دراسة الفشل في الأنظمة الهيدروليكية

لەلایەن ئەندازیار (سەرگوڵ احمد محمد)
ژمارەی پێناس (668)

الملخص

يصف هذا المشروع دراسات حالة مختلفة للفشل الهيدروليكي في آلات تعدين المعادن ، وقد تم إجراء البحث لمعرفة وفهم المكونات ، والبناء ، والموقع ، والوظيفة ، ومخطط الدائرة ودراسات الحالة لأعطال مختلفة في الأنظمة الهيدروليكية.
تشمل دراسة الحالة جميع الأجهزة المحمولة المستخدمة في موقع تعدين المعادن والتي لها أنواع وأحجام وتطبيقات مختلفة. يتكون النظام الهيدروليكي من محرك رئيسي أو محرك كهربائي للمساعدة في قيادة المضخة الهيدروليكية التي تسحب الزيت الهيدروليكي من الخزان عبر مرشح في خط الشفط وتسلمه إلى صمام التحكم في الاتجاه عبر صمام التنفيس في خط التسليم. يتم العمل بسلاسة عن طريق تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية ثم العودة إلى الطاقة الميكانيكية التي تستخدم لتحريك الأسطوانة الهيدروليكية خطيًا أو تدوير المحرك الهيدروليكي. معظم مشاكل الفشل الهيدروليكي في آلات تعدين المعادن في الموقع الميداني ناتجة عن التلوث أو الظروف المناخية (درجة الحرارة). كما أن استخدام الآلات القديمة والقديمة ونقص الصيانة من العوامل الأخرى التي تؤثر على أداء الآلات. تؤدي هذه المشكلات إلى زيادة وقت التوقف وتقليل الإنتاجية.

الفصل الأول مقدمة

١-١ الخلفية التاريخية

تُستخدم الأنظمة الهيدروليكية لنقل الطاقة عن طريق تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة مائع ثم العودة إلى الطاقة الميكانيكية. السبب الرئيسي أو الرئيسي لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة مائع هو سهولة النقل بسهولة إلى موقع جديد. يتم استخدام نقل الطاقة والتحكم فيها عن طريق السوائل تحت الضغط على نطاق واسع في جميع فروع الصناعات والمعدات المتنقلة وآلات الرفع ، آلات الضغط وآلات الحفر ...إلخ .تتناول الأطروحة الحالية دراسة النظام الهيدروليكي للمعدات المستخدمة في صناعة تعدين المعادن المحلية. كما نعلم جميعًا ، فإن تعدين من الأرض باستخدام العديد من تقنيات وعمليات الاستخراج وبالتالي يمكن تصنيفها على أنها التعدين السطحي والتعدين تحت الأرض. يستلزم التعدين السطحي إزالة الغطاء النباتي ، والتربة العلوية ، وتثبيط المواد فوق الرواسب المعدنية وإزالة الرواسب. في التعدين المكشوف ، يتم نقل النفايات إلى موقع التخلص منها ، ويتم نقل الخامات إلى موقع المعالجة النهائية. في التعدين تحت الأرض ، يتم الوصول إلى الرواسب من السطح عبر أعمدة رأسية أو عمليات تحرير أفقية أو منحدرات. يتم تطوير الرواسب نفسها عن طريق عبور الجسم الخام لتمكين الإنسان من الوصول ، واستخراج كتل الخام ، ونقل الخام والنفايات وسهولة التهوية. في مناجم الصخور الصلبة تستخدم تقنيات الحفر والتفجير .المعدات الرئيسية المستخدمة في تقليد الذهب المحلي هي الجرافة ذات العجلات والحفارة والجرافة والجرافة وآلة الحفر والشاحنة القلابة ... إلخ. يؤدون مجموعة متنوعة من الوظائف مثل إعداد الأرض ، والحفر ، ونقل المواد ، والإغراق / الرصف بطريقة محددة ، ومناولة المواد ، وبناء الطرق ، إلخ. هذه المعدات مطلوبة لكل من أنشطة البناء والتعدين. عادة ما تتعرض الأنظمة الهيدروليكية في معدات تعدين الذهب للجزيئات الصلبة وتلوث السوائل مما يؤدي إلى حدوث تسرب سريع

البلى وفشل المكونات. يعد عدم صيانة الأنظمة الهيدروليكية هو السبب الرئيسي وراء فشل المكونات والنظام. ومع ذلك ، فإن معظم موظفي الصيانة لا يفهمون تقنيات الصيانة المناسبة للأنظمة الهيدروليكية. إذا ركزت الدراسة على منع فشل النظام ، فيمكن توفير وقت وتكلفة أقل. الصيانة هي مزيج من جميع الإجراءات الفنية والإدارية خلال دورة حياة عنصر يهدف إلى الاحتفاظ به ، أو استعادته ، إلى حالة يمكنه فيها أداء وظيفته المطلوبة كما هو مذكور في المرجع. [1]. تعتبر صيانة معدات التعدين صعبة ومكلفة. على مر السنين ، تم إحراز تقدم ملحوظ في معدات الصيانة في هذا المجال ، لكن عوامل مثل التعقيد والحجم والمنافسة والتكلفة والسلامة لا تزال تمثل تحديًا لمهندسي الصيانة. (راجع المرجع [2]).

أدت زيادة الميكنة والأتمتة ودمج العمليات داخل المناجم إلى زيادة تعقيد المشكلة كما هو موضح في المرجع. [3].

تتراوح تكاليف صيانة معدات التعدين من 20٪ إلى أكثر من 35٪ من إجمالي تكاليف تشغيل التعدين ، وهي مستمرة في الزيادة. للسيطرة على هذه القيمة العالية للنفقات ، ركزت شركات التعدين على مجالات مثل تحسين عمليات الصيانة المجدولة ، وتأجيل الصيانة غير الضرورية ، وتقليل القوى العاملة للصيانة ، والتحكم في مخزون قطع الغيار بشكل أكثر فعالية واستخدام دعم صيانة العقد كما هو مذكور في المرجع. [2]. يبحثون عن ممارسات صيانة أفضل لمعداتهم المتنقلة ، خاصة في عمليات التعدين تحت الأرض حيث يتطلب التحكم في تكاليف الصيانة تخطيط صيانة فعال. يؤدي التحكم الأفضل في الصيانة من خلال العمل الجماعي والإنجاز المناسب وفي الوقت المناسب للمهام مثل تسجيل البيانات وإعداد التقارير أيضًا دورًا رئيسيًا في الصيانة.

2-1 المتحدون

تعتبر الآلات أساسية لوظيفة عمليات التعدين ، فوجود معدات عالية الأداء يتم صيانتها بانتظام يعد عاملاً صعبًا في التشغيل السلس للمشروع وزيادة الإنتاجية. ومع ذلك ، فإن العديد من شركات التعدين تستخدم الآلات القديمة التي عادة ما تكون قنبلة موقوتة لها تاريخ من الثغرات والإخفاقات. ليس هذا فقط غير آمن ، ولكن الأعطال تعني توقفًا أثناء إصلاح المعدات وعامل الوقت المطلوب في الصيانة يعني المزيد من المال للدفع. يعد الانهيار في محركات الأقراص أمرًا معتادًا في موقع المنجم ويمكن أن يكلف العمل آلاف الدولارات. هناك عدد من المشكلات المرتبطة بالمعدات الحالية القديمة بما في ذلك عدم الموثوقية ، حيث تكون فرصة حدوث أعطال متكررة عالية وتؤدي إلى زيادة تكاليف الصيانة ، فضلاً عن عدم الكفاءة بسبب فترات التوقف الطويلة. وفقًا للدراسات الحديثة ، فإن 41٪ من تكاليف معدات الحفرة المفتوحة تتعلق بالصيانة والصيانة لشركات التعدين ، وتمثل ما يصل إلى 30٪ من تكاليف التشغيل. إن التكلفة العالية والوقت الطويل للإصلاحات بسبب عدم توفر قطع الغيار أو الاستبدال ، يؤدي إلى خسائر كبيرة في وقت الإنتاج. مع خفض التكلفة كعامل بارز في الحفاظ على تعويم العمليات ، تحتاج الشركات إلى الاستثمار في مبادرات حول المعدات التي تقلل من تكاليف الصيانة والإصلاح غير المخطط لها ، وتوفر تحولًا سريعًا لاستبدال الأجزاء ، مما يقلل من تكاليف نقل المخزون ويقلل من مخاطر الإصابة والحوادث ، راجع المراجع.
[68،60،28،19،16،13،12]. توضح الأشكال (1-1-1-5) أدناه التعدين السطحي والجوفي.

الشكل 1-1 التعدين السطحي باستخدام محمل CAT وشاحنة قلابة CAT

الشكل 1 - 2 التعدين السطحي باستخدام حفارات هيتاشي والشاحنة القلابة

شكل (1-3): التعدين تحت الأرض باستخدام معدات الحفر الأفقية وكابلات الإنارة

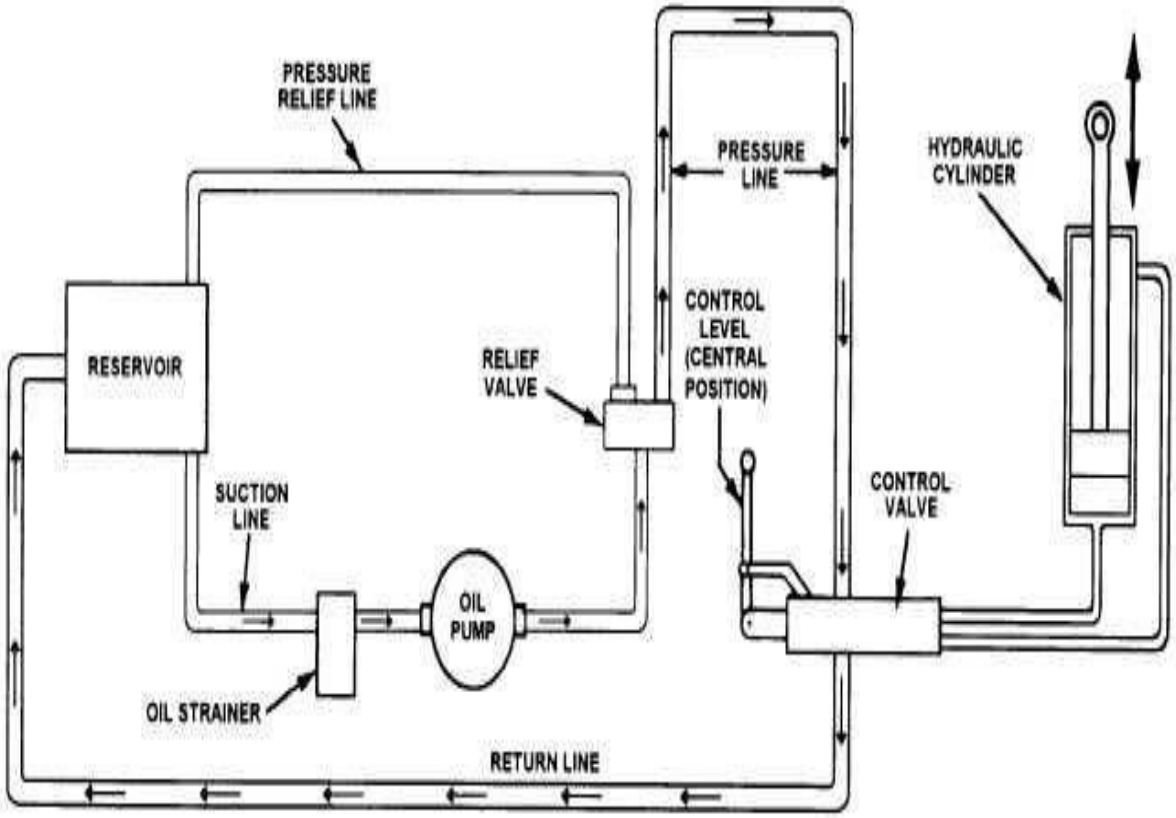
شكل (1-4): التعدين الجوفي باستخدام معدات الحفر الأفقي

شكل 1-5 التعدين تحت الأرض ، باستخدام معدات التحميل والشاحنة القلابة وآلة الحفر الأفقية.

