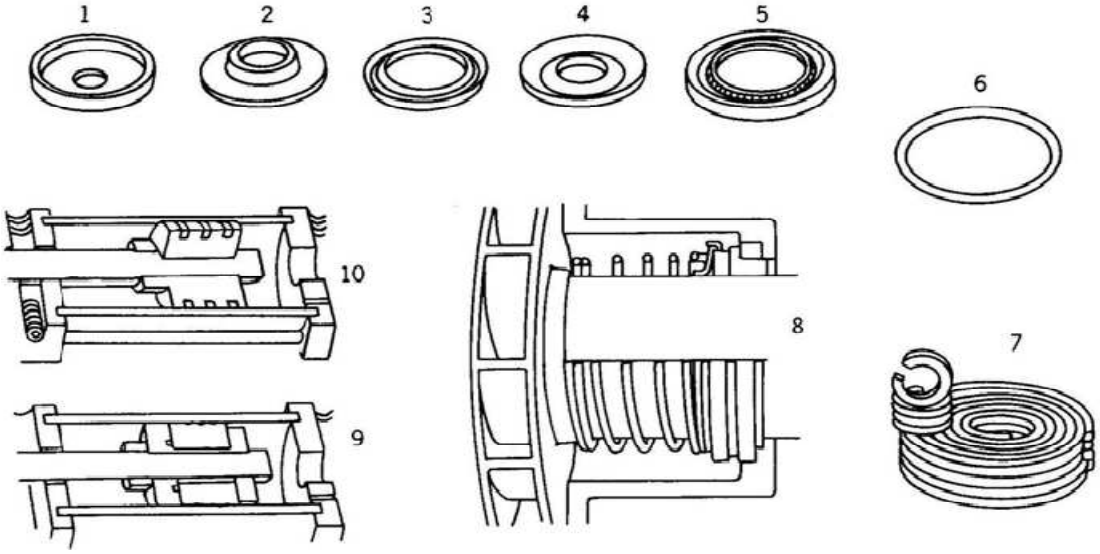
وربما يزيل هذا النوع من المرشحات الإضافات المرغوب فيها من الزيت ولهذا السبب فلا نستخدم غالبا هذه المرشحات في النظم الهيدروليكية.

مـوانـع الـتـسـريـب

لا توجد دائرة هيدروليكية يمكن أن تعمل بدون موانع تسرب أصلية لحفظ الزيت تحت ضغط بالنظام .

وتقوم موانع التسرب أيضا بجعل الأوساخ والأقذار خارج النظام .

وتبدو موانع التسرب الهيدروليكية كأنها أشياء بسيطة إذا أمسكت باليد ولكنها أشياء معقدة في التشغيل وقطع دقيقة الصنع ويجب أن تعامل بحرص إذا أريد لها أن تقوم بأداء وظيفتها أداء سليما



