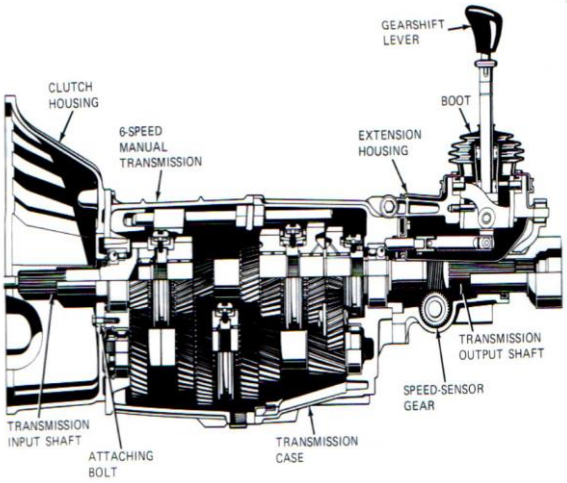
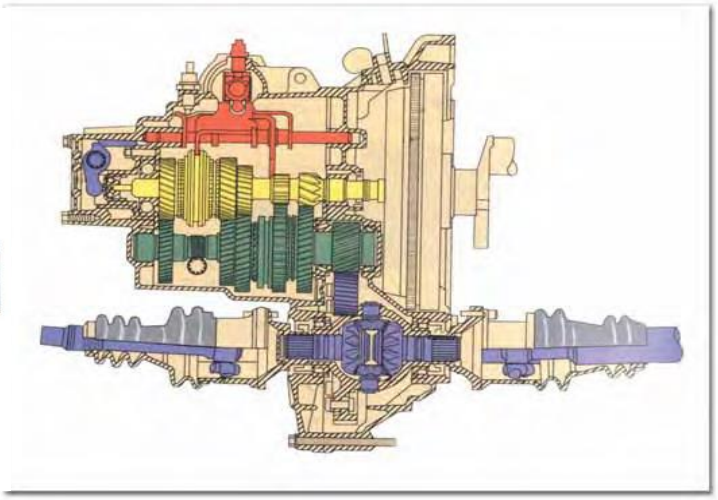
# مجموعة نقل الحركة

# *(Transmission System)*

# صندوق التروس *(Gear Box)*



## مقدمة *(Introduction)*

تعتبر صناديق التروس عنصراً حيوياً في نظام نقل القدرة في السيارات الحديثة، وهي وسيلة لتغيير السرعة والعزم(القدرة)، ويتم تثبيتها بين المحرك والعجلات القائدة في السيارة. تقوم صناديق التروس بتغيير النسبة بين سرعة دوران محرك السيارة وسرعة دوران العجلات القائدة لتناسب ظروف القيادة المختلفة. بالنسبة لصناديق التروس اليدوية، يتم تغيير السرعات في هذا النوع من صناديق التروس يدوياً بواسطة قائد السيارة باستخدام عصا اختيار السرعات (عصا التعشيق)(*shift lever*) ، اما بالنسبة لصناديق التروس الاوتوماتيكية، فيتم تغيير السرعات آلياً بدون مساعدة من قائد السيارة. تعتبر صناديق التروس محولات لعزم الدوران وليس فقط صناديق لتغيير سرعات الدوران.

هناك نوعان اساسيان من صناديق التروس في السيارات الحديثة وهي: -

١-صناديق التروس اليدوية *(manual transmission)*.

A- صناديق التروس اليدوية التقليدية *(manual transmission)*.

B- صناديق التروس اليدوية المستعرضة*(manual transaxle)* .

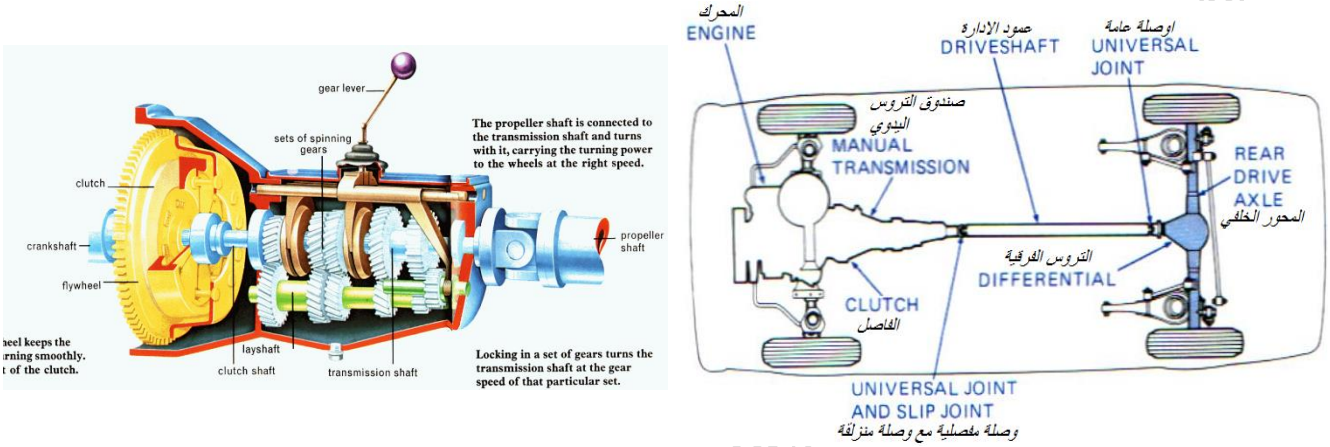
٢-صناديق التروس الاوتوماتيكية (*Automatic transmission*).