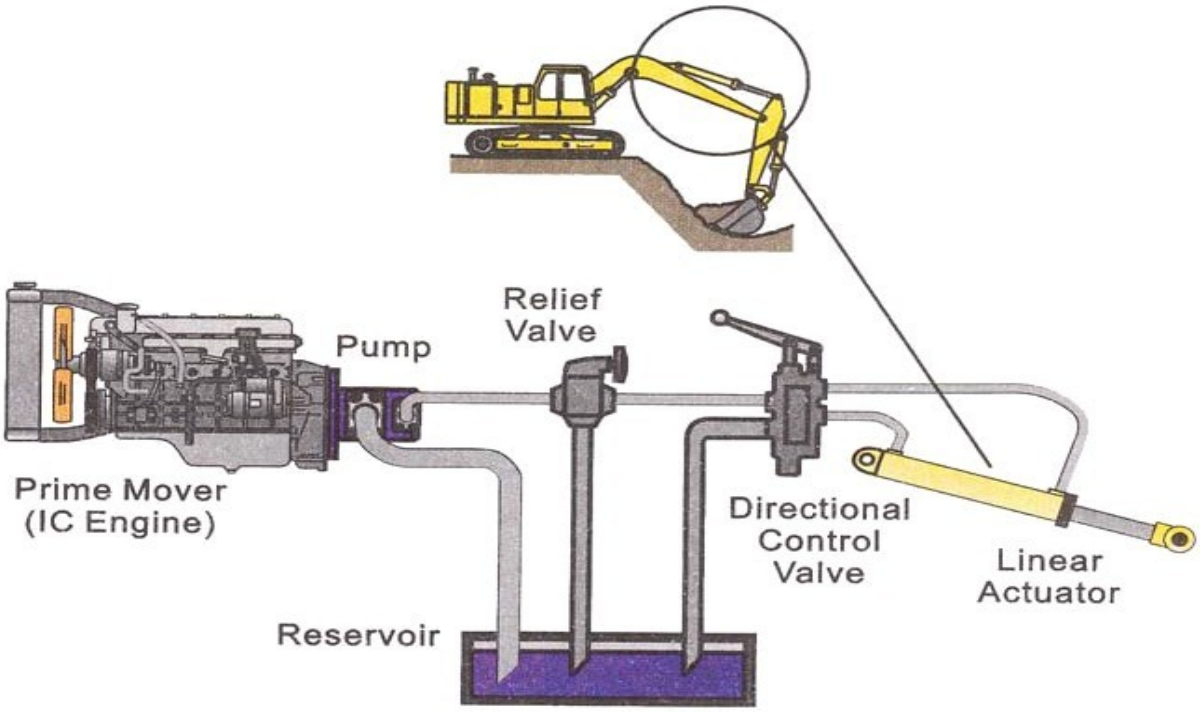
الفصل الثاني الدراسة النظرية للهيدروليكا

2-1 دراسة نظرية للمكونات الهيدروليكية

المكونات الرئيسية للنظام الهيدروليكي هي الخزان والمضخة وصمام التحكم والمشغلات والخراطيم والأنابيب والسوائل الهيدروليكية ومبرد الزيت والمرشحات ، ويجب ترتيبها بشكل صحيح لأداء مهمة مفيدة. في هذا القسم سوف ندرس مكونات النظام الهيدروليكي. الرجوع إلى الحكام. [23 ، 61 ، 65 ، 66].



يوضح الشكل (2-1 و2-2) أدناه المكونات الأساسية للدائرة الهيدروليكية والمكونات

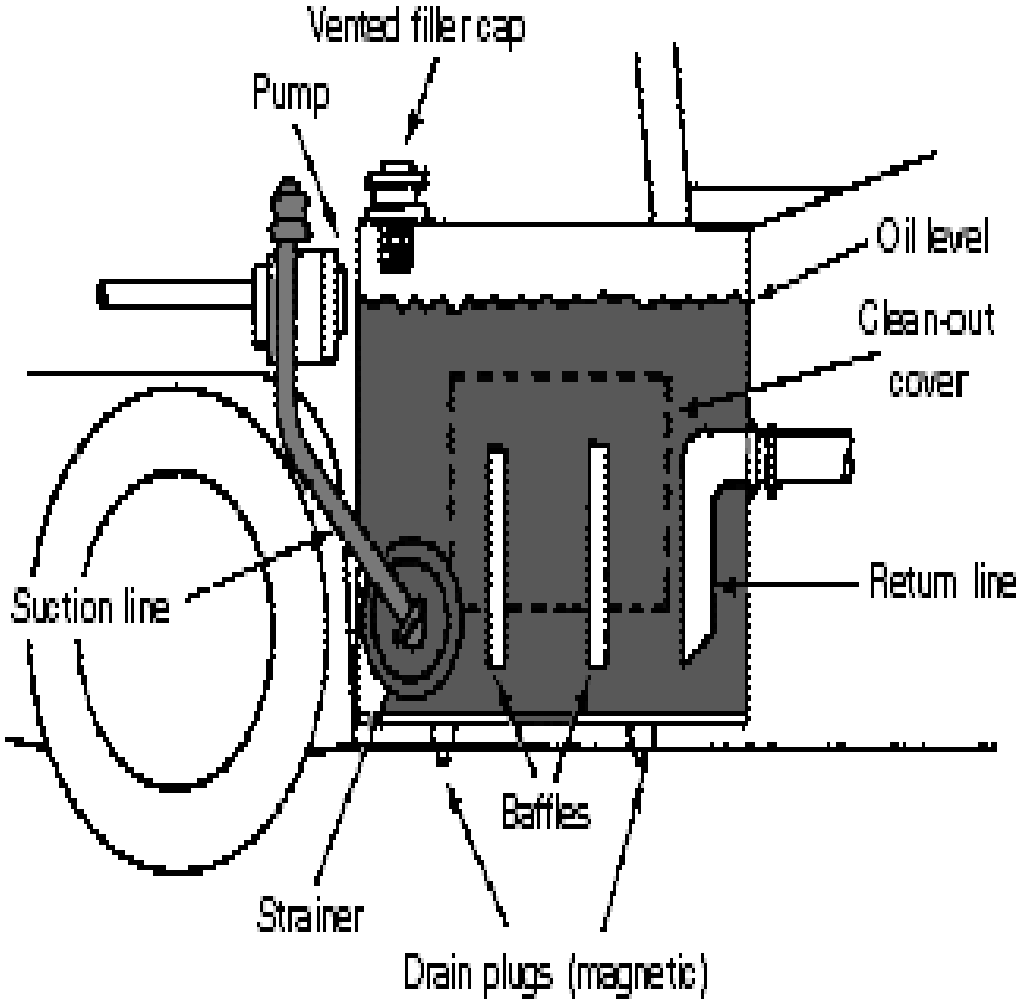


شكل 2- 2 مكونات هيدروليكية للحفارة

- الخزان

يشتمل كل نظام هيدروليكي على خزان لتزويد المضخة بالسائل الهيدروليكي ولتوفير تخزين لإعادة تجميع السوائل من الدائرة الهيدروليكية. يجب أن يحتوي الخزان على حجم كاف للسماح للسائل العائد بوقت كافٍ ليبرد وللسماح للهواء بالهروب قبل إعادة السائل. يدخل المضخة. إذا كان الخزان لا يمكن أن يوفر تبريدًا كافيًا ، فقد تكون هناك حاجة إلى مبرد زيت. يكون خط الإرجاع عادةً أقل من مستوى السائل في الخزان لمنع احتباس الهواء ورغوة السائل. يمكن لمصمم الخزان استخدام الحذر

وضع منفذي الخزان والحواجز لمنع دخول السائل العائد مباشرة إلى منفذ المضخة ، وإلا فلن يكون للسائل وقت ليبرد. تسمح للملوثات بالاستقرار في القاع وتبديد الحرارة .. يوضح الشكل (2-3) أدناه المكونات الرئيسية للخزان غير النمطي. (راجع المراجع. [34 ، 40]).



الشكل 2-3 المكونات الرئيسية لخزان

- السوائل الهيدروليكية

أهم خاصية للسائل الهيدروليكي هي لزوجته. يوصي المصنعون عمومًا بلزوجة السوائل في درجات حرارة التشغيل. تعتمد لزوجة الزيت بشكل كبير على درجة الحرارة ، والتحكم في اللزوجة أمر مهم لأن كفاءة المضخة والمحركات تعتمد عليها.

وظائف السائل الهيدروليكي

- نقل الطاقة: -

هذه هي الوظيفة الأساسية للزيت الهيدروليكي ، من المهم جدًا أن يقوم السائل الهيدروليكي بنقل الطاقة بكفاءة واقتصادية.

- تشحيم جميع الأجزاء المتحركة (الأجزاء الترددية والدوارة).

يعد هذا ضروريًا لتقليل الاحتكاك والتآكل ، حيث يعمل التشحيم المناسب على إطالة عمر المعدات ، وكذلك تقليل تكاليف التشغيل والصيانة

- وسط الحرارة: -

إذا تراكمت الحرارة الزائدة ، فسيؤدي ذلك إلى تقليل كفاءة النظام بشكل كبير وقد يجعل النظام غير فعال.

