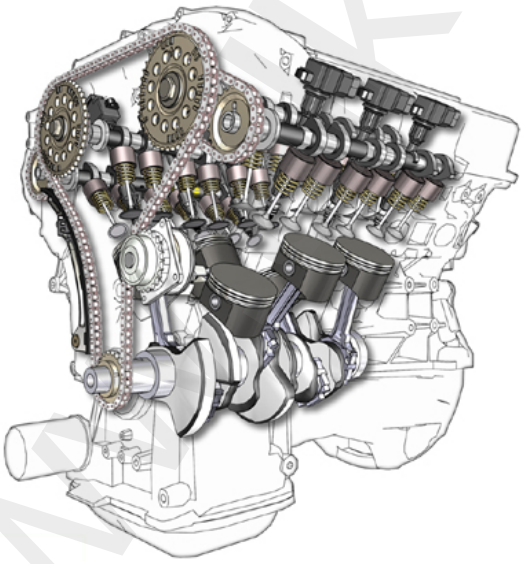
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

محركات و مركبات

نقل القدرة - ١

٢١١ 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 -١ " 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

تعتبر منظومة نقل القدرة من المنظومات المهمة في أي مركبة ، وهي المنظومة التي تعمل على نقل القدرة الخارجة من المحرك إلى العجلات ، ونظراً لأهمية المنظومة فقد أعدت هذا الحقيبة على ثلاث وحدات تشمل أجزاء المنظومة (القابض -صندوق السرعات اليدوي -مجموعة الإدارة النهائية) . ونظرية عمل كل جزء.

وهذه الحقيبة شملت صندوق السرعات اليدوي حيث إن صندوق السرعات الأتوماتيكي سوف يتطرق له في حقيبة نقل القدرة الثاني.

كما شملت هذه الحقيبة أجراء بعض الحسابات الفنية على أجزاء المنظومة لكي تكسبه الحس الهندسي مع الفهم النظري، لكي تكسب الطالب في مرحلة التعليم الفني العالي مهارات عالية في فهم نظريات عمل المنظومة ، والجهود التي تتعرض لها أجزاء المنظومة وكذلك تمكنه من معرفة أهمية كل جزء في المنظومة مما تجعله واثقا من تمكنه من فهم عمل المنظومة .

www.alkottob.com

نقل القدرة - ١

مجموعة القابض

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

الجدارة: التعرف على مجموعة القابض وطريقة عملها.

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

١- وصف الأجزاء المختلفة للقابض ووظائفها.
٢- التعرف على طريقة تشغيل القابض.
٣- تسمية الأنواع المختلفة لوصلات تشغيل القابض وطريقة عملها.
٤- شرح أهمية المشوار الحر لدواسة القابض.
٥- حل المسائل الحسابية المتعلقة بالقابض.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٨ ساعات

الوسائل المساعدة:

- فصل دراسي متكامل.
- جهاز العرض فوق الرأس.
- مختبر نقل قدرة.

متطلبات الجدارة: -

- الإلمام بما تم دراسته في الورش التأهيلية.
- القدرة على حل المسائل الرياضية البسيطة.

www.alkottob.com

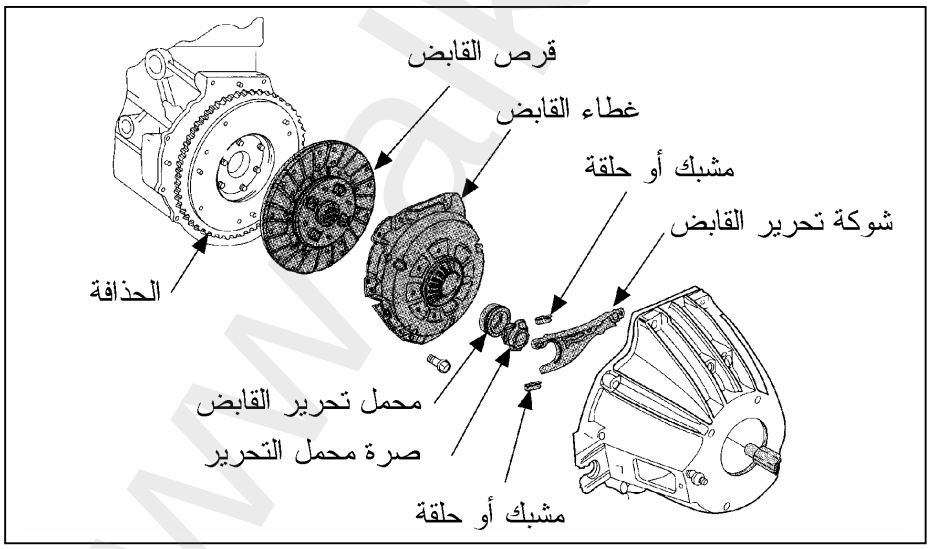
مجموعة القابض

إن الغرض الرئيسي من القابض هو وصل وفصل الحركة بين المحرك وصندوق السرعات كما أنه أداة لنقل العزم من المحرك إلى صندوق السرعات بحيث ينقل العزم بشكل تتدريجي يسمح للمركبة بالتحرك بنعومة كما أنه يعمل على فصل الحركة عند تغيير (تعشيق) التروس في صندوق السرعات أو عند الحياد أو الوقوف في حالة سكون والمحرك في حالة حركة . ويقع القابض بين المحرك وصندوق السرعات .

١ -١ مكونات مجموعة القابض : -

تتكون مجموعة القابض من الأجزاء التالية : كما هو في الشكل (١)

١- الحذافة
٢- قرص الاحتكاك (Clutch)
٣- مجموعة قرص الضغط (قرص الضغط وغطاء القابض)
٤- فحمة القابض (Release Bearing)
٥- شوكة التحرير (Release Fork) .



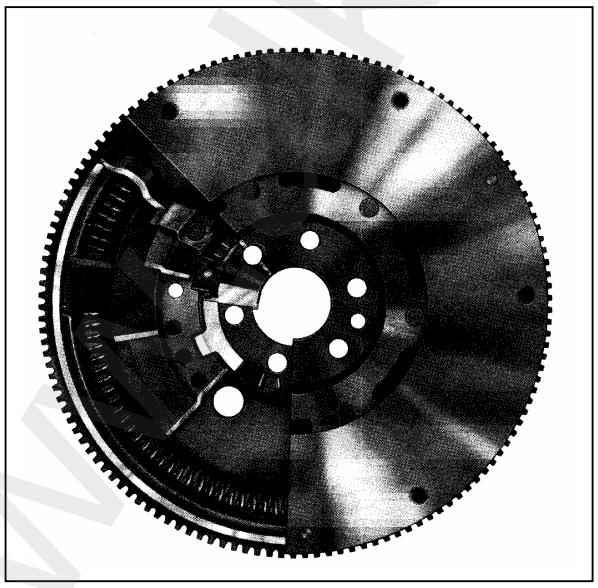
الشكل (١) مكونات مجموعة القابض.

www.alkottob.com

عند تعشيق القابض فإن الطاقة المولدة من المحرك يتم انتقالها من المحرك إلى صندوق السرعات كما هو موضح أدناه.

١ - الحذافة Flyweel :

الحذافة هي قرص معدني كبيرة مثبتة بمسامير في عمود المرفق وأحد جانبيها ناعم جداً وتكون مجموعة قرص الضغط مثبتة باتجاه الجانب الناعم من الحذافة. وتدور الحذافة ومجموعة قرص الضغط مع عمود المرفق. والهدف من وجود الحذافة هو امتصاص الذبذبات الصادرة من عمود المرفق قبل نقلها إلى باقي أجهزة النقل، كذلك هو تخزين الطاقة والشغل من شوط الإشعال للحصول على دوران المحرك بسهولة ونعومة. وفي بعض الحذافات تتكون من جزأين متصلين بياي وماص للصدمات، كما هو مبين بالشكل رقم (٢). والجزء الأمامي من الحذافة يركب على مؤخرة عمود المرفق، ويركب على الجزء الخلفي من الحذافة قرص الضغط للقابض. وعزم المحرك يُنقل للجزء الأمامي من الحذافة ثم الماص للصدمة فالياي قبل الوصول للجزء الخلفي وهذا هو الذي يُحدث تقليلاً لمقدار الذبذبات الصادرة من المحرك.

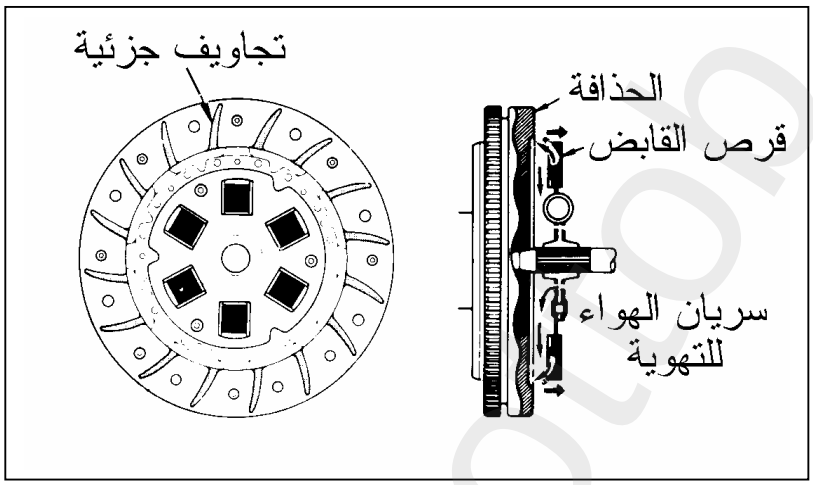


شكل (٢) صورة قطاع للحذافة.

www.alkottob.com

٢ - قرص الاحتكاك (Clutch) :

يركب قرص القابض بين الحذافة وقرص الضغط كما هو مبين بالشكل رقم (٣).وهو معشق مع عمود القدرة في صندوق السرعات ويقوم قرص الضغط بضغط قرص الاحتكاك على الحذافة، وعندما يدور قرص الاحتكاك مع الحذافة يقوم بنقل حركة الدوران من الحذافة إلى عمود القدرة في صندوق السرعات بسهولة وباستمرار وبدون انزلاق.

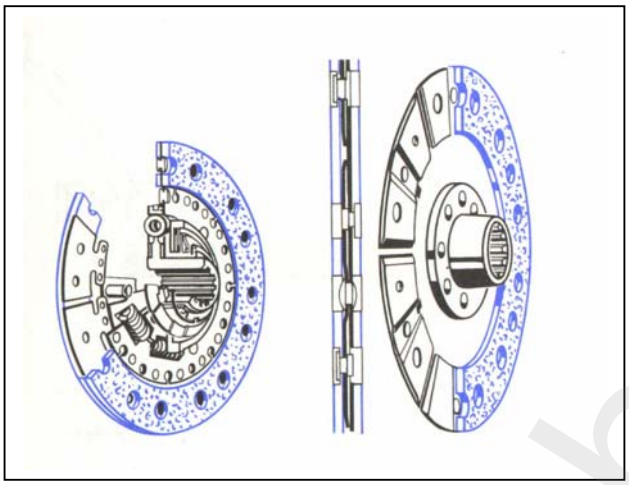


الشكل (٣) قرص الاحتكاك

ويصنع قرص الاحتكاك من الصلب و عليه بطانتان ملتصقتان بوجهيه بمسامير برشام . وعادةً تصنع بطانة الاحتكاك من الأسبستوس المقوى بألياف من النحاس ، وهي تتميز بالصلابة المرتفعة ومقاومة كبيرة للتآكل مع قيمة احتكاكية عالية . وتثبت هذه البطانة بمسامير برشام من النحاس أو الألمنيوم . على أن تكون بعمق ٢مم تقريباً حتى لا تتلامس بالسطح المعدني.

ولزيادة نعومة التعشيق فإن القرص الصلب يعد بشقوق (Splits) أطرافها متعرجة (Cupped) كما بالشكل (٤) لتعمل كياي عند انضغاط القرص . وحيث أن القرص عند بدء التشغيل يتعرض للعض أو الالتواء فجأة ، فقد أمكن التغلب على هذه الظاهرة باستخدام يايات التوائية (Coil Springs Tensional) كوسيلة لامتصاص هذا الالتواء وفي نفس الوقت تعمل على مرونة نقل العزم .

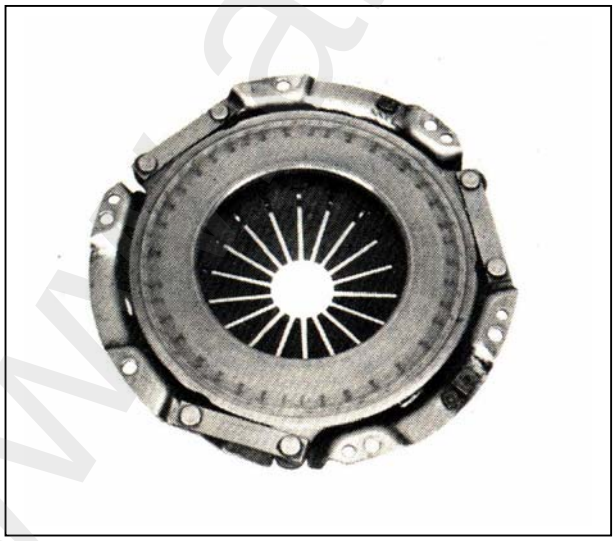
www.alkottob.com



الشكل (٤) تركيبة بطانة الاحتكاك

٣ - مجموعة قرص الضغط : -

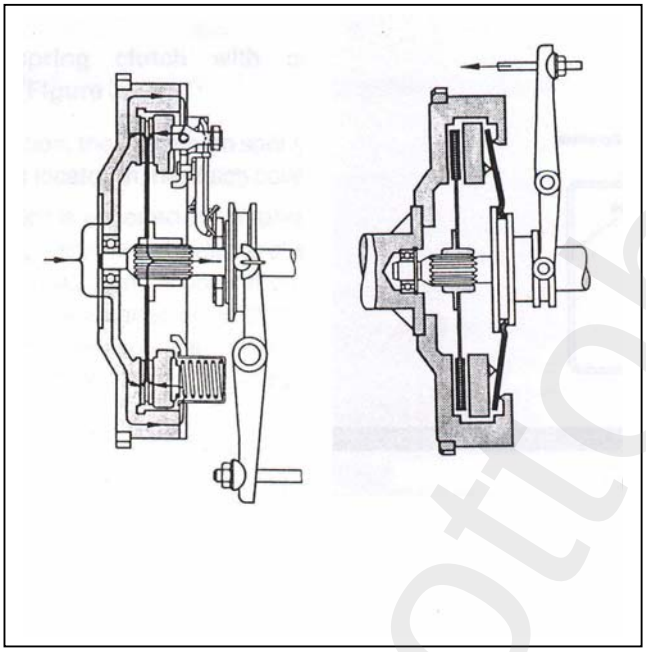
وهي تتكون من قرص الضغط وغطاء القابض ولا يمكن فصلها عن بعضها وتركب مجموعة قرص الضغط على الحذافة وتدور المحرك لذلك لابد أن تكون موزونة تماماً لتتمكن من الدوران بصورة جيدة . ويصنع قرص الضغط من الحديد الزهر ويكون تقريباً بنفس مقياس بطانة الاحتكاك (Clutch) وذو سطح أملس وناعم ويكون بسماكة كافية ومتانة لتحمل القوى الجانبية ولمقاومة الانحناء كما هو بالشكل (٥) وكذلك يجب أن يكون له القدرة على تبديد الحرارة الناتجة بالاحتكاك .



الشكل (٥) قرص الضغط

www.alkottob.com

أما غطاء القابض فله أشكال متعددة ويصنف حسب نوع النوابض المستخدمة فيه والتي تعمل على ضغط قرص الضغط على بطانه الاحتكاك فهي أما أن تكون نوابض ورقية أو نوابض لولبية شكل (٦) والأولى هي الأكثر شيوعاً في المحركات الحديثة.

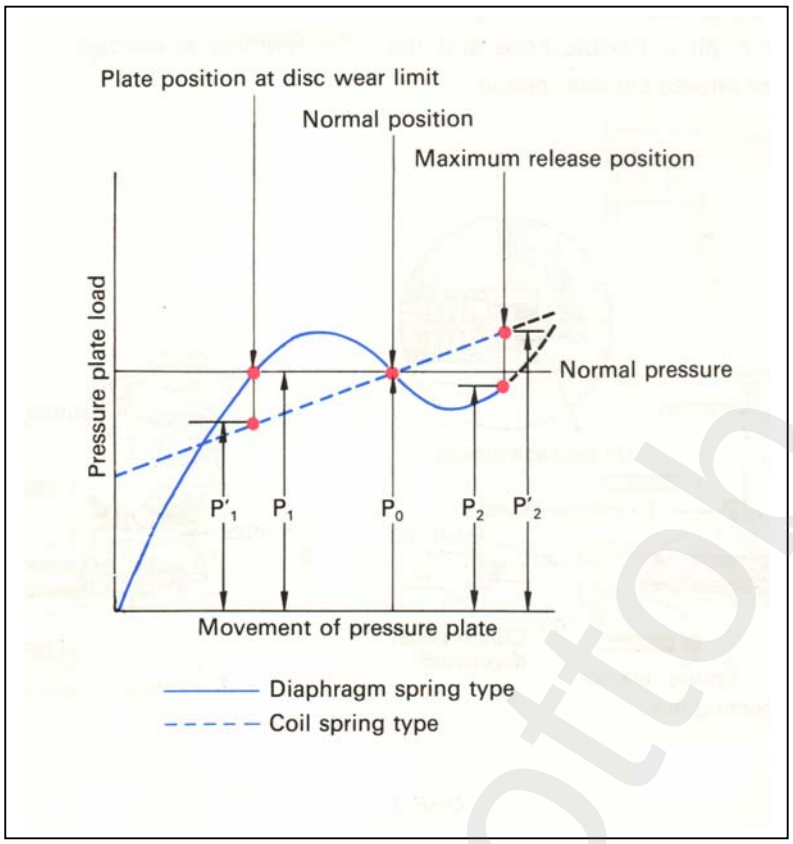


الشكل (٦) غطاء قابض بنوابض ورقية وآخر بنوابض لولبية

وتتميز مجموعة قرص القابض ذات نوابض ورقية عن ذات النوابض اللولبية بالمزايا التالية :

- قوة تشغيل دواسة القابض قليلة.
- يكون الضغط على قرص الضغط موزع بالتساوي عنها بالمقارنة بالنوع الأول (نوع ذات نابض لولبي).
- تقل قوة الياءات للقابض من النوع ذات نابض لولبي في السرعات العالية نتيجة القوة الطاردة المركزية عنها في النوع الذي يستخدم ياي بغشاء.
- يمكن أن يتآكل قرص القابض إلى حد كبير بدون أن يقوم بتخفيض الضغط على القرص الضاغط.
- تتطلب مساحة صغيرة في تركيبة في الاتجاه المحوري مما يسمح بتركيب زعانف للتبريد على القرص الضاغط.
- عدد الأجزاء تكون قليلة مقارنة بالنوع الآخر.
- بما أن الأجزاء تكون شكلاً دائرياً فإن القابض يتمتع بإتزان أفضل

www.alkottob.com



الشكل (٧) منحنى العلاقة بين حركة قرص الضغط ومقدار الضغط عليه

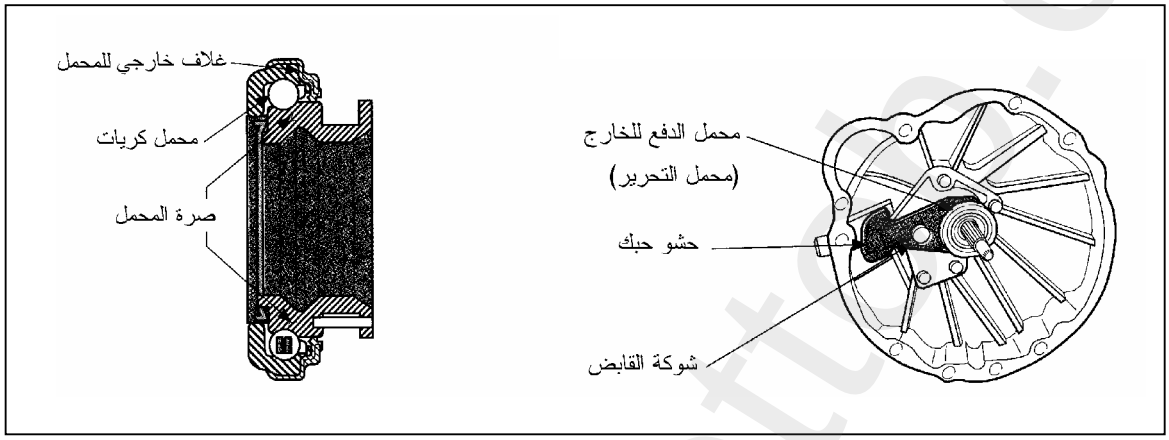
ولتوضيح العلاقة بين حركة قرص الضغط ومقدار الضغط عليه لكل النوعين من مجموعة قرص الضغط . نستعين بالرسم البياني في بالشكل (٧) بحيث يمثل الخط المستمر مجموعة قرص الضغط ذات النوابض الورقية بينما يمثل الخط المتقطع مجموعة قرص الضغط ذات النوابض اللولبية .

عندما يكون الضغط (Po) على قرص الضغط في الوضع العادي (Normal Position) فإن حركته تكون متساوية في كلا النوعين. بينما في حالة الضغط الكامل على دواسة القابض فإن الضغط المسلط على المجموعة ذات النوابض الورقية (P2) يكون أقل من الضغط المسلط على المجموعة ذات النوابض اللولبية('P2) وبالتالي فإن القوة التي نحتاجها للضغط على دواسة القابض تكون أقل. وعند تآكل قرص الضغط فإن الضغط عليه يقل ويكون ('P1) في المجموعة ذات النوابض اللولبية مما قد يسبب الانزلاق في هذه الحالة بينما لا يقل في النوع الآخر وبالتالي فإن القدرة المنقولة بواسطة النوع الآخر (ذي النوابض الورقية) لا تقل.

www.alkottob.com

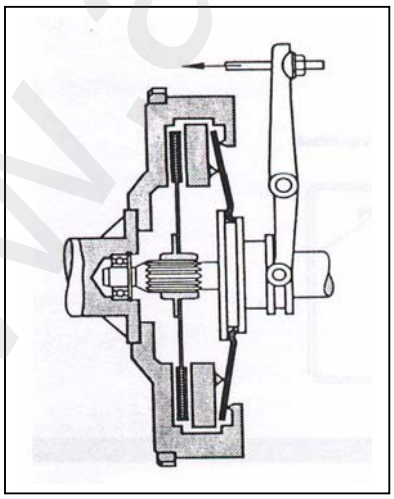
٤ - فحمة القابض وشوكة التحرير :

وهي عبارة عن حلقة تتحرك حركة طولية عن طريق الشوكة وتتكون من جلبة مركب عليها رمان بلي (Ball Bearing) و بنز ارتكاز الشوكة شكل(٨). ويستعاض عن الرمان بلي أحياناً بحلقة من الجرافيت.



الشكل (٨) فحمة القابض وشوكة التحرير.

وعند جذب الطرف الحر للشوكة فإن الطرف الآخر يدفع الحلقة (الفحمة) في الاتجاه المعاكس لتضغط على أذرع الحركة الموجودة في مجموعة قرص الضغط التي بدورها يتسحب القرص ضد دفع النوابض لتحرر قرص الاحتكاك وبالتالي تتم عملية الفصل كما بالشكل (٩) .



الشكل (٩) وظيفة فحمة القابض.

www.alkottob.com

١ -٢ تشغيل القابض :

عملية الفصل : عند الضغط على دواسة القابض يحدث ما يلي :

١-تقوم وصلة القابض بتحريك شوكة تحرير القابض.

٢-تدفع شوكة تحرير القابض محمل الدفع إلى أذرع أو أصابع الإعتاق في قرص الضغط.

٣-تسحب أذرع أو أصابع الإعتاق قرص الضغط بعيداً عن بطانة الاحتكاك، كما هو مبين بالشكل رقم (١٠).

٤-تنفصل بطانة الاحتكاك عن الحذافة وبذلك يتم فصل الحركة عن صندوق السرعات.

عملية الوصل: عندما يرفع الضغط من على دواسة القابض يحدث ما يلي : -

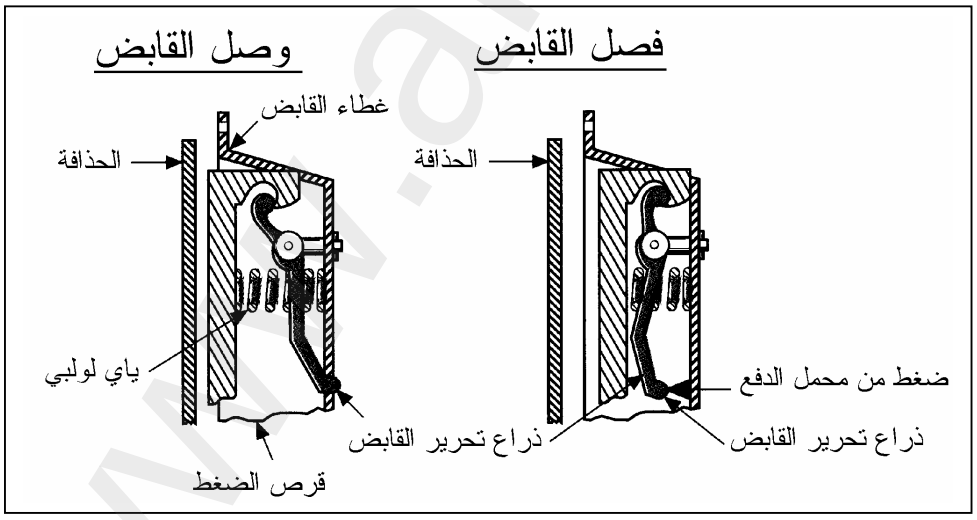
١- تتحرر شوكة القابض ومحمل الدفع للخارج.

٢- يتحرك محمل الدفع للخارج بعيداً عن أذرع أو أصابع الإعتاق في قرص الضغط.

٣- تسمح أذرع أو أصابع الإعتاق للنوابض بدفع قرص الضغط باتجاه الحذافة.

٤- يضغط قرص الضغط بطانة الاحتكاك على الحذافة وتبدأ بالدوران معها.

٥- تقوم مجموعة قرص القابض بتدوير عمود القدرة في صندوق السرعات وبذلك تتصل حركة المحرك بصندوق السرعات.



الشكل (١٠) تشغيل القابض.

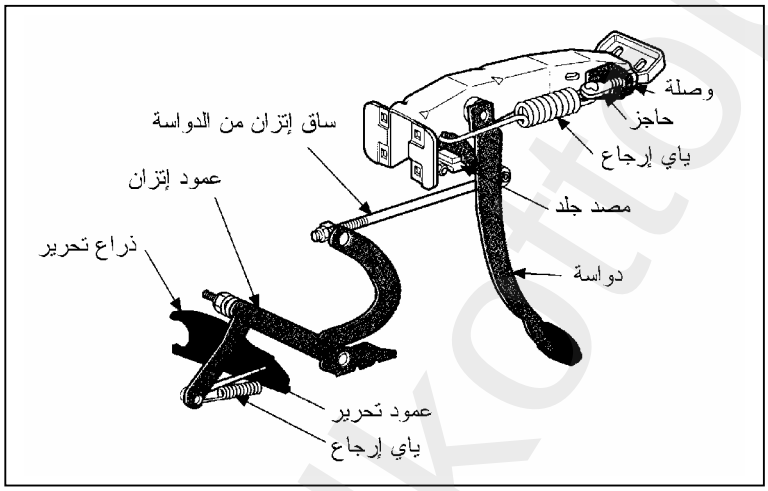
www.alkottob.com

١ -٣ وصلات تشغيل القابض :

يتم تشغيل القابض بالضغط على دواسة القابض ومن ثم نقل الحركة إلى شوكة التحرير ويتم ذلك باستخدام عدة وصلات منها الوصلة الميكانيكية والوصلة ذات السلك والوصلة الهيدورليكية .

١) الوصلة الميكانيكية : -

يبين الشكل رقم (١١) ، وصلة ميكانيكية يتم تشغيلها بالذراع وهي تستخدم أذرع وصلات لوصل دواسة القابض. والوصلات التي يتم تشغيلها بواسطة قضيب متحرك قابل للتعديل ويتم تعديل الخلوص بواسطة هذا القضيب.