Lecturer:Abbas A. Abbas Machines &Equ... Al-Musaib

## ***الفرق بين صندوق التروس اليدوي التقليدي وصندوق التروس اليدوي المستعرض***

صندوق التروس اليدوي التقليدي يستخدم مع السيارات ذات الدفع الخلفي (العجلات الخلفية هي القائدة) ومحرك السيارة في وضع طولي على المحور الامامي. كما يمكن استخدام هذا النوع من صناديق التروس اليدوية مع السيارات ذات الدفع الامامي (العجلات الامامية هي القائدة) والتي يكون فيها المحرك في وضع طولي على المحور الامامي، وفي سيارات الدفع الرباعي التي يكون فيها المحرك في وضع طولي على المحور الامامي. وفي هذه الحالة يتم وضع صندوق التروس اليدوي التقليدي بين القابض وعمود الإدارة.

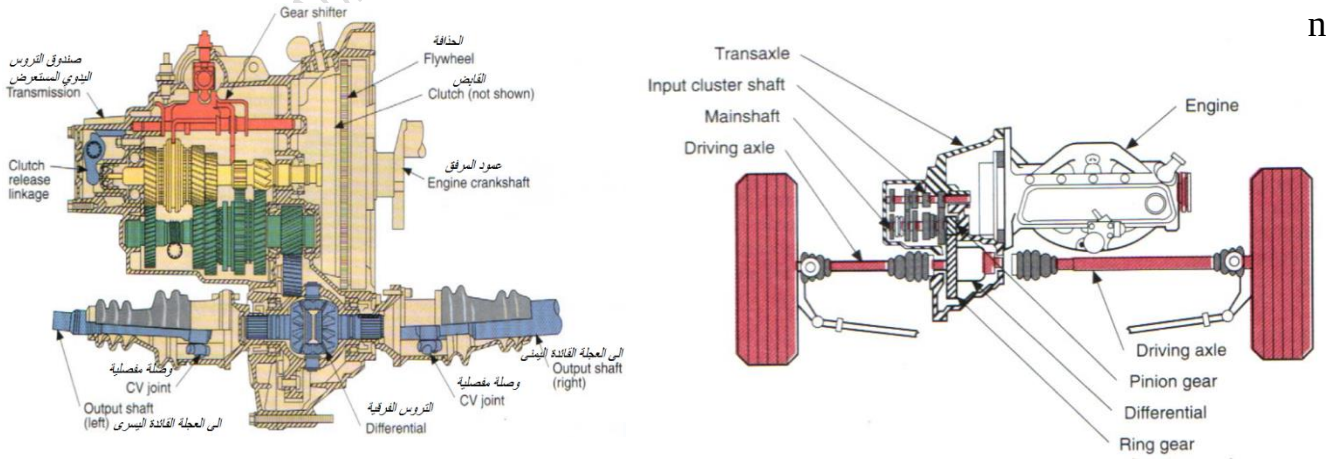
محرك السيارة والقابض وصندوق التروس التقليدي تكون جميعا على خط ومحور إدارة واحد كما مبين ادناه.




شكل يوضح صندوق التروس اليدوي التقليدي

صندوق التروس اليدوي المستعرض (*Manual transaxle*) يستخدم مع السيارات ذات الدفع الامامي (العجلات الامامية هي القائدة) والمحرك في وضع مستعرض، وكذلك في سيارات الدفع الرباعي التي يكون فيها المحرك في وضع مستعرض على المحور الامامي وفي السيارات ذات الدفع الخلفي والمحرك خلف المحور الخلفي في وضع مستعرض. يحتوي صندوق التروس اليدوي المستعرض على مجموعة الإدارة النهائية (ترس التاج وترس البنيون والتروس الفرقية) زيادة على محتويات صندوق التروس اليدوي التقليدي، كما مبين بالشكل ادناه.

n




شكل يوضح صندوق التروس اليدوي المستعرض

## ***وظيفة صندوق التروس (Function of the transmission)***

يقوم صندوق التروس بملائمة سرعة المحرك مع العجلات عن طريق انتقاء واختيار السرعات المختلفة ، واختيار وضع السرعة الخلفية او الوضع المحايد، واثناء سير المركبة في الطريق فإنها تتعرض إلى مجموعة من المقاومات، ولكي تتمكن السيارة من مواصلة سيرها يجب ان يكون العزم الناتج اكبر من مجموع المقاومات التي تتعرض لها السيارة، وبالعكس فإذا ازداد مجموع هذه المقاومات عن العزم الناتج من المحرك لا يمكن الحصول على أداء سليم للمركبة ويصبح هناك تباطؤ في السرعة، وقد يتوقف المحرك عن العمل، وإذا زاد العزم الناتج عن مجموع المقاومات يحدث تسارع.

### ***القوى التي تتعرض لها المركبة***

١-مقاومة الهواء والرياح. ٢-مقاومة التدحرج.