١- كوب ٢- فلانشة ٣- حرف U

٤- حرف V ٥- شفة محملة بسوستة ٦- حرف O

٧- انضغاطي ٨- ميكانيكي ٩- معدني لا يتمدد

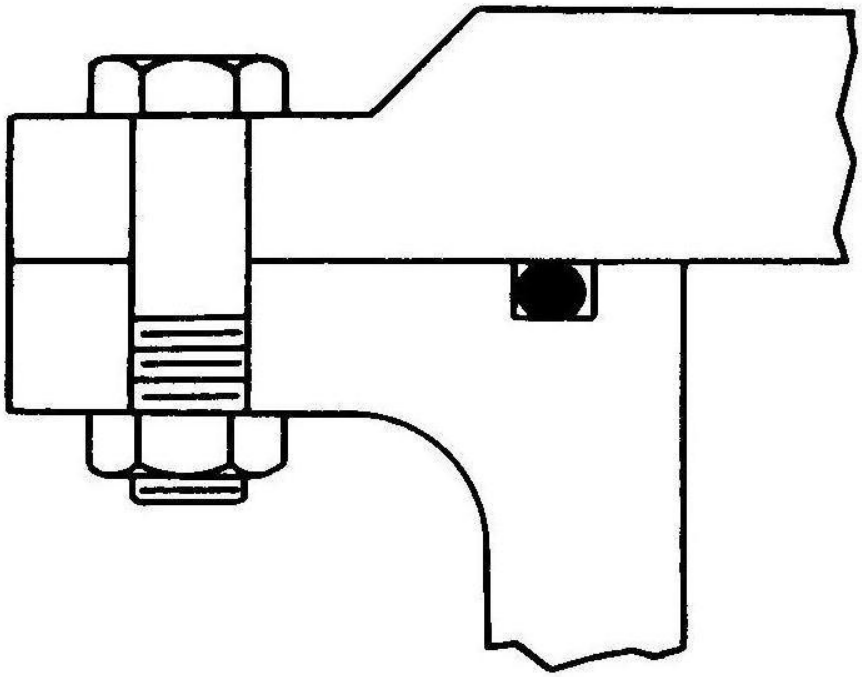
١٠- معدني متمدد

استخدامات موانع التسرب:

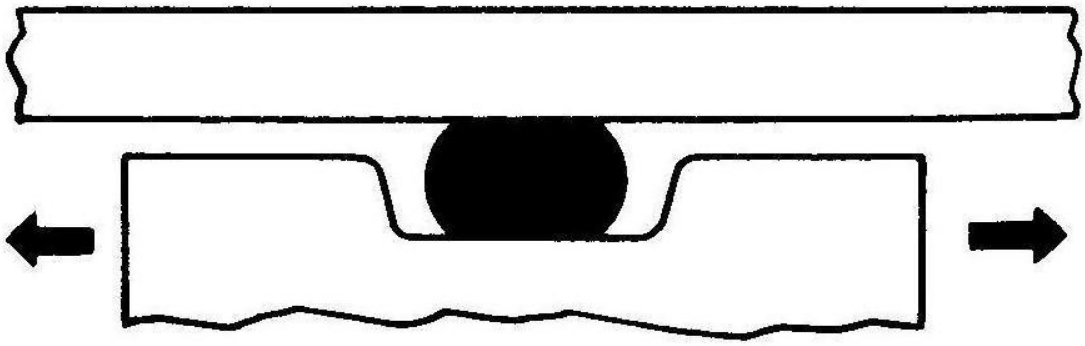
تستخدم موانع التسرب الهيدروليكية في تطبيقين أساسيين :

- موانع تسرب ثابتة – لعمل إحكام للأجزاء الثابتة .
- موانع تسرب متحركة – لعمل إحكام للأجزاء المتحركة .

موانع التسرب الثابتة عادة تكون حلقية مسطح على شكل رقائق وربها تكون أيضا على شكل حرف O أو شكل حلقات،



مانع تسرب ثابت



مانع تسرب متحرك

أنواع موانع التسريب

موانع التسرب على شكل حرف "O" (أو رنج):

مانع التسرب على شكل حرف "O" (الأورنج) بسيط والأكثر استعمالا في هيدروليكا الماكينات الزراعية والصناعية. يصنع عادة من المطاط (كاو تشوك) الصناعي.

ويستخدم في كل من التطبيقات الثابتة والمتحركة.

وتصمم موانع التسرب على شكل حرف "O" (الأورنجات) لتركب في مجاري (حزوز) حيث تكون هذه الموانع منضغطة (حوالي ١٠٪) بين سطحين . وفى التطبيقات المتحركة يجب أن يكون لهذه الموانع أسطح ناعمة تعمل عليها . لا يجب أن تركب هذه الموانع على أسطح بها فتحات للزيت أو أركان بها ضغط زيت . ولا تستخدم على أعمدة دوارة لوجود مشاكل التآكل . في الاستخدام الثابت تحت الضغط العالي يتم تقوية هذه الموانع بواسطة حلقات تقوية لتمنعها من الحشر خارج تجاويفها . تصنع حلقة التقوية عادة من الألياف أو الجلد أو البلاستيك الصناعي أو المطاط .

موانع التسرب على شكل حرف U -V:

تستخدم موانع التسرب على شكل حرف U -V كموانع تسرب للأجزاء المتحركة مثل المكابس ونهايات أذرع التوصيل للأسطوانات وأعمدة المضخات.

تصنع من الجلد والمطاط الصناعي والطبيعي والبلاستيك ومواد أخرى وتركب هذه الموانع بحيث يكون الجانب المفتوح أو الشفة جهة ضغط النظام بحيث يدفع الزيت المضغوط الشفة في اتجاه أسطح التقابل ليتكون إحكام تام .