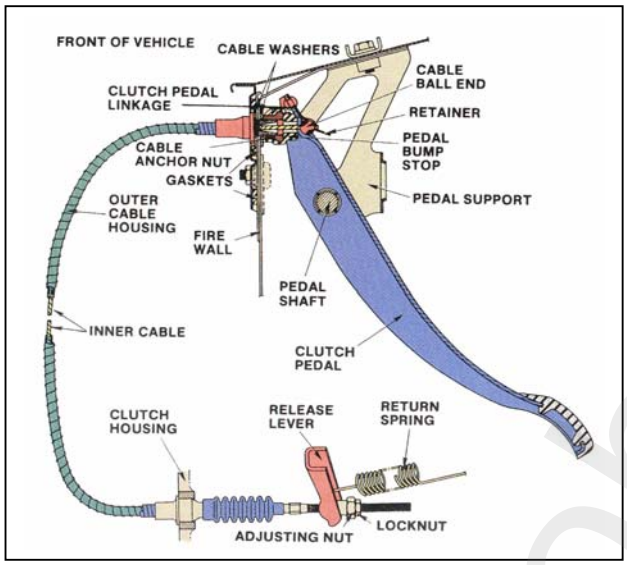


الشكل (١١) وصلة ميكانيكية لتشغيل القابض.

٢) الوصلة ذات السلك :

هذا النوع شائع في السيارات الصغيرة، ويتم التشغيل في هذا النوع من القوابض عن طريق أن الحركة من دواسة ووصلات القابض تنقل بواسطة سلك(كيبول)، كما هو مبين بالشكل رقم (١٢). ويوجد منها نوعان أو طريقتان لضبط الخلوص إما ظهور صواميل التعديل أو لها غلاف قابل للتعديل.

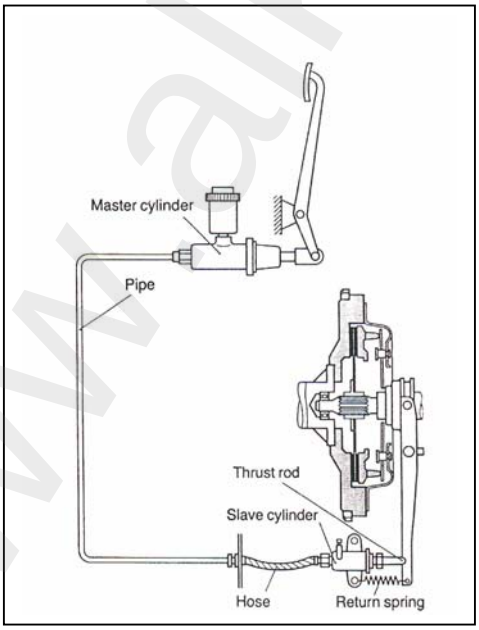
www.alkottob.com



الشكل (١٢) وصلة تشغيل القابض ذات السلك .

٣) الوصلة الهيدروليكية :

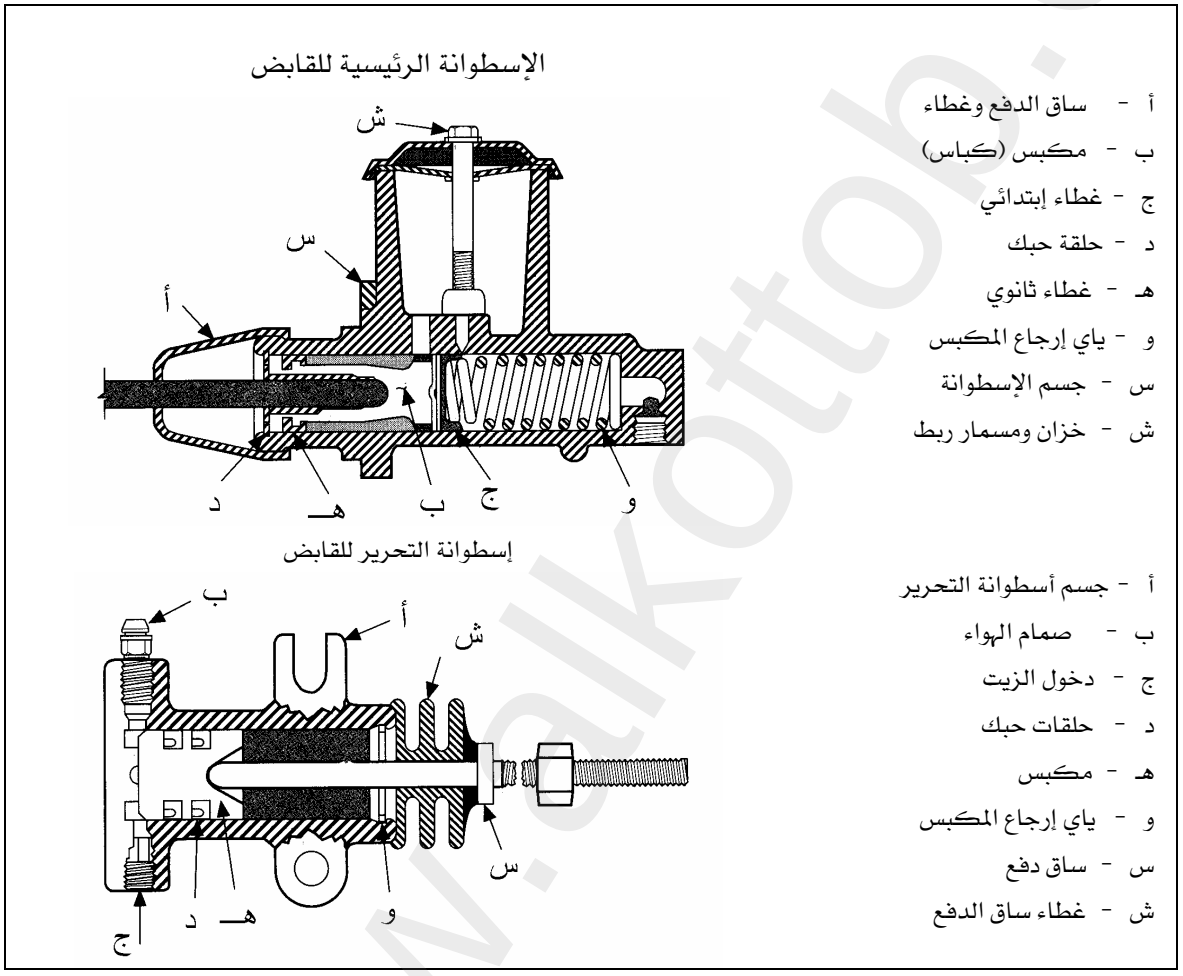
يستخدم زيت الهيدروليكي في تشغيل أسطوانة رئيسية وإسطوانة فرعية (أسطوانة تحرير القابض) موصلة بذراع التشغيل وشوكة القابض وهذا النظام مماثل لنظام تشغيل الفرامل، كما هو مبين بالشكل (١٣).



الشكل (١٣) وصلة هيدروليكية لتشغيل القابض.

www.alkottob.com

عند الضغط على دواسة القابض يزيد الضغط الهيدروليكي في الأسطوانة الرئيسية ويتم نقله فيُدفع داخل الوصلات إلى الأسطوانة الفرعية (إسطوانة تحرير القابض) شكل (١٤). وهي تحرك ذراع التشغيل وشوكة التحرير للقابض لتحرك محمل الدفع لتشغيل مجموعة القابض. وتقل الأصوات والضوضاء الصادرة من هذا النوع القوابض منها من التي يتم تشغيلها ميكانيكياً وكذلك سهولة في التشغيل.



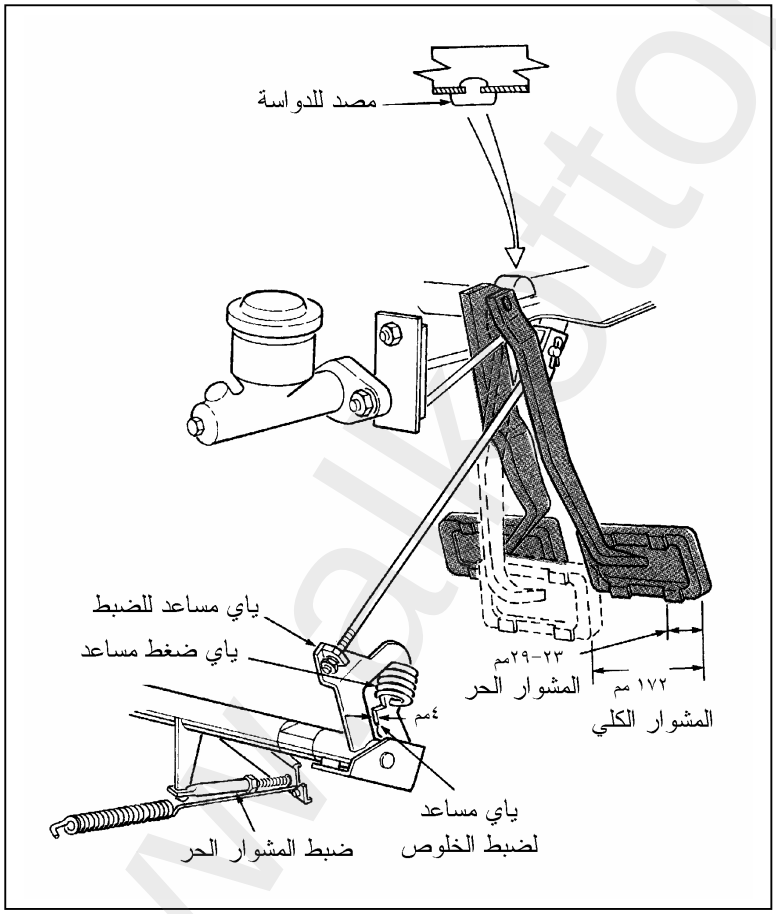
الشكل (١٤)الاسطوانة الرئيسية والفرعية في النظام الهيدروليكي لتشغيل القابض.

www.alkottob.com

١ -٤ المشوار الحر لدواسة القابض :

يحتاج المشوار الحر للدواسة بين أذرع أو أصابع الإعتاق ومحمل الدفع للخارج إلى تعديل منتظم، ويمكن قياس الخلوص عن طريق تحريك دواسة القابض التي تتحرك مسافة صغيرة قبل أن يلامس محمل الدفع للخارج أذرع الإعتاق وهذه المسافة هي مقدار الخلوص في الوصلة ويبلغ في معظم السيارات مقدار ٣سم، كما هو مبين بالشكل رقم (١٥).

والخلوص له أهمية قصوى وإذا لم يكن الخلوص غير صحيح أو كاف يعرض محمل الدفع للخارج للتلف أو انزلاق قرص القابض وكذلك يُحدث مشاكل وتآكل في صندوق السرعات.



شكل رقم (١٥) المشوار الحر لدواسة القابض

www.alkottob.com

١ -٥ حسابات القابض

١) حساب العزم المنقول Transmitted Torque : -

العزم الذي ينقله القابض يتوقف على ثلاثة عوامل :

١ - معامل الاحتكاك .

٢ - قوى الياءات .

٣ - نصف القطر المتوسط لسحطي الاحتكاك .

وبتحليل العوامل الثلاثة نجد أن معامل الاحتكاك يتوقف على نوع مادة بطانة الاحتكاك وله حدود لا يتعداها في حين أن نصف القطر المتوسط لا يمكن زيادته إلا إلى حد يتفق مع حجم القابض ومكانه وتركيبه بينما يراعى في قوة الياءات مقدرة السائق على تحمل رد الفعل عند استخدام الدواسة بلا عناء كبير ، ولذا يتحدد ضغط الياءات ومقدار الدوافع بما يتناسب وقدرة السائق .

فإذا فرضنا أن

springsof Pressure force	Fn	(N)	قوة حفظ الياءات
Friction force	Fr	(N)	قوة الاحتكاك على سحطي البطانة
Friction Coefficient	μ		معامل الاحتكاك
Outer Radius of friction disc	Ro	(m)	النصف قطر الخارجي للبطانة
Inner Radius of friction disc	Ri	(m)	النصف قطر الداخلي للبطانة
Middle Radius of friction disc	Rm	(m)	نصف القطر المتوسط للبطانة
Number of friction surfaces	Z		عدد أسطح الاحتكاك
Transmitted Torque	Tc	(N.m)	العزم المنقول للقابض

فإن العزم المنقول للقابض (Tc)

$$Tc = Fr \,.\, Rm \,.\, Z \quad [N \,.\, m]$$

$$Fr = Fn \,.\, \mu \quad [N]$$

$$Rm = (Ro - Ri) \div 2 \quad [M]$$

$$Tc = Fn \,.\, \mu .\, (Ro - Ri) \; [N \,.\, M] \qquad \textbf{(N.m)}$$

www.alkottob.com

مثال (١) : -

قابض ذو قرص احتكاكي مفرد بيناته كالتالي : -

٦ نوابض بقوة ٦٠٠ نيوتين كلٍ منها ، معامل الاحتكاك (μ) = 0.3 ، di = 125 mm وdo = 180 mm

المطلوب حساب التالي :

أ) قوة الاحتكاك (Fr) .

ب) متوسط نصف القطر (Rm) .

ج) العزم المنقول (Tc) .

الحل :

أ)

$$Fr = Fn \cdot M$$

$$Fn = (6) \times (600) = 3600\ N$$

$$Fr = (3600)(0.3) = 1080\ n$$

ب)

$$Rm = (Ro + Ri)/2$$

$$Rm = 0.076 \quad m$$

ج)

$$Tc = Fr \cdot Rm \cdot Z$$

$$= (1080)(0.076)(2) \qquad Z = 2 \text{ (قرص مفرد له وجهان)}$$

$$= 164 \qquad N.m$$

www.alkottob.com

٢) حساب الضغط على سطح القابض (Ps)

إذا كان:

الضغط على سطح القابض	Ps	Surface Pressure
مساحة الاحتكاك	Af	Friction Area
قوة ضغط الياءات	Fn	Pressure Force of Spring

فإن الضغط يساوي مقدار القوة على مساحة الاحتكاك:

$$Ps = \frac{Fn}{Af}$$

$$Af = Ao - Ai$$

$$Ao = \frac{\pi}{4} do^2$$

$$Ai = \frac{\pi}{4} di^2$$

$$Af = \pi/4 (do^2 - di^2)$$

$$\boxed{Ps = \frac{Fn}{\pi/4 (do^2 - di^2)}} \qquad (N/m^2)$$

مثال(٢): تمثل قوة الياءات في أحد القوابض ٣٢٦٣,٢ نيوتن فإذا كانت بطانة الاحتكاك لها البيانات التالية : di = 130 mm و do = 200mm

احسب الضغط على سطح القابض (Ps)؟

$$Ps = \frac{Fn}{\pi/4 (do^2 - di^2)} \quad Ps = \frac{3263.2}{\pi/4 ((0.2)^2 - (0.13)^2)}$$

= 179.863 K Pa

www.alkottob.com

الخلاصة

نستخلص من دراستنا لهذه الوحدة التدريبية ما يلي:

- وظيفة القابض هي وصل وفصل الحركة بين المحرك وصندوق السرعات وكذلك نقل قدرة المحرك إلى صندوق السرعات بشكل سلس .
- تتكون مجموعة القابض من الحذافة وغطاء القابض وقرص الضغط وقرص الاحتكاك وشوكة القابض ومحمته .
- يتم تشغيل القابض بعدة وصالات منها :
  ١ - الوصلة الميكانيكية .
  ٢ - الوصلة ذات السلك (كيبل) .
  ٣ - الوصلة الهيدروليكية .

- يمكن حساب العزم المنقول عبر القابض بالقانون التالي :

$$Tc = Fn \cdot \mu \cdot (Ro - Ri) \quad [N \cdot M] \qquad (N \cdot m)$$

- يمكن حساب الضغط على سطح القابض (Ps) بالقانون التالي :

$$Ps = \frac{Fn}{\pi/4 (do^2 - di^2)} \qquad (N/m^2)$$

www.alkottob.com

تمارين على الوحدة الأولى

اختبار ذاتي رقم (١)

أجب عن الأسئلة الآتية :

س١/ ضع علامة (✓) أو (×) أمام العبارات التالية:

١. وظيفة القابض هي وصل وفصل الحركة بين المحرك والدفرنس ( ) .

٢. يعمل القابض على نقل العزم تدريجيا إلى صندوق السرعات ( ) .

٣. تنتقل القدرة عبر القابض من الحذافة إلى قرص الاحتكاك ثم إلى قرص الضغط ( ).

٤. تركب مجموعة قرص الضغط على الحذافة وتدور مع المحرك ( ) .

٥. في حالة فصل القابض فإن القدرة تنتقل إلى صندوق السرعات ( ) .

٦. مجموعة قرص الضغط ذات النوابض الورقية أفضل من ذات النوابض اللولبية ( ) .

٧. تعمل فحمة القابض على دفع أذرع الحركة في مجموعة قرص الضغط لتحرره ( ).

٨. الوصل الميكانيكية هي الأكثر شيوعاً في المركبات الحديثة ( ) .

٩. يمكن حساب العزم المنقول في القابض بدلالة قوة ضغط الياءات ومعامل الاحتكاك وأبعاد بطانة الاحتكاك ( ) .

١٠. يمكن حساب الضغط على سطح القابض بدلالة قوة ضغط الياءات فقط ( ) .

س٢/ اذكر وظيفة النابض

س٣/ عدد مكونات مجموعة القابض

س٤/ اشرح كيف يتم فصل ووصل القابض

س٥/ عدد وصلات تشغيل القابض مع شرح الوصلة الهيدروليكية

س٦/ وضح أهمية المشوار الحر لدواسة القابض

www.alkottob.com

س٧/ حل المسائل الحسابية التالية

أ) إذا كان معامل الاحتكاك لأحد القوابض (μ= 0.32) وقوة ضغط الياءات (Fn = 2200N) ، احسب قوة الاحتكاك Fr

ب) قوة الاحتكاك في قابض تساوي (Fr = 5200N) ويوجد في القابض ٩ نوابض لولبية – فإذا كان معامل الاحتكاك M = 0.3 .

احسب : - قوة ضغط الياءات Fn

قوة ضغط الياي الواحد

ج) بطانة احتكاك لها الأبعاد التالية :

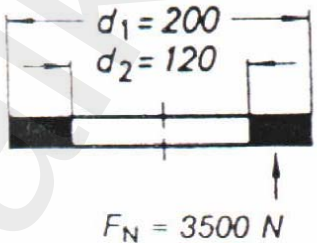
do = 186 mm di = 124 mm

وعليها قوة احتكاك تساوي Fr = 2100N

المطلوب حساب :

- متوسط نصف قطر البطانة (Rm)
- العزم المنقول (Tc)

د) بطانة احتكاك بياناتها كما بالشكل التالي:



المطلوب حساب :

- مساحة سطح الاحتكاك
- مقدار الضغط على سطح القابض

www.alkottob.com

ملاحظات

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

www.alkottob.com

نقل القدرة - ١

صندوق السرعات العادي

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

الجدارة: التعرف على صندوق السرعات العادي وطريقة عمله.

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

١- التعرف على العلاقة بين العزم والسرعة في صناديق السرعات وحساب نسب التخفيض.
٢- توضيح أهمية صندوق السرعات.
٣- تسمية أنواع تروس صناديق السرعات وذكر مزاياها.
٤- التعرف على مكونات صندوق السرعات ووظائفها.
٥- التعرف على أنواع صناديق السرعات وطريقة عمل كل نوع.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ١٠ ساعات

الوسائل المساعدة:

- فصل دراسي متكامل.
- جهاز العرض فوق الرأس.
- مختبر نقل قدرة.

متطلبات الجدارة:

- الإلمام بما تم دراسته في الورش التأهيلية.
- القدرة على حل المسائل الرياضية البسيطة.

www.alkottob.com

صندوق السرعات العادي

٢ - ١ العلاقة بين العزم والسرعة في صناديق السرعات :

إذا فرضنا أن ترسين معشقين مع بعضهما كما بالشكل (١٦) ، أحدهما قائد Driving Gear والآخر منقاد Driving gear فعند نقل العزم من الترس القائد Z1 إلى الترس المنقاد Z2 فإن قوة الضغط بين التروس Fz تكون متساوية على أسنان الترسين . وحيث أن العزم هو القوة المؤثرة مضروبة في نصف قطر الترس فإن .

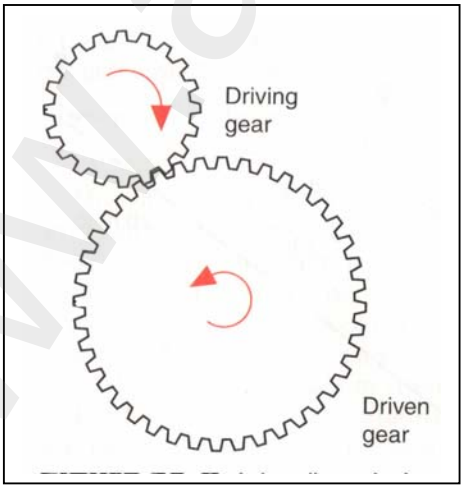
$$Fz = M1/r \qquad M1 = Fz \cdot r$$
$$Fz = M2/R \qquad M2 = Fz \cdot R$$

وبما أن قوة الضغط (Fz) متساوية فإن

$$M1/r = M2/R \qquad M2 = M1.(R/r)$$

وحيث أن R أكبر من r فإن هذا يعني مضاعفة عزم الترس المنقاد بمقدار نسبة التروس بينما تقل سرعته .

ولو كانت نسبة التروس أقل من الواحد (أي أن نصف قطر الترس المنقادR أقل من نصف قطر الترس القائد r) فإن عزم الترس المنقاد سوف يقل بينما تزيد سرعته . وبذلك نقول أن العلاقة بين السرعة والعزم علاقة عكسية.



الشكل(١٦) ترس قائد وترس منقاد.

www.alkottob.com

١ - حساب نسبة التخفيض بين التروس (i) :

تعرف نسبة التخفيض بأنها نسبة سرعة دوران الترس القائدN1 إلى سرعة دوران الترس المنقادN2.

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

عندما يتم تعشيق ترسين شكل (١٦) فإن السرعة الخطية عند نقطة الالتقاء تكون متساوية للترسين .

$$V1 = V2$$

وحيث أن السرعة الخطية تساوي السرعة الزاوية مضروبة نصف القطر فإن:

$$V1 = W1 \,.\, r$$
$$V2 = W2 \,.\, R$$

والسرعة الزاوية (W) تسلوي:

$$W = \pi \,.\, N$$

حيث N = عدد اللفات لكل وحدة زمن.

$$V1 = V2$$
$$W1 \,.\, R1 = W2 \,.\, R2$$
$$\pi \,.\, N1 \,.\, R1 = \pi \,.\, N2 \,.\, R2$$
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{d_1}{d_2} = i$$

وبما أن نصف القطر يساوي :

$$d = m \,.\, Z$$

حيث m= المقنن (module) (وحدة قياس أسنان الترس)

Z = عدد أسنان الترس

فإن

$$i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{m.Z_1}{m.Z_2}$$

وبذلك تكون نسبة التخفيض(i) تساوي:

$$\boxed{i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_1}{Z_2}}$$

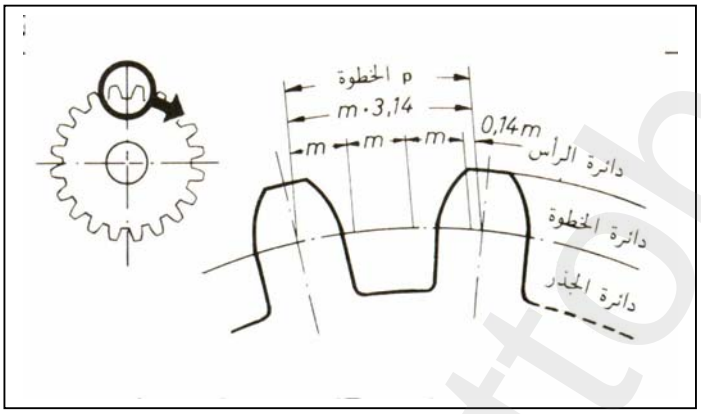
بحيث أن N1 = عدد لفات الترس القائد . Z1 = عدد أسنان الترس القائد.

N2 = عدد لفات الترس المنقاد . Z2 = عدد أسنان الترس القائد.

www.alkottob.com

٢ - حساب خطوة الترس (P) Gear Pitch :

ويمكن حساب المقنن (m) بدلالة خطوة الترس (P) Gear Pitch التي تمثل المسافة من منتصف السن إلى منتصف السن التالي والتي تساوي طول القوس كما بالشكل (١٧) وتكمن أهمية خطوة الترس في أن التروس المعشقة مع بعضها يجب أن يكون لها أسنان ذات شكل واحد وتبعد عن بعضها بمسافات متساوية لذلك كان لابد أن يكون لها نفس خطوة الترس (P) Gear Pitch .



الشكل(١٧) خطوة الترس Gear Pitch.

ويمكن حساب خطوة الترس بالقانون التالي:

$$P = \pi \cdot m$$

P = خطوة الترس .

m = المقنن .

ولتوضيح العلاقة بين المقنن(m) وقطر الترس(d) نقوم بوضع القانون التالي لحساب محيط الترس(C):

$$C = \pi \cdot d = P \cdot Z$$

بحيث C = محيط الدائرة الترس .

P = خطوة الترس .

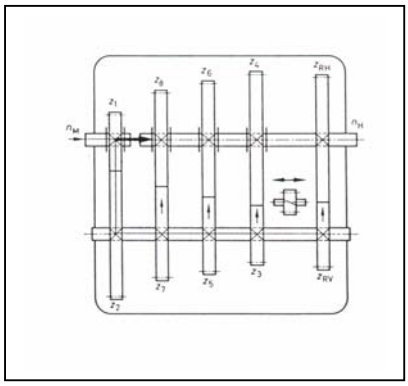
Z = عدد الأسنان .

$$\pi \cdot d = P \cdot Z$$
$$\pi \cdot d = \pi \cdot m \cdot Z$$

$$d = m \cdot z$$

www.alkottob.com

٣ - حساب نسبة التخفيض في صندوق السرعات :



شكل (١٨) رسم تخطيطي لصندوق سرعات عادي.

إذا فرضنا صندوق سرعات كما بالشكل (١٨) يعطي أربع سرعات أمامية وسرعة خلفية وفيه عمود الإدارة (input shalt) مركب عليه الترس Z1 والمعشق تعشيقاً دائماً مع الترس Z2 ناقلاً الحركة إلى عمود التوزيع والمركب عليه التروس Z3 و Z5 و Z7 بينما العمود المدار(output shalt) عليه التروس Z4 وZ6 و Z8 والتي بتحريكها يمكن الحصول على السرعة الأولى (1^{st}) بتعشيق الترسين Z3 و Z4، والسرعة الثانية (2^{nd}) بتعشيق الترسين Z5وZ6 والسرعة الثالثة (3^{rd}) بتعشيق Z7 و Z8 والسرعة الرابعة أو المباشرة (4^{th}) بتعشيق الترسين Z8 و Z1 فإنه يمكن حساب نسب التخفيض في صندوق السرعات كما يلي :

نسبة تخفيض السرعة الأولى (1^{st}) :	$i_{1st} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_4}{Z_3}$
نسبة تخفيض السرعة الثانية (2^{nd}) :	$i_{2nd} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_6}{Z_5}$
نسبة تخفيض السرعة الثالثة (3^{rd}) :	$i_{3rd} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_8}{Z_7}$
نسبة تخفيض السرعة الرابعة (4^{th}) :	$i_{4th} = 1:1$

www.alkottob.com

مثال (١):

صندوق سرعات ذو أربع سرعات عدد أسنان تروسه كما يلي :

Z3 = 20 Z2 = 40 Z1 = 25
Z6 = 35 Z5 = 25 Z4= 40
Z8 = 35 Z6 = 30

المطلوب حساب نسبة التخفيض لهذا الصندوق :

الحل :

$$i_{1st} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{40}{25} * \frac{40}{20} = 3.2:1$$

$$i_{2nd} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{40}{25} * \frac{35}{25} = 2.24:1$$

$$i_{3rd} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_8}{Z_7} = \frac{40}{25} * \frac{35}{30} = 1.87:1$$

$$i_{4th} = 1:1$$

مثال (٢):

محرك قدرة ٢٠٠ حصان عند ٤٠٠٠ لفة / دقيقة . ونسبة التخفيض في التروس للسرعات كما هي في المثال السابق فإذا كان عزم المحرك يساوي ١٥٠ (نيون . متر) فأوجد العزم عند كل سرعة .