٣-مقاومة الانحدار. ٤-مقاومة القصور الذاتي.

***<u>ويتلخص عمل صندوق التروس بأداء الوظائف التالية: -</u>***

١-من اجل الحصول على بداية السير الهادئ مع توافر القدرة اللازمة للسير العادي وصعود المنحدرات، يجب ايجاد نسبة قدرة (*Power ratio*) (نسبة تخفيض) لتكبير عزم محرك السيارة.

٢-ايجاد نسبة سرعة مناسبة لمنع الحاجة الى قيم عالية لسرعة دوران محرك السيارة عند سرعات السير العالية.

***وهناك ثلاثة اسباب لوجود صندوق التروس ضمن نظام نقل القدرة في السيارة، حيث يستطيع عمل الآتي: -***

١-تزويد السيارة بالعزم المطلوب لتسييرها بحسب ظروف الطريق والاحمال، ويتم ذلك بتغيير نسبة التروس بين عمود مرفق المحرك والعجلات القائدة للسيارة.

٢-تغيير تعشيقة التروس للسماح بإمكانية سير السيارة في الاتجاه الخلفي (Reverse)(التعشيقة الخلفية).

٣-امكانية الحصول على وضع الحياد (Neutral)عند بدء إدارة محرك السيارة ودورانه دون دوران العجلات القائدة.

## ***صندوق التروس اليدوي(العادي) (Manual Transmission)***

صندوق التروس اليدوي: -هو عبارة عن مجموعة من التروس ولأعمدة وبعض الأجزاء المرتبطة بها، موضوعة داخل صندوق معدني مصنوع من سبيكة من الالمنيوم الحديد الزهر محكم الغلق ومملوء بالزيت يسمى جسم صندوق التروس.

وتختلف صناديق التروس في تصميمها، فمنها صندوق تروس ذو ثلاث سرع او أربع سرع او خمس او ست سرع امامية او أكثر من ذلك إضافة إلى السرعة الخلفية.

Lecturer:Abbas. A. Abbas \ Machines & Equipment Dep. \ Technical Institute of Al-Musaib

## التروس ونقل الحركة بواسطة التروس

***التروس (Gears):*** *-هي عناصر ميكانيكية تستخدم لنقل الحركة الدورانية والقدرة بين الاعمدة الدوارة بواسطة وسائل تعشق تدريجيا تسمى الاسنان.*

الغرض من التروس (*Gears*)في صناديق التروس هو نقل الحركة الدورانية والقدرة بين عمودين، تثبت التروس على أعمدة وتنقل الحركة الدورانية من عمود الى آخر.

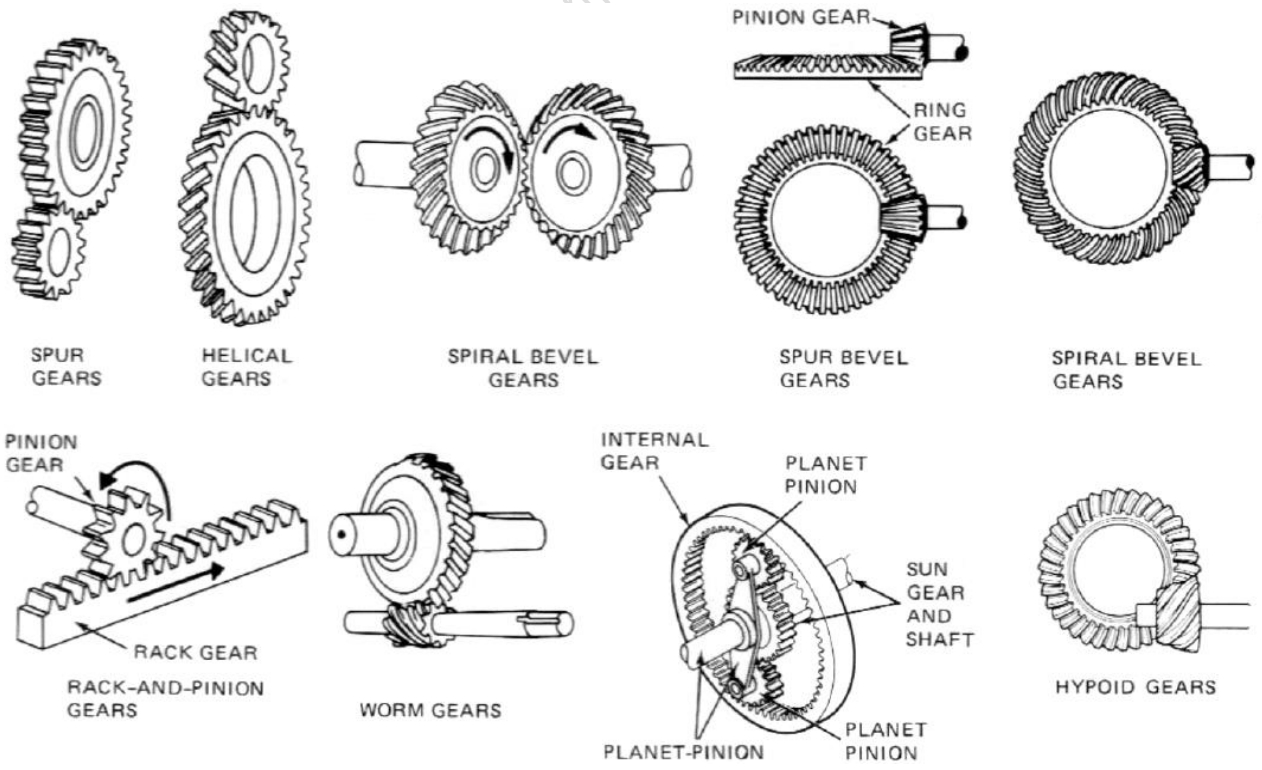
*العلاقة بين التروس والأعمدة تجري في أحد المسارات الثلاثة التالية: -*

