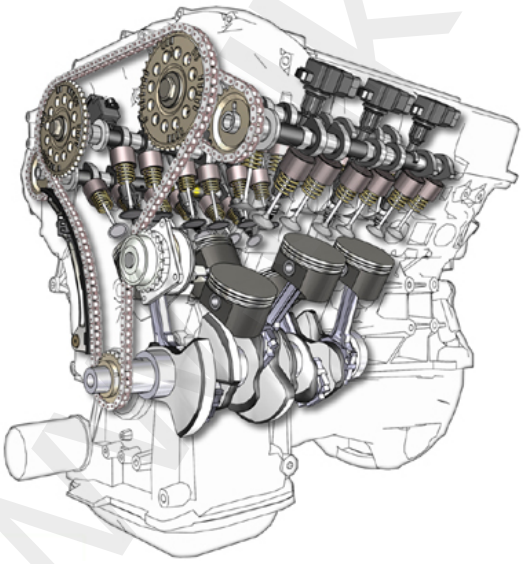
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

محركات ومركبات

نقل القدرة -٢

٢٢٢ تمر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " نقل القدرة ٢ " لمتدربي قسم" محركات ومركبات " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

www.alkottob.com

الجدارة: معرفة طريقة عمل القير الأوتوماتيكي في السيارة

الأهداف:

بعدما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

١. التعرف على الأجزاء الأساسية لناقل الحركة الأوتوماتيكي.
٢. شرح وظيفة وطريقة عمل الأجزاء الرئيسية لناقل الحركة الاوتوماتيكي.
٣. متابعة مسار القدرة خلال ناقل الحركة الأوتوماتيكي.
٤. شرح كيف يتم تغيير السرعات في ناقل الحركة الاوتوماتيكي.
٥. مقارنة الأنواع المختلفة من نواقل الحركة الأوتوماتيكية.

مستوى الأداء المطلوب: أن يكون الطالب قادراً على معرفة القير الأتوماتيكي وطريقة عمله بنسبة ١٠٠٪.

الوسائل المساعدة:

١. الرسومات التوضيحية في هذا الكتاب بوضعها على شرائح وعرضها على الطالب.
٢. المجسمات الموجودة في القسم النظري لناقل الحركة الاوتوماتيكي.

متطلبات الجدارة:

١. تحتاج إلى التدرب على المهارات الخاصة بتشخيص وإصلاح أعطال القابض والقير العادي.
٢. تحتاج إلى التدرب على المهارات الخاصة بتشخيص وإصلاح أعطال المحرك.
٣. تحتاج إلى التدرب على المهارات الخاصة بتشخيص وإصلاح الأعطال الكهربائية البسيطة.

www.alkottob.com

نقل القدرة (٢)

أساسيات نقل الحركة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

صناديق التروس الاوتوماتيكية

أداء صندوق التروس الأوتوماتيكي هو نفسه أداء صندوق التروس اليدوي والذي سبق أن درسناه في مقرر نقل قدرة (١) ولكن الاختلاف يكمن في أن تغيير السرعات أو تحرير القابض تتم اوتوماتيكياً. فمعظم المركبات الحديثة الآن تستخدم ناقل الحركة الأوتوماتيكي لأن ذلك يعفي السائق من عمل التغييرات في السرعات يدوياً وكذلك الضغط على دعسة القابض. وبالتالي أمكن تفادي أخطاء التشغيل وما قد يترتب عنها من أضرار في أجهزة نقل الحركة وتصبح الأجزاء التي يتحكم فيه قائد المركبة هي دواسة البنزين ورافعه أو عصا التغيير لحركة المركبة إما للإمام أو للخلف.

مميزات ناقل الحركة الأوتوماتيكي

- ❖ يقلل من إجهاد السائق نتيجة إلغاء تشغيل القابض وتكرار تغيير تعشيق التروس.
- ❖ يتم تغيير تعشيق التروس بسهولة أوتوماتيكياً للسرعة المناسبة لظروف الحركة.
- ❖ تلافى زيادة تحميل المحرك وأجهزة نقل الحركة، حيث أنهما توصلان بعضهما هيدروليكيا. وليس ميكانيكيا (من خلال محول العزم).

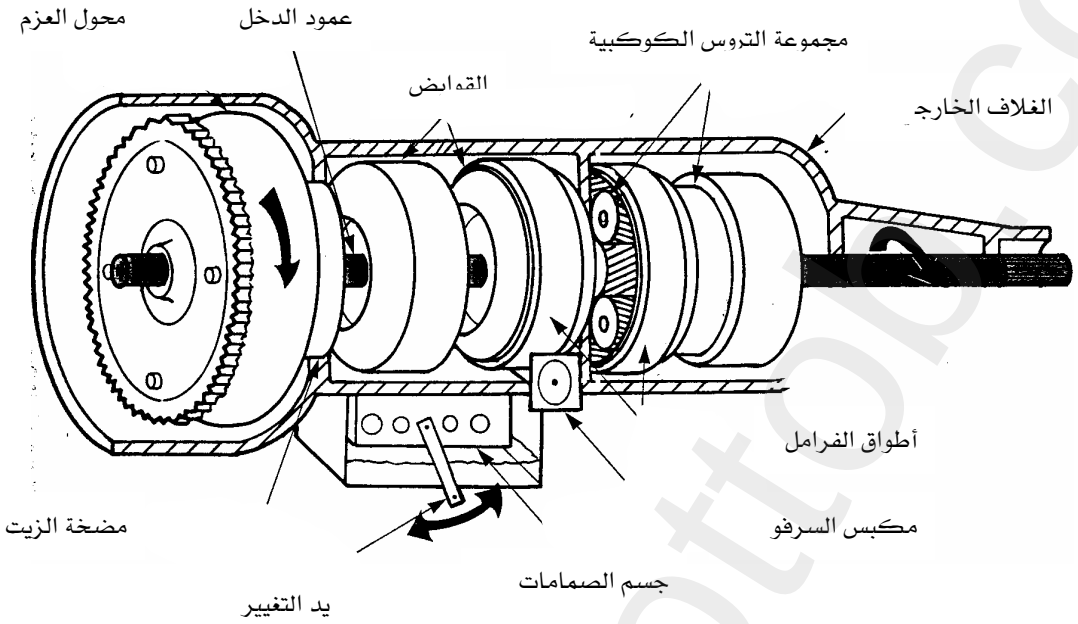
تركيب ناقل الحركة الأوتوماتيكي

يتركب ناقل الحركة الأوتوماتيكي من ثلاث وحدات رئيسية هي محول العزم ومجموعة التروس الكوكبية ووحدة التحكم الهيدروليكي انظر شكل ١ -١ وقد يمكننا تفصيل بعض هذه الوحدات التي يتركب منها ناقل الحركة الأوتوماتيكي فتكون كما يلي:

- جسم صندوق السرعة (الجرم) والقنطرة الأمامية التي تحتوي محول العزم (الجرس)
- القابض الهيدروليكي - محول العزم
- عمود الدخل
- مضخة الزيت
- المكابس والسرفو (أداة التحكم المؤازر)
- وحدة الترس الكوكبية
- مجموعة من القوابض وأشرطة الفرامل
- وحدة التحكم الهيدروليكي
- التوصيلات اليدوية

www.alkottob.com

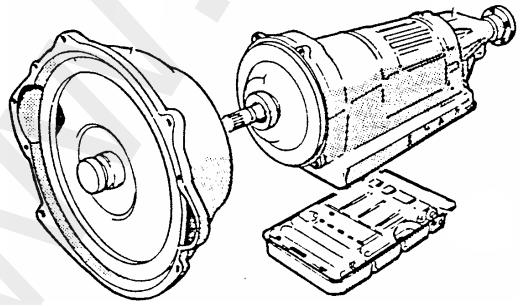
- الجسم الخلفي
- التوصيلات الكهربائية
- عمود الخرج



شكل ١ -١ شكل عام لناقل الحركة الأوتوماتيكي

١ - جسم ناقل الحركة الأوتوماتيكي

يصنع جسم ناقل الحركة الأوتوماتيكي (الجرم) والقنطرة الأمامية التي تحتوي محول العزم (الجرس) من سبيكة من معدن خفيف مثل الألومنيوم. انظر شكل ١ -٢ ويسبك الاثنين مع بعضهما وكأنهما جزء واحد وهذا يعطى قوة للجسم ويقلل من تعرضه للكسر نتيجة للاهتزازات الحادة من التشغيل.



الشكل ١ -٢ القنطرة الأمامية (الجرس) محتوية محول العزم وجسم ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

www.alkottob.com

٢ - القابض الهيدروليكي - محول العزم

يركب محول العزم بعد المحرك مباشرة ويأخذ حركته من عمود مرفق للمحرك. ويملأ محول العزم بسائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

٣ - عمود الدخل

وهو الذي ينقل القدرة من محول العزم إلى الأعضاء المختلفة في مجموعة التروس الكوكبية.

٤ - مضخة الزيت

وهي التي تنتج الضغط لمحول العزم ولتشغيل مكونات النظام الهيدروليكي

٥ - المكابس والسرفو (أداة التحكم المؤازر)

وهي الخاصة بالتأثير على الأطواق وأشرطة الفرامل

٦ - وحدة الترس الكوكبية

تركب وحدة التروس الكوكبية داخل علبة ناقل الحركة. وتتكون وحدة التروس الكوكبية البسيطة من ترس شمسي وترس حلقي وتروس صغيرة كوكبية مع حامل لهذه التروس.

٧ - وحدة التحكم الهيدروليكي

تتكون وحدة التحكم الهيدروليكي من خزان للزيت وطلمبة الزيت ، والتي تولد الضغط الهيدروليكي ، وصمامات مختلفة لها وظائف مختلفة أو ممررات السائل وأنابيب، التي توصل سائل ناقل الحركة إلى القوابض ، الفرامل والمكونات الأخرى لنظام التحكم الهيدروليكي.

٨ - التوصيلات اليدوية

يقوم ناقل الحركة الأوتوماتيكي بالتعشيق لأعلى أو لأسفل أوتوماتيكيا ، ولذا لزم وجود بعض التوصيلات اليدوية وهى الخاصة بعصا الاختيار وكذلك دواسة التسارع والخانق.

٩ - مجموعة من القوابض وأشرطة الفرامل

وهي التي تقوم بتوصيل الحركة أو فصلها لأحد أعضاء مجموعة التروس الكوكبية

١٠ - الجسم الخلفي لناقل الحركة

هذا الجزء مصنوع من معدن خفيف مثل جسم الناقل وبه محاور تحميل (رومان بلي) لعمود الخرج

www.alkottob.com

١١ -الأجزاء الكهربائية

هناك بعض التجهيزات الكهربائية مثل الصمام المغناطيسي للسرعة ومفتاح الإضاءة للسرعة الخلفية وصمام المنع لتشغيل السلف. إذ أن ناقل الحركة الأوتوماتيكي مزود بأدوات تمنع وصول التيار الكهربي للسلف عندما تكون يد التعشيق على الأوضاع مثل (D,1,2,R) حتى لا تنطلق المركبة حال تشغيلها وهي في الأوضاع السابقة ويسمح للسلف بالعمل عندما تكون يد التعشيق بأحد الوضعين (P,N) فقط. وكذلك هناك مفتاح قريب من زراع التعشيق عند وضعة في (R) لتشغيل كشافات السرعة الخلفية.

١٢ - عمود الخرج

وهو الذي ينقل عزم المحرك من مجموعة التروس إلى عمود الإدارة (عمود الكردان).

أساسيات نقل الحركة

قبل البدء في تناول تركيب ونظرية عمل صندوق التروس الأوتوماتيكي بالتفصيل فمن المهم جداً أن نستعرض بعض أساسيات نقل الحركة. سوف تساعدك هذه الأساسيات على الفهم الكامل بتركيب ونظرية عمل صناديق السرعات الأوتوماتيكي. هذه الأساسيات مرتبطة بالتروس وأساسيات علم الهيدروليكا.

الآن دعنا نبدأ بشرح خصائص التروس عامة من حيث أنواعها وكيفية نقل الحركة بها وعن كيفية تحديد نسبة التروس وإيجاد نسب التخفيض المختلفة وكذلك التعرف على أنظمة التروس الكوكبية.

www.alkottob.com

التروس Gears

تعتبر التروس الأكثر شيوعا واستخداما لنقل الحركة في السيارات. وهي الأساس لأي صندوق تروس يدوي أو أوتوماتيكي وخصوصا إذا كانت التروس مرتبطة ببعضها البعض تماما مثل نظام التروس الكوكبية. وتتميز التروس بما يلي:

صغر الحجم

١ - كفاءة عالية في نقل الحركة

٢ - لها مجال واسع في نسب التخفيض

٣ - سهلة الصيانة

٤ - سهولة الحصول على سرعة متغيرة وعزم مختلف

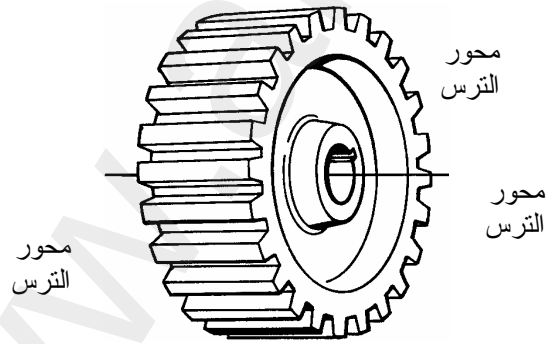
٥ - تستخدم أيضا بسهولة لنقل الحركة بين عموديين في مستويين مختلفين

٦ - سهولة عكس اتجاه الدوران

أنواع التروس Gears types

التروس الأسطوانية ذات الأسنان العدلة Spur Gears

إن أبسط أنواع التروس هو الترس ذو السنة العدلة أو المستقيمة كما هو واضح في الشكل ١ -٣ وهو عبارة عن عجلة أو قرص وحوله مجموعة من الأسنان وهذه الأسنان موازية لمحور الترس ويتم إنتاج هذه التروس بسهولة ويسر ويكون شكل السنة عادة على هيئة منحنى إنفليوت Involute أو منحنى دوري Cycloid.



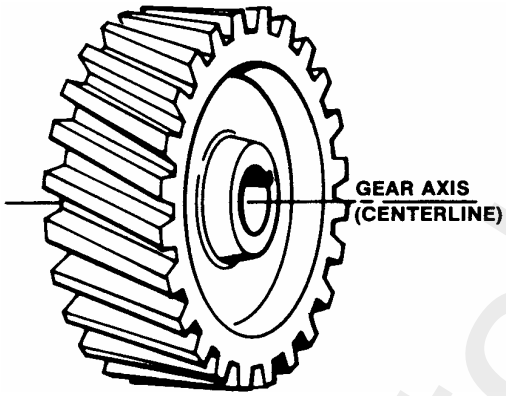
شكل ١ -٣ شكل السنة في التروس العدلة

يكون دائما متوازيا مع محور الترس

www.alkottob.com

التروس الاسطوانية ذات الأسنان المائلة Helical Gears

الأسنان في هذه التروس موضحة في الشكل ١-٤ وهي تصنع بزوايا مختلفة بالنسبة لمحور الترس وقد تميل هذه الأسنان بزاوية مقدارها من ٢٠ - ٨٠ درجة على محور الترس ويمكن أن تكون الأسنان يمينية أو يسارية وعند تحميل التروس من هذا النوع يجب أن يتم التعشيق بطريقة تدريجية

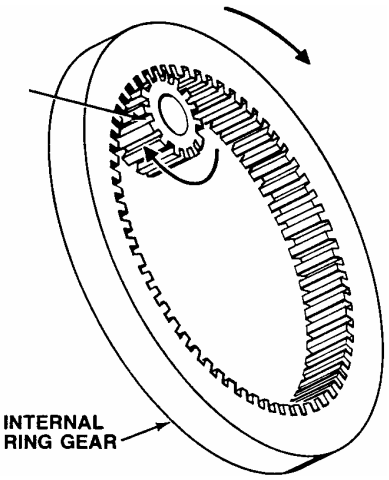


شكل ١ -٤ شكل السنة في التروس المائلة تأخذ دائما زاوية مع محور الترس

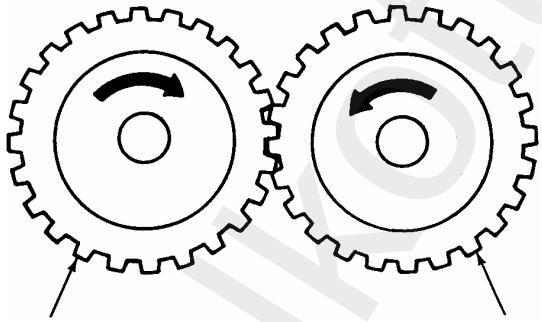
التروس الخارجية والتروس الداخلية External And Internal Gears

أسنان التروس العدلة أو الحلزونية والتي وضحت في الأشكال ١ -٣ و ١ -٤ يمكن أن تشكل من الخارج أي على السطح الخارجي للقرص وفي هذه الحالة يسمى الترس الخارجية أما إذا شكلت أسنان الترس من الداخل تسمى في هذه الحالة بالترس الحلقي أو الترس الداخلي كما هو واضح بالشكل ١ -٥ والأسنان في الترس الداخلي تشبه أسنان الترس الخارجي فهي إما أن تشكل بأسنان عدلة مستقيمة (موازية لمحور الترس) أو على هيئة حلزونية مائلة (تشكل زاوية بالنسبة لمحور الترس)
وعندما يعشق الترس الخارجي مع الترس الحلقي فإن حركة الترس الخارجي تكون في نفس اتجاه الحركة للترس الداخلي وكما هو موضح بالشكل ١ -٥ . وعندما يكون هناك ترسان خارجيان معشقان مع بعضهما كما في الشكل ١ -٦ فإن الحركة تكون عكس الترس الآخر

www.alkottob.com



شكل ١ - ٥ عند تعشيق الترس الصغير الخارجي
مع الترس الحلقي والترسين يدوران في نفس الاتجاه

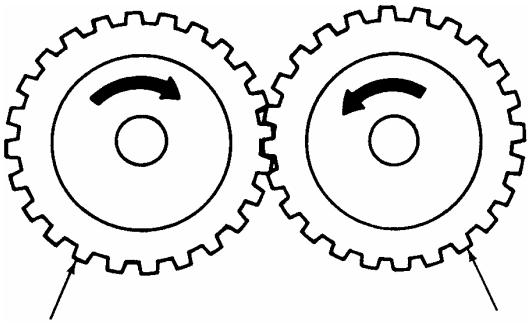


شكل ١ -٦ تعشيق ترسين خارجيين والترسين
دائما يدوران عكس بعضهما

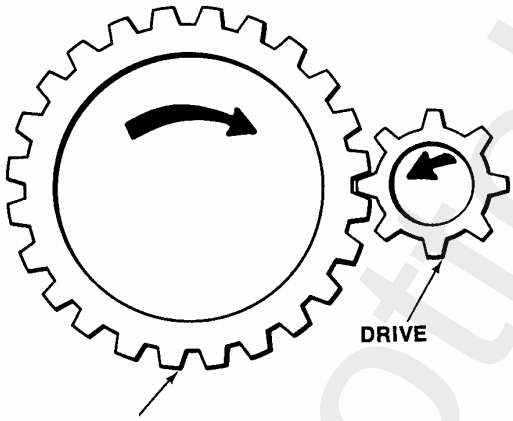
نسب التروس Gear Ratios

عندما يدور ترس فإنه يدير الترس الآخر وتكون نسبة التروس عبارة عن قسمة سرعة الترس القائد على سرعة الترس المنقاد أو هي قسمة عدد أسنان الترس المنقاد على عدد أسنان الترس. فإذا كان هناك ترسان معشقان مع بعضهما بنفس الأبعاد وبنفس عدد الأسنان فإن سرعة الترس الأول تساوي سرعة الترس الثاني وبالتالي فإن نسبة التروس في هذه الحالة تكون ١ إلى ١ وتكتب ١:١ انظر الشكل ١ - ٧ بمعنى إذا كان أحد هذه التروس متصل بالمحرك والآخر متصل بأجهزة نقل الحركة فإن عمود نقل الحركة سوف يدور بنفس سرعة المحرك

www.alkottob.com



شكل ١ -٧ نسبة التروس ١:١



شكل ١ -٨ نسبة التروس ١:٣

نسب تخفيض التروس (تخفيض السرعة) Gear Reduction

إذا أدار أحد التروس ترساً آخر يكبره بثلاث مرات وله عدد أسنان ثلاث أضعاف الترس الأول - ، الترس القائد الصغير سوف يدور ثلاث مرات بينما الترس المنقاد سوف يدور دورة واحدة نسبة التخفيض هنا ٣ : ١ كما هو واضح في الشكل ١ -٨ . التخفيض هنا يشير إلى انخفاض سرعة عمود الخرج (المنقاد). وفي السيارات تكون نسبة التخفيض الأولى كبيرة بالمقارنة بالسرعة الثانية أو الثالثة وكمثال فإن نسبة التخفيض الأولى تكون ١:٣ وتكون نسبة التخفيض الثانية ١:٢ والسرعة الثالثة مثلا ١:١.

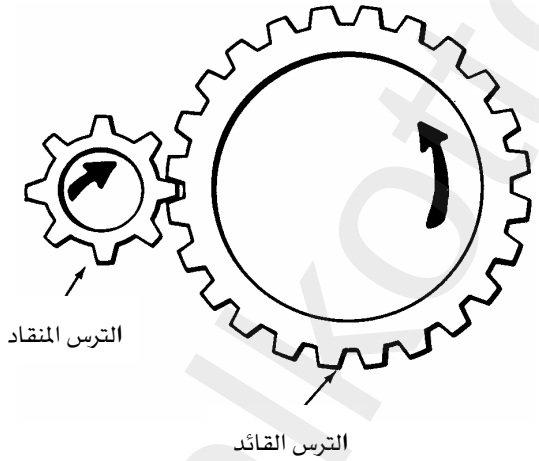
عدد التخفيضات في صندوق السرعات مرتبط بالمقاومات التي يمكن أن تواجه السيارة مثل قوة مقاومة التدحرج ، مقاومة التعجيل أو التجاوز، قوة مقاومة صعود المنحدرات أو قوة مقاومة جر أي شيء مثل الكرفان أو قوة مقاومة الهواء (إيروديناميك) والتي هي مرتبطة بشكل وانسيابية السيارة وكذلك المساحة الإسقاطية لمقدمة السيارة وسرعة السيارة وسرعة الريح.

www.alkottob.com

أما نسب التخفيض فمن الممكن إيجادها عن طريق الرسم البياني المرتبط بعدد لفات المحرك عند أقصى قدرة وعند أقصى عزم للمحرك وإما أن نحدده جبريا عن طريق المتوالية الهندسية.

فوق السرعة Overdrive

فوق السرعة هي عكس تخفيض السرعة وهذا يحدث عندما يكون الترس المنقاد أسرع من الترس القائد انظر الشكل ١ -٩ ومثال ذلك إذا دار الترس القائد دورة واحدة لكل ثلاث دورات من الترس المنقاد وبالتالي يكون نسبة فوق السرعة هنا واحد إلى ثلاثة أي ٣:١ . في نقل الحركة للسيارات تستخدم نسب فوق السرعة، هذه النسب تكون في حدود ١:١,٢ أو ١:١,٤ وهذا يتوقف على ظروف التشغيل.



شكل ١ -٩ نسبة التروس ٣:١

www.alkottob.com

أنظمة التروس الكوكبية (الفلكية) Planetary Gear Systems

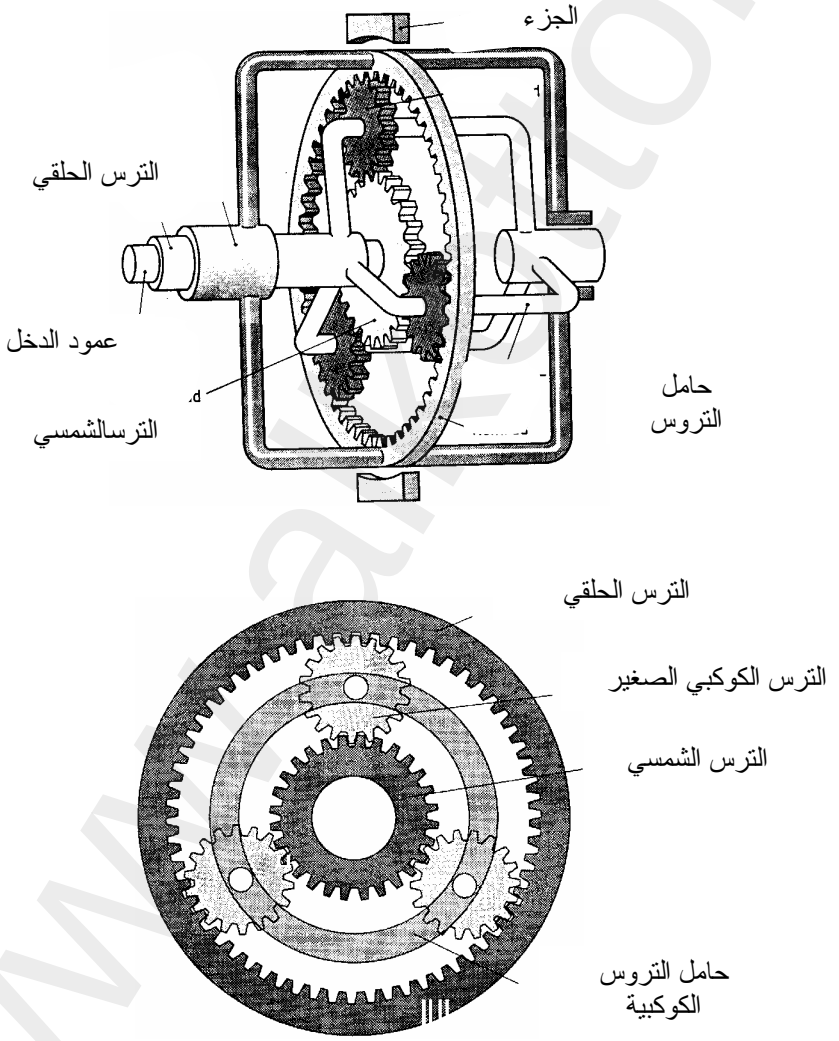
مجموعة التروس الكوكبية تعتبر هي القلب لأي ناقل حركة أوتوماتيكي وتتكون مجموعة التروس الكوكبيه أساساً من:

١ - الترس الشمسي Sun gear

٢ - الترس الحلقي او الداخلي Internal ring gear

٣ - حامل الترس الكوكبية Planet carrier

انظر شكل١ -١٠ يمكن استخدام مجموعة التروس الكوكبية للحصول على نسبة مختلفة لنقل الحركة عن طريق تثبيت أو تعشيق أحد هذه الأجزاء.



شكل ١ -١٠ مجموعة تروس كوكبية بسيطة

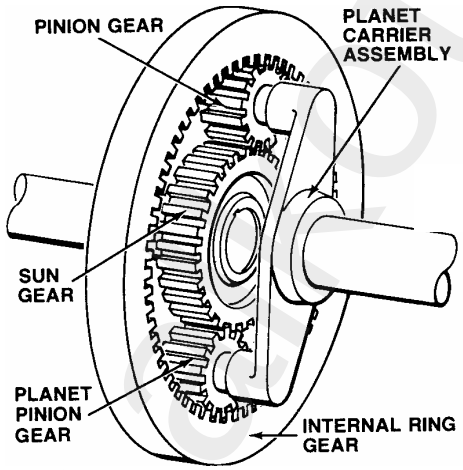
www.alkottob.com

وظائف وحدة التروس الكوكبي:

- ❖ توفير عدة نسب للتروس للحصول على العزم والسرعة المناسبة طبقا لظروف التشغيل ومتطلبات الطريق
- ❖إعطاء سرعة خلفية
- ❖إعطاء الوضع المحايد للتروس

والشكل العام لهذا النظام موضح بالشكل ١ - ١١. الترس الشمسي أخذ هذا الاسم من وضعه في مركز مجموعة التروس والتروس الأخرى (الكوكبية) تدور حول نفسها وتدور حول الترس الشمسي وهذا يشبه تماما نظام الكواكب ودورانها حول الشمس.

حامل التروس الكوكبية مكون من عدد من التروس الكوكبية مع وجود حامل لهذه التروس وجميع التروس معشقة مع بعضها البعض بصورة دائمة وفي كل وقت.



شكل ١ -١١ حامل التروس الكوكبية

يحمل التروس الكوكبية الصغيرة

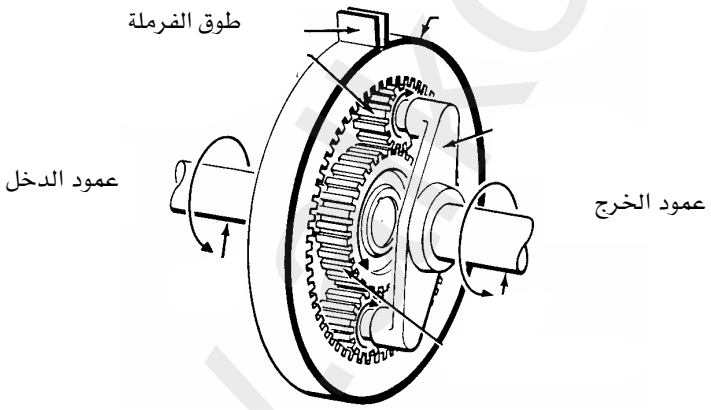
والترس الحلقي الداخلي هو الترس المشكل عليه الأسنان من الداخل، هذه الأسنان معشقة بالكامل ودائما مع التروس الفلكية الصغيرة. ليس فقط كل من الترس الشمسي وحامل التروس الكوكبية والترس الداخلي الحلقي معشقة دائما مع بعضهم ولكن كل هذه التروس تدور في نفس المحور وهذا يعني أن القدرة الداخلة Input power والقدرة الخارجة Output power سوف تنقل من خلال

www.alkottob.com

مجموعة التروس الكوكبية على محور واحد. أيضا وكما سنرى لاحقا فإن التروس لا تفصل ولا تتحرك لتغير نسب التروس كما هو الحال في صناديق السرعات اليدوية.

في نظام التروس الكوكبية الأسنان لكل ترس معشقة دائما مع أسنان الترس الآخر وبالتالي فإن إدارة أي ترس سوف يؤثر على بقية التروس ولنقل القدرة أو الحركة خلال نظام التروس الكوكبية فإننا يجب أن ندير أحد التروس بينما يثبت أحد التروس الأخرى وبالتالي يمكننا أخذ الحركة من الترس الثالث الذي يعطي الحركة إلى عمود الكردان فالعجلات.

أي من الأعضاء في منظومة التروس الكوكبية يمكن أن يكون هو العضو الدائر (Drive) وسوف نطلق عليه العضو الدائر أو القائد Input member وأي عضو آخر يمكن أن يكون العضو المدار أو العضو المنقاد (Driven) سوف نطلق علية الخرج Output member . ففي هذا النظام أن تجعل أحد الأعضاء قائد بينما يكبح الآخر كما هو واضح من الشكل ١ -١٢.
وقد يكون أحد التروس منقاد بالنسبة لترس أخر وهو في نفس الوقت قائد لترس ثالث.



شكل ١ -١٢ لنقل القدرة خلال مجموعة التروس الكوكبية. أحد الاعضاء يجب أن يدور (عضو الدخل) وعضو أخر يجب أن يقف أما الترس الثالث فهو ترس الخرج

www.alkottob.com

نسبة التروس لمجموعة التروس الكوكبية

حيث ان تروس الكوكبية الصغيرة دائما تشتغل كتروس خاملة، لذلك يتم تحديد نسبة التروس لمجموعة التروس الكوكبية بعدد أسنان الحامل ، الترس الحلقى والترس الشمسي

(حيث إن ا لحامل ليس ترسا وليس له أسنان ، فيتم تحديد كما يلي

يمكن تحديد أسنان الحامل z_2 من المعادلة ١ -١ التالية:

$$z_2 = z_1 + z_3 \qquad 1\text{-}1$$

حيث

z_1	عدد أسنان الترس الشمسي
z_2	عدد أسنان الحامل
z_3	عدد أسنان الترس الحلقي

نسبة التخفيض الأساسية لمجموعة التروس الكوكبية البسيطة في صورتها العامة لأي سرعة فهي مرتبطة بالمعادلة التالية.

$$n_1 + (\frac{z_3}{z_1}).n_3 = (1 + \frac{z_3}{z_1}).n_2 \qquad 1\text{-}2$$

حيث

n_1	سرعة الترس الشمسي
n_2	سرعة حامل التروس الكوكبية
n_3	سرعة الترس الحلقي

www.alkottob.com

أساسيات الهيدروليكا

مقدمة

تنقسم حالات المادة إلى صلبة وسائلة وغازية ويطلق المصطلح " الموائع" على السوائل والغاذات إذا ينطبق عليهما التعريف العلمي نفسه وهو أن الموائع تعاني تغيرا مستمراً في شكلها تحت تأثير إجهاد القص مهما صغرت قيمته ومعظم الموائع يتناسب فيها هذا التغير تناسبا طردياً مع زيادة هذا الجهد ويسمى معامل التناسب باسم معامل الزوجة ونتخذ قيمة هذا المعامل مقياسا لمقاومة المائع للحركة. وتكون وحداتها هي داين ثانية / سم٢.