الحل :

M1 = 150 . (3.2) = 480 (N.m)

M2 = 150 . (2.24) = 336 (N.m)

M3 = 150 . (1.87) = 280 (N.m)

M4 = 150 . (1) = 150 (N. m)

www.alkottob.com

٢ -٢ الغرض من صندوق السرعات :

إن قدرة المحرك لأي سيارة كافية للسير على طريق مستوٍ بالسرعة التصميمية ولكن عند بدء حركة السيارة من السكون أو عند الصعود على منحدر فإن عزم المحرك قد لا يكون كافياً للتغلب على الأحمال المختلفة ومقاومات الطريق شكل (١٩) مما يدعو إلى الاستعانة بصندوق السرعات للتغلب على مقاومات الطريق عن طريق تغيير نسب التروس للحصول على عزوم مختلفة تلائم متطلبات الحركة والطريقة شكل (٢٠) . ومن هذه المقاومات

١) مقاومة الجر (Rolling Resistance):

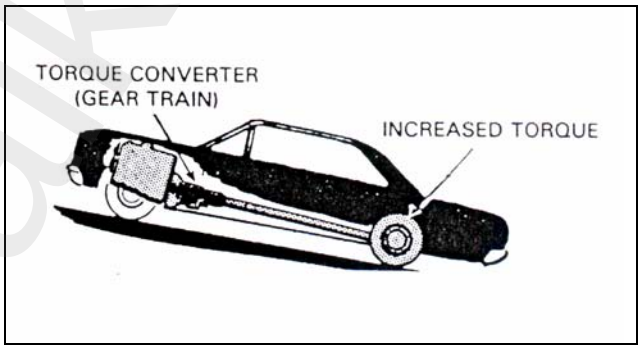
وهي القوى الناشئة من احتكاك الأجزاء الدورانية لوحدات نقل الحركة وكذلك الاحتكاك الانزلاقي (Frictional Slip) بين العجل وسطح الطريق والذي يتوقف على نوعية الطريقة (أسفلت ، أسمنت ، رمل) . وأيضاً نوعية حالة وحالة العجل .

٢) مقاومة الانحدار (Gradient Resistance) :

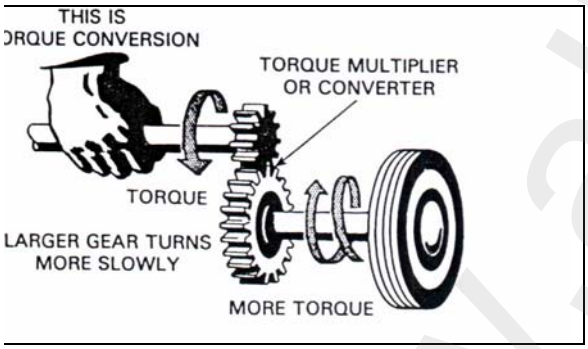
وهي القوة الناتجة من مُركبة وزن المركبة عند صعود منحدر وتعمل عكس اتجاه الحركة .

٣) مقاومة الهواء (Air Resistance) :

وهي المقاومة الناتجة عن تأثير الهواء على السطح الأمامي للسيارة وتتوقف على شكل السيارة وسرعتها .



شكل (١٩) زيادة العزم عند صعود المنحدر .



شكل (٢٠) زيادة العزم عن طريق التروس.

ولعل من أهم وظائف صندوق السرعات التالي :

١- مقاومة عزم الاحتكاك وتحريك المركبة من حالة السكون .

٢- تغيير سرعات المركبة حسب متطلبات السير .

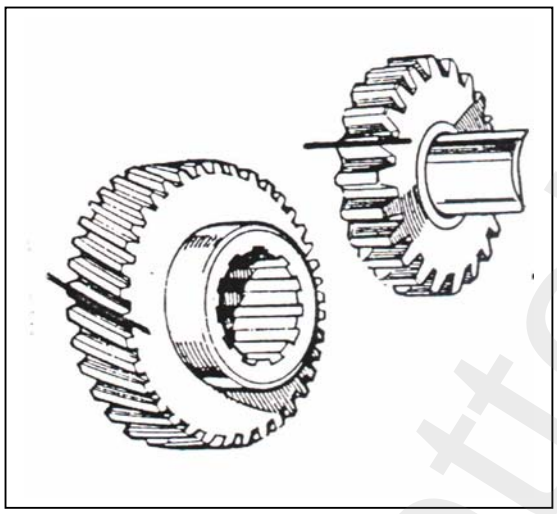
٣- يساعد المركبة مقاومة صعوبات الطريق .

٤- إمكانية السير في الاتجاه العكسي (السرعة الخلفية) .

www.alkottob.com

٢ -٣ تروس صناديق السرعات : -

تصنع تروس صناديق السرعات بعناية من الحديد عالي الجودة لتكون أسطح أسنانها ناعمة ومثبتة ويتم تشكيل الأسنان بالآلات ومعدات خاصة وتصنف تروس صناديق السرعات على حسب شكل أسنانها إلى نوعين شكل (٢١).



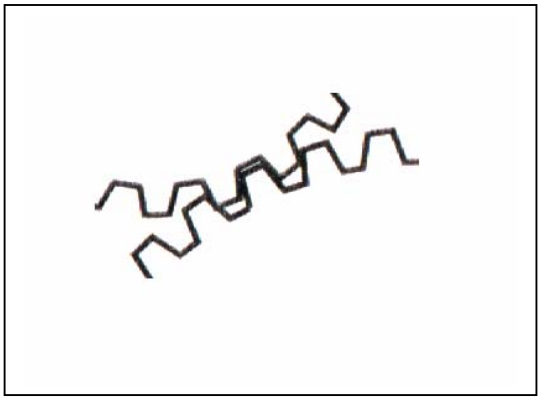
شكل (٢١) ترس بأسنان مستقيمة وآخر بأسنان مائلة .

١ - تروس بأسنان مستقيمة (Spur gear) :

وهي أبسط تصاميم تروس صناديق السرعات وخلال تشغيلها فإن نقطة الاتصال الكامل تكون في سنه واحدة فقط شكل(٢٢) لذلك فإن أسنان هذه التروس تكون قوية ومتينة وتتحمل العزوم الكبيرة في التسارع والتناقص والسرعة الخلفية، لهذا السبب لا تزال تستخدم حتى الآن في السرعات الخلفية.

ومن أعظم عيوبها هو صوت تشغيلها العالي الذي يعود إلى اصطدام أسنانها ببعضها في السرعات العالية .

www.alkottob.com



شكل (٢٢) نقطة الاتصال بين الترسين في سنة واحدة.

٢ - تروس بأسنان مائلة (Helical gear) :

تمتاز هذه التروس بأنها تدور بسرعة وقوة أكبر من النوع السابق بسبب توزيع الضغط على مساحة كبيرة من سطح السنة بالإضافة إلى هدوء الادارة . ولكن يجب أن تثبت بشكل جيد لميلها إلى التزحلق بسبب الشكل الحلزوني .

وغالباً ما يتم استخدام التروس بأسنان مائلة في المركبات الصغيرة بينما في المركبات الثقيلة والشاحنات يتم استخدام التروس بأسنان مستقيمة .

www.alkottob.com

٢ - ٤ تركيبة صندوق السرعات :

يتكون صندوق السرعات من الأجزاء التالية :

١- جسم الصندوق .

٢- أعمدة صندوق السرعات .

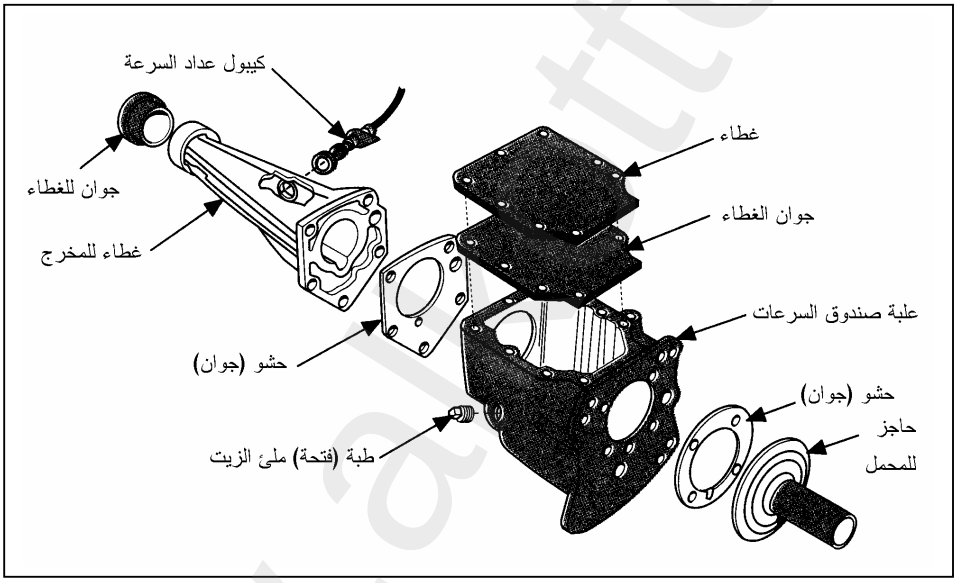
٣- كراسي التحميل .

٤- وحدات التزامن (جلب التعشيق) .

٥- شوكات التعشيق .

١ - جسم الصندوق :

ويصنع من الألمنيوم أو حديد الزهر . شكل (٢٣).



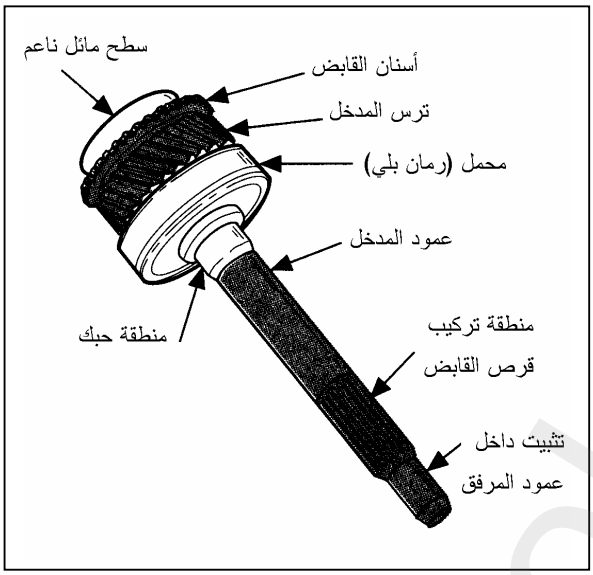
شكل (٢٣) جسم صندوق السرعات العادي.

٢ - أعمدة صندوق السرعات .

يوجد في صندوق السرعات دائم التعشيق أربعة أعمدة رئيسية وهي:

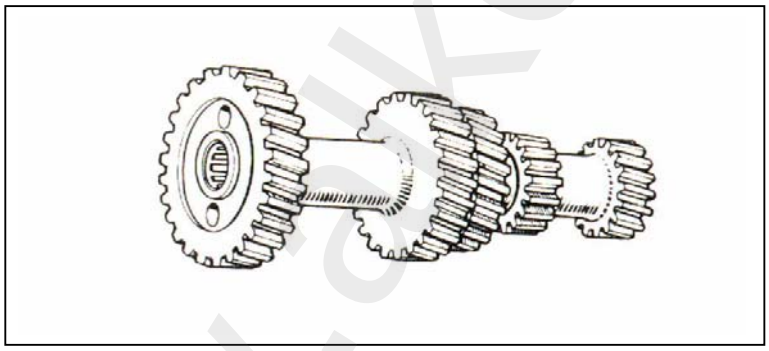
١ - عمود الإدارة : (عمود السرعة أو العمود الابتدائي أو عمود القابض أو عمود المدخل) وهو عمود الحركة المتصل بالقابض ويركب علية ترس الحركة كما هو مبين بالشكل (٢٤).

www.alkottob.com



شكل (٢٤) الأجزاء المختلفة لعمود الإدارة (عمود المدخل).

٢ - عمود التوزيع : عادة يُوضع في أسفل صندوق السرعات وبه ترس دائم التعشيق مع ترس عمود المدخل. ويوجد به تروس مختلفة الأبعاد وتدور كوحدة واحدة مع العمود. شكل (٢٥).

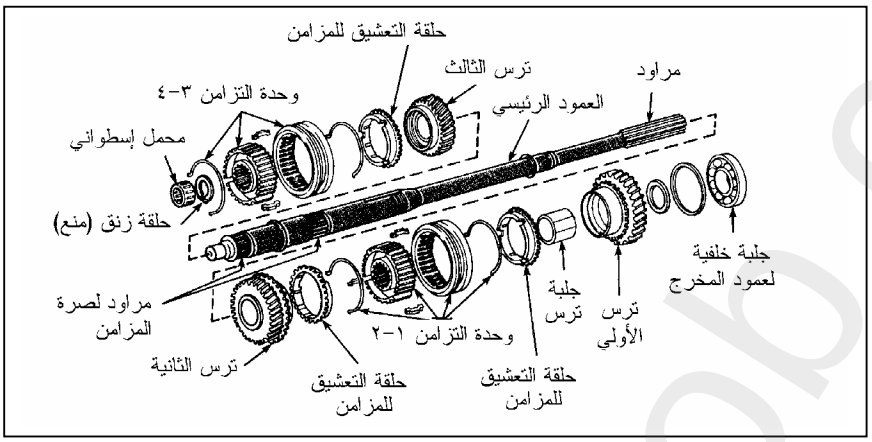


الشكل رقم (٢٥) عمود التوزيع.

٣ - العمود الرئيسي: تروس السرعات الأمامية توضع على العمود الرئيسي وهذه التروس دائمة التعشيق مع تروس مناظرة لها على عمود التوزيع، أي تُدار بواسطة تروس عمود التوزيع، كما أن هذه التروس تتحرك على محامل على العمود الرئيسي والشكل رقم (٢٦) يوضح الأجزاء المختلفة لمكونات العمود الرئيسي. . ولا يوجد نقل للسرعة إلا في حالة تعشيق وحدات التزامن الخاصة لكل تعشيقة وهذه الوحدات لها مراود وتتحرك على العمود الرئيسي. كما أن هذه الوحدات تنقل الحركة للعمود الرئيسي

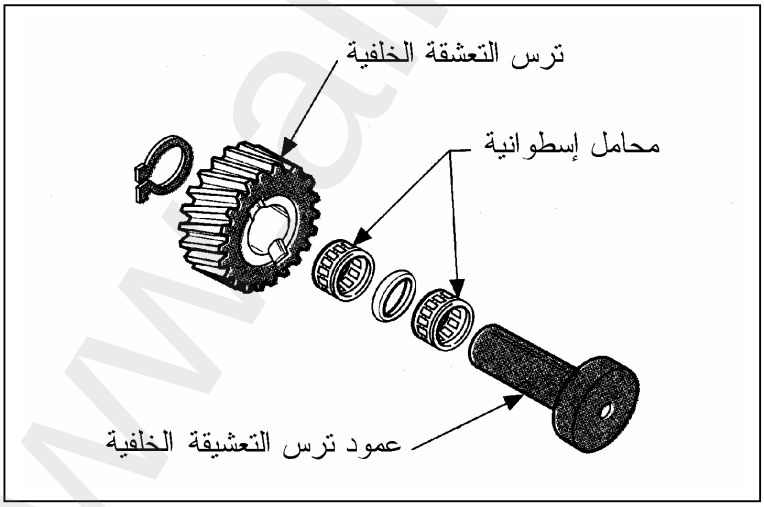
www.alkottob.com

وبالتالي إلى باقي أجهزة النقل. ووحدات التزامن لها أسنان وقوابض وجلب يتم تعشيقها مع التروس الموجودة على العمود الرئيسي للحصول على السرعة المطلوبة، وسيتم شرح هذه الوحدات بالتفصيل لاحقاً.



الشكل رقم (٢٦) الأجزاء المختلفة للعمود الرئيسي.

٤ -عمود ترس السرعة الخلفية: لا يكون دائم التعشيق مع ترس عمود التوزيع ، ولكن يتم تعشيقه عن طريق إنزلاق الترس بواسطة شوكة اختيار السرعة،وعادةً ما يكون بأسنان مستقية. والشكل رقم (٢٧) يوضح عمود ترس السرعة الخلفية.

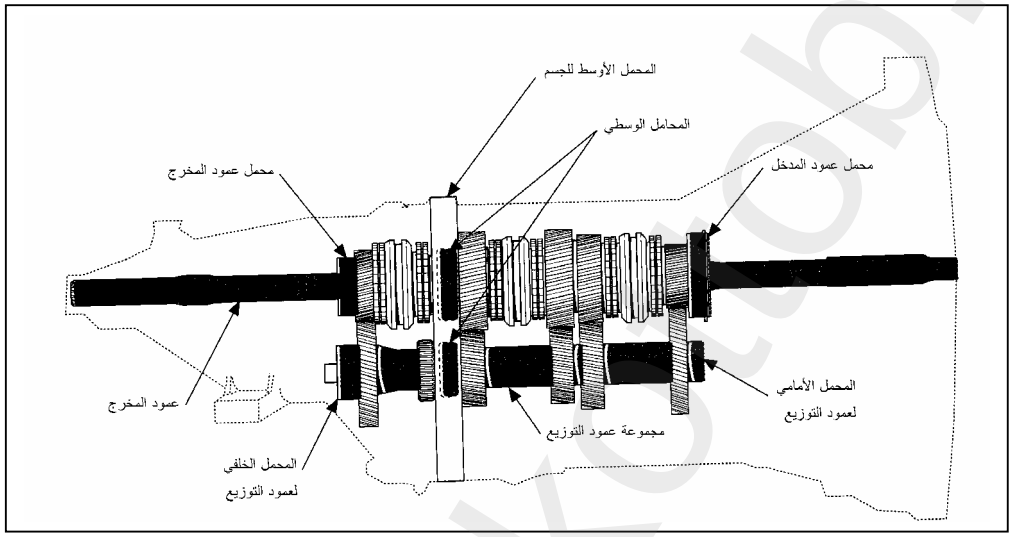


الشكل رقم (٢٧) عمود ترس السرعة الخلفية.

www.alkottob.com

٣ - كراسي التحميل .Gear Box Bearings :

إن ترتيب وضع الأعمدة في صندوق السرعات يستلزم وجود محامل مختلفة لتثبيتها وتحميلها، كما هو مبين بالشكل رقم (٢٨). نهايات الأعمدة تحمل على محامل كريات وأخرى إسطوانية كبيرة، وفي بعض الاعمدة ذات الأطوال الكبيرة يوضع محمل في الوسط. ويثبت هذا المحمل الوسط بغلاف الجسم ويعطي متانة للعمود. أما على عمود التوزيع وعمود ترس السرعة الخلفية فغالباً ما تركب، المحامل الصغيرة من النوع الإسطواني.

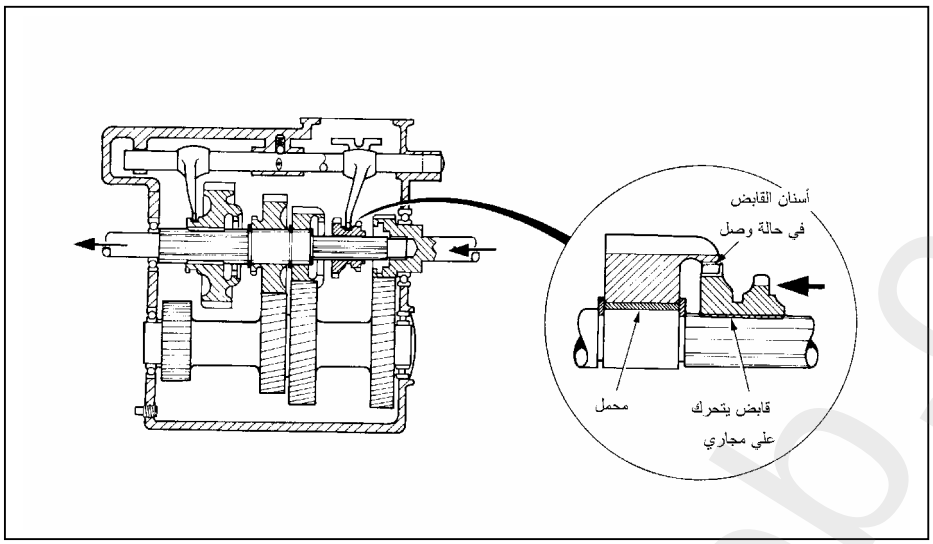


شكل رقم (٢٨) أوضاع المحامل على الأعمدة في صندوق السرعات.

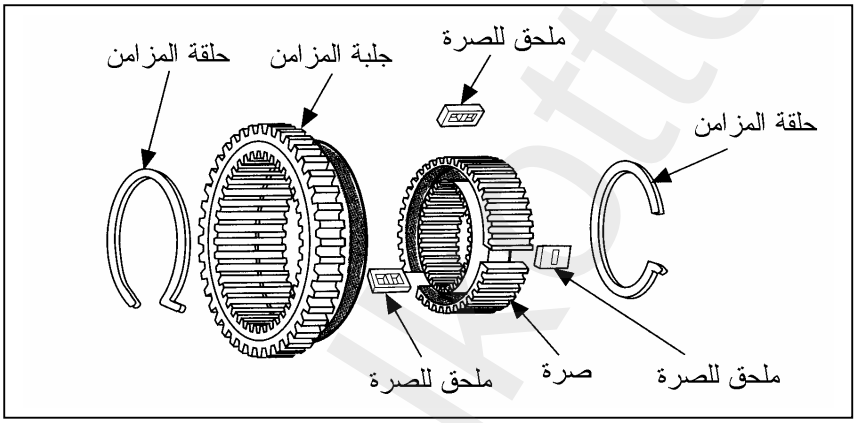
٤ - وحدات التزامن (جلب التعشيق):

تركب وحدات التزامن على العمود الرئيسي لصندوق السرعات العادي كما بالشكل (٢٩) وتتكون وحدة التزامن من جلبة وصرة وحلقات منع وملحقات لصرة المزامن، كما هو مبين بالشكل (٣٠). جلبة المزامن تحيط بوجه المزامن وتُعشق مع المراود الخارجية للصرة. والصرة بها مراود داخلية مع العمود الرئيسي، وكذلك يوجد مجرى أو تجويف في حسم الجلبة الخارجي توضع به شوكة التعشيق. وتوضع في مقدمة ومؤخرة وحدة التزامن حلقات منع من النحاس أو البرونز، كما هو مبين بالشكل رقم (٣١). وملاحق المزامن توضع في تجاويف خاصة بها في صرة المزامن لتجعلها تدور بنفس سرعة جلبة المزامن.

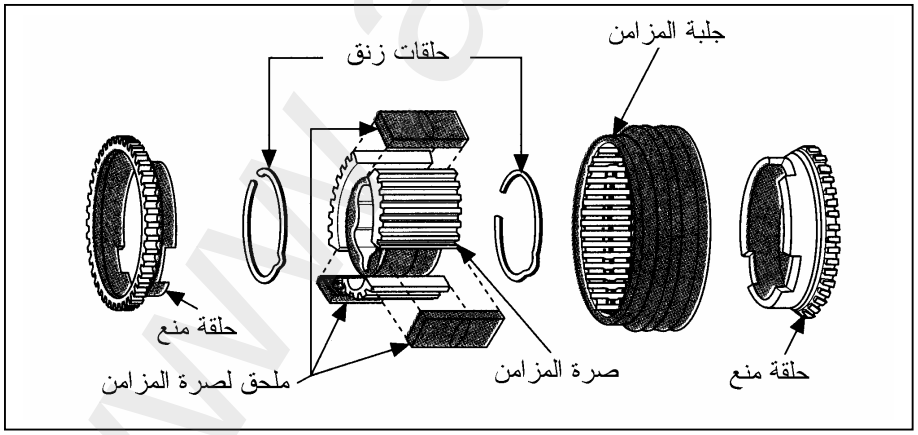
www.alkottob.com



شكل (٢٩) كيفية تركيب وحدة التزامن على العمود الرئيسي.



شكل (٣٠) مجموعة وحدة المزامن (التزامن).



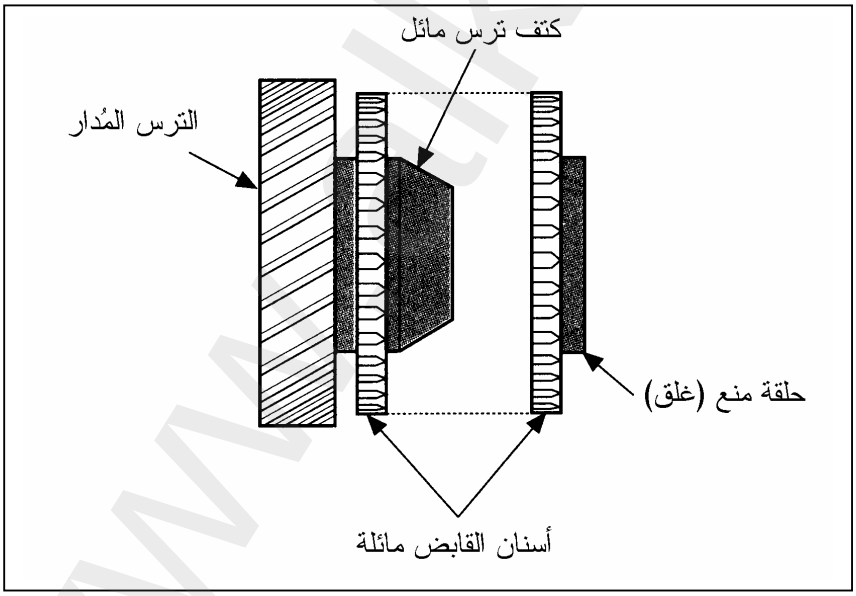
شكل(٣١) أماكن حلقات المنع والتجاويف الخاصة بها في وحدة المزامن.

www.alkottob.com

نظرية العمل لصندوق السرعات ذي جلب التغيير تعتمد على أن كل زوج من التروس لكل سرعة سواء على العمود الرئيسي أو عمود التوزيع تكون دائمة التعشيق. وتكون التروس الموجودة على العمود الرئيسي حرة الحركة عليه أي أنه يعمل كدليل فقط، بينما يقوم بنقل الحركة من الترس الدائر الحر إلى العمود الرئيسي جلبة تعشيق تكون متصلة بالعمود الرئيسي بواسطة مراود (أخاديد).

ويتم تزويد كلاً من الجلب المنزلقة ذات البروز والتروس المناظرة لها بجلبة مخروطية (مجموعة تزامن). فعند تحريك يد التعشيق لتغيير السرعات يضغط عضوي القابض المخروطي على بعضهما ويتم التوافق (التزامن) بين سرعتي الأعضاء الدائرة ليسهل عملية التعشيق. وهذا النظام ليس ضرورياً للسرعة الأولى أو السرعة الخلفية حيث إن المركبة غالباً ما تكون واقفة وغير متحركة، وبذلك يظل التحكم في السرعة الأولى عموماً والسرعة الخلفية خصوصاً كما هو في صندوق السرعات الانزلاقي.

والشكل رقم (٣٢) يوضح رسماً تخطيطياً لوحدة المزامن، وتوجد حلقات المنع الإغلاق من الداخل تكون على شكل هرمي أو مسلوب وتكون حادة. وهذه الأسطح الداخلية لحلقات المنع تأخذ نفس شكل الكتف الخاص بالترس المراد تعشيقة، وهذا الشكل المخروطي يحافظ على السطح الاحتكاكي للمزامن. والترس يكون له نفس أسنان القابض المائل والمصمم مماثل لمثيله في حلقات المنع.



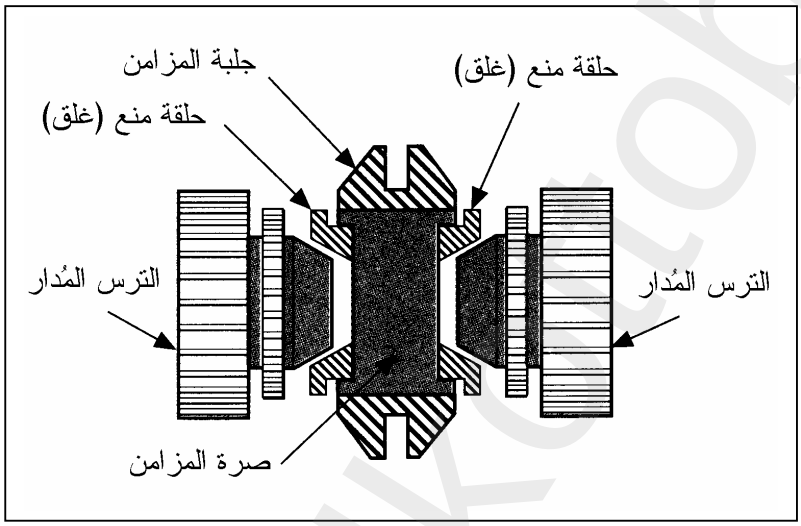
شكل (٣٢) أسنان قابض مائلة على كل من الترس وحلقات المنع (الغلق).

www.alkottob.com

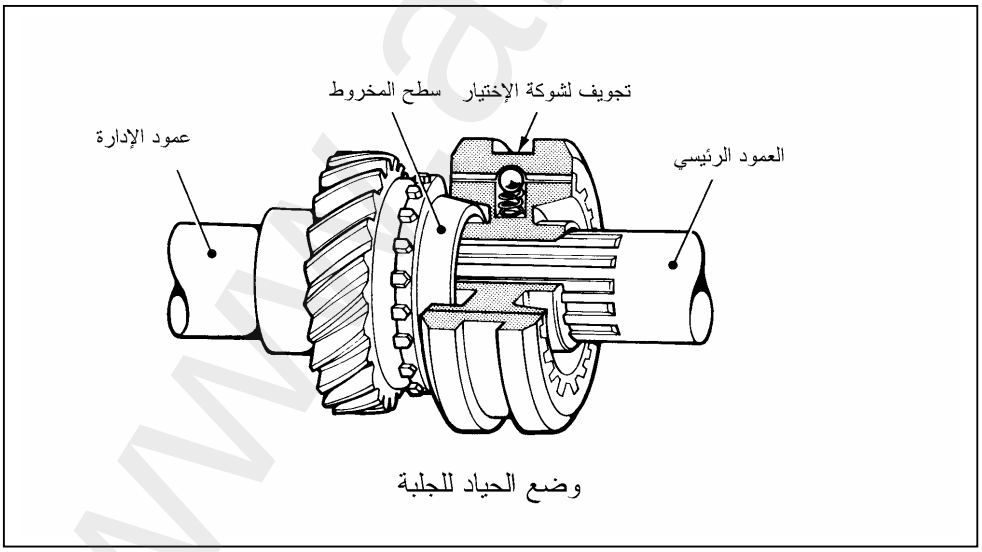
وتتلخص طريقة عمل وحدات التزامن في ثلاثة أوضاع:

أولاً : وضع الحياد

وضع الحياد هو أن تكون وحدة التزامن لا تدور مع العمود الرئيسي، وكذلك تروس العمود الرئيسي تدور بحرية على محامل مع دوران تروس عمود التوزيع لأنها دائمة التعشيق معها. وفي وضع الحياد تكون جلبة التعشيق الخارجة في وضع السكون (شوكة التعشيق لا تعمل) في منتصف حدة المزامن. ولا يكون هناك أي تلامس بين جسم التزامن والأسطح المخروطية لأي من الترسين، ويدور ترس السرعة المطلوبة دوراناً حراً على عموده، كما هو مبين بالشكل رقم (٣٣) و(٣٤).