- العمود يمكن ان يدير الترس.
- الترس يمكن ان يدير العمود.
- الترس يمكن ان يدور حراً على العمود (ليس بينهما وسيلة اتصال).

مجموعات من التروس يمكن استخدامها لتكبير العزم وتخفيض السرعة، او زيادة السرعة وتخفيض العزم، او نقل العزم وترك السرعة بدون تخفيض (نقل الحركة فقط).

## انواع التروس (Types of Gears)

الشكل أدناه يوضح الانواع المختلفة للتروس بصفة عامة وتعشيقاتها، حيث تظهر الاسنان على حافة الترس او على جهة واحدة من الترس او داخل الترس.




شكل يبين انواع مختلفة من التروس

عند ادارة ترس كبير بواسطة ترس صغير فإن سرعة الترس الكبير سوف تقل ولكن العزم فيه يكون أكبر (سرعة قليلة وعزم عالي)، وعند ادارة ترس صغير بواسطة ترس كبير فإن سرعة الترس الصغير سوف تتضاعف ولكن العزم فيه يكون اقل (سرعة عالية وعزم قليل)

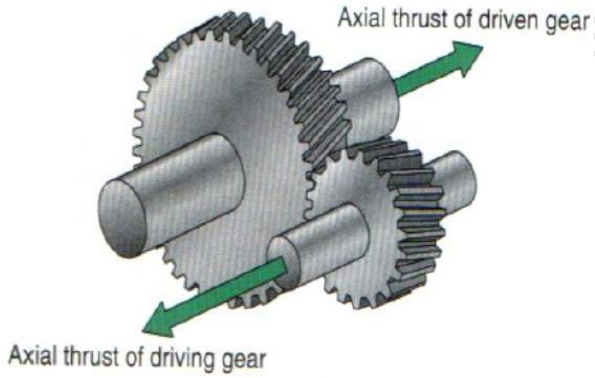
تقتصر التروس المستخدمة في صناديق التروس اليدوية (manual transmission)على نوعين أساسيين من التروس هما: -

### ١ -التروس ذات الاسنان المستقيمة (Spur gears)

تروس بأسنان مستقيمة (Spur gears)

في هذا النوع تكون الاسنان موازية لمحور الترس، كما وتكون قوية ومتينة وتتحمل العزوم الكبيرة في التسارع ونقص السرعة وعند وضع السرعة الخلفية، لذلك فهي ما تزال تستخدم حتى الآن في السرعات الخلفية، ومن عيوبها هو صوت تشغيلها العالي(الضوضاء) الذي يعود الى اصطدام المسننات مع بعضها البعض في السرعات العالية.

### ٢-التروس ذات الأسنان الحلزونية(مائلة) (Helical gears) :-



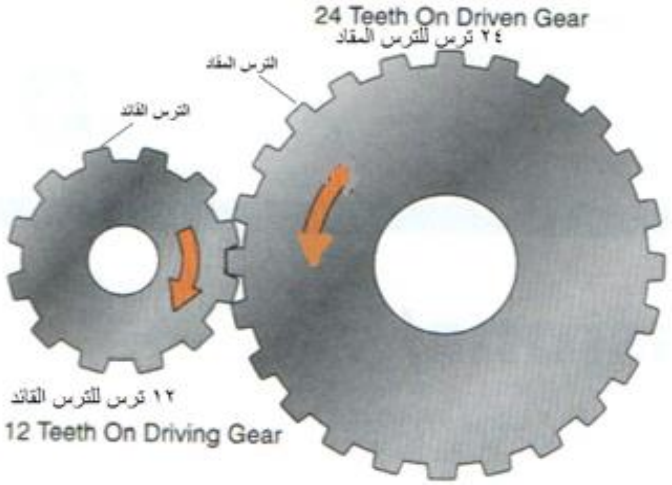

تروس بأسنان مائلة (Helical gears)

تكون الاسنان مائلة بزاوية ميل على محور الترس، وتمتاز هذه التروس بأنها تدور بسرعة وقوة أكبر من النوع السابق بسبب توزيع الضغط على مساحة كبيرة من سطح المسنن بالإضافة الى هدوء ادارة الاسنان. بسبب ميل أسنان هذا النوع من التروس فإنه تتولد قوى جانبية (*sideways force*)عند نقل العزم يطلق عليها اسم الدفع المحوري(*axial thrust*) . يجب التحكم في هذه القوى المحورية باستخدام المحامل الدفعية (*Thrust bearings*) او حلقات الدفع او اي وسيلة اخرى للتغلب على قوى الدفع المحورية حتى نمنع تحرك الترس على العمود المركب علية بسبب تأثير هذه القوى. ويتم استخدام هذه التروس في المركبات الصغيرة، اما المركبات الثقيلة والشاحنات فتستخدم فيها التروس ذات الاسنان المستقيمة.