- وسط الختم: -

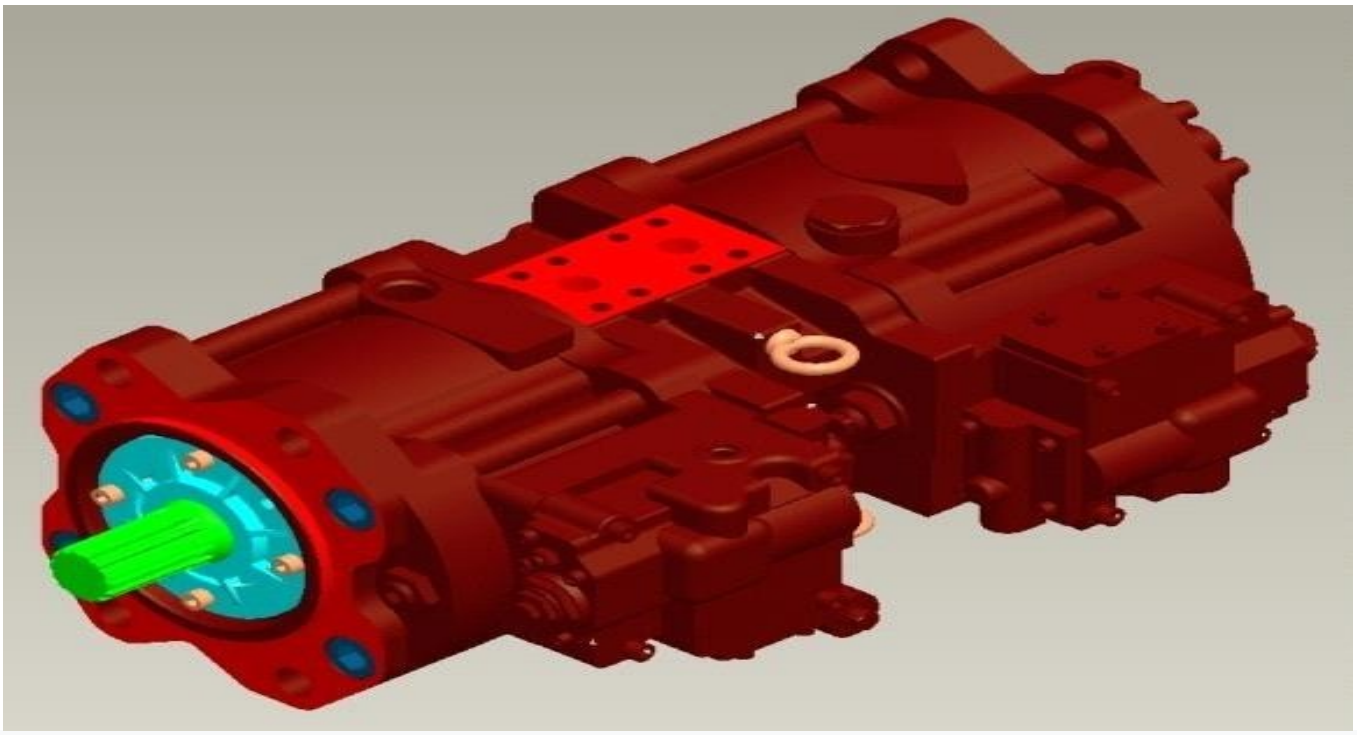
يعمل كوسيط مانع للتسرب ، لأن حركة دوران السائل تساعد على عمل مانعات التسرب بشكل صحيح لتقليل الخسائر بسبب التسرب. يعمل هذا الإجراء على تحسين القدرة الكاملة وكفاءة النظام.

- وسط مضاد للأكسدة: -

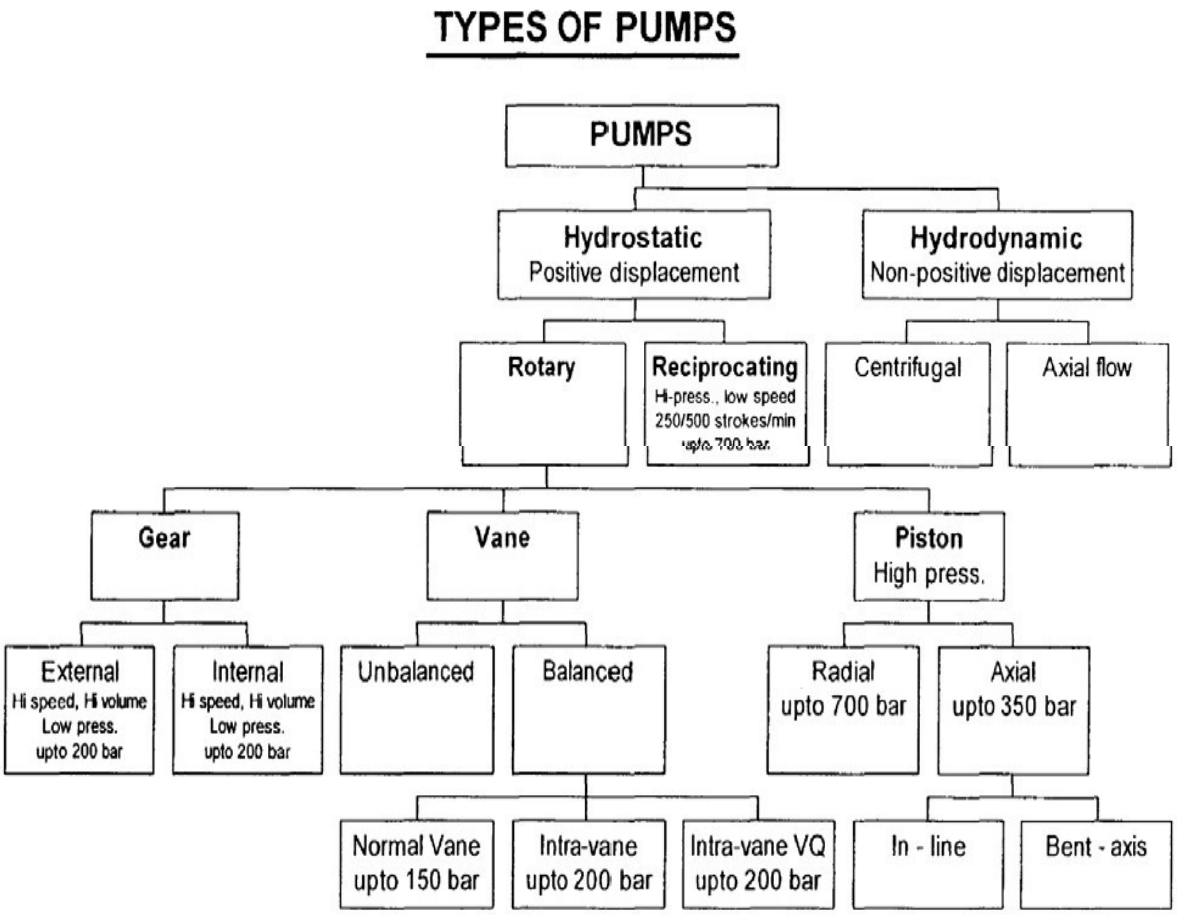
يحافظ السائل الهيدروليكي على النظام في حالة عمل جيدة ، ويجب تزويده بوسط مضاد للأكسدة للحفاظ على النظام من الأكسدة التي تؤدي إلى الصدأ والتآكل والتآكل [7 ، 20 ، 41]

3- المضخة الهيدروليكية: -

في أي نظام هيدروليكي ، تخلق المضخة تدفقًا للسائل ، ولا تخلق ضغطًا ولكن يجب أن تتغلب على مقاومة التدفق في الدائرة. هناك مجموعتان أساسيتان من المضخات ، الإزاحة الإيجابية ومضخة الإزاحة غير الإيجابية ، ويقتصر استخدام الإزاحة غير الإيجابية في الدائرة الهيدروليكية على توفير إمداد معزز لمضخة الإزاحة الإيجابية الرئيسية. تتكون المضخة من مضخة رئيسية ومضخة تجريبية. المضخة الرئيسية متغيرة مضخة الغطاس المحوري الإزاحة. يوفر زيتًا عالي الضغط للنظام الهيدروليكي. المضخة التجريبية عبارة عن مضخة تروس ثابتة الإزاحة ؛ أنها تزود النفط لنظام التحكم. يتم تشغيل المضخة الرئيسية بواسطة المحرك من خلال قارنة التوصيل. يتم توصيل مضخة التروس التجريبية مباشرة بواسطة عمود إدارة المضخة الرئيسية بنفس سرعة الدوران [25]. يوضح الشكل (2-4) أدناه صورة فوتوغرافية للمضخة الهيدروليكية الرئيسية والمضخة الدليلية للحفارة ، ويوضح الشكل (2-5) أدناه مخططًا يحتوي على أنواع مختلفة من المضخات المستخدمة في النظام الهيدروليكي.



شكل 2-4 صورة للمضخة الهيدروليكية الرئيسية والمضخة التجريبية



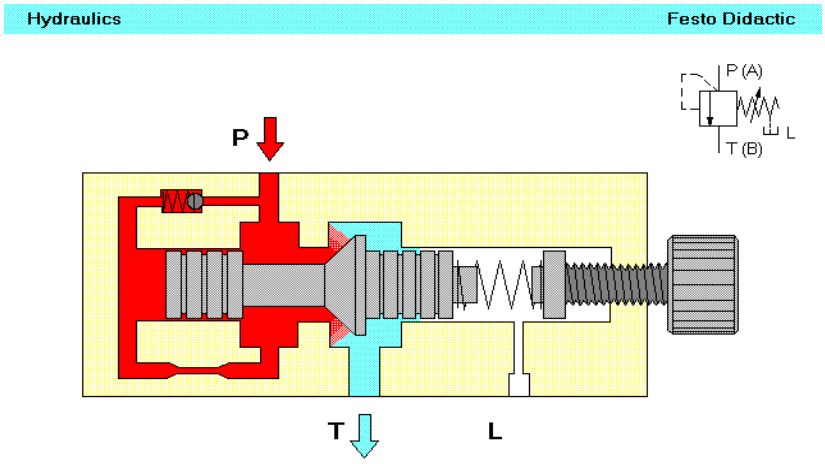
الشكل 2-5 أنواع المضخات

- صمامات التحكم الهيدروليكية.

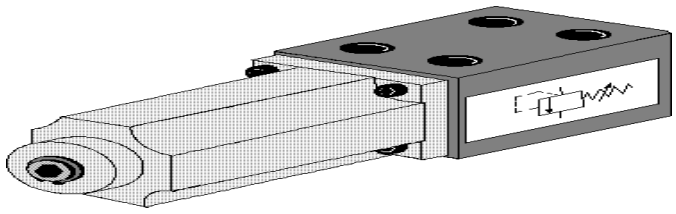
تستخدم الصمامات في الدوائر الهيدروليكية للتحكم في الضغط ومعدل التدفق الحجمي واتجاه التدفق ويمكن تلخيص أكثر أنواع صمامات التحكم في الضغط شيوعًا في الفئات التالية: -

ط- صمام تنفيس الضغط

يستخدم هذا للحد من الضغط في دائرة هيدروليكية إلى مستوى آمن. في الدائرة الهيدروليكية التي يتم فيها توفير التدفق بواسطة مضخة الإزاحة الثابتة ، على سبيل المثال ، قد تستمر المضخة في إنتاج التدفق حتى عندما يكون المشغل متوقفًا وغير قادر على قبول التدفق [21 ، 23]. في حالة عدم وجود صمام تنفيس الضغط ، فإن الضغط سيرتفع بسرعة حتى تنفجر الدائرة في مرحلة ما وتوفر مسار هروب للتدفق. يتم ضبط صمام تخفيف الضغط على ضغط محدد يفتح عنده ويبدأ في تفريغ التدفق إلى الخزان ؛ حتى يصل ضغط النظام إلى ضغط التكسير ، يتم إغلاق الصمام. يستخدم صمام التفريغ لتفريغ المضخة عندما يصل الضغط في نقطة ما في الدائرة الهيدروليكية إلى المستوى المطلوب. يوضح الشكل (2-6) أدناه مقطعًا طوليًا لصمام تنفيس الضغط ، ويوضح الشكل (2-7) منظرًا تصويريًا لصمام تنفيس