في منزلك نظام المياه هو أحسن الأنظمة التي يمكن أن تمثل كنظام هيدروليكي. المياه تضخ خلال أنابيب تحت ضغط يمكن التحكم فيه وذلك تحت حجم ثابت وبالتالي يكون ضغط المياه ثابتاً.

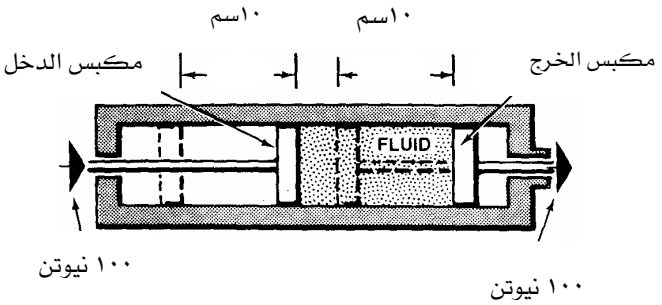
إن أول من درس علم الهيدروليكا هو العالم الفرنسي بلس بسكال وإن كلمة Hydraulics قد أتت من الكلمة اليونانية "Hydro " وهي تعني المياه. ويهتم هذا العلم بدراسة سلوك المياه وتطبيقها في كل السوائل ومنها الزيت بالطبع.

والسوائل ليست كالغازات فإن السوائل تمتاز بعدم قابليتها للانضغاط وهي بذلك مؤهلة لنقل القوة أو الحركة من موقع إلى موقع آخر مثل أي وسيلة ميكانيكية. ويمكن استخدام كلمة مائع "fluid " أو كلمة سائل "Liquid " وخصوصا حينما يشار إليها في علم تطبيقات الهيدروليكا.

القوة الهيدروليكية والضغط Hydraulic force and pressure

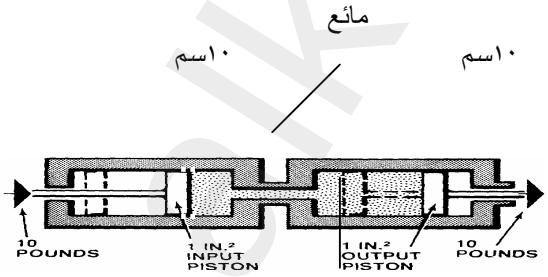
النظام الهيدروليكي البسيط يمكن أن نتناوله بسهولة ويسر باستخدام اسطوانة أحادية واستخدام مكبس دخول " Input piston"ومكبس خروج " Output piston" لهما نفس المساحة السطحية كما في شكل ١ -١٣ الفراغ الموجود بين المكبسين مملوء بالسائل فإذا أثرنا بقوة مقدراها ١٠٠ نيوتن على مكبس الدخول وتحرك هذا المكبس تحت تأثير هذه القوة ١٠ سم فسوف نجد أن المكبس (الثاني) مكبس الخروج سوف يتحرك بنفس مسافة المكبس الأول وهى١٠سم وسوف يؤثر بقوة مقدارها ١٠٠ نيوتن.

www.alkottob.com



شكل ١ -١٣ الحركة والقوة تنتقل من مكبس الدخل إلى مكبس الخرج بواسطة المائع في اسطوانة مغلقة

الآن يمكننا أن نضع نفس المكبسين في اسطوانتين منفصلتين يصل بينهما أنبوبة كما في شكل١ -١٤ . الفراغ الموجود بين المكبسين والأنبوبة مملئين بالسائل وكما بينا سابقاً فإذا حركنا المكبس الأول (مكبس الدخول) مسافة ١٠ سم مع وجود القوة المؤثرة على المكبس و مقداراها ١٠٠ نيوتن فان ذلك سوف يسبب في تحريك المكبس الثاني ١٠ سم ويستطيع هذا المكبس أن يؤثر بقوة مقدراها ١٠٠ نيوتن. مما سبق نجد أننا نتكلم عن قوة داخلة وقوة خارجة.



١٠٠ نيوتن ١سم٢ مكبس الخرج أنبوبه ١ سم٢ مكبس الدخل

شكل ١ -١٤ نفس الحركة والقوة يمكن نقلهما بدون تغيير من اسطوانة إلى اسطوانة أخرى خلال أنبوب

الضغط Pressure

يعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحات. وهذه القوة تكون في اتجاه عمودي على المساحة ولنتذكر أن الضغط هو مقياس القوة لكل وحدة مساحة.ووحدة الضغط الشائعة هو الكيلو

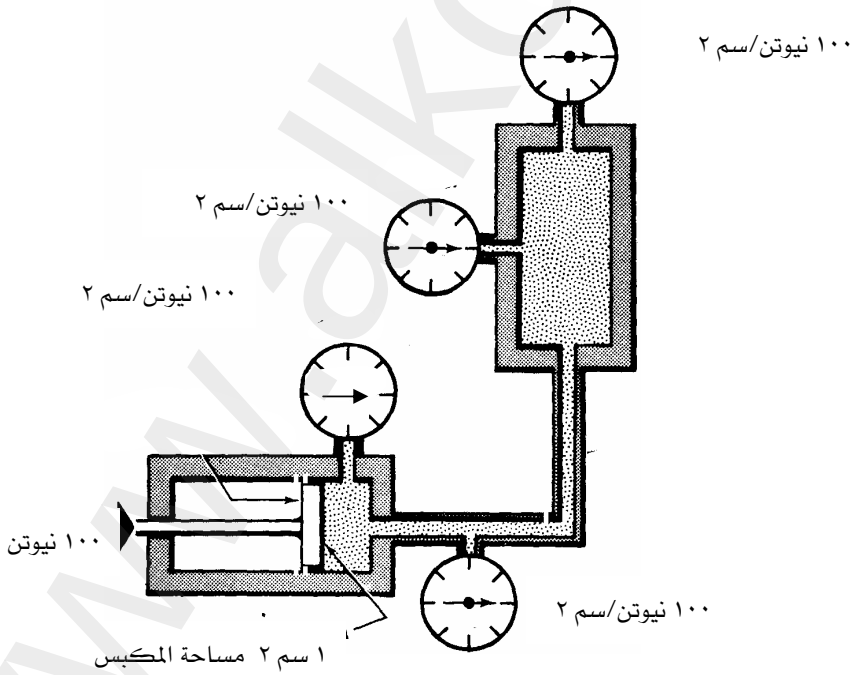
www.alkottob.com

جرام /سم ٢ (كجم/ سم ٢) أو بوحدة النيوتن /سم ٢ أو بوحدات {pound per square inch (psi)} رطل على البوصة المربعة أو بوحدات {Kilopascals (Kpa)} كيلوبسكال أو بوحدة البار (bar) . وعندما نقول إن الضغط عند نقطة من المائع هو .كذا .كجم / سم٢ ، فإن هذا يعني أن القوة على مساحة صغيرة مرسومة حول نقطة هو هذا الرقم فإذا أخذنا هذه المساحة أفقية كان خط عمل قوة الضغط رأسيا. أما إذا أخذنا المساحة رأسية فإن خط العمل يكون أفقياً.

قياس الضغط pressure measurement

ويقاس الضغط بواسطة أجهزة تعرف بالمانومترات. وعادة ما تستعمل السوائل أو الزئبق لتبيان الضغط والضغط المقاس بهذه الأجهزة يسمى " الضغط العياري" أي منسوبا إلى الضغط الجوي فهو إما أعلى من الضغط الجوي، فهو ضغط موجب، وإما أقل من الضغط الجوي، فهو ضغط سالب، أما الضغط المطلق فهو المنسوب للضغط المطلق.

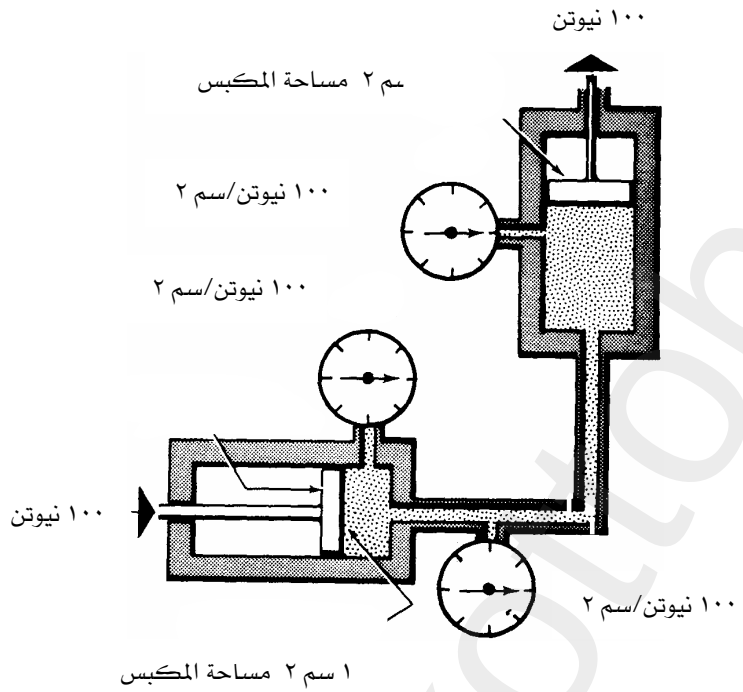
فإذا كان مكبس الدخول عندنا مساحة سطحه ١ سم ٢ والقوة المؤثرة على هذا المكبس ١٠٠ نيوتن فان هذا يولد ضغط مقداره ١٠٠ نيوتن /سم ٢ في أي مكان بالنظام كما هو واضح من الشكل ١ -١٥.



شكل ١ -١٥ الضغط الهيدروليكي يكون منتظماً خلال نظام مغلق

www.alkottob.com

إذا كان مساحة سطح مكبس الخرج هي أيضا١ سم ٢، وكان الضغط داخل النظام ١٠٠ نيوتن/سم ٢ فإن هذا الضغط يعطي قوة مقدارها ١٠٠ نيوتن من مكبس الخرج كما هو واضح من الشكل ١ -١٦.



شكل ١ -١٦ عندما تكون المساحات لكل من مكبس الدخل والخرج
متساوية، فتكون الحركة والقوة للدخل والخرج أيضا متساوية

لأن مكبس الدخل سوف يتحرك فان الضغط في النظام سوف ينقل كل من القوة والحركة إلى مكبس الخرج (Output piston) . فإذا كانت مساحة كل من مكبس الدخل والخرج متساوية فإن قوة كل من مكبس الخرج والدخل سوف تكون متساوية. وفي بعض الأحيان يمكن أن يستخدم الضغط الهيدروليكي لزيادة الحركة أو القوة وهذا يمكن تحقيقه عن طريق استخدام مكبس للدخل يختلف في أبعاده ومساحته عن مكبس الخرج. ولمعرفة ذلك سوف نبدأ باختبار كيف أن التغيير في أبعاد مكبس الدخل سوف يؤثر في ضغط النظام.

وكما هو معروف فان الضغط الهيدروليكي في أي نظام يحسب بواسطة قسمة القوة المؤثرة على المكبس الأول على مساحته

الضغط = القوة / المساحة نيوتن / سم ٢

www.alkottob.com

وبالتالي نقول أن الـ ١٠٠ نيوتن وهي قوة الدخل مقسومة على ١ سم٢ وهي مساحة سطح المكبس فإنها تعطي ضغطاً مقداره ١٠٠ نيوتن/سم٢ (١/١٠٠ = ١٠٠ نيوتن / سم٢).

ولو استطعنا أن نزيد مساحة المكبس إلى ٢ سم٢ ونحتفظ بنفس القوة ١٠٠ نيوتن فإن الضغط في النظام سوف يصبح ٥٠ نيوتن/سم٢ (٢/١٠٠=٥٠ نيوتن/سم٢) انظر الشكل ١ -١٧.

أيضا يمكن أن نأخذ مثالا آخر بتخفيض مساحة المكبس الى ٠٥ سم٢ وبذلك يكون الضغط (٠٥/١٠٠=٢٠٠ نيوتن/سم٢)

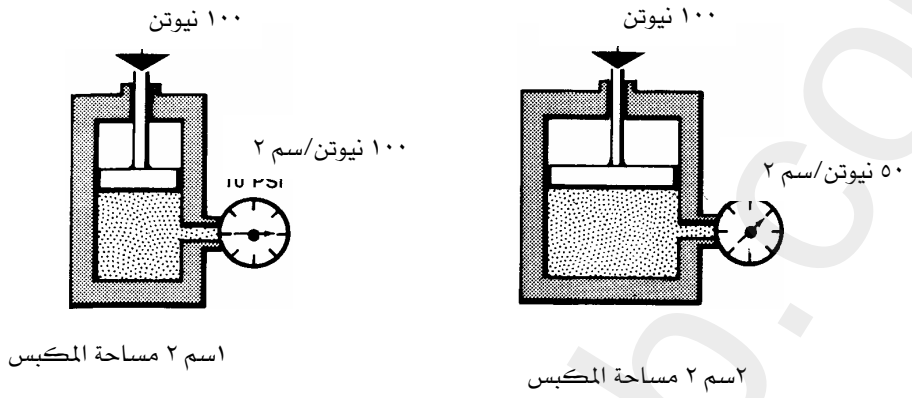
والآن دعنا نرى كيف أن ضغط النظام يؤثر على قوة الخرج. نحن قسمنا القوة المؤثرة على سطح مكبس الدخل على مساحة سطح المكبس حتى نحصل على ضغط النظام، وبالتالي نقول إننا لكي نحصل على القوة المؤثرة على مكبس الخرج ، فإننا سوف نضرب ضغط النظام X مساحة سطح مكبس الخرج.

القوة = الضغط . مساحة المكبس

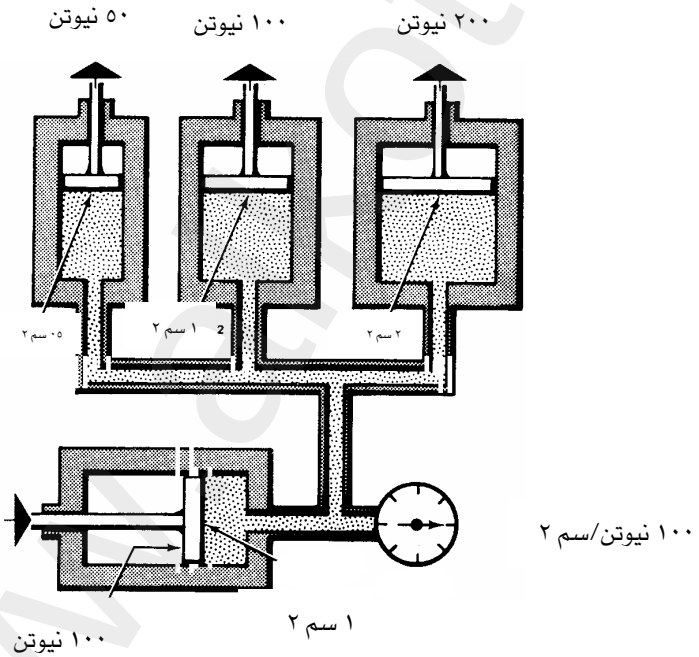
فإذا أثرنا بضغط النظام الذي مقداره ١٠٠ نيوتن / سم٢ مضروبا في ١ سم٢ (مساحة المكبس) فإننا نحصل على القوة المؤثرة على مكبس الخرج (١X١٠٠ =١٠٠ نيوتن). فإذا أثرنا بنفس الضغط ١٠٠ نيوتن / سم٢ على ٢ سم٢ فإننا نحصل على قوة مقدارها ٢٠٠ نيوتن (١٠٠ X ٢=٢٠٠ نيوتن). وإذا خفضنا أبعاد مكبس الخرج فإننا نحصل على قوة منخفضة.

مثال على ذلك إذا كان الضغط ١٠٠ نيوتن / سم٢ وتؤثر على مساحة مقدارها ٠٥ سم٢ فإننا نحصل على قوة الخرج=٥٠ نيوتن (١٠٠ X ٠٥=٥٠ نيوتن). فباختلاف قيمة القوة المؤثرة على مكبس الخرج خفضنا قيمة الضغط هذا يتضح من الشكل ١ -١٨.

www.alkottob.com



شكل ١ -١٧ بقسمة قوة الدخل المؤثرة على المكبس
على مساحته نحصل على الضغط *(F/A=P)*

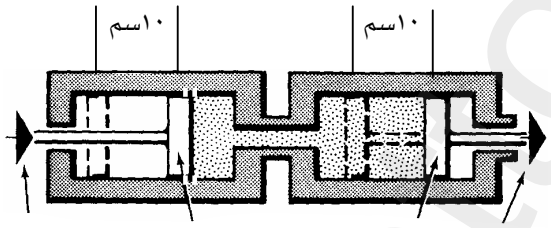


شكل ١ -١٨ بضرب الضغط في مساحة مكبس الخرج لتحديد
القوة الخارجة *(P. A=F)*

www.alkottob.com

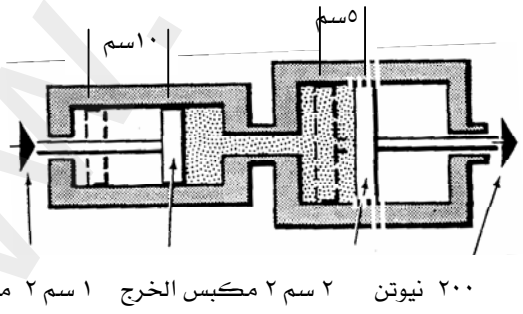
الحركة الهيدروليكية Hydraulic motion

نحن نتكلم عن نقل الحركة وتغيير القوة من خلال الضغط الهيدروليكي؟ ولكن ماذا عن الحركة الداخلة أو المؤثرة والحركة الخارجة output motion . إذا كانت القوة الداخلة والقوة الخارجة متساويتين فإن مقدار الحركة الداخلة والخارجة أيضا متساوية انظر الشكل ١ -١٩. دعنا نرجع مرة أخرى إلى المثال السابق، فإن ١٠٠ نيوتن قوة تؤثر على ١ سم٢ لمكبس الدخل فإن هذا سوف يعطي ضغط مقداره ١٠٠ نيوتن/سم٢. هذا الضغط سوف يؤثر على مكبس الخرج الذي هو الأخر مساحته ١ سم ٢ لإعطاء ١٠٠ نيوتن قوة خارجية. إذا كانت حركة مكبس الدخل ١٠سم فسوف تكون حركة مكبس الخرج ١٠ سم انظر الشكل ١ -١٩.



شكل ١ -١٩ عندما يكون مكبس الدخل والخرج بنفس الأبعاد
فان الإزاحة والقوة تكون متساوية

أما إذا ضاعفنا مساحة المكبس إلى ٢ سم٢ سوف نحصل على مضاعفة القوة ولكننا سوف نحصل على مقدار النصف لتحرك المكبس. انظر شكل ١ -٢٠.



شكل١ -٢٠ إذا كانت مساحة مكبس الخرج الضعف فإن القوة
الخارجة تكون مضاعفة ولكن الإزاحة تقل إلى النصف

www.alkottob.com

تنظيم الضغط الهيدروليكي Regulating the Hydraulic Pressure

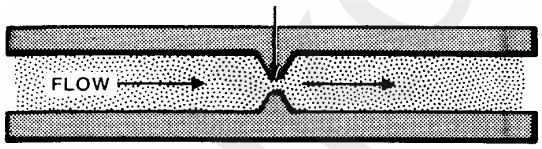
الفوهة Orifice، صمام انطلاق الضغط pressure-relief valves و صمامات البكرة spool valves هذه الصمامات تستخدم لتنظيم الضغط الهيدروليكي في ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

الفوهة (أورفس) Orifice

هي من أبسط أنواع صمامات تنظيم الضغط في أجهزة ناقل الحركة الأوتوماتيكي انظر شكل ١ -٢١ . فان الاختناق أو الفوهة هي تعمل كقيد في خط السائل وأحيانا يطلق عليها الفتحة الصغيرة. هذه الفوهة من الممكن استخدامها لتقيد سريان المائع خلال ممرات في جسم ناقل الحركة الأوتوماتيكي. فعند سريان المائع يصدم أو يرتطم بالفوهة وبالتالي تكون هناك مقاومة لضغط المائع.

الضغط يكون مرتفعاً قبل الفوهة وذلك لكبر مقدار السائل وبالتالي يكون هناك فرق في الضغط على طول مسار المائع ويكون ثابت.

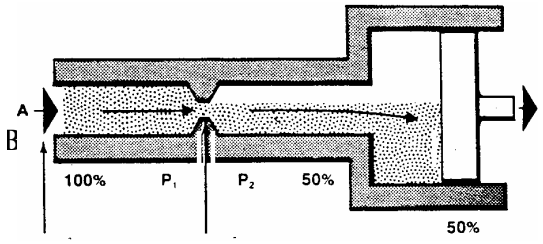
الفوهة Orifice



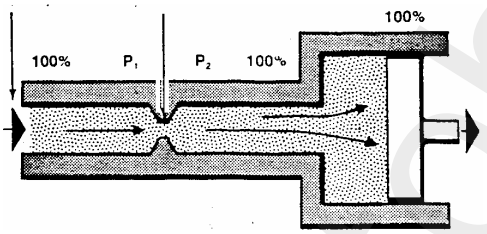
شكل ١ -٢١ الفوهة Orifice هي عبارة عن فتحة صغيرة أو اختناق صغير ويعتبر كقيد وهو أبسط وسيلة لتنظيم الضغط

كمية المائع على جانبي الفوهة يكون متساوياً وعندما لا يسري المائع فإن الضغط يكون متساوياً. فعند سريان المائع في النظام الشكل (١ - ٢٢ A) فإن الضغط P_1 أكبر من الضغط P_2 وعندما تكون الغرف في كلا الجانبين للفوهة مملئتين بالسائل أي ليس هناك أي حركة المائع فإن الضغط P_1 يتساوى مع الضغط P_2 الشكل (١ -٢٢ B).

www.alkottob.com

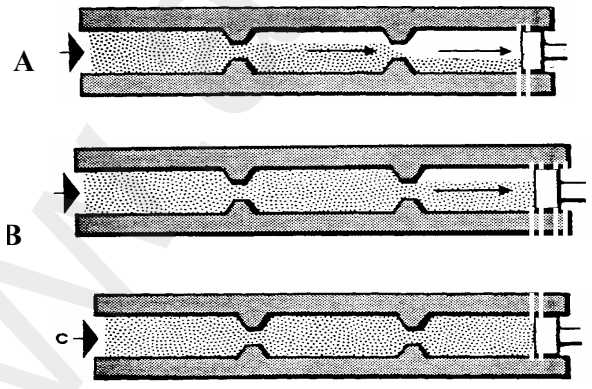


الفوهة المائع



شكل ١ -٢٢ سريان المائع في النظام - الشكل A الضغط P_1 اكبر من الضغط P_2 - الشكل B الضغط P_1 يساوي الضغط P_2

الشكل (١ -٢٣) عندما يبدأ المائع في السريان فان الضغط سوف ينخفض عند كل فوهة كما في الشكل (١ - ٢٣ A). وعندما تمتلئ الغرفة الثانية فإن الضغط سوف يتساوى في كل من الغرفة الأولى والثانية كما في الشكل (١ -٢٣ B). وعندما تكون كل الغرف ممتلئة بالسائل ولا تكون هناك أي حركة للسائل فان الضغط سوف يتساوى في كل الغرف كما في الشكل (١ -٢٣ C).



شكل ١ -٢٣ الضغط ينخفض عند كل فوهة A - الضغط يتساوى في كل من الغرفة الأولى والثانية فقط B - الضغط سوف يتساوى في كل الغرف C

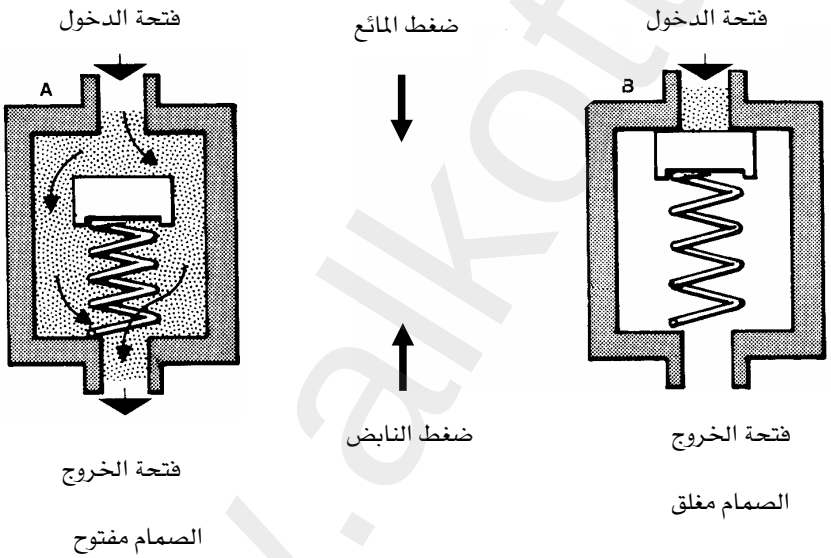
www.alkottob.com

صمامات التحويل Switching valves

الهدف العام من صمامات التحويل هو تحويل حركة المائع من مدخل هيدروليكي إلى آخر. وتستطيع أيضا تحريك المائع من دائرة هيدروليكية إلى دائرة أخرى وأيضا تستطيع أن تسمح بمرور المائع إلى أكثر من مخرج وتستخدم لأكثر من دائرة

صمام التحويل ذو الاتجاه الواحد One-way check valve

ويسمى بالصمام القفاز وهو أحد أنواع الصمامات ذات الاتجاه الواحد. وهو يسمح للمائع بالسريان في اتجاه واحد فقط – انظر الشكل ١ -٢٤ فيدخل المائع من الجهة العليا فيؤثر على قاعدة النابض ويدفع القاعدة ضد ضغط النابض ويسمح بمرور المائع في اتجاه واحد من الفتحة العليا إلى الفتحة السفلى وعند انخفاض الضغط المؤثر على الصمام يقوى النابض على دفع القاعدة ويقفل فتحة الدخول.

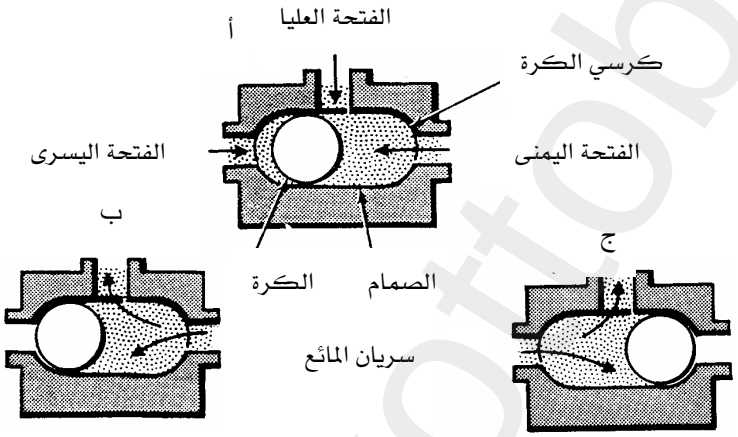


شكل ١ -٢٤ الصمامات ذات الاتجاه الواحد. عندما يتغلب ضغط المائع على ضغط النابض فسوف يسمح للمائع بالسريان (A) وعندما يتغلب ضغط النابض على ضغط المائع الضعيف يغلق الصمام ويمنع سريان المائع(B)

www.alkottob.com

صمام التحويل ذو الاتجاهين Two-way check valve

ويسمى صمام كرة ذات الاتجاهين وهو يسمح بمرور المائع لدائرتين هيدروليكيتين باستخدام نفس فتحة واحدة لدخول المائع كما في الشكل ١ -٢٥ -أ. المائع يدخل من الفتحة اليمنى دافعا الكرة لسد الفتحة اليسرى ويسمح للمائع أن يتحرك ويخرج من الفتحة العليا كما هو واضح من الشكل ١ -٢٥ -ب. أيضا يمكن للمائع أن يدخل من الفتحة اليسرى دافعا الكرة لسد الفتحة اليمنى ويسمح للمائع أن يتحرك ويخرج من الفتحة العليا كما هو واضح من الشكل ١ -٢٥ -ج



شكل ١ -٢٥ صمام الكرة ذات الاتجاهين

سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي Automatic transmission fluid

زيت ناقل الحركة الأوتوماتيكي هو زيت بترولي برفيني. ويسمى هذا الزيت بسائل ناقل الحركة الاوتوماتيكية Automatic Transmission Fluid (ATF) وذلك لتميزه عن باقي أنواع الزيوت. وهو يشبه زيت محرك السيارة ولكن مع وجود اختلافات حيث يجب أن يعمل زيت ناقل الحركة الأوتوماتيكي عند درجات حرارة أعلى من زيت درجة حرارة المحرك كذلك يجب أن تضاف إليه بعض المواد حتى يكون أكثر فاعلية ضد التأكسد عن زيت المحرك. مثل زيت المحرك فإن سائل ناقل الحركة يعمل على تزييت، تنظيف، وتبريد وحدات ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

تحت الظروف الطبيعية أو العادية فإن سائل نقل الحركة الأوتوماتيكي هو شفاف واضح ولونه أحمر .ويجب تغيير الزيت إذا تغير لونه بسبب وجود بعض الورنيش. إلى لون بني غامق. هناك أنواع من الزيوت مثل ATF DEXRON II-D ونوع آخر هو ATF DEXRON III مستخدمة في ناقل الحركة الأوتوماتيكي، وهذه الزيوت مكونة من نوعية خاصة من زيوت معدنية أساسية ذات معامل لزوجة مرتفع ومقاومة

www.alkottob.com

للأكسدة والبري والرغوة والتنظيف وإضافات خاصة لتحسين المواصفات التزييتية والتحكم في الاحتكاك.

ويعمل الزيت على تقليل أو منع التآكل بين الأجزاء المحتكة وذلك بالعمل على رفع الأجزاء عن بعضها حتى ينعدم الاتصال المباشر بينها فيتحول الاحتكاك بين المعادن وبعضها إلى احتكاك بين طبقات الزيت.

هذا الزيت يستخدم كناقل للعزم في القوا بض الهيدروليكية ومحولات العزم وكسائل هيدروليكي في أجهزة التحكم وأجهزة التحكم المساعدة وكسائل تزيت وتبريد لكراسي المحاور والتروس ويعمل كذلك على تقليل الاحتكاك في الأطواق والقوابض.

يجب دائما استخدام نوع الزيت الموصى به لناقلات الحركة الاوتوماتيكية، استخدام زيت آخر غير موصى به، أو استخدام زيت ناقل الحركة الأوتوماتيكي الموصى عليه مخلوطا مع زيت ناقل حركة آخر غير موصى به سوف يؤثر سلبيا على أداء ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

وظائف سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي

- لنقل العزم في محول العزم
- تشغيل مكونات النظام الهيدروليكي، وتشغيل القوابض والفرامل في ناقل الحركة
- العمل على تزييت التروس الكوكبية والأجزاء المتحركة
- العمل على تبريد الأجزاء المتحركة

سائل نقل الحركة يتحرك في دورة خلال محول العزم وبالتالي ينقل عزم المحرك إلى أجهزة نقل الحركة ولا يوجد أي وصلة ميكانيكية بين المحرك وأجهزة نقل الحركة. سائل ناقل الحركة الاوتوماتيكية يتحرك تحت ضغط إلى وسائل التأثير بالدائرة الهيدروليكية. الضغط الهيدروليكي في صناديق السرعات الاوتوماتيكية يمكن الحصول عليه بواسطة مضخة الزيت.

خواص زيوت ناقل الحركة الأوتوماتيكي

تمتاز جميع السوائل بما فيها زيت تزييت ناقل الحركة الأوتوماتيكي ببعض الخواص المهمة مثل خاصية اللزوجة، الوزن النوعي، نقطة الوميض .....إلخ.

www.alkottob.com

اللزوجة ومعامل اللزوجة Viscosity and viscosity index

اللزوجة تعتبر مقياساً لمقاومة الزيت للسريان وتقاس هذه المقاومة بدورها كقوة مماسية أو كإجهادات مماسية أو إجهاد اللزوجة. تؤثر لزوجة الزيت المستخدم في ناقل الحركة الأوتوماتيكي على مقدار البري والتآكل وعلى مدى الحبك وعلى نسبة استهلاك الزيت، كذلك تحدد لزوجة الزيت القدرة المفقودة في الاحتكاك اللزج الناتج عن تحرك الأجزاء.

يعرف معامل اللزوجة بأنه قابلية الزيت لتغيير لزوجته مع ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة.