تصنع التروس المستخدمة في صناديق التروس اليدوية من الصلب عالي الجودة، ويتم معاملتها حرارياً بعناية كاملة للوصول الى نعومة وصلادة اسنان الترس، ويتم تصنيع الأسنان (قطعها) على ماكينات تشغيل عالية الدقة.

Lecturer: A. A. Abbas | Machines & Equipment Dep | Technical Institute of Al Musaib

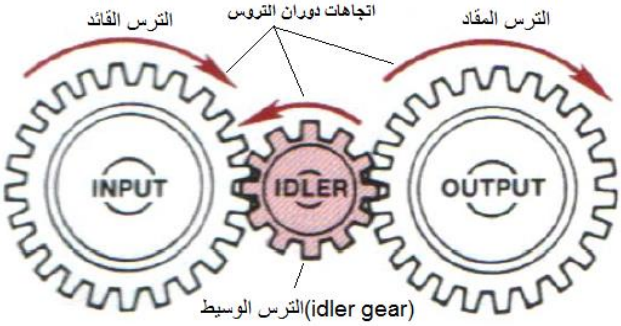
## ***نسبة التروس (نسبة نقل الحركة بين التروس) (Gear Ratio)***



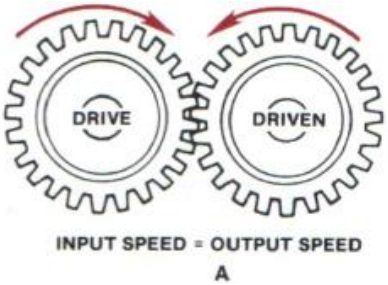

نسبة التروس بين ترسين في حالة تعشيق

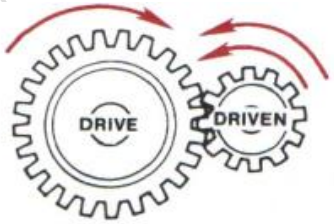
لنقل القدرة من خلال التروس، يتم تعشيق ترس على عمود مع ترس آخر على عمود آخر. تعشيق التروس (*gear meshing*) يعني تداخل اسنان أحدهما بين فراغات اسنان الترس الآخر. عندما يدور الترس القائد (*driving gear*) فإن أسنانه تدفع اسنان الترس المقاد (*driven gear*)، فيدور الترس المقاد في الاتجاه العكسي. يبين الشكل المجاور الترسان في حالة التعشيق يكون بينهما نسبة لنقل الحركة تسمى نسبة التروس ويرمز لها بالرمز ($i$ $G$).

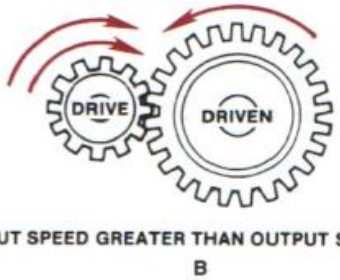
عند الحاجة لجعل اتجاه دوران الترس القائد هو نفس اتجاه الترس المقاد، فإنه يتم تعشيق كل منهما مع ترس ثالث يسمى الترس الوسيط او العاطل (*idler gear*)، والذي مهمته هي فقط توحيد اتجاه الدوران للترسين، وكما مبين في الشكل ادناه، وهو يماثل حالة الحصول على السرعة الخلفية في صندوق التروس.




شكل يبين استخدام الترس الوسيط لتوحيد اتجاه دوران الترس القائد والمقاد




الاشكال(A, B, C) تبين سرعة الترس القائد والترس المقاد بحسب قطر كل منهما

Lecturer: Abbas. A. Abbas | Machines & Equipment Department | Technical Institute of Al-Musaib

تعتمد سرعة دوران ترسين في حالة تعشيق على عدد أسنان كل ترس منهما، وكما يلي: -

١-إذا كان الترسان (القائد والمقاد) لهما نفس القطر اي ان عدد اسنانهما متساوية، فإن سرعة الترس القائد تساوي سرعة الترس المقاد(*input speed = output speed*) ، الشكل A.

٢-إذا كان قطر الترس القائد أصغر من قطر الترس المقاد (عدد أسنان الترس القائد اقل من عدد أسنان الترس المقاد)، فإن سرعة دوران الترس المقاد (سرعة الخرج(output)) تكون أقل من سرعة دوران الترس القائد (سرعة الدخل(*input*)) (تخفيض سرعة) (*input speed greater than output speed*) الشكل B.

٣-إذا كان قطر الترس القائد أكبر من قطر الترس المقاد (عدد أسنان الترس القائد أكبر من عدد أسنان الترس المقاد)، فإن سرعة دوران الترس المقاد تكون أكبر من سرعة دوران الترس القائد (زيادة السرعة)،

(*Input speed less than output speed*)، الشكل C.