Pressure relief valve, internally controlled, cushioned



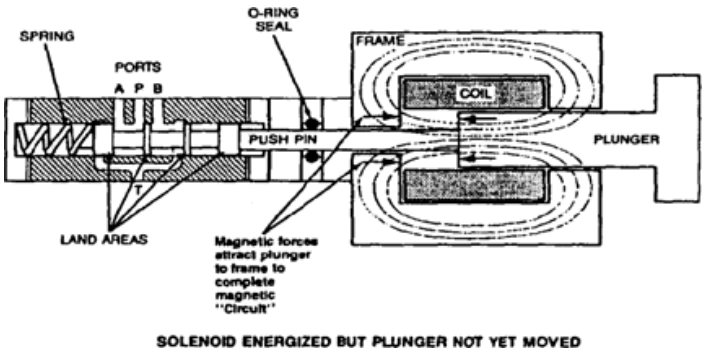
Pressure relief valve

الشكل 2-7 عرض مصور لصمام تنفيس الضغط

II- صمام التحكم في الاتجاه (DCV)

يقع صمام التحكم الرئيسي بين المضخة الرئيسية والمشغلات (جميع الأسطوانات والمحركات) ويستخدم للتحكم في اتجاه الزيت وضغطه ومعدل التدفق لجميع المشغلات. يتكون من جسم صمام مع ممر ومنافذ وبكرة منزلقة ، ويمكن تشغيله يدويًا (رافعة) أو بواسطة ملف لولبي كهربائي لتحريك التخزين المؤقت إلى أوضاع مختلفة ، وتوفر المنافذان P و T الضغط والعودة ، بينما A و B مخصصان الاتصال بالمشغل أو الدائرة التي يتحكم فيها الصمام. يمكن أن تنزلق بكرة الصمام داخل الصندوق لتتماشى مع المنافذ ، المراجع [3 ، 22 ، 23]. صمام التحكم الرئيسي هو التحكم التجريبي ، والتحكم في التدفق السلبي المفتوح ، وصمام الاتجاه المتوازي متعدد المنافذ المتكون من تسع بكرات. وهي تشتمل على بكرات لذراع الرافعة والذراع وحركة تأرجح الجرافة والأجهزة المساعدة. يوضح الشكل 2-8 أدناه منظرًا تصويريًا لصمام تحكم اتجاهي يتم تشغيله يدويًا ويوضح الشكل 2-9 أدناه صمام تحكم يعمل بملف لولبي.

الشكل 2-8 صمام التحكم في الاتجاه يعمل يدويًا



الشكل 2-9 صمام تحكم يعمل بملف لولبي

5- الخطوط الهيدروليكية

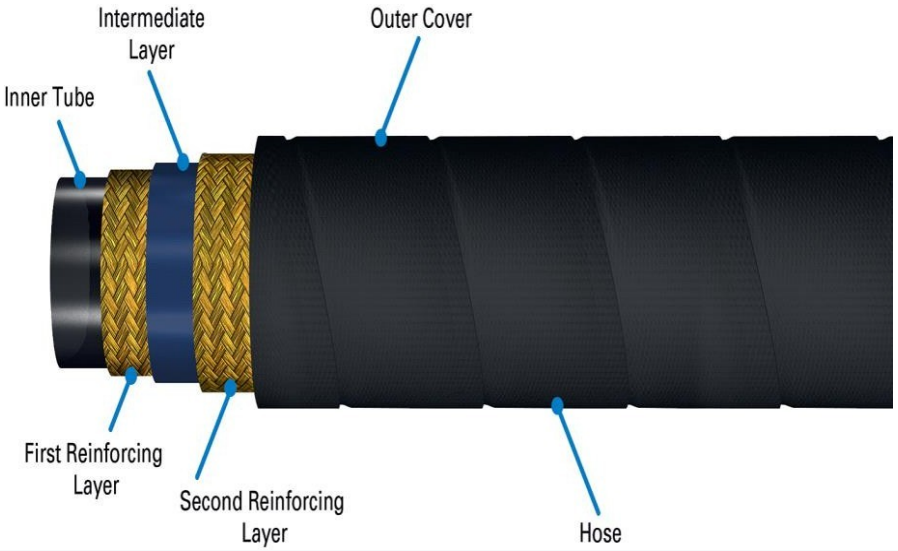
تستخدم الخطوط أو القنوات الهيدروليكية لنقل السوائل الهيدروليكية بين المكونات. تصنع الخطوط الصلبة من الفولاذ ، بينما تصنع الخطوط المرنة من المطاط المقوى بالأسلاك. يجب أن يكون الخط قويًا بما يكفي لتحمل الضغط الأقصى الذي سيتعرض له ، وكبيرًا بما يكفي لنقل السائل الهيدروليكي دون انخفاض الضغط المفرط. يحدد مصنعو الخراطيم الهيدروليكية عادةً تصنيف الضغط المحدود لخراطيمهم.

يتكون الخرطوم المستخدم من ثلاث طبقات أساسية ؛ الأنبوب الداخلي وطبقة التسليح والغطاء الخارجي. الأنبوب الداخلي مصنوع من مادة بلاستيكية وطبقة التقوية عبارة عن ضفيرة قماشية توفر القوة اللازمة لمقاومة الضغط الداخلي (أو الضغط الخارجي في حالة الشفط / الفراغ). الأنواع الثلاثة الأساسية للتعزيز هي مضفر ، حلزوني ، حلزوني.

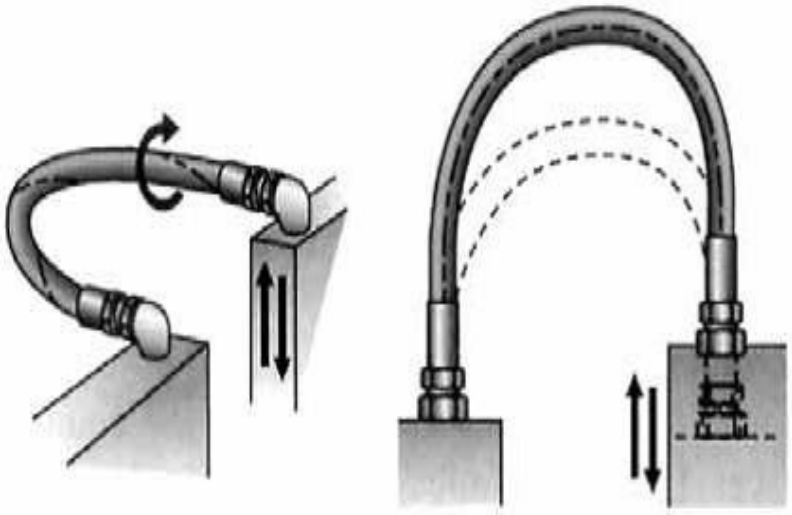
الغطاء الخارجي عبارة عن غطاء بلاستيكي يقاوم بعض تناثر الحرارة مثل تلك الناتجة عن اللحام. HWH خرطوم لديه تحمل حرارة حوالي (180) درجة فهرنهايت ، درجات الحرارة الثابتة التي تتجاوز ذلك يمكن أن تتلف الخرطوم وتحدث تسربات خاصة عند نهايات الخرطوم.

عادة ما يكون احتكاك الغطاء الخارجي مؤشرًا على مشكلة الحرارة. يمكن أن تتسبب حرارة المحرك أو العادم وحتى أنظمة تبريد المحرك (راديياتير المحرك) في حدوث مشكلات تتعلق بالحرارة. (راجع [8 و 56 و 67]).

يوضح الشكل (2-10) أدناه المكونات الأساسية للخرطوم الهيدروليكي ويوضح الشكل (2-11) أدناه التواء في التصميم السيئ للخرطوم والتصميم الجيد وليس التواء.



الشكل 2-10 المكونات الأساسية للخرطوم الهيدروليكي.



الشكل 2-11 خرطوم التواء التصميم السيئ والتصميم الجيد لا يلتف

6- الفلاتر الهيدروليكية

الخلوص بين أجزاء التزاوج في بعض المكونات الهيدروليكية هو (10 ميكرومتر أو أقل) ، وإذا كانت جسيمات بهذا الحجم أو أكبر تمر بين أجزاء التزاوج يمكن أن ينتج عنها أضرار جسيمة. تُستخدم المرشحات لإزالة الجسيمات الصلبة فقط في الجزء العلوي من منفذ إرجاع الخزان. لمنع الجسيمات الكبيرة (150 ميكرو مترًا أو كبيرة) من دخول المضخة ، يتم عادةً وضع مصفاة أو مرشح مسامي على أنبوب سحب الخزان. راجع [17 ، 33]. يوضح الشكل 2-12 أدناه أحجامًا مختلفة من المرشحات المستخدمة في الدوائر الهيدروليكية.

شكل 2-12 أحجام وأنواع مختلفة من المرشحات (خرطوشة وعنصر) المستخدمة في الدوائر الهيدروليكية

7- المشغلات الهيدروليكية

المشغل الهيدروليكي هو جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة ميكانيكية. هناك نوعان من المحركات ، الدوارة والخطية. تسمى المحركات الدوارة المحركات الهيدروليكية ، بينما تسمى المحركات الخطية بالأسطوانات الهيدروليكية.

1- المحركات الهيدروليكية: -

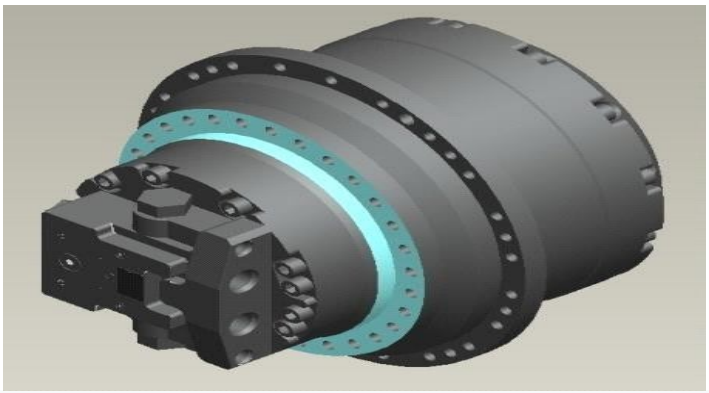
تتشابه في مظهرها مع المضخات الهيدروليكية. غالبًا ما يمكن استخدام المضخات والمحركات بالتبادل ، والعوامل المهمة التي يمكن ملاحظتها هي سرعة المحرك الهيدروليكي الذي يتأثر به ، والتسرب الداخلي من منفذ الدخول إلى منفذ خروج المحرك ، والكفاءة الحجمية للمحرك و ينتج عزم الدوران بواسطة المحرك.

محركات السفر والتأرجح.

يتكون المخفض من محرك هيدروليكي وجهاز تخفيض. يتم استخدامه للتحكم في تشغيل الماكينة للأمام والخلف والانعطاف إلى اليسار واليمين. يمكن التحكم في سرعة السفر عن طريق مفتاح التحكم في سرعة السفر. هناك نوعان من أوضاع السرعة ، السرعة المنخفضة والسرعة العالية.

يوضح الشكل 2-13 و2-14 أدناه محركًا هيدروليكيًا للسفر والتأرجح على التوالي.

يستخدم محرك السير لتحريك الماكينة للأمام وللخلف. يتم استخدام محرك التأرجح والمخفض الذي يتكون من محرك هيدروليكي وترس تخفيض ، لتدوير الهيكل العلوي للحفار ، كما هو الحال في المراجع. [23.70].