دليل اللزوجة Viscosity guide

إن معدل تغيير لزوجة الزيت بسبب درجة الحرارة يشكل عاملا مهماً في استخدامات الزيوت عندما يتوقع حدوث تغييرات في درجة الحرارة اثناء العمليات.

ويعرف مثل هذا المعامل بدليل اللزوجة الذي يحدد مقياس اللزوجة للزيت على أساس درجات الحرارة ٤٠و ١٠٠ درجة مئوية.

قياس لزوجة الزيت Viscosity measurement

تقاس لزوجة الزيت بواسطة جهاز قياس اللزوجة وهو جهاز يحدد الوقت اللازم لكمية معينة من الزيت لكي تتدفق خلال فتحة دائرية ذات قطر محدد عند درجة حرارة معينة. وتنخفض اللزوجة عند درجات الحرارة العالية، في حين تزداد اللزوجة عند درجات الحرارة المنخفضة.

نقطة الوميض Flash point

وهي مقياس لدرجة اشتعال الزيت، وتستعمل لكشف التلوث باستخدام مادة ذات وميض متدني.

كثافة الزيت Density

كثافة الزيت هي بالتعريف كتلة وحدة الحجم ويرمز لها بالرمز ρ ووحداتها ك جرام / سم٣

الوزن النوعي Specific weight

الوزن النوعي للزيت ويرمز له بالرمز γ عبارة عن الوزن الذي تحتويه وحدة الحجم من الزيت أي أن

γ = وزن الزيت/ حجمه = (الكتلة × عجلة الجاذبية الأرضية)/ الحجم

ولقياس الوزن النوعي للزيت تستعمل الوحدات المطلقة داين/سم٣ أو الوحدات الهندسية جم/سم٣

www.alkottob.com

السيولة في درجات الحرارة المنخفضة: Low temperature fluidity

عند استخدام زيوت ناقل الحركة الأوتوماتيكي في درجات الحرارة المنخفضة يجب أن تتوفر فيها السيولة الكافية للانسياب إلى مضخة الزيت، وعادة ما يستخدم درجة الانسكاب Pour point في الدلالة على السيولة عند درجات الحرارة المنخفضة، إلا أن العلاقة ما بين درجة الانسكاب وسيولة الزيت ليست ثابتة وتختلف من زيت لآخر. ففي كثير من الزيوت يستمر الزيت في انسيابه إلى مضخة الزيت حتى في درجات حرارة أقل من درجة انسكابه وذلك بسبب فرق ضغط القوى الناتج عن المضخة.

نقطة الانسكاب Pour point

يتم تبريد الزيت حتى يصل نقطة عدم التسييل وهذا قياس لخواص درجة الحرارة في حدها الأدنى لأي زيت

الثبات الكيميائي Chemical stability

الثبات الكيميائي هو مقاومة الزيت للأكسدة. ويتوقف الثبات الكيميائي للزيت على نوعية وطريقة تكريره، هذا ويمكن رفع الثبات الكيميائي للزيت باستخدام إضافات منع الأكسدة.

الثبات الحراري Thermal stability

الثبات الحراري هو قابلية الزيت لمقاومة تكسير الجزئيات بفعل الحرارة Thermal cracking وهي خاصية لا يمكن تحسينها باستخدام الإضافات، إلا أنه يجب مراعاة استخدام الإضافات التي لا تعمل تكوين رواسب.

مقاومة البري Anti-wear

يحدث البري المعدني ودائما يحدث بين سطحين متحركين ويتم مقاومة البري باستخدام إضافات خاصة لها القدرة على تكوين طبقة بين السطحين المتلامسين.

مقاومة تكوين الرغاوي Foam resistance

تحدث الرغاوي نتيجة لعملية تقليب الزيت وهي تؤدي إلى انخفاض الضغط في الدورة بالإضافة إلى فوران الزيت وانسكابه وبالتالي لا تصل كمية كافية من الزيت إلى الأجزاء المحتكة، ويتم مقاومة تكوين الرغاوي باستخدام إضافة خاصة بذلك.

لذا فإن الشروط الواجب توافرها في سائل ناقل الحركة الاوتوماتيكية:

www.alkottob.com

الشروط الواجب توافرها في زيت ناقل الحركة الأوتوماتيكي

١ - أن يكون ذا مواصفات احتكاك قياسية لسلامة نقل الحركة
٢ - حماية جيدة ضد البري والتسرب
٣ - أن يعمل على تخفيض الرغوة ونقص الزيت تحت ظروف التشغيل القياسية
٤ - الحماية ضد تكوين الرواسب عند العمل في درجات الحرارة العالية والخدمة الشاقة
٥ - تحقيق سهولة أداء عالية لنقل الحركة بثبات وقدرة
٦ - أن يكون ذات مقاومة عالية للتأكسد مما يودي إلى إبقاء أجهزة نقل الحركة نظيفة
٧ - يستطيع أن يتعامل مع تشكيلة كبيرة من المعادن
٨ - أن يكون ذات سيوله مناسبة عند درجات الحرارة المنخفضة

الخصائص الفيزيائية لمائع ناقل الحركة

لجدول التالي يوضح الخصائص الفيزيائية لزيوت بترومين لأجهزة نقل الحركة الاوتوماتيكية (ديكسرون II-D) وزيت ديكسرون ٣ (DEXRON-III) التي قدمتها الشركة العربية السعودية لزيوت التشحيم (بترولوب).

الخصائص الفيزيائية	ديكسرون DEXRON II-D	ديكسرون DEXRON-III
الوزن النوعي عند ١٥ ° م	٠,٨٧٨	٠,٨٦١٣
درجة الوميض (الاشعال) ° م	٢١٩	١٩٤
اللزوجة عند ٤٠ ° م (سنتي ستوك)	٣٧,٢	٣٢,٠٧
عند ١٠٠ ° م (سنتي ستوك)	٧,١٧	٦,٠
معامل اللزوجة	١٥٨	١٩٤
درجة الانسكاب (الصب) ° م	-٤٥	-٤٢
اللون (الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد)	أحمر	أحمر
اللزوجة عند -١٨ ° م	١,٢٥٠	١,٢٥٠
اللزوجة عند -٤٠ ° م	١٦,٤٠٠	١٦,٤٠٠

www.alkottob.com

تبريد الزيت

سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي يقوم بتزييت صناديق السرعات الاوتوماتيكية يقوم أيضا بامتصاص الحرارة من ناقل الحركة ومحول العزم. في بعض التصميمات الخاصة بتبريد الزيت يوجد في الخزان السفلي لمبرد الماء الرئيسي يوجد ماسورة نحاسية هي عبارة عن مبرد داخلي. يمر بها الزيت القادم من ناقل الحركة بغرض التبريد لأن الماء يكون بارداً نسبيا وبعد تبريده يعود ثانية لإكمال دورته داخل ناقل الحركة الأوتوماتيكي ويجب الانتباه عند ربط مواسير الزيت مع هذا المبرد. إذ أحيانا تتلف الأسنان ويدخل الماء إلى الزيت فيتلف أجزاء ناقل الحركة.

قياس مستوى زيت ناقل الحركة الأوتوماتيكي

مستوى السائل في ناقل الحركة مهم جدا لضمان صحة أداء ناقل الحركة الأوتوماتيكي لوظائفه. ولذا يجب تفقد مستوى الزيت في أي وقت وخصوصا عند تغيير الزيت. يجب استخدام مقياس عمق السائل لفحص منسوب مستوى السائل في خزان الزيت. ولقياس مستوى زيت ناقل الحركة الأوتوماتيكي يجب الانتباه إلى أن القياس لمحرك ساخن يختلف عن القياس لمحرك بارد. إذ إنه عند قياس مستوى الزيت والمحرك بارد عند ٢٠ درجة مئوية يجب أن يكون تحت مستوى إشارة الحد الأدنى بخمسة مليمترات. أما إذا تم القياس والمحرك ساخن فيجب أن يصل مستوى الزيت إلى إشارة الحد الأعلى أو بين الإشارتين الأعلى والأدنى.

ويجب أن لا يرتفع مستوى الزيت فوق الحد الأعلى لأنه إذا حصل ذلك فسوف يصل الزيت إلى مستوى مجموعة القوابض وأحزمة الفرامل. لأنه لا يجوز وصول الزيت إلى هذه الأمكنة إلا عن طريق المضخة. وإذا وصل إليها تلقائياً فإنه ومع الدوران سيحدث فقاعات هوائية ورغوة وعندئذ تسبب مشاكل كثيرة للنظام بل ويعيق الأداء السليم لناقل الحركة الأوتوماتيكي.

يجب تغيير زيت الجيربوكس (القير) وتنظيف المصفاة بتكرار في حالة استعمال العربة تحت أي ظرف من الظروف التالية والتي تعتبر قاسية

١- الاستخدام المتكرر في المدن حيث كثافة السير العالية
٢- عندما تصل درجة الحرارة غلى ٩٠ درجة فهر نهيت أو ٣٢ درجة مئوية
٣- في المناطق الجبلية أو الوعرة جداً
٤- في حالة استعمال العربة لجر مقطورة بصورة متكررة
٥- في حالة الاستخدام التجاري الشاق.

www.alkottob.com

نقل القدرة (٢)

النظام الهيدروليكي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الدائرة الهيدروليكية لناقل الحركة الأوتوماتيكي

لقد ذكرنا في دراستنا السابقة من أساسيات الهيدروليكا أن هناك أنواعاً مختلفة لصمامات تنظيم الضغط Pressure regulating valves ومفاتيح (تبديل) الصمامات Switching valves والآن سوف نتعرف على كيف أن هذين النوعين من الصمامات يتحكمان في ثلاثة أنواع مختلفة من الضغط في صناديق التروس الاوتوماتيكية .

الأنواع الرئيسية الثلاث للضغط الذي يمكن أن تتولد في صناديق التروس الاوتوماتيكية وهي

١- ضغط الخط الرئيسي Mainline pressure

٢- ضغط الحانق Throttle pressure

٣- ضغط المنظم Governor pressure

سوف نسرد باختصار خواص هذه الضغوط وكيف أن هذه الضغوط تتداخل مع بعضها البعض وذلك للتعامل مع صمامات التحكم المختلفة في صناديق التروس الاوتوماتيكية. ضغط المضخة هو المصدر الرئيسي لتدفق السائل، والصمامات المختلفة طبقا للقيود التي عليها تساعد في الحصول على ضغوط مختلفة لكي تناسب ظروف التشغيل المختلفة.

١ - ضغط الخط الرئيسي للزيت Mainline pressure

وهو الضغط الناتج من صمام تنظيم الضغط المأخوذ من مخرج المضخة وهو يستخدم للتعامل مع وسائل التأثير Apply devices (روافع أجهزة التحكم المؤازرة Servos والقوا بض Clutches التي تستخدم في كبح أو إدارة مجموعات التروس الكوكبية لكل التعشيقات المختلفة). وسوف نتكلم عنها لاحقاً. ويعتبر ضغط الخط الرئيسي هو المصدر لكل الضغوط الأخرى في ناقل الحركة الأوتوماتيكي. بعض صناع المركبات تشير في بعض الأحيان لضغط الخط الرئيسي بأسماء أخرى مثل ضغط التحكم أو الضغط الناقل.

www.alkottob.com

٢ - ضغط الخانق Throttle pressure

هو ضغط هيدروليكي والذي يزداد مع فتحة الخانق بالمحرك أو بزيادة العزم الناتج من المحرك وهو يشير مباشرة إلى حمل المحرك. فإذا زاد عزم المحرك أو زاد الحمل فإنه بالتالي يزداد ضغط الخانق وعندما يكون الحمل على المحرك خفيف يكون ضغط الخانق منخفض. ضغط الخانق ينتج من ضغط الخط الرئيسي.

ويمكن التحكم في صمام الخانق بواسطة روافع ميكانيكية أو عن طريق رداخ التخلخل الذي يحس بسحب المحرك أو سحب التخلخل. من أنبوبة السحب بالمحرك.

يستخدم كل من ضغط الخانق Throttle pressure وضغط المنظم Governor pressure للتأثير على مكابس في صمامات التغيير Shift valves أو صمامات الإزاحة . بعض صناع المركبات تشير في بعض الأحيان لضغط الخانق بأسماء أخرى مثل الضغط المعدل Modulator pressure.

٣ - ضغط المنظم Governor pressure

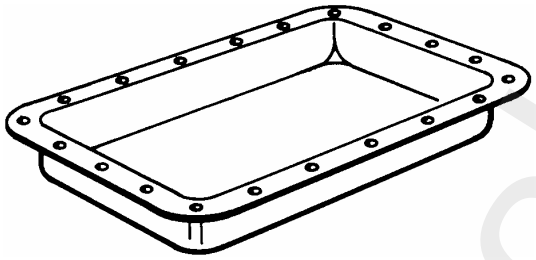
هو ضغط هيدروليكي والذي يزداد مع زيادة سرعة المركبة وأساس هذا الضغط هو ضغط الخط الرئيسي. هذا الضغط هو ناتج من صمام أو منظم يعمل بالطرد المركزي والذي يدار من عمود خرج ناقل الحركة الأوتوماتيكي ويستخدم ضغط المنظم مع ضغط الخانق للتحكم في المكابس الموجودة في صمامات الإزاحة.

المضخة الهيدروليكية لناقل الحركة الأوتوماتيكي Transmission hydraulic pumps

جميع الضغوط التي تعمل على تشغيل ناقل الحركة الأوتوماتيكي هي من نتاج المضخة. ويمكن أن تكون هناك مضختان في النظام إحداهما تسمى المضخة الابتدائية وهي التي يقع على عاتقها تأمين الزيت للنظام الهيدروليكي بأكمله أثناء سير المركبة وتأخذ حركتها من المحرك عن طريق محول العزم. أما المضخة الثانوية فهي لا تعمل إلا عندما يكون المحرك متوقف عن الدوران بمعنى أن وظيفتها فقط تأمين ضغط الزيت الهيدروليكي عند جر المركبة عند حدوث خلل بها يمنع سيرها الطبيعي. وتأخذ هذه المضخة حركتها من ترس خاص معدني أو بلاستيكي يركب على نهاية عمود السرعة الخارجة بالقرب من مسنن عداد السرعة وهذا الترس هو الذي يشغل المنظم الذي يعمل بالقوة الطاردة المركزية لتوليد ضغط المنظم وتأخذ المضخة الثانوية حركتها من هذا المنظم مثل تعشيق مضخة الزيت بالمحرك مع موزع الشرر. بالنسبة للمضخة الابتدائية أو الأساسية.فهي تسحب السائل أو الزيت من حوض الزيت كما هو موضح من الشكل ٢ -١. حوض الزيت هذا ببساطة يعتبر كمستودع أو خزان للزيت Fluid

www.alkottob.com

reservoir. مضخات ناقل الحركة الأوتوماتيكي تسمى بالمضخات الإذاحية الإيجابية لان تنتج كمية متساوية لكل دورة من الدوران أو بمعنى آخر فمع زيادة سرعة المضخة فإن الكمية الكلية من الزيت المتولد أو الناتج لكل دقيقة تتزايد لأن دوران المضخة يزاد مع الزمن. وهذا يعني أن المعدل الناتج من المضخة يزداد مع زيادة السرعة. وهناك أنواع كثيرة من المضخات لها أشكال كثيرة ومختلفة التصميم تستخدم في ناقل الحركة الأوتوماتيكي. وفي الجزء التالي سوف نتطرق لبعض هذه المضخات.



شكل ٢ - ١ خزان الزيت لنظام ناقل الحركة الأوتوماتيكي
وقد يطلق عليه حوض الزيت

www.alkottob.com

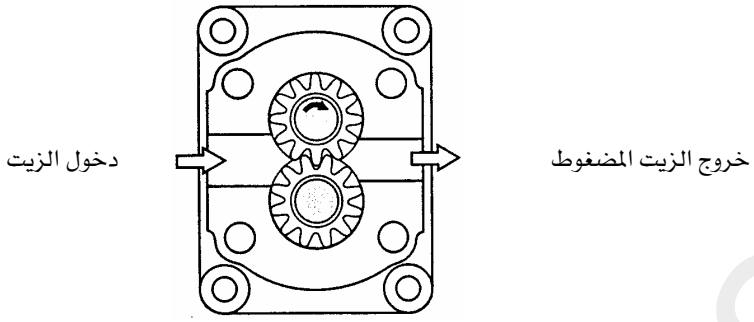
المضخة ذات التروس Gear pump

تتكون المضخة في أبسط صورها من ترسين يدوران داخل مبيت بخلوص بسيط لتقليل الفاقد عبر الخلوص انظر شكل (٢ -A٣)، (٢ -B٣)، رجوعاً من ناحية الضغط العالي عند الطرد إلى ناحية الضغط المنخفض عند السحب وعندما يدور أحد الترسين في اتجاه دوران المحرك، وهو الترس القائد المتصل بعامود المحرك ، فإن الترس الآخر وهو الترس التابع يدور في الاتجاه المعاكس. هذه الحركة تجعل أسنان الترس تغترف السائل من ناحية السحب لتحصره بين السن السابقة والمبيت في كلا الترسين الترس القائد والترس المنقاد وعندما يتم الترس دورته لا يجد السائل مناصاً من الانضغاط داخل أنبوبة الطرد من هذا الوصف لعمل المضخة يتبين كيف ينطبق عليها تعريف المضخة الإيجابية الدوارة فهي تحتوي على عدد من الغرف تملأ وتفرغ في كل دوره وهذه الغرف غير أسطوانية الشكل فمقطعها محدد بالمساحة المحصورة بين سنتين متتاليتين من أسنان الترس والمبيت وطول غرفه المضخة هو طول الترس نفسه. وهي تدور في مقابل المبيت الثابت المحتوي على فتحتي السحب والطرد وبذلك ينتقل السائل من ناحية السحب إلى الطرد بتعريض الغرف المتتابع لفتحتي السحب والطرد ولكثرة عدد الأسنان في الترس الواحد يصبح التصرف منتظما في أنبوبة الطرد (أو السحب).

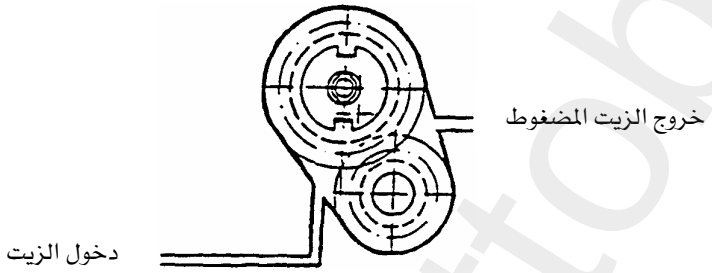
وتقل الكفاءة الحجمية للمضخة بالتقادم كلما زاد الخلوص بين الترس والمبيت. كذلك تتأثر الكفاءة الحجمية بنوع السائل وضاغط الطرد فتنخفض كثيراً كلما قلت لزوجة السائل أو زاد ضاغط الطرد. ولهذا تفضل هذه المضخات عند ضخ الزيوت حيث يمكن أن ترتفع الجودة الحجمية لتصل إلى ٩٨٪ أما مصادر الفواقد الأخرى فهي الاحتكاك في صناديق الحشو وكرسي التحميل وتقليب السائل ما بين أسنان الترسين عند انتقالهما أمام فتحة الطرد. ويسبب هذا التقليب أصواتاً مزعجه خاصة عند الضغوط المنخفضة ويستهلك قدراً كبيراً من الطاقة مما تنخفض معه الجودة الكلية للمضخة التي تصل في المضخات الصغيرة إلى أقل من ٥٠٪ ومع ذلك فقد أصبحت هذه المضخات متداخلة في عمليات كثيرة نظراً لما تتميز به من ألبساطه في التركيب وصغر الحجم.

ويمكن التخلص من هذا العيب الناتج من تقليب السائل بين أسنان الترسين أمام فتحة الطرد وما يصاحبه من الأصوات المزعجة وما بين بسببه من طاقه وذلك باستخدام التروس الحلزونية سواء كان الحلزون مفرداً أو مزدوجاً. وغالباً ما تتراوح زوايا الحلزون مابين ١٥درجةإلى ٣٠درجة.

www.alkottob.com



A



B

شكل ٢ -٢ مضخة تروس بسيطة تتكون من ترسين في غلاف المضخة

نوع آخر من المضخات ذات التروس Gear pump

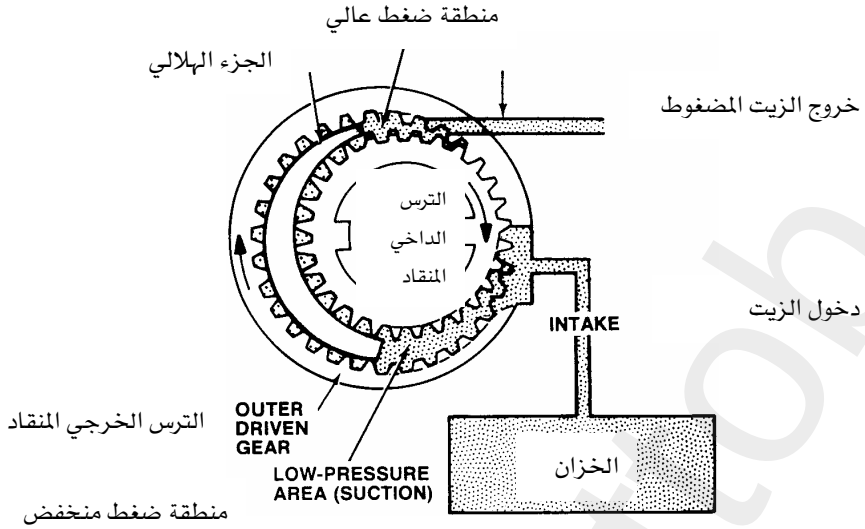
تتركب المضخة ذات التروس من ترس داخلي قائد أو ناقل للحركة وترس خارجي منقاد موجودين داخل غلاف المضخة كما هو موضح من الشكل ٢ - ٣ الترس الداخلي يدار من المحرك بواسطة صرة محول العزم والتي تدار من المحرك. فحينما يدور المحرك فإن المضخة تعمل وتضخ الزيت إلى ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

الترس الداخلي يدور بنفس سرعة المحرك ويعمل على إدارة الترس الخارجي. كل من الترسين معشقان مع بعضهما من ناحية واحدة ومنفصلان من الجهة الأخرى أو يوجد فراغ بينهما من الناحية الأخرى كما هو واضح من الجزء الهلالي في غلاف المضخة كما هو موضح من الشكل. وقد يطلق على هذه المضخة في بعض الأحيان بالمضخة الهلالية.

عندما تدور التروس تتكون منطقة ضغط منخفض عند نقطة الانفصال (الفراغ) كما هو واضح من الشكل ٢ -٢ وتسمى هذه النقطة بناحية السحب للمضخة. الضغط عند هذه النقطة منخفض عن

www.alkottob.com

الضغط الجوي المعرض له الزيت في الحوض. وهذا يودي إلى سريان الزيت من حوض الزيت إلى مدخل المضخة.ومع استمرار دوران المضخة فإنها تحمل الزيت خلال الفراغ المشكل حول الجزء الهلالي وإن هذا يمارس قوة على السائل تجعله يخرج إلى خارج المضخة تحت ضغط.

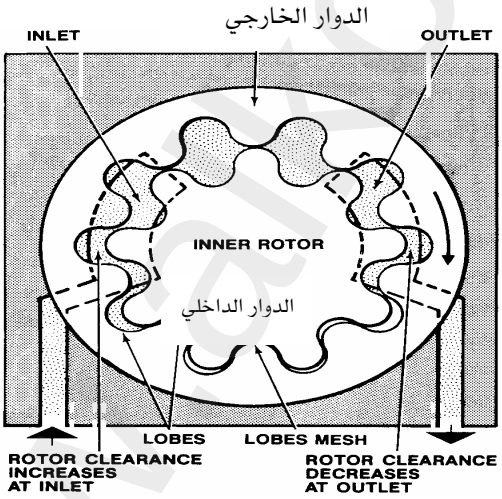


شكل ٢ -٣ مضخة التروس تتكون من ترسين
ترس داخلي قائد وترس خارجي منقاد

www.alkottob.com

المضخة الدوارة Rotor pump

المضخة الدوارة تعمل بنفس مبدأ عمل المضخة ذات التروس السابق شرحها. الاختلاف بين المضختين هو أن المضخة الدوارة لها دوار داخلي وآخر خارجي بدلاً من التروس الداخلية والخارجية وهي الموضحة بالشكل ٢ -٣. وهذه المضخة ليس بها الجزء الهلالي الموجود بالمضخة ذات التروس. الدوار الداخلي يدار من المحرك بواسطة صرة محول العزم والتي تدار من المحرك. الدوار الداخلي يدور بنفس سرعة المحرك ويعمل على إدارة الدوار الخارجي. فحينما يدور المحرك فإن المضخة تعمل وتضخ الزيت إلى ناقل الحركة الأوتوماتيكي. كلا الدوارين معشقان مع بعضهما من ناحية واحدة ومنفصلان من الجهة الأخرى المعاكسة. وعند تعشيق الأجزاء الدوارة فان حجم السائل الموجود بينهما صغير جداً. أما من الناحية الأخرى غير المعشقة أو الجهة المعاكسة فإن الفراغ يزداد وبالتالي تكون منطقة ضغط منخفض قد تشكلت كما هو الحال في المضخة ذات التروس. ومنطقة الضغط المنخفض هذه سوف تعمل على سحب السائل من الخزان إلى مدخل المضخة. ومع استمرار دوران الأجزاء الدوارة بالمضخة فإنها تحمل السائل أو المائع خلال الفراغ الكبير الموجود بينهما إلى مخرج المضخة وبالتالي يخرج السائل من المضخة تحت ضغط.



شكل ٢ – ٣ المضخة الدوارة تتكون من دوارين

دوار داخلي قائد ودوار خارجي منقاد

www.alkottob.com

أهمية صمامات منظم الضغط

كما لاحظنا من قبل يجب أن يكون هناك بعض القيود على نتاج المضخة لتوليد الضغط المطلوب. وبالطبع فإن هناك عدة قيود في النظام الهيدروليكي لناقل الحركة الأوتوماتيكي. تتم على نتاج المضخة. أول هذه القيود المهمة في هذا النظام تتمثل في وجود صمام تنظيم الضغط. ولأن المضخة تولد ضغطاً أكبر مع السرعة، فإن الضغط يزداد عندما يزيد سرعة المضخة، وعند عمل المضخة وإذا كان القيد ثابتاً وليس متغيراً إذا حدث هذا فإن الضغط المتولد سيصل إلى مستوى عال وهذا سوف يؤدي إلى ضرر لمكونات ناقل الحركة الأوتوماتكي لذلك فإن الضغط يجب أن ينظم حتى لا يتضرر النظام الهيدروليكي لناقل الحركة الأوتوماتكي. وهذا يمكن إنجازه عن طريق صمام منظم الضغط وهو يعتبر كقيد متغير هذا القيد المتغير مطلوب لتوليد الضغط المطلوب.

كما ذكرنا من قبل في مجموعة نقل الحركة الأوتوماتيكية يلزم تنظيم ضغط الزيت التشغيل ليقابل شروط التشغيل وظروفه المختلفة المواجهه لحركة السيارة ، فعلى سبيل المثال يتطلب الأمر ضغطاً أعلى عند الحاجة لعزم دوراني كبير على السرعات الأولى . ضغط أقل مطلوب في حالات السرعات العالية الثابتة للسيارة أو مع فتحة صغيرة للخانق لتلبية هذه المتطلبات من خلال جهاز نقل الحركة فلابد من نظام معقد لحد كبير لتنظيم ضغط زيت التزيت.

صمام منظم الضغط Pressure regulating valve

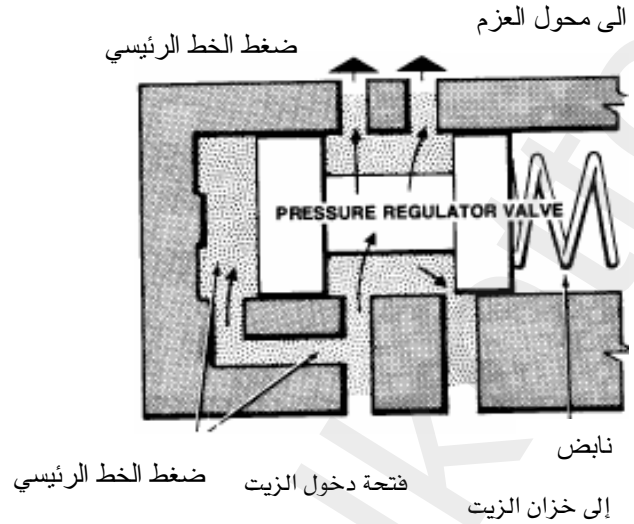
يتحكم صمام منظم الضغط في الحدود العليا والمنخفضة لضغط الزيت وذلك حتى يتناسب مع ظروف التشغيل المختلفة. لأن صمام منظم الضغط كما ذكرنا سابقاً يعمل كقيد على نتاج المضخة. الضغط بين المضخة والصمام هو نفسه وهو نفسه خط الضغط الرئيسي ويعمل الصمام كما يلي:.

يدخل الزيت من المضخة إلى صمام منظم الضغط كما هو موضح في الشكل ٢ -٤ يعمل على تحريك قاعدة صمام منظم الضغط ضد حركة ضغط النابض. عندما يتغلب ضغط السائل على ضغط الياي أو النابض فإن صمام منظم الضغط يتحرك بعيداً بكفاية للكشف عن فتحة الخروج إلى دائرة ضغط الخط الرئيسي الذي ينقل بعد ذلك إلى ناقل الحركة الأوتوماتيكي ومحول العزم وعندما يدور المحرك عند سرعة عالية فإن كميه السائل المرسلة إلى الصمام تكون كبيرة. وسوف يؤدي ذلك إلى زيادة الضغط في الصمام والذي يعمل على تحريك الصمام على نحو أبعد وبالتالي يكشف عن مخرج إلى حوض الزيت. ومعنى ذلك أن السائل يرجع مرة أخرى إلى حوض الزيت وسوف يؤدي رجوع الزيت إلى الخزان إلى حماية أجهزة نقل الحركة من الضغط العالي الذي تنتجه المضخة وبالتالي فإن الضغط الرئيسي يبدأ من صمام

www.alkottob.com

منظم الضغط وليس من المضخة لأنه لو كان من المضخة مباشرةً فقد يؤدي ذلك إلى إلحاق الضرر بأجهزة نقل الحركة الأوتوماتكية. وكما قلنا فإن صمام تنظيم الضغط ينظم أقصى ضغط وأيضاً يعمل على تغذيه دائرة محول العزم وهذا يعني أن صمام منظم الضغط يعمل كمفتاح تحويل أو كمفتاح للتبديل كما أنه صمام تنظيمي.

منظم الضغط الرئيسي في مجموعة النقل الأوتوماتيكي هو صمام موازنة – في حالة الدوران الحر N فإن ضغط الزيت في خط التغذية الرئيسي ٦٠ رطل / البوصة المربعة (حوالى ٤ ضغط جوي) أما عند التعشيق الخلفي R فإن الضغط يرتفع إلى حوالى ٢٥٠ رطل /البوصة المربعة (١٧ ضغط جوي)



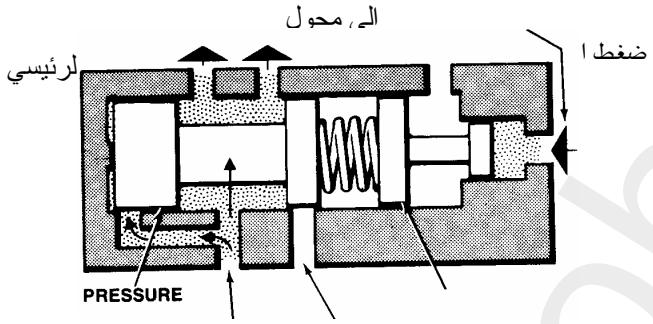
شكل ٢ -٤ صمام تنظيم الضغط ينظم خروج زيت الخط الرئيسي في ناقل الحركة الأوتوماتيكي عن طريق عمل قيود في النظام الهيدروليكي

صمام التعزيز Booster valve

في بعض ظروف التشغيل فإن ضغط الخط الرئيسي يجب أن يكون كبيراً بالمقارنة بالعمل في الظروف العادية لصمام تنظيم الضغط بمعنى أن زيادة الضغط الرئيسي يكون لازماً في ظروف معينة مثل ظروف التشغيل على السرعة المنخفضة وعزم عال تحت حمل كبير للمحرك في حاله مثل هذه حالة فإن الضغط الرئيسي يجب أن يكون قادراً على التعامل مع الأجهزة التي تؤثر على القوا بض وأشرطة الكبح بدون حدوث انزلاق وذلك لأن العزم يكون كبيراً في هذا التوقيت. ولزيادة ضغط الخط الرئيسي فإن معظم أجهزة نقل الحركة يكون لديها صمام التعزيز Booster valve والذي يؤثر على صمام تنظيم الضغط.

www.alkottob.com

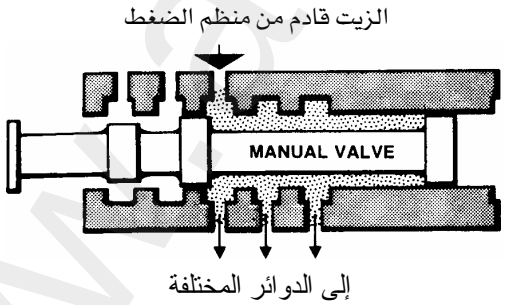
صمام التعزيز موجود خلف النابض الموجود في نهاية صمام تنظيم الضغط. لزيادة ضغط الخط الرئيسي عند الفتحة الكاملة لصمام الخانق أو عند الحمل الكامل للمحرك فإن ضغط التخلخل المرتبط بصمام الخانق سوف يؤثر على نهاية صمام تعزيز كما هو موضح في شكل ٢ -٥. ضغط الخانق وضغط النابض سيعملان سوياً ضد ضغط المضخة وذلك لزيادة ضغط الخط الرئيسي من خلال صمام تنظيم الضغط.