يمكن حساب نسبة التخفيض (*i G*)بين ترسين في وضع تعشيق أحدهما قائد (*driving gear1*) والآخر مقاد (*driven gear2*) على النحو التالي: -

لدينا المعطيات التالية: -

- عدد أسنان الترس القائد (Z1)
- عدد أسنان الترس المقاد (Z2)
- سرعة دوران الترس القائد (N1)r.p.m
- سرعة دوران الترس المقاد (N2)r.p.m

نسبة نقل الحركة بين الترسين (نسبة التخفيض) = سرعة دوران الترس القائد / سرعة دوران الترس المقاد

$$i\,G = N1 / N2$$

وحيث ان السرعة المحيطية (V) للترس الذي قطره (d) وسرعة دورانه (N) تعطى من العلاقة:

$$V = (\pi dN)/60 \qquad (m/sec)$$

وحيث ان السرعة المحيطية للترسين تكون متساوية عند نقطة التماس بين الترسين، فيكون:

$$(\pi d_1 N_1)/60 = (\pi d_2 N_2)/60$$

$$N_1/N_2 = d_2/d_1$$

$$d = m\,Z \qquad (m : \text{gear module})$$

$$N1/N2 = mZ_2/mZ_1$$

$$i\,G = N_1/N_2 = Z_2/Z_1$$

Lecturer:Abbas. A. Abbas\Machines &Equipment Dep\Technical Institute of Al Mejaib

***مثال توضيحي: -***

احسب سرعة دوران الترس المقاد ($N_2$)إذا كان عدد أسنان الترس القائد ($Z_1$= 45) ويدور بسرعة ($N_1$=200 r.p.m) بينما عدد أسنان الترس المقاد ($Z_2$= 75)، ثم احسب نسبة التخفيض بين الترسين(i G) .

*الحل: -*

$$N_1/N_2 = Z_2/Z_1$$

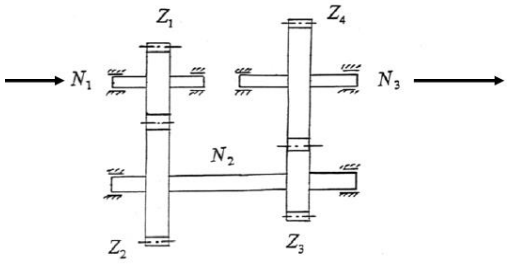
$$200/N_2 = 75/45$$

$$N_2 = 120 \text{ r.p.m}$$

$$i\ G = 200/\ 120 = 75/45 = 1.66 : 1$$

من المثال، تم تخفيض سرعة الدخل من *(200r.p.m)*الى سرعة خرج مقدارها *(120 r.p.m)* أي ان الترس المقاد يدور 1.66 مرة أبطأ من الترس القائد، أي انه نسبة نقل الحركة بين الترسين (القائد والمقاد) في هذه الحالة هي نسبة تخفيض للسرعة مقدارها 1 :1.66.

***نسبة التخفيض في صناديق التروس اليدوية***




عند استخدام التروس للنقل بين أكثر من عمود (ثلاثة كما في الشكل) فإن النسبة الكلية للتخفيض($i\ G_{total}$) لهذه المجموعة من الاعمدة يمكن إيجادها كما يلي: -

إذا كانت سرعة العمود الأول N1 وسرعة العمود الثاني N2 وسرعة العمود الثالث N3

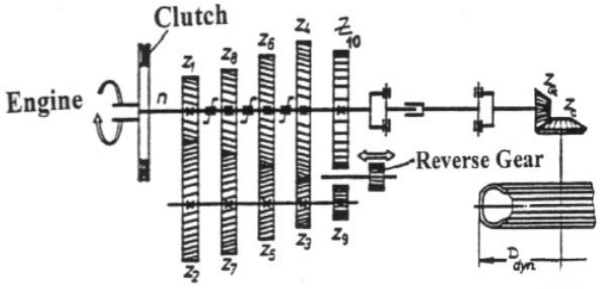
ونسبة التخفيض بين العمود الأول والعمود الثاني (بين الترسين $Z_1, Z_2$ )=$i\ G_1$

ونسبة التخفيض بين العمود الثاني والعمود الثالث (بين الترسين $Z_3, Z_4$ )= $i\ G_2$

فإن النسبة الكلية لنقل الحركة (نسبة التخفيض) ($i\ G_{total}$) تساوي حاصل ضرب نسبتي التخفيض *(i G1 & i G2)*.

$$i\ G_1 = Z_2/Z_1 \quad \text{and} \quad i\ G_2 = Z_4/Z_3$$

$$i\ G_{total} = (Z_2/Z_1)\ .\ (Z_4/Z_3) = N_1/N_2$$




صندوق تغيير سرعات ذو أربعة سرعات أمامية وسرعة واحدة خلفية

Lecturer:Abbas A. Abbas| Machines &Equipment Dep|Technical Institute of Al-Musaib

إذا كان لدينا مجموعات من تعشيقات التروس تمثل صندوق تروس ذا أربع سرعات أمامية وسرعة واحدة خلفية كما موضح بالشكل في الاعلى، فإنه يمكن حساب نسب التروس (نسب التخفيض) الأمامية والخلفية كما يلي:

- نسبة التخفيض الأولى (التعشيقة الأولى $1^{st}$ Gear) $i\ G_1 = (Z_2/Z_1)\ .\ (Z_4/Z_3)$

- نسبة التخفيض الثانية (التعشيقة الثانية $2^{nd}$ Gear) $i\ G_2 = (Z_2/Z_1)\ .\ (Z_6/Z_5)$

- نسبة التخفيض الثالثة (التعشيقة الثالثة $3^{rd}$ Gear ) $i\ G_3 = (Z_2/Z_1)\ .\ (Z_8/Z_7)$

- نسبة التخفيض الرابعة (التعشيقة المباشرة $4^{th}$ Gear) $i\ G_4 = 1.00 : 1$

- نسبة التخفيض الخلفية (التعشيقة الخلفية Reverse) $i\ G_R = (Z_2/Z_1).\ (Z_{10}/Z_9)$

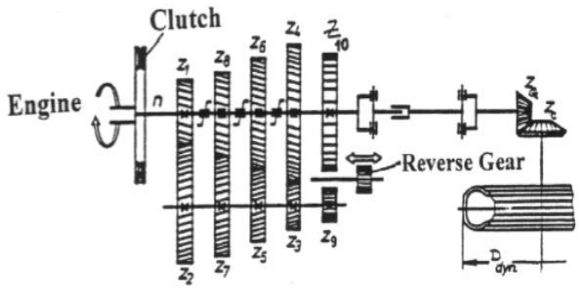
يلاحظ أن النسبة $(Z_2/Z_1)$ مشتركة في جميع النسب، حيث أن الترس$(Z_1)$ هو الترس المثبت على عمود الدخل لصندوق التروس ومعشق مع الترس $(Z_2)$.

***مثال:***

احسب نسب نقل الحركة للسرعات الأمامية الأربع لصندوق التروس المبين بالشكل ادناه، علما أن عدد أسنان تروسه كما يلي: -

Z4=34 , Z3= 14 , Z2= 42 , Z1= 20

Z8=24 , Z7=30 , Z6= 32 , Z5=21



صندوق تغيير سرعات ذو أربعة سرعات أمامية وسرعة واحدة خلفية

الحل:

$i\ G_1 = Z_2/Z_1\ .Z_4/Z_3 = 42/20\ .\ 34/14 = 5.1:1$

$i\ G_2 = Z_2/Z_1\ .Z_6/Z_5 = 42/20\ .\ 32/21 = 3.2:1$

$i\ G_3 = Z_2/Z_1\ .Z_8/Z_7 = 42/20\ .\ 24/30 = 1.68:1$

$i\ G_4 = 1:1$

$i\ G_R = Z2/Z1\ .Z10/Z9$

Lecturer:Abbas. A. Abbas Machines & Equipment Dept Technical Institute of Al Musaib

الجدول التالي يبين امثلة لقيم نسب نقل الحركة في أنواع مختلفة لصناديق التروس اليدوية ذات ثلاث سرعات وذات أربع سرعات وذات خمس سرعات أمامية وسرعة واحدة خلفية لكل منها (دائماً نذكر صندوق السرعات بعدد النسب الامامية فقط لأنه لا بد من وجود نسبة خلفية)، فمثلاً صندوق تروس ذو أربع سرعات تعني ذو أربع نسب نقل أمامية.

| نسب نقل الحركة في صناديق تروس يدوية مختلفة | | |
|---|---|---|
| ذات ثلاث سرعات | ذات أربع سرعات | ذات خمس سرعات |
| 1st Gear, 3.00 : 1<br>2nd Gear, 2.00 : 1<br>3rd Gear, 1.00 : 1<br>Reverse, 2.50 : 1 | 1st Gear, 3.50 : 1<br>2nd Gear, 2.00 : 1<br>3rd Gear, 1.50 : 1<br>4th Gear, 1.00 : 1<br>Reverse, 3.00 : 1 | 1st Gear, 3.20 : 1<br>2nd Gear, 2.10 : 1<br>3rd Gear, 1.40 : 1<br>4th Gear, 1.00 : 1<br>5th Gear, 0.73 : 1<br>Reverse, 3.00 : 1 |

***ملاحظات حول قيم نسب نقل (تخفيض) الحركة في الجدول السابق: -***

١-التعشيقة المباشرة (١:١) تعني ان سرعة دوران محرك السيارة (Engine Speed) وسرعة دوران عمود خرج صندوق التروس(output shaft speed) متساوية.

٢-في التعشيقة الخامسة (5th Gear) يدور عمود خرج صندوق التروس أسرع من محرك السيارة وتسمى نسبة السرعة في هذه الحالة "نسبة ما فوق السرعة" (overdrive ratio).

٣-"نسبة ما فوق السرعة" (overdrive ratio) قد تكون السرعة الرابعة أو السرعة الخامسة أو السرعة السادسة، ويمكن ان تكون في حدود 0.50:1الى 0.80:1 . اختيار تعشيقة ما فوق السرعة في صناديق التروس العادية يقلل من استهلاك الوقود ويزيد من عمر تشغيل المحرك.