تصنع موانع التسرب على شكل حرف U -V من عدة عناصر مشكلة على شكل U -V وتستخدم في حلقات الحشو أو علب الحشو بحيث تجعلها كقطعة واحدة. وهى شائعة الاستعمال في الأعمدة والمكابس ونهايات أذرع الأسطوانات.

موانع التسرب ذات الشفة المحملة بسوستة:

وهذه الأنواع هي الأنواع المعدلة (المحسنة) لموانع التسرب على شكل حرف U -V. المانع من المطاط ومحامل بسوستة لتعطي شفة الإحكام قوة شد في اتجاه الأسطح المتقابلة. عادة لهذه الموانع إطار معدني يكون الحشو مضغوطا داخله ويظل ثابتا. يستخدم هذا المانع غالبا في إحكام الأعمدة الدوارة، وعادة تواجه الشفة ضغط زيت النظام. تستعمل موانع التسرب مزدوجة الشفة لعمل إحكام للسائل من الطرفين.

موانع التسرب على شكل الكاس والحافة البارزة:

تستخدم موانع التسرب على شكل الكاس والحافة البارزة في إحكام الأجزاء المتحركة وتصنع من الجلد والمطاط الصناعي والبلاستيك ومواد أخرى. يتم إحكام التسرب على الأسطح عن طريق تمدد الشفة أو الحافة المخروطية للحشو.

موانع التسرب الميكانيكية:

تستخدم هذه الموانع للأعمدة الدوارة والأجزاء المتحركة. تصنع عادة من المعدن أو من المطاط وأحيانا يصنع الجزء الدوار من الكربون المقوى بالصلب . للمانع جزء خارجي ثابت متصل بالمبيت ، والجزء الداخلي متصل بالعامود الدوار.توجد سوستة لتجميع جزئي المانع بطريقة محكمة .وتوجد حلقة (على شكل شفة) أو رق (رداخ) أو حجاب لتسمح بالمرونة الداخلية وتجعل الجزء الدوار للمانع متحركا .

موانع التسرب المعدنية:

تتشابه موانع التسرب المستخدمة في المكابس وأذرع المكابس جدا مع حلقات المكابس المستخدمة في المحركات.وربما تكون هذه الموانع من النوع المتمدد أو غير المتمدد. تستخدم كموانع تسرب للأجزاء المتحركة وعادة تصنع من الصلب. وإذا لم يكن خلوص تركيب هذه الموانع مضبوطا تماما فإن النوع غير المتمدد سوف يحدث به تسريب كبير. وتتعرض الموانع من النوع المنكمش (المستخدمة في المكابس) والموانع من النوع المنكمش (المستخدمة في أذرع المكابس) إلى احتكاك وتسريب متوسط. ولا تتعرض على أي حال موانع التسرب المعدنية الدقيقة الصنع للتسريب. وتكون مهيأة خصوصا للاستخدام في درجات الحرارة العالية جدا . ولأن الموانع المعدنية تسرب بمساحات ذات فتحات تصفية خارجية.

كيفية اختيار موانع التسرب لكل استخدام:

أهم المعايير التي ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار مانع التسرب للنظم الهيدروليكية هي :-

١ – هل يقوم المانع بمقاومة كل الضغوط المتوقعة ؟

٢ – هل يمكن أن يتحمل المانع حرارة التشغيل ؟

٣ – هل يتآكل المانع بسرعة جدا ؟

٤ – هل يحدث ضرر للمانع بسبب المائع الهيدروليكي ؟

٥– هل يتوافق المانع بدون شد أو سحب على الأجزاء المتحركة ؟

٦– هل يجرح أو يخربش المانع الأجزاء المعدنية اللامعة ؟

وكل تطبيق للمانع يظهر عادة أسئلة مختلفة . الأسواق حاليا بها موانع تسرب كثيرة جدا ، ولهذا كان الاختيار الصحيح للمانع أكثر أهمية . من المهم دائما اتباع تعليمات المصنع المذكورة في كتاب (كتالوج) الصيانة وقطع الغيار.

الخـــزانـــات

الخزانات:

كل نظام هيدروليكي يجب أن يكون له خزان فهو لا يقوم فقط بتخزين الزيت ولكن أيضا يحفظ الزيت نظيفا وخاليا من الهواء وبارداً نسبيا.

