أساسيات الهيدروليكا

كيف تعمل الهيدروليكا

الجدارة:

كيفية تطبيق مبادىء الهيدروليكا في مجال الآلات الزراعية والمعدات الثقيلة

الأهداف:

عندما تكمل هذة الوحدة تكون قادرا على :

١- معرفة الخواص الفيزيائية للموائع وكيفية تحديدها.

٢- معرفة مكونات الدائرة الهيدروليكية وكيفية عملها.

٣- مميزات وعيوب النظم الهيدروليكية

٤- أنواع النظم الهيدروليكية

٥- المقارنة بين أنواع النظم الهيدروليكية

٦- استخدامات علم الهيدروليكا

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪

الوقت المتوقع للتدريب:

٣ ساعة

الوسائل المساعدة:

١- سوف نحتاج إلى الرجوع إلى مقرري الفيزياء التخصصية والرياضيات التخصصية

٢- قطاعات تعليمية لنظم التوجيه والفرامل والأجهزة العاملة للآلات الزراعية والمركبات والمعدات الثقيلة.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع الحقائب السابقة بكل جدارة.

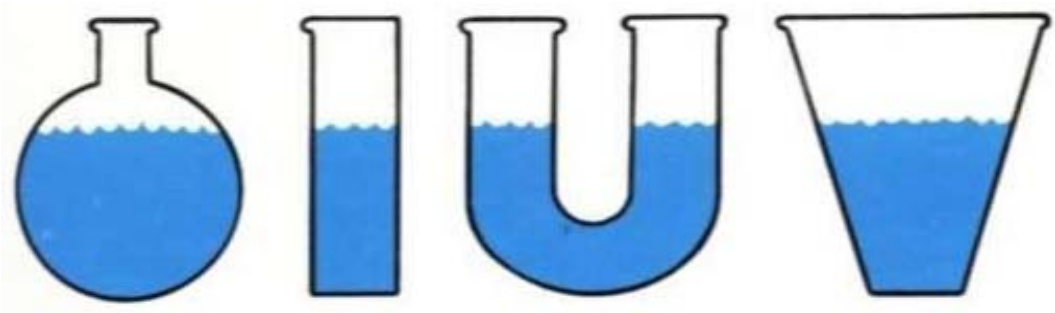
القوانين الأساسية في علم الهيدروليكا:

القوانين الأساسية في علم الهيدروليكا قليلة وبسيطة، أهمها:

- ليس للسوائل شكل ثابت ولكنها تتشكل بشكل الوعاء الموجودة به.
- السوائل غير قابلة للانضغاط.
- تنقل السوائل الضغوط الواقعة عليها في كل الاتجاهات.
- تقدم السوائل زيادة كبيرة في قوة الشغل.

ليس للسوائل شكل في حد ذاتها :

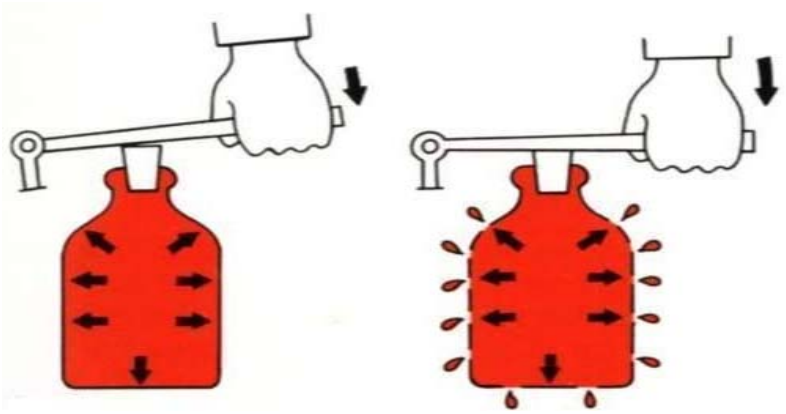
تأخذ السوائل شكل أي إناء أو وعاء (شكل ١) موجودة به ولهذا السبب فإن الزيت في الدوائر الهيدروليكية يستطيع أن يسري أو يمر في أي اتجاه وداخل أي مسار وبأي حجم أو شكل.



شكل (١) ليس للسوائل شكل معين

السوائل غير قابلة للانضغاط:

التجربة الموضحة في شكل(٢) تشرح ذلك، ولدواعي الأمن فإننا لا نجري تلك التجربة، على أي حال لو حاولنا الضغط على السدادة الفلين لقارورة مسدودة جيداً فإن السائل داخل القارورة لا يضغط. وسوف تتحطم القارورة



شكل (٢) السوائل غير قابلة للانضغاط

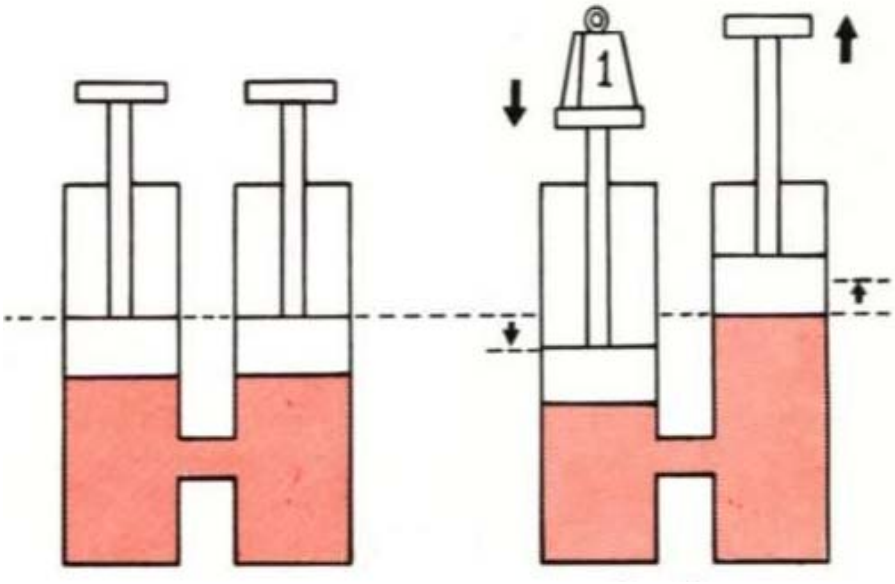
.

ملحوظة: حينما تقع السوائل تحت ضغط عالٍ فإنها في الواقع تنضغط بمقدار ضئيل يمكن إهماله وللتبسيط هنا فإننا سنعتبر السوائل غير قابلة للانضغاط.

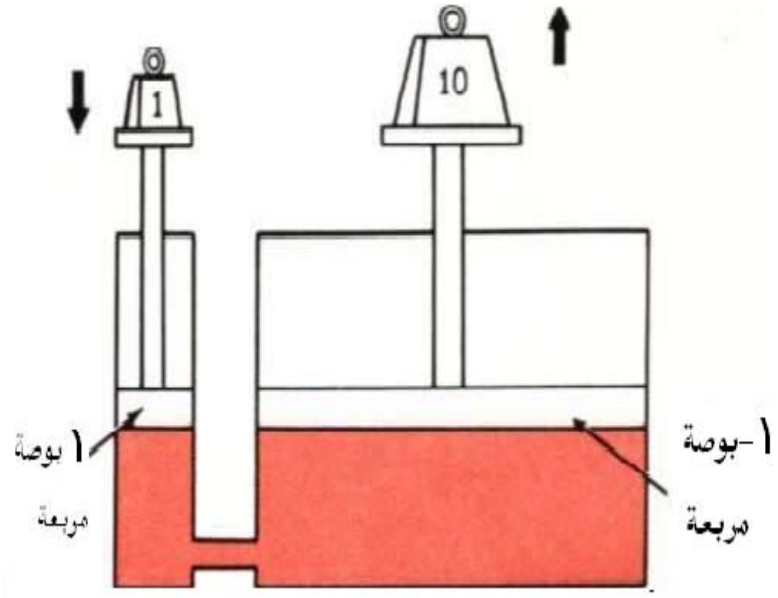
السوائل تنقل الضغوط الواقعة عليها وفى كل الاتجاهات.

في التجربة الموضحة في (شكل ٢) تلاحظ أن القارورة الزجاجية قد تتحطم كما تبين ايضاً كيف تقوم السوائل بنقل الضغط الواقع عليها في كل الاتجاهات، حينما توضع تلك السوائل تحت الانضغاط. وتلك خاصية هامة جداً في الدوائر الهيدروليكية، وسنوضحها أكثر بالتجربة التالية.

خذ أسطوانتين بنفس الحجم (مساحة المقطع واحد سنتيمتر مربع) وصلهما بأنبوبة. املأ الاسطوانتين بالزيت للمستوى المبين في (الشكل ٣). ضع في كل أسطوانة مكبس (بستم) يرتكز على أعمدة من الزيت.والآن اضغط لأسفل على أحد الاسطوانتين بقوة واحد نيوتن.سوف يسري هذا الضغط خلال الدائرة الهيدروليكية وسوف تؤثر على المكبس الآخر قوة مساوية لواحد نيوتن و يرفع لأعلى كما هو موضح بالشكل.



شكل(٣) تنقل السوائل الضغط الواقع عليها في كل الاتجاهات



شكل (٤) تحقق السوائل زيادة كبيرة في قوة الشغل

السوائل تقدم زيادة كبيرة في قوة الشغل

خذ أسطوانتين أخريين ولكن بأحجام مختلفة وصلهما كما هو موضح (بشكل٤).

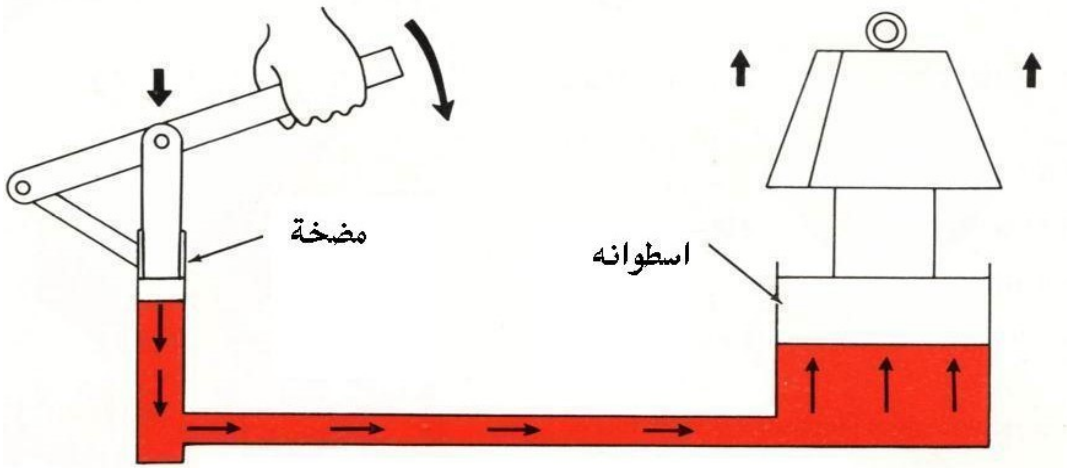
الأسطوانة الأولى مساحة مقطعها سنتيمتر مربع واحد والأسطوانة الأخرى مساحة مقطعها عشرة سنتيمترات مربعة. استخدم قوة تعادل واحد نيوتن على المكبس الأصغر في الأسطوانة الصغيرة، ومرة أخرى سوف يسري الضغط داخل الدائرة الواحدة. وعلى ذلك فإن ضغطا مقداره نيوتن واحد لكل سنتيمتر مربع سوف يؤثر على الأسطوانة الكبيرة. وبما أن هذه الأسطوانة لها مساحة مكبس مقدارها عشرة سنتيمترات مربعة، فإن الضغط الكلي المؤثر على سطح المكبس يصبح ١٠ نيوتن. وبتعبير آخر فإننا حصلنا على زيادة في قوة الشغل.وأشهر تطبيقات هذه القاعدة هي إيقاف ماكينة كبيرة بضغطة بسيطة على دواسة الفرامل.

كيف تعمل الدائرة الهيدروليكية:

من المعروف أن الدائرة الهيدروليكية تتكون من جزئين أساسيين:

١ – المضخة (الطلمبة) التي تحرك الزيت

٢ – الأسطوانة وهي التي تستخدم الزيت المتحرك لتعمل شغل



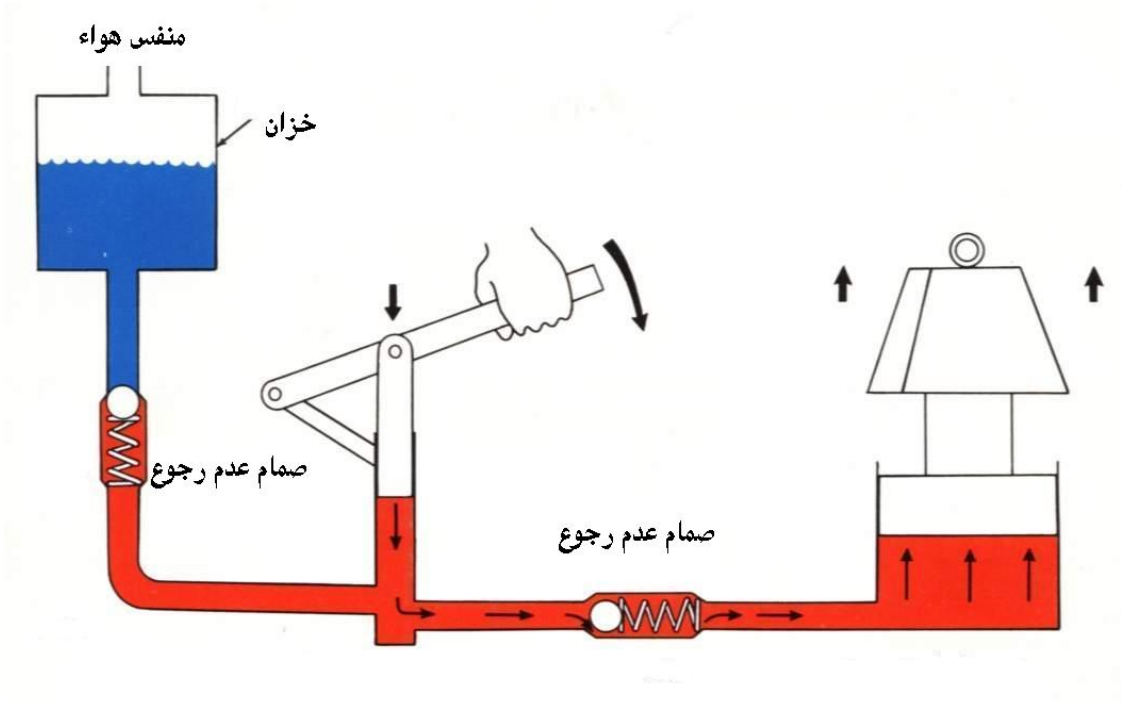
شكل(٥) نظام هيدروليكي بسيط

الشكل رقم (٥) يوضح أنه عندما تؤثر قوة على الذراع فإن المضخة اليدوية سوف تدفع الزيت إلى الأسطوانة. ضغط هذا الزيت سوف يدفع المكبس إلى أعلى ليرفع الحمل. وفي الواقع فإن المضخة

تحول القوة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية بينما تحول الأسطوانة الطاقة الهيدروليكية مرة أخرى إلى قوة ميكانيكية لتعمل شغل. لضمان استمرارية تشغيل مثل هذه الدوائر بصفة متكررة فإننا يجب أن نضيف للدائرة بعض الأجزاء الجديدة، (شكل ٦).

٣- صمامات عدم رجوع :

تسمح بمرور السائل في اتجاه واحد فقط لكي تحجز الزيت في الأسطوانات بين الشوطين وتمنعه من الرجوع إلى خزان الزيت أثناء شوط الضغط. من صمامات عدم الرجوع الشائعة الصمامات ذات الكرة (البلية) حيث تفتح عند سريان الزيت وتقفل (تغلق) عندما يتوقف سريان الزيت.