شكل (٣٣) رسم تخطيطي لوحدة المزامن في وضع الحياد.



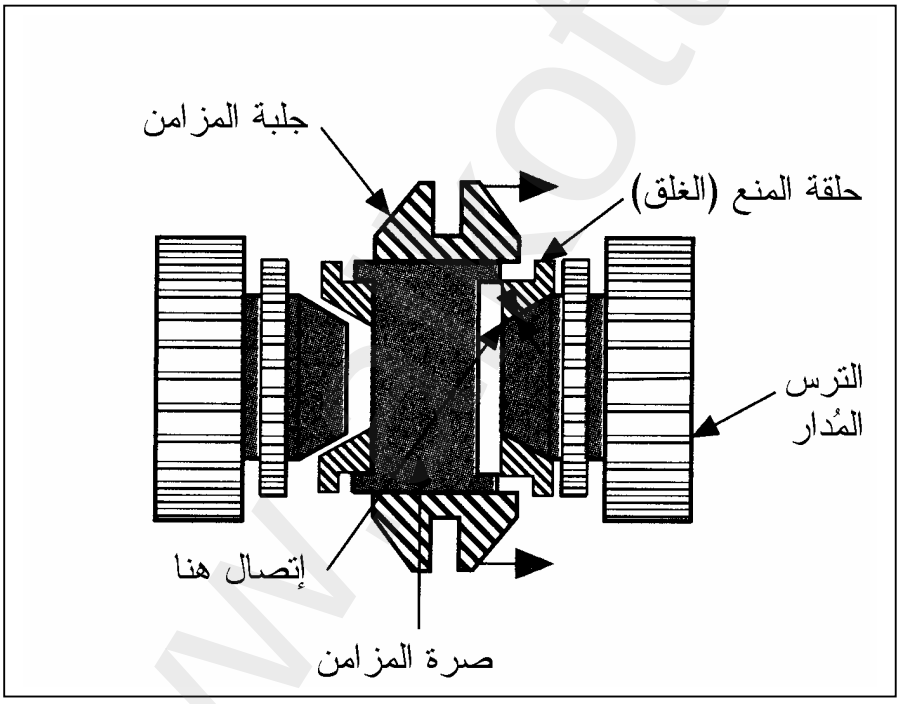
الشكل (٣٤) وضع الحياد لمجموعة التوافق (الجلبة المخروطية).

www.alkottob.com

ثانياً : وضع التزامن

وضع التزامن هو أن الأسطح المخروطية تتلامس وبينها قوة احتكاك. كما بالشكل رقم (٣٥)، عند البدء في تحريك جلبة التعشيق الخارجية بواسطة شوكة اختيار السرعة (يد التعشيق) باتجاه السهم. تعمل جلبة التعشيق على ضغط حلقة التزامن على سطح الاحتكاك لمخروط ترس السرعة المعنية عبر مزلاق (مخروط) التزامن فيتم إعاقة تعشيق السرعة إلى أن يشرع الجزآن بفعل الاحتكاك في الدوران بنفس السرعة التوافقية ويتم إعاقة (منع) استمرار دفع جلبة التعشيق بواسطة الحلقات المانعة.

وعند ذلك يحدث انهيار لطبقة الزيت بين الجزأين وعند هذه اللحظة يحدث الاحتكاك بين السطحين، وتكون نتيجة حدوث الاحتكاك دوران جسم التزامن ومعه جلبة التعشيق وبزيادة الضغط يزداد الاحتكاك وتتساوى سرعة جسم التزامن وجلبة التعشيق مع سرعة الترس الدائر (المُدار) وهنا يكون قد تمت مرحلة التزامن.

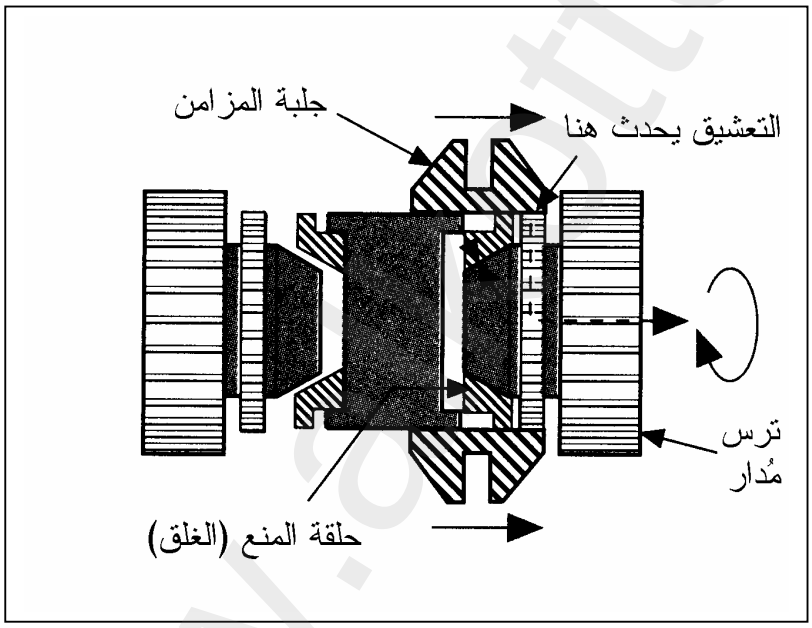


الشكل (٣٥) رسم تخطيطي لوضع بداية مرحلة التزامن لوحدة المزامن.

www.alkottob.com

ثالثاً : وضع إتمام التعشيق

استمرار تأثير شوكة التعشيق (رافعة تغيير السرعات في الحركة) على جلبة التعشيق تنزلق جلبة التعشيق الخارجية ودفعها ، يقف جسم التزامن عن الحركة الجانبية لزيادة التلامس بين أسطح الاحتكاك وتكون المجموعة وصلت إلى مرحلة التزامن عندها تعتق جلبة التعشيق من الكرة المانعة وتنزلق حتى تعشق أخاديدها مع أسنان الطوق المسنن الموجود على ترس الحركة(السرعة المعنية) ويتم التعشيق. وبذلك تنتقل الحركة ليس عن طريق الاحتكاك بين الأسطح المخروطية ولكن عن طريق الأسنان لمعشقة بجلبة التعشيق وجسم التزامن فالعمود الرئيسي دون ضوضاء وبنعومة. الشكل رقم (٣٦). وتعمل الأقفال الموجودة في وحدة المزامن على ضمان عدم رجوع جلبة التزامن ذاتياً.



شكل (٣٦) رسم تخطيطي لوضع إتمام التعشيق لوحدة المزامن.

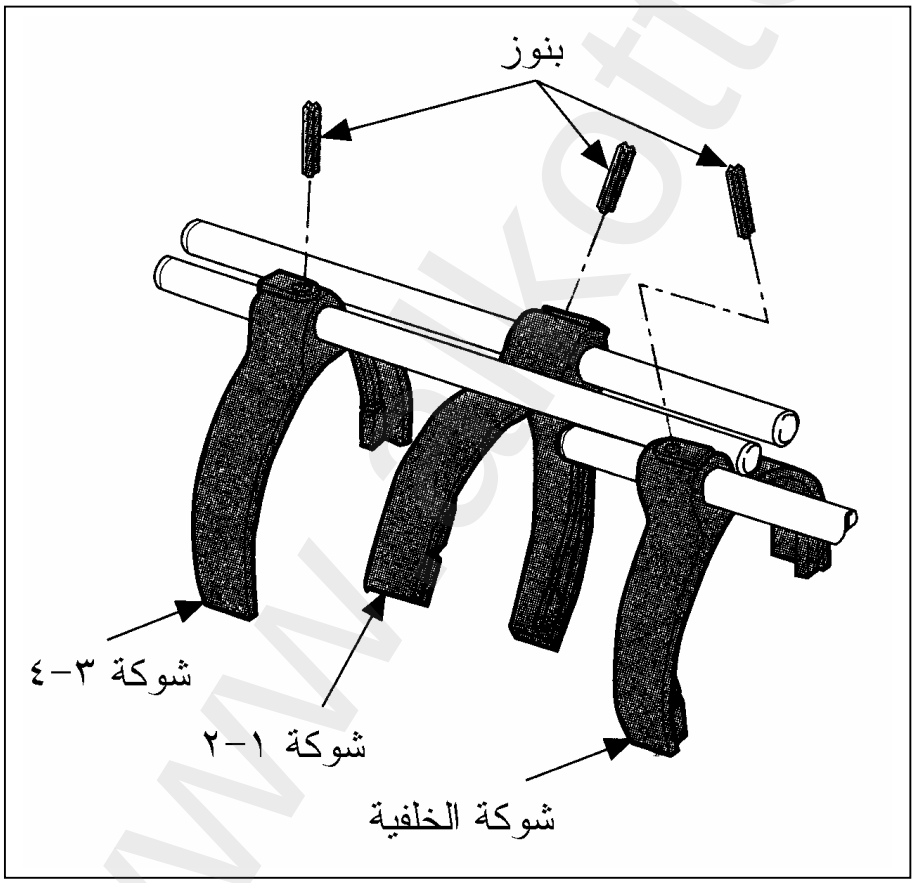
www.alkottob.com

شوكات التعشيق Shift Forks

تستخدم شوكات التعشيق في صندوق السرعات لتحريك جلب وحدة التزامن لتعشيق التروس. بحيث يتم تحريك التروس المنزلقة على العمود الرئيسي بواسطة شوكة اختيار السرعات (الهلال) وهي غالباً ما تصنع من البرونز الفوسفوري.

وفي حالة صندوق السرعات ذي سرعات الثلاث يحتاج الأمر إلى وجود شوكتين للاختيار. واحدة لتحريك ترس السرعة الأولى والخلفية، والأخرى لتحريك ترس السرعة الثانية والثالثة. وفي حالة صندوق السرعات ذي التعشيقات الأربع يحتاج الأمر إلى وجود ثلاث شوكات لإختيار السرعة.

ومعظم شوكات التعشيق تكون لها اثنان من الأصابع وتركب على مجرى داخل الجلب. وتثبت شوك التعشيق في أعمدة عن طريق بنوز، كما هو مبين بالشكل رقم (٣٧). وكل عمود من هذه الأعمدة له شوكة تتحرك عن طريقة.

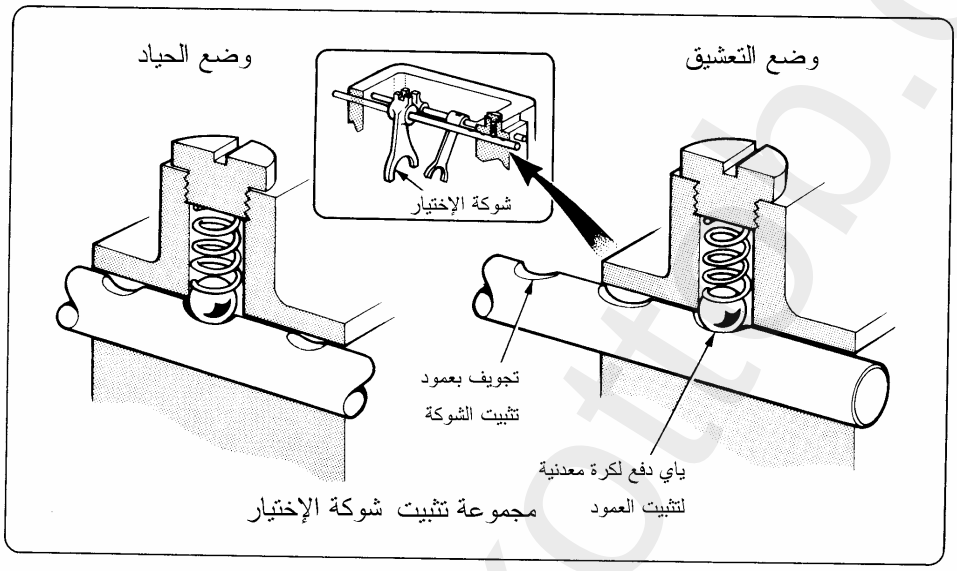


شكل(٣٧) ترتيب أعمدة وشوكات التعشيق.

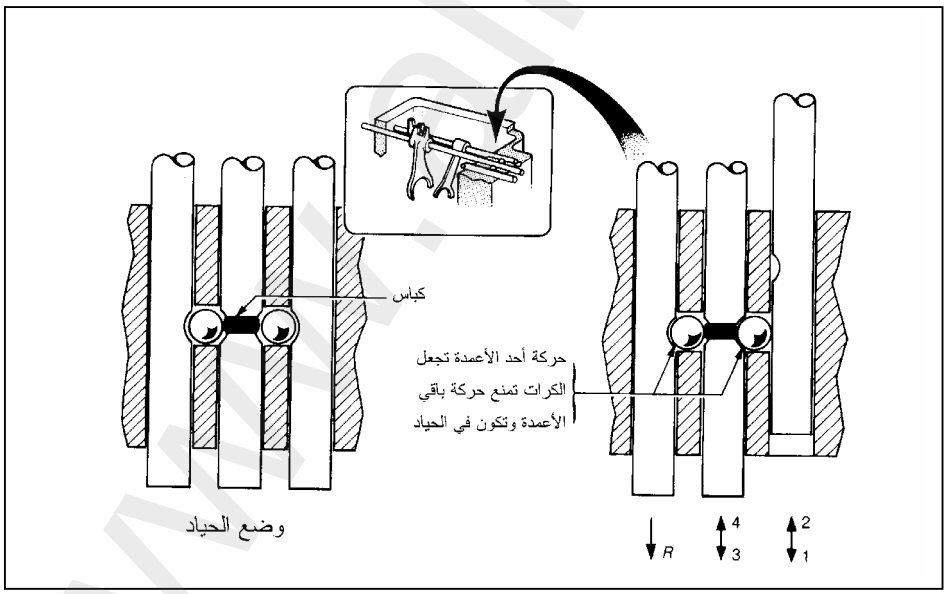
www.alkottob.com

أعمدة التعشيق

وتتحرك شوكة الاختيار على أعمدة انزلاق وتؤثر على أوضاع كل عمود كرة معدنية (بلي – كباس) مدفوعة بضغط ياي حتى لاتسمح للترس بالقفز بعيداً عن التعشيق ولمنع تعشيق ترسين في آن واحد مما يسبب أضراراً ومشاكل في صندوق السرعات وفي أدائه، كما هو مبين بالشكل رقم (٣٨) و (٣٩).



شكل (٣٨) مجموعات تثبيت شوكة اختيار السرعة



شكل (٣٩) نظام الكباس والكرة المستخدم لمنع تعشيق ترسين في وقت واحد

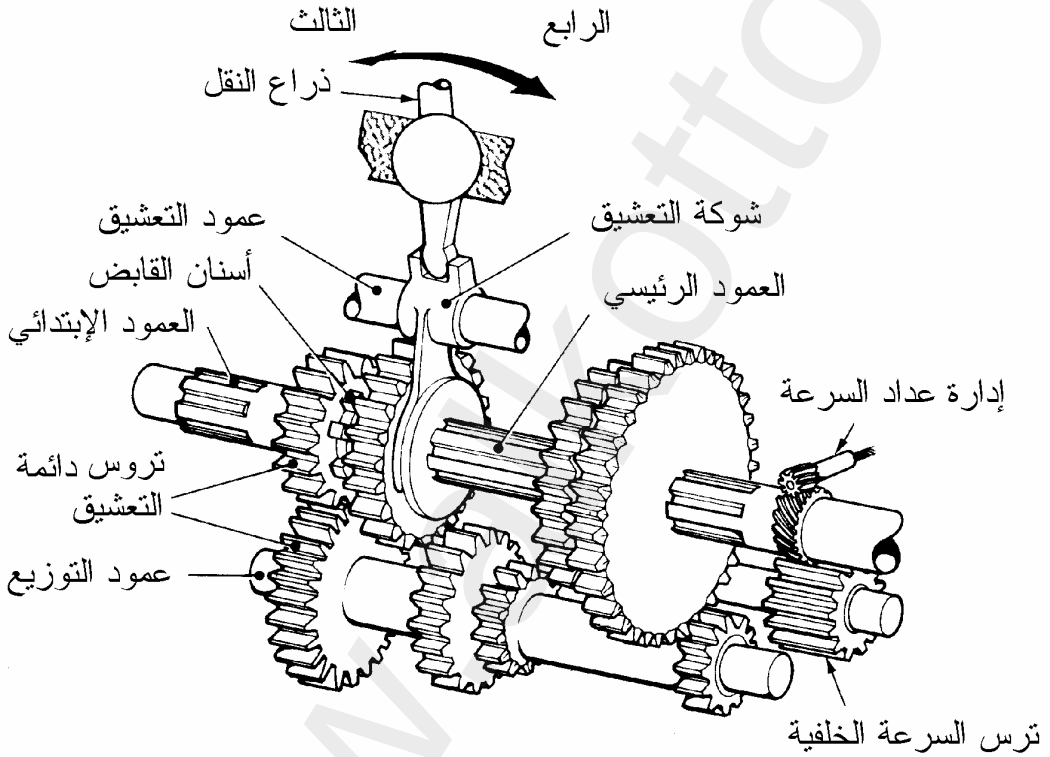
www.alkottob.com

٢ - ٥ أنواع صناديق السرعات :

تنقسم صناديق السرعات العادية المستعملة في المركبات إلى :

١ - صناديق السرعات الانزلاقية .

يعتبر صندوق السرعات الانزلاقي أبسط أنواع صناديق السرعات تركيباً وعملاً. ويتم فيه تغيير نسبة نقل الحركة بدفع ترس على عمود محدد (به مجار طولية أو مراود) حتى يتم التعشيق مع الترس المواجه. ويقتصر استعمال صندوق السرعات الانزلاقي بصفة أساسية على مركبات النقل الثقيل، ويعتبر هو الشكل الأساسي لنظرية وعمل صناديق السرعات الأخرى المتطورة. يوضح الشكل رقم (٤٠) رسماً مبسطاً لصندوق السرعات الانزلاقي ومكوناته مبيناً علية أسماء أجزائه.



الشكل (٤٠) صندوق السرعات الانزلاقي.

www.alkottob.com

وكما هو واضح بالشكل، يوجد في صندوق السرعات الإنزلاقي أربعة أعمدة رئيسية وهي:

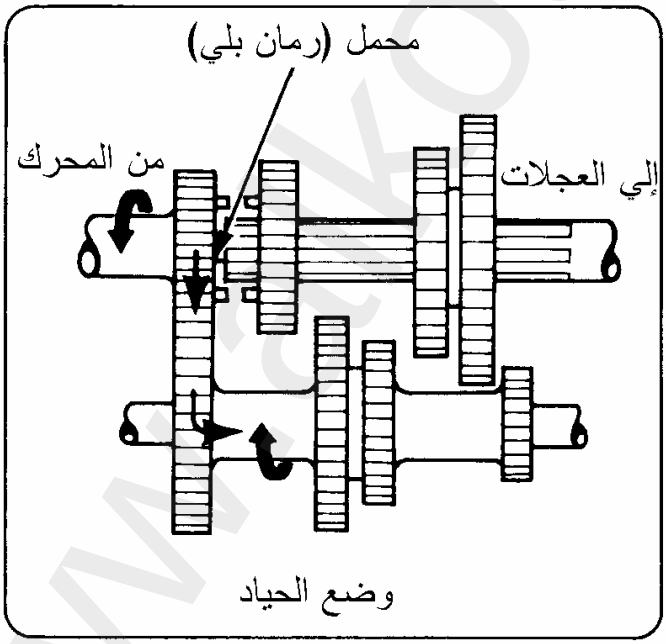
١ - عمود الإدارة. ٢ - عمود التوزيع .

٣ - العمود الرئيسي. ٤ - عمود السرعة الخلفية.

وتنتقل القدرة من عمود الإدارة عبر تروس معشقة إلى عمود التوزيع، ومنها عبر تروس معشقة أخرى (حسب التعشيق) إلى العمود الرئيسي. و بما أن كل تعشيقة ترسية تحدث انعكاسا في الاتجاه، فإن تعشيقتين ترسيتين ستجعلان العمود الرئيسي يدور في اتجاه دوران عمود الإدارة.

أولاً : وضع الحياد

الشكل رقم (٤١) يوضح وضع الحياد في صندوق التروس الانزلاقي، ويكون فيه المحرك دائراً والمركبة في حالة سكون وذلك لأن كل تروس العمود الرئيسي في وضع الحياد مع تروس عمود التوزيع. وعندئذ تنتقل الحركة إلى عمود التوزيع عن طريق الترسين الدائمي التعشيق (س،ش) فيدور عمود التوزيع ولكن دون أن تنتقل هذه الحركة إلى العمود الرئيسي.

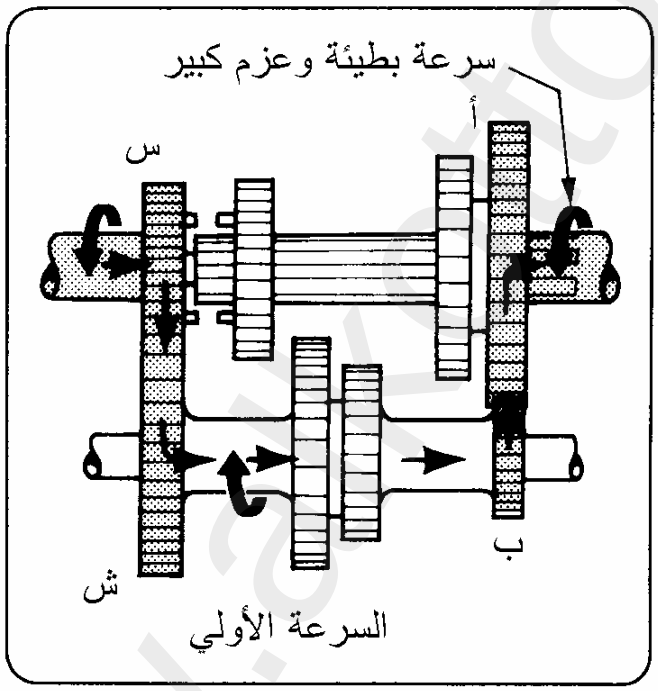


شكل (٤١) وضع الحياد لصندوق السرعات الانزلاقي.

www.alkottob.com

ثانياً : وضع السرعة الأولى

الشكل رقم (٤٢) يوضح وضع السرعة الأولى في صندوق التروس الانزلاقي، عند تحريك يد التعشيق تتحرك شوكة اختيار السرعات (الهلال) والتي بدورها تحرك الترس المنزلق (أ) على العمود الرئيسي إلى الخلف ليعشق مع الترس الصغير (ب) على عمود التوزيع فتنتقل الحركة من عمود الإدارة فالترس (س) ثم إلى الترس (ش) فعمود التوزيع للترس (ب) فالترس (أ) والذي يتصل مع العمود الرئيسي عن طريق مراود فيدور العمود الرئيسي ناقلاً هذه الحركة إلى عمود الكردان. وفي هذه السرعة الأولى يحدث التخفيض في السرعة عند ترسي التعشيق الدائمين (س،ش) ومرحلة أخرى من التخفيض للسرعة تتم بين الترسين (أ ،ب) كما هو مبين بالشكل.



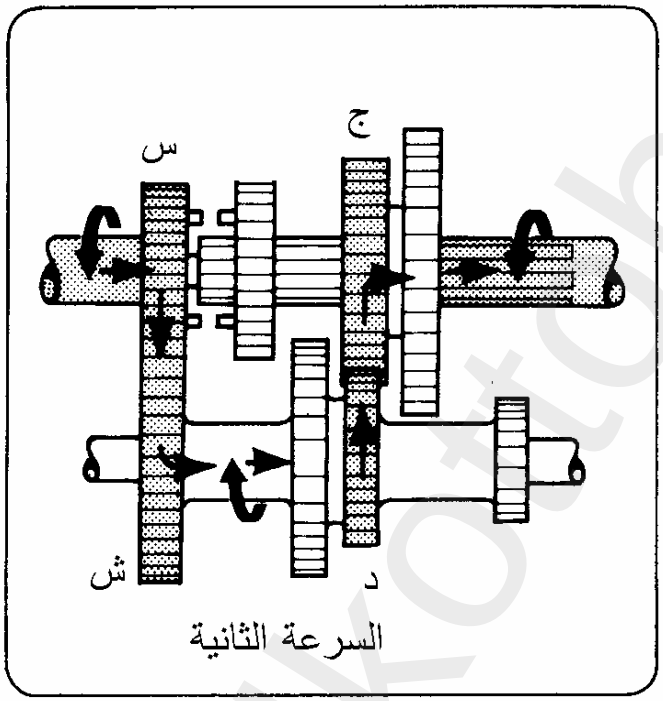
شكل (٤٢) السرعة الأولى لصندوق السرعات الإنزلاقي.

ثالثاً : وضع السرعة الثانية

الشكل رقم (٤٣) يوضح وضع السرعة الثانية في صندوق التروس الانزلاقي، عند تحريك يد التعشيق تتحرك شوكة إختيار السرعات (الهلال) والتي بدورها تحرك الترس المنزلق (ج) على العمود الرئيسي إلى الأمام عكس اتجاه السرعة الأولى ليعشق مع الترس الصغير (د) على عمود التوزيع فتنتقل

www.alkottob.com

الحركة من عمود الإدارة فالترس (س) ثم إلى الترس (ش) فعمود التوزيع للترس (د) فالترس (ج) والذي يتصل مع العمود الرئيسي عن طريق مراود فيدور العمود الرئيسي ناقلاً هذه الحركة إلى عمود الكردان. وفي هذه السرعة الثانية يحدث التخفيض في السرعة عند ترسي التعشيق الدائمين (س،ش) ومرحلة أخرى من التخفيض للسرعة تتم بين الترسين (ج،د) كما هو مبين بالشكل.

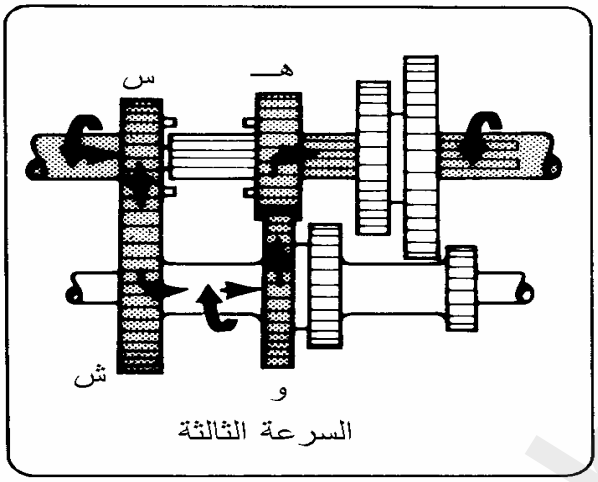


شكل (٤٣) السرعة الثانية لصندوق السرعات الانزلاقي.