شكل -٢ ١٣ محرك سفر هيدروليكي

شكل 2-14 محرك تأرجح هيدروليكي

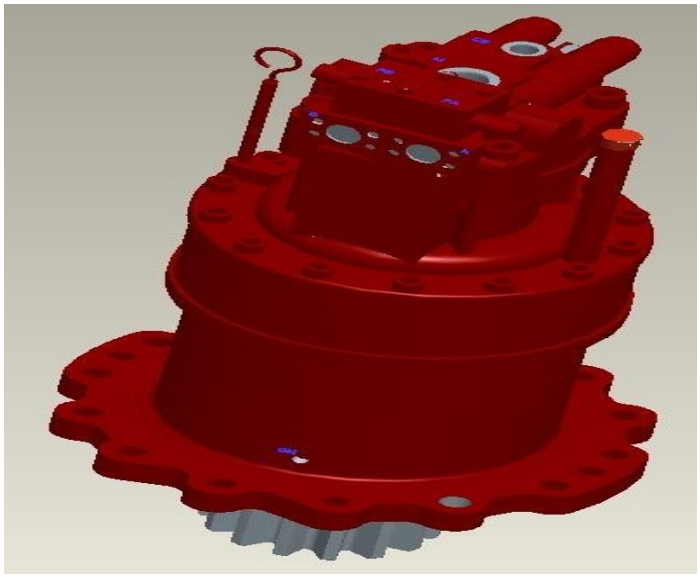
2- الاسطوانات الهيدروليكية

يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما: - i- التمثيل الفردي.

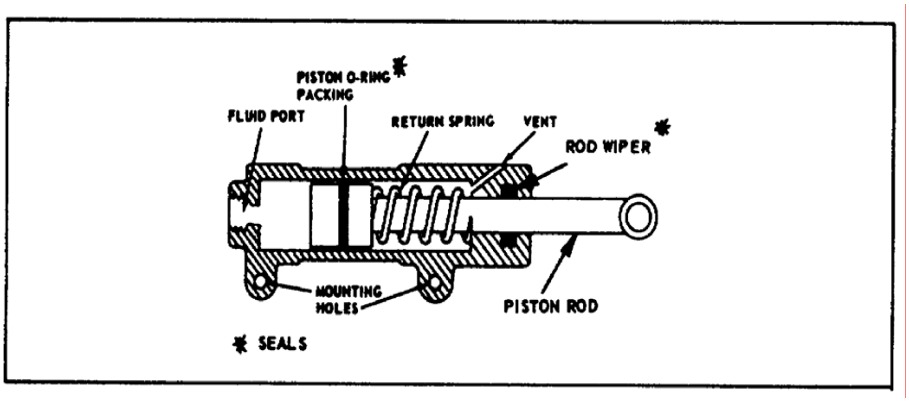
ب- التمثيل المزدوج.

يتم استخدام كل منها لتحويل طاقة الضغط من مائع إلى دفع خطي i- أسطوانة واحدة تعمل

يمكن تشغيل هذا في اتجاه واحد فقط (إما التمديد أو التراجع) بواسطة القوة الهيدروليكية ، ويتم إحداث حركة العودة إما عن طريق الزنبرك المدمج في الأسطوانة أو القوة الخارجية.



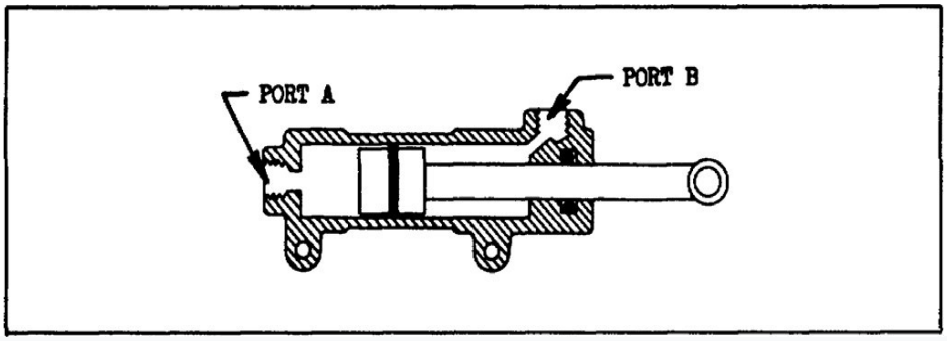
يوضح الشكل 2-15 أدناه مقطعًا طوليًا لأسطوانة واحدة تعمل.



الشكل 2-15 اسطوانات واحدة تعمل بالوكالة

ب- اسطوانة مزدوجة التمثيل

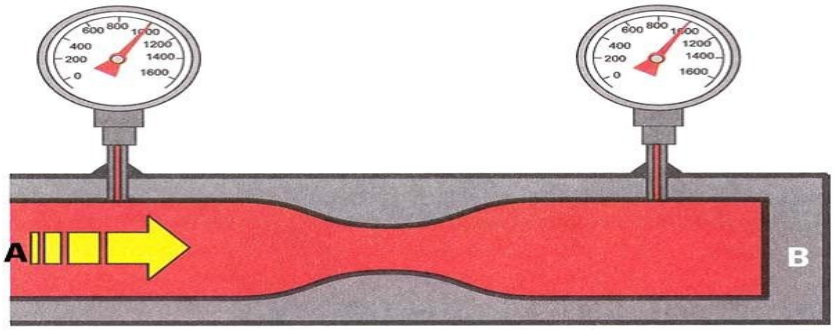
يمكن أن يتم تشغيل هذا هيدروليكيًا في كلا الاتجاهين عن طريق تطبيق ضغط السوائل على الجانب المناسب من المكبس. يوضح الشكل (2-16) أدناه مقطعًا طوليًا لأسطوانة مزدوجة الفعل. الرجوع إلى المرجع. [23]



شكل 2-16 اسطوانات مزدوجة الفعل

- الفتحة الهيدروليكية

في تصميم الدائرة الهيدروليكية ، غالبًا ما يكون من الضروري تقييد التدفق إلى جزء من الدائرة و / أو إحداث فرق في الضغط ؛ يمكن تحقيق هذا الهدف باستخدام فتحة هيدروليكية. تشكل العديد من الصمامات فتحات تستخدم للتحكم في تدفق السائل. يوضح الشكل (2-17) أدناه فتحة هيدروليكية



شكل 2-17 فتحات

9- ختم طقم الحلقة

لا تشبه الحلقات المرنة على شكل حرف O معظم المواد التي يواجهها المهندسون والمصممون. السبب ، يجب أن تتشوه الحلقات O لتعمل بشكل صحيح. كما يوحي الاسم ، تتشكل الحلقات على شكل دونات. (Torus هو المصطلح الهندسي.) يتم تثبيتها في تجاويف تعرف باسم الغدد ثم يتم ضغطها. توفر الخلوص الصفري الناتج داخل الغدة الختم الذي يمنع تدفق السوائل والغازات. يخدم هذا الترتيب البسيط العديد من أنظمة طاقة السوائل بشكل جيد للغاية ، لكن الحلقات O هي أكثر أنواع السدادات المستخدمة شيوعًا في أنظمة طاقة السوائل. ومع ذلك ، لا يزال النجاح يتطلب إجراءات تصميم واختيار وتركيب دقيق. عادة ما تفشل الحلقات O في تطبيقاتها بسبب الآثار الضارة المشتركة للعديد من العوامل البيئية. شكل (2-18) أدناه يوضح أحجام مختلفة من الحلقات. (الحكام [9 ، 10 ، 38])

شكل 2-18 أحجام مختلفة من حلقات الختم المستديرة

10- مقاييس الضغط وعدادات الحجم

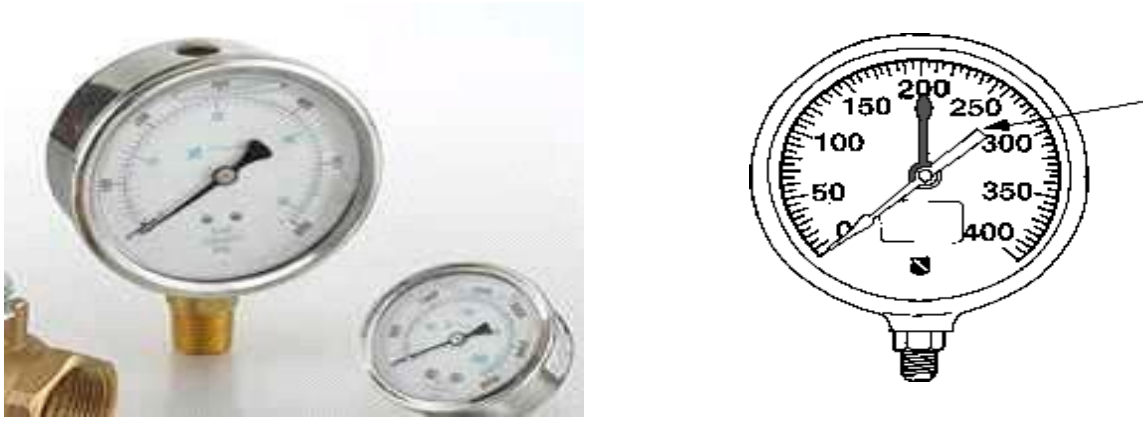
تستخدم مقاييس الضغط في الأنظمة التي تعمل بالسائل لقياس الضغط للحفاظ على مستويات تشغيل فعالة وآمنة. يقاس الضغط بالبوصة المربعة أو بار. يمكن التعبير عن قياس التدفق بوحدات معدل تدفق متر مكعب في الثانية (سم). يمكن التعبير عنها أيضًا من حيث الكمية الإجمالية للجالونات أو الأقدام المكعبة.

1- مقاييس الضغط.

يوضح الشكل (2-10) مقياس ضغط بسيط. تشير قراءات المقياس إلى ضغط المائع الناتج عن معارضة القوى داخل النظام. الضغط الجوي لا يكاد يذكر لأن تأثيره في مكان ما متوازن بعمله المتساوي في مكان آخر في النظام.

2- عدادات الحجم.

يعتمد قياس التدفق على الكميات ومعدلات التدفق وأنواع السائل المعني. جميع عدادات السوائل (عدادات التدفق) مصنوعة لقياس سوائل معينة ويجب استخدامها فقط للغرض الذي صنعت من أجله. يتم اختبار ومعايرة كل متر. (المرجع [39]).



الشكل 2-19 مقاييس الضغط

11- المراكم الهيدروليكية

يتم ضغط الغاز الخامل فوق الحجاب الحاجز عندما يتم دفع السائل الهيدروليكي إلى الفراغ الموجود أسفل الحجاب الحاجز. يمثل الغاز المضغوط طاقة كامنة يمكن إعادة تحويلها إلى طاقة هيدروليكية عند الحاجة.

نظرًا لأن الغاز المضغوط يوفر توسيدًا ، يمكن أيضًا استخدام المركب كممتص للصدمات لتقليل الضغوط القصوى عندما يتعرض النظام لأحمال غير عادية. يوضح الشكل 2-20 و2-21 أدناه منظرًا مقطعيًا للمجمع الهيدروليكي والمجمع الهيدروليكي في دائرة الفرامل ، [23 ، 70].