شكل (٦) نظام هيدروليكي مزود بخزان وصمامات

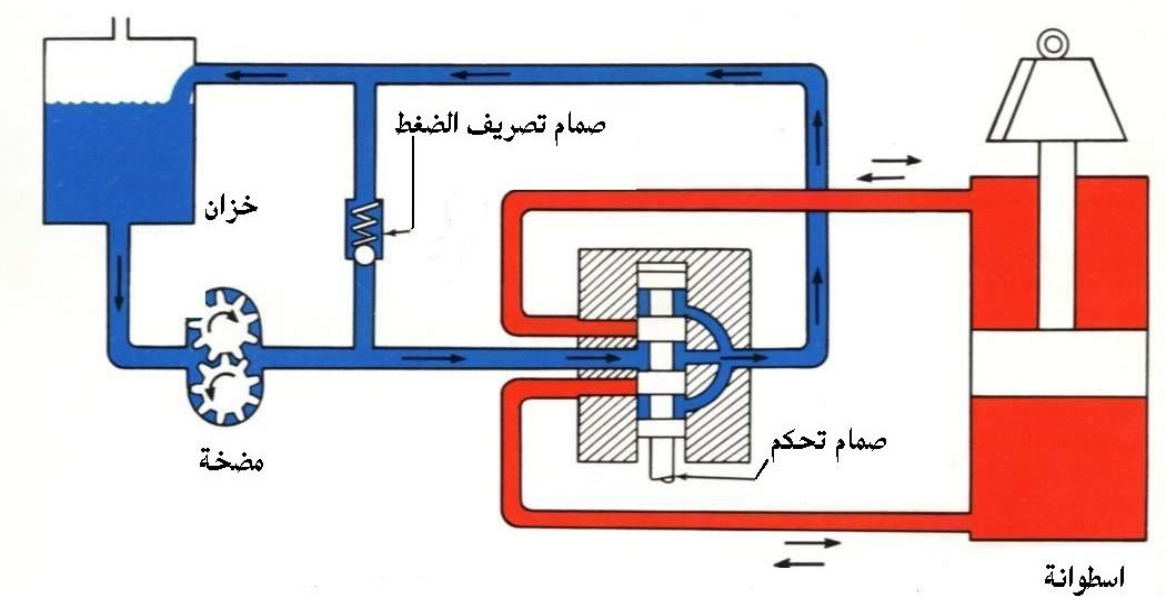
4 – خزان الزيت:

يستخدم لتخزين الزيت حيث إن الاستمرار في إدارة المضخة لرفع حمل أو وزن يتطلب مصدرا إضافياً للزيت. الخزان له فتحة تهوية تسمح للزيت بالسريان إلى المضخة تحت تأثير الجاذبية (التثاقل) أو بواسطة الضغط الجوي عندما يكون مكبس المضخة مسحوباً.

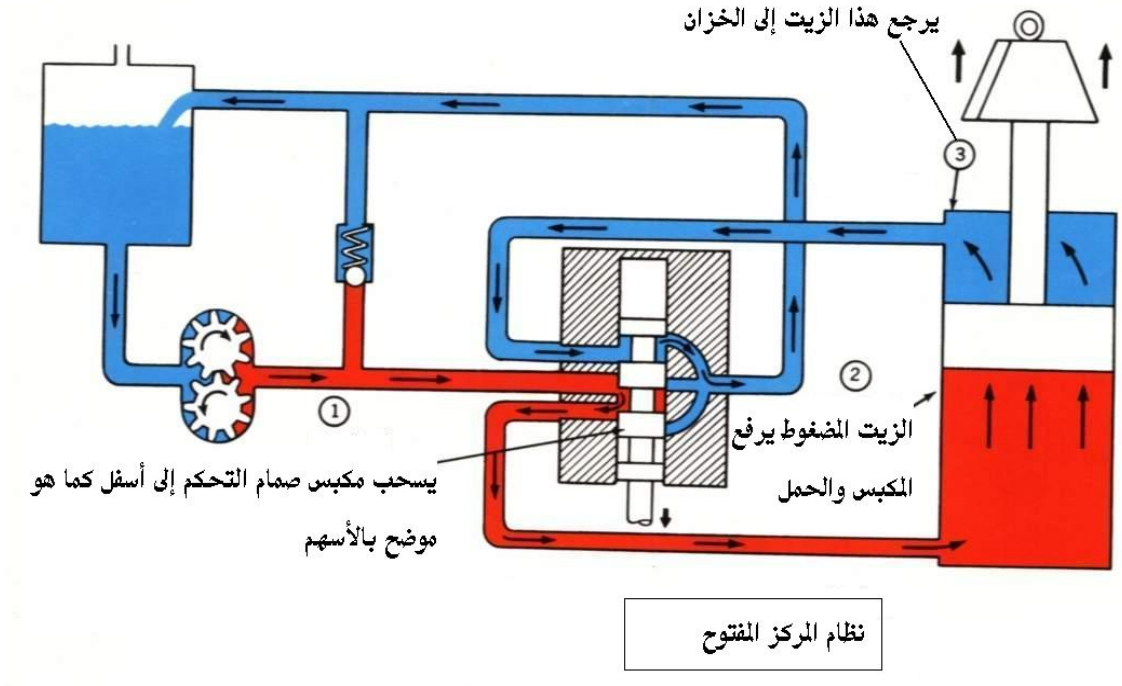
لاحظ أن المضخة تكون أصغر من مكبس الأسطوانة. ويعني هذا أن كل شوط للمضخة سوف يحرك كمية صغيرة من الزيت تكفي فقط لتحريك مكبس الأسطوانة مسافة صغيرة وعلى أي حال فإن الحمل المرفوع بالأسطوانة يكون أكبر كثيراً من القوة المؤثرة على مكبس المضخة. وإذا

أردت أن ترفع الوزن أسرع فإنك يجب أن تشغل المضخة أسرع لكي يزيد حجم الزيت المتدفق إلى الأسطوانة. الدائرة التي تم شرحها هي دائرة يمكن أن تكون موجودة في رافعة أو مكبس.
في معظم التطبيقات العملية يجب أن ندفع بكمية أكبر من الزيت وبمعدل أكثر تناسقا وكذلك يجب أن يكون لدينا تحكما أفضل لحركة الزيت.لذلك فإن استكمال هذه الدائرة يستلزم إضافة بعض الأجهزة الجديدة كالمبينة بشكلي (٧- ٨) مثل مضخةالترسية وصمام التحكم. إذ أضفنا مضخة ترسية ، وهذه المضخة هي إحدى أنواع المضخات العديدة التي تحول القوى الدورانية - لموتور كهربي أو محرك حراري- إلى طاقة هيدروليكية.ولمعرفة المزيد عن المضخات، انظر الوحدة الثانية.

٥ – صمام التحكم:
يقوم بتوجيه الزيت وضمان مراقبة إمداد منتظم للزيت من المضخة إلى الأسطوانة الهيدروليكية. شكل (٧) يوضح صمام تحكم في وضع التعادل (وضع الحياد)، يسري الزيت من المضخة ويذهب مباشرة من خلال الصمام إلى الخط الهيدروليكي (ماسورة أو خرطوم) الذي يحمل الزيت عائدا إلى الخزان. وفي نفس الوقت فإن الصمام لديه زيت محجوز في كلا جانبي الأسطوانة الهيدروليكية. و بالتالي يمنعها من الحركة في أي من الاتجاهين.
عندما يتحرك صمام التحكم إلى أسفل شكل (٨) يتوجه زيت المضخة إلى الفراغ الموجود بأسفل مكبس الأسطوانة ويدفع المكبس لأعلى وبالتالي الوزن لأعلى. في نفس الوقت فإن مسارا للزيت في قمة الأسطوانة يكون متصلا بمسار الرجوع وهكذا يسمح للزيت المندفع من قمة المكبس بالعودة إلى الخزان.



شكل (٧) نظام هيدروليكي مزود بصمام تصريف الضغط



شكل (٨) نظام هيدروليكي – رفع حمل (نظام المركز المفتوح)

عندما يدفع صمام التحكم إلى أعلى (ليس مبيناً) فإن الزيت يتوجه إلى قمة الأسطوانة مخفضا وضع الكباس وبالتالي الوزن. ويعود الزيت من أسفل الأسطوانة إلى الخزان.

٦ – صمام تصريف الضغط:

يحمي الدائرة من الضغوط العالية. فلو كان الضغط المطلوب لرفع الحمل عاليا جدا فإن الصمام يفتح ويصرف الضغط وذلك بإرجاع الزيت إلى الخزان. ويكون صمام تصريف الضغط مطلوبا ايضاً عندما يصل المكبس إلى نهاية مشواره، وفى هذا الوقت لا يكون هناك طريقا آخر للزيت ويجب أن يرجع إلى الخزان عن طريق هذا الصمام. وبذلك تكتمل الدائرة الهيدروليكية البسيطة.

يمكن تلخيص ما سبق في النقاط التالية:

- ❖ المضخة = لتوليد القوى
- ❖ الأسطوانة = قوة شغل
- ❖ الصمام = التحكم في الزيت
- ❖ الخزان = لتخزين الزيت

ولتفاصيل أكثر في معرفة كيف تعمل هذه الأجزاء ارجع إلى :-

الوحدة الثانية (المضخات)، الوحدة الثالثة (الصمامات)، الوحدة الثانية (الاسطوانات)، الوحدة الثامنة (الخزانات) .

مميزات وعيوب النظم الهيدروليكية:

الغرض من الدائرة الهيدروليكية البسيطة السابقة هو نقل القوى من المصدر (محرك حراري أو هيدروليكي) إلى موقع عمل يحتاج لتلك القوى. لمعرفة مميزات وعيوب الدوائر الهيدروليكية يفضل مقارنتها مع الطرق الميكانيكية (أعمدة،تروس ، سيور) أو الكهربائي وهما أكثر طرق نقل القوى شيوعا .

المميزات:

١ - المرونة – قابلية الالتواء وسهولة الانثناء – عكس الطريقة الميكانيكية لنقل القوى حيث الأوضاع النسبية للمحرك وموقع الشغل يجب أن تظل ثابتة نسبيا، ومع مرونة الوصلات أو الخطوط الهيدروليكية فإن الطاقة أو القوى يمكن أن تتحرك أو تنتقل تقريبا لأي مكان .

٢ – مضاعفة القوى:- في النظم الهيدروليكية تستخدم قوى صغيرة جدا لتحريك أحمال كبيرة جداً ببساطة بتغيير أحجام الأسطوانات.

٣ – البساطة:- النظم الهيدروليكية لها أجزاء متحركة أقل وبالتالي نقاط تآكل أقل خصوصا وأن هذه النظم تقوم بتزييت نفسها بنفسها.

٤ – الاندماجية (إحكام وتماسك البناء):- النظم الهيدروليكية يمكن أن تعطي قدرة أكبر بحجمها المحدد وهو أصغر من أي نظام مماثل من النظم الأخرى. لتوضيح ذلك قارن بين حجم موتور هيدروليكي صغير مع موتور كهربي لهما نفس القدرة البيانية. ايضاً قارن بين حجم التروس والأعمدة التي يمكن أن تكون مطلوبة لتوليد القوى التي يمكن الوصول إليها في مكبس هيدروليكي صغير

٥– الاقتصاد:- هذه هي النتيجة الطبيعية للبساطة والاندماجية التي توفر تكلفة منخفضة نسبيا للقدرة المنقولة. وايضاً فإن القدرة والفقد الاحتكاكي قليلة مقارنة بالوسائل الأخرى.

٦ –الأجزاء المتحركة مثل التروس والجنازير والسيور والتلامسات الكهربية أقل مقارنة بالنظم الأخرى . ويمكن التحكم بسهولة في الأحمال العالية باستخدام صمامات تصريف الضغط بطريقة أسهل من استخدام أجهزة التحكم في الأحمال العالية في النظم الأخرى .

العيوب:

١ – الكفاءة:- بينما الكفاءة في النظم الهيدروليكية أفضل كثيرا منها في النظم الكهربائية ولكنها تقل عن كفاءة النظم الميكانيكية لنقل القوى.

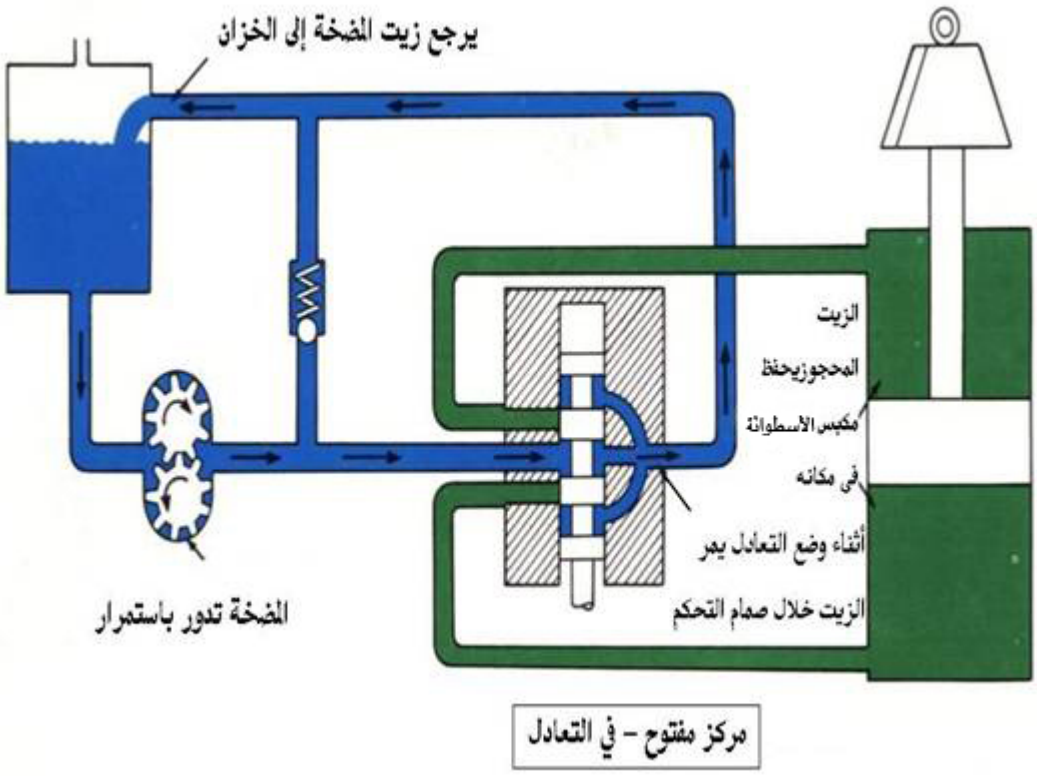
٢- الاحتياج للنظافة:- وجود الصدأ والتآكل والأوساخ يدمر الدوائر الهيدروليكية وكذلك ارتفاع درجة حرارة المائع (السائل) العالية أو انهياره يمكن أن يدمر الدائرة ايضاً . لذلك فإن النظافة والصيانة السليمة في الدوائر الهيدروليكية تكون أكثر أهمية وضرورة منها في الوسائل الأخرى لنقل القوى.

أنواع النظم الهيدروليكية:-

هناك نوعان رئيسيان يشيع استخدامهما في النظم الهيدروليكية هما: نظم المركز المفتوح ونظم المركز المغلق .

نظم المركز المفتوح

الدائرة الهيدروليكية البسيطة الموضحة في الشكل (٨) ،تسمى دائرة المركز المفتوح . يتطلب هذا النظام من الدوائر أن يكون مكبس صمام التحكم مفتوحا في المركز ليسمح للزيت القادم من المضخة بالسريان خلال الصمام وليرجع إلى الخزان . المضخة المستخدمة تعطي سرياناً ثابت الإزاحة للزيت . لذا يجب أن يكون هناك ممر لرجوع الزيت عندما لا تكون هناك وظيفة في حاجة لأدائه .



مركز مفتوح – في التعادل

شكل (٩) نظام المركز المفتوح في وضع التعادل

في نظم المركز المغلق تكون المضخة قادرة على الإيقاف ويعني ذلك أنها تأخذ قسطا من الراحة عندما لا تكون هناك حاجة لأداء وظيفتها. ولذلك فإن صمام التحكم يكون مغلقا عند المركز ويوقف (عند نهاية مسدودة) سريان الزيت من المضخة – وتلك خاصية من خصائص نظام المركز المغلق. الشكل (٩) يوضح نظام المركز المفتوح في وضع التعادل بينما يوضح شكل (١٠) نظام المركز المغلق.

تلخيص:

❖نظم المركز المفتوح –

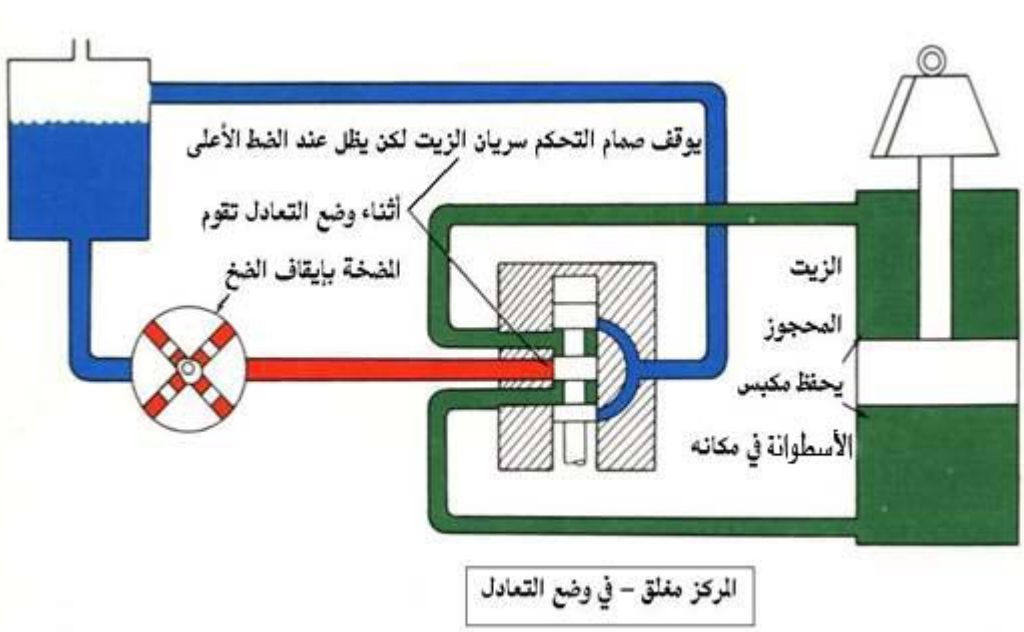
المضخة تعمل بانتظام مع وجود الصمام مفتوحا عند المركز ليسمح للزيت بالرجوع للخزان.