رابعاً : وضع السرعة الثالثة

الشكل رقم (٤٤) يوضح وضع السرعة الثالثة في صندوق التروس الانزلاقي، عند تحريك يد التعشيق تتحرك شوكة اختيار السرعات (الهلال) والتي بدورها تحرك الترس المنزلق (هـ) على العمود الرئيسي للخلف ليعشق مع الترس الصغير (و) على عمود التوزيع، في نفس الوقت يكون وضع التروس (أ،ج) في حالة الحياد. فتنتقل الحركة من عمود الإدارة فالترس (س) ثم إلى الترس (ش) فعمود التوزيع للترس (و) فالترس (هـ) والذي يتصل مع العمود الرئيسي عن طريق مراود فيدور العمود الرئيسي ناقلاً هذه الحركة إلى عمود الكردان. وفي هذه السرعة الثالثة يحدث التخفيض في السرعة عند ترسي التعشيق الدائمين (س،ش) ومرحلة أخرى من التخفيض للسرعة تتم بين الترسين (هـ،و) كما هو مبين بالشكل.

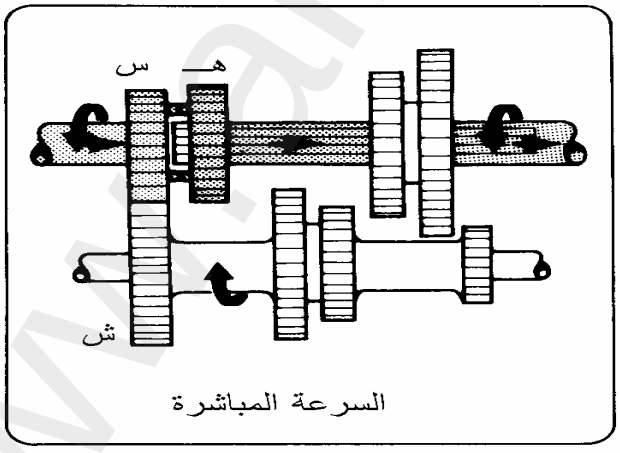
www.alkottob.com



شكل (٤٤) السرعة الثالثة لصندوق السرعات الانزلاقي.

خامساً : وضع السرعة الرابعة

الشكل رقم (٤٥) يوضح وضع السرعة الرابعة في صندوق التروس الانزلاقي، عند تحريك يد التعشيق تتحرك شوكة اختيار السرعات (الهلال) والتي بدورها تحرك الترس المنزلق (هـ) على العمود الرئيسي للأمام ليعشق مع الترس (س) عن طريق الأنياب (قابض) والموجودة على الترسين فيتم التداخل بينهما كوحدة واحدة فتنتقل الحركة مباشرة من عمود الإدارة إلى العمود الرئيسي. وبذلك يدور العمود الرئيسي بنفس سرعة المحرك وهي تمثل السرعة المباشرة.

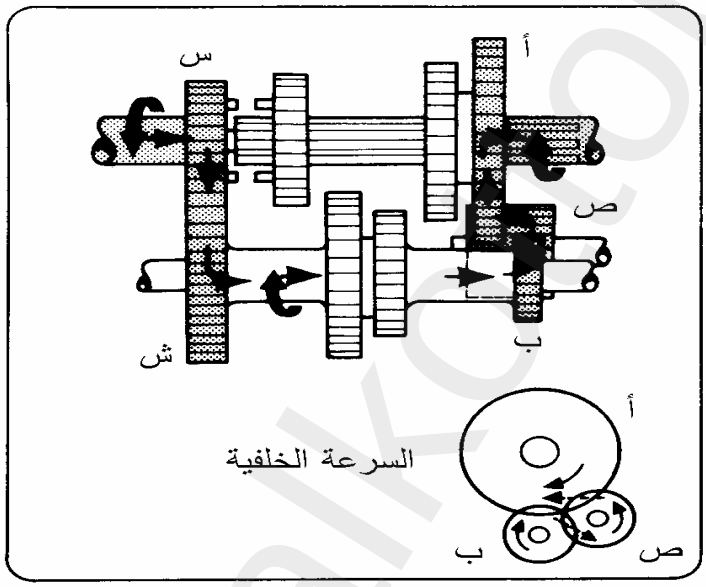


شكل (٤٥) السرعة المباشرة لصندوق السرعات الانزلاقي.

www.alkottob.com

سادساً : وضع السرعة الخلفية

الشكل رقم (٤٦) يوضح وضع السرعة الخلفية في صندوق التروس الانزلاقي، عند تحريك ذراع التعشيق تتحرك شوكة اختيار السرعات إلى موضع السرعة الخلفية لتقوم بتحريك الترس الوسيط (ص) ليقوم بالتعشيق مع الترس (ب) على عمود التوزيع والترس (أ) على العمود الرئيسي. فتنتقل الحركة من عمود الإدارة فالترس (س) ثم إلى الترس (ش) فعمود التوزيع للترس (ب) فالترس الوسيط (ص) فالترس (أ) والذي يتصل مع العمود الرئيسي عن طريق مراود فيدور العمود الرئيسي في الاتجاه المعاكس لدوران المحرك وبذلك يتم تحريك المركبة إلى الاتجاه الخلفي.

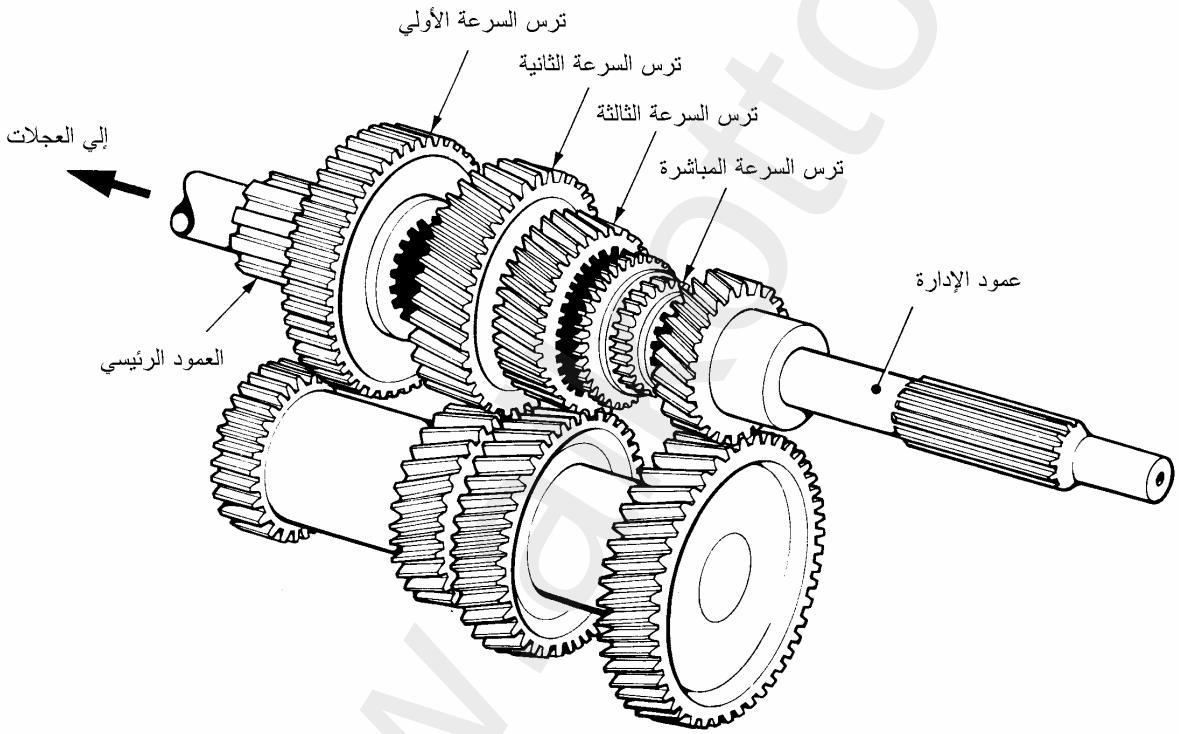


شكل (٤٦) السرعة الخلفية لصندوق السرعات الانزلاقي.

www.alkottob.com

٢ - **صناديق السرعات دائمة التعشيق .**

الشكل العام لصندوق السرعات ذات التعشيق الدائم يشابه النظام المستعمل في صندوق السرعات الانزلاقي، إلا أن الفرق بينهما هو نوع التروس المستخدمة، حيث تستخدم التروس ذات الأسنان المائلة في صناديق السرعات دائمة التعشيق بينما تستخدم التروس المستقيمة في صناديق السرعات الانزلاقية. ويوضح الشكل (٤٧) الأجزاء الرئيسية لصندوق السرعات ذي تعشيق دائم. فعندما يراد الحصول على سرعة معينة يزلق جلب مسننة (جلبة تعشيق) مركب على العمود الرئيسي لتعشق مع البروز المشكل على الترس المقابل وبذا يتم تعشيق الترس المختار بالعمود الرئيسي ليعطي نسبة السرعة المطلوبة.



شكل (٤٧) مكونات لصندوق السرعات ذات التعشيق الدائم

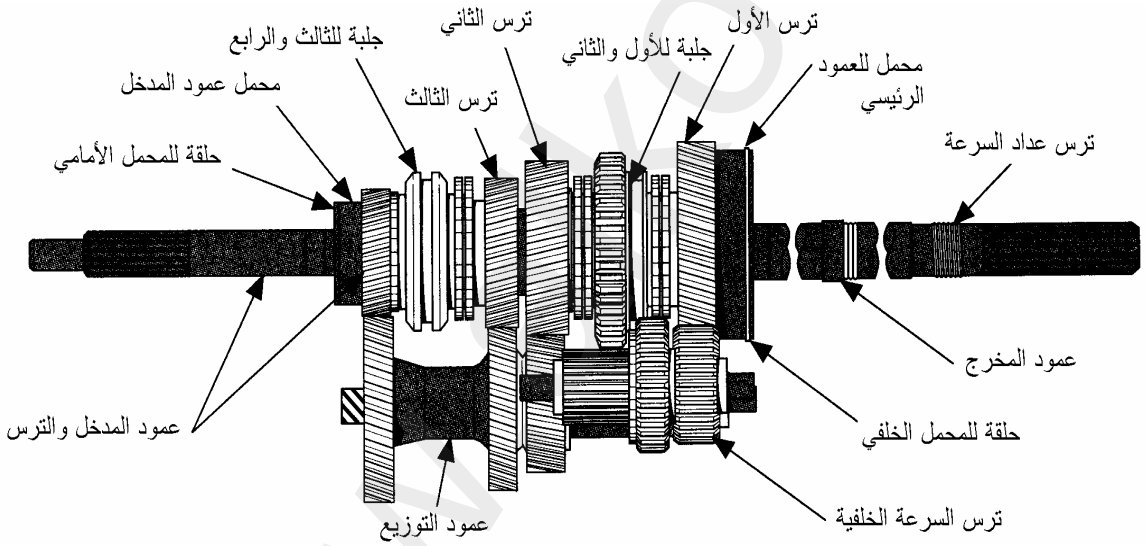
www.alkottob.com

صندوق التروس دائم التعشيق ذو أربع سرعات

في صندوق التروس دائم التعشيق ذات التروس الحلزونية يوجد أربع سرعات أمامية وواحدة خلفية، ويوجد وحدتان تزامن كما هو مبين بالشكل رقم (٤٨).

وحدة التزامن (١ -٢) للحصول على التعشيقة الأولي والثانية، ووحدة التزامن (٣ -٤) للحصول على التعشيقة الثالثة والرابعة. ويلاحظ أن التعشيقة الرابعة تحدث عند تعشيق وحدة التزامن مباشرة مع ترس عمود المدخل ويدور كوحدة واحدة وهي ما تسمي التعشيقة المباشرة (١ : ١).

وفي صندوق التروس دائم التعشيق كل التروس تتحرك عندما يدور عمود المدخل، ولكن التروس على العمود الرئيسي تدور على محامل أي لا تنقل حركة للعمود، حيث إن وحدات التزامن تكون في حالة الحياد. وتروس عمود التوزيع هي وحدة واحدة ومشكلة مع العمود. وفي بعض التصميمات يتحرك ترس التعشيقة الخلفية على مراود بواسطة شوكة خاصة لتُحرك ترس إسطواني عدل (ترس وسيط) للحصول على التعشيقة الخلفية.

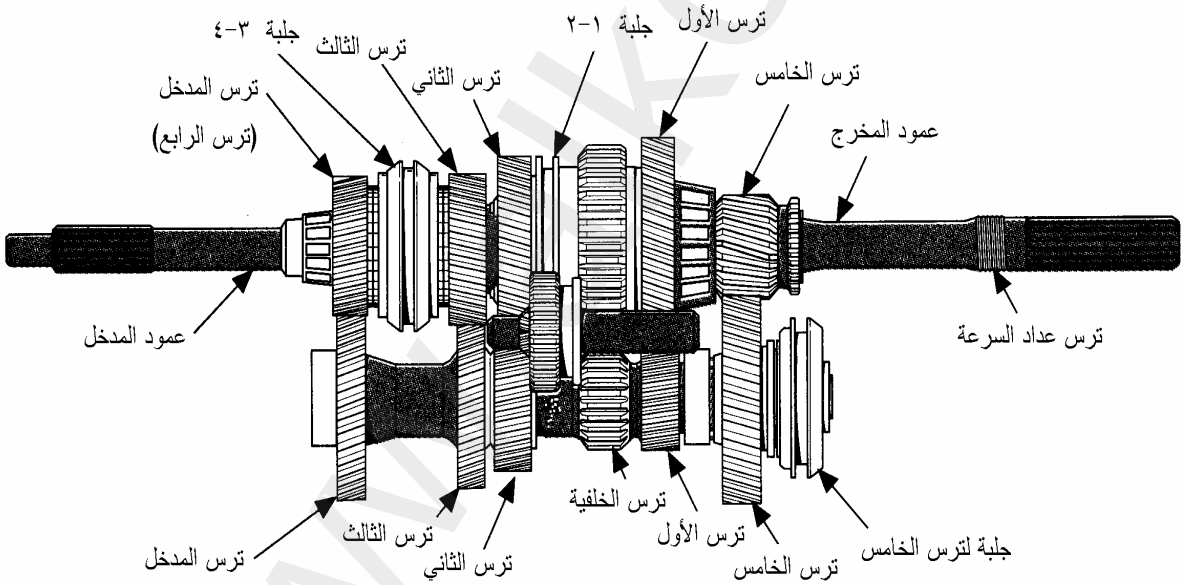


شكل (٤٨) الأجزاء المختلفة لصندوق سرعات دائم التعشيق ذي أربع سرعات.

www.alkottob.com

صندوق التروس دائم التعشيق ذو خمس سرعات

في صندوق التروس دائم التعشيق ذات التروس الحلزونية يوجد خمس سرعات أمامية وواحدة خلفية، ويوجد ثلاث وحدات تزامن كما هو مبين بالشكل رقم (٤٩). وحدة التزامن (١ -٢) للحصول على التعشيقة الأولى والثانية، ووحدة التزامن (٣ -٤) للحصول على التعشيقة الثالثة والرابعة. ويلاحظ أن التعشيقة الرابعة تحدث عند تعشيق وحدة التزامن مباشرة مع ترس عمود المدخل ويدور كوحدة واحدة وهي ما تسمي التعشيقة المباشرة (١ : ١) وهي نفس الموجودة في صندوق التروس أربع سرعات. وحدة تزامن ثالثة خاصة بالتعشيقة الخامسة وهي ما تسمى بفوق السرعة أي زيادة السرعة في صندوق التروس عن سرعة المحرك. وكذلك في صندوق التروس دائم التعشيق كل التروس تتحرك عندما يدور عمود المدخل، ولكن التروس على العمود الرئيسي تدور على محامل أي لا تنقل حركة للعمود، حيث إن وحدات التزامن تكون في حالة الحياد. وتروس عمود التوزيع هي وحدة واحدة ومشكلة مع العمود. وفي بعض التصميمات يتحرك ترس التعشيقة الخلفية على مراود بواسطة شوكة خاصة لتُحرك ترس إسطواني عدل (ترس وسيط) للحصول على التعشيقة الخلفية.



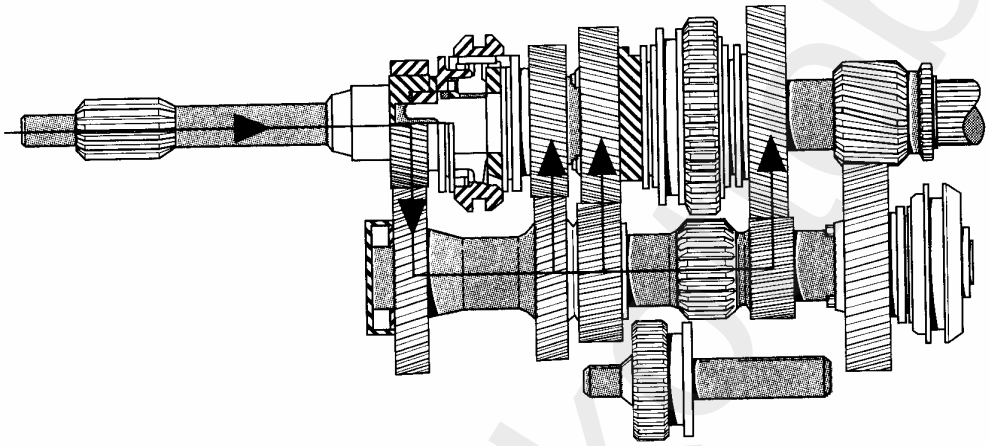
شكل (٤٩) الأجزاء المختلفة لصندوق سرعات دائم التعشيق ذو خمس سرعات.

www.alkottob.com

وضع الحياد

الشكل رقم (٥٠) يوضح وضع الحياد بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة بإستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع. وتوجد ثلاث وحدات تزامن ومتصلة بذراع التعشيق، وفي وضع الحياد لايوجد أي من هذه الوحدات يعمل. وبالتالي لا يوجد نقل للحركة للعمود الرئيسي.

وضع الحياد



شكل (٥٠) وضع الحياد.

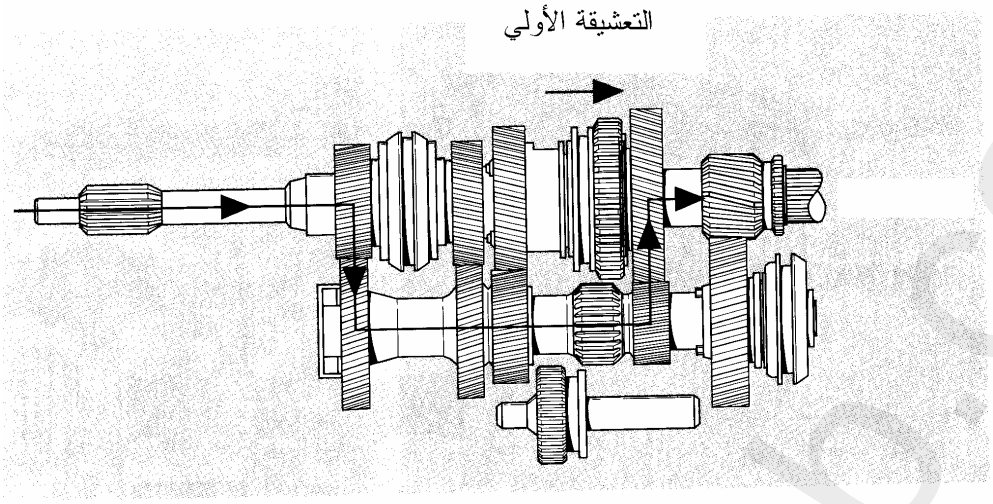
وضع التعشيقة الأولي

الشكل رقم (٥١) يوضح وضع التعشيقة الأولى بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة باستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع.

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (١ -٢) جهة اليمين فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الأولى على العمود الرئيسي. فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس السرعة الأولى ثم وحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي فُتنقل الحركة إليه ويتم الحصول على السرعة الأولى وهذا على حسب عدد الأسنان للتروس، وكما تشير اتجاهات الأسهم.

www.alkottob.com

التعشيقة الأولي



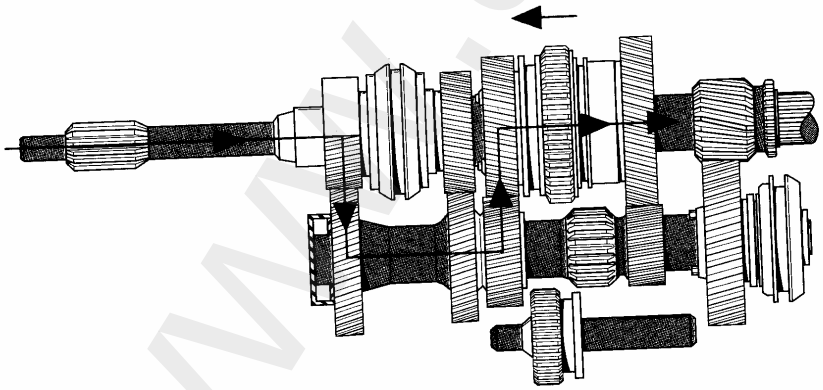
شكل (٥١) وضع التعشيقة الأولى .

وضع التعشيقة الثانية

الشكل رقم (٥٢) يوضح وضع التعشيقة الثانية بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة باستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع.

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (١ -٢) جهة اليسار فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الثانية على العمود الرئيسي. فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس السرعة الثانية ثم وحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي فُتنقل الحركة إليه ويتم الحصول على السرعة الثانية وهذا على حسب عدد الأسنان للتروس، وكما تشير اتجاهات الأسهم.

التعشيقة الثانية



شكل (٥٢) وضع التعشيقة الثانية.

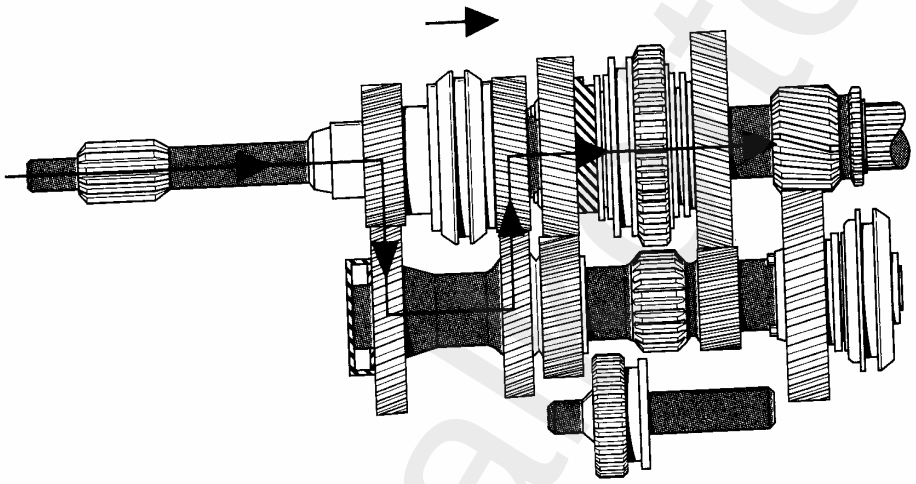
www.alkottob.com

وضع التعشيقة الثالثة

الشكل رقم (٥٣) يوضح وضع التعشيقة الثالثة بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة باستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع.

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (٣ -٤) جهة اليمين فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الثالثة على العمود الرئيسي. فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس السرعة الثالثة ثم وحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي فُتنقل الحركة إليه ويتم الحصول على السرعة الثالثة وهذا على حسب عدد الأسنان للتروس، وكما تشير اتجاهات الأسهم.

التعشيقة الثالثة



شكل (٥٣) وضع التعشيقة الثالثة.

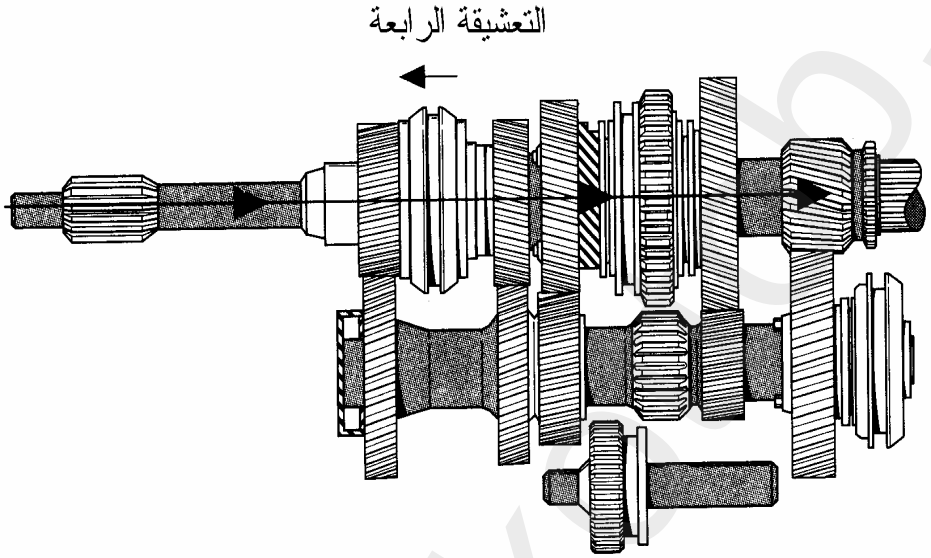
وضع التعشيقة الرابعة

الشكل رقم (٥٤) يوضح وضع التعشيقة الرابعة بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة باستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع.

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (٣ -٤) جهة اليسار فيتم تعشيقها مع أسنان ترس عمود المدخل. فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس عمود المدخل ثم وحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي فُتنقل الحركة إليه ويتم الحصول على السرعة الرابعة

www.alkottob.com

وفي هذه التعشيقة تكون نسبة التخفيض (١ : ١) أي ما يسمى بالسرعة المباشرة أي أن العزم والسرعة الداخلة من المحرك تكون متساوية مع العزم والسرعة الخارجة من صندوق السرعات، وكما تشير اتجاهات الأسهم.



شكل (٥٤) وضع التعشيقة الرابعة.

وضع التعشيقة الخامسة

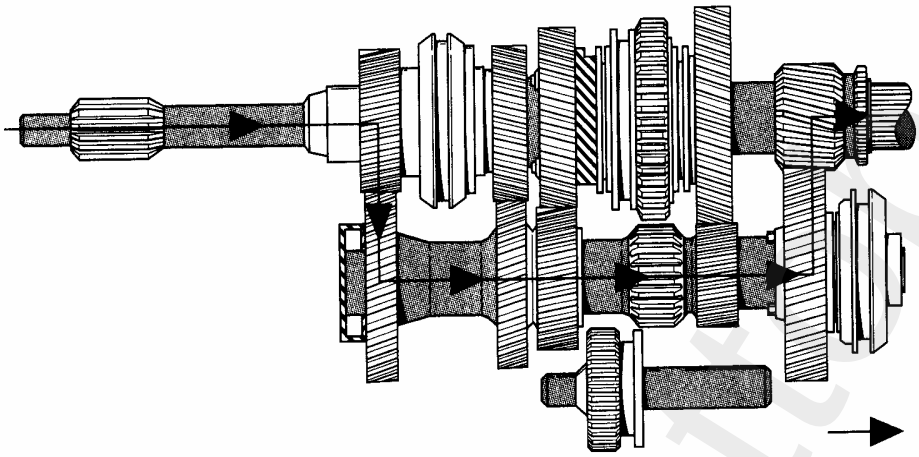
الشكل رقم (٥٣) يوضح وضع التعشيقة الخامسة بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة باستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع.

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (جلبة الترس الخامس) فيتم تعشيقها مع أسنان ترس على عمود التوزيع والمُعشق دائماً مع ترس على العمود الرئيسي. فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق من عمود المدخل ثم عمود التوزيع فوحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع عمود التوزيع فُتنقل الحركة منه إلى وحدة التزامن ثم ترس السرعة الخامسة على عمود التوزيع فترس السرعة الخامسة على العمود الرئيسي ويتم الحصول على السرعة الخامسة، وكما تشير اتجاهات الأسهم.

www.alkottob.com

وفي هذه التعشيقة تكون نسبة التخفيض أقل من (١) أي ما تسمى بالتعشيقة فوق السرعة أي أن السرعة الخارجة من صندوق السرعات تكون أكثر من السرعة الداخلة، والعزم العكس أي أن العزم الخارج من صندوق السرعات أقل من العزم الداخل (من المحرك).

التعشيقة الخامسة



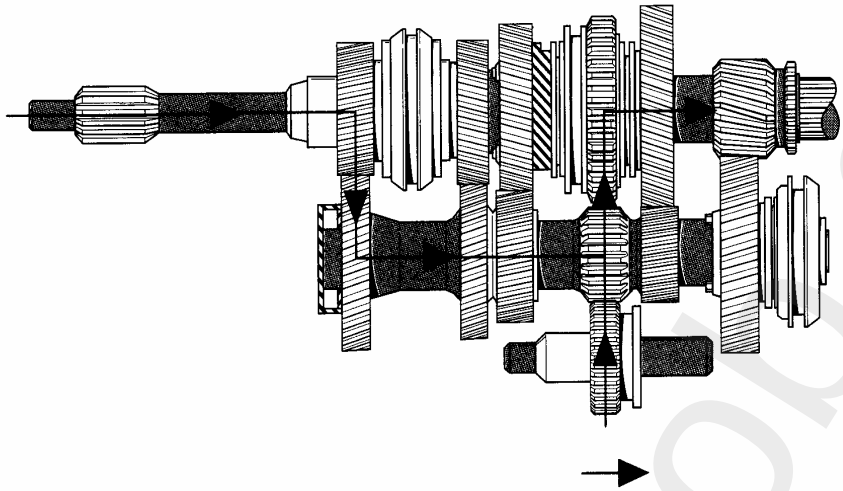
شكل (٥٥) وضع التعشيقة الخامسة.