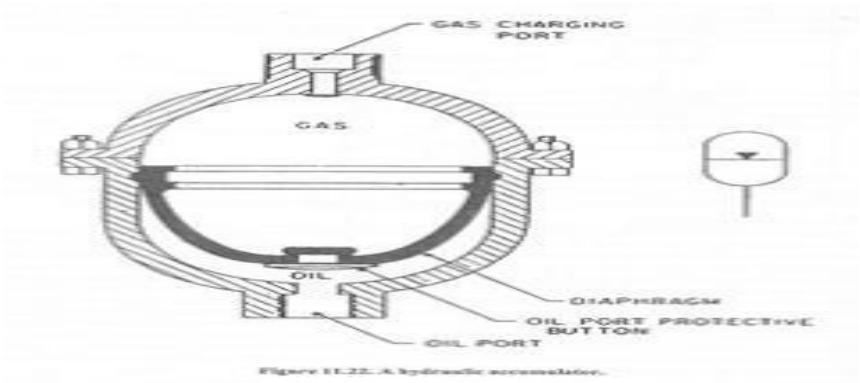
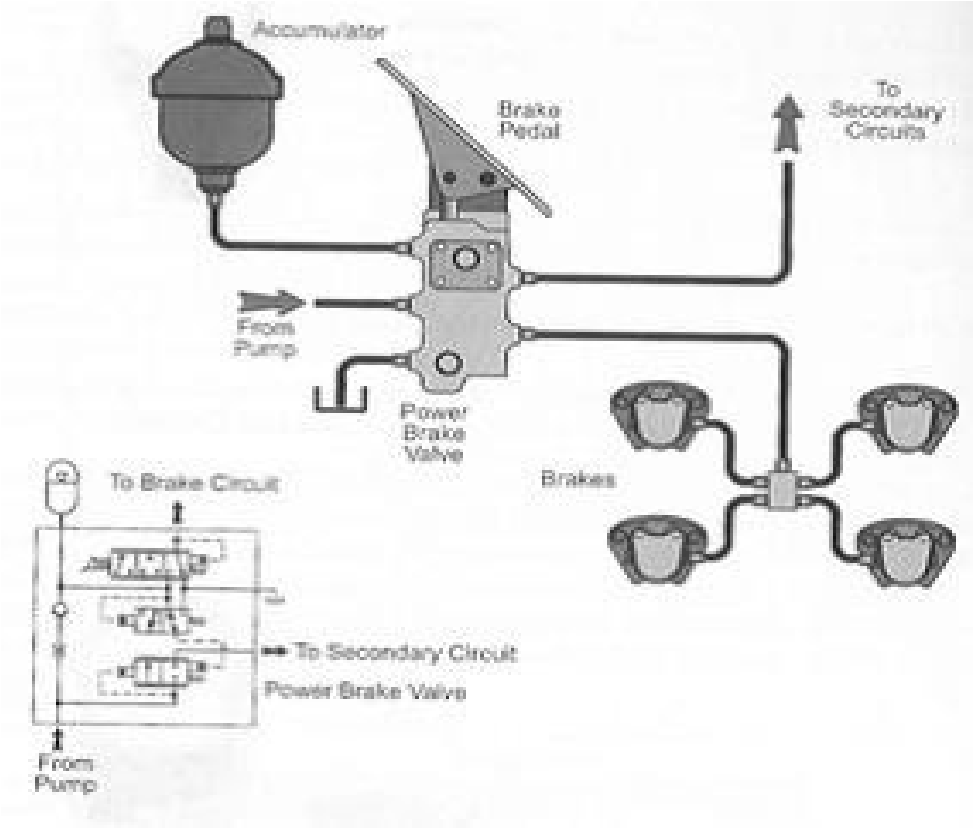


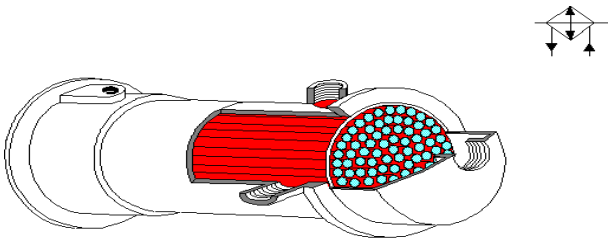
Figure ٢-٢٠ Hydraulic accumulators شكل 2-20 مراكم هيدروليكية

Figure 2-21 **Hydraulic accumulators in brake system**



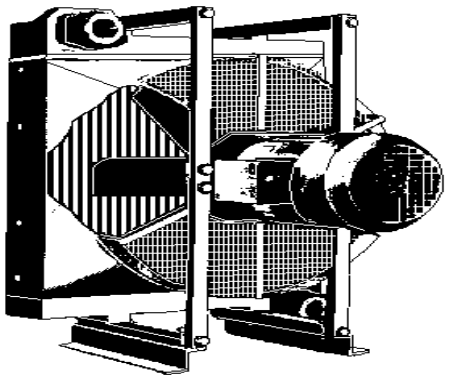
12- مبرد الزيت الهيدروليكي

إذا كان حجم الخزان صغيرًا جدًا بحيث لا يسمح بالتبريد الكافي للسائل الهيدروليكي ، فيمكن استخدام مبرد الزيت ؛ عادةً ما يكون مبرد الزيت عبارة عن مبادل حراري سائل إلى سائل ينقل الحرارة من السائل الهيدروليكي إلى سائل تبريد المحرك. يوضح الشكلان 2-22 و2-23 أدناه مبردات الماء والهواء الهيدروليكية ، ويوضح الشكل 2-24 أدناه مبرد الزيت الهيدروليكي ماديًا ، ويوضح السهم تدفق المياه ويظهر السهم الكامل (الأسود) تدفق الزيت ، وموقعه على الرمز الهيدروليكي (المرجعان [36 ، 50]).



Water cooler

Figure 2-22 hydraulic water coolers



Air cooler (Fa. Längerer & Reich)

Figure 2- 23 Hydraulic air cooler

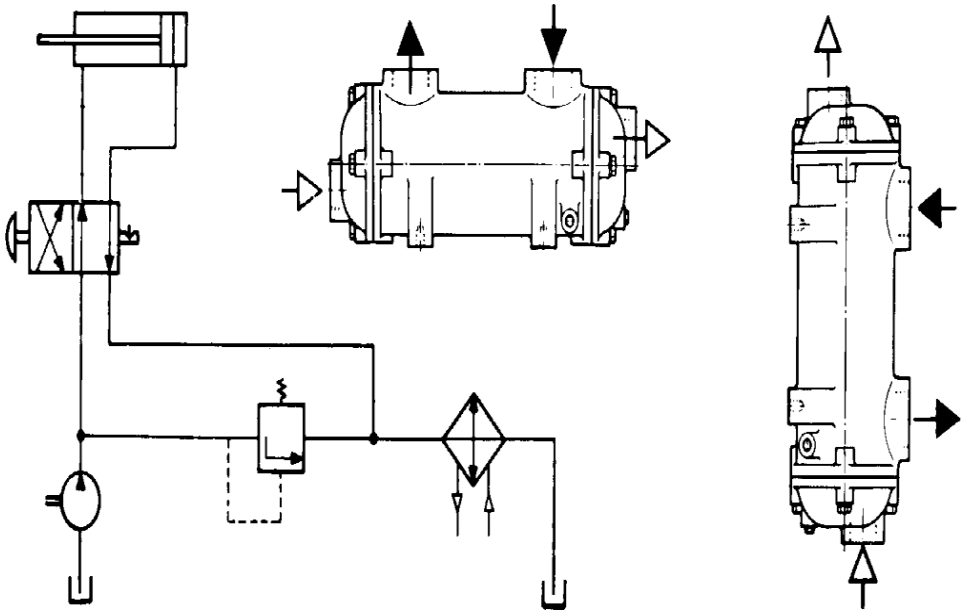


Figure 2-24 physical representation of hydraulic oil cooler

2-2 مخططات الدوائر

1- الدوائر والمكونات الهيدروليكية

شكل (2-13) أدناه يصور نظام هيدروليكي أساسي. لكي يعمل نظام هيدروليكي أساسي (مثل تمديد الأسطوانة وسحبها) ، يجب أن يحتوي على المكونات التالية.

- سائل (أ)
- الخزان (ب)
- مرشح (C)
- مضخة (د)
- صمام التحكم في الاتجاه (E)
- مشغل أو أسطوانة هيدروليكية (F)
- خطوط (G)
- صمام التحكم في الضغط (H)
- مبرد (I)

تستخدم معظم الشركات المصنعة دوائر الرموز الرسومية لتحديد مكونات الدائرة ، ولتوضيح وظيفة الدائرة وتشغيلها. (المرجع [23]).

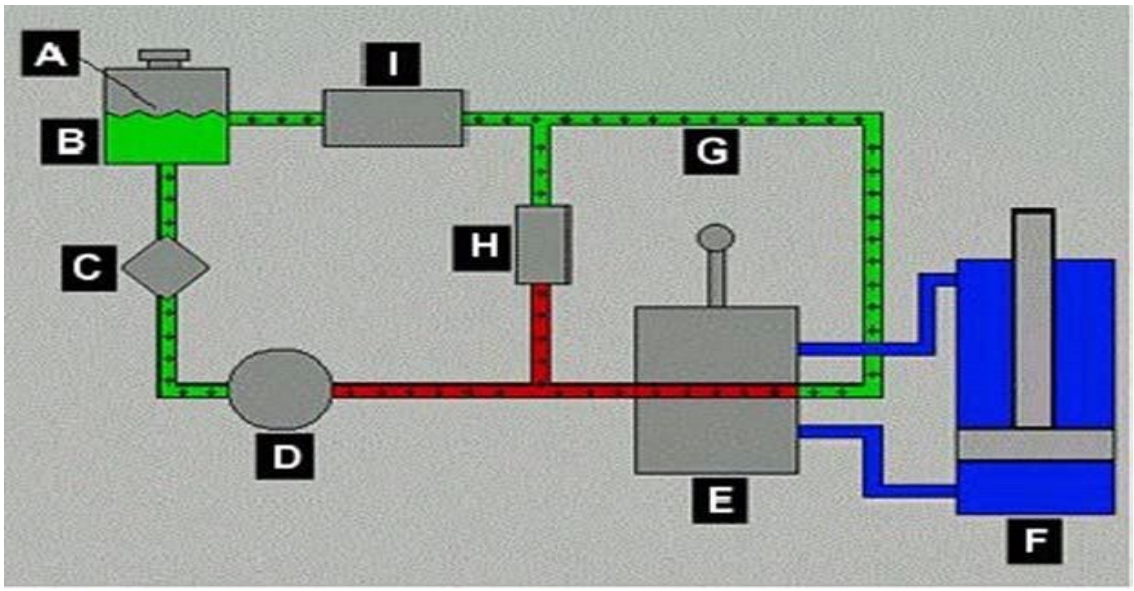


Figure 2-25 basic hydraulic system components الشكل 2-25 مكونات النظام الهيدروليكي الأساسية

2- تمثيل تخطيطي هيدروليكي كامل: -

هنا لدينا مخطط هيدروليكي بسيط باستخدام الرموز الموضحة أدناه. يمكنك أن ترى أن لدينا مضخة هيدروليكية تحصل على سوائلها من الخزان ، وتسحب السائل عبر الفلتر ثم ترسله إلى الصمام. يوجه صمام التحكم في الاتجاه الزيت إلى الأسطوانة الهيدروليكية أو المحرك الهيدروليكي. يوضح الشكل 2-26 و2-27 أدناه دوائر هيدروليكية بسيطة ومعقدة. يوضح الشكل 2-26 مكونات الدائرة البسيطة وهي الخزان ، والمرشح ، والمضخة ، وصمام التنفيس ، وصمام التحكم في الاتجاه ، والأسطوانة على التوالي. في الشكل (2-27) تظهر مكونات الدائرة المعقدة وتتكون من خزان وفلتر ومضخة وصمام تنفيس وصمام تحكم في الاتجاه ومحرك على التوالي باستخدام الرموز الهيدروليكية. الرجوع إلى الحكام. [4 ، 24 ، 46 ، 48].