❖نظم المركز المغلق –

عمود صمام التحكم مغلق في المركز ليمنع سريان زيت المضخة في وضع التعادل.

نظم المركز المغلق:

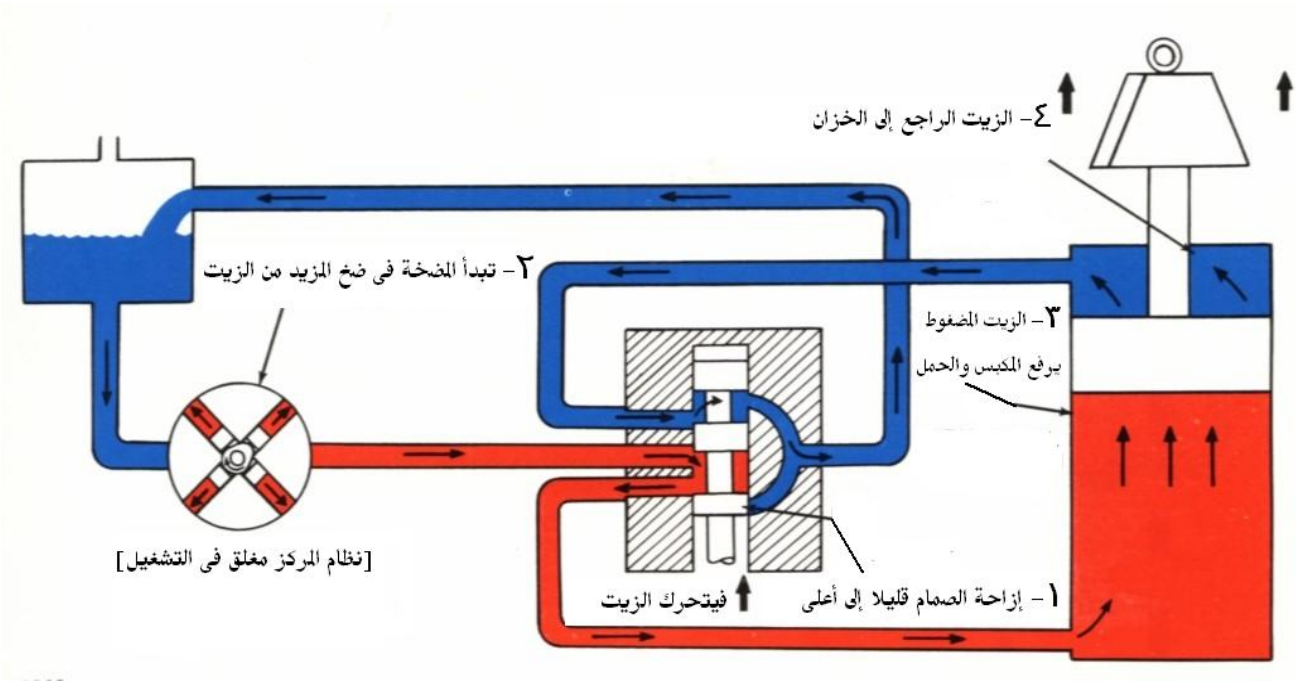
اعتبر دائرة المركز المغلق حيث تستخدم مضخة متغيرة الإزاحة . في وضع التعادل تستمر المضخة في ضخ الزيت حتى يرتفع الضغط إلى المستوى المقرر . ثم يسمح صمام تنظيم الضغط للمضخة بأن تغلق نفسها مع المحافظة على هذا الضغط ثابتا أمام الصمام .



شكل (١٠) نظام المركز المغلق في وضع التعادل

وعندما يتحرك صمام التحكم كما هو مبين بالشكل (١١) فإن الزيت ينساب من المضخة إلى الأسطوانة. إن نقص الضغط بسبب توصيل خط ضغط المضخة إلى قاع الأسطوانة يؤدي إلى عودة المضخة للعمل مرة أخرى لتضخ الزيت إلى قاع الكباس ويمكنه عندئذ رفع الحمل.

وعندما يتحرك الصمام إلى أعلى تتصل قمة الكباس بخط الزيت الراجع ويسمح بذلك للزيت المدفوع من المكبس بالرجوع للخزان أو المضخة.



شكل (١١) تشغيل نظام المركز المغلق – رفع حمل

عندما يعود الصمام لوضع التعادل يكون الزيت مرة أخرى محجوزا في كل من جانبي الأسطوانة وتكون ممرات الضغط الخارجة من المضخة مسدودة وفى هذا الوقت تأخذ المضخة فترة من الراحة (توقف عن العمل).

عندما يتحرك مكبس الصمام إلى أسفل (ليس مبينا) يتوجه الزيت إلى قمة الكباس فيتحرك الحمل بالتالي إلى أسفل. ثم يتحرك الزيت من أسفل المكبس إلى خط الراجع.

في نظم المركز المغلق إذا زاد الحمل عن الضغط المقرر أو إذا وصل الكباس إلى نهاية الشوط فإن ارتفاع الضغط ببساطة ينبه المضخة بأن تتوقف عن العمل وهذا يلغي الحاجة إلى حماية الدائرة بصمام تصريف الضغط.

فيما سبق تم استعراض أبسط الدوائر الهيدروليكية سواء ذات المركز المفتوح أو المركز المغلق.عموما فإن أغلب الدوائر الهيدروليكية تتطلب من المضخة بأن تقوم بعمل أكثر من وظيفة.

وسنرى فيما يلي كيف يتم هذا ونقارن المميزات والعيوب لكل نظام.

المقارنة بين نظم المركز المفتوح والمقفول

لتتمكن المضخةمن القيام بعدة وظائف معا فإن الدوائر الهيدروليكية سواء ذات المركز المفتوح أو المركز المغلق تتصل بإحدى الوصلات الآتية:-

نظم المركز المفتوح

- ❖المركز المفتوح بوصلات على التوالي
- ❖المركز المفتوح بوصلات على التوالي والتوازي
- * المركز المفتوح مع مجزئ السريان

نظم المركز المغلق

- ❖مركز مغلق مع مضخة ذات إزاحة ثابتة و مركم.
- ❖مركز مغلق مع مضخة متغيرة الإزاحة.

وسنناقش كلا من هذه النظم فيما يلي.

نظم المركز المفتوح

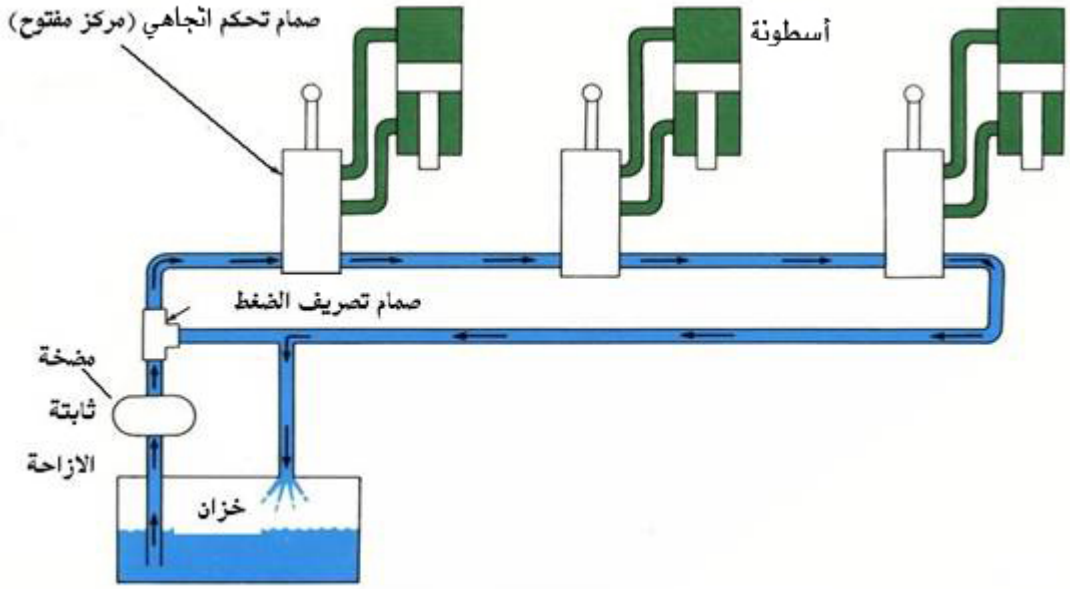
دائرة المركز المفتوح مع وصلات على التوالي

يبين شكل (١٢) توصيل على التوالي لدائرة مركز مفتوح. يمر الزيت من المضخة إلى ثلاثة صمامات للتحكم متصلة على التوالي. الراجع من الصمام الأول يتجه إلى مدخل الصمام الثاني و هكذا.

في وضع التعادل يمر الزيت خلال صمامات على التوالي و يرجع إلى الخزان كما هو مبين بالأسهم. و عند تشغيل صمام تحكم حينئذ يقوم هذا الصمام بتوجيه الزيت إلى الأسطوانة التي يخدمها.

يتجه الزيت الخارج من الأسطوانة إلى الخط الراجع ويتجه بعد ذلك إلى الصمام التالي.

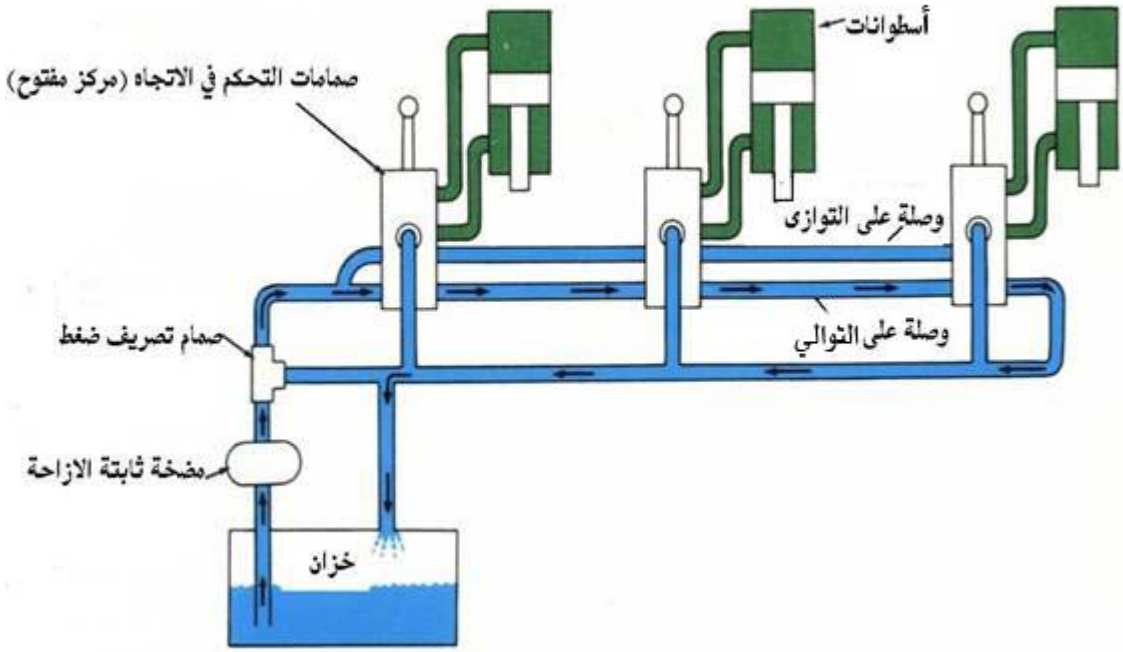
يعتبر هذا النظام مرضيا طالما أن هناك صمام واحد يعمل في نفس الوقت. و في هذه الحالة فإن السعة القصوى للمضخة عند الضغط الأقصى يكون متاحاً لأداء الوظيفة. و على أي حال فلو كان هناك أكثر من صمام يعمل فإن الضغوط الكلية المطلوبة لكل وظيفة بمفردها لا يمكن أن تزيد عن القيمة المضبوط عليها صمام تصريف الضغط بالدائرة.



شكل (١٢) توصيل نظام المركز المفتوح على التوالي

دائرة المركز المفتوح بوصلات على التوالي والتوازي.

هذه الدائرة مبينة بالشكل (١٣) وهي مختلفة عن الدائرة المتصلة على التوالي. يتوجه الزيت الخارج من المضخة خلال صمامات التحكم إلى مسارين أحدهما يربط الصمامات على التوالي والآخر على التوازي، أحيانا ترتب الصمامات بطريقة تسمح بممرات إضافية.



شكل (١٣) توصيل نظام المركز المفتوح على التوالي والتوازي

في وضع التعادل يمر الزيت خلال الصمامات على التوالي كما هو مبين بالأسهم ولكن عندما يكون هناك صمام شغال يكون خط الراجع مغلقا، ويكون الزيت متاحا لكل الصمامات خلال وصلات التوازي (الخط الأزرق العلوي).

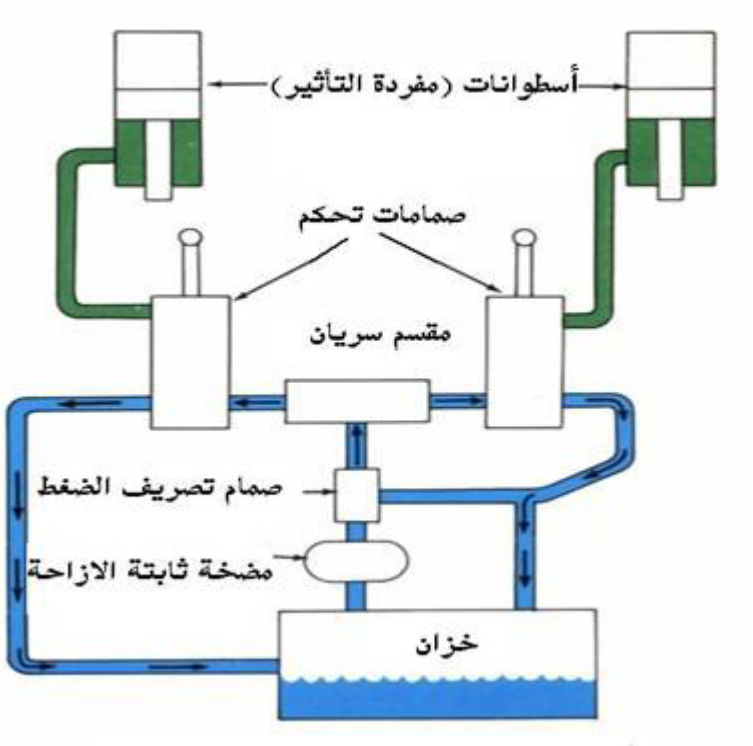
عندما يعمل صمامان أو أكثر في نفس الوقت فإن الأسطوانة التي تحتاج لأقل ضغط سوف تعمل أولا ثم يليها الأسطوانة التي تحتاج لضغط أكبر من سابقتها و هكذا. إن هذه الإمكانية لتحقيق وظيفتين أو أكثر في نفس الوقت تكون ميزة يتفوق بها نظام التوصيل على التوالي والتوازي على نظام التوصيل على التوالي الموضح في شكل (١٢).

دوائر المركز المفتوح المزودة بمقسم للسريان .

يبين شكل (١٤) مقسم السريان المستخدم في دائرة المركز المفتوح. يأخذ مقسم السريان حجم من زيت المضخة و يقسمة بين وظيفتين.

و على سبيل المثال فإن مجزئ السريان ربما يكون مصمما ليفتح الجهة اليسرى أولا في حالة عمل كل من صمامي التحكم في نفس الوقت أو ربما يقسم الزيت لكل من الجانبين إما بالتساوي أو بنسبة مئوية. مضخة الزيت يجب أن تكون كبيرة بحيث تستطيع تشغيل كل وظائف الدائرة معا و يجب أن تقوم المضخة بإمداد كل هذا الزيت بأقصى ضغط تحتاجها أعلى وظيفة. يعني هذا إن كثيرا من القدرة البيانية تفقد عند تشغيل صمام تحكم واحد فقط.