شكل ٢ -٥ الضغط الخانق يضيف لصمام التعزيز سوف يفتح صمام تنظيم
فتحة دخول الزيت
الضغط لزيادة ضغط الخط الرئيسي

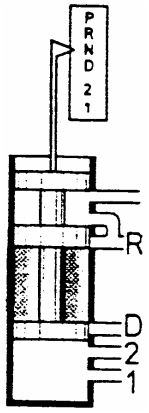
صمام التحكم اليدوي Manual control valve

هذا الصمام يعمل يدويا والذي يتيح للسائق اختيار الوضع المناسب للمركبة والأشكال ٢ -٧، ٢ -٨ توضح بعض انواع الصمامات اليدوية. يسمح هذا الصمام للسائل بالتحرك من ممر إلى أخر وهو موصل مع عصا السائق لاختيار التعشيق المناسب.



شكل ٢ -٧ الصمام اليدوي

www.alkottob.com



إلى الدوائر المختلفة

الزيت قادم من منظم الضغط

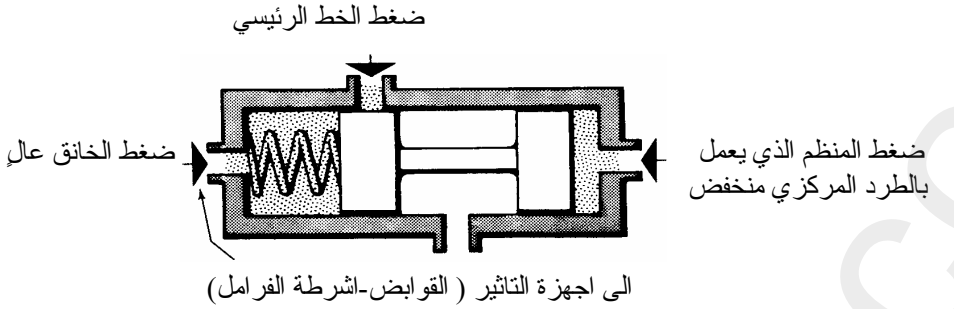
شكل ٢ -٨ شكل آخر من الصمام اليدوي

صمامات التغيير أو الإزاحة Shift valve

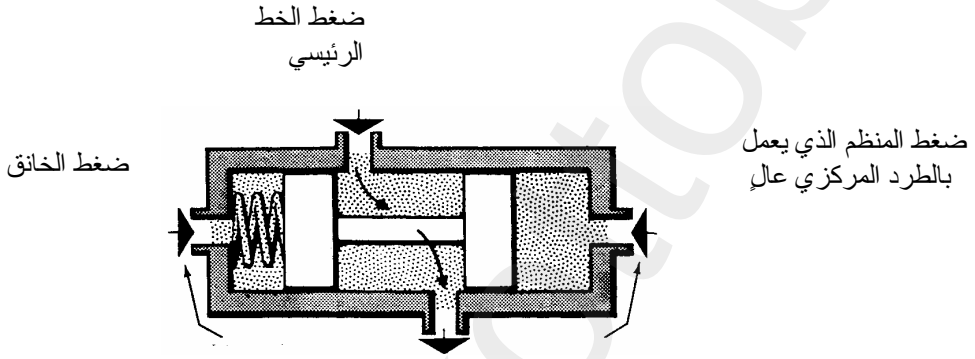
وهي صمامات تغيير أو تحويل أو هي صمامات تعمل على تغيير التعشيق ويتم التحكم فيها عن طريق كل من ضغط الخانق Throttle pressure وضغط المنظم Governor pressure وذلك للتحكم في توقيت تغيير نسب التخفيض في ناقل الحركة الأوتوماتيكي طبقاً لظروف تشغيل المركبة وبقيمة عزم المحرك (عن طريق ضغط التخلخل) و سرعة المركبة (عن طريق ضغط المنظم) التغيير للسرعة الأعلى أو السرعة الأقل يمكن تحديد وقتهما طبقاً لظروف التشغيل. صمامات التغيير تعمل لتغيير السرعة إلى الأعلى عندما يكون ضغط المنظم أعلى من ضغط الخانق انظر شكل٢ -٨ ضغط المنظم يدخل من الجانب الأيمن من صمام التغيير وضغط الخانق يدخل من الجانب الأيسر من الصمام وهناك نابض حلزوني موضوع في الجانب الأيسر من ناحية فتحة ضغط الخانق للصمام أما الضغط الرئيسي القادم من مضخة الوريد فإنه يدخل من الفتحة العليا كما هو موضح في الشكل ٢ -٨ ولكنه مسدود عن طريق قاعدة الصمام .

عند زيادة سرعة المركبة يزداد ضغط المنظم. ويعمل على تحريك صمامات التغيير ضد كل من ضغط الخانق وضغط النابض كما في شكل ٢ -٩. وهذا يسمح لضغط الخط الرئيسي لتحرك من بين قواعد صمام التغيير للخروج إلى دائرة التأثير (القوابض – أحزمة الفرامل (المكابح) - المكابس) وهذا يؤدي الحصول على سرعة أعلى. يجب أن نتذكر أنه عندما يتحرك صمام التغيير تكون حركته لحظية

www.alkottob.com



شكل ٢ -٨ صمام الإزاحة أو التغيير يقفل خط الضغط الرئيسي عندما يكون ضغط الخانق أكبر من ضغط المنظم



شكل ٢ -٩ عندما يكون ضغط المنظم أكبر من ضغط الخانق سوف يحرك صمام التغيير لمرور خط الضغط الرئيسي خلاله

ضغط الخانق Throttle pressure

ضغط الخانق هو أحد الضغوط التي تستخدم في التحكم في توقيت التغيير إلى سرعات أعلى أو أقل في ناقل الحركة الأوتوماتيكي. ضغط الخانق له علاقة مع حمل المحرك أو للعزم الخارج من المحرك. وهو أيضاً يستخدم في حالات كثيرة للمساعدة في تنظيم الضغط الخط الرئيسي. ضغط الخانق ينتج من الضغط الرئيسي و يتم التحكم فيه عن طريق صمام الخانق.

في أثناء السرعات العالية أو أثناء التعجيل تحت حمل ضعيف وفتحة صغيرة للخانق أو حينما يكون عزم المحرك ضعيفاً. في هذه الحالات فإن ناقل الحركة يستطيع أن يتغير إلى السرعة الأعلى.

بالمقارنة مع الحالات لو كان الحمل على المحرك كبير. ضغط الخانق يكون صغير والحركة لسرعة أعلى يحدث عند السرعات المنخفضة.

www.alkottob.com

وعند حدوث تعجيل أكبر أو أثناء الصعود إلى المنحدرات أو عند السرعة الخلفية وعندما يكون العزم كبيراً يكون ضغط الخانق كبيرا.

صمام الخانق Throttle valve

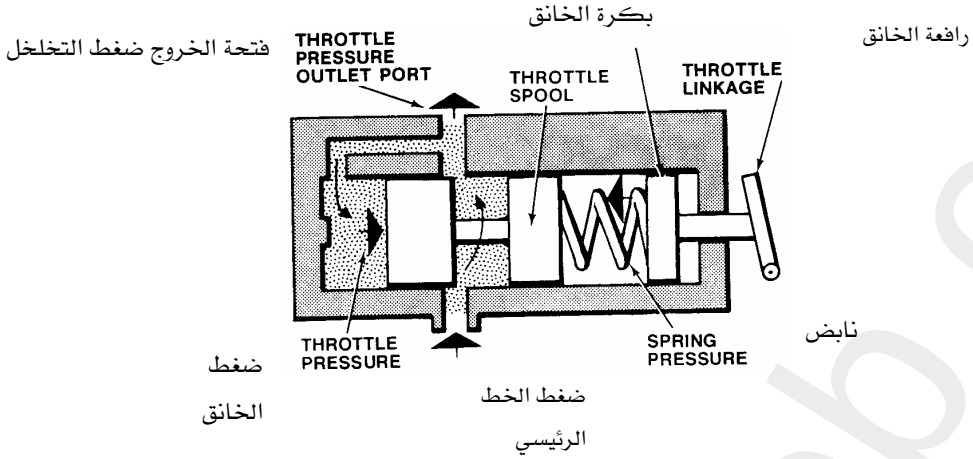
فتحة صمام الخانق هي في الحقيقة دلالة عن حمل المحرك أو العزم الخارج من المحرك. صمام الخانق يمكن التحكم فيه بواسطة روافع ووصلات ميكانيكية (عمود أو سلك) من وصلات الخانق بالمغذي أو عن طريق وجود رداخ التخلخل من أنبوبة السحب بالمحرك.فحينما يكون الحمل على المحرك صغيراً فإن ضغط الخانق يكون صغيرا أما إذا كان الحمل على المحرك كبير فإن ضغط الخانق يكون كبيراً. والجدول التالي يوضح هذه العلاقة:

ضغط الخانق كبير	• الحمل على المحرك كبير • تخلخل أنبوبة السحب صغير • فتحة أوسع لصمام الخانق بالمغذي (الكربتور)
ضغط الخانق صغير	• الحمل على المحرك صغير • تخلخل أنبوبة السحب كبير • فتحة صغيرة لصمام الخانق بالمغذي

نظرية تشغيل صمام الخانق الميكانيكي Mechaniccly operated throttle valve

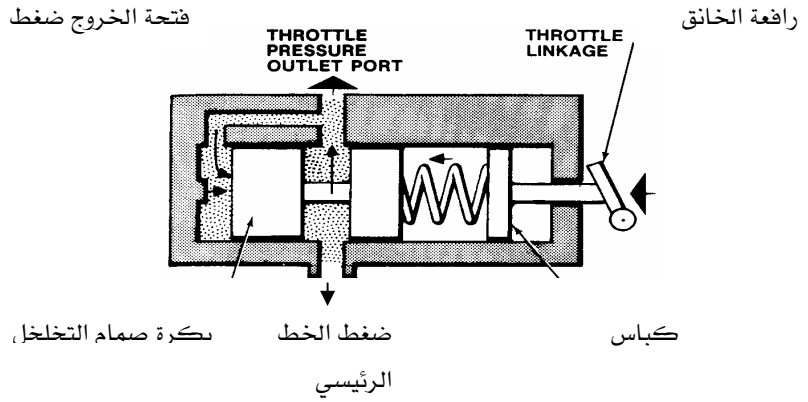
صمام الخانق الميكانيكي كما هو موضح في الشكل ٢ -١٠ يتركب من بكرة الصمام والياي والكباس هذه الأجزاء مركبة داخل اسطوانة وهناك روافع وواصلات ميكانيكية متصلة بخانق السيارة. فعندما يكون المحرك واقفاً وصمام الخانق مغلقاً فإن قاعة الصمام الأيسر والخاصة بصمام الخانق تعمل على إقفال فتحة ضغط الخط الرئيسي. وعند فتح صمام الخانق وذلك عند تشغيل المحركة فإن الروافع تدفع بكرة صمام الخانق إلى اليسار في الاسطوانة وهذا سوف يؤدي إلى الكشف عن فتحة الضغط الرئيسي وبالتالي تسمح للمائع أن تخرج من الصمام كما في الشكل ٢ -١٠ عند هذه النقطة يصبح ضغط الخط الرئيسي هو ضغط الخانق.

www.alkottob.com



شكل ٢ -١٠ تشغيل صمام الخانق ميكانيكاً - خط الضغط الرئيسي وضغط الخانق الرافعة الخاصة بضغط الخانق تعتمد على الفتحة المتغيرة لصمام الخانق

www.alkottob.com



شكل ٢ -١١ تشغيل صمام الخانق ميكانيكاً -عند فتحة كبيرة للخانق تفتح صمام الخانق كاملا ويكون ضغط الخانق كبيراً على قدر الإمكان

منظم التخلخل Vacuum operated throttle valve

عمل منظم التخلخل لصمام الخانق هو نفسه عمل المنظم الميكانيكي وطريقة تشغيله هي نفسها طريقة تشغيل النظم الميكانيكي ولكن طريقة التحكم تختلف بين الاثنين.

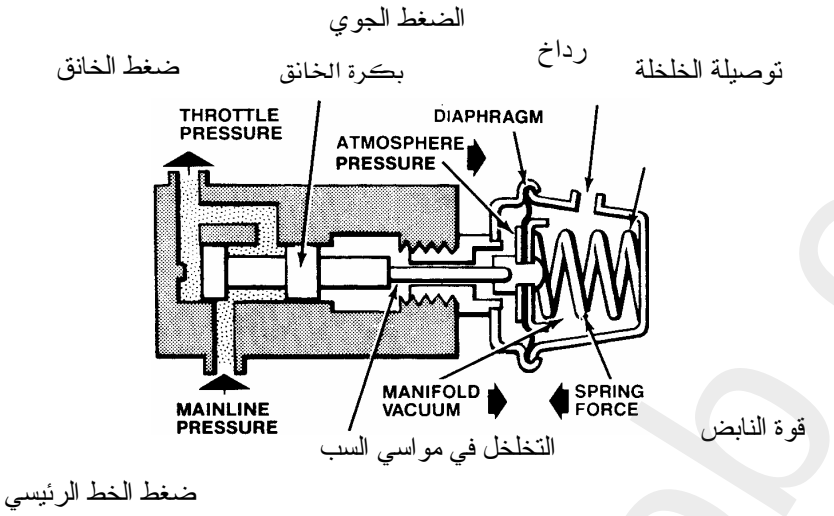
بكرة صمام الخانق في الأسطوانة أو في جسم نقل الحركة مثل الطريقة الميكانيكية كما موضح في الشكل ٢ -١٢.

وحدة تحكم تحتوي على رداخ (حجاب) ونابض. أحد جانبي وحدة التحكم متصل بأنبوب سحب المحرك وبالتالي يتعرض الرداخ من هذه الجهة لتخلخل أنبوبة السحب بيمنا الجانب الآخر من الرداخ معرض للضغط الجوي النابض يوجد في جانب واحد من الرداخ ويؤثر بقوة على الصمام وذلك حتى يتم الكشف عن فتحة ضغط الخط الرئيسي مجموع القوى الناتجة من أنبوبة التخلخل والضغط الجوي ضد ضغط الياي للعمل على قفل فتحة خط الضغط الرئيسي.

إذا لتخلخل كبيراً على أحد جانبي الرداخ الضغط الجوي في الجانب الآخر فإن هذا يعمل على تقليل ضغط النابض وبالتالي سوف يقلل من ضغط التخلخل.

تحت حمل كامل للمحرك فإن التخلخل ينخفض وبالتالي سوف نحصل على قوة نابض أعلى للعمل ضد الضغط الجوي وضغط التخلخل وبتالي فإن ضغط التخلخل سوف ينخفض

www.alkottob.com



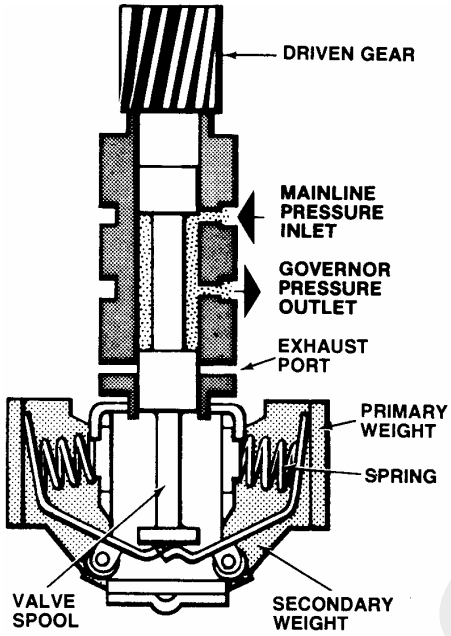
شكل ٢ -١٢ التخلخل يشغل صمام الخانق للتحكم
في رداخ التخلخل مثل نظام الخانق الميكانيكي

ضغط المنظم Governor pressure

ضغط المنظم دائماً هو عكس ضغط الخانق Throttle pressure في صمامات التغيير أو الإزاحة Shift valve في ناقل الحركة الأوتوماتيكي للمساعدة في تحديد توقيت تغيير السرعات. وهذا المنظم يحس بسرعة المركبة وهو الذي يحدد وقت التغيير وذلك مع ضغط الخانق للوفاء بكل متطلبات ظروف التشغيل المختلفة.

شكل ٢ -١٣ يوضح أحد أنواع منظم الضغط الذي يعمل بالقوة الطاردة المركزية. يستخدم المنظم مجموعتين من الأوزان للتأثير على الصمام ((spool valve وكما هو واضح من الرسم فإن المنظم يدار عن طريق ترس يدور من عمود خرج ناقل الحركة الأوتوماتيكي وعندما يدار الترس الخاص بالمنظم تكون نتيجة الدوران تحريك الأوزان عن طريق القوة الطاردة المركزية وعند ترك الكتل أو الأوزان فإنها تؤثر على الصمام وبالتالي تسمح بمرور الزيت الذي يؤثر بعد ذلك على صمامات التغيير.

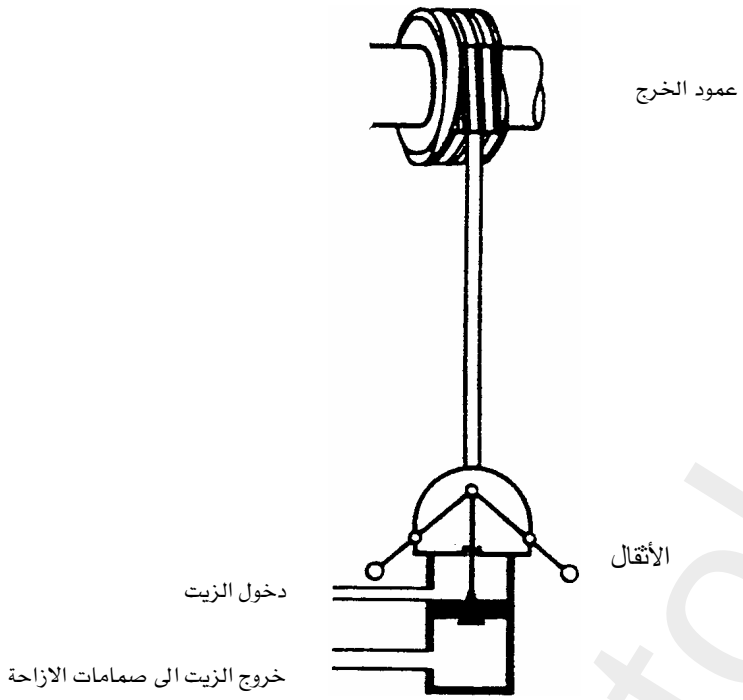
www.alkottob.com



شكل ٢ -١٣ إدارة الترس الخاص بمنظم الطرد المركزي

شكل ٢ -١٤ يوضح نوعاً آخر من المنظمات التي تعمل الطرد المركزي فعندما يدور عمود الخرج بسرعة تنفرج الأثقال الموجودة بالمنظم مما يسمح بمرور الزيت إلى صمامات الإزاحة لكي يسمح لخط ضغط الزيت الرئيسي بالمرور إلى أجهزة التأثير إما للقوابض أو لشرطة الفرامل.

www.alkottob.com



شكل ٢ -١٤ نوع آخر من المنظمات التي تعمل بالقوة الطاردة المركزية

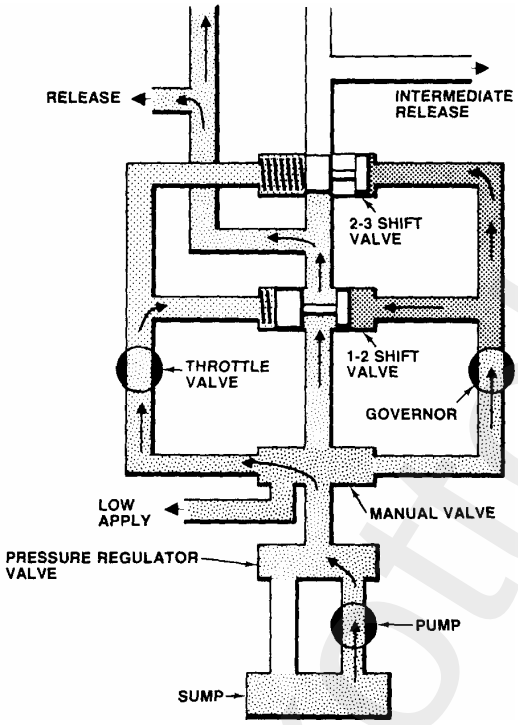
دائرة هيدروليكية بسيطة لناقل أوتوماتيكي ذي ثلاث سرعات أمامية

Sample hydraulic three speed automatic transmission

في الشكل ٢ - ١٥هناك صمامان للتغيير. صمام التغيير ١ -٢ يعمل على توقيت التغيير من الأول إلى الثاني (متوسط). صمام التغيير ٢ -٣ يعمل على توقيت التغيير من الثاني إلى الثالث (متوسط إلى عال). المائع أو السائل سوف يتحرك من حوض الزيت، إلى المضخة، إلى صمام تنظيم الضغط بعد ذلك يتحرك إلى صمام التحكم اليدوي هذا الصمام يولد الزيت (خط الضغط الرئيسي) مباشرةً إلى دائرة السرعة المنخفضة. صمام التحكم اليدوي أيضاً يسمح بمرور الضغط الرئيسي إلى صمام الخانق وإلى صمام المنظم الذي يعمل بالقوة الطاردة المركزية، وصمام التغيير ١ -٢. عندما تصل سرعة السيارة إلى أقصى قيمة لها فإن ضغط المنظم سوف يتغلب على ضغط الخانق في صمام التغيير ١ -٢. وهذا سوف يحرك المكابس الخاصة بصمام التغيير لإمرار ضغط الخط الرئيسي لتأثير على الأجهزة المساعدة للحصول على السرعة الثانية. هذا التحرك أيضاً سوف ينقل مائع الضغط الرئيسي إلى الصمام ٢ -٣. النابض الموجود في صمام التغيير ٢ -٣ أقوى عن الصمام الموجودة في صمام التغيير ١ -٢. عندما يكون ضغط المنظم عالياً وهذا مطلوب للتغلب على مجموع القوى الخاصة بضغط الخانق والنابض هذا سوف يسبب الانتقال من السرعة ألثانية إلى السرعة الثالثة وبالتالي يتم تحقيق السرعة العالية. عندما تكون سرعة السيارة

www.alkottob.com

عالية فإن ضغط المنظم سوف يتغلب على ضغط الخانق عن صمام التغيير ٢ -٣. الصمام سوف يتحرك لفتح فتحة ضغط الخط الرئيسي للتأثير على الأجهزة المؤثرة الخاصة بالسرعة العالية.



شكل ٢ -١٥ تخطيط لدائرة هيدروليكية بسيطة لـ ٣ سرعات أمامية في ناقل الحركة الأوتوماتيكي

www.alkottob.com

نقل القدرة (٢)

اجهزة المؤازرة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

اجهزة المؤازرة Apply devices

مقدمة

في الفصل الأول تعلمنا انه للحصول على حركة من عمود الخرج لمجموعة التروس الكوكبية فإنه يجب عليك أن تكبح أحد الأعضاء بينما تسمح للآخر أن يدور. الوسيلة الميكانيكية التي تؤثر على القوابض أو المكابح تسمى بوسيلة التأثير Apply devices. هذه الوسائل المؤثرة تعمل هيدروليكياً وهي أداة التحكم المؤازر التي تكبح الأجزاء Servo والقوابض متعدد الأقراص.

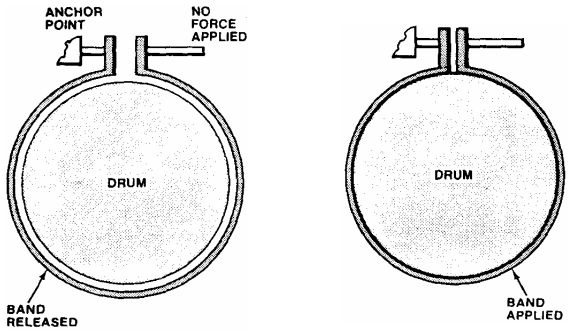
التشغيل الهيدروليكي لأداة التحكم المؤازر أو القوابض يشابه في طريقة عملة للاسطوانة الهيدروليكية البسيطة السابق شرحها. وضغط المائع في النظام الهيدروليكي وقوة خرج المكابس هي التي تقوم بالتأثير على كل من المكابح والقوابض.

في أداة التحكم المؤازر Servo فإن القوة الهيدروليكية تؤثر على طوق الفرملة . وفي القوابض فإن القوة الخارجة تؤثر على سلسلة من الدسكات أو مجموعة الأقراص التي تستخدم في ناقل الحركة الأوتوماتيكية.

أداة التحكم المؤازر وطوق الفرامل التي تكبح أحد الأعضاء في مجموعة التروس الكوكبية تتم للحصول على نسب التخفيض المختلفة. القوابض المتعددة الأقراص أيضاً تكبح أو تدار.

هذا الجزء يشرح التصميم العام وطريقة التشغيل لأطواق الفرامل وأداة التحكم المؤازر والقوابض المتعددة الأقراص والقوابض ذات الإتجاه الواحد وأيضاً في هذا الجزء سوف يتم وصف بعض أجزاء النظام الهيدروليكي وطريقة تشغيله.

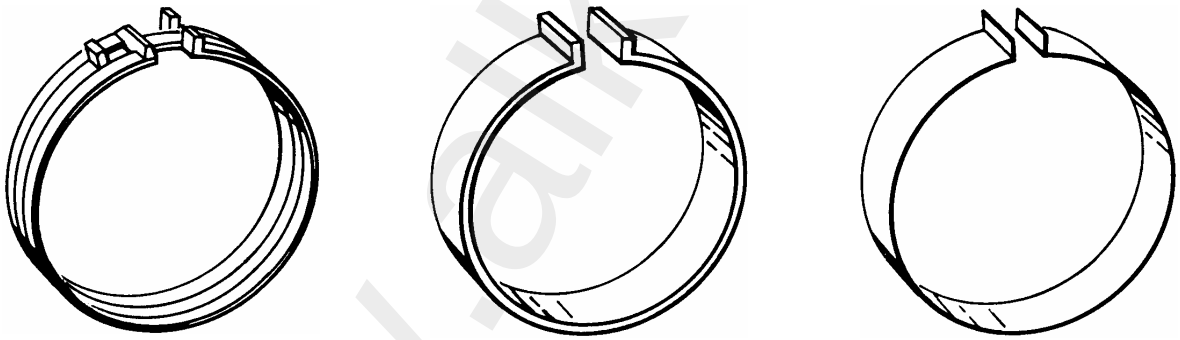
www.alkottob.com



شكل ٣ -١ وضع الطوق حول السطح الخارجي للطنبور لإيقافه

أطواق فرامل نقل الحركة Transmission bands

أطواق فرامل نقل الحركة تعمل على كبح أحد الأعضاء في مجموعة التروس الكوكبية ويكون أحد الأعضاء الأخرى لمجموعة التروس الكوكبية هو عمود الخرج وطوق الفرملة هذا يلف خارجياً حول الطنبور المراد إيقافه وبالتالي يمنعه من الدوران كما في الشكل ١ -٣.



(A) (B) (C)

شكل ٣ -٢ أطواق كبح أجهزة نقل الحركة من الممكن أن تكون مذدوجة التاثير (A) أو مفردة سميكة (B) أو مفردة رفيعة (C)

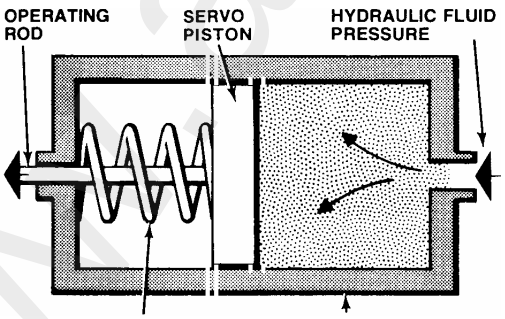
www.alkottob.com

تصميم أطواق الفرامل Band designs

هناك أنواع كثيرة مختلفة الشكل والحج والتركيب لأطواق الفرامل واختيار أي منها يتوقف على المطلوب فعلة. طوق الفرملة هو عبارة عن شريط وكلابسات موجودة في نهاية الشريط وهناك بعض أنواع الأشرطة من النوع العريض كما في الشكل ٣ -٢ (A) وهو أفضل من النوع المفرد٣ - ٢(B) هذا النوع يستطيع تحمل قوى كبيرة وهو من النوع الناعم أما النوع المفرد فيعتبر رخيص الثمن بالمقارنة مع المزدوج ولكنه لا مانع من استخدامه أما النوع الثالث فهو من النوع الخفيف والرفيع كما في الشكل ٣ -٢ (C) وهو يستخدم حينما لا نحتاج إلى قوة كبيرة لإيقاف الطنبور. ويصنع الطوق الفرملي من الصلب المرن السطح الداخلي له ناعم وبه مادة احتكاكية وهي مصممة حتى لا يحدث انزلاق حينما نؤثر علية بقوة الكبح لأن معنى وجود انزلاق سوف يلحق الضرر بالجزء ولا يوقفه وقفاً تاماً ويحدث الانزلاق كذلك عندما تتآكل المادة الإحتكاكية وبالتالي يلزم الحاجة إلى عناية وضبط دائم يدوي وفي بعض الأحيان يتم ذلك أوتوماتيكياً.

آليات المؤازرة SERVOS

أطواق فرامل ناقل الحركة تعمل هيدروليكيا ضغط الزيت يؤثر على مكبس يتحرك داخل الأسطوانة. المكبس والأسطوانة يمكن أن تسمى بآلية المؤازرة Servo. أداة المؤازرة تعمل عندما يكون المائع تحت ضغط ومن ثم يتم دفع المكبس بقوة ضد ضغط الياي. المكبس متصل بعمود ليدفع الجزء الحر من الطوق كما في الشكل ٣ -٣.



شكل ٣ -٣ أداة التحكم المؤازر (سريفو) وهي تحتوي على مكبس هيدروليكي واسطوانة. المكبس وزراعة سوف يؤثر بقوة على الطوق حول الطنبور

www.alkottob.com

مساحة المكبس لأداة المؤازرة يجب أن يكون مناسباً لحدوث القوة المؤثرة على الطوق وتصمم أداة المؤازرة بطرق مختلفة للحصول على قوى مختلفة حسب المطلوب وكمثال باعتبار أن مساحة المكبس ٨ سم٢ وكان الضغط الهيدروليكي يتراوح بين ٥٠ -٢٠٠ نيوتن/سم٢.

فإذا كان الضغط ٥٠ نيوتن/سم٢ فتكون القوة المؤثرة بواسطة المكبس لتشغيل العمود المتصل بالطوق يساوي الضغط الهيدروليكي مضروباً في مساحة المكبس.

القوة المؤثرة على عمود طوق الفرملة= ٥٠ X ٨ = ٤٠٠ نيوتن

هذه القوة سوف تعمل على إيقاف الطنبور وإذا كانت لا تكفي وإذا كان الضغط الهيدروليكي زاد إلى ١٠٠ نيوتن /سم٢ تحت تأثير حمل كبير من المحرك فنحن محتاجون إلى ضعف القوة المؤثرة على الطوق

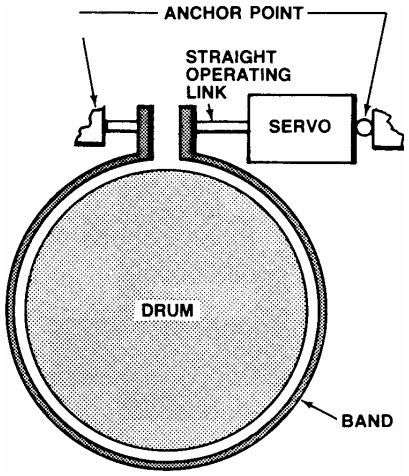
وصلات وروافع أداة المؤازرة Servo linkages

أداة المؤازرة متصلة بالطوق بواسطة وصلات تشغيل وهناك أربعة أنواع من وصلات التشغيل كما يلي:.