وضع التعشيقة الخلفية

الشكل رقم (٥٦) يوضح وضع التعشيقة الخلفية بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود المدخل ثم إلى الترس في نهايته والمُعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع. إذا الحركة باستمرار من عمود المدخل إلى عمود التوزيع. يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (جلبة الترس الخلفية) فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الخلفية على عمود التوزيع والمُعشق دائماً مع ترس على العمود الرئيسي. فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق من عمود المدخل ثم عمود التوزيع فترس الوسيط للسرعة الخلفية ثم ترس السرعة الخلفية على العمود الرئيسي فوحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي ويتم الحصول على السرعة الخلفية، وكما تشير اتجاهات الأسهم.

www.alkottob.com

التعشيقة الخلفية



شكل (٥٦) وضع التعشيقة الخلفية.

www.alkottob.com

الخلاصة

نستخلص من دراستنا لهذه الوحدة التدريبية ما يلي:

- أن العلاقة بين السرعة والعزم في صناديق السرعات علاقة عكسية .
- يمكن حساب نسبة التخفيض في التروس بالقانون التالي:

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

بحيث أن N1 = عدد لفات الترس القائد . Z1 = عدد أسنان الترس القائد.

N2 = عدد لفات الترس المنقاد . Z2 = عدد أسنان الترس القائد.

- لتعشيق ترسين مع بعضهما لابد أن يكون لهما نفس خطوة الترس (P) .

- يمكن حساب نسب التخفيض في صناديق السرعات بالقوانين التالية:

نسبة تخفيض السرعة الأولى (1^{st}) :	$i_{1st} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_4}{Z_3}$
نسبة تخفيض السرعة الثانية (2^{nd}) :	$i_{2nd} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_6}{Z_5}$
نسبة تخفيض السرعة الثالثة (3^{rd}) :	$i_{3rd} = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_8}{Z_7}$
نسبة تخفيض السرعة الرابعة (4^{th}) :	$i_{4th} = 1:1$

www.alkottob.com

- أهم وظائف صندوق السرعات :

١ - مقاومة عزم الاحتكاك وتحريك المركبة من حالة السكون .

٢ - تغيير سرعات المركبة حسب متطلبات السير .

٣ - يساعد المركبة مقاومة صعوبات الطريق .

٤ - إمكانية السير في الاتجاه العكسي (السرعة الخلفية) .

- تصنف تروس صناديق السرعات إلى :

١ - تروس بأسنان مستقيمة (Spur gear).

٢ - تروس بأسنان مائلة (Helical gear) .

- يتكون صندوق السرعات من الأجزاء التالية.:

١ - جسم الصندوق .

٢ - أعمدة صندوق السرعات .

٣ - كراسي التحميل .

٤ - وحدات التزامن (جلب التعشيق) .

٥ - شوكات التعشيق .

- أنواع صناديق السرعات :

١ - صناديق السرعات الانزلاقية..

٢ - صناديق السرعات الدائمة التعشيق.

www.alkottob.com

تدريبات على الوحدة الثانية :

اختبار ذاتي رقم (١)

أجب عن الأسئلة الآتية :

س١/ ضع علامة (✓) أو (×) أمام العبارات التالية:

١. لزيادة عزم الترس المنقاد لابد من تقليل سرعته ( ) .
٢. العلاقة بين العزم والسرعة علاقة طردية ( ) .
٣. نسبة التخفيض في التروس تساوي عدد لفات الترس القائد على عدد لفات الترس المنقاد ( ).
٤. خوة الترس تمثل المسافة من منتصف السن إلى منتصف السن التالي ( ) .
٥. ليس بالضرورة تساوي خطوة الترس للتروس المعشقة مع بعضها ( ) .
٦. الغرض من صندوق السرعات هو الحصول على عزوم مختلفة تلائم متطلبات الحركة والطريق( )
٧. تمتاز أسنان التروس المائلة بهدوء الإدارة وتحمل العزوم العالية ( ).
٨. غالباً ما يتم استخدام أسنان بتروس مستقيمة للسرعة الخلفية في المركبات الصغيرة ( ) .

س٢/ تكلم عن العلاقة بين السرعة والعزم

س٣/ عرف خطوة الترس مع توضيح أهميتها

س٤/ عدد وظائف صندوق السرعات

س٥/ عدد مكونات صندوق السرعات

س٦/ أذكر أنواع صناديق السرعات المستخدمة في المركبات

س٧/ أشرح طريقة عمل صندوق السرعات الدائم التعشيق

www.alkottob.com

س٨/ حل المسائل الحسابية التالية

أ) صندوق سرعات بياناته كالتالي:

Z1 = 16 , Z2 = 25 , Z3 = 19
Z4 = 40 , Z5 = 21 , Z6 = 28

المطلوب حساب :

- نسب التخفيض للسرعات الثلاث الأمامية
- حساب سرعة عمود التوزيع اذا كانت سرعة المحرك ٢٨٠٠ لفة/ دقيقة

ب) أوجد القيم الناقصة في الجدول التالي:

التمرين	أ	ب	ج	د
Z1	٢٢	؟	٤٢	٢٠
Z2	؟	١٧	٣٥	٤٤
N1(r.p.m)	١٥٠٠	٦٠٠	٥٤٠	؟
N2(r.p.m)	٣٣٠	١٢٠٠	؟	١٦٥٠

www.alkottob.com

تدريبات عملية على الوحدة الثانية

❖ قم بتنفيذ التجربة التالية في المختبر واكتب ملاحظاتك:

اسم التجربة :

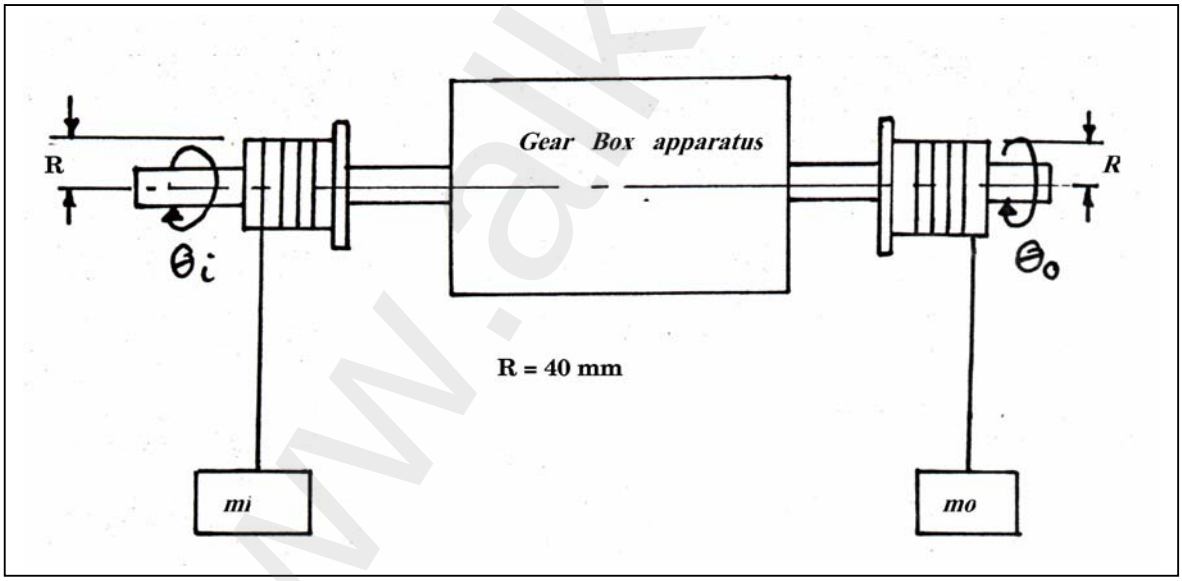
إيجاد العلاقة بين عزم الدخلTi وعزم الخرج To.

الأدوات المستخدمة :

نموذج لصندوق الروس اليدوي تكون متصلة في نهاية عمودي الصندوق لمعجلتان مقسمتان بالتدريج من ١٠الى ٣٦٠ درجه مع أثقال مختلفة الأوزان. كما بالشكل أدناه.

الهدف من التجربة :

معرفة العلاقة بين العزم الداخل والعزم الخارج مع تغير في السرعات.



www.alkottob.com

خطوات إجراء التجربة :

١ - يقوم الطالب بوضع(تعشيق) صندوق السرعات على السرعة الأولى.

٢ - يضع المتدرب أثقالاً على عجلتي العمود الدخل والعمود الخرج المتصلة بصندوق السرعات.

٣ - يقوم الطالب بعملية الاتزان للأثقال بواسطة مسطرة طويلة حيث يكون بعدها عن العجلة مساوياً.

٤ - يسجل الطالب الأثقال والدرجات الموجودة على العجلتين التي تم عندها الاتزان يبدأ مثلا في وضع ١٠٠كجم في عمود الخرج ثم يزيد الأثقال في الجزء المتصل مع عمود الخرج وإذا تحركت العجلة عندها يسجل قراءته في الجدول (٣).

٥ - يزيد في أثقال عمود الخرج كجم٢٠٠ وهكذا بزيادة ١٠٠كجم في كل مرة إلى ٤٠٠كجم ، وفي كل مره يسجل قراءته في الجدول (٣).

٦ - بعدها يقوم الطالب بتغيير التعشيق إلى السرعة الثانية ويجري نفس الخطوات السابقة حتى يجري الخطوات على جميع السرعات ، حيث يضع لكل سرعة جدول.

ولإيجاد العزم نطبق القانون التالي من خلال معطيات الجدول:

$$T_I = m_i.g.r$$
$$T_o = m_o.g.$$
$$g = 10(m/s^2)$$

حيث إن :

mo: كتلة الخرج (كجم)　　mi: كتلة الدخل (كجم)

Øi: زاوية عجلة الدخل بالدرجات.　　Øo: زاوية عجلة الخرج بالدرجات.

R: المسافة بين تأثير القوة ومركز العمود (الذراع) (المتر)

www.alkottob.com

	٤٠٠كجم	٣٠٠ كجم	٢٠٠ كجم	١٠٠ كجم	mo كتلة الخرج
					Øo زاوية الخرج
					mi كتلة الدخل
					Øi زاوية الدخل
					To العزم الخارج
					Ti العزم الداخل

يرسم الطالب منحنى بين العزم الداخل والخارج لكل السرعات ويسجل ملاحظاته.

www.alkottob.com

ملاحظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

www.alkottob.com

نقل القدرة - ١

مجموعة الإدارة النهائية

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

الجدارة: التعرف على مجموعة الإدارة وأجزاء وطريقة عملها.

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

١- معرفة أجزاء مجموعة الإدارة النهائية.
٢- معرفة وظائف وطريقة عمل أجزاء مجموعة الإدارة النهائية.
٣- معرفة أجراء بعض الحسابات الفنية على مجوعة الإدارة النهائية.
٤- معرفة الجهود التي يتعرض لها كل جزء.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ١٠ ساعات

الوسائل المساعدة:

- فصل دراسي متكامل.
- جهاز العرض فوق الرأس.
- مختبر نقل قدرة.

متطلبات الجدارة:

- الإلمام بما تم دراسته في الورش التأهيلية.
- القدرة على حل المسائل الرياضية البسيطة.

www.alkottob.com

مجموعة الإدارة النهائية

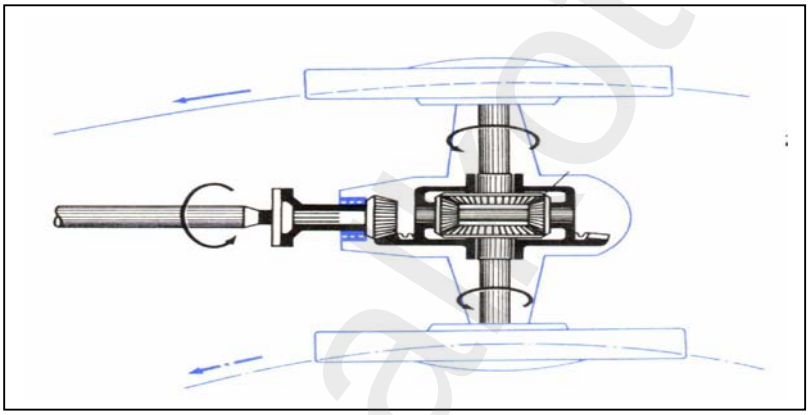
مقدمة : -

مجموعة الإدارة النهائية هي عبارة عن مجموعة من التروس متصلة مع بعضها تقوم على نقل عزم الدوران من صندوق السرعات إلى العجلات وتحول اتجاه القوة من الاتجاه الطولي إلى الاتجاه العرضي ، وتتكون مجموعة الإدارة النهائية كما في شكل(٥٧) من: -

١- عمود الإدارة (عمود الكردان) والوصلات المفصلية .

٢- صندوق التروس الفرقية (الدفرنس).

٣- أعمدة المحاور (العكوس).

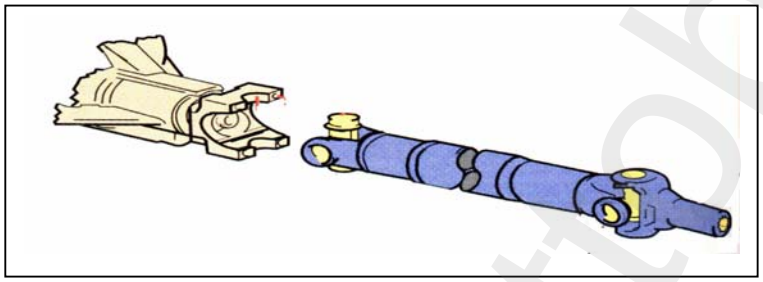


شكل(٥٧) يوضح مجموعة الإدارة النهائية

www.alkottob.com

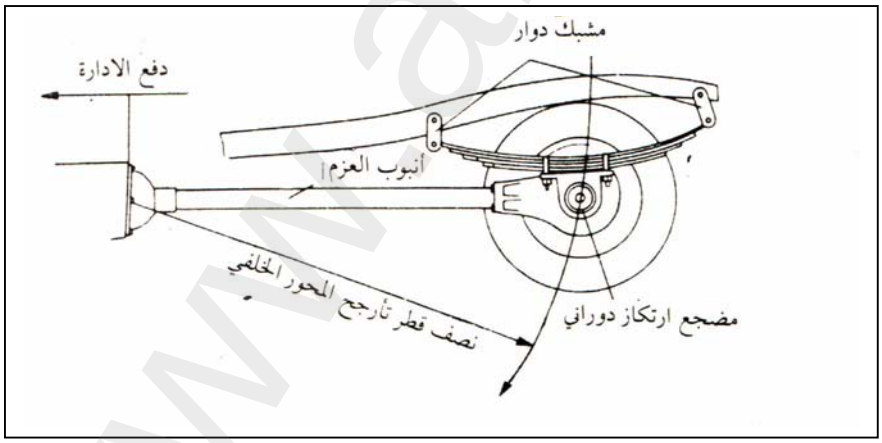
٣ -١: عمود الإدارة (الكردان) والوصلات المفصلية: -

١ - **عمود الإدارة (الكردان) :** - يستخدم عمود الإدارة (عمود الكردان) في نقل عزم الدوران من صندوق السرعات إلى مجموعه التروس الفرقية كما في شكل (٥٨) ، ويصنع عمود الإدارة من الصلب ويكون إما مصمتاً أو مجوفاً بحيث يتحمل الاجهادات التي يتعرض لها عمود الإدارة مثل إجهاد الالتواء نتيجة نقله لعزم الدوران أو إجهاد الانحناء نتيجة وزنه أثناء دورانه الذي يحدث قوى طرد مركزية.



شكل (٥٨) عمود الكردان

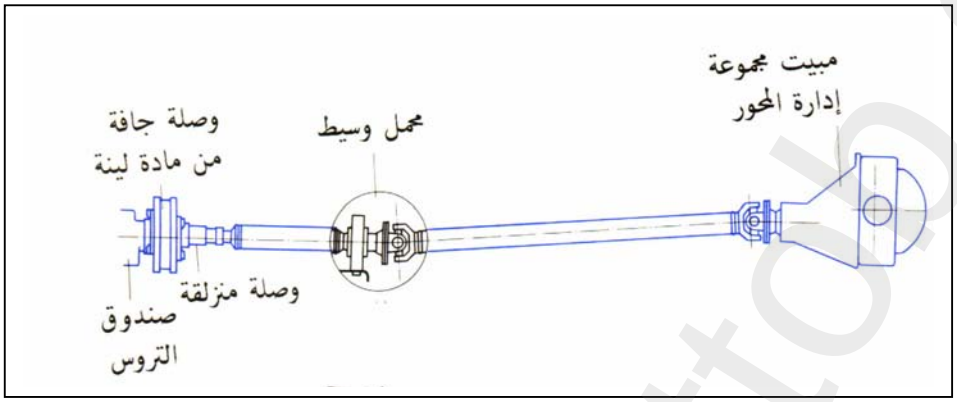
ويجب أن يصمم العمود بحيث يسمح بتغيرات زاوية أو طوليه كما في الشكل (٥٩) كتاب مجموعة النقل في السيارات) .



شكل(٥٩) يوضح الحركة الزاوية للعمود

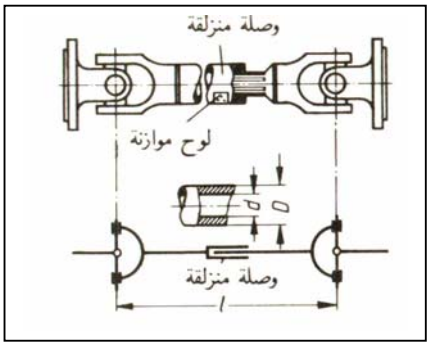
www.alkottob.com

ويجب أن يتحمل العمود القوى الصدمية التي يتعرض لها بسبب التغيير في السرعات أثناء عملية التعشيق ، كما يجب أن يراعى عند التصميم أن يكون عمود الإدارة قصيرا قدر الإمكان حتى يقلل من اهتزازاته أثناء دورانه ، أما إذا كانت المسافة بين صندوق السرعات والمحور الخلفي طويلة يصمم عمود الإدارة من عدة أجزاء وتربط بينهم وصلات أو محامل تثبت في جسم المركبة. كما في شكل (٦٠).



شكل (٦٠) العمود مقسم إلى عدة أجزاء

- ويجب أن يصمم العمود بحيث يكون الحد الأقصى لسرعة الدوران أقل بكثير من السرعة الحرجة لسرعة الدوران nk ويعبر عنها :



$$n_{max} = 0.7 \times n_k$$

Nk=القيمة الحرجة لسرعة الدوران rpm.

I= طول عمود الكردان m.

D=القطر الخارجي cm.

d=القطر الداخلي cm.

M_{tall}=القيمة القصوى لعزم الدوران Ncm.

τ_{tall}=إجهاد اللي المسموح N/cm2.

S= سمك الجدار cm.

$$M_{all} = \frac{\pi}{2} \cdot s \cdot d^2 \cdot \tau_{tall}$$

$$M_{all} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \cdot \tau_{tall}$$

$$n_k = \frac{1,22 \cdot 10^3}{l^2} \cdot \sqrt{D^2 + d^2}$$

www.alkottob.com

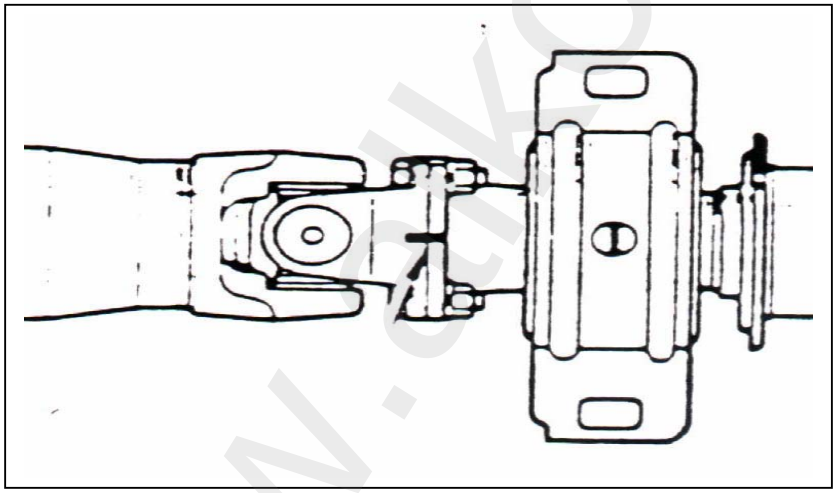
- بعض الحسابات الفنية التي تجرى على عمود الكردان:

-مثال: - مجموعة عمود كرادن مركبة بحيث يبلغ الطول الحر بين محملين وسيطين 1m وقطره الخارجي 46mm، وقطره الخارجي 50mm ماهي القيمة الحرجة لسرعة دوران العمود؟

الحل: - nk=8288 rpm

محامل عمود الإدارة (كراسي التحميل) : -

يقوم كرسي التحميل بدعم عمود الإدارة عند المنتصف وهو مثبت في جسم المركبة ، ويتكون كرسي التحميل من جلب مطاطية تغطي المحمل . ولأن عمود الإدارة مقسم إلى جزأين فإن الاهتزازات التي يحدثها عمود الإدارة تمتصها كراسي التحميل بواسطة الجلب المطاطية ونتيجة لذلك قد تم تخفيض الاهتزازات والضوضاء التي تحدثها أعمدة الإدارة و شكل (٦١) يوضح شكل كرسي التحميل.



شكل(٦١) كرسي التحميل

www.alkottob.com

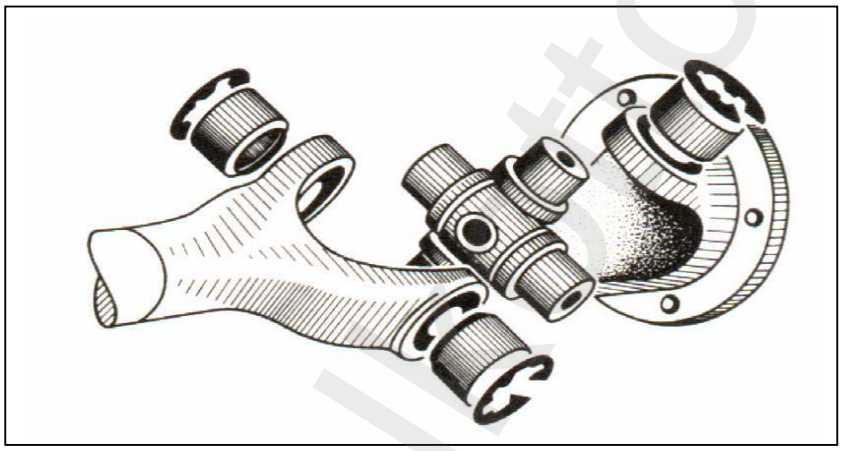
تنبيهات عامه : - عند التعامل مع عمود الإدارة(الكردان) يجب مراعاة ما يلي:

١ - عند فك عمود الإدارة (الكردان) يجب عدم طرقه (ضربه).

٢ - عدم إسناد عمود الإدارة على حائط بشكل طولي لفترة طويلة حتى لا ينحني العمود نتيجة وزنه أو سقوطه على الأرض.

٣ - عدم إزالة إثقال الموازنة (الترصيص) الموجودة على جسم عمود الإدارة (الكردان).

٢ -الوصلات المفصلية : - تستخدم الوصلات المفصلية للربط نهايات عمود الإدارة بصندوق السرعات والمحور الخلفي .،وشكل (٦٢) يوضح أجزاء الوصلة.



شكل(٦٢) أجزاء الوصلة

ويجب أن تتميز الوصلات المفصلية بالخصائص التالية : -

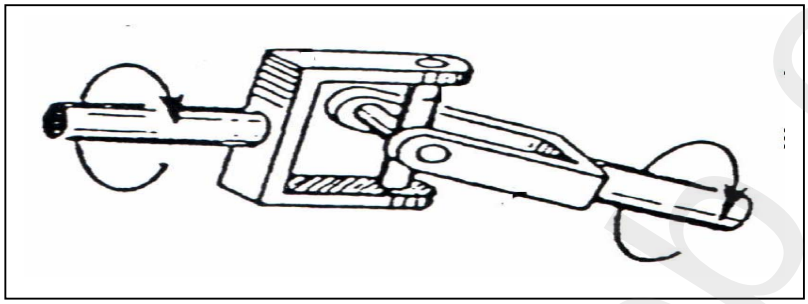
١ - قابلية الحركة الزاوية لعمود الإدارة .

٢ - تحمل الصدمات الفجائية أثناء سير المركبة على الطريق أو أثناء تغير السرعات نتيجة عملية التعشيق.

٣ - أن تكون سهلة التركيب والفك والصيانة.

www.alkottob.com

مكونات الوصلة المفصلية : - تتكون الوصلة من ثلاثة أجزاء كما في الشكل (٦٣)، الجزء الأول فك يكون متصلاً بعمود الإدارة والفك الثاني يكون متصلاً بصندوق السرعات ويربط بين الفكين صليبة تسمح بحرية الحركة حول محاورها.



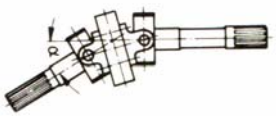
شكل(٦٣) مكونات الوصلة

أنواع مختلفة للوصلات المفصلية : - توجد أنواع عديدة من الوصلات المفصلية المستخدمة في المركبات والجدول التالي يوضح أهم الأنواع .

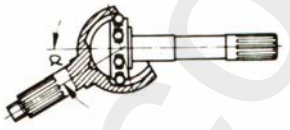
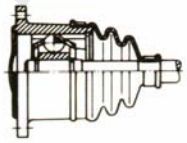
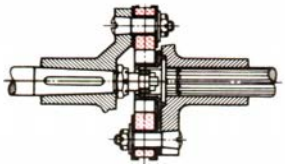
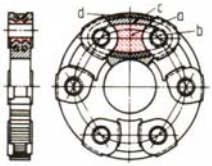
أنواع الوصلات المفصلية المتزامنة: -

وهي تسمح بزاوية انحراف عالية نسبياً وتسمح بسرعة دوران للعمود منتظمة ، وتستخدم غالباً مع الأعمدة ألمستخدمه في نقل العزم الدوران مع التوجيه كما في سيارات الدفع الأمامية.

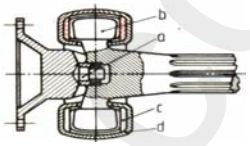
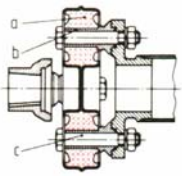
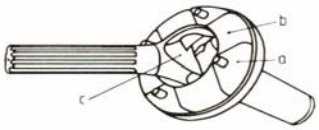
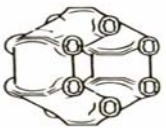
أنواع الوصلات المفصلية الجافة : - وتصنع من المطاط النسيجي و هذه الوصلات تسمح بانحراف أقل نسبياً من الوصلات المتزامنة، وتتميز بخمد الصدمات .