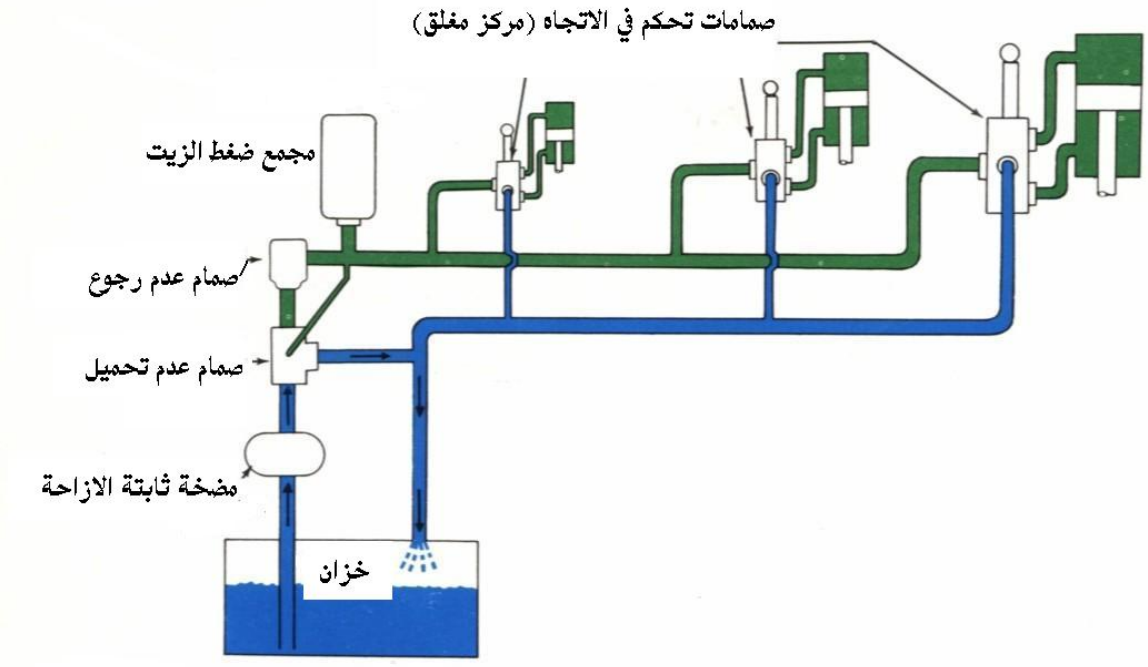
يمكن أن نرى الآن أن دوائر المركز المفتوح ذات كفاءة في الوظائف الأحادية و لكن لها قيمة محدودة عند استخدامها لعدة وظائف.



شكل (١٤) نظام مركز مفتوح بمقسم سريان

دوائر المركز المغلق

دوائر المركز المغلق بمضخة ثابتة الإزاحة و مركم



شكل (١٥) نظام المركز المغلق بمضخة ثابتة الإزاحة ومجمع ضغط زيت (مركم)

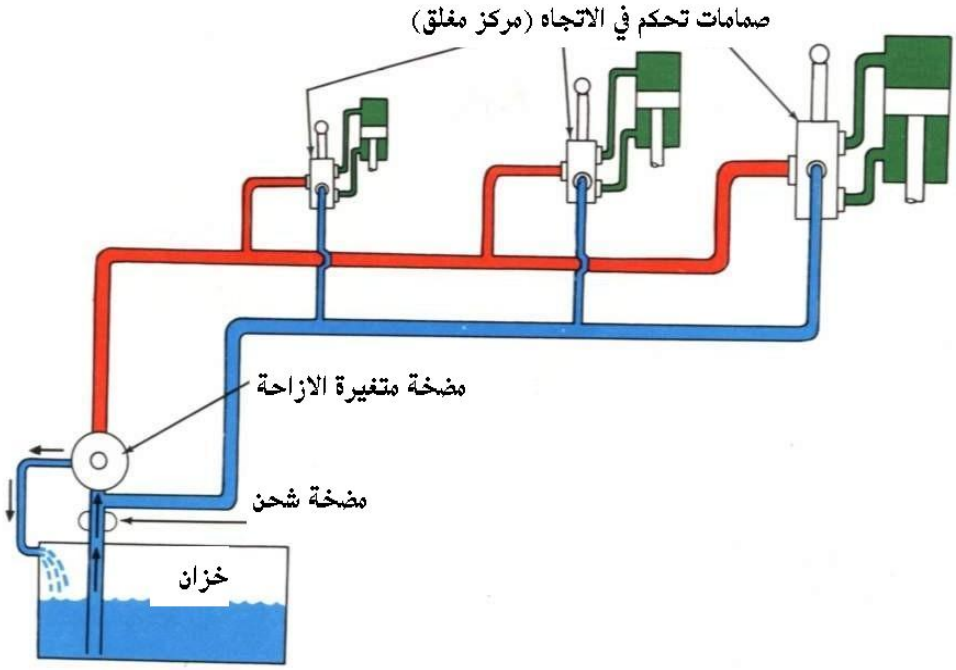
تستخدم دائرة مركز مغلق، الموضحة في الشكل (١٥)، مضخة صغيرة إزاحتها ثابتة لتشحن مجمع للزيت (مركم) إلى ضغط معين. عندما يتم شحن المركم بالضغط الكامل فإن صمام عدم التحميل يحول سريان المضخة إلى الخزان و يقوم صمام عدم الرجوع بحجز الزيت الموضوع في الدائرة الشغالة. عندما يعمل صمام التحكم يقوم المركم بضخ زيته لتشغيل الأسطوانة و بينما يبدأ الضغط في التناقص فإن سريان زيت المضخة يبدأ مرة ثانية ،عن طريق صمام عدم التحميل، في التوجه إلى المركم ليشحنه مرة أخرى. هذه الدائرة تكون ذات كفاءة عند استخدام مضخة صغيرة السعة، عندما يكون زيت التشغيل مطلوبا فقط لفترة وجيزة. وعموما عندما تحتاج الوظائف لكمية زيت كبيرة ولفترات طويلة فإن أداء المركم لا يمكن أن يتعامل بنجاح مع تلك المتطلبات، إلا إذا كان المركم كبيرا جدا.

دوائر المركز المغلق بمضخة متغيرة الإزاحة

هذه الدائرة يوضحها الشكل (١٦) وهي تطوير للدائرة الموضحة في شكل (١٠)، حيث أضيفت مضخة شحن. .تقوم مضخة الشحن بسحب الزيت من الخزان وتدفعه إلى مضخة متغيرة الإزاحة. تقوم مضخة الشحن فقط بضخ الزيت المطلوب للدائرة مع رفع ضغطه رفعا مبدئيا ليناسب سحب المضخة متغيرة الإزاحة، حيث إن ذلك يرفع من كفاءتها. .يعود الزيت الراجع من وظائف الدائرة (الصمامات) مباشرة إلى مدخل المضخة متغيرة الإزاحة كما هو مبين.

يتضح مما سبق أن دوائر المركز المفتوح هي الأبسط والأقل تكلفة للدوائر الهيدروليكية التي لها وظائف قليلة. ولكن كلما أضيفت وظائف أكثر بمتطلبات متباينة لكل وظيفة، فإن دوائر المركز المفتوح تتطلب استعمال مقسم للسريان ليقسم سريان الزيت على هذه الوظائف. استخدام مقسم السريان بدوائر المركز المفتوح يقلل الكفاءة ويؤدي كذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة.

تحتاج الماكينات الحديثة لقوى هيدروليكية عالية والاتجاه يميل إلى استعمال دوائر المركز المغلق. وعلى سبيل المثال تستخدم الدوائر الهيدروليكية في التراكتور للقيام بالعديد من الوظائف مثل: القيادة والتوجيه والفرامل والمكابس البعيدة ووصلات الجر ذات النقاط الثلاث والروافع والأجهزة الملحقة الأخرى.



شكل (١٦) نظام المركز المغلق بمضخة متغيرة الإزاحة

كل هذه الوظائف، في معظم الأحوال، لها متطلبات مختلفة من كميات الزيت. يمكن التحكم في كمية الزيت لكل وظيفة بدائرة المركز المغلق عن طريق:حجم الماسورة وحجم الصمام أو بواسطة فتحات فقدها الحراري أقل إذا ما قورنت بمقسمات السريان الضرورية في دائرة المركز المفتوح.

مميزات أخرى لنظم المركز المغلق:

١ – لا حاجة لتركيب صمامات عدم رجوع في الدائرة الأساسية للمركز المغلق لأن المضخة ببساطة تغلق نفسها بمجرد وصول الضغط للحد الأقصى المقرر.ويؤدي ذلك إلى التقليل من الحرارة المتولدة في الدائرة حيث إن ضغط التصريف يتم الوصول إليه مرات عديدة وبصفة متكررة.

٢ – حجم الخطوط والصمامات والأسطوانات يمكن أن تفصل وتحاك بدقة طبقا لما تتطلبه وظيفة السريان لكل وظيفة.

٣ – استخدام مضخة كبيرة يستلزم توفير مخزون من الزيت الاحتياطي ليضمن للدائرة سرعة هيدروليكية كاملة عندما تكون عدد لفات المحرك قليلة كما أنه يمكن أن يقوم بوظائف أخرى.

٤ – الوظائف التي تتطلب قوة مثل الفرامل يمكن إنجازها بحركة خفيفة جدا على مكبس دائرة المركز المغلق ذات الكفاءة العالية. إبقاء الصمام مفتوحا يطبق الضغط الأقصى على مكبس الفرامل باستمرار وبدون نقص في الكفاءة نظرا لأن المضخة تكون قد عادت لوضع التشغيل. في الدوائر ذات المركز المفتوح المماثلة تعمل المضخة على تصريف الزيت لتحافظ على هذا الضغط.

استخدامات علم الهيدروليكا

توظف القوى الهيدروليكية في آلاف الاستخدامات المختلفة، و سوف نستعرض هنا بضعة من تلك الاستخدامات الرئيسة الشائعة سواء في المزرعة أو في المصنع.

يمكن استخدام الهيدروليكا في أشغال عديدة يؤديها محرك واحد. ماكينة الحرث الزراعية (التراكتور) شكل (١٧)، تستخدم الهيدروليكا في التوجيه والفرامل وأجهزة التحكم والتشغيل من بعد للآلات. تستخدم دائرة هيدروليكية واحدة لإمداد الطاقة لكل هذه الوظائف. فيما يلي سنناقش بإيجاز بعض الاستخدامات الرئيسة للهيدروليكا.

دوائر التوجيه الهيدروليكية:

تستخدم في الآلات الحديثة ثلاثة أنواع من التوجيه:

١ – توجيه يدوي

٢ – توجيه قدرة

a- توجيه هيدروليكي بوصلة جر ميكانيكية

b- توجيه هيدروستاتيك

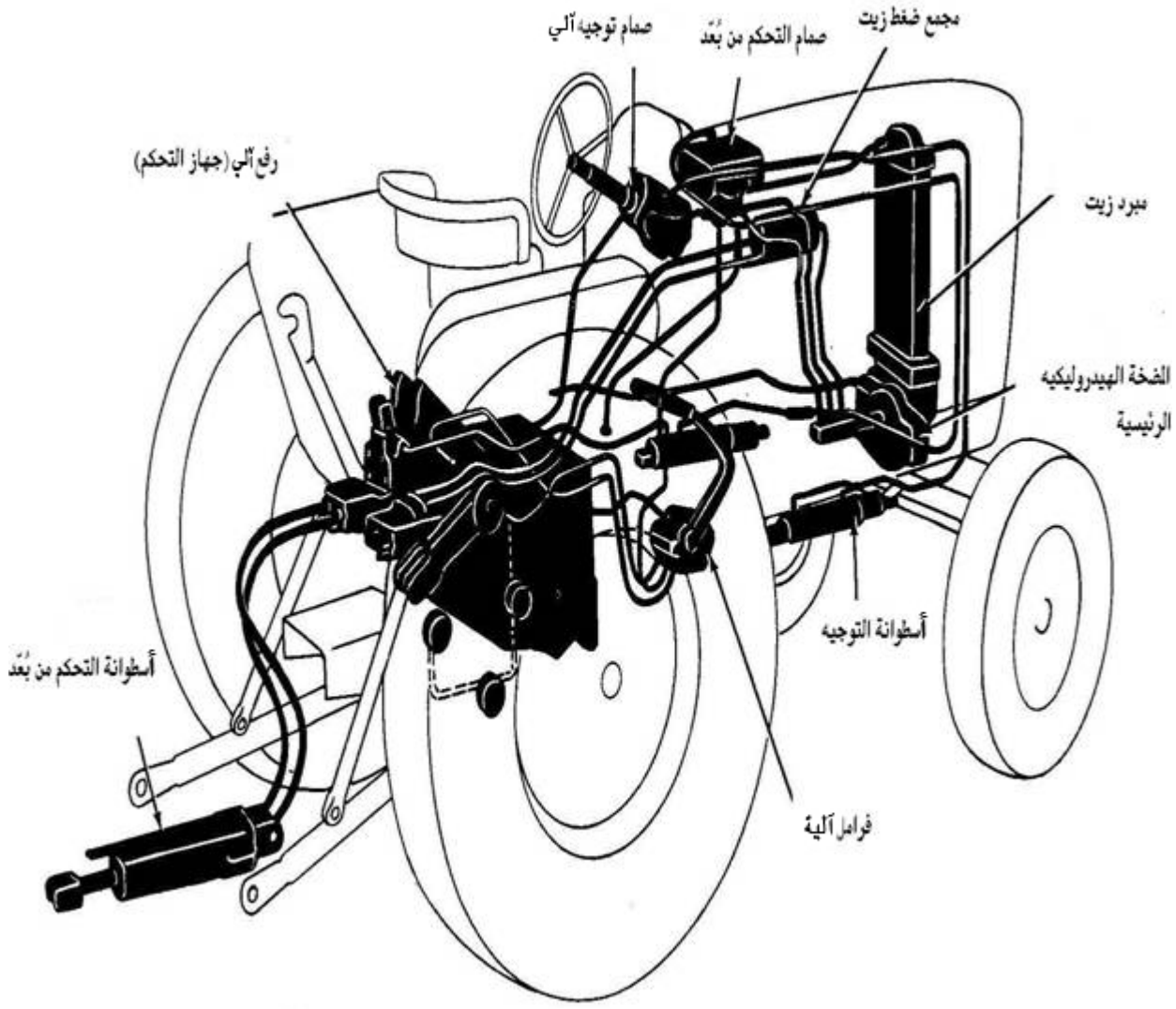
٣ – التوجيه المساعد هيدروليكيا

١ – التوجيه اليدوي

تتصل عجلة التوجيه بالعجلات الدوارة مباشرة ويقوم السائق بكل أعمال التوجيه والقيادة وهنا الهيدروليكا غير مستخدمة ولكن فقط جهد ميكانيكي.