سعة الخزان:

يجب أن يكون الخزان مدمج الحجم ولكن كبيرا بدرجة كافية لكي:

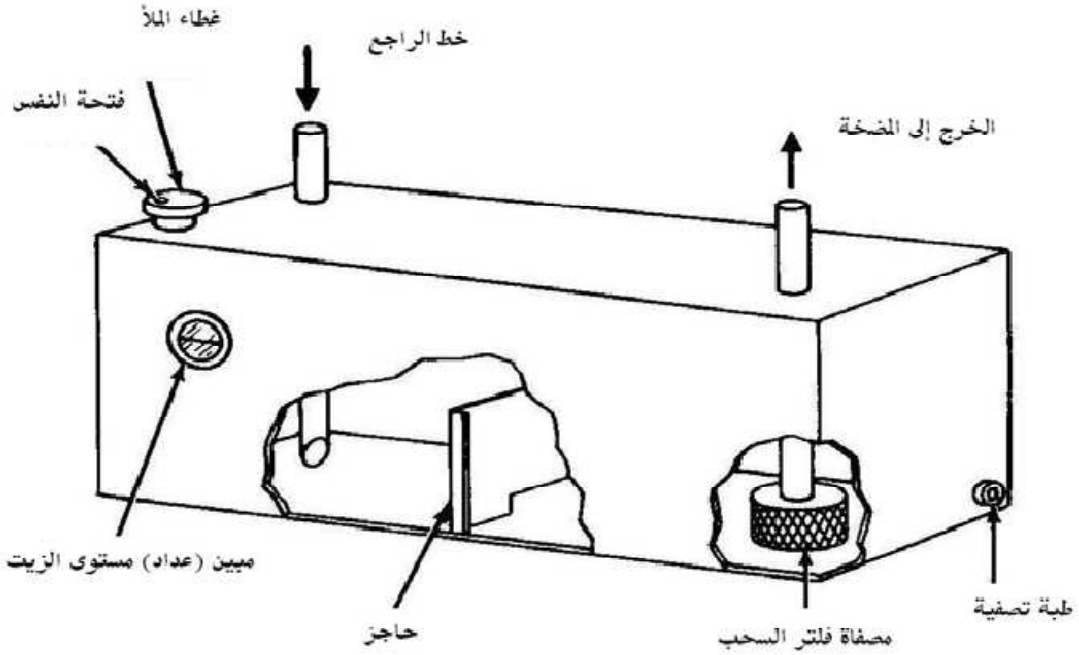
١. يتسع لكل الزيت بالنظام الذي يمكن أن يصل إليه من مكونات النظام عن طريق التثاقل .

٢. يكون فيه مستوى الزيت أعلى من فتحة خط السحب.

٣. يبرد الحرارة أثناء التشغيل العادي (انظر " مبردات الزيت" التي سيتم شرحها في هذه الوحدة).

٤. يسمح للهواء والمواد الغريبة بالانفصال عن الزيت.

سمات الخزان



---

١. غطاء التموين:

يجب أن يكون محكما فلا يسمح بدخول الهواء عندما يكون مغلقاً، ولكنه ربما يحتوي على منفس هواء يقوم بتنقية الهواء الداخل للنظام ليضمن دفعا للزيت عن طريق الثقل (الجاذبية) لسريان أفضل، ويجب أن يظل فلتر منفس الهواء نظيفا وذلك لمنع حدوث التفريغ (ضغط سالب أقل من الجوي) الجزئي والذي يعيق سريان الجاذبية من الخزان.

ملاحظة:

يصمم النظام الهيدروليكي المثالي بخزان زيت محكم وبدون فتحة تهوية، ولكن لأن أغلب النظم يكون لها مستويات زيت متغيرة ودرجات حرارة متغيرة وأحجام مكابس متغيرة لذلك فيكون مطلوبا استخدام منفسات هواء.

٢. مقياس مستوى الزيت (شكل ١) يعطي مستوى علو الزيت في الخزان بدون فتحه، وعلى أي حال فمازالت عصا قياس مستوى الزيت مستعملة.