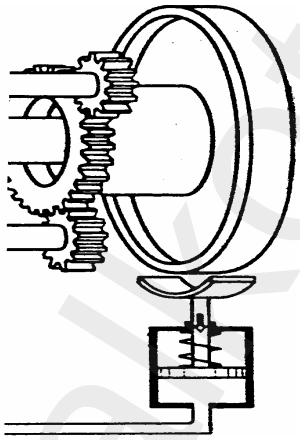
النوع الأول: عمود مباشر Simple rod linkage type

يتكون من عمود لنقل الحركة من مكبس أداة المؤازرة إلى نهاية الجزء الحر المتصل بالطوق انظر شكل ٣ -٤ وشكل ٣ -٥ ضغط المائع سوف يؤثر على المكبس الذي يؤثر على العمود الذي بدورة يؤثر عل طوق الفرملة هذا النوع البسيط لعمود أداة المؤازرة يستخدم في ناقل الحركة الأوتوماتيكي حينما تكون أداة المؤازرة متصلة مباشرةً وفي خط مستقيم بالطوق

www.alkottob.com



شكل ٣ -٤ ذراع تشغيل مستقيم لتصل الحركة
مباشرة من مكبس والسرفو إلى الطوق

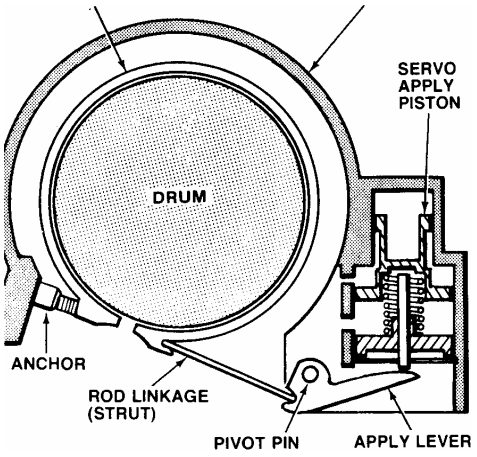


شكل ٣ -٥ التأثير المباشر لشريط الفرملة
على أحد أعضاء مجموعة التروس الكوكبية

النوع الثاني: باستخدام الرافعة Lever type

يستخدم رافعة **Lever** وهذه الرافعة تستخدم عندما تكون أداة المؤازرة لسيت في خط مستقيم كما في الشكل ٣ -٦.

www.alkottob.com

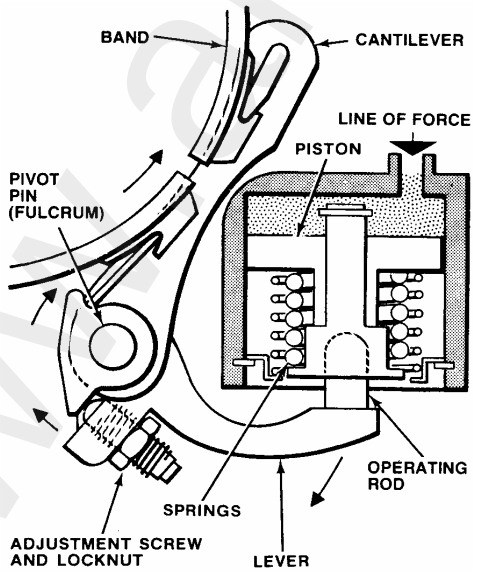


شكل ٣ -٦ سرفو من نوع الرافعة تستخدم حينما لا يكون بالإمكان
أن يكون الاتصال مباشراً ومستقيم بين السرفو والطوق

في النوعين السابقين يمكن ضبط أداة المؤازرة عن طريق مسمار ضبط خاص موجود بالجزء الثابت من الطوق.

النوع الثالث: كابولي Cantilever type

يستخدم كابولي Cantilever وهذا النوع يؤثر على نهايتي الطوق وعندما يؤثر مكبس أداة المؤازرة بقوة على عمود التشغيل العمود بسبب وجود الكابولي يعمل على ضم نهايتي الطوق مع بعض كما في الشكل ٣ -٧ أيضاً يوجد مسمار ضبط لهذا الطوق.

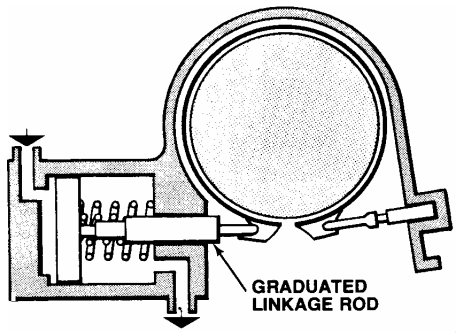


شكل ٣ -٧ سرفو من نوع كابولي يؤثر على نهايتي الطوق حول الطنبور

www.alkottob.com

النوع الرابع: عمود متعدد المراحل (متدرج) Graduated linkage rod

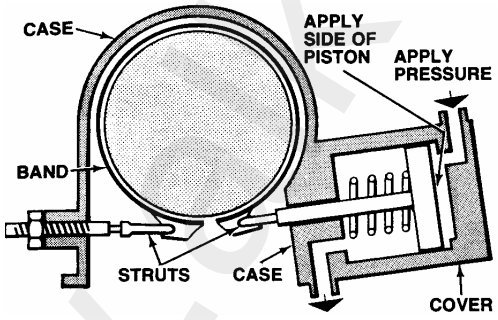
مشابه للنوع الأول ولكنة يستخدم عموداً متعدداً المراحل وذلك لضبط خلوص الطوق كما في الشكل ٣ -٨ ويتم الضبط للطوق عن طريق اختيار واحد من الأطوال المختلفة المتعددة للعمود وليس له مسمار ضبط كما في الأنواع الأخرى.



شكل ٣ -٨ سرفو من نوع العمود المتعدد الدرجات باطوال خاصة تستخدم لضبط الطوق

قوة أداة المؤازرة Servo struts

وهي قوة مكبس السرفو والمؤثرة على أطواق الفرملة ذات التصاميم المختلفة وكما هو واضح من الشكل ٣ -٤، شكل ٣ -٥ وشكل ٤ -٦ فإن قوة السرفو تكون مؤثرة بين عمود السرفو أو الرافعة والطوق وقد تكون قوة السرفو مؤثرة بين ناحيتي الطوق كما في شكل ٤ -٩.

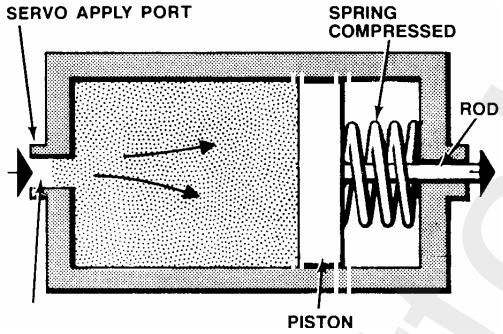


شكل ٣ -٩ قوة السرفو (أداة التحكم المؤار) بين طرفي الطوق

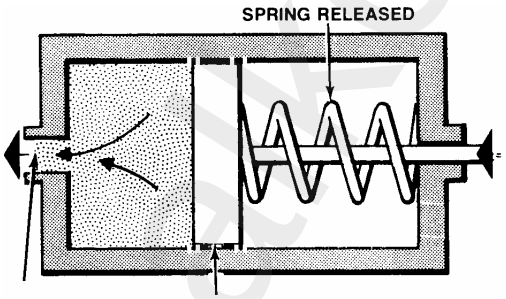
www.alkottob.com

نظرية عمل وحدة أداة المؤازرة Servo operation

هناك طرق مختلفة ومتعددة للتحكم في الطوق الفرملي وأبسط تصميمات لذلك هو عندما يؤثر الضغط الهيدروليكي على المكبس فيتحرك المكبس ثم يدفع العمود المؤثر على الطوق وذلك حتى يتم إيقاف الجزء المراد إيقافه انظر شكل ٣ -١٠ في هذا التصميم فإن الطوق يعتق ويحرر بواسطة نابض موجود خلف المكبس عندما ينقطع تأثير الضغط الهيدروليكي كما في الشكل ٣ -١١ فإن النابض يعمل على إرجاع المكبس إلى وضعه الأصلي.



شكل ٣ -١٠ سرفو بسيط الضغط الهيدروليكي يؤثر على المكبس حتى يمكن التاثير على الطوق الفرملي

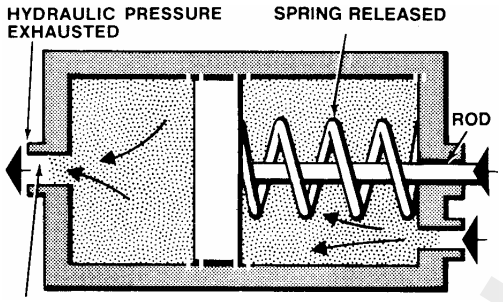


شكل ٣ -١١ قوة النابض تعمل على تحرر الطوق وذلك بدفع المكبس إلى وضعة الأصلي عندما ينقطع الضغط الهيدروليكي

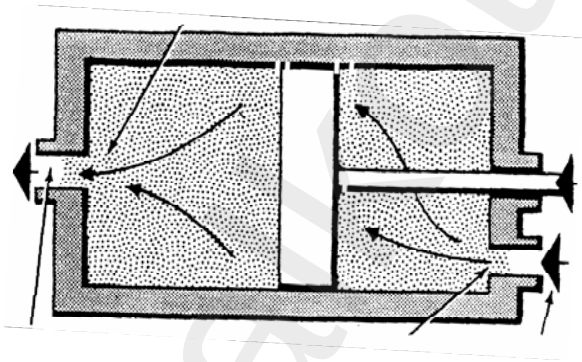
وهناك تصميم آخر أكثر استشارا وهو أن أداة المؤازرة تحرر بواسطة الضغط الهيدروليكي الذي يدخل إلى الجانب الذي يوجد به النابض لكي يساعد المكبس إلى رجوعه إلى وضعه الأصلي كما هو موضح في الشكل ٣ -١٢ في هذه الحالة فإن الطوق سوف يتحرر وذلك برجوع المكبس إلى وضعه الأصلي وعندما يكون الضغط الهيدروليكي متساوياً على جانبي المكبس في هذا الوقت فإن الياي سوف يقوم بإرجاع المكبس إلى وضعه الأصلي ومن الممكن أن يتحرر أداة المؤازر بواسطة قطع الضغط

www.alkottob.com

الهيدروليكي الذي يؤثر على المكبس ويؤثر بضغط آخر من ناحية الطوق كما في الشكل ٣ -١٣ لكي يتحرر الطوق الفرملي هذا النوع يمكن عمله بدون وجود نابض



شكل ٣ -١٢ في هذا السرفو فإن الضغط الهيدروليكي سوف يحرر الطوق بالتأثير من ناحية النابض



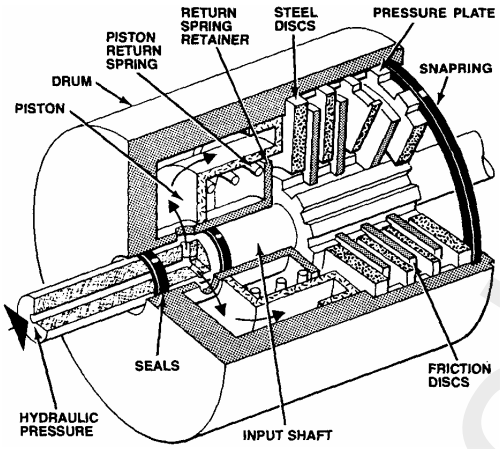
شكل ٣ -١٣ في هذه الحالة لا مبرر لوجود نابض لتحرير الطوق وسيكتفى بالضغط الهيدروليكي ليؤثر على المكبس من الناحية العكسية

القوابض متعددة الأقراص Multiple–disc clutch

الشكل ٣ -١٤ يبين أحد أنواع هذه القوابض وهي أحد مكونات وسائل التأثير Apply deviceوهي تستطيع أن توصل أو لا توصل الحركة. القوابض المتعدد الأقراص تتكون من أقراص احتكاكية توضع بين أقراص صلب. .الأقراص الاحتكاكية تحمل مادة احتكاكية خشنة على الوجهين أما الأقراص الصلبة فلها أسطح ملساء ولا يوجد أي مادة احتكاكية عليها وتحتوي القوابض المتعدد الأقراص على مكبس ونابض لإرجاع المكبس وفي بعض الحالات فإن لهذه القوابض أكثر من

www.alkottob.com

مكبس وأكثر من ياي. أيضاً تحتوي القوابض المتعددة الأقراص على واحد أو أكثر من أقراص الضغط pressure disc وجوانات لمنع تسرب الزيت وحواجز لنابض الإرجاع وأيضاً يوجد حلقة في نهاية القابض تسمى Snaprings .

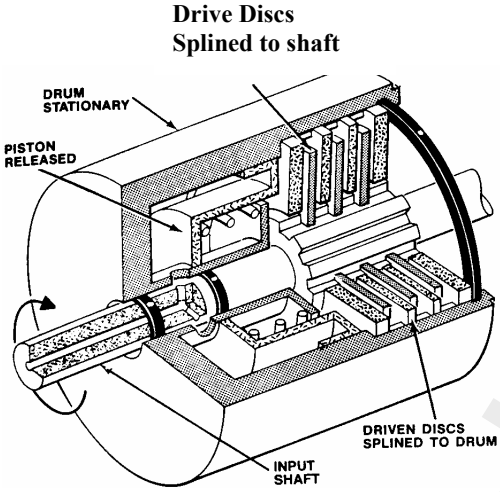


شكل ٣ -١٤ قابض متعدد الاقراص يعمل هيدروليكاً

القوابض الناقلة للحركة Clutch operation

القوابض الناقلة للحركة يمكن أن تأخذ حركتها بواسطة عمود الدخل لعمود ناقل الحركة الأوتوماتيكي كما هو موضح بالشكل ٣ -١٥. مجموعة أقراص القابض تدور بواسطة مراود أو خدود وتأخذ حركتها من عمود ناقل الحركة أما الأقراص الأخرى الصلب المتداخلة مع أقراص القابض فهي مخددة داخلياً مع طنبور القابض وعندما يكون المكبس محرراً فإن أقراص القابض تدور مع العمود وهي غير متصلة مع الأقراص المنقادة والتي هي متصلة بخدود الطنبور انظر شكل ٣ -١٥.

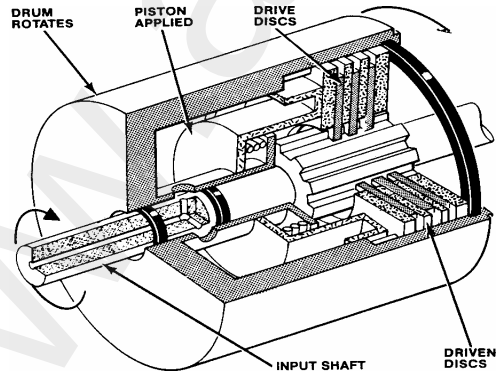
www.alkottob.com



شكل ٣ -١٥ عندما تكون مكبس القابض محرر فإن عمود الدخل يستطيع أن يدور ولكنه لا يستطيع أن يدير طنبور القابض

وعندما يؤثر ضغط الزيت القادم من صمامات التغيير على مكبس القابض فإن جميع الأقراص تتلامس وتصبح وكأنها كتلة واحدة مما يؤدي إلى إدارة الأقراص المنقادة المتصلة بطنبور القابض وتديره انظر شكل ٣ -١٦.

وحينما يدار طنبور القابض توصل هذه الحركة إلى أحد أعضاء مجموعة التروس الكوكبية لإدارته من طنبور القابض وهناك تصميمات مختلفة لإيصال حركة طنبور القابض إلى أحد أعضاء مجموعة التروس الكوكبية.



شكل ٣ -١٦ عندما يؤثر مكبس القابض على الأقراص المنقادة والقائدة تنضغط . وبالتالي فإن عمود الدخل يستطيع الآن أن يدير طنبور القابض من خلال أقراص القابض

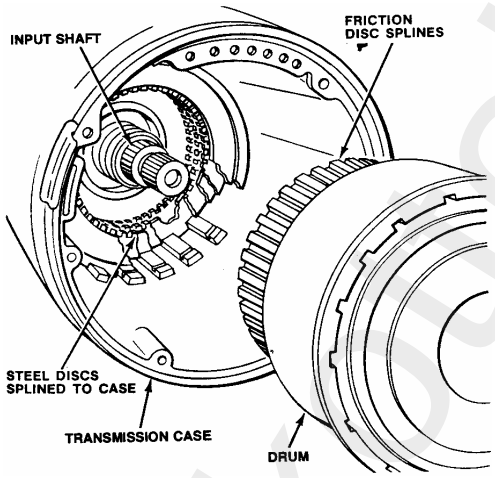
www.alkottob.com

إيقاف القوابض Holding clutches

القابض متعدد الأقراص يمكن إيقافه مثلما يكمن إدارته كعضو في مجموعة التروس. ولقد تعرفنا من قبل ذلك بأن طوق الفرامل هو الوحيد الذي يقوم بكبح أي عضو في مجموعة التروس الكوكبية.

وكمثال لإيقاف القابض انظر شكل ٣ -١٧ في هذه الحالة فإن الأقراص الاحتكاكية مخددة مع السطح الخارجي للطنبور والأقراص الصلبه مخددة مع السطح الداخلي لجسم ناقل الحركة.

الفراغ الموجود بين الأقراص الاحتكاكية والأقراص الصلبه يجعل الطنبور يدور حراً في كلا الاتجاهين.



شكل ٣ -١٧ عملية إيقاف القابض

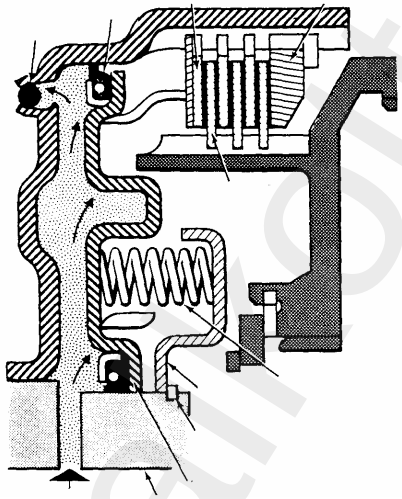
إذا كان الفراغ الموجود بين الأقراص الاحتكاكية والأقراص الصلبة قد تلاشى فإن الاحتكاك بين المجموعتين من الأقراص سوف يوقف دوران الطنبور. وبالتالي فإن الطنبور سوف يقف حتى إن وحدة الأقراص الاحتكاكية تكون حرة . هناك مكبس خاص بإيقاف القابض يتحرك في اسطوانة موجودة في غلاف ناقل الحركة. وهناك ممرات للزيت في جسم ناقل الحركة لمروره إلى القوابض للتأثير على المكبس.

www.alkottob.com

تشغيل القابض Clutch operation

يبين الشكل ٣ -١٨ طريقة تشغيل القابض. المكبس يوجد خلف الطنبور (مكبس الاسطوانة) والكبس موجود في مكانه بواسطة ياي رجوع المكبس. الياي يرجع المكبس إلى وضعه الأول عندما ينقطع الضغط الهيدروليكي وبالتالي تكون الأقراص مفصولة أو غير متصلة.

المائع الهيدروليكي يؤثر على المكبس الموجود داخل الصرة خلال فتحة موجودة بالجسم ناقل الحركة. المائع تحت ضغط يدخل إلى الطنبور ليدفع المكبس ضد ضغط الياي وقرص الضغط. الياي سوف ينضغط نتيجة للقوة المؤثرة علية. قوة الاحتكاك للأقراص تبدأ يضغط الأقراص على بعضها وبالتالي تصبح الأقراص والعمود والطنبور كجزء واحد ويدور الجميع كوحدة واحدة. مع العلم بأن الطنبور متصل ياي عضو في مجموعة التروس الكوكبية وبالتالي يدور هذا العضو بنفس سرعة العمود.

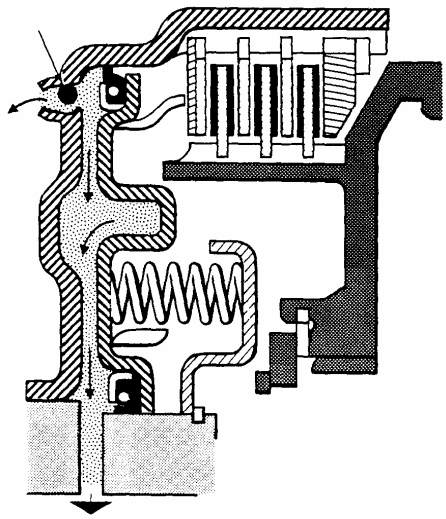


شكل ٣ - ١٨عندما يكون القابض مؤثراً – الضغط الهيدروليكي يحرك المبس ضد الياي لضغط الأقراص

ولتحرير القابض يقطع المائع الهيدروليكي المؤثر على المكبس وبالتالي يقوي الياي المنضغط على التمدد بعد زوال قوة ضغط المائع ويعمل على تحريك المكبس إلى الخلف (إلى وضعه الأصلي). وعندما يحرر القابض يرجع السائل إلى خارج الطنبور بالقوة الطاردة المركزية وبالتالي يتم فصل القابض.

وعندما يتحرر القابض فإن الياي سوف يرجع المكبس إلى وضعه الأصلي. ويتحرك المائع إلى الخارج انظر شكل ٣ -١٩.

www.alkottob.com



شكل ٣ - ١٩عندما يكون القابض محرراً النابض
سوف يعيد المكبس لوضعة الأصلي

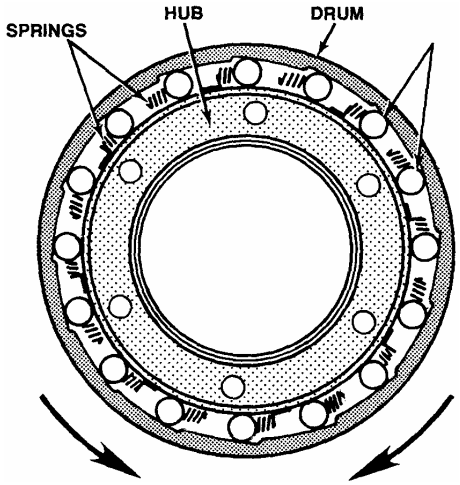
القابض ذو الاتجاه الواحد One-way-clutches

القابض دو الاتجاه الواحد هو نوع أخر من وسائل التأثير، وهو يعتبر دائماً وسيلة إمساك. القوابض ذات الاتجاه الواحد إما قوا بض دوارة Roller clutch أو قوا بض Sprag clutch وهي التي تحول دون دوران العجلة إلى الوراء والنوع الأول هو الأكثر شيوعاً واستخداماً.

القابض ذو الاتجاه الواحد من نوع البكرة الدوارة Roller clutch

القابض ذو البكرة الدوارة أو المتدحرجة لها صرة، متدحرجات أو بكرات ويايات محيطة بالطنبور كما هو واضح من الشكل ٣ -٢٠ . فإذا دار الطنبور الخارجي في عكس اتجاه حركة الساعة فإن المتدحرجات تحشر في نهاية الجيوب الضيقة الموجودة بين الطنبور والصرة واليايات تساعد هذه الحشرة.
البكرات تعمل على أن الطنبور والصرة يعملان معاً. فإذا كانت الصرة مثبتة مع غلاف ناقل الحركة فإن القابض ذات الاتجاه الواحد يمنع من الدوران في اتجاه عكس عقارب الساعة وذلك عندما تحشر البكرات في الجيوب.
ومع ذلك فإذا دار الطنبور كما في شكل ٣ -٢٠ في اتجاه عقارب الساعة أو إذا دار في عكس اتجاه عقارب الساعة فإن قوة أدارته سوف ترفع، وسوف تتحرك البكرات من خارج نهايات الجيوب الصغيرة إلى الناحية الأكبر. وهذا يعمل على عدم إقفال القابض ويسمح للطنبور أن يعمل كعجلة حرة.

www.alkottob.com



شكل ٣ -٢٠ القابض ذو الاتجاه الواحد من نوع البكرة الدوارة

www.alkottob.com

نقل القدرة (٢)

القابض الهيدروليكي - محول العزم

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

مقدمة

في الفصل السابق تعلمنا كيف أن النظام الهيدروليكي لناقل الحركة الأوتوماتيكي يستخدم في كبح أو إدارة الأعضاء المختلفة من مجموعة التروس الكوكبية. وذلك للحصول على نسب مختلفة للسرعات.

هذا الفصل سوف يشرح كلاً من الوصلة الهيدروليكية Hydraulic couplings أو القابض الهيدروليكي Hydraulic clutch ومحول العزم Torque converters.

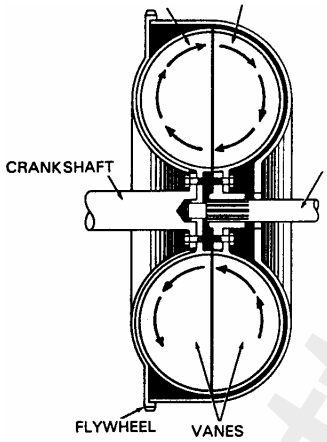
فقد بدأت القوا بض الهيدروليكية تأخذ مكانها في الانتشار بعد أن كانت قاصرة على السيارات الفاخرة، وهذه الأنواع من القوا بض لها نفس وظيفة القوا بض الاحتكاكية لنقل عزم المحرك إلى بقية أجهزة نقل الحركة، إلا أن وسيلة نقل العزم يتم عن طريق الدفع الهيدروليكي لزيت مخصوص بدلاً من قرص الاحتكاك. إذا تم الفهم الكامل للوصلة الهيدروليكية أو القابض الهيدروليكي فإن شرح محول العزم سيكون سهلاً وبسيطاً.

ويركب القابض الهيدروليكي أو محول العزم بعد المحرك مباشرة ويأخذ حركته من عمود مرفق للمحرك. ويملأ القابض الهيدروليكي أو محول العزم بسائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي وتقوم الوصلة الهيدروليكية إما بنقل عزم المحرك كما هو إلى ناقل الحركة الأوتوماتيكي (قابض هيدروليكي)أو تقوم بمضاعفة العزم الناتج من المحرك ونقل هذا العزم المضاعف إلى ناقل الحركة الأوتوماتيكي (محول عزم). في السيارات المزودة بناقل حركة أوتوماتيكي، يعمل محول العزم كحذافة للمحرك وبذلك يكون وجود حذافة ثقيلة مثل تلك الموجودة في ناقل الحركة اليدوي غير ضروري.

www.alkottob.com

الوصلة الهيدروليكية Hydraulic couplings

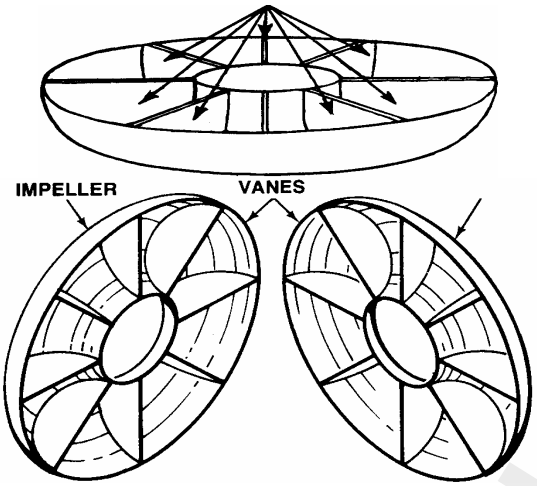
لتبسيط شرح عمل الوصلة الهيدروليكية نتصور علبة، كالموضحة بالشكل رقم (٤ -١) تتكون من قرصين على شكل نصف دائرة كل منهم يوجه الآخر وأحدهما متصل بحذافة المحرك وعمود المرفق ويمثل العضو الدائر والعضو الآخر متصل بعمود نقل الحركة المتصل بناقل الحركة الأوتوماتيكي، ويمثل العضو المدار يكون حراً طالما لا يوجد أي اتصال



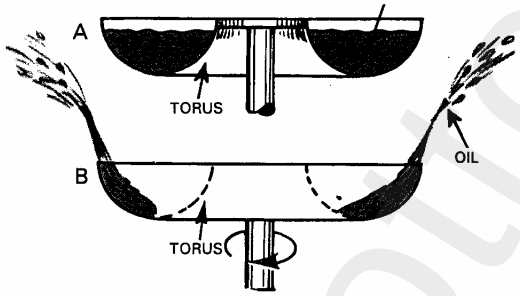
شكل ٤ -١ الوصلة الهيدروليكية

وبوضع ريش داخل كل من القرصين، كما هو موضح بالشكل (٤ - ٢) ويملأ القرص الدائر بالزيت، فعندما يبدأ المحرك في الدوران بسرعة معينه يندفع الزيت الموجود بالقرص إلى الخارج بتأثير القوه الطاردة المركزية، كما هو موضح بالشكل رقم (٤ – ٣)، وإذا ما وضع العضو المدار فوقه كما هو موضح بالشكل (٤ - ٤) فإن الزيت الخارج يرتطم بريش العضو المدار ثم يعود إلى العضو الدائر مرة أخرى وهذه الحركة الدائرية تسمى بالتدفق الدوامي Vortex flow.

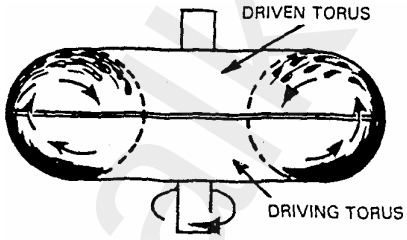
www.alkottob.com



شكل ٤ -٢



شكل ٤ -٣

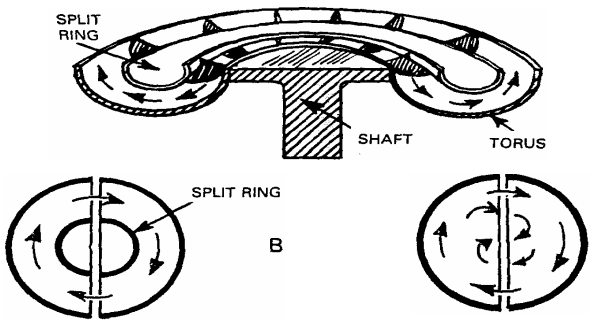


شكل ٤ -٤

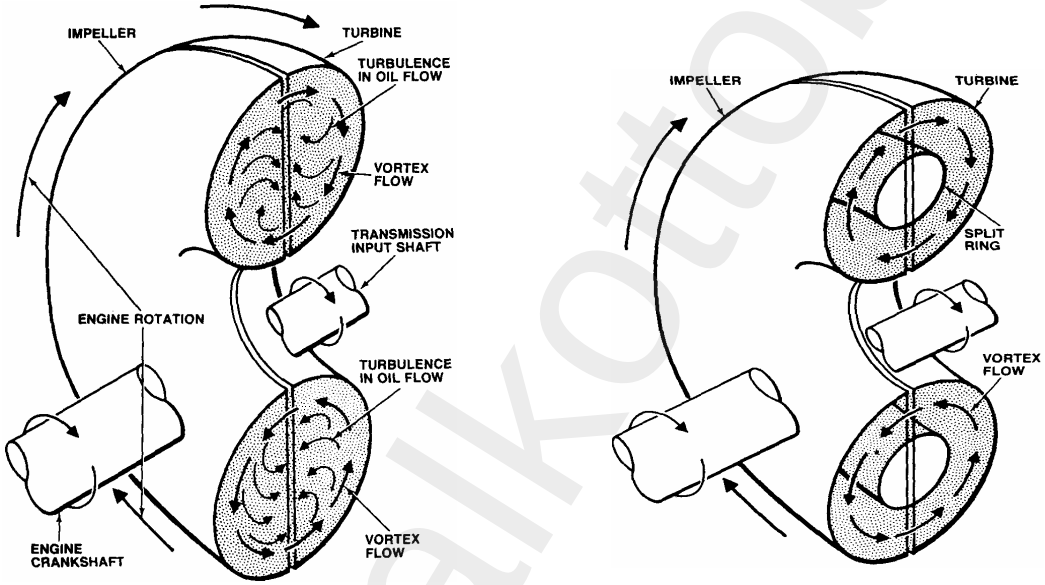
فعند زيادة سرعة المحرك تزداد قوة دفع الزيت وتدير العضو المدار ببطء ثم يزداد الدوران تدريجياً كلما زادت سرعة المحرك حتى تتساوى سرعة دوران العضو المدار بسرعة دوران العضو الدائر. وعند هذه الحالة فإن كلاً من العضوين يحاول دفع الزيت في الأخر وهذا يلغي الحركة الدوامية للزيت.