٢ – توجيه القدرة

يتحقق توجيه القدرة الكامل حينما تكون القوة المطلوبة من السائق هي قوة توجيه عجلة القيادة فقط وذلك لفتح الصمامات. تستمد القدرة الهيدروليكية من مضخة تعطي قوة التوجيه على حسب إمكانية الدائرة. تقسم هذه الدوائر إلى مجموعتين:

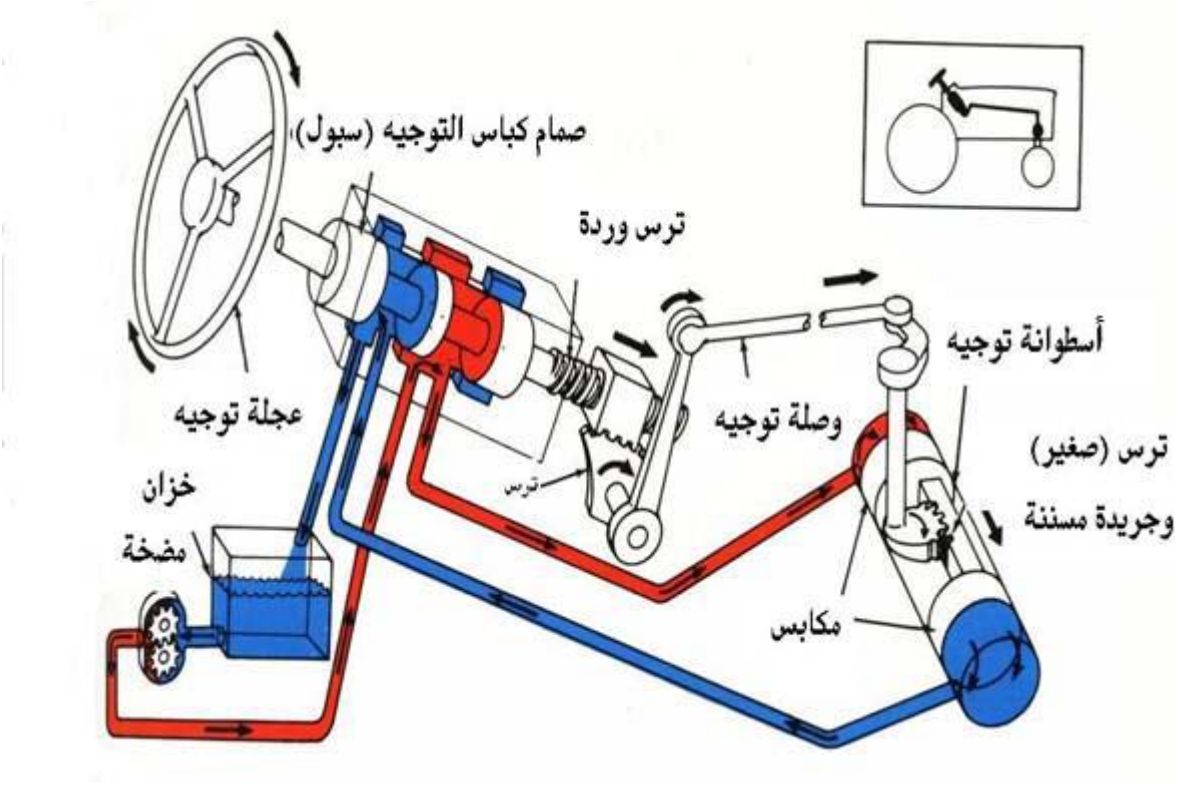


شكل (١٧) تراكتور حديث

٣- توجيه هيدروليكي بوصلة جر ميكانيكية:

شكل (١٨)يوضح توجيه هيدروليكي بوصلة جر ميكانيكية ونبينها هنا بدائرة هيدروليكية ذات مركز مفتوح ، وعلى أي حال فإنها مهيأة بالتساوي بالدائرة ذات المركز المغلق . عند الدوران في اتجاه اليمين يدير السائق عجلة التوجيه في اتجاه اليمين كما هو مبين . بسبب وجود مقاومة لدوران عجلة التوجيه فإن العمود يدفع لأعلى في اتجاه الخروج من صامولة الترس الدودي وهذا يحرك (يزيح) صمام المكبس (سبول) وعمود التوجيه لأعلى وبالتالي يوجه الزيت لأسطوانة في العجلات الأمامية. .هذه الأسطوانة تدير جهازاً عبارة عن جريدة مسننة وترس صغير الذي يدير العجلات الأمامية ويعود

الزيت من الجهة الأخرى لأسطوانة التوجيه خلال صمام المكبس (سبول Spool) إلى الخزان كما هو مبين .

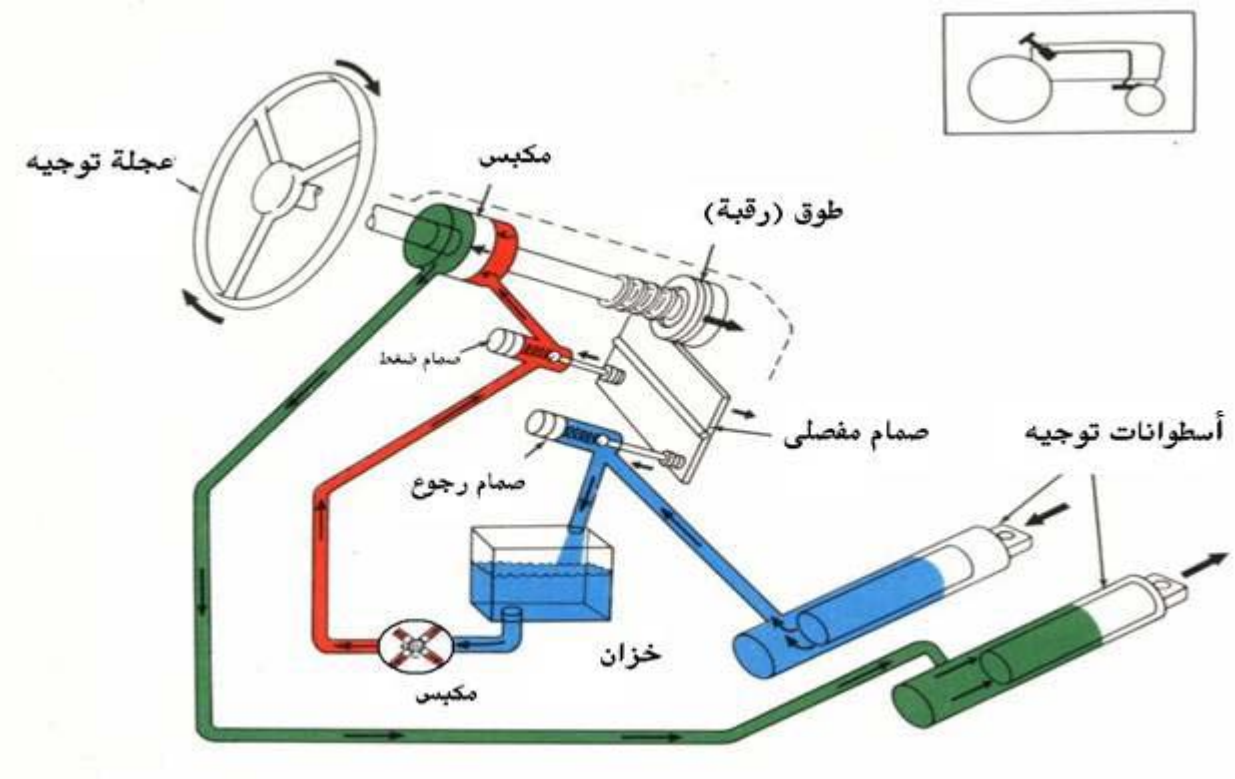


شكل (١٨) توجيه هيدروليكي (خلال الدوران جهة اليمين)

وطالما ظلت عجلة التوجيه تدور فسوف يستمر الزيت في تحريك العجلات. وبمجرد توقف عجلة التوجيه عن الحركة فإن الضغط الهيدروليكي سوف يحرك الإطارات قليلا إلى جهة اليمين محركا وصلة توجيه للإمام وساحبا الصمام للخلف لوضع التعادل.

٤- التوجيه الهيدروستاتيكي:

تماثل أسس تشغيل التوجيه الهيدروستاتيكى ما سبق شرحه فيما عدا وجود وصلة جر هيدروليكية بدلا من الميكانيكية. على ذلك ليس للتوجيه الهيدروستاتيكى وصلة ميكانيكية بين صمام التوجيه وأسطوانات التوجيه.



شكل (١٩) توجيه هيدروستاتيكي (الدوران جهة اليمين)

شكل (١٩) يبين دائرة توجيه هيدروستاتيكية تستخدم مع دائرة هيدروليكية ذات مركز مغلق، للدوران جهة اليمين. عندما يدير السائق عجلة التوجيه ناحية اليمين فإن عمود التوجيه الذي يكون متصلاً بقلاووظ خلال مكبس صمام التوجيه يحاول أن يسحب هذا المكبس لأعلى ولأن الزيت يكون محجوزاً في الدائرة في هذا الوقت فإن العمود بدلاً من ذلك يحرك الطوق (الجلبة) لأسفل ويدير ذراع الارتكاز ويفتح صمام الضغط والرجوع. .عندما نفتح هذه الصمامات يدخل الزيت المضغوط إلى أسطوانة صمام التوجيه ويدفع الكباس لأعلى وهذا يدفع الزيت خارج أسطوانة الصمام ثم إلى الجانب الأيمن من أسطوانة التوجيه ويدير العجلات الأمامية إلى اليمين. أثناء دوران العجلات الأمامية يندفع الزيت خارجا من الجانب الأيسر من أسطوانة التوجيه ويرجع خلال صمام الرجوع المفتوح إلى الخزان أو المضخة.

عند توقف السائق عن إدارة عجلة التوجيه، بواسطة أسطوانة صمام التوجيه، يتحرك عمود التوجيه إلى أعلى ساحبا الطوق (الجلبة) لأعلى ويجعل ذراع الارتكاز مركزياً وهكذا تغلق الصمامات.

وللدوران جهة اليسار تجرى عكس العمليات السابقة.

التوجيه المؤازر هيدروليكياً:

في نظم التوجيه المؤازر هيدروليكيا (غير مبين) تستمد قوة التوجيه من تضافر المجهود اليدوي والقدرة الهيدروليكية..يستخدم في النظم التي يجب أن يكون السائق فيها على درجة عالية من الخبرة والإحساس بنظم التوجيه. في تلك النظم هناك علاقة طرديه بين الضغط المتزايد في دائرة التوجيه وبين المجهود المبذول المستخدم بواسطة السائق. الاستعمال الأكثر شيوعاً لنظام التوجيه المؤازر في التراكتور المجنزر .

حماية نظام التوجيه الهيدروليكي من الانهيار :

إذا فقد زيت نظام التوجيه الهيدروليكي ذو وصلة الجر الميكانيكية القدرة على أداء مهامه الوظيفية حينئذ تتولى الوصلة ألصلبة (المصمتة) الأمر ويستمر السائق قادرا على توجيه الماكينة ميكانيكياً.
ونفس هذه الحماية موجودة ايضاً في نظام التوجيه الهيدروستاتيكي..يتم ذلك بحجز الزيت في صمام التوجيه واستخدام مكبس صمام التوجيه كموتور. عند الدوران جهة اليمين يسحب مكبس صمام التوجيه لأعلى دافعاً الزيت إلى أسطوانة التوجيه اليمنى. عند الدوران جهة اليسار يدفع مكبس صمام التوجيه لأسفل دافعاً الزيت إلى المكبس الأيسر.

الهيدروليكا ونظم فرامل القدرة:

تستخدم في إدارة وإيقاف الآلات الزراعية و الماكينات الصناعية ثلاث طرق رئيسة:

- فرامل يدوية
- فرامل هيدروليكية
- فرامل القدرة

١ – **الفرملة اليدوية:** عندما يقوم السائق باستخدام الفرملة فإن وصلة ميكانيكية تجعل أقراص الفرملة الجافة، التي تأخذ شكل أقراص أو على شكل حدوة الحصان، فتضغط بدورها على العجلات الدوارة وتبطئها عن طريق الاحتكاك.

٢ - **الفرامل الهيدروليكية:** عندما يقوم السائق باستخدام الفرملة فإنه يدفع عموداً من الزيت المحجوز الذي يضغط بدوره على أقراص الفرامل أو الحدوة فتبطئ العجلات الدوارة.

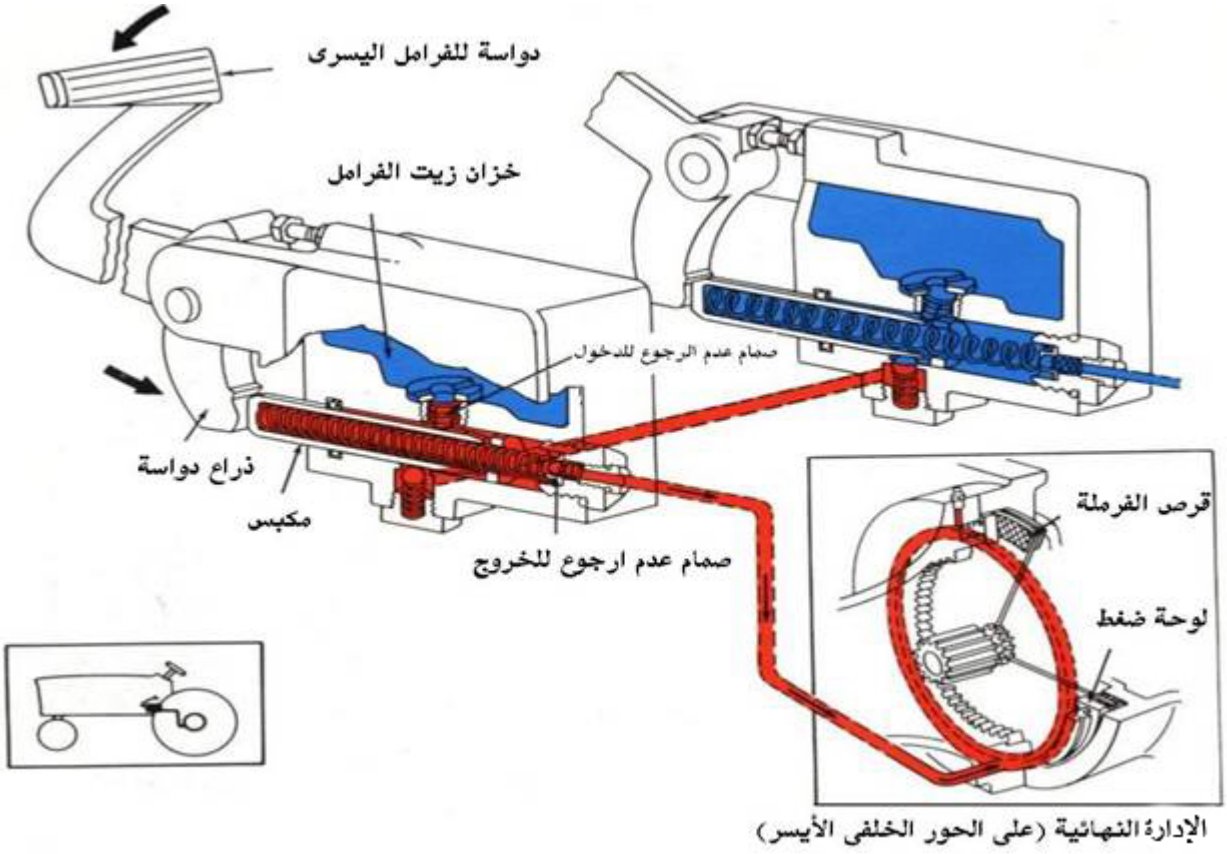
٣ – **فرامل القدرة**:عندما تستخدم فرامل القدرة فإن قوة زيت تتولى الأمر وتقوم بإيقاف العجلات.
يستخدم في بعض الماكينات نوعان من الفرامل وعلى سبيل المثال فإن فرامل القدرة المستخدمة للإيقاف تكون معززة (مساندة) بفرامل يدوية للإيقاف اللحظي. كلا النوعين من الفرامل يقوم بنفس آلية تشغيل الفرامل.

توضع الفرامل في معظم التراكتورات في العجل الخلفي. للدوران يضغط السائق لأسفل على دواسة العجلة اليمنى أو اليسرى حسب اتجاه الدوران. للتوقف تماما فإنه يضغط على الدواستين في نفس الوقت. في المعدات ذات الدفع الرباعي من المعتاد استخدام نظام إلى واحد فقط للتحكم في عملية النقل ككل.

تشغيل الفرامل الهيدروليكية وفرامل القدرة:

الفرامل الهيدروليكية:

الشكل (٢٠) يبين الفرامل الهيدروليكية خلال دوران التراكتور جهة اليسار. للدوران الحاد جهة اليسار يضغط السائق على دواسة الفرامل اليسرى وهذا سوف يدير ذراع الدواسة ضد مكبس الفرامل ويحركه للخلف. يقوم المكبس بغلق صمام أمان الدخول من الخزان حاجزا الزيت داخل الأسطوانة. كلما تحرك المكبس أكثر فإنه يدفع الزيت المحجوز إلى خارج الأسطوانة مسببا فتح صمام أمان الخروج.