---

٣. العوارض (جمع عارضة) تفيد في فصل الزيت الراجع عن الزيت الداخل للمضخة وهذا يقلل من دوران الزيت ويعطي الزيت الراجع وقتا ليستقل ويمنع إعادة الاستخدام الثابت لنفس الزيت ، وعلى أي حال فلا حاجة لوجود مثل هذه العوارض في كثير من النظم الحديثة لأنه يمكن تحقيق نفس الفصل بين الزيت الداخل والراجع عن طريق توفيق التشغيل للخطوط والفلاتر .

٤. خطوط الخرج والراجع تكون مصممة للدخول في الخزان عند نقط يكون فيها حد أدنى من الهواء والاضطرابات ويمكن أن تدخل هذه الخطوط من قمة الخزان أو من الجوانب ، ولكن يجب أن تكون نهاية هذه الخطوط بالقرب من قاع الخزان ، وإذا كان الراجع فوق مستوى زيت الخزان فإن الزيت الراجع يمكن أن يعمل رغاوي وتسحب هذه الرغاوي مع الهواء .

ملاحظة: كن حريصا عند وضع خطوط رجوع إضافية من المعدات الإضافية في الخزان وإذا لم يتم وضع هذه الخطوط بطريقة صحيحة فستتكون رغاوي في الزيت الراجع.

٥. فلتر السحب: يكون عادة مصفاة تستخدم على التوالي مع فلتر زيت النظام الذي يمكن أن يكون أيضا مركبا بالخزان، " فلاتر الزيت " لتفاصيل أكثر عن هذه الأجزاء.

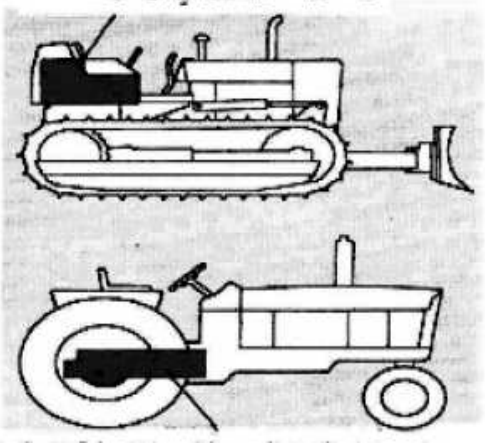
---

٦. طبة التصفية (التفريغ) تسمح بطرد كل الزيت من الخزان وبعض هذه الطبات تكون مغناطيسية لتساعد في إزالة الرايش (الشرفات) المعدنية الصغيرة من الزيت .

موضع الخزان:

في الماكينات الزراعية والصناعية الحديثة يجب أن يكون الخزان مدمجا وخفيفا، والبلدوزر المبين (شكل ٢) له خزان منفصل التركيب بينما تستخدم آلة الحرث علبة زيت نقل الحركة كخزان، ويتحدد موضع الخزان طبقا لتصميم الماكينة والفراغ والحجم المتاح للخزان.

خزان الزيت الهيدروليكي في حوض



المـبـــردات

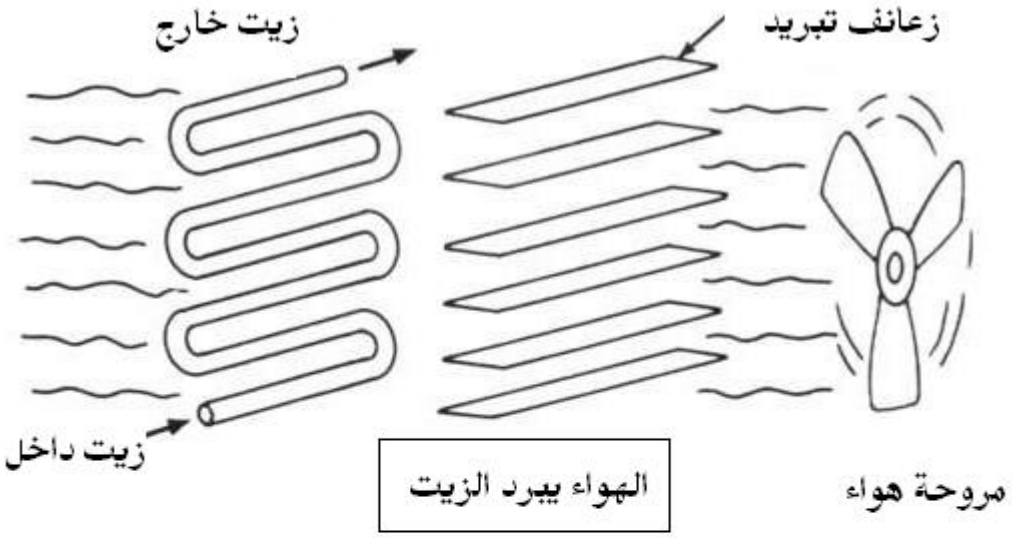
مبردات الزيت:

في النظم الحديثة ذات الضغط العالي يمكن أن يشكل تبريد الزيت مشكلة وغالبا فإن الدوران الطبيعي للزيت في النظام لا يحل المشكلة ولهذا كان وجود مبردات الزيت في المعدات الحديثة أكثر شيوعا .

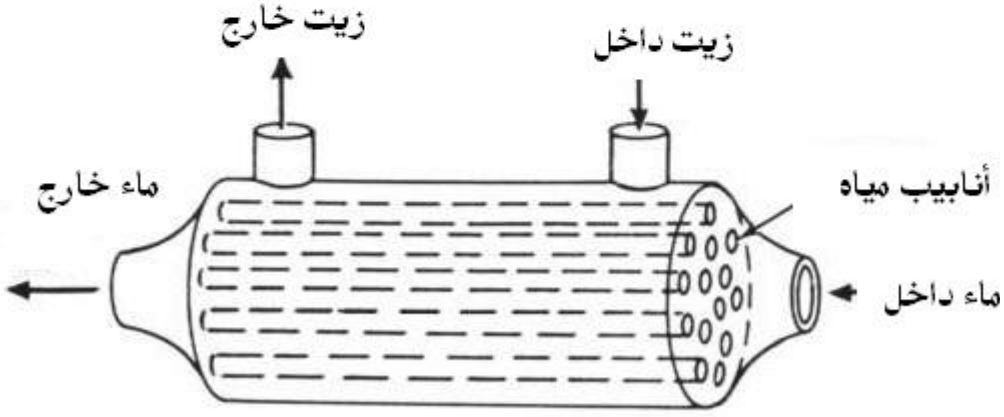
النوعان الأكثر إنتشاراً لمبردات الزيت هما :

١. مبردات هواء إلى زيت.

٢. مبردات ماء إلى زيت.



الهواء يبرد الزيت



تبريد الزيت بالماء

مبردات الهواء إلى الزيت:

تستخدم الهواء المتحرك لبعثرة (تبديد) الحرارة من الزيت وفى الماكينات المتحركة تقوم مروحة دائرة التبريد (الراديتر أو المشع) بإمداد الهواء بطريقة السفع (الدفع الشديد) ، المبرد له زعانف توجه الهواء على ملفات طويلة من أنابيب الزيت التي تعرض زيتاً أكثر للهواء .

والمبرد ربما كان يحتوي على خزان لتخزين الاحتياطي من الزيت المبرد.

وأحيانا يستخدم صمام مجرى تحويلي كصمام أمان في حالة انسداد أنابيب زيت المبرد.

مبردات الماء إلى الزيت:

تستخدم المياه المتحركة لنزع الحرارة من الزيت وتسري المياه خلال مجموعة من الأنابيب ويدور الزيت حول أنابيب التبريد كما هو مبين ، وفى الماكينات المتحركة غالبا ما تستخدم المياه من راديتر (مشع) المحرك لتبريد الزيت .

والنوع الآخر الأقل شيوعاً من مبردات الماء إلى الزيت تستخدم تبخير الماء لتبريد الزيت، وفيها يتم رش الماء على ملفات أنابيب الزيت أثناء دفع الهواء على هذه الملفات من أسفل ، فإن جزءاً من هذه المياه يتبخر ويبرد بقية الماء الذي بدوره يسحب الحرارة من الزيت في الأنابيب ، وهذا المبرد ليس مدمجاً مثل الذي تم وصفه من قبل .

مواضع تركيب المبردات:

مبردات الهواء إلى الزيت مثل المبين يكون عادة مركباً أمام مشع (رياتير) المحرك مستفيداً من دفع هواء المروحة، والمبردات الأخرى يمكن أن تركب في أماكن متباينة لكن عادة بالقرب من الخزان أو قرب مروحة التبريد.