الوصلات المفصلية المتزامنة(متجانسة الحركة)		
النوع	**التركيب وطريق العمل**	**الملاحظات**
الوصلة المفصلية المزدوجة. 	هي عبارة عن منفصلين متصلين في وصلة عامة ،حيث يتم مركزة نهايتي العموديين داخل المفصل. وعند الدوران تنشأ حركة دورانية غير منتظمة بينما يدور العمود بصورة منظمة	تصل زاوية الانحراف إلى ٤٧ درجة مادة الصنع:فولاذ الاستخدام: الأعمدة المقودة

www.alkottob.com

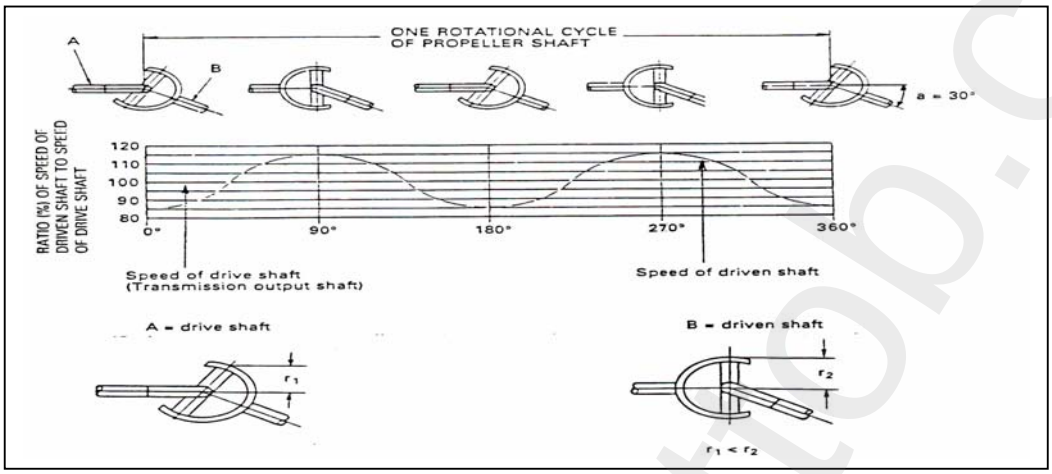
الوصلة المفصلية الكروية. 	الكريات مع قفص الكريات مبيته على محيط حامل الكريات النجمي، وينقل عزم الدوران عبر الكريات. لاينشأ عدم انتظام في السرعة نظرا لثبات بعد الكريات عند محور العمود.	تصل زاوية الانحراف الى٤٧ درجة مادة الصنع:فولاذ الاستخدام:الأعمدة المقودة
الوصلة المفصلية الكوبية 	تقوم ست كريات أو ثلاثة دلافين مبيتة في حافظة داخ كوب بنقل عزم الدوران ،ويكون نقل سرعة الدوران منتظمة	تصل زاوية الانحراف إلى ٢٠ درجة الاستخدام: أعمدة المحاور الخلفية.
الوصلة المفصلية ذات أقراص النسيج المطاطي 	تصنع أقراص النسيج المطاطي بحيث تكون الخيوط الطولية والمستعرضة مرتبة ترتيبا خلافيا.مما يودي إلى تجانس متانتها في جميع الاتجاهات. وهناك وصلات أحادية الأقراص وثنائية الأقراص.	تصنع من أنسجه مطاطية. تسمع بانحرافات بسيط تصل إلى ٥ درجات. تستخدم كوصلات بين أعمدة الكردان وفي مجموعة التوجيه
الوصلة المفصلية ذات أقراص الحبال السلكية 	A: وسادة مطاطية بشكل قطع ناقص B:جلب فولاذية. C:ضفيرة حبال سلكية حلقية لانهائية. D:شرط نسيجي ملفوف عدة مرات حول القرص	

www.alkottob.com

الوصلة المفصلية ذات الوسائد المطاطية 	A : لسان المركزة B :السنة لاقطة. C :وسائد مطاطية تحيط بالألسنة. D :المبيت .	زاوية الانحراف ٨ درجات. لا تحتاج إلى صيانة. تستخدم في أطراف وصل الأعمدة المفصلية وأعمدة المحاور.
القابض المفصلي ذو الكتلة الهادئة 	التركيب وطريقة العمل: A : جسم مطاطي B :جلب دليلية. C :مسامير وصل. تعمل على خمد الصدمات والضوضاء.وتسمح بحدوث إزاحات محورية.	زواية الانحراف ٥ درجات. تستخدم في أطراف وصل أعمدة المحاور.
الوصلة المفصلية المطاطية ذات مفصل ارتكاز 	A : وسادة مطاطية. B :وسادة مطاطية ذات مفصل ارتكاز. C :شوكة مفصلية بها أصابع الوصلة.	زاوية الانحراف ٣٥ درجة . تستخدم : كوصلة مفصلية مرنة.
الوصلة المفصلية المطاطية المضلعة 	وصلة مفصلية مرنة في جميع الاتجاهات.ويكون الجسم المطاطي فيها غير واضحة بلوح فولاذي عند جميع النقاط.	زاوية الانحراف ٨ درجات وزاوية الالتواء ٨ درجات. يستخدم في أطراف وصل الأعمدة والمحور ومجموعة التوجية

www.alkottob.com

تأثير ميل الوصلة المفصلية على السرعة الدورانية: - يوجد اختلاف في سرعة العمود القائد A مع سرعة العمود B كما هو موضح بالشكل (٦٤) حيث يوضح زاوية ميل بين العمودين بمقدار 30درجة .



شكل(٦٤) زاوية ميل بين العمودين

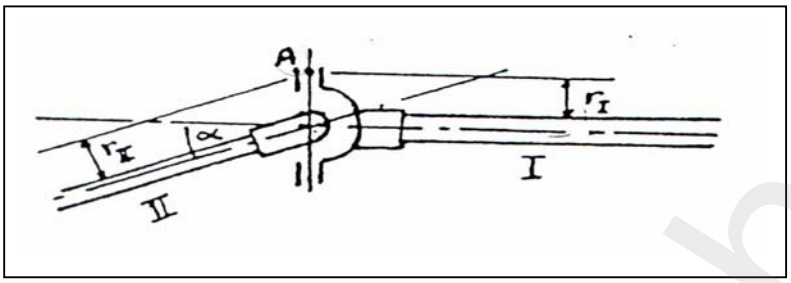
عندما يدور عمود الإدارة دورة واحدة فإن العمود المدار يدور دورة واحدة أيضا.

يكون نصف قطر الدوران للوصلة أكبر ما يمكن (R2) عندما تكون الوصلة المفصلية عمودية على عمود الإدارة (٩٠ او٢٧٠ درجه) وتكون (R1) أصغر عندما تكون الوصلة المفصلية غير متعامدة مع عمود الإدارة (١٨٠ أو ٣٦٠ درجة) .

حيث أن السرعة لعمود الإدارة تتغير مع كل دورة خلال ٩٠ درجة يكون هناك تغير بالسرعة الدائرية بالمقارنة مع سرعة عمود الإدارة ، ويكون هذا التغير بالسرعة الدائرية أكبر عندما تكون الزاوية a بين العموديين Aو B أكبر ، لذلك يجب من تقليل الزاوية بين العموديين قدر الإمكان عند التصميم حتى يتم تخفيض التغير في السرعة الدائرية وبالتالي تقلل من الاجهادات التي تتعرض لها الوصلة المفصلية.

www.alkottob.com

تأثير الوصلة المفصلية على السرعة الدائرية : - يلاحظ أن سرعة عمود الإدارة تختلف عن سرعة صندوق السرعات وذلك ناتج عن الحركة الزاوية التي تحدثها الوصلة المفصلية كما في (شكل(٦٥) ويمكن إثبات ذلك بالتحليل التالي: -



شكل (٦٥) تأثير الوصلة المفصلية على السرعة الدائرية

سرعة النقطة A حول عمود الإدارة (∏) هي $V\prod$.

سرعة النقطة A حول عمود الإدارة (I) هي VI

$$V\Pi = \omega\Pi \times r\Pi$$
$$V\mathrm{I} = \omega\mathrm{I} \times r\mathrm{I}$$
$$\therefore V\Pi = V\mathrm{I}$$
$$\because \omega\Pi \times r\Pi = \omega\mathrm{I} \times r\mathrm{I}$$
$$\because \omega\Pi = \omega\mathrm{I}\,\frac{r\mathrm{I}}{r\Pi}$$

-وعندما تدور الوصلة ٩٠ درجة فإن :

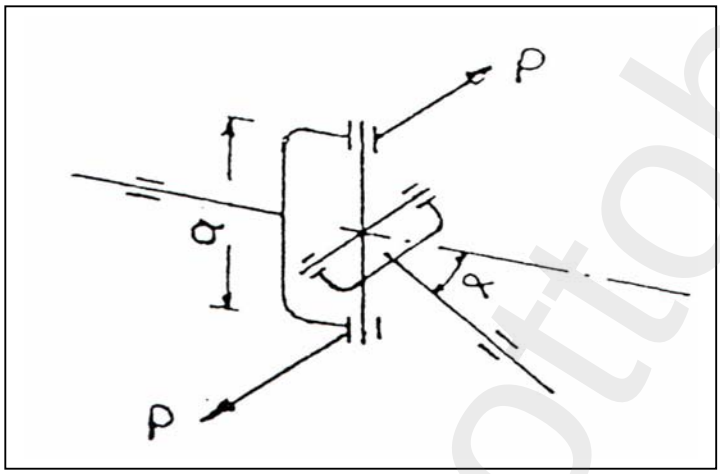
$$V\Pi = V\mathrm{I}$$
$$\because \omega\Pi = \omega\mathrm{I}\,\frac{r\mathrm{I}}{r\Pi}$$
$$\therefore \frac{r\mathrm{I}}{r\Pi} = COS\alpha \qquad COS90 = 1$$
$$\omega\Pi = \omega\mathrm{I}$$

www.alkottob.com

الجهود الواقعة على الوصلة المفصلية : - يؤثر على طرفي بنز الوصلة المفصلية قوتان تعملان في اتجاهين مختلفين كما في الشكل (٦٦) وتنشأ هذه القوى عن عزم الدوران ويمكن حساب القوة (P) بالقانون التالي :

حيث: M عزم الدوران و a المسافة بين القوتين

$$P = M/a$$



شكل (٦٦) رسم توضيحي لاتجاه القوى

مثال : أوجد القوة المؤثرة على الوصلة المفصلية إذا كانت المسافة بين فكي الوصلة 0.08M والعزم المنقول 40 N.M

الحل:

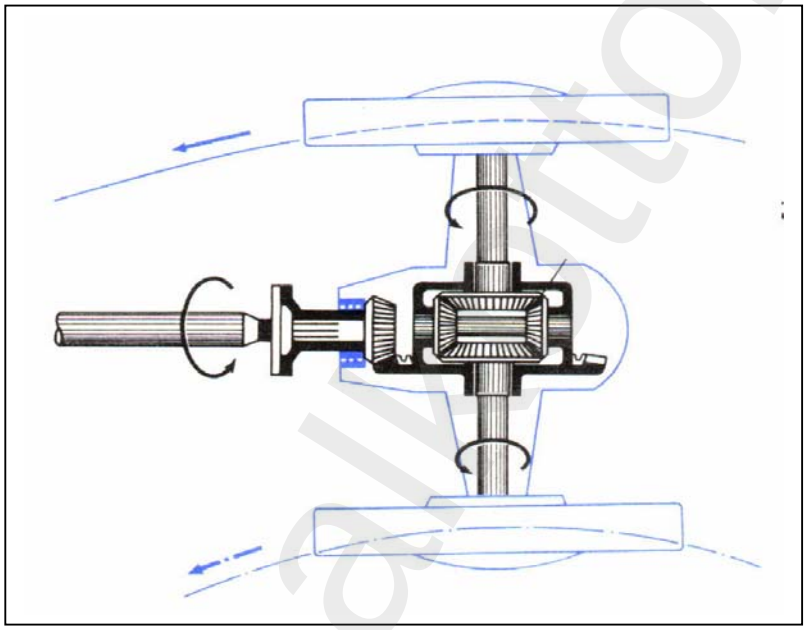
$$M = 40N.M$$
$$a = .008M$$
$$\therefore P = M/A = 40/.008 = 500N$$

www.alkottob.com

٣-٢: - صندوق التروس الفرقية(الدفرنس): -

هو عنصر الوصل بين عمود الإدارة (الكردان) والمحور الخلفي كما في الشكل(٦٧)،بحيث يعمل على تحويل اتجاة قوة الإدارة بمقدار ٩٠ درجة ،أي يحولها من الاتجاة الطولي إلى الاتجاة العرضي.وكذلك يعمل على تخفيض السرعة الدورانية بنسبة ١:٤ -١:٥ في السيارات الصغيرة ، وفي الشاحنات من ١:٥ حتى ١:١٠.

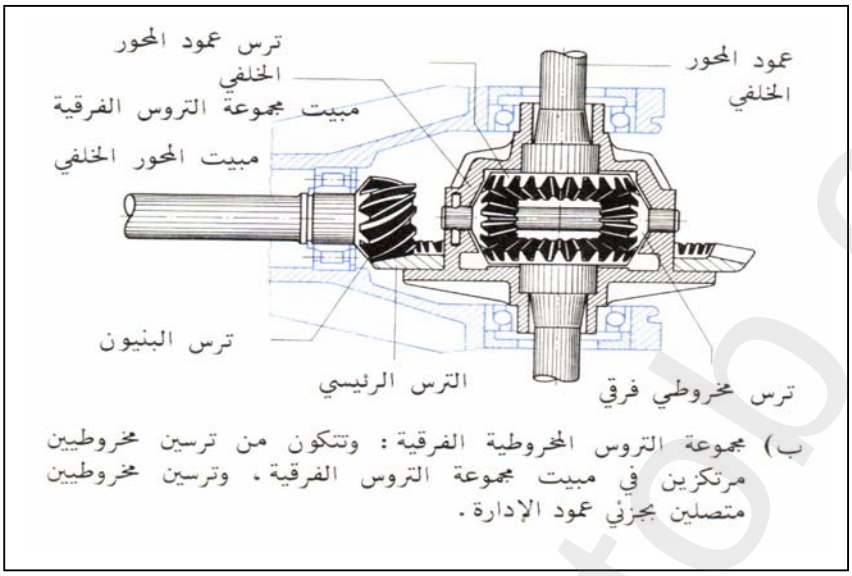
وفي نفس الوقت يخلق صندوق التروس الفرقية فرق في السرعة الدورانيه لعجلتي الدفع عند دخول المركبة منعطف أثناء سيرها.



شكل(٦٧) يوضح عمل مجموعة التروس الفرقية

www.alkottob.com

مكونات صندوق التروس الفرقية (الدفرنس): يحتوي كما في شكل (٦٨)على الآتي –

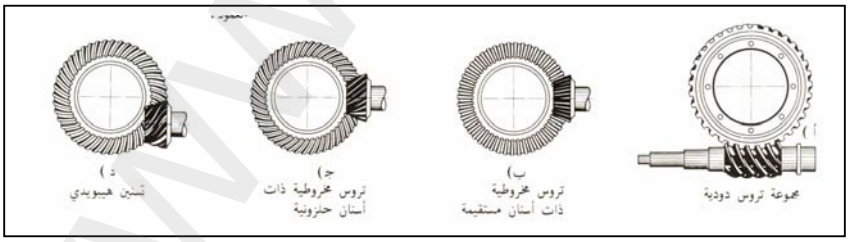


شكل(٦٨) مكونات مجموعة التروس لفرقية

١ - الغلاف الخارجي(المبيت) : يصنع الغلاف من أجزاء من الصلب تلحم مع بعضها

٢ - ترس البنيون: هو عبارة عن ترس مثبت على عمود ،وهذا العمود متصل مع عمود الإدارة (الكردان) بواسطة الوصلة المفصلية ،ويعتبر ترس البنيون هو الترس القائد لمجموعة صندوق التروس الفرقية.

أنواع ترس البنيون : تصنف أنواع ترس البنيون حسب شكل أسنانها ، ومنها ترس البنيون الدودي كما في الشكل(٦٩ -ا) ،وكذلك الترس المخروطي ذات الأسنان المستقيمة كما في الشكل(٦٩ -ب) ، وكذلك الترس المخروطي ذات الأسنان الحلزونية كما في الشكل(٦٩ -ج) ، وكذلك الترس ذات التسنين الهيبويدي كما في الشكل(٦٩ -د).



شكل(٦٩) يبين أنواع أسنان التروس

www.alkottob.com

يتعرض ترس البنيون لعزم دوران ، وهذا العزم يسبب انحراف في نهاية الكرسي المواجهة للمنطقة التي يحدها بها العزم وهذا الانحراف يحدث في الغالب في الكراسي الجديدة نتيجة للتآكل المبدئي وبذلك يدور الترس بطريقة غير متزنة ، ويمكن منع حدوث ذلك بعمل حمل مسبق على كراسي التحميل لترس البنيون ،لتزيد مقاومة كراسي التحميل.

٣ - الترس الحلقي(التاج) : عبارة عن ترس حلقي كبير يعشق مع ترس البنيون، ويعمل مع ترس البنيون على تحويل اتجاه القوة ، وتختلف أنواعه تبعاً لأنواع ترس البنيون كما في الأشكال السابقة(٦٩) والترس الحلقي (التاج) متصل مع عمود المحور الخلفي بواسطة رمان بلي.

الارتباط بين ترس البنيون والترس الحلقي(التاج) : تقوم الشركات الصانعة بإنتاج الترسين معاً(ترس البنيون والترس الحلقي) وأزواجهما مع بعض ، وأي تلف يحدث في أيا منهما لزم تغيير الآخر، وتوجد مجموعتان من أنواع التروس

المجموعة الأولى :وهي مجموعة التروس الدودية و هذه نادرة الاستخدام .
المجموعة الثانية : وهي مجموعة التروس المخروطية وتنقسم إلى التروس ذات الأسنان المستقيمة أو الحلزونية و التروس ذات التسنين الهيبويدي. .

وتمتاز مجموعة التروس ذات الأسنان الحلزونة بأنها أقل ضوضاء وأكثر متانة
أما مجموعه ذات التروس الهيبويدية فتمتاز بالآتي:

- من الممكن أن يكون الترس القائد كبيرا بالتالي الحصول على نسبة نقل مختلفة.
- يمكن الحصول على مساحة أكبر في مقصورة الركاب لانخفاض مستوى النفق الخاص بعمود الإدارة.

www.alkottob.com

قواعد أساسية لضبط التلامس بين أسنان ترس البنيون والترس الحلقي (التاج):

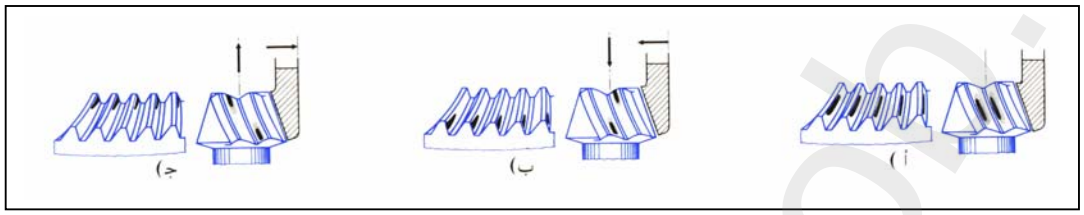
وذلك وفق الخطوات التالية:

١ - تطلى أسنان ترس البنيون بمادة التطبع الزرقاء

٢ - يدار الترس في كلا الاتجاهين دورة كاملة .

٣ - يكبح عندئذ ترس البنيون كبحاً خفيفا.

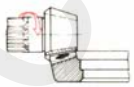
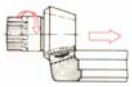
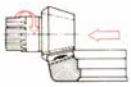
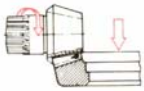
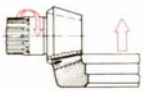
٤ - تقارن انطباعات التلامس بالصور الموضحة في الشكل (٧٠)



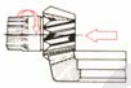
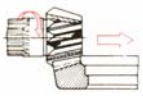
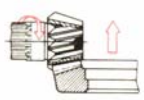
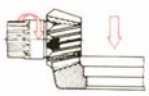
شكل(٧٠) تأثير التلامس على مادة التطبع

www.alkottob.com

عمليات ضبط تلامس ترس البينيون مع ترس التاج: -

تسنين طراز جيلسون: يدهن جوانب أسنان الترس التاجي بمادة ملونة ثم يدار عده دورات في الاتجاهين				
أثر تحميل سطحي صحيح 	تلامس علوي على الجوانب الأسنان 	تلامس سفلي لجوانب الأسنان 	تلامس إبهامي أمامي 	تلامس عقبي خلفي 
	يجب تقريب ترس البنيون من ترس التاج	يجب إبعاد ترس البينيون عن ترس التاج	يجب إبعاد الترس التاجي عن ترس البنيون	يجب تقريب ترس التاج من ترس البنيون
أثر التحميل السطحي موجود بشكل كروي فوق منتصف السطح الجانبي	أثر التحميل السطحي موجود في الطرف العلوي لجانب السن مما يعني أن سمك طقم أقراص الموازنة لترس البنيون أصغر من اللازم أعد القياس وأضف أقراص موازنة مناسبة	أثر التحميل موجود في الطرف السفلي لجانب السن ، مما يعني أن سمك طقم أقراص الموازنة بترس البنيون أكبر من اللازم وأعد القياس وأضف أقراص موازنة مناسبة	أثر التحميل السطحي موجود في الطرف الخلفي للسن. أعد قياس الضبط وأزل أقراص موازنة من الجانب الخلفي للترس وأضف أقراص موازنة مناسب إلى الجانب الأمامي له	أثر التحميل موجود في الطرف الخلفي للسن اعد قياس الضبط وأزل أقراص الموازنة من الجانب الأمامي للترس التاجي وأضف أقراص موازنة مناسبة إلى الجانب الخلفي.

www.alkottob.com

تسنين طراز كلينجلنبرج: يدهن جوانب أسنان ترس البنيون بمادة ملونة ثم يدار عده دورات في الاتجاهين				
أثر تحميل سطحي صحيح	تلامس علوي على الجوانب الأسنان 	تلامس سفلي لجوانب الأسنان 	تلامس إبهامي أمامي 	تلامس عقبي خلفي 
	يجب تقريب ترس البنيون من ترس التاج	يجب إبعاد ترس البينيون عن ترس التاج	يجب إبعاد الترس التاجي عن ترس البنيون	يجب تقريب ترس التاج من ترس البنيون
أثر التحميل السطحي موجود بشكل كروي فوق منتصف السطح الجانبي	أثر التحميل السطحي موجود في الطرف الأمامي للجانب الانزلاقي وعلى الطرف الخلفي للجانب المنضغط للسن مما يعني أن سمك طقم أقراص الموازنة لترس البنيون اكبر من اللازم أعد القياس وأضف أقراص موازنة مناسبة	أثر التحميل موجود في الطرف الخلفي لجانب السن ،مما يعني أن سمك طقم أقراص الموازنة بترس البنيون أكبر من اللازم وأعد القياس وأضف أقراص موازنة مناسبة	أثر التحميل السطحي موجود في الطرف الأمامية للجوانب المنضغطه من السن. أعد قياس الضبط وأزل أقراص موازنة من الجانب الأمامي للترس وأضف أقراص موازنة مناسب إلى الجانب الخلفي له	أثر التحميل موجود في الأطراف الخلفية للسن أعد قياس الضبط وأزل أقراص الموازنة من الجانب الخلفي للترس التاجي وأضف أقراص موازنة مناسبةإلى الجانب الأمامي.

www.alkottob.com

حساب نسبة التخفيض النهائية :

يمكن حساب نسبة التخفيض النهائية بواسطة عدد أسنان ترس البنيون وعدد أسنان الترس الحلقي (التاج) أو عدد لفاتهما ، ويعبر عنها بالصيغة التالية :

نسبة التخفيض النهائية (I) = عدد أسنان الترس الحلقي / عدد أسنان الترس البنيون

= عدد لفات الترس البنيون /عدد لفات الترس الحلقي

مثال : إذا كان عدد أسنان الترس الحلقي ٤٣ سناً ، وعدد أسنان ترس البنيون ١٠ أسنان ، فاحسب نسبة التخفيض بينهما

الحل: - نسبة التخفيض (I) = ١٠/٤٣ = ٤,٣ أي نسبة التخفيض تكون ٤,٣ :١

التروس الفرقية:

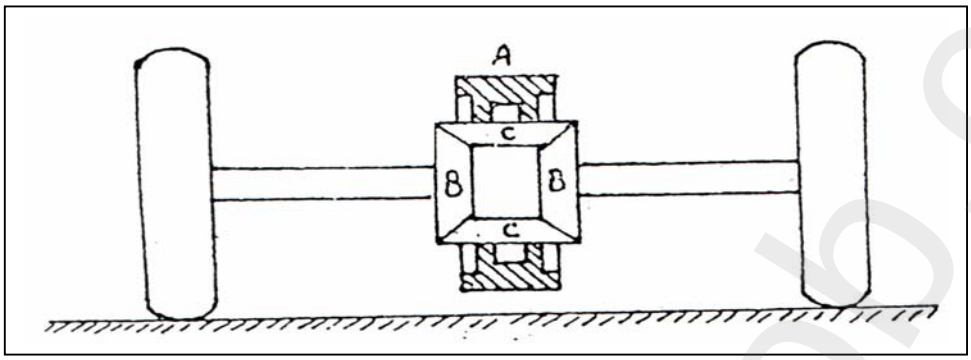
:تتكون مجموعة التروس الفرقية من عده تروس معشقة مع بعضها كما في الشكل (٧١).

شكل(٧١) التروس الفرقية.

ما هو الغرض من وجود التروس الفرقية : عند دخول المركبة أثناء سيرها منعطف فإن العجلة الخارجية بالنسبة للمنعطف تقطع مسافة أكبر من العجلة الداخلية ،ولكي تسير المركبة بسهولة في المنعطف لابد من وجود تروس تعمل على توزيع عزم الدوران على العجلتين بالتساوي مع اختلاف السرعة الدورانية.

www.alkottob.com

نظرية عمل التروس الفرقية : من الشكل (٧٢) نفرض مجموعة تروس فرقية كما في الشكل، نلاحظ وجود الحامل Aمركب عليه من الداخل ترسان CC معشق معهما على كل جانب ترسان BB متصلة مع أعمدة المحور الخلفي (العكوس) التي بدورها تنقل الحركة الدورانيه للعجلات.



شكل(٧٢) نظرية عمل التروس الفرقية.

فإذا دار الحامل A فإنه يدير معه الترسين CC على نفس السرعة كقطعة واحدة ،ولكن لو ثبتنا العجلتين المتصلتين مع عمود الإدارة (العكوس) فإن الحامل Aلا يمكن إدارته لأنه سيواجه مقاومة ولكنه يبذل جهداً متساوياً على العجلتين محاولاً إدارتها وذلك بالضغط على الترسين BB

أما لو تركنا العجلتين حرتين وعلى كل منها مقاومة متساوية مع الأخرى فإن الحامل سيدور حاملا معه الترسين CCواللذين سيديران معهما الترسين BB وبذلك تدور المجوعة وكأنها قطعة واحدة.

أما لو ثبتنا العجلة اليسرى والعجلة اليمنى حرتين ،عندها سيكون الترس الأيسر B ثابتاً. وعند إدارة الحامل A يدير معه الترس C ويرغمه بالتدحرج على أسنان الترس B ،فيدار الترس الأيمن B وبالتالي تدور العجلة اليمنى ضعف لفات الحامل A لأنها سوف تأخذ حركتها من المجموعة كوحدة واحدة /والحركة الثانية من الترس المتدحرج على الترس الثابت B.

أما لو ثبتنا الحامل A ، وأعطيت إحدى العجلتين دورة فإن الترس B المتصل بالعجلة المدارة سيدور في اتجاهها ، ولأن الترس C ثابت مع الحامل A بذلك سيدور الترس C حول محوره ويدير الترس الآخر B في عكس اتجاة الترس الأول B ،وبذلك نجد أن العجلة الأخرى تدور في عكس اتجاه العجلة المدارة وبسرعة مساوية.

www.alkottob.com

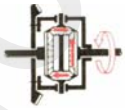
وبجميع الفروض السابقة وإذا اعتبرنا الحامل أن الحامل A يدور بسرعة ٢٠٠ لفة /د ، وأن العجلة اليسرى قد اضطرت لتباطؤ نتيجة دخول المركبة في منعطف وانخفضت سرعتها ٥ لفة/د ، وبذلك تتدحرج التروس CCعلى ترس Bالأيسر وتكسب الترس B الأيمن الفقد في اللفات وبذلك تدور العجلة اليمنى ٢٠٥ لفة/د والعجلة اليسرى ١٩٥ لفة/د .وهذا ما يحدث عملياً أثناء سير المركبة في منعطف.

التروس الفرقية تعد مهمة في منظومة نقل القدر للمركبة حيث تعمل على سير المركبة بكل مرونة في المنعطفات .