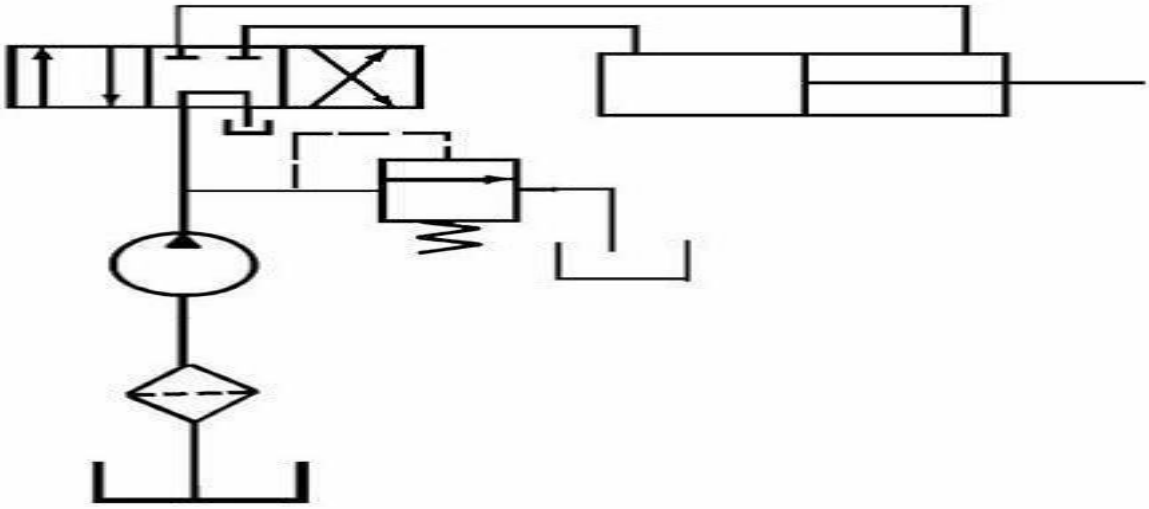


Figure ٢-٢٦ simple hydraulic circuit

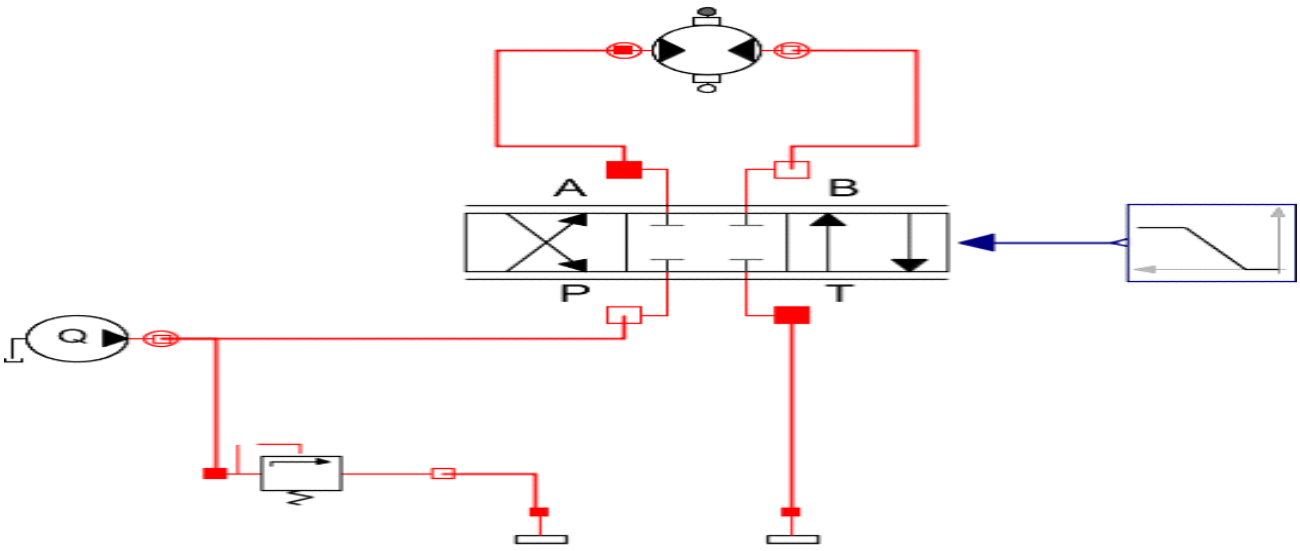


Figure 2-27 **Complex hydraulic circuit**

2.3 الرموز الأساسية للمكونات الهيدروليكية.

الرسم التخطيطي عبارة عن رسم خطي يتكون من رموز هيدروليكية تشير إلى أنواع المكونات التي تحتوي عليها الدائرة الهيدروليكية وكيفية ترابطها.

الرسم التخطيطي هو خريطة طريق للنظام الهيدروليكي وللفني الماهر في قراءة الرموز الهيدروليكية وتفسيرها ، هو مساعدة قيمة في تحديد الأسباب المحتملة للمشاكل ، وبالتالي يمكن أن يوفر الكثير من المال عند حدوث مشاكل في إطلاق النار ، راجع المراجع. [4 ، 56]. يوضح الشكل 2-28 أدناه أنواعًا مختلفة من الرموز المستخدمة في الدوائر الهيدروليكية.

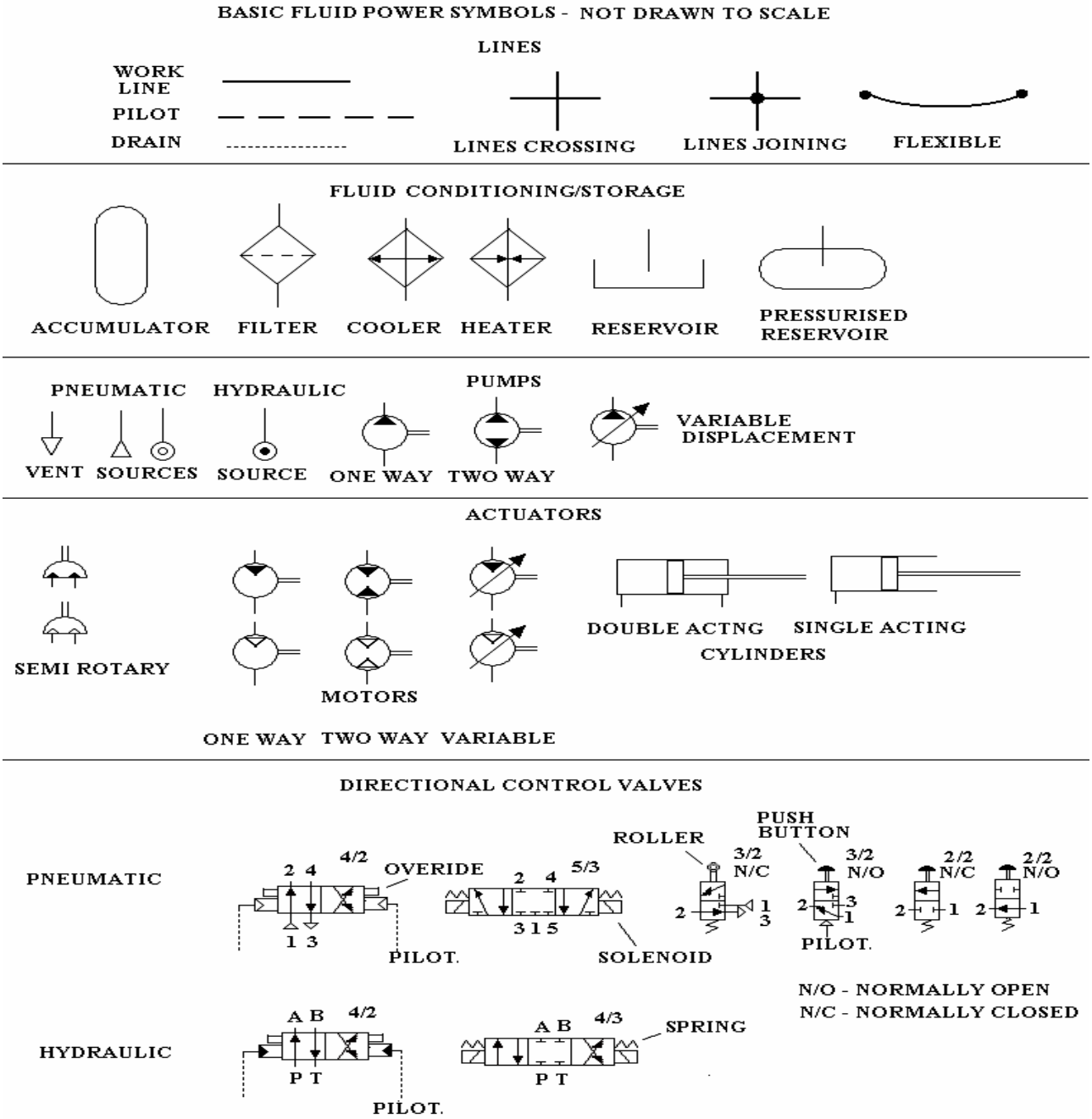


Figure 2-28 Types of symbols used in hydraulic circuits

2-4 التحكم في التلوث في الأنظمة الهيدروليكية

يوضح الشكل 2-29 أدناه تلفًا ناتجًا عن التلوث يظهر في ختم القضيب. يوضح الشكلان 2-30 و2-31 مستوى التلوث والرسم البياني لمستوى تلوث المكونات.

يعد التحكم في التلوث في النظام الهيدروليكي أمرًا واسعًا ومعقدًا للغاية ؛ ما يلي هو مجرد ملخص قصير. وظيفة المائع في الأنظمة الهيدروليكية هي نقل القوى والحركة. في ضوء التشغيل الموثوق والفعال للنظام ، من المهم جدًا تحديد السائل مع مراعاة متطلبات النظام وظروف العمل المحددة (ضغط العمل ، ودرجة حرارة البيئة ، وموقع النظام ، وما إلى ذلك). اعتمادًا على الميزات المطلوبة (اللزوجة ، سعة التشحيم ، الحماية من التآكل ، الكثافة ، مقاومة الشيخوخة والتغيرات الحرارية ، توافق المواد ، إلخ) ، يمكن اختيار الزيت المناسب من بين عدد من الزيوت المعدنية (الأكثر شيوعًا) ،

السوائل الاصطناعية ، السوائل ذات الأساس المائي ، السوائل الصديقة للبيئة ، إلخ. جميع السوائل الهيدروليكية مصنفة وفقًا للمعايير الدولية.