شكل (٢٠) الفرامل الهيدروليكية أثناء الدوران لليسار

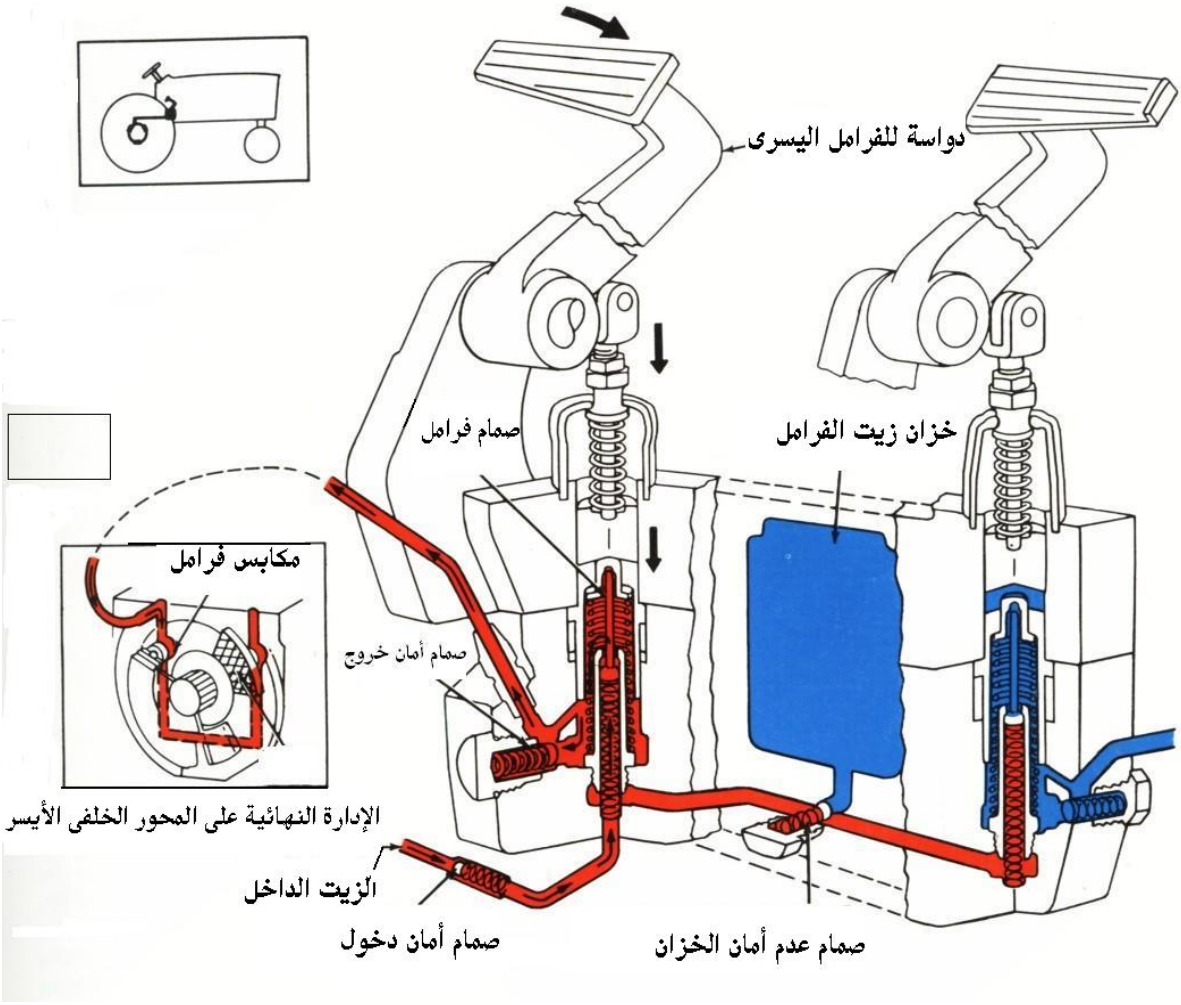
يندفع الزيت خلال ماسورة إلى محور الإدارة النهائية (محور العجلات الخلفية) حيث يشكل قوة ضد لوح ضغط فرامل الجهة ليسري (انظر الصورة الملحقة بالشكل ٢٠) . وهذا بدوره يضغط على دسك الفرامل الدوار ضد لوح جانبي ثابت مسببا فرملة محور العجل الخلفي الأيسر.

وعندما تتحرر دواسة الفرامل ستخف القوة ضد دسك الفرامل.يرجع الزيت من وحدة محور العجلات دافعا المكبس إلى الأمام ثانية مما يسبب تفريغاً في الأسطوانة (ضغط سلبي) ويسمح لصمام عدم رجوع الخزان بالفتح ثانية. يدخل الزيت إلى الأسطوانة مرة أخرى ليكون جاهزا للفرملة القادمة.

عندما يتم ضغط كل من دواستي الفرامل اليمنى واليسرى معا. يرسل الزيت من صمامي الفرامل إلى كل من نصفي عمود الإدارة النهائية. لضمان تساوي ضغط الزيت في كلا الجانبين فإن الصمامات تحت كل مكبس فرامل تفتح موصلة أسطوانتي الفرامل معاً. إذا توقف التراكتور أو حدث عطل في إمداد الزيت حينئذ تستخدم الفرامل الزيت الموجود في خزانات الفرامل. .من المعتاد أن يتم إرسال الزيت إلى خزانات الفرامل طبقا لما تحتاج من زيت الدائرة الهيدروليكية للتراكتور

فرامل القدرة:

فرامل القدرة تعني أن القوة الهيدروليكية تتحكم تماما في فرامل المعدة. بمجرد أن يقوم السائق بالضغط على دواسة الفرامل لتشغيل الصمامات. شكل (٢١) يوضح فرامل كاملة القدرة في تراكتور حديث على عجلات كاوتش بدائرة هيدروليكية ذات مركز مقفول. الشكل يوضح دوران التراكتور جهة اليسار. للدوران الحاد جهة اليسار يقوم السائق بضغط دواسة الفرامل اليسرى مما يؤدي إلى ضغط وصلة الذراع على صمام الفرملة لأسفل فتفتحه ويندفع عندئذ الزيت الداخل تحت ضغط خلال الصمام المفتوح ويفتح بذلك صمام أمان الخروج، ويسري الزيت للإدارة النهائية على محور العجلات الخلفي الأيسر (انظر الصورة الملحقة بالشكل ٢١) . حينئذ يقوم الزيت بالضغط على مكابس الفرامل وألواح الضغط ليضغط على دسك الفرامل الدوار ضد طبق ثابت وهكذا يتوقف محور العجلات الأيسر والعجلة. عندما تتحرر دواسة الفرامل يغلق صمام الفرامل ثانية بواسطة سوستة ويغلق على الزيت الداخل وهذا يصرف الضغط على قرص الفرامل على محور العجلات وتتوقف الفرملة بينما بعض الزيت للخلف إلى منطقة صمام الفرامل ويفرغ هذا الزيت في خزان الفرامل بعد الذهاب إلى ما وراء الصمام وخلال كباس (سبول) الصمام.



شكل (٢١)الفرامل الآلية خلال الدوران لليسار

عندما يتم الضغط على كل من دواستي الفرامل معا فإن الزيت سوف يرسل بواسطة كل من صمامي الفرامل إلى كل من نصفي عمود الإدارة النهائية. لضمان فرملة متساوية فإن صمامات التعادل (غير مبينة) سوف تفتح موصلة كل من صمامي الفرامل ببعضهما.

الحماية ضد انهيار فرامل القدرة:

لو توقف التراكتور أو انهار نظام إمداد الزيت فيمكن استخدام الزيت الموجود في خزانات الفرامل. في البداية تكون فرامل " قدرة " ثم تصبح فرامل " هيدروليكي " باستخدام الزيت المحجوز لفرملة التراكتور.

العمليات تجرى كالآتي: -

انهيار الضغط يؤدي إلى غلق صمام عدم الرجوع الداخل ومن ثم فإن تجويف صمام الفرامل يصبح جهاز أسطوانة وكباساً ويدفع الزيت ليخرج إلى وحدة محور العجلات الخلفي.تحرير الدواسة يسمح

للزيت بالرجوع لخزان الفرامل ولزيت أكثر ليدخل منطقة صمام الفرامل فيما وراء صمام عدم رجوع الخزان وذلك للفرملة القادمة.

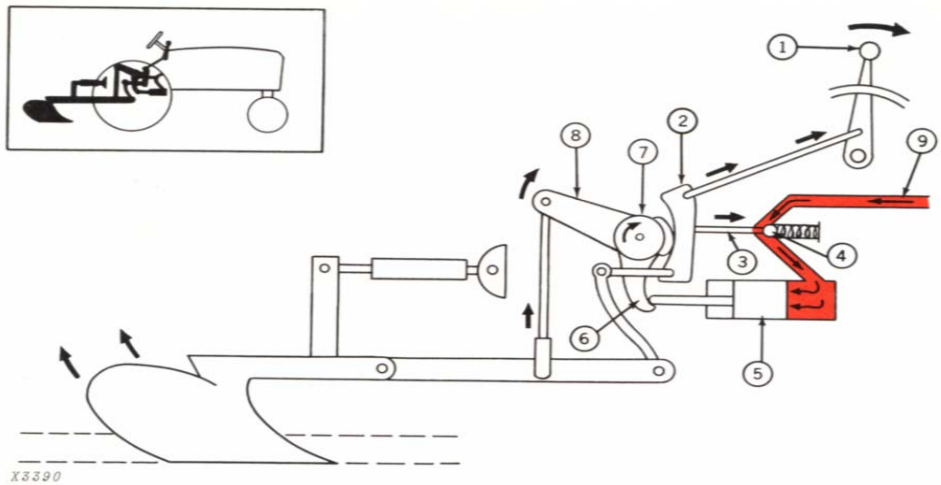
في حالة انهيار فرامل الماكينات الكبيرة يستخدم مجمعاً للزيت المضغوط (مركم) للتعزيز والتقوية. يحتفظ مجمع الزيت (مركم) بشحنات كافية من الزيت المضغوط كاحتياطي لفرامل عديدة وعندما تستنفذ قدرة الخزان يمكن إجراء الفرامل باستخدام الزيت المحجوز بالدائرة.

الإحساس بالحمل الهيدروليكي للأجهزة الملحقة خلف التراكتور:

خلف التراكتور يتم تركيب معدات زراعية مثل المحراث لشق التربة أو الأظافر لتكسير الصخور. يتم التحكم في هذه المعدات هيدروليكيا باستخدام وسيلتين:-

- ذراع التحكم
- الإحساس الأوتوماتيكي بالحمل

من الواضح أن المحراث الموضح بشكل (٢٢) يتعرض لعملية سحب شديدة ومطلوب رفعه ايضاً. فيما يلي سوف نشرح ماذا يحدث عندما يرفع هذا المحراث أولا عند استخدام ذراع التحكم ثم بواسطة جهاز الإحساس بالحمل الأوتوماتيكي.

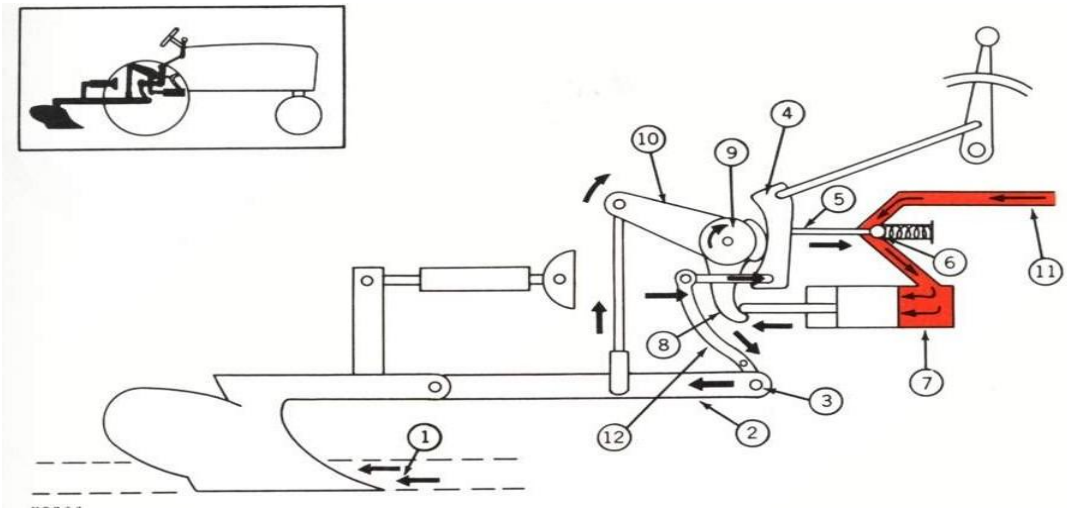


١- ذراع تحكم ٢- تابع الكامة (الحدبة) ٣- ذراع تشغيل
٤- صمام كروي ٥- مكبس ٦- ذراع العمود
٧- عمود هزاز ٨- ذراع الرفع ٩- زيت من المضخة

شكل (٢٢) رفع المحراث باستخدام ذراع تحكم

رفع المحراث باستخدام ذراع التحكم:

في شكل (٢٢) يضرب المحراث أرضاً وعرة ثم يريد السائق رفع كتلة المحراث من الأرض ببساطة. لذلك يقوم بدفع ذراع التحكم رقم ١ للإمام وهذا يحرك تابع الكامة (الحدبة) المفصلي للإمام ثم يضغطها أمام الذراع ٣ التي تفتح صمام ٤ ويسمح الآن للزيت المضغوط بالدخول للأسطوانة دافعا المكبس ٥ للخلف ويندفع المكبس ٥ ضد ذراع العمود ٦ مسببا دوران العمود الهزاز (المتأرجح) ويرفع الذراع ٨ لأعلى وتكون ذراع الرفع متصلة بسلاح الحفار وهكذا يرتفع المحراث قليلا ليمر خلال الأرض الوعرة.



١- أخدود المحراث ٢- وصلة جر (سحب) ٣- عمود الإحساس بالحمل
٤- تابع الكامة (الحدبة) ٥- ذراع تشغيل ٦- كرة (بلية) الصمام
٧- أسطوانة ٨- ذراع العمود ٩- العمود الهزاز
١٠- ذراع الرفع ١١- زيت من المضخة ١٢- ذراع التحكم في الحمل

شكل (٢٣) رفع المحراث باستخدام حساس الحمل الآلي

يتوقف المحراث عن الارتفاع عندما يغلق الصمام ٤ مرة ثانية حاجزا الزيت داخل الاسطوانة. ويحدث هذا عندما يعمل تابع الكامة ٢ على كامة منحدرة للذراع الهزاز ٧ ويكون راجعا للخلف ويحرر العمود ٣ ويغلق الصمام عند ذلك بواسطة السوستة

رفع المحراث باستخدام الجهاز الأوتوماتيكي بالحمل يرفع المحراث

في شكل(٢٣) يضرب سلاح المحراث ١ أرضاً وعرة ويسحب عمود التحكم في الحمل ٣ في اتجاه الخلف بوصلات جر ٢. نتيجة لذلك فإن ذراع التحكم في الحمل ١٢ يكون مرتكزا ضد تابع

الكامة ٤ ويدفع تابع الكامة الذراع ٥ الذي يفتح الصمام ٦ ويسمح للزيت المضغوط بالدخول في الأسطوانة ٧ ويندفع كباس الأسطوانة ضد الذراع ٨ ويسبب دوران العمود المتأرجح ٩ ويرفع الذراع لأعلى. يتصل ذراع الرفع بالمحراث وهكذا يرفع المحراث قليلا ليساعد على المرور خلال الأرض الوعرة.

بمساعدة الإحساس الأوتوماتيكي بالحمل سوف يخفض المحراث من نفسه مرة ثانية عندما تمر أو تنتهي الأرض الوعرة. ويحدث هذا عندما يكون الإجهاد على عمود التحكم في الحمل قد أزيل جزئيا وينثني للأمام وينسحب للخلف في الوصلة ليشغل صمامات أخرى (غير مبينة) التي تحرر بعض الزيت من الأسطوانة وهذا يجعل أذرع الرفع ١٠ تستقر مخفضة وضع المحراث مرة أخرى.

يضبط العمق المنتظم للمحراث من ذراع التحكم ويبقي المحراث عند هذا العمق إذا لم تعط إشارة من جهاز الإحساس الأوتوماتيكي بالحمل. فيما سبق تم وصف جهاز الإحساس بالحمل الكامل أو التحكم في الحمل. هناك اختياران متاحان عادة إذا أراد السائق أن يغلق الإشارات من وصلة الإحساس بالحمل وذلك بمنع تابع الكامة ٤ من الحركة وجعله عند وضعه الأدنى واستخدام ذراع (ليس مبيناً) ويسمى هذا تحكم عمق. وبما أن المحراث الآن يبقى على عمق مضبوط مسبقا بذراع التحكم. الاختيار الآخر يسمح للسائق أن يثبت جزئيا تابع الكامة باستخدام ذراع ويسمى هذا تحكم حمل وعمق وذلك لأن إشارات الحمل تكون الآن معدلة بواسطة وضع العمق.