ولمساعدة الحفاظ على نعومة التدفق الدوامي تستخدم حركة مشقوقة في كل من العضو الدوامي والعضو المدار، كما في الشكل (٤ - ٥) ، شكل (٤ -٦) هذه الحلقة توجه الزيت في حركة دائرية وتتجنب تلاطم الزيت ببعض في منطقة الوسط.

www.alkottob.com



شكل ٤ -٥



شكل ٤ -٦

كفاءة الوصلة الهيدروليكية Hydraulic coupling efficiency

هذه الوصلة الهيدروليكية تجعل نقل العزم من المحرك إلى باقي أجهزة نقل الحركة تتم بنعومة. فعند السرعات العالية تكون كفاءة الاتصال عالية جداً وتعطي نسبه جيدة للعضو الدائر والعضو المدار، بينما عند السرعات المتوسطه تقل فعالية الاتصال وبالتالي تقل القدرة المنقولة.

أما في السرعات البطيئة فتصبح القدرة المنقولة صغيرة جداً ويحدث انزلاق بين الأسطح الدائرة والزيت. وهذا يسمح للوصلة الهيدروليكية بالعمل كقابض، فعندما تكون سرعة المحرك مختلفة لا يحدث أي نقل للقدرة، وعندما تزداد سرعة المحرك وكفاءة نقل القدرة بهذا تستبعد الخشونة في عملية

www.alkottob.com

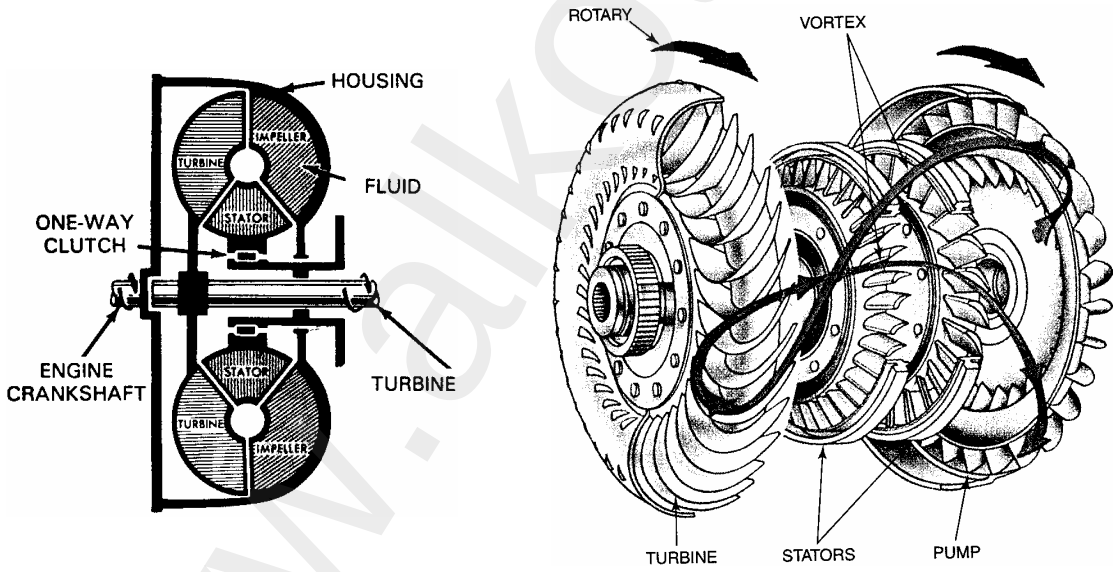
فصل ووصل القدرة حيث تتم بنعومة، مما يقلل التآكل والجهود التي قد تنشأ من خشونة النقل في حالة القابض الاحتكاكي.

محول العزم Torque converters

محول العزم شكل ٤ -٧ وهو ما يعرف (بالبطيخة) يشابه في نظرية عمله الوصلة الهيدروليكية السابق ذكرها.

الأجزاء الرئيسية لمحول العزم

- عجلة المضخة وهي عجلة قائدة
- عجلة توربينية وهي منقادة
- عجلة دليلية وهي عجلة وسيطة تعمل على تحويل مسار الزيت.



شكل ٤ -٧ محول العزم

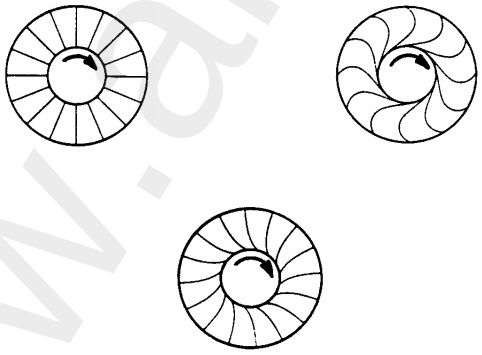
www.alkottob.com

وظائف محول العزم:

- مضاعفة العزم الناتج من المحرك
- يعمل كقابض أوتوماتيكي لنقل (أو عدم نقل) عزم المحرك إلى ناقل الحركة
- امتصاص الذبذبات الالتوائية للمحرك ومجموعة نقل الحركة
- يعمل كحذافة لسهولة دوران المحرك
- إدارة طلمبة الزيت الخاصة بنظام التحكم الهيدروليكي

محول العزم يشابه في نظرية عمله الوصلة الهيدروليكية كما ذكرنا، ولكن يوجد اختلاف واحد مهم جداً وهو أن الوصلة الهيدروليكية يمكنها نقل عزم المحرك بالكامل ولكنها لا تستطيع مضاعفة هذا العزم، وهو ما يستطيعه محول العزم ومقدار مضاعفة العزم يتوقف على نوع وتصميم المحرك، وكذلك سرعة المحرك، وقابلية مضاعفة العزم تجعل من الممكن خفض عدد التروس المستخدمة في النقل الأوتوماتيكي.

في محول العزم الموضح بالشكل رقم (٤ - ٧) العضو الدائر يسمى بالمضخة أو الطلمبة بينما العضو المدار يسمى التوربين. وتصمم الريش في كل من الطلمبة والتوربين على شكل مقوسين لتسهيل التدفق الدوامي المناسب، ويلاحظ اتجاه تقويس ريش الطلمبة عكس اتجاه ريش التوربين لغرض تحسين التدفق انظر شكل ٤ -٨.

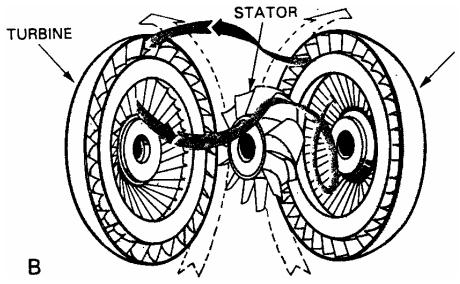


شكل ٤ -٨ تقوس ريش المضخة

www.alkottob.com

العجلة الدليلية Stator

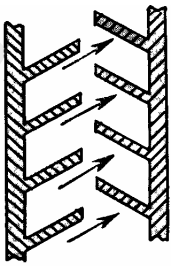
إن سر مضاعفة العزم يقع على العجلة الدليلية Stator، وهي عضو ساكن وهي عبارة عن عجلة صغيرة تقع بين المضخة والتوربين انظر شكل ٤ -٩.



شكل ٤ -٩ العجلة الدليلية

وكما هو موضح بالشكل رقم (٤ - ٧)٠ ووظيفة العجلة الدليلية أن تعترض الزيت المندفع من التوربين، ثم توجه مسار هذا الزيت ليدخل بسهولة إلى المضخة، فعندما تبدأ الطلمبة بالدوران يطرد الزيت إلى ريش التوربين المقوسة وتلف حول الريش ٠ وبدلاً من العودة إلى الطلمبة مباشرةً فإنه يمر أولاً خلال العجلة الدليلية Stator٠ وفي الوصلة الهيدروليكية التي سبق شرحها حيث لا تستخدم Stator العجلة الدليلية، وبالتالي فإن كفاءة نقل العزم تهبط لأن زيت التربين يدخل إلى الطلمبة، عند زوايا متغيرة تتوقف على السرعة وحالة الحمل٠ زوايا الدخول هذه يمكن أن تعمل ضد حركة الطلمبة، وبالتالي تمتص جزءاً من العزم والـ Stator مركب على قابض ذي اتجاه واحد يسمح له بالحركة الدورانية في اتجاه الطلمبة وأي محاولة لإدارته عكس المضخة فإنه يمسك في عمود القابض٠

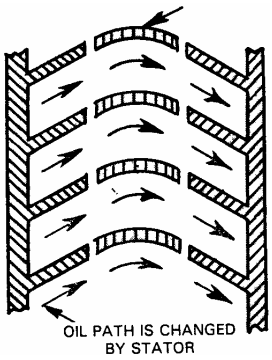
والشكل رقم (٤ - ١٠) يوضح كيفية نقل الزيت بدون وجود العجلة الدليلية، وكما هو واضح عند خروج الزيت من التوربين يحاول أن يعود للطلمبة، ولأن اتجاه تدفق الزيت يكون عكس اتجاه الطلمبة فهو إذن يعمل ضدها ويعوق الحركة الدورانية، وبالتالي يهبط العزم المنقول.



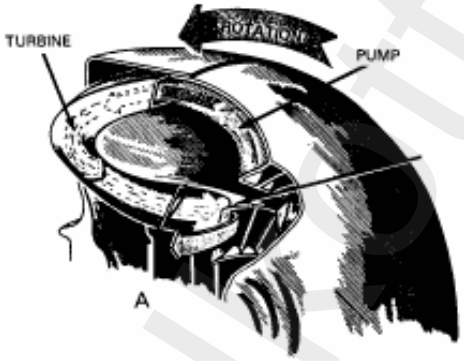
شكل ٤ -١٠

www.alkottob.com

وكما هو موضح بالشكل ٤ -١١ مع وجود العجلة الدليلية نجد أن ريش العجلة الدليلية مقوسه بطريقة الزيت الخارج من ريش التوربين، ثم توجه مساره في اتجاه يسمح لتيار الزيت بدخول ريش الطلمبة بنعومة وقوه دفع تضاف إلى قوة الطلمبة، وبالتالي زيادة العزم المنقول ٠



شكل ٤ -١١



شكل ٤ -١٢

شكل ٤ - ١٢ يبين مسار الزيت بين الطلمبة والتربين والعجلة الدليلية Stator والذي فيه ينحني تيار الزيت الخارج من ريش التربين في اتجاه يسمح له بالدخول إلى الطلمبة بسرعة ابتدائية.

مضاعفة العزم Torque multiplication

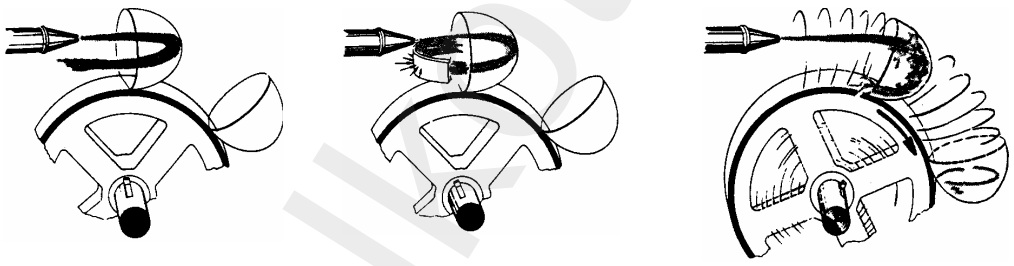
عندما تطرد المضخة الزيت إلى ريش التربين فإن قوة تدفق الزيت تميل إلى ادارة التربين. في الشكل ٤ - ١٣ نرى عجلة تمثل التربين وغرف صغيرة تمثل الريش وفوهة تدفع الزيت وهي تمثل المضخة. ومن الشكل يتضح أن الزيت يصدم الغرف الصغيرة (الريش) بقوة الدفع ولكن بواسطة أي قوة صغيرة يمكن منع العجلة (التربين) من الدوران وهذا يمثل قوة ضعف قوة الزيت. ويلاحظ هنا أن الزيت يصطدم بجانب واحد من الغرف الصغيرة وبعدها يتجه إلى الخارج وواضح إننا بذلك نفقد القوة الكامنة في الزيت.

www.alkottob.com

أما في الشكل ٤ -١٣ ب وقد تم وضع جزر مقوس يمثل العجلة الدليلية Stator وعن طريقها يرتد الزيت مرة أخرى. فهنا الزيت يصطدم بالغرف الصغيرة وبدلاً أن يتركها فإنه يستمر في لفته ويرتد للغرف الصغيرة مرة أخرى. وعلى هذا فإن العزم الذي كان قد نشأ من الزيت في الحالة الأولى (أ) يزداد في حالة (ب) بإضافة عزم زائد والذي كان قد فقد عند طرد الزيت من الغرف الصغيرة. وهذا معناه أنه بإعادة توجيه تيار الزيت يتضاعف العزم وهذا هو وظيفة الـ Stator.

عندما تدور العجلة (التربين) أسرع وأسرع فإنها في النهاية تصل إلى سرعة تيار الزيت انظر شكل ٤ - ١٣ ج وعندما يحدث هذا فإن الغرف الصغيرة سوف تتحرك تقريباً عند نفس سرعة تيار الزيت. في هذه الحالة فإن الزيت لن يطرد خارج الغرف الصغيرة وبالتالي لن يعاد توجيهه وهنا لا يمكن مضاعفة العزم أكثر من ذلك.

ويمكن تلخيص ما سبق بالآتي :.(مضاعفة العزم تكون ممكنة فقط عند حدوث فرق بين سرعة الطلمبة وسرعة التربين وكلما زاد الفرق كان مضاعفة العزم أكبر)



ج ب أ

شكل ٤ -١٣

www.alkottob.com

قانون نيوتن

" إن كل فعل له ردة فعل مساوٍ له ومضادة في الاتجاه وبتطبيق قانون نيوتن على محور العزم نجد عندنا ثلاث مناطق للفعل ورد الفعل تحدث بسبب تيار الزيت وهذه المناطق الثلاث طلمبة الأولى (A)، العجلة الدليلية Stator (B) والتربين (C).

حيث أن ريش الـ Stator ممسوكة في وضع ثابت خلال فترة مضاعفة العزم فإن رد الفعل لهذه الريش على تيار الزيت وهو توجيهه القوة في نفس الاتجاه مثل الطلمبة وباستخدام القانون لنيوتن فإن رد فعل ريش التربين على تيار الزيت مساوي للقوة المبذولة من الطلمبة(A)، العجلة الدليلية فإذا كانت (A) هي قوة الفعل للطلمبة و (B) قوة رد الفعل لـ Stator والتربين (C) هي قوة رد فعل للتربين إذاً

$$C = A + B$$

وهذا يعني أن القوة الأصلية (A) تضاعفت بقيمة (B)، معطية قوة رد فعل (C) والتي أكبر من القوة (A) وباختصار فإن العزم الأصلي (A) قد تضاعف إلى (C).

تشغيل محول العزم

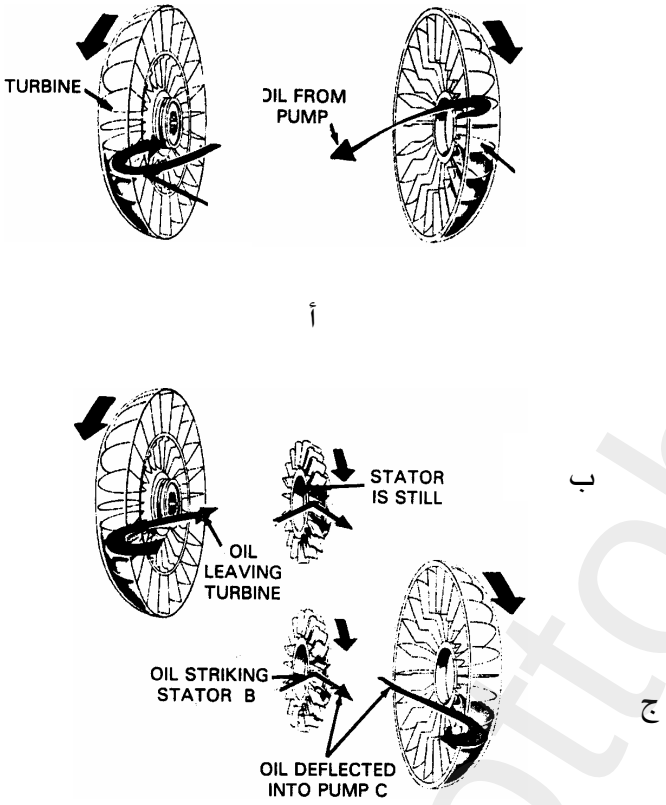
عندما تكون السيارة واقفة ويد التغيير في موضع الـ Drive والمحرك على سرعة بطيئة (Idling speed) فإن العزم الواقع على التربين من الطلمبة يكون صغيرا جداً

حالة السكون

عند تعجيل المحرك تزداد سرعة الطلمبة فيطرد الزيت بقوة متزايدة شكل ١٤أ وعند خروج الزيت من التربين يرتطم ب Stator شكل ١٤ب ليتحول مساره ويدخل الطلمبة شكل ١٤ج وبتزايد الحركة الدوامية للزيت يزداد العزم المنقول إلى التربين.

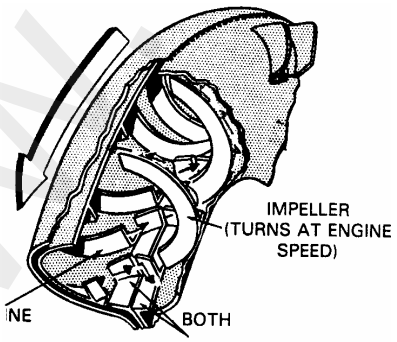
يجب معرفة أن أقصى عزم يمكن الحصول علية عندما تصل الطلمبة أعلى سرعة لها والتربينة ساكنة.

www.alkottob.com



شكل ٤ -١٤

شكل ٤ -١٥ يوضح بدء حركة التربين من حالة السكون. ويلاحظ استخدام عدد اثنين Stator أحداهما ابتدائي Primary stator والثاني ثانوي Secondary stator وهو احد الأنواع المستخدمة في السيارات الأمريكية.

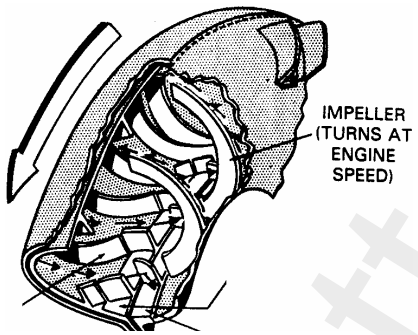


شكل ٤ -١٥

www.alkottob.com

زيادة السرعة Increasing speed

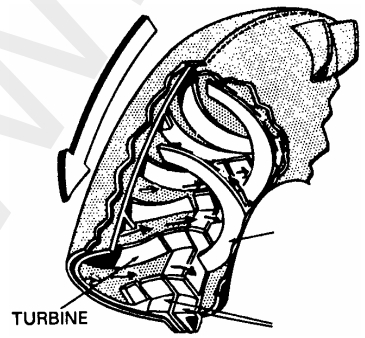
عندما يبدأ التربين في الدوران، تقل مضاعفة العزم. وبزيادة سرعة التربين فإن الزيت الخارج من أطراف الريش يغير زاويته ويبدأ تلاطم الوجه الخلفي للـ Stator لزيادة سرعة التربين عن سرعة الزيت تجاه ال Stator وبما أن السرعة الدائرية للتربين Rotary speed تتجاوز السرعة الدورانية Vortex velocity فإن الزيت يصطدم بظهر ريش أ. Primary stator العجلة الدليلية الابتدائية ويجعله يبدأ دوراناً حراً Free- wheeling مع التربين بينما Secondary stator العجلة الدليلية الثانوية مازال يقوم بتحريف مسار الزيت بينما يظل ساكناً شكل ٤ -١٦



شكل٤ -١٦

سرعة الرحلة Cruising speed

إذا ما وصلت سرعة السيارة نطاق سرعة الرحلة أي السرعة المباشرة فإن سرعة التربين تقترب من سرعة الطلمبة ويحدث أن الزيت المطرود من التربين يصطدم بظهر ريش كل من الـ Stator الابتدائي والثانوي وبالتالي يدوران دوراناً حراً. عندئذ لا يوجد أي مضاعفة للعزم حيث الحركة الدوامية تكون بطيئة ويصبح محول العزم يؤدي عملة كوصلة هيدروليكية هذه الحالة تعرف بنقطة الاتصال Coupling point كما هو واضح من الشكل ٤ -١٧.

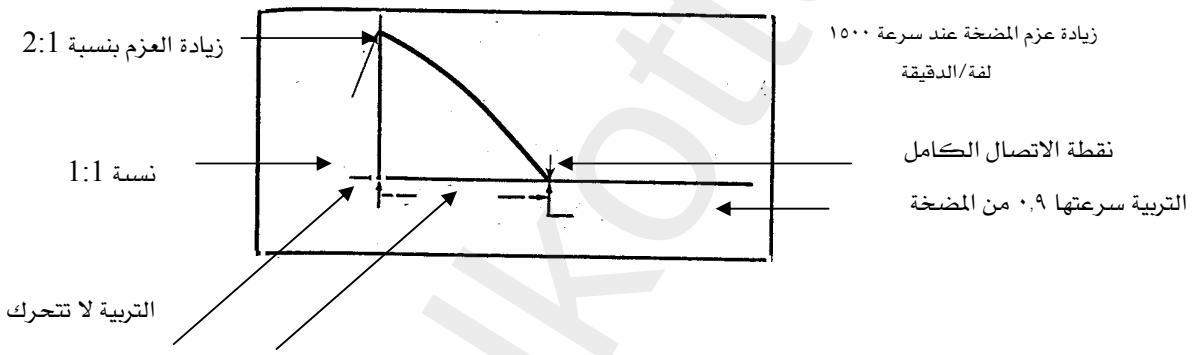


شكل ٤ -١٧

www.alkottob.com

منحنى مضاعفة العزم

شكل ٤ -١٨ يوضح النسبة بين مضاعفة العزم والتربين عند حالة السكون At stall ونقطة الاتصال Coupling point ويلاحظ كيف يهبط العزم عند ازدياد سرعة التربين. وينقطع اتصال العزم بين المحرك وناقل الحركة في حالتي السكون والدوران المحايد للمحرك. وبزيادة سرعة دوران المحرك يستمر زيادة العزم المنقول بواسطة المحول، وكلما كان الفرق بين سرعتي المضخة والتربين أكبر كان تحويل مسار الزيت أكبر وبالتالي زيادة عزم الدوران المنقول ليصل حده الأقصى مرتين ونصف قدر عزم دوران التشغيل حيث تكون سرعة عمود القابض أي التربين أصغر كثيراً من سرعة العمود القائد أو المضخة أي أقل من نسبة زيادة العزم المنقول. وعند تساوي سرعتي المضخة والتربين يتوقف مسار الزيت في العجلة الدليلية Stator ويتوقف معه زيادة العزم المنقول وبالتالي يعمل المحول كقابض هيدروليكي فقط وتدور العجلة الدليلية معه دورانا حراً.



شكل ٤ -١٨ النسبة بين مضاعفة العزم والتربين

مقارنه بين القوابض الهيدروليكية ومحولات العزم الهيدروليكية

من النظرة السريعة إلى كل من القوابض الهيدروليكية ومحولات العزوم الهيدروليكية نجد أن هناك تشابهاً كبيراً. فكل منها له عضو ناقل للحركة وعضو تنقل إليه الحركة، وينقل كل منهما العزم (القدرة) بتمرير الزيت في حواجز في العضو المنقول إليه الحركة. إلا أن القابض الهيدروليكي ينقل العزم بنفس مقداره بكفاءة تصل إلى أقصى قيم لها عندما يدور عضوي الحركة فيه بنفس السرعة تقريباً٠ فإذا دار العضو الناقل للحركة بسرعة أكبر كثيراً من سرعة العضو المنقول إليه الحركة قلت كفاءة نقل العزم، وذلك للأسباب التالية:

www.alkottob.com

عند دوران العضو الناقل للحركة بسرعة أكبر بكثير من سرعة العضو المنقول إليه الحركة فإن العضو الناقل للحركة يلقي الزيت في حواجز العضو المنقول إليه الحركة بشده ويضرب الزيت الحواجز ويوجه جزء منه إلى العضو الناقل للحركة (أي أن هذه العملية تجعل الزيت يؤثر بقوه مضادة في العضو الناقل للحركة) ٠ وهكذا فإنه يتم استنزاف جزء كبير من العزم في التغلب على تأثير الزيت العائد إلى العضو الناقل للحركة (أي أن هناك عزماً مفقوداً خلال القابض الهيدروليكي في هذه الحالة) ٠

ويختلف الوضع عن ذلك في حالة محولات العزم الهيدروليكي حيث تزود محولات العزم بالعجاة الدليلية٠ فقد صممت هذه المحولات بحيث تمنع أو تقلل إلى حد كبير تأثير العزم المنقول بواسطة محول العزم إذا زاد الفرق بين السرعة العضوية، بل يحدث العكس فيزداد العزم ويتضاعف عدة مرات مع محولات العزم٠

www.alkottob.com

نقل القدرة (٢)

ناقل الحركة الأوتوماتيكي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

ناقل الحركة الأوتوماتيكي (القير الأوتوماتيكي) Automatic Transmission

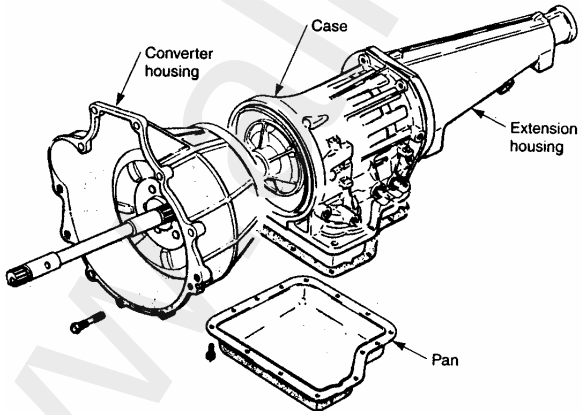
تزود بعض السيارات الحديثة بجهاز النقل الأوتوماتيكي والذي يعفي سائق المركبة من تشغيل القابض والتعشيقات المختلفة في صناديق التروس العادية. وكما نعرف فان ناقل الحركة الأوتوماتيكي عادتا ما يحس الى كل من

١- سرعة المركبة: ينظم صمام الحاكم الضغط الهيدروليكي المتولد من مضخة الزيت بالتناسب مع سرعة السيارة ومقدار هذا الضغط (يسمى ضغط الحاكم أو ضغط المنظم) مؤشر لسرعة السيارة لوحدة التحكم الهيدروليكي.

٢- حمل المحرك: ينظم الصمام الخانق في نظام التحكم الهيدروليكي الضغط الهيدروليكي المتولد من مضخة الزيت بالتناسب مع مقدار الدعسة على دواسة التسارع ويكون مقدار هذا الضغط (يسمى ضغط الخانق) مؤشر لفتحة الخانق إلى وحدة التحكم الهيدروليكي.

تركيب ناقل الحركة الأوتوماتيكي

كما ذكرنا في الفصل الأول فإن ناقل الحركة الأوتوماتيكي يتكون من عدة أجزاء ولكن يمكن القول بأن هذه الأجزاء في مجملها هي محول العزم ومجموعة التروس الكوكبية ووحدة التحكم الهيدروليكي. في الفصول السابقة تكلمنا عن الدائرة الهيدروليكية ومحول العزم بالتفصيل. في هذا الفصل سوف نتكلم عن مجموعة التروس الكوكبية بالتفصيل ثم طريقة تركيبها وتشغيلها في ناقل الحركة الأوتوماتيكي.



شكل ٥ -١ شكل عام لناقل الحركة الاوتوماتيكي

مجموعة التروس الكوكبية

تصلح مجموعة التروس الكوكبية بصفه خاصة لصناديق التروس الاوتوماتيكية فتثبيت الأجزاء المكونة كل على حده أو تركها حرة يمكن من الحصول على نسبة نقل مختلفة دون الحاجة إلى تحريك تروس

www.alkottob.com

وتعشيقها أو تحريك جلب وتتم عملية تغيير السرعة بالتشغيل الهيدروليكي لقوابض أشرطة فرامل ذات تركيب مناسب وتكون التروس في حالة تعشيق مستمر مع بعضها البعض.

السرعة المنخفضة، السرعة العالية، السرعة الخلفية والسرعة المباشرة يمكن تحديدهم بواسطة إدارة أو كبح أحد الأعضاء لمجموعة التروس الكوكبية وإدارة العضو الأخر وأخذ الحركة من العضو الثالث.

نسبة التخفيض الأساسية لمجموعة التروس الكوكبية البسيطة في صورتها العامة لأي سرعة فهي مرتبطة بالمعادلة التالية.

$$n_1 + (\frac{z_3}{z_1}).n_3 = (1 + \frac{z_3}{z_1}).n_2$$

حيث

n_1	سرعة الترس الشمسي
n_2	سرعة حامل التروس الكوكبية
n_3	سرعة الترس الحلقي
z_1	عدد أسنان الترس الشمسي
z_3	عدد أسنان الترس الحلقي

١ - حالة الحياد

إذا دار أي عضو في مجموعة التروس الكوكبية وكان أحد الأعضاء الآخرين غير مثبت فلا يوجد حركة إلى عمود الخرج. وكمثال سوف نأخذ الترس الشمسي عضو الدخول ومن غير أن يكبح عضو آخر (حامل التروس الكوكبية أو الترس الحلقي) فإن التروس الكوكبية الصغيرة سوف تدور حول نفسها فقط وبالتالي لا يوجد أي حركة لعمود الخرج وتسمى هذه الحالة بوضع الحياد.

www.alkottob.com

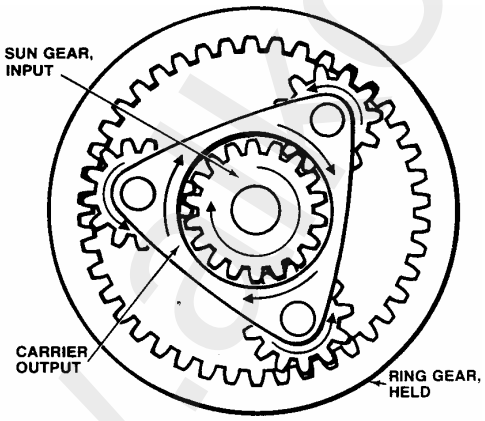
٢ - السرعة الأمامية المنخفضة (ذات نسبة التخفيض الكبيرة)

إذا جعلنا حامل التروس الكوكبية هو الذي نأخذ منه الحركة Output member وجعلنا أحد الأعضاء الآخرين هو العضو القائد Input member. ومع تثبيت أحد الأعضاء، فيكون نتيجة ذلك هو انخفاض السرعة، ويكون سرعة عمود الخرج في نفس اتجاه حركة عمود الدخل.