من المعروف أن التلوث الصلب هو السبب الرئيسي لحدوث عطل وفشل وانحلال مبكر في الأنظمة الهيدروليكية ؛ من المستحيل التخلص منه تمامًا ، ولكن يمكن التحكم فيه جيدًا باستخدام الأجهزة المناسبة (المرشحات). بغض النظر عن السوائل المستخدمة ، يجب أن تبقى عند مستوى التلوث الذي يتطلبه المكون الأكثر حساسية المستخدم في النظام. يتم قياس

مستوى التلوث عن طريق حساب عدد الجسيمات ذات البعد المحدد لكل وحدة حجم السائل ؛ ثم يتم تصنيف هذا الرقم في فئات التلوث ، وفقًا للمعايير الدولية. يتم إجراء القياس باستخدام عدادات الجسيمات التلقائية التي يمكنها إجراء التحليل على الإنترنت (من خلال موصلات أخذ العينات الموضوعة على النظام لهذا الغرض) أو من زجاجات أخذ العينات. يجب إجراء الحسابات وأخذ عينات السائل وفقًا لمعايير ISO المحددة ، لإثبات صحتها. المعيار الأكثر شيوعًا لفئات التلوث في الأنظمة الهيدروليكية هو ISO 4406: 1999.

ط- مصادر تلوث النظام الهيدروليكي.

عادة ما يكون الزيت الجديد من حاويات الشحن ملوثًا إلى مستوى أعلى من المقبول لمعظم الأنظمة الهيدروليكية. لا تفترض أبدًا أن الزيت نظيف حتى يتم تصفيته. هناك عدد مذهل من المصادر المختلفة لتلوث النظام في الترشيح الهيدروليكي والتي يمكن الاستشهاد بها أدناه: -

1- معظم السوائل الجديدة غير مقبولة للاستخدام في الأنظمة الهيدروليكية ويجب ترشيحها أولاً.

2- دخول الجسيمات أثناء الصيانة العادية أو تشغيل النظام.

3- التلوث الناتج عن التآكل الناجم عن المضخة أو المشغلات أو الأسطوانة أو المطاط الهيدروليكي.

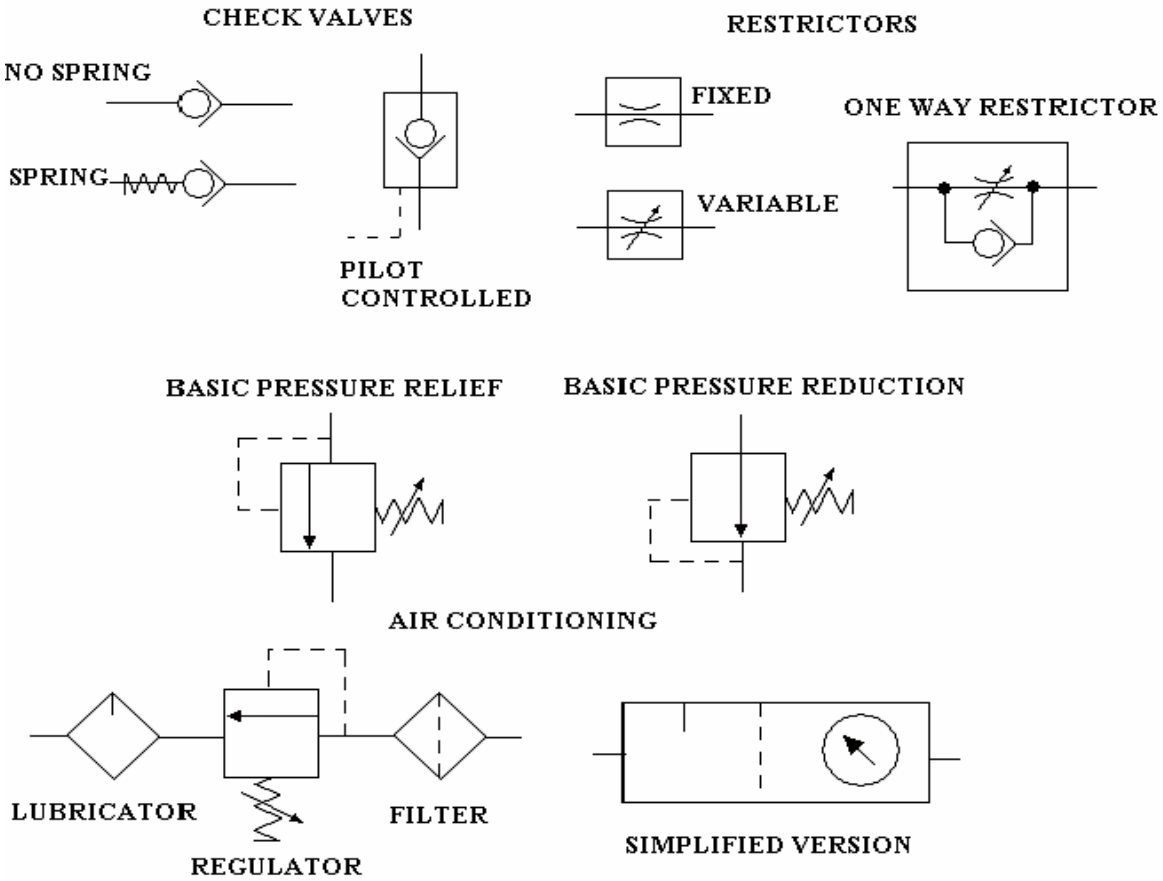
4- تدهور مركبات المطاط ومنتجات المطاط الصناعي.

5- عدم تنظيف خطوط الموصلات بشكل كامل بعد استبدال المضخة الفاشلة. تنظيف خطوط الموصل بعد استبدال المضخة الفاشلة.

ب- أنواع الملوثات.

قد توجد العديد من أنواع التلوث المختلفة في السائل الهيدروليكي. تطحن الملوثات وتتآكل على سطح الأجزاء المتحركة ، مما يؤدي إلى إدخال المزيد من الجسيمات في النظام. تسبب ملوثات تدهور السطح هذه أكثر من 70٪ من جميع فترات توقف النظام الهيدروليكي.

دخول الجسيمات ، والمضمنة (الغبار والأوساخ والرمل وألياف الصدأ ، اللدائن ، رقائق الدهان) ارتداء المعادن ، والسيليكون ، والإضافات الزائدة (الألومنيوم - الكروم ، والنحاس ، والحديد ، والرصاص ، والقصدير ، والسيليكون ، والصوديوم ، والزنك ، والباريوم ، والفوسفور) - تسرب المياه (الشريط ، المعاجين - الحمأة ، الأكسدة ، وغيرها منتجات التآكل - الأحماض والمواد الكيميائية



الأخرى. كل هذه المواد المذكورة أعلاه يمكن أن تكون مصدر تلوث من المكونات الهيدروليكية. (المراجع. [2 ، 42 ، 43]).

.

Figure ٢-٢٩ Contamination damage is apparent in this rod seal, where theserrations are worn completely away. The seal on the right is a new one, shown for comparison.

الشكل 2-29 تلف التلوث واضح في ختم القضيب هذا ، حيث يتم تآكل المسننات تمامًا. الختم الموجود على اليمين هو ختم جديد معروض للمقارنة.

دونالدسون	قياسي جديد ،	غير مرشح
فلتر هيدروليكي	فلتر هيدروليكي زيت	هيدروليكي

ISO ١٤/٩/٣	ISO ١٩/١٧/١٤	ISO ٢٢/٢١/١٨
.٤٠٠ gram dust	.٣٦٣ gram dust	٤,٧٣ grams dust

Figure 2-30 show

يوضح الشكل 2-30 مستوى التلوث contamination level

تختلف مستويات التلوث لرموز ISO4406 المختلفة بشكل كبير.
يمكن أن يحتوي الزيت الهيدروليكي الجديد غير المفلتر على ملوثات أكثر 100 مرة من الزيت الذي يمر عبر وسط المرشح. احمِ نظامك الهيدروليكي من الإصلاحات المكلفة ووقت التعطل باستخدام تقنية وسائط المرشح المصممة لتلبية متطلبات ترشيح المعدات واحتياجات القوة. (المرجعان [17] و [43]).

Contamination Level Chart for SYSTEMS

Sr. No.	Hydraulic System	Recommended Absolute Filtration Rating	Attainable Oil cleanliness Class	
			NAS 1638 with parts >5 Microns.	ISO 4406
1	System with Servo valves	3	4 to 5	13/10 to 14/11
2	Systems with precision Proportional Valves	5	7 to 8	15/12 to 17/14
3	Systems with Simple Proportional Valves	10	9	18/15
4	General Hydraulic Systems	10 to 20	9 to 10	18/15 to 19/16
Source: Principles & Applications of Hydraulic Filters-				

Contamination Level Chart for COMPONENTS

Sr. No.	Hydraulic Component	Oil Cleanliness Class		Recommended Absolute Filtration ratings
		NAS 1638	ISO 4406	In Microns.
1	Gear Pumps	10	19/16	20
2	Cylinders	10	19/16	20
3	Direction Control Valves	10	19/16	20
4	Relief Valves	10	19/16	20
5	Throttle Valves	10	19/16	20
6	Piston Pumps	9	18/15	10
7	Vane Pumps	9	18/15	10
8	Proportional Valves	9	18/15	5
9	Servo Valves	7	16/13	3
10	Servo Cylinders	7	16/13	3
Source: Principles & Application of Hydraulic Filters-				

Figure 2-31 **chart of component contamination level**

-5 درجة الحرارة

تعد درجة حرارة التشغيل أحد العوامل التي تتحكم في كفاءة النظام الهيدروليكي. حيث تعتمد درجة حرارة المائع الهيدروليكي على.

- فقدان الطاقة.

- مكان التركيب.

- تعتمد مساحة سطح المكونات المشعة بالحرارة (مثل الخزان) وأقصى درجة حرارة مسموح بها للسائل على: -

1- نوع السائل.

2- متطلبات النظام.

إذا كانت درجة الحرارة منخفضة للغاية ، تزداد مقاومة التدفق وتواجه صعوبات في شفط المضخة. إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة للغاية ، فهناك المزيد من تسرب السوائل ، وبالتالي يكون الفقد والتآكل أكبر. سيعمل النظام الهيدروليكي الذي يمكن أن يعمل عند درجة حرارة ثابتة ، بما في ذلك بدء التشغيل ، بكفاءة مثالية في جميع الأوقات إذا تم اختيار لزوجة السائل المناسبة. لسوء الحظ ، فإن مثل هذا النظام الهيدروليكي هو نظري بحت لأن النظام الهيدروليكي النموذجي يحول حوالي 20 ٪ من حصانا الداخل إلى حرارة. قد تكون الحرارة في النظام الهيدروليكي ناتجة عن شيئين - الاحتكاك ودرجة الحرارة الخارجية. نتيجة للخسائر الناتجة عن النقل في المكونات الهيدروليكية ، ترتفع درجة حرارة السائل الهيدروليكي عند المرور عبر النظام. بالإضافة إلى نظام التبريد الإضافي ، ينبعث الخزان نفسه أيضًا نسبة كبيرة من الحرارة عبر السطح في المنطقة المحيطة. تعتمد القدرة المشعة للحرارة الأولية على حجم تلك المناطق الملامسة للمحيط ، وفرق درجة الحرارة بين الزيت الهيدروليكي والمنطقة المحيطة ، عند تصميم الخزان الهيدروليكي ، يجب على المصمم تشكيل الخزان بشكل صحيح من أجل زيادة حجم المنطقة التي تنبعث من خلالها الحرارة ، وذلك لتوفير تبريد طبيعي أفضل. يوضح الشكل 2-32 أدناه تلف ختم المساحات الناجم عن الحرارة الزائدة. (المرجعان [50 ، 63]).

Figure 2-32 **wiper seal damage caused by excessive heat**