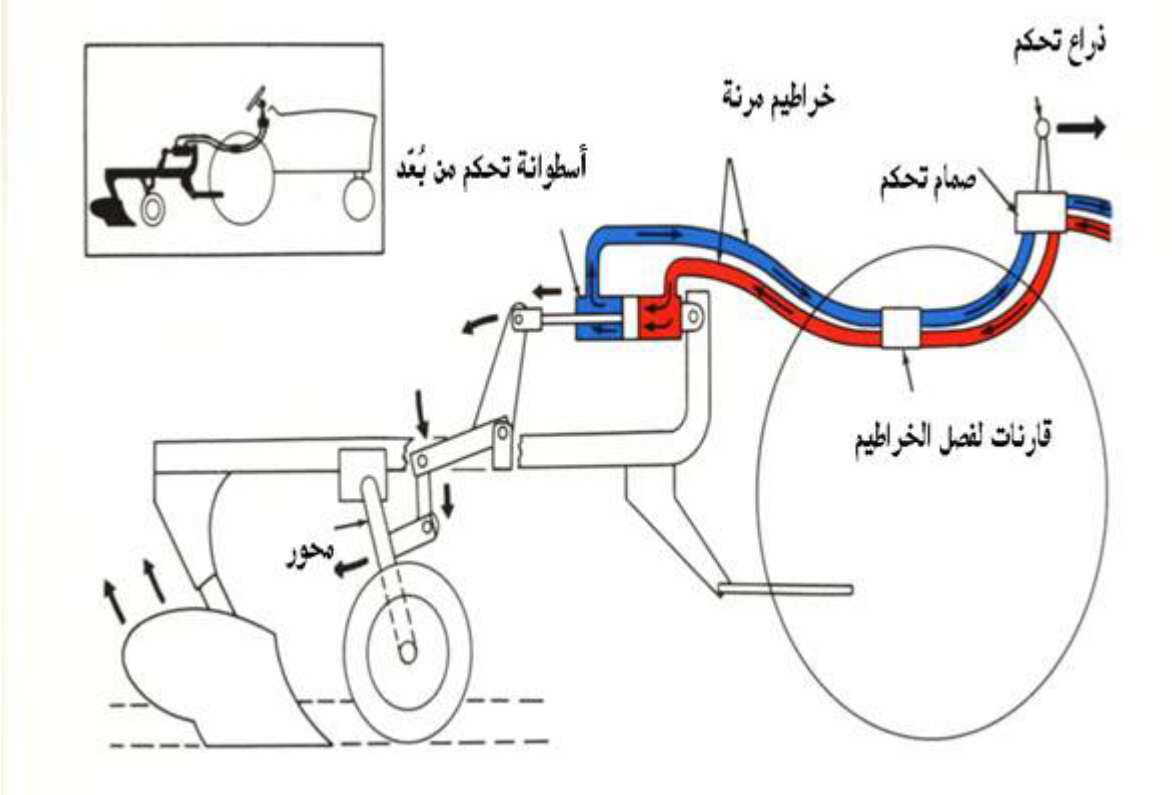
بعض الروافع (الأوناش) مصممة بالتشغيل الثنائي وتستخدم عادة أسطوانتين هيدروليكيتين أسطوانة وصمام للتحكم في الأجهزة المركبة بالخلف والأسطوانة الأخرى لتشغيل العدد المركبة بالمقدمة أو ما يتصل بها وعلى أي حال فإن الأسطوانتين يمكن أن تعملا على التوازي بفتح الصمامات التي توصلهما بنفس مصدر الزيت المضغوط.

ويستخدم كذلك ذراعي تحكم لكل وظيفة لكن عادة وظيفة واحدة (الوظيفة الخلفية)لها جهاز إحساس أوتوماتيكي بالحمل.

التحكم عن بعد في المعدات

يمكن أن تقوم آلات الحرث بتشغيل معدات ليست مركبة عليها ولكن مسحوبة أو مدفوعة للتحكم في هذه المعدات هيدروليكيا ولذلك فإنه يكون مطلوبا مشغل عن بعد مثل أسطوانة أو موتور منفصلا عن آلة الحرث ولكن متصلا بخراطيم مرنة (قابلة للانثناء) .

دعنا نأخذ حالة المحراث مرة ثانية وهذه المرة يكون هذا الشيء مسحوبا خلف آلة الحرث.



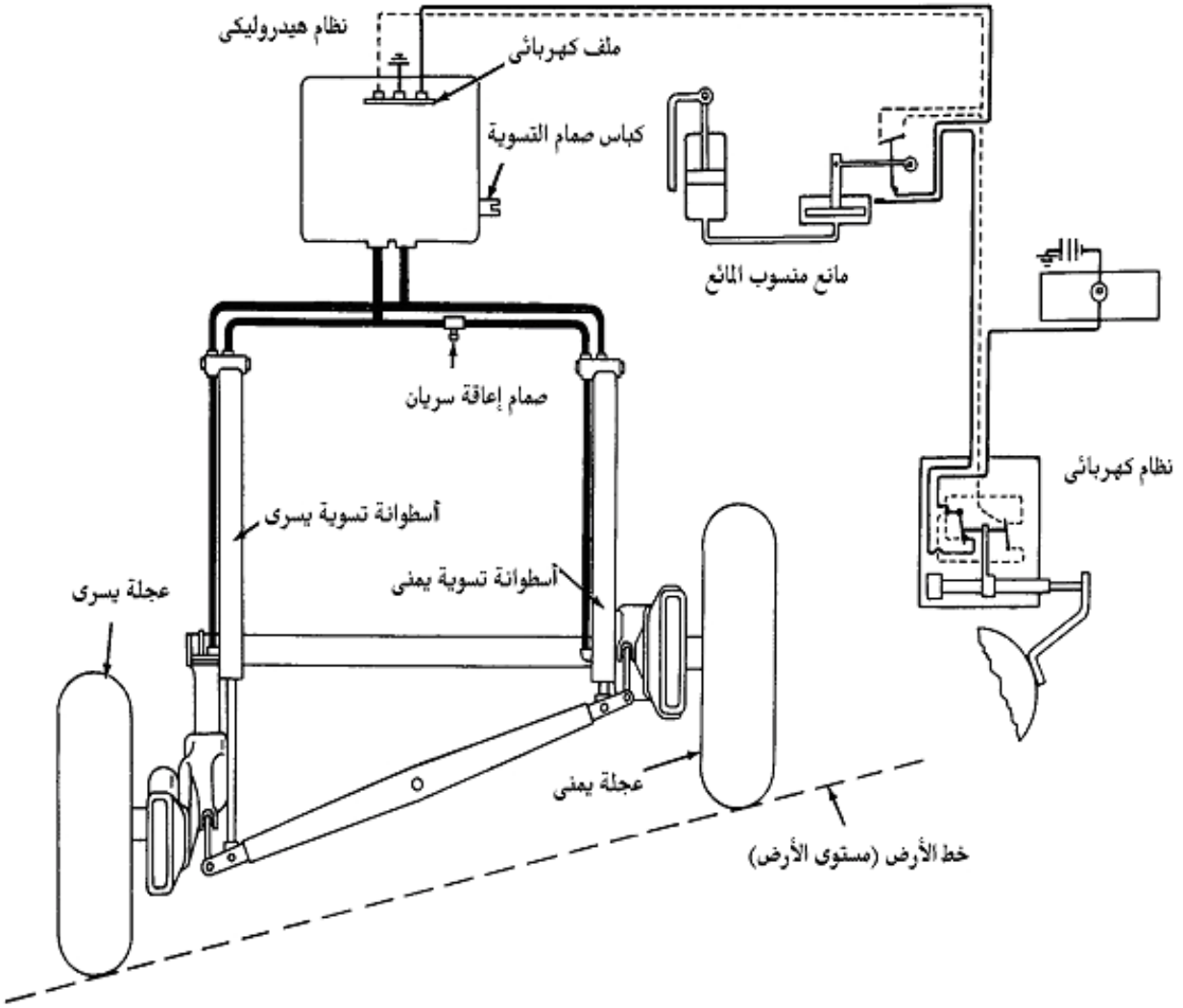
شكل(٢٤) رفع المحراث باستخدام التحكم من بعّد الهيدروليكي

شكل (٢٤) يعمل المحراث بطريقة شديدة ويريد المشغل أن يرفعه ويحدث الآتي:-

يحرك المشغل يد التحكم للأمام كما هو مبين مما يؤدي إلى تشغيل صمام التحكم الذي يرسل الزيت المضغوط إلى أمام الأسطوانة البعيدة. وبينما يدفع هذا الزيت الكباس للخلف فإن ذراع الأسطوانة يمتد ويدفع الزيت من الجهة الأخرى للكباس للرجوع خلال صمام الخزان وبينما تمتد ذراع الأسطوانة فإنه يدير وصلة في اتجاه محور المحراث مسببا دوران المحور المنحني للخلف وهكذا يرفع المحراث.

الأسطوانة البعيدة يكون لها مئات من الاستخدامات في الآلات الحديثة (انظر فصل ٤للتفاصيل عن كل أنواع الأسطوانات الهيدروليكية) يكون الموتور الهيدروليكي عبارة عن استخدام آخر للأسطوانات عن بعد (انظر الوحدة الخامسة) ويمكن تركيب موتور رافعة حبيبات متنقلة فعلا ويحول الموتور قدرة المائع إلى حركة دورا نية وبالتالي يدير ميكانيزم (آلية) الرفع.

نظم ضبط المستوى أتوماتيكيا :(ماكينة جانب التل)



شكل (٢٥) النظام الآلي لضبط التربة

الاستخدام الرئيس لنظم ضبط المستوى أوتوماتيكيا يكون في الماكينات التي تعمل في أماكن غير مستوية مثل التل.ولهذا النظام الخاص ثلاثة أجزاء: دائرة تحديد مستوى المائع ودائرة كهربائية ودائرة هيدروليكية شكل (٢٥). الدائرتان الأوليتان تقومان بعملية تحكم لتنشيط الدائرة الهيدروليكية. ويكون التشغيل كالآتي:- عندما تدخل هذه الماكينة إلى منطقة بها انحدار (مثل التل) وينخفض عجل الجانب الأيسر فإن جهاز ضبط مستوى السائل ينشط الدائرة الكهربائية ويقوم ملف كهربائي بتحريك كباس صمام (سبول) ضبط المستوى ويوجه الزيت إلى أسطوانات ضبط المستوى ثنائية الفعل في كل عجلة شكل ٢٥ وتستطيل (تمتد) الأسطوانة اليسرى وتنكمش (تدخل إلى الداخل) الأسطوانة اليمنى ولذلك فإن العجل يتوافق مع المنحدر بينما الماكينة تبقى مستوية.وعندما يتم ضبط

المستوى في الاتجاه العكسي ينعكس تتابع العمليات وبعد ضبط المستوى يحجز الزيت في الأسطوانات بواسطة صمامات عدم رجوع وتغلق دائرة ضبط المستوى أتوماتيكيا.

نظم التحكم في الأجهزة العاملة للمعدات الثقيلة

اللوادر والبلدوزرات والغرافات والأوناش تكون مركبة عادة على الماكينات (المحركات) التي تديرها وغالبا ما تباع هذه المعدات كوحدات لوظيفة منفردة ولسهولة التحكم فإن الهيدروليك يستخدم على مدى واسع لتشغيل المعدات المركبة على الماكينات.

النظم الهيدروليكية في اللوادر:

يركب الجهاز العامل في معظم اللوادر على مقدمة العجلة الأمامية أو على مقدمة كتينة التراكتور المجنزر، شكل ٢٦ يوضح لودر مجنزر نظامه الهيدروليكية من النوع ذو المركز المفتوح.

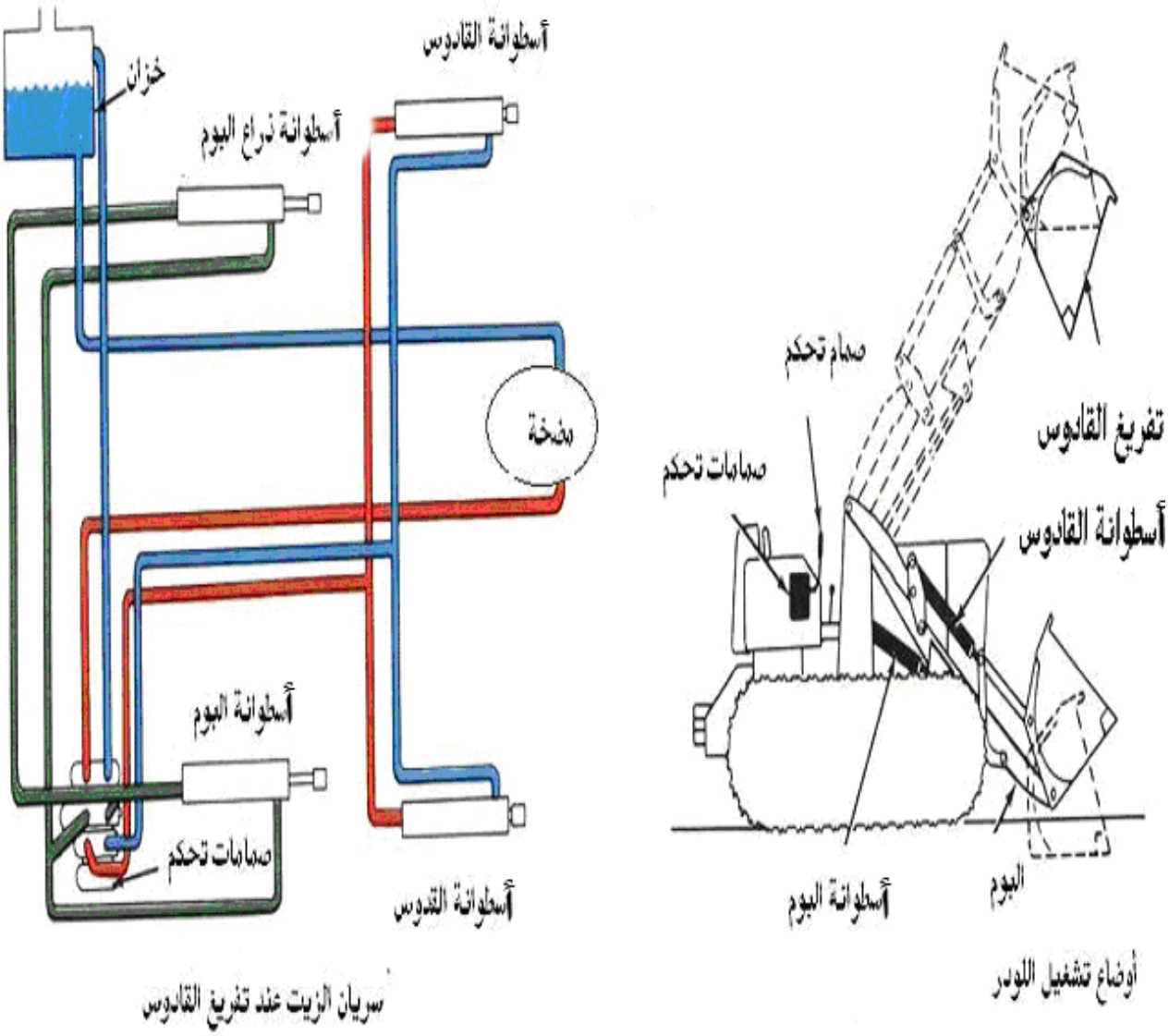
معظم اللوادر لها نوعان من التحكم:

١- ذراع الرفع والخفض (البوم)

٢- قادوس (بكت) للتفريغ والملئ والسحب وكلاهما عادة متحكم فيه بالهيدروليكا باستخدام دوائر زيت وتحكم منفصلة.

عندما يقوم السائق بتفريغ قادوس اللودر فهو يحرك ذراع تحكم الذي يجعل صمام التحكم يرسل الزيت إلى كل من أسطوانتي القادوس ويؤدي هذا إلى امتداد (فرد) الأسطوانتين وتفريغ القادوس. في هذه الأثناء يكون الزيت محجوزا في أسطوانات البوم مثبتا الذراع لأعلى . أسطوانات البوم والقادوس من النوع مزدوج الفعل ولذلك تستطيع هذه الأسطوانات رفع وخفض البوم أو تفريغ وملْ القادوس ٠بعض أسطوانات مفردة التأثير ترفع وتخفض بواسطة وزن القادوس) كل دائرة – ذراع رفع وقادوس – تخدم بواسطة صمام التحكم الخاص بها وكل صمام يعمل عادة بذراعه الخاص به وفى بعض الحالات يكون هناك ذراع واحدة متصلة بكل من الصمامين لتشغيل رباعي الاتجاه .

تضاف أحياناً دائرة هيدروليكية للقادوس أو لشوكة القطع أو للكباش المركب على بوم اللودر



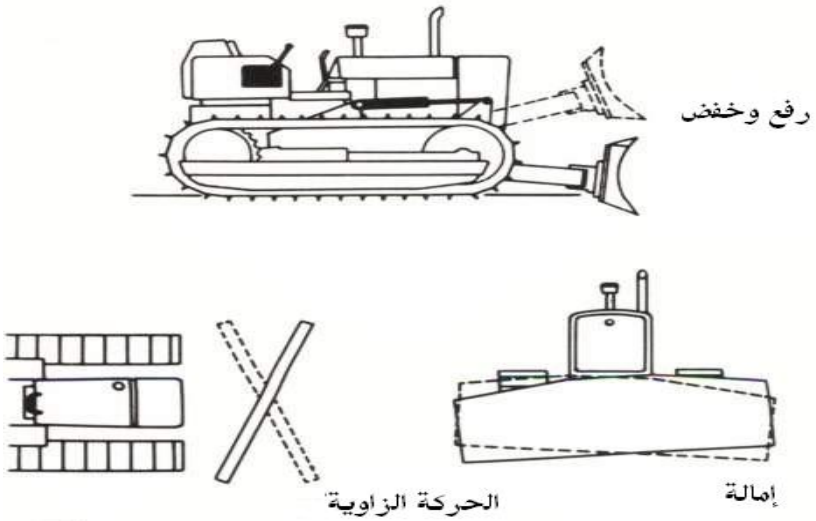
شكل (٢٦) تشغيل اللودر

.