أ - الطريقة الأولى (سرعة منخفضة بنسبة كبيرة)

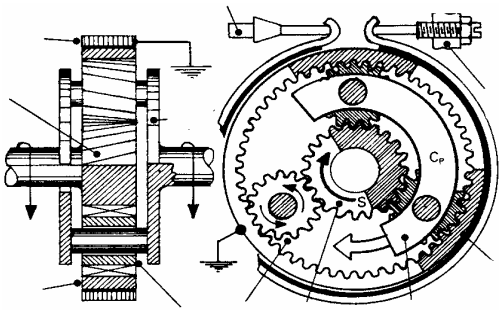
إذا كان ترس الدخل أو الترس القائد هو الترس الشمسي الذي يدور في اتجاه عقارب الساعة فإنه يدير التروس الكوكبية في اتجاه عكس اتجاه عقارب الساعة وكما هو موضح في الشكل ٥ -٢. لأن الترس الحلقي هو الترس الثابت. والتروس الكوكبية معشقة مع الترس الحلقي فتتدحرج التروس الكوكبية الصغيرة في اتجاه عقارب الساعة حول السطح الداخلي للترس الحلقي وتأخذ معها حامل التروس الكوكبية في نفس الاتجاه ويكون حامل التروس الكوكبية هو عضو الخرج. ويدار في نفس اتجاه الترس الشمسي ولكن بسرعة منخفضة. وتكون نسبة التخفيض في هذه الحالة طبقاً للمعادلة:

$$i = 1 + \frac{z_3}{z_1}$$



الترس الشمسي	الدخل Input member
الترس الحلقي	مثبت Held
حامل التروس الكوكبية	الخرج Output member

www.alkottob.com



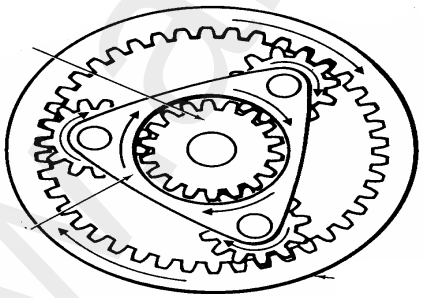
شكل ٥ -٢ الطريقة الأولى لتخفيض السرعة (تخفيض كبير)

ب - الطريقة الثانية (سرعة منخفضة)

سوف نجعل ترس الدخل أو الترس القائد هو الترس الحلقي الذي يدور في اتجاه عقارب الساعة وكما هو موضح في الشكل ٥ -٣. الترس الشمسي هو الترس الثابت. لأن الترس الحلقي يدور في اتجاه عقارب الساعة فإنه يدير التروس الكوكبية الصغيرة في نفس الاتجاه. ولأن التروس الكوكبية الصغيرة معشقة مع الترس الشمسي الثابت فإنها تدور حول نفسها وبالتالي سوف تحرك هذه التروس حامل التروس الكوكبية في اتجاه عقارب الساعة بسرعة منخفضة وبالتالي يكون حامل التروس الكوكبية هو عضو الخرج. وتكون نسبة التخفيض في هذه الحالة طبقاً للمعادلة:

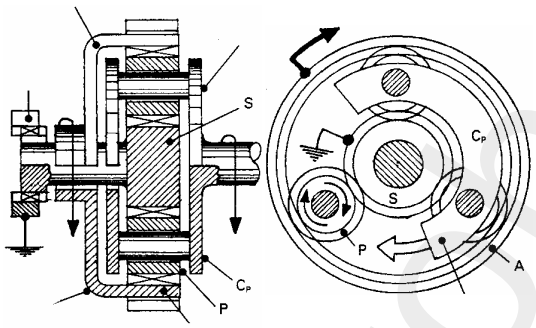
$$i = 1 + \frac{z_1}{z_3}$$

ملاحظة: في الطريقتين السابقتين لتحديد نسبة التخفيض التروس فإن حامل التروس الكوكبية هو عضو الخرج Output member .



www.alkottob.com

الترس الحلقي	الدخل Input member
الترس الشمسي	مثبت Held
حامل التروس الكوكبية	الخرج Output member



شكل ٥ -٣ الطريقة الثانية لتخفيض السرعة (تخفيض صغير)

٣ - فوق السرعة Overdrive

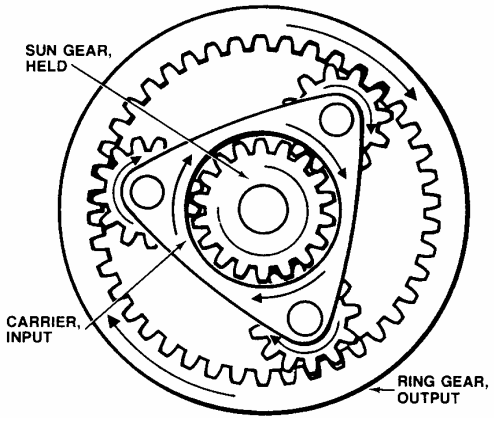
إذا كان ترس الدخل أو الترس القائد هو حامل التروس الكوكبية وكان أحد التروس ثابتاً . فان عضو الخرج سوف يدور بسرعة بالمقارنة مع عضو الدخل وان اتجاه الحركة للعضو الخرج سوف يكون في نفس اتجاه عضو الدخل

أ - الطريقة الأولى (فوق السرعة)

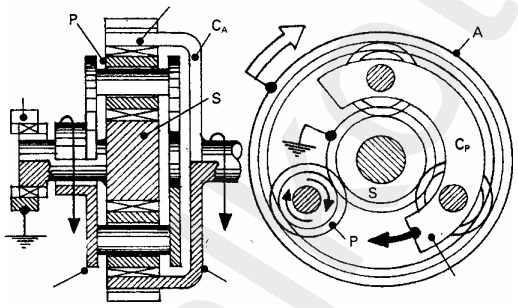
حامل التروس الكوكبية مرة أخرى هو عضو الدخل أو العضو القائد ويدور في اتجاه عقارب الساعة والترس الشمسي ثابتاً شكل ٥ -٤. فإن التروس الكوكبية الصغيرة تدور في اتجاه عقارب الساعة وتعمل على إدارة الترس الحلقي في اتجاه عقارب الساعة. وبالتالي نستطيع أن نقول أن عضو الخرج هنا هو الترس الحلقي الداخلي ويدور في نفس اتجاه عضو الدخل حامل التروس الكوكبية ولكن بسرعة عالية. وتكون نسبة التخفيض في هذه الحالة طبقاً للمعادلة:

$$i = \frac{1}{1 + \frac{z_1}{z_3}}$$

www.alkottob.com



حامل التروس الكوكبية	الدخل Input member
الترس الشمسي	مثبت Held
الترس الحلقي	الخرج Output member



شكل ٥ -٤ الطريقة الأولى لفوق السرعة

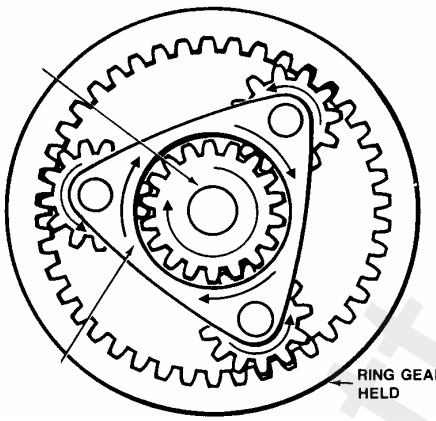
الطريقة الثانية (فوق السرعة)

إذا كان ترس الدخل أو الترس القائد هو حامل التروس الكوكبية الذي يدور في اتجاه عقارب الساعة شكل ٥ -٥ . والترس الحلقي ثابتاً. فإن التروس الكوكبية تدور في اتجاه عكس اتجاه عقارب الساعة داخل الترس الحلقي الثابت . التروس الكوكبية سوف تدير الترس الشمسي في اتجاه عقارب الساعة ويعتبر هنا أن الترس الشمسي هو عضو الخرج فنقول أن الترس الشمسي وهو عضو الخرج يدور في نفس اتجاه عضو الدخل (حامل التروس الكوكبية) ولكن بسرعة عالية.

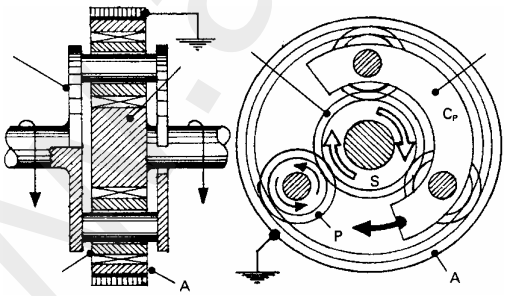
www.alkottob.com

وتكون نسبة التخفيض في هذه الحالة طبقاً للمعادلة:

$$i = \frac{1}{1 + \frac{z_3}{z_1}}$$



حامل التروس الكوكبية	الدخل Input member
الترس الحلقي	مثبت Held
الترس الشمسي	الخرج Output member



شكل ٥ -٥ الطريقة الثانية فوق السرعة

www.alkottob.com

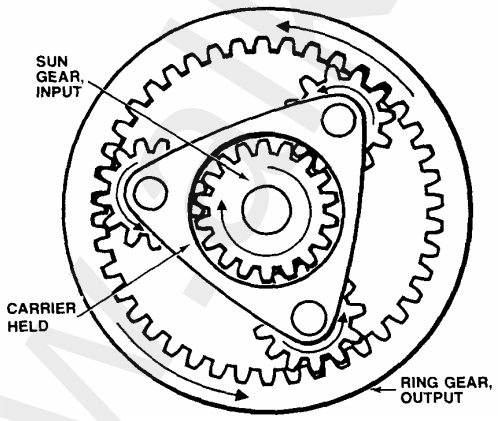
٤ - السرعة الخلفية

إذا كان حامل التروس الكوكبية هو الثابت وأحد الترسين الآخرين هو ترس الدخل أو الترس القائد فيكون الترس الثالث هو عضو الخرج وسوف يدور في عكس اتجاه الترس القائد لأنه في هذه الحالة يكون حامل التروس الكوكبية مجرد عضو وسيط فقط لعكس الحركة

أ - الطريقة الأولى (سرعة خلفية تخفيض كبير)

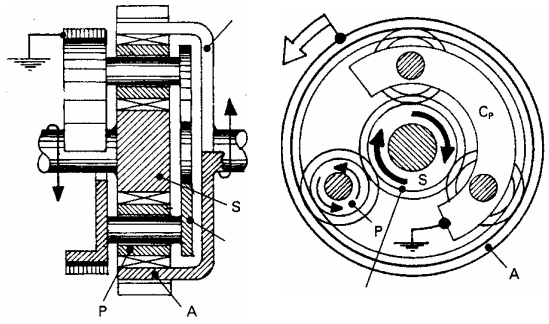
في هذه الحالة يكون الترس الشمسي هو عضو الدخل أو العضو القائد ويدور في اتجاه عقارب الساعة شكل ٥ -٦. وحامل التروس الكوكبية ثابت. ولكن التروس الكوكبية الصغيرة تدور في اتجاه عكس عقارب الساعة حول محاورها. وتعمل التروس الكوكبية الصغيرة على إدارة الترس الحلقي الداخلي في اتجاه عكس عقارب الساعة. في هذه الحالة فان عضو الدخل وهو الترس الشمسي سوف يدور عكس بسرعة بالمقارنة مع عضو الدخل (الترس الحلقي) ولكن يدو بعكس الحركة. وهذا يعتبر حالة فوق السرعة العكسي. . وتكون نسبة التخفيض في هذه الحالة طبقاً للمعادلة:

$$i = -\frac{z_3}{z_1}$$



الترس الشمسي	الدخل Input member
حامل التروس الكوكبية	مثبت Held
الترس الحلقي	الخرج Output member

www.alkottob.com

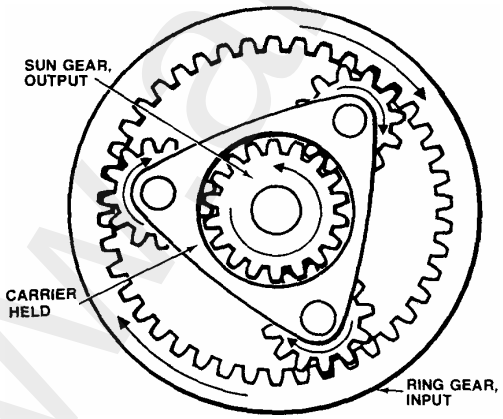


شكل ٥ -٦ الطريقة الأولى للسرعة الخلفية

ب - الطريقة الثانية (سرعة خلفية - فوق سرعة خلفي)

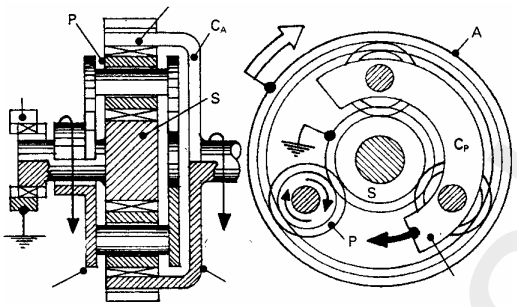
في هذه الحالة يكون الترس الحلقي الداخلي هو عضو الدخل أو العضو القائد ويدور في اتجاه عقارب الساعة شكل ٥ -٧. وحامل التروس الكوكبية ثابت. ولكن التروس الكوكبية الصغيرة تدور في اتجاه عقارب الساعة حول محاورها. وتعمل التروس الكوكبية الصغيرة على إدارة الترس الشمسي في اتجاه عكس عقارب الساعة. في هذه الحالة فإن عضو الخرج وهو الترس الشمسي سوف يدور بسرعة بالمقارنة مع عضو الدخل (الترس الحلقي) ولكن يدو بعكس الحركة. وهذا يعتبر حالة فوق السرعة العكسي. . وتكون نسبة التخفيض في هذه الحالة طبقاً للمعادلة:

$$i = -\frac{z_1}{z_3}$$



www.alkottob.com

الترس الحلقي	الدخل Input member
حامل التروس الكوكبية	مثبت Held
الترس الشمسي	الخرج Output member



شكل ٥ -٧ الطريقة الثانية للسرعة الخلفية

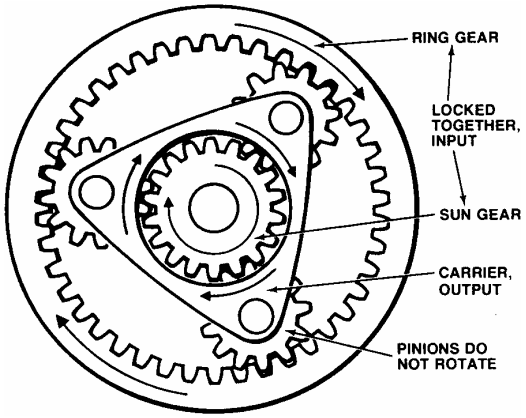
٥ - السرعة المباشرة

إذا اتصل أي عضوين في منظومة التروس الكوكبية مع بعضهم البعض ولهما نفس الاتجاه ونفس السرعة وكأنهما جزء واحد هذا معناه أن هذا الجزء يعتبر عضو الدخل. في هذه الحالة العضو الثالث في المجموعة سوف يدور مع العضوين السابقين وتصبح جميع التروس كمجموعة واحد وتكون النتيجة نحصل على سرعة مباشرة تتساوى فيها سرعة الدخل والخرج

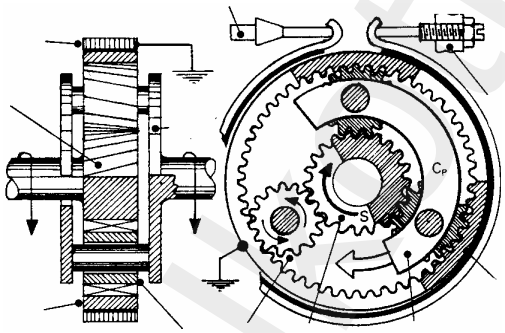
أ - الطريقة الأولى (سرعة مباشرة)

في هذه الحالة فإن الترس الشمسي يتحد مع الترس الحلقي كجزء واحد له نفس الاتجاه ونفس السرعة شكل ٥ -٨ لأن الترس الشمسي والترس الحلقي اتحدا مع بعضهم . أما التروس الكوكبية الصغيرة فإنها تدور حول محاورها ولن تتحرك التروس الصغيرة لأن الترس الشمسي والترس الحلقي متحدان مع بعضهما .

www.alkottob.com



الترس الحلقي والترس الشمسي	الدخل Input member
حامل التروس الكوكبية	الخرج Output member

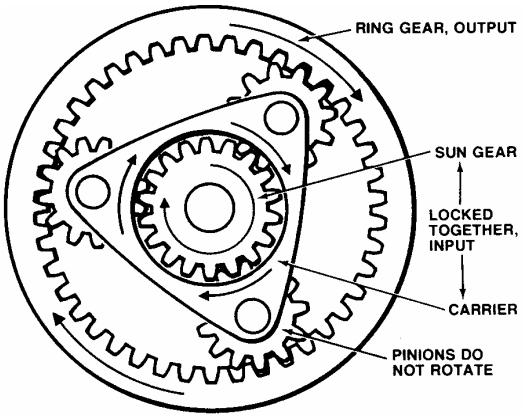


شكل ٥ - ٨ الطريقة الأولى للسرعة المباشرة ؟؟؟؟؟؟؟

ب - الطريقة الثانية (سرعة مباشرة)

نجد أن هناك إمكانية لاتحاد كل من الترس الشمسي وحامل التروس الكوكبية مع بعضهما البعض كجزء واحد ويدوران بنفس الاتجاه. انظر شكل ٥ -٩. ولأن الترس الشمسي وحامل التروس الكوكبية متحدان مع بعضهما البعض فإن التروس الكوكبية لا تستطيع التدحرج حول الترس الشمسي أو الدوران حول محاورها وتتحرك المجموعة وكأنها مجموعة واحدة. أما والترس الحلقي هو ترس الخرج.

www.alkottob.com

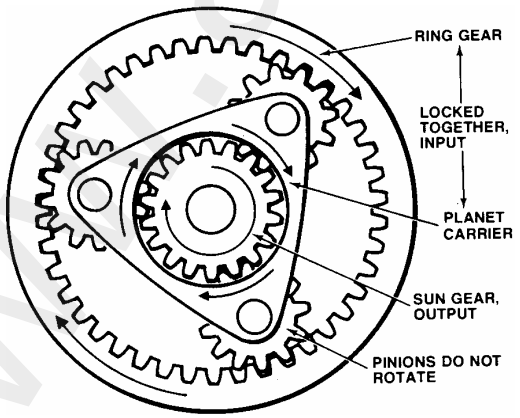


شكل ٥ - ٩ الطريقة الثانية للسرعة المباشرة

الترس الشمسي و حامل التروس الكوكبية	الدخل Input member
الترس الحلقي	الخرج Output member

ج - الطريقة الثالثة (سرعة مباشرة)

أيضا هناك إمكانية لاتحاد كل من الترس الحلقي وحامل التروس الكوكبية مع بعضهما البعض كجزء واحد ويدوران بنفس الاتجاه. انظر شكل ٥ -١٠. ولأن الترس الحلقي وحامل التروس الكوكبية متحدان مع بعضهما البعض فان التروس الكوكبية لا تستطيع الدوران وتتحرك المجموعة وكأنها مجموعة واحدة. أما الترس الشمسي فهو ترس الخرج.



شكل ٥ - ١٠ الطريقة الثالثة للسرعة المباشرة

www.alkottob.com

الترس الحلقي و حامل التروس الكوكبية	الدخل Input member
الترس الشمسي	الخرج Output member

أطقم التروس الكوكبية

مجموعة التروس الكوكبية البسيطة السابقة والتي تم مناقشتها لا تفي هنا بالغرض في ناقل الحركة الأوتوماتيكي لذلك يعشق طاقمان كوكبيان على التوالي ويمكن وضع تصميمات لها كما يلي:

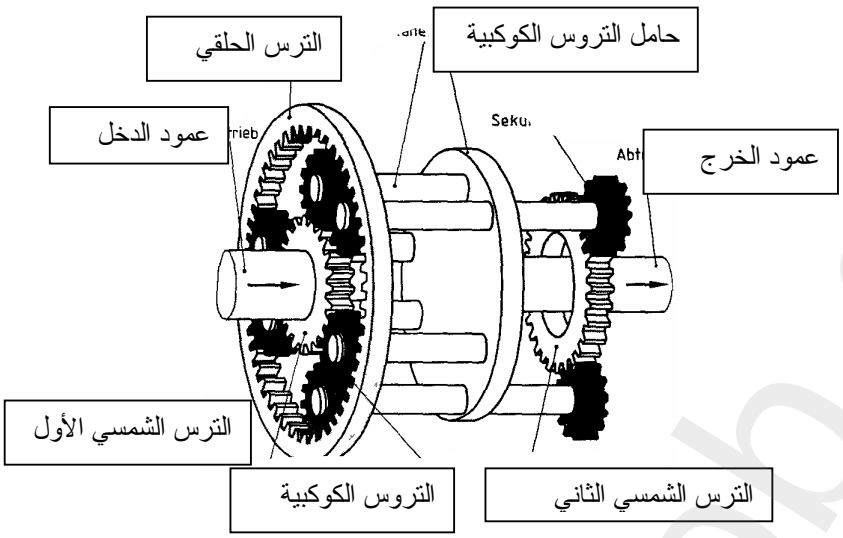
- مجموعتان بسيطتان من التروس الكوكبية

مجموعتان بسيطتان من التروس الكوكبية مصفوفتان على التوالي ويكون لهما نسب تخفيض مختلفة وينحصر استعمال هذا النوع من صناديق التروس فقط عندما يحتاج لأربع تعشيقات أمامية وتعشيقة خلفية ونظراً لتعدد التروس المختلفة فإن هذه الصناديق تكون غالية الثمن نوعاً ما

- طاقم رافينو Ravigneaux

طاقم رافينو الموضح بالشكل رقم (٥ - ١١) ويتركب من مجموعتين بسيطتين من التروس الكوكبية، مركبتين مع بعضهما ويشتمل الطاقم على ترس شمسي أمامي وهو مثبت بعمود الإدارة ومعشق مع التروس الكوكبية الأمامية وآخر ترس شمسي خلفي معشق مع التروس الكوكبية الخلفية. التروس الكوكبية الأمامية متصلة مع التروس الكوكبية الخلفية خلفية وأيضا يوجد ترس حلقي واحد. حامل التروس الكوكبية لكل من التروس الكوكبية الأمامية والخلفية مثبت بتصميم خاص مع عمود الخرج المتصل بعمود الإدارة (الكردان).

www.alkottob.com



شكل ٥ -١١ طاقم رافينو

- طاقم سمسون

طاقم سمسون ويتكون من مجموعتين مبسطتين من التروس الكوكبية مرتبتين في طاقم مغلق بحيث يشترك الترس الشمسي بينهما. وفي طاقم سمسون يكون حامل التروس الكوكبية للمجموعة الأولى متصل بالترس الحلقي للمجموعة الثانية وكذلك بالعمود المنقاد.

تركيبة سمسون لثلاث سرعات أمامية وسرعة خلفية

Simpson compound epicyclic three speed and reverse gear train power flow

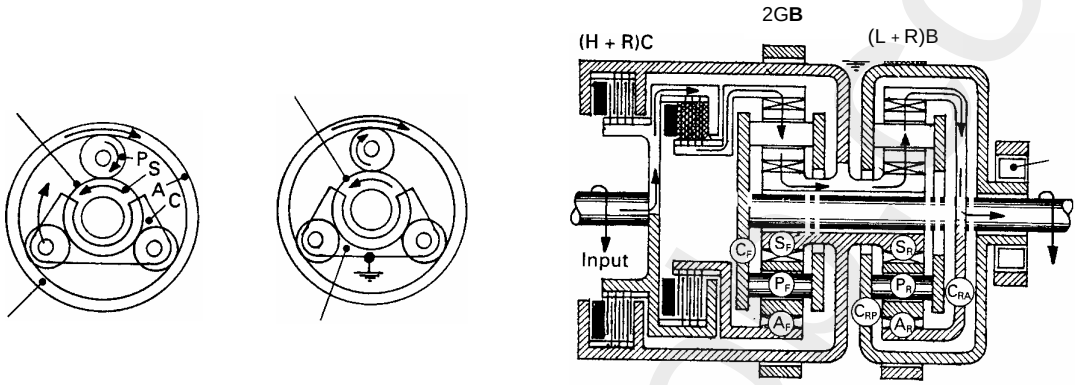
ثلاث سرعات أمامية وسرعة خلفية لصندوق تروس كوكبي صممت من قبل هاورد دبليو سمسون باستخدام مجموعتين من التروس الكوكبية.

السرعة الأولى

كما هو واضح من الشكل ٥ -١٢ مع استخدام قابض أمامي (FC) وقابض ذي الاتجاه الواحد (OWC) فإن خط سير القدرة يتم من عمود الدخل إلى الترس الداخلي أو الحلقي (AF) لمجموعة التروس الأمامية. بدوران الترس الحلقي الأمامي في اتجاه عقارب الساعة فإن هذا يسبب دوران التروس الكوكبية الصغيرة الأمامية في نفس اتجاه الترس الحلقي وهذا سوف يدير الترس الشمسي المزدوج عكس اتجاه عقارب الساعة. حامل التروس الكوكبية الأمامية (FC) متصل بعمود الخرج Output وبالتالي فإن التروس الكوكبية الصغيرة الخلفية (Pr) سوف تدير الترس الشمسي (Sf) بدلاً من تحركه حول الترس الشمسي (Sf) هذا الدوران الذي هو عكس اتجاه عقارب الساعة للترس الشمسي (Sr) سوف يسبب دوران التروس الكوكبية الخلفية (Pr) للدوران في اتجاه عقارب الساعة وباستخدام القابض ذي الاتجاه

www.alkottob.com

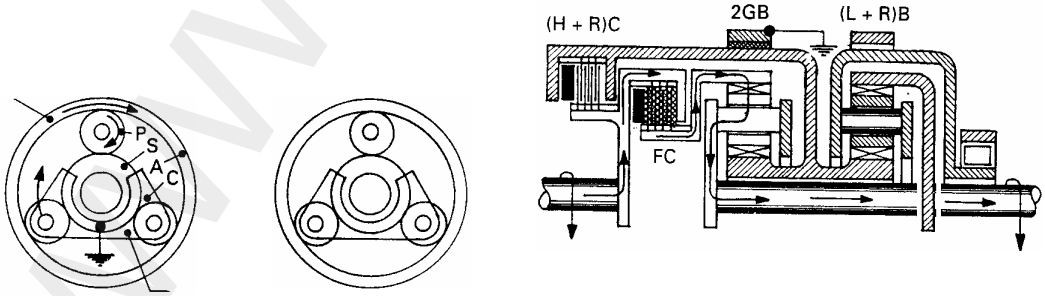
الواحد (OWC) سوف يثبت حامل التروس الكوكبية الخلفية (Crp) و التروس الكوكبية الخلفية (Pr) وبالتالي سوف يدور الترس الحلقي الخلفي (Ar) وعمود الخرج في اتجاه عقارب الساعة للحصول على سرعة منخفضة.



شكل ٥ -١٢ السرعة الأولى

السرعة الثانية

كما هو واضح من الشكل ٥ -١٣ مع استخدام قابض أمامي (FC) وباستخدام شريط الفرملة للترس الثانوي (2GB) فان خط مسار القدرة يتم كالآتي : من عمود الدخل إلى الترس الداخلي أو الحلقي (AF) لمجموعة التروس الأمامية مع إمساك الترس الشمسي المزدوج عن طريق التأثير باستخدام الشريط الفرملي للترس الثانوي (2GB)، فإذا دار الترس الحلقي الأمامي (AF) في اتجاه عقارب الساعة وعمل ذلك على إجبار التروس الكوكبية الصغيرة الأمامية (Pf) للدوران حول محاورها وفي نفس الوقت تتدحرج حول الترس الشمسي الأمامي (Sf) في اتجاه عقارب الساعة. لأن محاور التروس الكوكبية الأمامية مثبتة مع حامل التروس الكوكبية الأمامية (Cf)، وهو المتصل مباشرة مع عمود الخرج ، فنجد أن عمود الخرج سوف يدور في اتجاه عقارب الساعة وبالتالي سوف تنخفض السرعة ولكنها سوف تكون أعلى من السرعة الأولى.

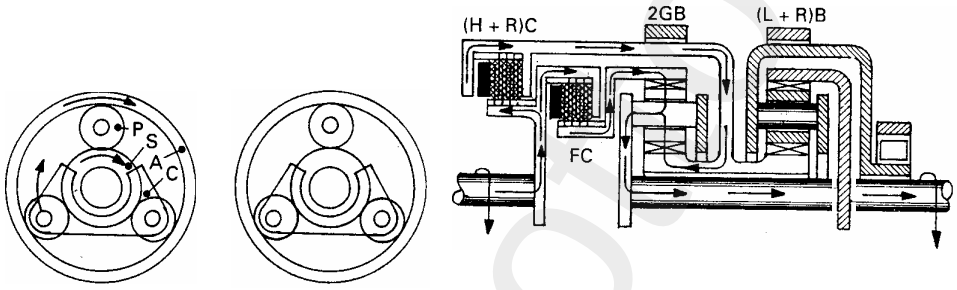


شكل ٥ -١٣ السرعة الثانية

www.alkottob.com

السرعة الثالثة

كما هو واضح من الشكل ٥ -١٤ مع التأثير على كل من القابض الأمامي (FC) والقابض الخلفي ((H+R)c) فإن خط مسار القدرة يتم كالآتي : من عمود الدخل إلى الترس الشمسي المزدوج والذي يدور في اتجاه عقارب الساعة وبالمثل فإن القابض الأمامي (FC) سوف يعمل على إدارة الترس الحلقي (AF) في اتجاه عقارب الساعة وهذا سوف يسبب دوران كل من التروس الداخلية والخارجية في مجموعة التروس الكوكبية في نفس الاتجاه وبنفس السرعة ، مع العلم أن التروس الكوكبية الأمامية (Pf) سوف تصبح مثبتة وبالتالي فإن المجموعة كلها تدور كجزء واحد، وسوف يدور عمود الخرج في نفس الاتجاه بنسبة تخفيض ١:١

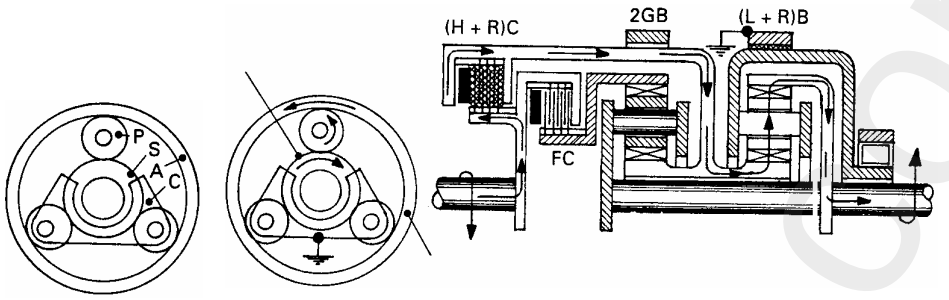


شكل٥ -١٤ السرعة الثالثة

السرعة الخلفية

كما هو واضح من الشكل ٥ -١٥ مع التأثير على شريط الفرامل الخلفي المنخفض (L+R)B والقابض الخلفي ((H+R)c) فإن خط مسار القدرة يتم كالآتي : من عمود الدخل للقابض العالي والخلفي ((H+R)c) إلى الترس الشمسي الخلفي (Sr) والذي يدور في اتجاه عقارب الساعة لأن حامل التروس الكوكبية الخلفي (rf) يكون مثبتاً بواسطة الشريط الفرملي الخلفي المنخفض (L+R)B) وتكون التروس الكوكبية (Pr) مجبرة على الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة حول محاورها وتجبر الترس الحلقي (Ar) للدوران في عكس اتجاه عقارب الساعة. وتكون النتيجة أن عمود الخرج المتصل بالترس الحلقي (Ar) يدور في عكس اتجاه دوران عقارب الساعة وهذا يعطي السرعة الخلفية(سرعة منخفضة).

www.alkottob.com



شكل ٥ -١٥ السرعة الخلفية

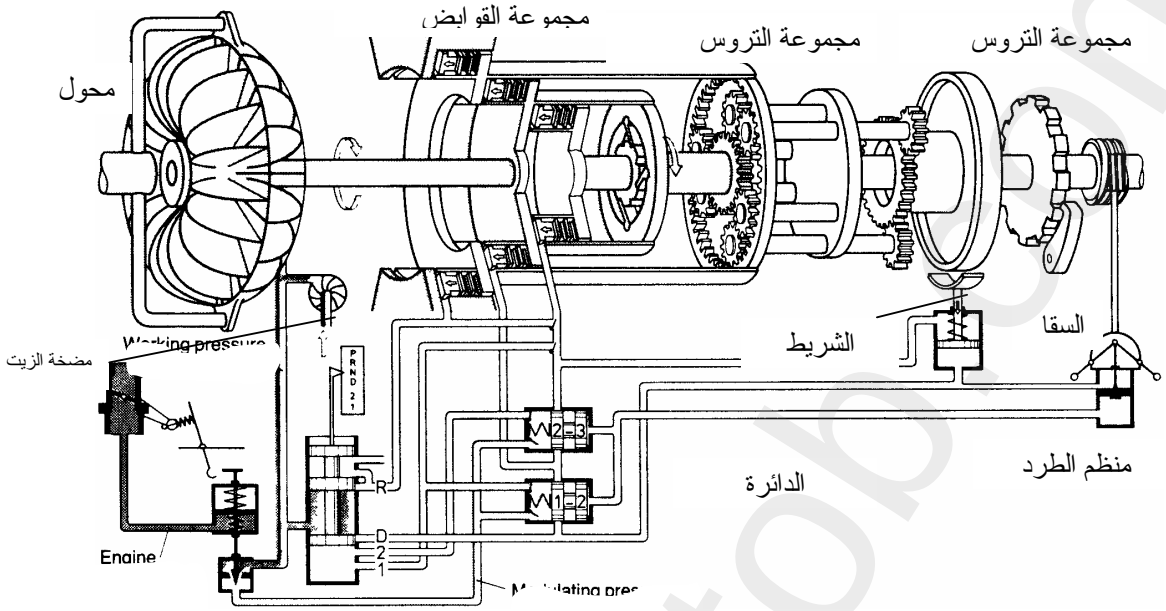
تركيبة ناقل حركة أوتوماتيكي لثلاث سرعات أمامية يستخدم طاقم رافينو

- وحدة التحكم الهيدروليكي

تتكون وحدة التحكم الهيدروليكي من خزان للزيت ومضخة الزيت والتي تولد الضغط الهيدروليكي وصمامات مختلفة لها وظائف مختلفة أو ممدات السائل وأنابيب، التي توصل سائل ناقل الحركة إلى القوابض الفرامل والمكونات الأخرى لنظام التحكم الهيدروليكي انظر شكل ٥ -١٦.