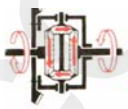
الجدول التالي يوضح عمل التروس الفرقية في جميع الظروف التى تتعرض لها التروس الفرقية: -

مجموعة عمل التروس الفرقية				
مخطط الحركة	N1 : سرعة لفات للترس التاجي	N2:عدد لفات العمود الأيسر للمحور	N3:عدد لفات العمود الأيمن للمحور	التروس الفرقية
السير في اتجاه مستقيم	N1=N2=N3	N1=N2=N3	N1=N2=N3	لا تتدحرج تعمل كتروس ناقلة
الانعطاف يساراً	N1=1/2(N2+N3)	N2=2(N1-N3)	N2=2(N1-N2)	تتدحرج على ترس عمود المحورالأيسر وتدير ترس عمود المحور الأيمن في نفس الوقت.
الانعطاف يميناً	N1=1/2(N2+N3)	N2=2(N1-N3)	N2=2(N1-N2)	تتدحرج على ترس عمود المحور الأيمن وتدير ترس عمود المحور الأيسر في

www.alkottob.com

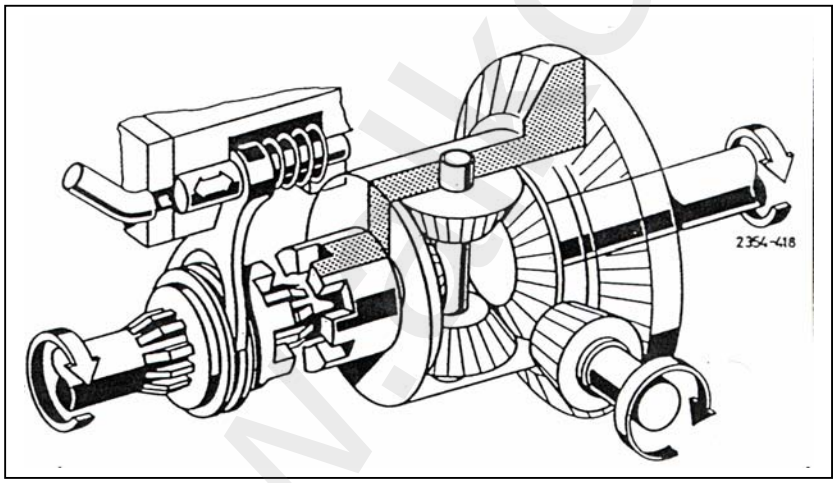
				نفس الوقت.
العجلة اليسرى ثابتة والعجلة اليمنى تدور حرة 	N1=N3/2	N2=0	N3=2.N1	تتدحرج على ترس عمود المحور الأيسر، وتدير عمود المحور الأيمن ضعف سرعة الدوران.
العجلة اليمنى ثابتة والعجلة اليسرى تدور حرة	N1=N2/2	N2=2.N1	N3=0	تتدحرج على ترس عمود المحور الأيمن، وتدير عمود المحور الأيسر ضعف سرعة الدوران.
السيارة مرفوعة مجموعة إدارة المحور ثابتة وتدار العجلة اليسرى باليد	N1=1/2(N2+N3)	N2=2.(N1-N3)	N3=2.(N1-N3)	تدار بواسطة ترس عمود المحور الأيسر وتدير ترس عمود المحور الأيمن بنفس سرعة الدوران إلا أنها تعمل كترس وسيط يعكس اتجاه الدوران.
السيارة مرفوعة مجموعة إدارة المحور ثابتة وتدار	N1=1/2(N2+N3)	N2=2.(N1-N3)	N3=2.(N1-N3)	تدار بواسطة ترس عمود المحور الأيسر وتدير ترس عمود

www.alkottob.com

العجلة اليسرى باليد 				المحور الأيمن بنفس سرعة الدوران إلا أنها تعمل كترس وسيط يعكس اتجاه الدوران.

إلغاء عمل التروس الفرقية:

عندما تدخل المركبة منطقة رملية أو منطقة زلقة فإن عمل التروس الفرقية في هذه الحالة غير مفيد لذلك لزم إيجاد تصميم يلغي عمل التروس الفرقية والشكل(٧٣) يوضح كيف يمكن إلغاء عمل التروس الفرقية حيث يعشق عمود الإدارة مع حامل التروس الفرقية ويأخذ حركته من الحامل مباشرة وبالتالي تدور ككتلة واحدة.

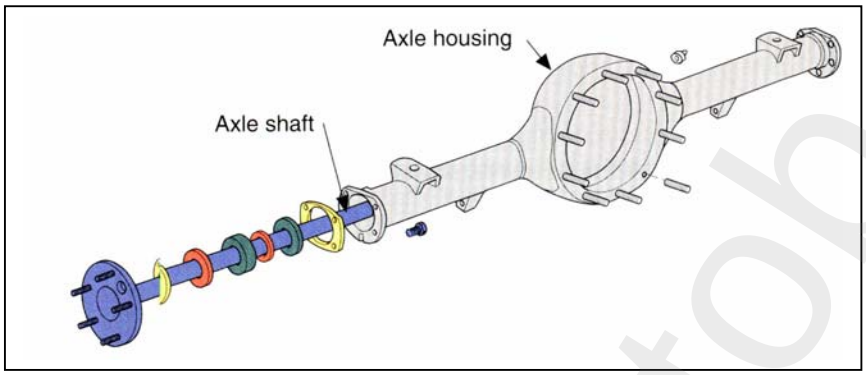


شكل(٧٣) تجهيزة إلغاء عمل التروس الفرقية.

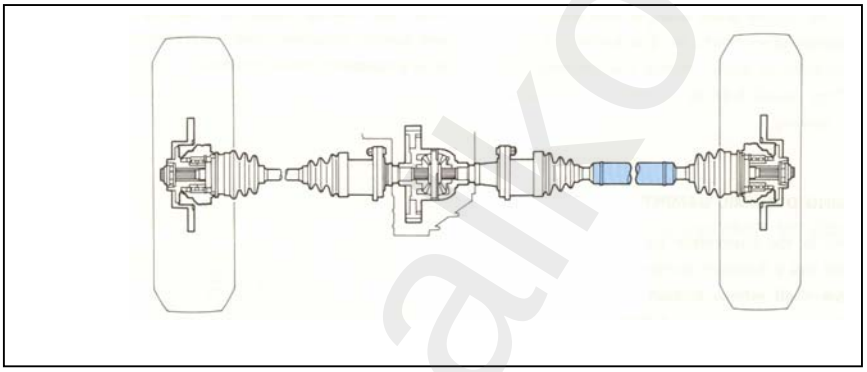
www.alkottob.com

٣ -٣ أعمدة المحاور (العكوس) :

وهي عبارة عن أعمده مصنوعة من الصلب تقوم بنقل القدرة من مجموعه التروس الفرقية (الدفرنس) إلى عجلات الدفع .ويكون في إطرافها الداخلية مراود تعشق مع التروس الفرقية في الدفرنس وأطرافها الخارجية تدعم بفلانشات تركب عليها العجلات. كما في الشكلين (٧٤) و (٧٥).



شكل(٧٤) يوضح تركيب العمود داخل الغلاف



شكل (٧٥) يوضح تركيب العمود(الفليور)

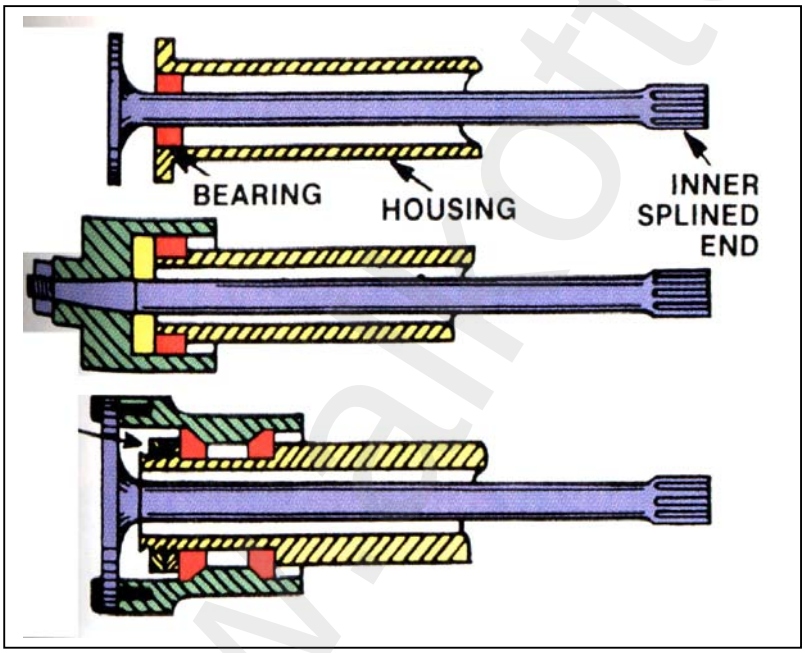
www.alkottob.com

أنواع المحاور الخلفية : - يوجد ثلاثة أنواع من المحاور (العكوس) صممت خصيصاً لتجنب بعض الاجهادات وهي كالآتي: -

١. محور نصف كاف : وهو كما في الشكل (٧٦) يركب كرسي التحميل بين العمود وأنبوب الغلاف، وهذا التصميم يوثر على حمل السيارة ، القوة الجانبية، وعزم الدوران .

٢. محور ثلاث أرباع كاف : - كما هو موضح بالشكل (٧٦) في هذا التصميم يركب كرسي التحميل بين أنبوب الغلاف وصرة العجلة وبذلك ينتقل حمل السيارة من الأنبوب إلى صرة العجلة ويوثر هذا النوع على القوى الجانبية و عزم الدوران.

٣. محور كاف : - كما هو موضح بالشكل (٧٦) في هذا التصميم يركب كرسيان للتحميل في المنتصف بين أنبوب الغلاف وصرة العجلة وهذا النوع يتعرض لعزم الدوران فقط.

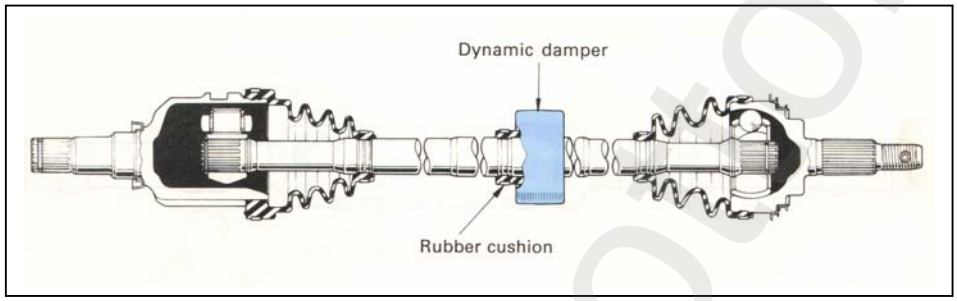


شكل(٧٦) الأنواع الثلاثة لأعمدة المحور الخلفي

www.alkottob.com

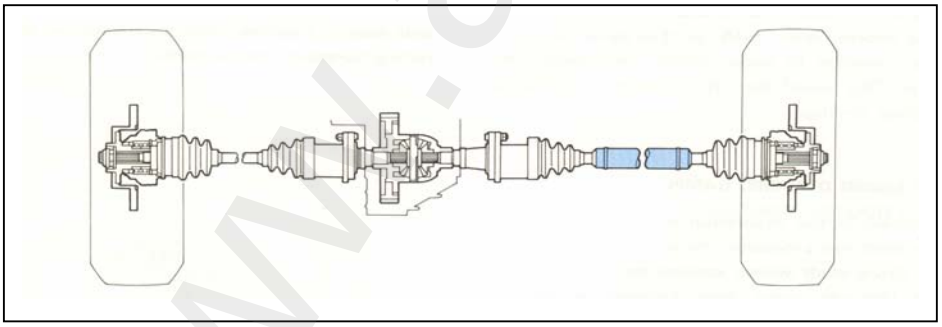
طول أعمدة المحاور: - تختلف أطوال الأعمدة حسب موضع المحرك وصندوق السرعات ، فإذا كانت أطوال أعمدة الإدارة(العكوس) غير متساوية يجب مراعاة أن العمود الأطول سوف يكون أقل صلابة من العمود الأقصر وهذا يسبب اهتزاز التوائي أثناء نقل العزم ومما ينتج عنه أصوات ولذلك يجب أخذ ذلك في الاعتبار عند التصميم، ومن الطرق المتبعة للتغلب على ذلك الطرق التالية : -

في حالة ما إذا كان فيه اختلاف في أطوال أعمدة المحاور ،يركب على العمود الأطول مهدئ ديناميكي بواسطة وسادة مطاطية كما هو موضح بالشكل (٧٧) . وعندما يهتز العمود أو يلتوي أثناء نقله لعزم الدوران فإن القصور الذاتي للمهدىء سوف يجعلة يميل للدوران بسرعة ثابتة ، وبالتالي تقول الوسادة المطاطية بامتصاص الاهتزاز والالتواء.



شكل(٧٧) يوضح مكان المهدئ الديناميكي

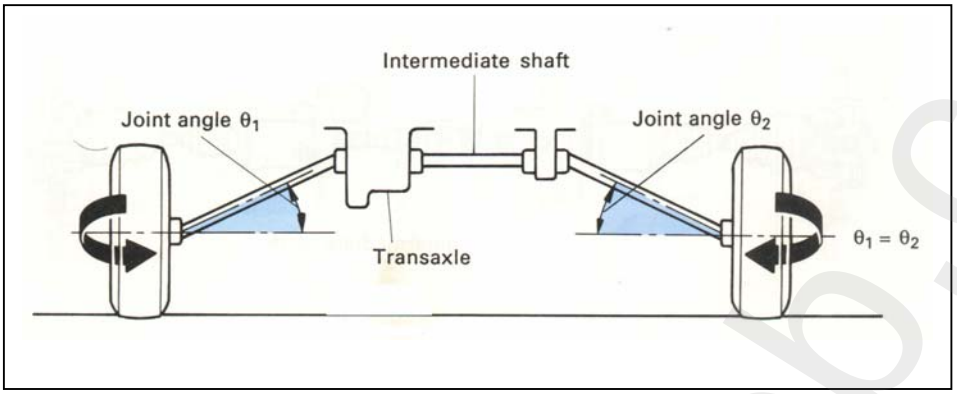
ويمكن تصميم العمود الأطول مجوف وقطرة اكبر من العمود الأقصر وبالتالي تزيد من صلابته كما هو موضح بالشكل (٧٨)



شكل(٧٨) يوضح اختلاف أقطار الأعمدة

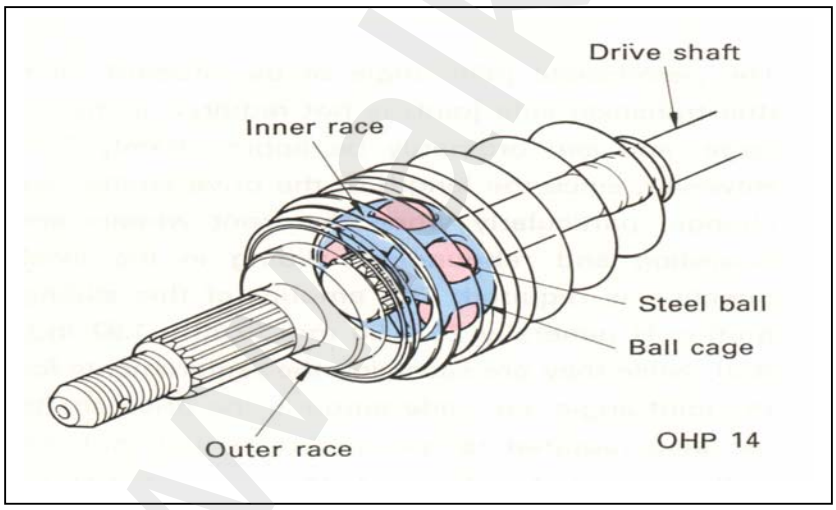
www.alkottob.com

ويمكن استخدام أعمدة وسيطة ويمكن الاستفادة من هذه الأعمدة الوسيطة في التحكم في جعل ميل متساو للأعمدة كما هو في االأشكال (٧٩) وبذلك نجعل أعمده المحاور متساوية.



شكل(٧٩) يوضح كيف تم التحكم بالميل بواسطة العمود الوسيط

أما إذا كانت أعمدة المحاور(العكوس) في المحور الأمامي فهذا يعني أن التوجيه سيؤثر على تصميم العمود ، وبذلك يركب في نهاية العمود وصلة مفصلية تغير اتجاه الحركة الدورانية تبعاً لسير المركبة والشكل(٨٠) يوضح تركيب الوصلة في العمود.



شكل (٨٠) يوضح نهاية عمود المحور الأمامي

www.alkottob.com

الخلاصة

نستخلص من دراستنا لهذة الوحدة ما يلي:

- عمود الإدارة(الكردان) حيث يقوم هذا العمود بنقل القدرة من صندوق السرعات إلى المحور الخلفي .
- الوصلات المفصلية : - هي عنصر الوصل بين نهايتي عمود الإدارة بصندوق السرعات والمحور الخلف ،والتعرف على طريقة عملها وتأثيرها على المنظومة والاجهادات الواقعه عليها.
- صندوق التروس الفرقية(الدفرنس): - وهي مجموعة من التروس معشقة مع بعضها داخل غلاف مصنوع من الصلب، وتم التعرف على طريقة عملها والحاجة لوجودها في المنظومة ،وتأثيرها على السرعة الدورانية عند دخول المركبة منعطف .
- المحاور الخلفية: - وهي أعمدة تعمل على نقل القدرة من صندوق التروس الفرقية إلى العجلات ، وتم التعرف على أنواعها والإجهادات الواقعة عليها .

www.alkottob.com

تدريبات على الوحدة الثالثة

اختبار ذاتي رقم (١)

أجب عن الأسئلة الآتية :

س١/ ضع علامة (✓) أو (×) أمام العبارات التالية:

أ - تتكون مجموعة الإدارة النهائية من عود الإدارة وصندوق السرعات فقط ( )

ب - صنع عمود الإدارة من سبائك الألمنيوم ( ).

ج - يجب أن يكون عمود الإدارة (الكردان) قصيراً قدر الامكان حتى نقلل من اهتزازته ( ).

د - عند فك عمود الإدارة(الكردان) يجب عدم طرقه ( ).

هـ - يجب أن تكون الوصلة المفصلية سهلة التركيب والصيانة ( ).

و - لا تؤثر الوصلة المفصلية على السرعة الدورانية ( )

ز - من وظائف التروس الفرقة توزيع عزم الدوران بالتساوي على العجلات عند سير المركبة في المنعطفات ( )

ك - يصنع غلاف التروس الفرقية (الدفرنس) من الصلب ( ).

ل - ترس البنيون يعتبر الترس المنقاد في مجموعة الإدارة النهائية ( ).

م - من وظائف أعمدة المحاور (العكوس) نقل عزم الدوران من صندوق التروس إلى الدفرنس ( ).

س٢/اذكر وظيفة عمود الإدارة (الكردان)

س٣/اذكر مكونات مجموعة الإدارة النهائية مع رسم مبسط لها

س٤/ما هي التنبيهات المهمة التي يجب مراعاتها عند فك عمود كردان؟

س٥/ما هي وظيفة محامل عمود الكردان؟

س٦/ما هي وظيفة الوصلة المفصلية مع رسم مبسط لها؟

س٧/ما هي الخصائص التي يجب توافرها في الوصلة المفصلية؟

س٨/ما الذي يسبب القوى الموثرة على بنز الوصلة المفصلية؟

www.alkottob.com

س٩/ما هي وظيفة التروس الفرقية(الدفرنس)؟

س١٠/مم يتكون صندوق التروس الفرقية مع رسم مبسط لها؟

س١١/ما هي أنواع أسنان التروس (البنيون) (والحلقي)؟

س١٢/اشرح مع الرسم طريقة الحمل المسبق لكراسي التحميل؟

س١٣/اذكر القواعد الأساسية لضبط التلامس بين أسنان ترس البنيون ؟

س١٤/اشرح مع الرسم طريقة عمل التروس الفرقية؟

س١٥/ما هي وظيفة أعمدة المحاور(العكوس)؟

س١٦/عدد أنواع المحاور الخلفية (العكوس) مع رسم مبسط لكل نوع

س١٧/احسب نسبة التخفيض بين ترس البنيون والترس الحلقي إذا كان عدد أسنان الترس البنيون ٨ أسنان ،وعدد أسنان الترس الحلقي ٤٠ سناً

س١٨/احسب القوة المؤثرة على بنز الوصلة المفصلية (P) إذا كانت المسافة بين فكي الوصلة a=7cm والعزم المنقول 35 N.M

www.alkottob.com

تمارين تدريبية على الوحدة الثالثة

تدريب(١) : تأثير الوصلة المفصلية على الحركة الدورانية.

- الأدوات المستخدمة : جهاز عبارة عن وصلة مفصلية مثبت في طرفي الوصلة عجلة مقسمة إلى ٣٦٠ درجة .
- الهدف من التجربة: -معرفة تأثير الوصلة المفصلية على السرعة الدورانيه عملياً.
- خطوات إجراء التجربة: -
  - وضع الوصلة على استقامة واحدة أي بدون أي ميل.
  - تدار العجلة القائدة(١) بمقدار ١٠ درجات ، ثم يؤخذ مقدار الحركه في العجلة المنقادة(٢) وتسجل القراءات في الجدول (١).
  - ثم تدار العجلة القائدة بمقدار زيادة ١٠ درجات في كل مرة ، ثم تؤخذ التغير في العجلة المنقادة وتسجل في الجدول(١)، حتى تدور العجلة ٣٦٠ درجة.
  - نجري الخطوات (٢) و(٣) ولكن مع تغيير في زاوية ميل الوصلة.
  - بعد أن نجري الخطوات السابقة ، ونملأ الجدول بالقراءات يقوم المتدرب بتسجيل ملاحظاته.

	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
عجلة١	٢٠	٤٠	٦٠	٨٠	١٠٠	١٢٠	١٤٠	١٦٠	١٨٠	٢٠٠	٢٢٠	٢٤٠	٢٦٠	٢٨٠	٣٠٠	٣٢٠	٢٤٠	٢٦٠
عجلة٢																		

جدول (١)

www.alkottob.com

تدريب(٢) : إيجاد نسب التخفيض للترس البنيون مع الترس الحلقي.

- الأدوات المستخدمة : جهاز عبارة عن ترسين معشقين يستطيع المتدرب عد أسنانهما(نموذج قطاعي للترس البينيون والترس الحلقي) .
- الهدف من التجربة: -معرفة طريقة إيجاد نسب التخفيض عملياً.
- خطوات إجراء التجربة: -

o يقوم المتدرب بعد أسنان ترس البنيون والترس الحلقي.

o بعد أخذ عدد أسنان الترس الحلقي وترس البنيون يطبق الطالب القانون التالي

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

حيث n1: عدد أسنان الترس الحلقي

n2 عدد أسنان ترس البنيون .

o ولكي يتأكد المتدرب من صحة القانون ،يدير الحلقي دورة كاملة ويحسب عدد لفات ترس البنيون.

o يسجل المتدرب ملاحظاته.

www.alkottob.com

ملاحظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

www.alkottob.com

المراجع

١- د. إبراهيم فوزي، الرسم الهندسي، مكتبة عين شمس، مصر.
٢- أوتو شميدت، الرسم الهندسي، دار لايبزغ، ألمانيا، ١٩٧٠م.
٣- عاهد على الخطيب، الرسم الهندسي الجامعي، دار الخريجي للنشر، المملكة العربية السعودية، ١٤١٩هـ.
٤- د. عباس مصطفى و آخرون، الرسم الهندسي لغة المهندسين ، دار الراتب الجامعية، لبنان.
٥- فيرث وفاندر ويلليجين، تكنولوجيا الرسم الهندسي، دار ماكجروهل ليمتد، المملكة المتحدة، ١٩٧٠م.
٦- م. محمد صالح غندور، تقنيات الرسم الهندسي، دار الأنيس للنشر، ليبيا، ١٩٩٨م.
٧- د. محي الدين القشلان، مباديء الرسم الهندسي، دار الراتب الجامعية، لبنان

www.alkottob.com

المصطلحات الفنية

القابض	Clutch
الحذافة	Flywheel
قرص الضغط	Pressure Plate
قرص القابض (بطانة الإحتكاك)	Clutch Disc
محمل الدفع للخارج (محمل تحرير القابض)	Clutch Release Bearing
تشغيل القابض	Clutch Operation
وصلات تشغيل القابض	Clutch Linkage Operation
المشوار الحر لدواسة القابض	Clutch Pedal Free Travel
صندوق السرعات	Gear Box
صناديق السرعات التعشيق اليدوي	Manual Shift Transmissions
صناديق السرعات ذو التعشيق الدائم	Synchromesh Transmissions
وحدة التزامن	Synchromesh Unit
شوكات التعشيق	Shift Forks
أعمدة التعشيق	Shift Rails
محامل (رمان البلي) صندوق السرعات	Gear Box Bearings

www.alkottob.com

❖ أحمد ناصيف، مجموعة نقل الحركة في السيارات، دار الكتاب العربي، ١٤٠٩ هـ

❖ تشخيص وإصلاح أعطال القابض (الكلتش) والقير العادي، الحقيبة الرابعة، إدارة تطوير وإعداد المناهج بالمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

❖ تشخيص وإصلاح أعطال المحور الخلفي، الحقيبة السادسة، إدارة تطوير وإعداد المناهج بالمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

❖ على ماهر، نقل القدرة، مذكرة خاصة

❖ فريدريك نيس وآخرون، تكنولوجيا المركبات الآلية، دار ارنست كليت، ١٩٧٩م

❖ نقل الحركة، الوحدة الثالثة، منهاج السيارات لمراكز التدريب المهني، إدارة تطوير وإعداد المناهج بالمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

* 4 Wheel Drive, Daihatsu Motor CO, 1975

* Clutch & Manual Transaxle / Transmission, Vol.7 Step2, TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1992

* Jack Erjavec, Automotive Technology 3ed ed., Delmar, 1999

* Propeller shaft, Differential, Drive shaft & Axle, Vol.8 Step2, TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1992

* Workshop Manual, Daihatsu Motor CO, 1981

* Zamel AlZamel & William Hevert, Automotive Transmission and Power Train, private edition.

www.alkottob.com

البرنامج النظري

الأسبوع	الموضوع	ملاحظات
الأول	مقدمة	
الثاني	مجموعة القابض ١ -١ مكونات مجموعة القابض ١ -٢ تشغيل القابض	HW(1)
الثالث	١ -٣ وصلات تشغيل القابض ١ -٤ المشوار الحر لدواسة القابض	
الرابع	١ -٥ حسابات القابض	HW(2)
الخامس	مراجعة على الوحدة الأولى	
السادس	٢ - صندوق السرعات العادي. ٢ -١ العلاقة بين العزم والسرعة في صناديق السرعات.	HW(3)
السابع	٢ -٢ الغرض من صندوق السرعات. ٢ -٣ تروس صناديق السرعات.	
الثامن	٢ -٤ تركيبة صندوق السرعات.	
التاسع	٢ -٥ أنواع صناديق السرعات.	HW(4)
العاشر	الامتحان الفصلي الأول	(٩) درجات
الحادي عشر	٣ - مجموعة النقل النهائي.	
الثاني عشر	٣ -١ عمود الكردان و الوصلات المفصلية.	HW(5)
الثالث عشر	٣ -٢ مجموعة التروس الفرقية (الدفرنس).	HW(6)
الرابع عشر	٣ -٣ أعمدة المحاور.	HW(7)
الخامس عشر	الامتحان الفصلي الثاني	(٩) درجات
السادس عشر	مراجعة عامة	

www.alkottob.com

توزيع الدرجات:	أستاذ المقرر:
(٩ درجات) الامتحان الفصلي الأول.	مكتب:
(٩ درجات) الامتحان الفصلي الثاني.	ت:
(٧ درجات) الواجبات.	بريد الكتروني:
(٢٥ درجة) الامتحان النهائي.	الساعات المكتبية

www.alkottob.com

الموضوع	الصفحة
مقدمة	- -
مجموعة القابض	٢
١ -١ مكونات مجموعة القابض	٢
١ - الحذافة	٣
٢ - بطانة الاحتكاك (Clutch).	٤
٣ - مجموعة قرص الضغط.	٥
٤ - فحمة القابض وشوكة التحرير.	٨
١ -٢ تشغيل القابض	٩
١ -٣ وصلات تشغيل القابض	١٠
١ - الوصلة الميكانيكية.	١٠
٢ - الوصلة ذات السلك.	١٠
٣ - الهيدروليكية.	١١
١ -٤ المشوار الحر لدواسة القابض	١٣
١ -٥ حسابات القابض	١٤
١ - حساب العزم المنقول.	١٤
٢ - حساب الضغط على سطح القابض.	١٦
تدريبات على الوحدة الأولى .	١٨
٢ - صندوق السرعات العادي.	٢٢
٢ -١ العلاقة بين العزم والسرعة في صناديق السرعات.	٢٢
١ - حساب نسبة التخفيض بين التروس.	٢٣
٢ -حساب خطوة الترس Gear Pitch (P).	٢٤
٣ -حساب نسبة التخفيض في صندوق السرعات.	٢٥
٢ -٢ الغرض من صندوق السرعات.	٢٧

www.alkottob.com

٢ -٣ تروس صناديق السرعات. ٢٨
٢ -٤ تركيبة صندوق السرعات. ٣٠
٢ -٥ أنواع صناديق السرعات. ٤١
تدريبات على الوحدة الثانية . ٥٨

٣ - مجموعة النقل النهائي. ٦٥
٣ -١ عمود الكردان و الوصلات المفصلية. ٦٦
١ - عمود الكردان ٦٦
٢ - الوصلات المفصلية ٦٩
٣ -٢ مجموعة التروس الفرقية (الدفرنس). ٧٦
١ - التروس الفرقية ٨٢
٢ - إلغاء عمل التروس الفرقية ٨٧
٣ -٣ أعمدة المحاور. ٨٨
١ - أنواع المحاور ٨٩
تدريبات على الوحدة الثالثة . ٩٣
المصطلحات ٩٩
المراجع ١٠٠
خطة توزيع المنهج ١٠١

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