النظم الهيدروليكية في البلدوزرات:

حينما يتم تركيب سكين في مقدمة التراكتور حينئذ يطلق عليه بلدوزر. تحتاج السكين لثلاثة أنواع من الحركة، انظر شكل ٢٧ : ١ – رفع وخفض ٢ – زاوية يمين أو يسار ٣ – ميل جانب عن الآخر.

في بعض البلدوزرات كل أنواع التحكم الثلاثة المذكورة يتم إجراؤها هيدروليكيا وفى البعض الآخر واحد أو اثنين من التحكمات السابقة يمكن إجراؤها هيدروليكيا ومثل اللودرات فإن معظم البلدوزرات لها نظمها الهيدروليكية المستقلة. المضخات الترسية وصمامات المكبس المتراصة (سبول)، الأسطوانات المزدوجة التأثير جميعها سمات شائعة لتلك النظم.



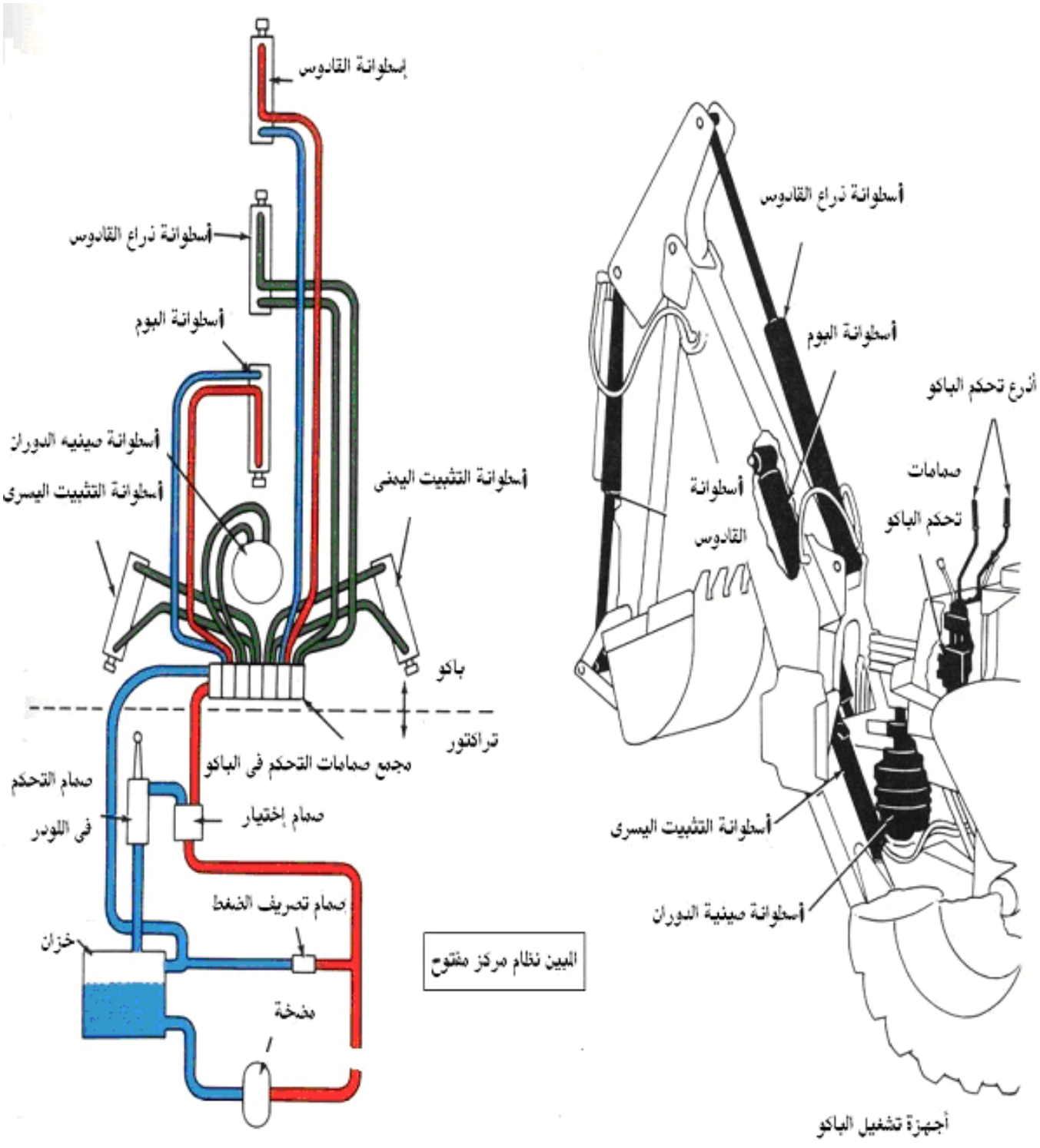
شكل (٢٧) تشغيل البلد وزر

بلف التحكم الخاص بتشغيل رفع وخفض سكين البلدوزر له وضع حياد (عائم) يسمح للسكين بتتبع منسوب الأرض أثناء عمليات الجرف والتسوية. في وضع الحياد يسمح للزيت بحرية الحركة للأمام وللخلف(في المعتاد يحجز الزيت ليقوم بتثبيت سكين البلدوزر).

النظم الهيدروليكية للحفارات (الباكو):

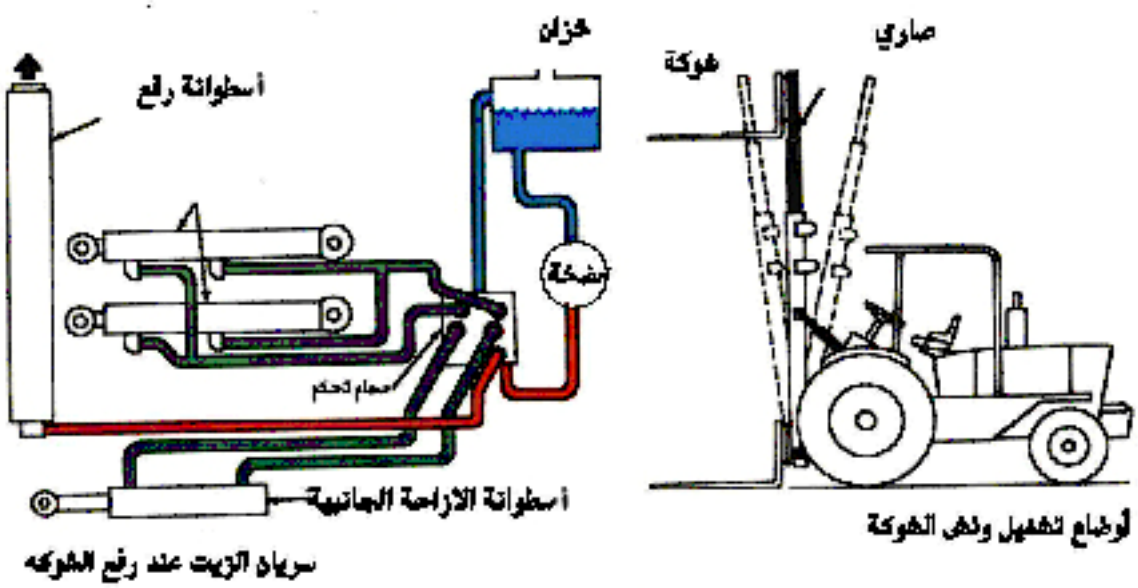
يستخدم الباكو من جهة قادوس صغير له أسنان تمكنه من حفر الخنادق ومن الجهة الأخرى قادوس كبير تمكنه من العمل كلودر. يمكن تركيب الباكو على هيكل تراكتور مثله في ذلك مثل اللودر أو البلد وزر. .شكل ٢٨ يبين باكو نموذجي. يتم إمداد الزيت الهيدروليكي للباكو يستمد من الدائرة الهيدروليكية لتراكتور يستخدم مع دائرة مركز مفتوح صمام الاختيار لكي يحول الزيت أثناء عمل الحفار. في شكل ٢٨ يحول صمام الاختيار الزيت من اللودر عند استخدام الحفار. .استخدام دوائر المركز المغلق يجعل الزيت متاحا "تحت الطلب" . يتحكم السائق في الباكو عن طريق أذرع. توجه هذه الأذرع الزيت خلال صمامات التحكم للأسطوانة المطلوبة لتشغيل وظائف ذراع الرفع(البوم) والقادوس (الباكت) والكتينة. الأسطوانات مزدوجة التأثير لتعطي قوة كاملة في كلا الاتجاهين. تستخدم أسطوانة مفصلية (متأرجحة) خاصة للف ذراع الرفع لتفريغ القادوس والرجوع إلى

الخندق. ويسمح استخدام الخراطيم القابلة للانثناء شكل ٢٨ بالحركة الحرة للباكو بدون أي إتلاف للدوائر الهيدروليكية.



النظم الهيدروليكية لأوناش الشوكة:-

تستخدم أوناش الشوكة في تداول ورفع ورص المنتجات والمواد . وهناك أوناش كثيرة مركبة خلف التراكتور عندئذ يعمل بطريقة عكسية حيث يكون السائق في مواجهة الونش . شكل ٢٩ يوضح ونش نموذجي ويسمى الهيكل الرأسي بالصاري بينما يسمى جهاز الرفع بالشوكة .الونش له دائرته الهيدروليكية الخاصة إما من النوع ذي المركز المغلق أو ذي المركز المفتوح وتستخدم في هذه الدوائر صمامات تحكم من النوع ذي المكابس(البلنجر أو سبول) وأسطوانات أحادية أو مزدوجة التأثير.



شكل (٢٩) تشغيل ونش الشوكة

معظم الأوناش يتوفر لها ثلاثة أوضاع يتم التحكم فيها هيدروليكيا:

١ – رفع وخفض الشوكة

٢ – إمالة الصاري من المقدمة إلى المؤخرة

٣ – إزاحة الصاري من جانب لآخر (اختياري).

ولرفع الشوكة ورفع الحمل يقوم السائق بتحريك ذراع التحكم ليوجه الزيت كما هو مبين بشكل ٢٩. يرسل صمام التحكم الزيت المضغوط إلى أسطوانة الرفع بينما يكون الزيت محجوزا في دوائر الإمالة و الإزاحة الجانبية (صمام بلنجر واحد (سبول) يكون مطلوبا لكل دائرة).

تشخيص و اختبار النظم الهيدروليكية :-

في الفصل الأخير من هذا الكتاب سوف نرجع ثانيا للدائرة الهيدروليكية الكاملة و سوف نستخدم معلوماتنا عن " كيف تعمل الدائرة " لنكتشف " لماذا تنهار أو تفشل الدائرة " و " كيفية العلاج " لهذه الأعطال و يسمى فصل ١٢ " تشخيص و اختبار الدوائر الهيدروليكية " و لكن قبل أن نحل الدوائر الكاملة يجب أن نلقي نظرة على الأجزاء العديدة الشغالة بتفصيل أكثر و مبين هذا في الفصول القادمة و سوف نبدأ بالمضخات.

نسرد هنا بعض الحقائق الأساسية التي تساعدك في فهم علم الهيدروليكا

١- الطاقة الهيدروليكية تقريبا دائما تتولد من طاقة ميكانيكية مثال : المضخة الهيدروليكية تدور بواسطة عمود كرنك محرك .

٢- خرج الطاقة الهيدروليكية تقريبا دائما يتحقق بالتحول إلى طاقة ميكانيكية

مثال: الأسطوانة التي ترفع مسحاج الحفار الثقيل.

٣ – يوجد ثلاثة أنواع من الطاقات الهيدروليكية

أ – طاقة وضع أو ضغط ب – طاقة حركة السوائل

ج – طاقة حرارية: طاقة مقاومة السريان والاحتكاك.

٤ – الطاقة الهيدروليكية لا تستحدث ولا تفنى ولكن تتحول من شكل إلى آخر

٥- كل الطاقة الداخلة إلى النظام الهيدروليكي يجب أن تخرج إما كشغل (كسب) أو كحرارة (فقد).

٦ – عندما تعاق حركة مائع متحرك تنشأ حرارة ويكون هناك فقد في طاقة الوضع (الضغط) لعمل شغل. مثال الماسورة أو الخرطوم الصغير جداً أو الماسورة أو الخرطوم التي أعيقت الحركة داخلها والفوهات الضيقة وصمامات تصريف الضغط تمثل ايضاً إعاقات ولكنها وضعت بالدائرة لغرض تصميمي.

٧ – السريان خلال الفوهات الضيقة والإعاقات يسبب انخفاض الضغط.

٨ – يجب أن يكون الزيت محبوساً لخلق ضغط للشغل.

الدائرة المحكمة العزل (التي ليس بها تسريب) تكون ضرورة في الهيدروليك

٩ – مرور الزيت يسبب أقل احتكاك

١٠- عادة يدفع الزيت إلى المضخة ولا يسحب إليها (ويقوم الضغط الجوي بأداء هذا الدفع ولهذا السبب يوجد منفس (فتحة تهوية) في قمة خزان الزيت)

١١ – المضخة لا تضخ (لا تزيد الضغط) ولكنها تخلق سريان وينتج الضغط بسبب مقاومة السريان.

١٢ – ربما ينتج نظامان هيدروليكيان قد يكون لهما نفس الخرج الأول ضغط عالٍ وسريان قليل والآخر ضغط منخفض وسريان عالٍ.

١٣ – الدائرة الهيدروليكية الأساسية يجب أن تتضمن أربعة مكونات: خزان لتخزين الزيت: مضخة لضخ الزيت في الدائرة: صمامات للتحكم في الضغط والسريان: أسطوانة (أو موتور) ليحول حركة المائع (السائل) إلى أسفل.

١٤ – مقارنة بين النظامين الهيدروليكيين الرئيسيين:

دائرة المركز المفتوح = الضغط متباين ولكن السريان ثابت

دائرة المركز المغلق = السريان متباين ولكن الضغط ثابت

١٥ – يوجد نوعان رئيسيان من الهيدروليكا

أ – هيدروديناميك هو استخدام سوائل عند سر عات عالية "في التصادم" للإمداد بالقدرة مثال: محول العزم.

ب – هيدروستاتيك هو استخدام سوائل عند سر عات منخفضة نسبيا ولكن عند ضغوط عالية

مثال: أغلب الدوائر الهيدروليكية وكل ما هو مذكور في هذه الحقيبة التدريبية .

أسئلة

١ – ما هي الأربع أسس المبدئية لعلم الهيدروليكا ؟

٢ – ما هي الأربعة مكونات المطلوبة لاستكمال دائرة هيدروليكية مبسطة جدا ؟

٣ – أملا الفراغات " في دائرة المركز..... الضغط متغير ولكن السريان ثابت" " في دائرة المركز..... السريان متغير ولكن الضغط ثابت"

٤ – صف الاختلاف في وضع صمام التحكم خلال وضع التعادل في دائرة المركز المفتوح ودائرة المركز المغلق.

٥ – هل يدفع السائل إلى المضخة أم يسحب إليها ؟

٦ – هل تقوم المضخة بخلق ضغط ؟

٧ – سريان الزيت خلال الفتحات الضيقة يجعل الضغط خلف الفتحة الضيقة: أ – يعلو ب – ينخفض

الإجابة:

١ – الأسس الأربعة :

أ – السوائل ليس لها شكل محدد ب – السوائل لا تنضغط

ج – تنقل السوائل الضغط الواقع عليها في كل الاتجاهات

د – السوائل تسبب (تقوم بعمل) زيادة كبيرة في قوة الشغل

٢ – المكونات الأساسية

أ – مضخة لدفع السائل خلال الدائرة

ب – أسطوانة (أو موتور) لتحويل حركة المائل إلى شغل

ج – صمامات للتحكم في ضغط المائع والسريان

د – خزان لتخزين المائع

٣ – الفراغ الأول مفتوح الفراغ الثاني مغلق

٤ – في دوائر المركز المفتوح يكون صمام التحكم مفتوحا خلال وضع التعادل ويسري الزيت خلال العودة إلى الخزان وفى دوائر المركز المغلق يكون صمام التحكم مغلقا خلال وضع التعادل ولا يضخ زيت خلال الصمام

٥ – عادة يدفع الزيت إلى المضخة بواسطة الجاذبية (الثقل)

٦ – لا المضخة تخلق سريان وينشأ الضغط من مقاومة السريان

٧ – ب – ينخفض.