وتتكون وحدة التحكم الهيدروليكية من منظم يقوم بالتحكم في ضغط الزيت تبعاً لسرعة عمود الخرج في ناقل الحركة الأوتوماتيكي ويعمل بتأثير القوى الطاردة المركزية مع زيادة السرعة يتزايد ضغط المنظم وعند الوصول إلى سرعة معينة يكون ضغط المنظم قد ارتفع إلى حد معين. وبذلك تتم عمليات فصل ووصل القوابض والتي تؤثر على تشغيل التروس المختلفة فعملية التشغيل في ناقل الحركة الأوتوماتيكي تتم بتشغيل كل من القوابض وأشرطة الفرامل تشغيل هيدروليكي بتثبيت بعض التروس في المجموعة الكوكبية أو إيقافها معاً أو إطلاقها بحيث نحصل على نسب نقل مختلفة في ناقل الحركة الأوتوماتيكي.

www.alkottob.com



شكل ٥ -١٦ رسم مبسط لصندوق تروس أوتوماتيكي

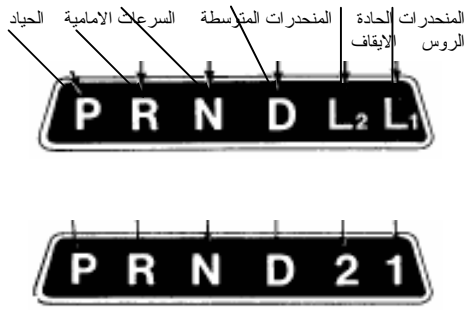
وظائف نظام التحكم الهيدروليكي

- توصيل سائل ناقل الحركة إلى محول العزم
- تنظيم الضغط الهيدروليكي المولد من طلمبة الزيت
- تحويل حمل المحرك وسرعة السيارة إلى إشارات هيدروليكية
- توصيل الضغط الهيدروليكي إلى القوابض والفرامل للتحكم في تشغيل مجموعة التروس الكوكبية
- تزييت الأجزاء المتحركة في النظام.
- تبريد أجزاء محول العزم وناقل الحركة بالزيت

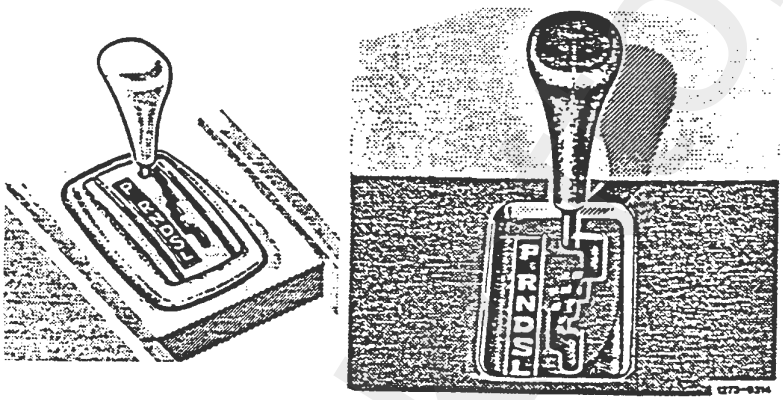
ذراع الاختيار اليدوية

يستطيع السائق أن يتعامل مع هذا النظام عن طريق يد الاختيار وهي تتيح للسائق الحصول على أوضاع القيادة المريحة والتوقف المحايد وكذلك الوقوف المؤقت. انظر الشكل ٥ -١٧ أ، ٥ -١٧ ب، ٥ -٧٦ ج.

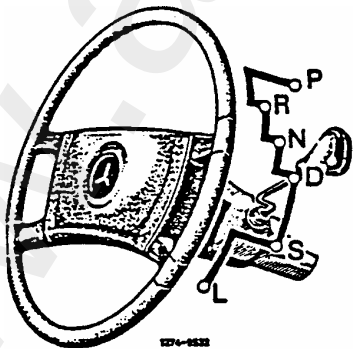
www.alkottob.com



شكل ٥ -١٧ أ عصا التعشيق مع رموز السرعات



شكل ٥ -١٧ ب عصا التعشيق مع رموز السرعات بين الراكب والسائق بالمنتصف



شكل ٥ -١٧ ج عصا التعشيق في الدركسيون (عجلة القيادة)

www.alkottob.com

الأوضاع المختلفة ليد التغيير

- (P) وضع الانتظار (الإيقاف) حيث لا يكون هناك أي اتصال ميكانيكي بين المحرك وصندوق التروس خلال محول العزم والقوابض الهيدروليكية وتتم إعاقة الحركة بمنع حركة العمود الرئيسي (الخرج) من الحركة بواسطة ساقطة تأمين السيارة عند الإيقاف انظر الشكل٥ -١٨

- (R) والتعشيق الخلفي وهذا وضع لا يجوز اختياره إلا في حالة توقف السيارة تماماً عن الحركة

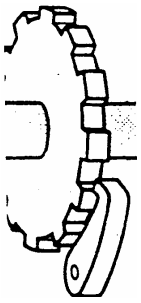
- (N) وضع الحياد حيث لا يحدث أي نقل للحركة بين المحرك وباقي أجهزة نقل الحركة. ويمكن للسيارة في هذا الوضع أن تجر السيارة أو تسحب إذا تعزر قيادتها.

- (D) السرعة العادية الامامية. جميع السرعات في هذا الوضع أمامية

- (2 or S) سرعة السير في المرتفعات والمنحدرات المتوسطة. عند وضع العصا في هذا الوضع فإن السرعة الأولى هي التي تعمل لولا ثم تأتي السرعة الثانية ثم السرعة الثالثة وذلك في السيارات التي بها أربع سرعات أمامية.

- (1 or L) السرعة الأولى للمنحدرات أو جر مقطورة. أو عند السير في المرتفعات والمنحدرات الحادة وعند جر المقطورات لشاء الصعود أو النزول. ويمكن الحصول على السرعة الثانية كحد أعلى ويمكن الاعتماد على هذه الوضعية في كبح سرعة السيارة أثناء النزول في المنحدرات وعند جر أحمال ثقيلة. عند وضع العصا في هذا الوضع فإن السرعة الأولى هي التي تعمل أولا ثم السرعة الثانية كما في وضعي (S, D) وذلك في السيارات التي بها أربع سرعات أمامية.

أما الصمام المغناطيسي الخاص بالدعسة الفجائية وهو ما يعرف في صناديق السرعات الاوتوماتيكية بمسمى خاص هو(Kick-down) إنه يعمل بواسطة رافعة خاصة موجودة في أسفل دعسة الوقود داخل السيارة. فعندما يراد تجاوز سيارة أثناء السير في وضع (D) فإن دعسة الوقود الفجائية تضغط على هذه الرافعة التي تزود الصمام المغناطيسي داخل الصندوق بالكهرباء فيعمل مغناطيسياً على إبطال مفعول السرعة الحالية إن كانت الثالثة مثلاً وتشغيل السرعة التي قبلها لزيادة العزم وإمكانية التجاوز.



شكل٥ -١٨ السقاطة

www.alkottob.com

ملاحظات مهمة:

١ - لا تحرك أطلاقاً عصا الاختيار إلى الوضع "R" (الخلف) عندما تكون السيارة متحركة للإمام ، حيث قد يسبب ذلك تلفاً ناقل الحركة.

٢ - لا تحرك إطلاقا عصا الاختيار غلى الوضع "P" (الانتظار والسيارة في حالة حركة، حيث قد يسبب ذلك تلف ناقل الحركة.

٣ - لا تضغط على دواسة التسارع حينما تكون ضاغطاً على دواسة الفرامل أثناء تعشيق ناقل الحركة للإمام أو الخلف ، حيث سوف يؤدى ذلك إلى زيادة الحمولة على ناقل الحركة وقد يسبب تلفه.

٤ - لإيقاف السيارة في وضع الانتظار مؤقتا والمحرك دائر، حرك عصا الاختيار إلى وضع "P" أو "N" وادعس على فرامل الانتظار. إذا كانت عصا الاختيار في وضع بخلاف "P" او "N" سوف تبدأ السيارة فى الحركة٠ (هذه الظاهرة تكون واضحة عند تشغيل مكيف السيارة ، وذلك لأن السرعة الخاملة للمحرك تكون مرتفعه عن السرعة الخاملة العادية بواسطة جهاز رفع السرعة الخاملة٠

ضغط التشغيل لطلمبة الزيت

مضخة الزيت المستخدمة عادةً من النوع الهلالي ومثبتة في مدخل ناقل الحركة الأوتوماتيكي وتأخذ حركتها من محول العزم انظر الشكل ٥ -١٩ وهي التي تمد محول العزم بالزيت وتزيت مجموعة التروس الكوكبية وعمل ضغط التشغيل الابتدائي هذا الضغط لازم لتشغيل القوابض (فصل ووصل القوابض) وتشغيل أشرطة الفرملة (الحزام الفرملي) وبذلك يتم التغيير التلقائي طبقاً لنسب النقل المختارة ويختلف عدد القوابض وأشرطة الفرامل من نوع لآخر وذلك حسب التصميم

أشرطة الفرامل والقوابض

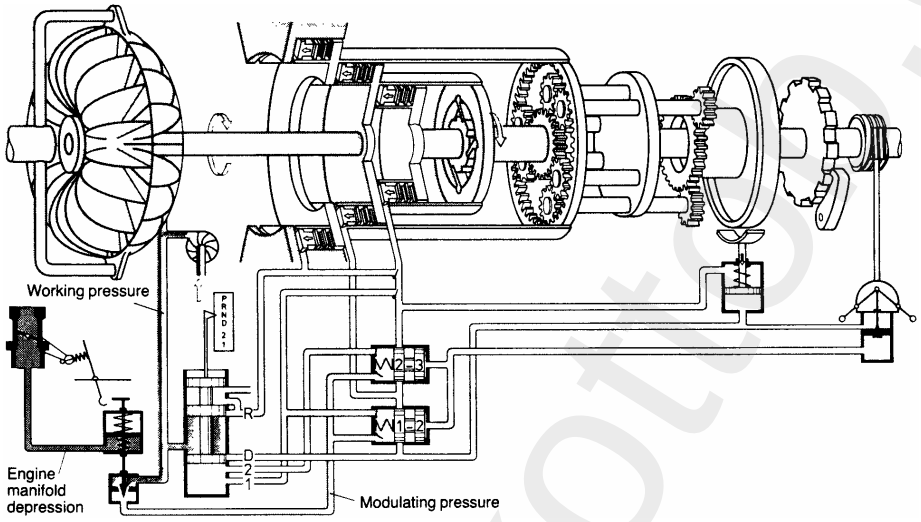
الشكل يوضح بصورة بسيطة كل من الفرامل والقابض المستخدمين في تثبيت أجزاء مجموعة التروس حسب مقتضيات السرعة المطلوبة . ويلاحظ أن كلا من الفرامل والقابض يعملان أوتوماتيكياً عن طريق نظام تحكم ألي لضغط الزيت.

www.alkottob.com

طريقة عمل ناقل الحركة الأوتوماتيكي

اختيار وضع ذراع التغيير في وضع الحياد (N)

كما هو مبين بالشكل رقم (٥ - ١٩) كل القوابض وأشرطة الفرامل حرة الحركة ويكون مسار الحركة: من محول العزم إلى الدوارة الحرة إلى الترس الشمسي الابتدائي. كل التروس حره وبالتالي لا يكون هناك أي نقل للحركة من الترس الشمسي إلى عمود الخرج.

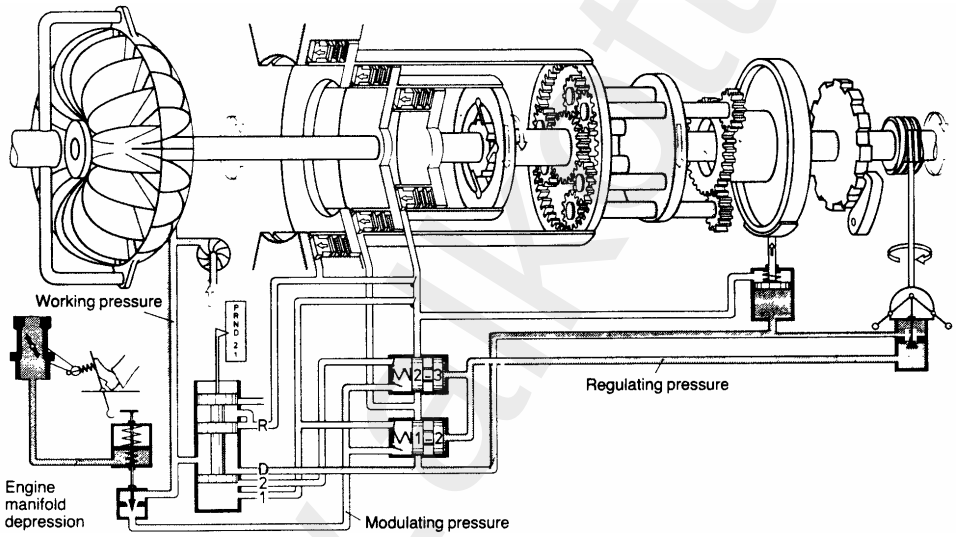


شكل ٥ -١٩ وضع الحياد

www.alkottob.com

السرعة الأولى الأمامية (D)

كما هو مبين بالشكل رقم (٥ - ٢٠) فعند تحرك الصمام اليدوي عن طريق يد التغيير إلى الوضع (D) يتحرك المكبس المتصل به إلى أسفل فيكشف الفتحة(D) فيندفع الزيت من الفتحة (D) فيجد أمامه المكبس في صمام التغيير أو الإزاحة (2-1) مغلقاً فيتحرك إلى شريط الفرملة فيؤثر على الترس الشمسي الثاني ويعمل على تثبيته مع العلم أن منظم القوة الطاردة المركزية في هذه الحالة مغلق لأن عمود الخرج حتى هذه الحظة لا يدور. كل القوابض حرة غير مقيدة. الترس الشمسي الثاني مثبت كما ذكرنا عن طريق شريط الفرملة فيكون مسار الحركة: من محول العزم إلى جسم مجموعة القوابض (القوابض الخاصة بالسرعة الثانية والثالثة حرة) ثم العجلة الحرة ثم الترس الشمسي الابتدائي وبما أن الترس الشمسي الثاني مثبت فان التروس الكوكبية سوف تتدحرج عليه وبالتالي تنتقل الحركة من الترس الشمسي الابتدائي إلى التروس الكوكبية المتدحرجة على الترس الشمسي الثاني فتأخذ معها حامل التروس الكوكبية المتصل بعمود الخرج.

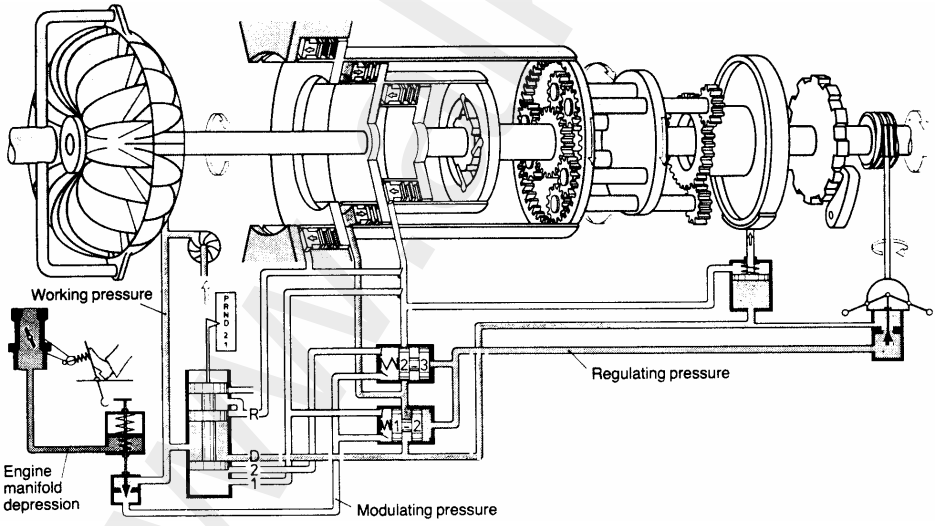


شكل ٥ -٢٠ السرعة الأولى الأمامية (D)

www.alkottob.com

السرعة الثانية الأمامية (D)

كما هو مبين بالشكل رقم (٥ - ٢١) عند زيادة سرعة المركبة فإن التخلخل يزداد في أنبوبة السحب للمحرك ويؤثر ضغط التخلخل في صمام الإزاحة (2-1) من الجهة اليسرى. أيضا عند دوران عمود الخرج يبدأ منظم القوة الطاردة المركزية في العمل حيث إنه يأخذ حركته من عمود الخرج عن طريق ترس كما هو موضح من الشكل، فتنفرج الأثقال الموجودة في منظم القوة الطاردة المركزية نتيجة لزيادة السرعة ويبدأ الزيت في الخروج من المنظم (ضغط معدل) إلى صمام التغيير أو الإزاحة (2-1) من الجهة اليمنى هذا الضغط أكبر من ضغط التخلخل الموجود في الجهة اليسرى وبالتالي فإن ضغط المنظم يؤثر بقوة على سطح المكبس الموجود في صمام الإزاحة (2-1) فيتحرك المكبس ضد ضغط الياي. الإزاحة التي سيتحركها المكبس في صمام الإزاحة تكفي للكشف عن فتحة خروج ضغط الزيت الذي يؤثر على مكابس قوابض السرعة الثانية كما هو موضح بالشكل ٥ -٢٠ فيوصل القابض الحركة من محول العزم إلى الترس الحلقي (شريط الفرملة لا يزال مؤثراً على الترس الشمسي الثانوي). الترس الحلقي هنا هو الترس القائد. التروس الكوكبية سوف تدور عن طريق الترس الحلقي وسوف تتحرج حول الترس الشمسي الثاني الخلفي المثبت (مثلما يحدث بالسرعة الأولى) وبالتالي يدور حامل التروس الكوكبية فتنتقل الحركة من حامل التروس الكوكبية إلى عمود الخرج فعمود الكردان فالمحور الخلفي فالعجلات.

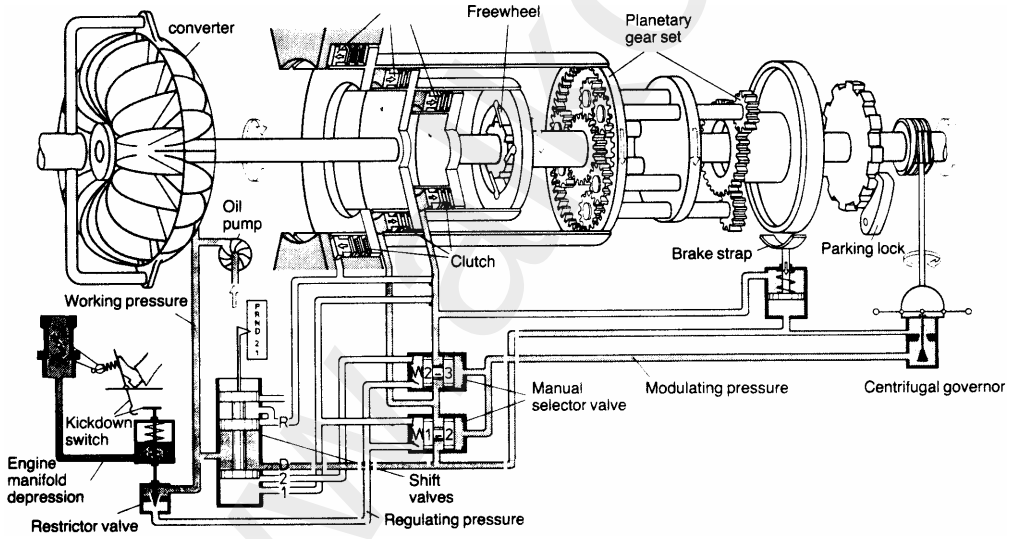


شكل ٥ - ٢١ السرعة الثانية الأمامية (D)

www.alkottob.com

السرعة الثالثة الأمامية المباشرة (D)

كما هو موضح بالشكل رقم (٥ - ٢٢) عند زيادة سرعة عمود الخرج تنفرج الأثقال الموجودة في منظم القوة الطاردة المركزية أكثر من ذي قبل وتزداد فتحة خروج الزيت من المنظم (الشريط الفرمي الذي يؤثر على الترس الشمسي الخلفي يكون حراً ويكون الترس الشمسي الخلفي في هذه الحالة غير مثبت). يزداد ضغط منظم القوة الطاردة المركزية أكثر فيؤثر على الصمام (3 - 2) فيتحرك المكبس ضد ضغط الياي. الإزاحة التي سيتحركها المكبس في صمام الإزاحة تكفي لكشف فتحة خروج ضغط الزيت الذي يؤثر على مكابس قوابض السرعة الثالثة فيوصل القابض الحركة إلى الترس الشمسي وفي نفس الوقت فإن ضغط المنظم يؤثر على مكبس الصمام (2-1) فيخرج ضغط الزيت الذي يؤثر على مكابس قوابض الترس الحلقي وبالتالي فإن القوابض الخاصة بالترس الحلقي والترس الشمسي تعمل وبالتالي فإن مسار الحركة يأتي من محول العزم إلى كل من الترس الشمسي والحلقي في نفس الوقت وبالتالي تصبح المجموعة كلها كوحدة واحدة وتصل الحركة إلى حامل التروس الكوكبية إلى عمود الخرج فعمود الكردان فالمحور الخلفي فالعجلات فنحصل على السرعة الثالثة والمباشرة.



شكل ٥ -٢٢ السرعة الثالثة الأمامية المباشرة (D)

www.alkottob.com

صندوق السرعات ذو التحكم الإلكتروني.

بالنظر إلى متطلبات تخفيض استهلاك الوقود نجد أنه من الضروري التحكم في صندوق التروس الأوتوماتيكي ليكون النقل من السرعة إلى أخرى على أساس منحنى الخواص وذلك لتقليل الفقد في النقل وممكن أن يتم ذلك بواسطة التحكم الإلكتروني في صندوق التروس بتجميع إشارات عن ظروف تشغيل المحرك وحركة السيارة لتحديد نقطة تغيير السرعة المثلى وأدى ذلك للحصول على عدة مزايا :.

١. نعومة تغيير السرعة
٢. يزود الصندوق ببرنامج اقتصادي وبرنامج أداء (قدرة)
٣. توفير ما يقارب من ٥٪ من استهلاك الوقود على برنامج الاقتصادي
٤. حماية أجهزة نقل الحركة من أخطاء السائقين
٥. دائرة الآمان تمنع النقل العكسي عند السرعات العالية أو تعشيق السرعة الخلفية أثناء السير حتى في حالة العجز عن أداء السليم.

مكونات النظام

الحساسات والمفاتيح

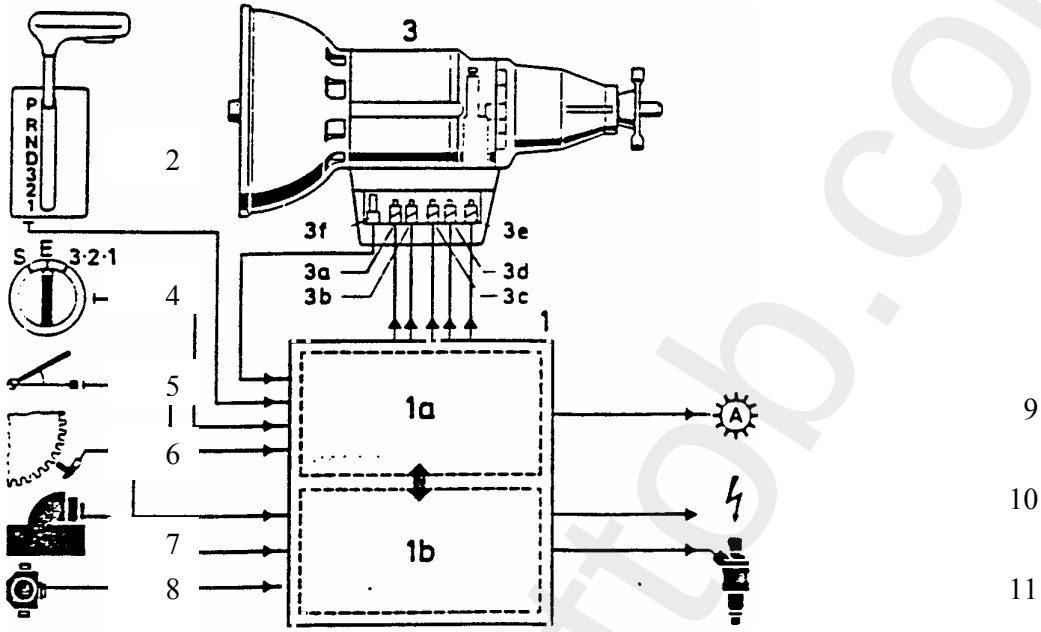
١. حساس سرعة المحرك وسرعة العجل
٢. حساس انسياب الهواء
٣. حساس الخانق
٤. حساس وضع عصا تغيير السرعة
٥. مفتاح النقل للسرعة الأدنى للعزم
٦. مفتاح البرنامج (اقتصادي - أداء - أو يدوي)

أجزاء التحكم النهائي

١. منظم الضغط
٢. صمامات كهرومغناطيسية
٣. وحدة التحكم الهيدروليكي
٤. وحدة التحكم الإلكتروني

www.alkottob.com

وشكل٥ -٢٣ يوضح هذه المكونات .



شكل ٥ -٢٣ مكونات صندوق السرعات ذي التحكم الإلكتروني

1	وحدة التحكم الإلكترونية	3e	منظم الضغط
1a	تحكم صندوق السرعة	4	صمام البرمجة
1b	نوع الحقن الإلكتروني	5	صمام (Kick-down)
2	يد التغيير	6	حساس سرعة المحرك
3	صندوق السرعة	7	حساس كمية الهواء
3a	صمامات مغناطيسية لتحويل السرعات	8	صمام الخانق
3b	صمامات مغناطيسية لتحويل السرعات	9	لمبة مبينة لأخطاء كهربائية في دائرة الصندوق
3c	صمام مغناطيسي للسرعة الخلفية	10	الإشعال
3d	صمام مغناطيسي لتوصيلة محول العزم	11	الحقن الإلكتروني
3f	حساس سرعة عمود الإدارة		

www.alkottob.com

وتعتبر إشارة السرعة من صندوق السرعة وحمل المحرك (حساس انسياب الهواء وصمام الخانق) وسرعة المحرك هي الحساسات الرئيسية للتحكم في نقل السرعة (تغير السرعة) مع إشارة وضع عصا تغيير السرعة وكذلك مفتاح القفل للسرعة الأدنى للعزم حيث تغذي هذه الإشارات إلى صندوق التحكم الإلكتروني في صورة إشارات كهربية حيث يقوم هذا الصندوق بخمس وظائف.

١ - التحكم في نقطة تغيير السرعة

اختيار السرعة المناسبة يتم اوتوماتيكياً معتمد على سرعة السيارة وحمل المحرك بصورة جوهرية ويتم اختيار هذه السرعة من أربع سرعات متاحة في صندوق التروس ويستطيع السائق الاختيار بين البرنامج الاقتصادي وضع (E) أو برنامج الأداء وضع (S) أو البرنامج اليدوي وضع (M) بواسطة اختيار مفتاح البرنامج وبناء على البرنامج المختار يتم تغيير السرعة لتناسب حالة المحرك وسرعة السيارة. ويتم التغيير من سرعة إلى أخرى بواسطة تشغيل صمامين كهرومغناطيسيين بواسطة إشارة كهربائية من صندوق التحكم.

٢ - تعديل ضغط التحكم

بواسطة المنظم الكهروهيدروليكي كوحدة تحكم نهائي يمكن تعديل الضغط الرئيسي في صندوق التروس وكذلك الضغط المتحكم في تشغيل القوابض المتعددة الأقراص ويتم التحكم في هذا المنظم بواسطة إشارة الحمل وتعتمد النقل على عملية تعديل الضغط هذه .

٣ - التحكم في قابض محول العزم

يتم قفل قابض محول العزم اتوماتيكياً عند السرعة النهائية (سواء السرعة الثالثة أو السرعة الرابعة) وذلك بواسطة صمام كهرومغناطيس يتم التحكم فيه بواسطة صندوق التحكم آخذاً في الاعتبار إشارات السرعة للسيارة والحمل للمحرك. وبهذه الطريقة يمكن التقليل من الفقد الهيدروليكي في محول العزم.

www.alkottob.com

٤ - الإشعال

يتم بواسطة صندوق التحكم تأخير لحظة الاشعال وذلك لتقليل عزم المحرك اثناء النقل لتسهيل عملية النقل وتقليل الانزلاق في القابض الهيدروليكي مما يزيد من عمر الخدمة لهذه الأجزاء ويتم هذا التعديل بأخذ بإشارة سرعة المحرك وحمل المحرك.

٥ - دوائر الأمان

يحتوي هذا النوع من صناديق السرعات على عدة دوائر للأمان :

١. تجهيزه لمنع التعشيق للسرعة الخلفية في حالة تحرك السيارة للأمام بسرعة أكبر من ٨ كم/ ساعة
٢. تجهيزه لمنع نقل السرعة العكس عند سرعات العالية
٣. إضاءة تحذير في حالة العجز عن الأداء السليم .

وحدة التحكم الإلكتروني

تتكون وحدة التحكم من وحدة المدخلات وتحولها إلى إشارات رقمية تستقبل إشارات الحساسات التي تستعجل الإشارات من الحساسات المختلفة والتعامل معها وتهيئتها للتناسب مع وحدة المعالجة المركزية CPU والتي يسجل عليها خرائط الأداء وذاكرة عشوائية وذاكرة قراءة ووحدة متدخلات ومخرجان ثم وحدة المخرجات لتحويل الإشارات الرقمية من وحدة التحكم المركزي وتحويلها إلى إشارات جهدية وتكبيرها للتناسب مع متطلبات الدوائر. وتقوم وحدة التحكم المركزي CPU باستخدام بعض الإشارات أو كلها في المتطلبات المختلفة من وحدة التحكم مثل التحكم في الإشعال والحقن وصندوق السرعة .

www.alkottob.com

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول	
مقدمة عن صناديق التروس الاوتوماتيكية	١
مميزات ناقل الحركة الأوتوماتيكي	١
تركيب ناقل الحركة الأوتوماتيكي	١
أساسيات نقل الحركة	٤
التروس	٥
التروس الخارجية والتروس الداخلية	٦
نسب التروس	٧
أنظمة التروس الكوكبية (الفلكية)	٩
أساسيات الهيدروليكا	١٤
القوة الهيدروليكية والضغط	١٤
تنظيم الضغط الهيدروليكي	٢١
سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي	٢٤
الخصائص الفيزيائية لمائع ناقل الحركة	٢٨
تبريد الزيت	٢٩
الفصل الثاني	
الدائرة الهيدروليكية لناقل الحركة الأوتوماتيكي	٣١
المضخة الهيدروليكية	٣٢
المضخة ذات التروس	٣٤
المضخة الدوارة	٣٧
صمام منظم الضغط	٣٨
صمام التعزيز	٣٩
صمام التحكم اليدوي	٤٠
صمامات التغيير أو الإزاحة	٤٢

www.alkottob.com

صمام الخانق ٤٣
نظرية تشغيل صمام الخانق الميكانيكي ٤٤
منظم التخلخل ٤٥
ضغط المنظم ٤٦
دائرة هيدروليكية بسيطة لناقل أوتوماتيكي ٤٨

الفصل الثالث

أجهزة المؤازرة ٥٠
أطواق فرامل نقل الحركة ٥١
تصميم أطواق الفرامل ٥٢
وصلات وروافع أداة المؤازرة ٥٣
نظرية عمل وحدة أداة المؤازر ٥٧
القوابض متعددة الأقراص ٥٨
القوابض الناقلة للحركة ٥٩
إيقاف القوابض ٦١
تشغيل القوابض ٦٢
القابض ذو الاتجاه الواحد ٦٣

الفصل الرابع

الوصلة الهيدروليكية - القابض الهيدروليكي ٦٦
كفاءة الوصلة الهيدروليكية ٦٨
محول العزم ٦٩
وظائف محول العزم ٧٠
العجلة الدليلية ٧١
مضاعفة العزم ٧٢
تشغيل محول العزم ٧٤
مقارنه بن القوابض ومحولات العزم ٧٧

www.alkottob.com

الفصل الخامس

ناقل الحركة الأوتوماتيكي (القير الأوتوماتيكي) ٧٩
مجموعة التروس الكوكبية ٧٩
تركيبة سمسون لثلاث سرعات أمامية وسرعة خلفية ٩٢
تركيبة ناقل حركة أوتوماتيكي رافينو ٩٦
ذراع الاختيار اليدوية ٩٧
ضغط التشغيل لطلمبة الزيت ١٠٠
طريقة عمل ناقل الحركة الأوتوماتي ١٠٠
صندوق السرعات ذو التحكم الإلكتروني ١٠٥
مكونات النظام الإلكتروني ١٠٥
وحدة التحكم الإلكتروني ١٠٨

www.alkottob.com

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

www.alkottob.com