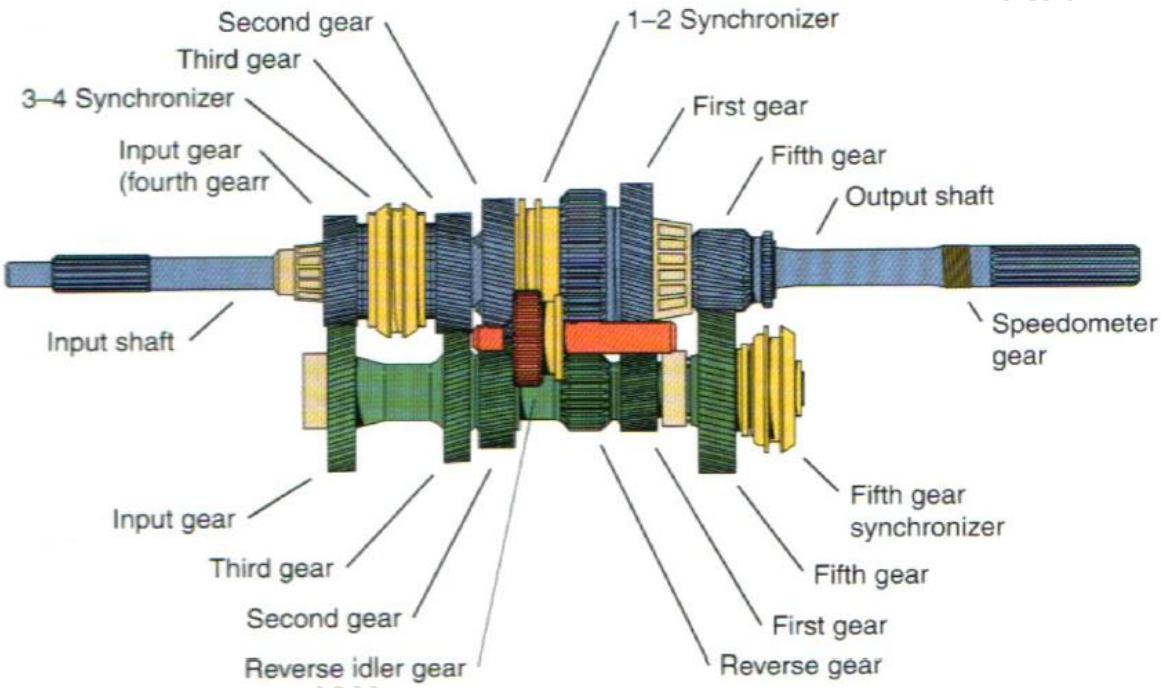
٤-أكبر عزم يمكن نقله إلى العجلات القائدة يكون عند التعشيقة الأولى، بينما أقل عزم يكون عند تعشيقات ما فوق السرعة.

٥-عند السرعة المباشرة، ينقل عزم محرك السيارة كما هو ويساوي عزم الخرج لصندوق التروس.

Lecturer:Abbas. A. Abbas\Machines&Equipment Dep\Technical ...

## ***تصميم صندوق التروس اليدوي:***

تتكون الاجزاء الرئيسية لصناديق التروس اليدوية من مجموعة متوازية من الاعمدة المعدنية والتي يثبت عليها مجموعات من التروس المعشقة بنسب تروس مختلفة كما مبين في الشكل أدناه. من اجل الحصول على قيم مختلفة ومتعددة للعزم الخارج (*output torque*) والسرعة الخارجة (*output speed*)، فإنه يتم تحريك عصا اختيار التعشيقة (*shift lever*) وبالتالي يمكن الحصول على نسب تروس مختلفة. يتم تركيب وتثبيت التروس على الاعمدة بعدة طرق مختلفة، فيمكن ان يكون التثبيت عن طريق مراود (*splines*) أو خوابير (keys)، كما يمكن ان يصنع الترس والعمود كقطعة واحدة. التروس التي تدور بصورة حرة على العمود، تركب على جلب (*bushings*) أو محامل (*bearings*)




ترتيب التروس والأعمدة في صندوق تروس يدوي ذو خمس سرعات

توضع جميع أعمدة وتروس صناديق التروس اليدوية داخل صندوق يتكون من عدة أجزاء يسمى جسم الصندوق (*case or housing*)، والذي يصنع من حديد الزهر أو الألمنيوم. الأجزاء المكونة للصندوق الحاوي تشمل الجسم الرئيسي (*main case body*) ولوح الغطاء الجانبي أو العلوي(*side or top cover plates*) واغلفة حاوية امتدادية (*extension housing*)، وحواجز المحامل (*bearing retainers*) يتم ربط هذه المكونات المعدنية لجسم الصندوق معاً بواسطة مسامير ربط (*bolts*)، مع وضع الحشوات (*gaskets*) لتعمل كموانع لتسرب الزيت. يتم وضع زيت التزييت المنصوص عليه من قبل الشركة المصنعة داخل الصندوق بعد تركيب جميع مكونات صندوق التروس بداخلة وربط أجزاءه.

***ملاحظة: -***

يتم تصنيف التروس في صناديق التروس اليدوية الى أربعة أنواع هي: -

١-تروس تخفيض (*Reduction gears*) . ٢-تروس إدارة مباشرة (*Direct drive*) .

٣-تروس ما فوق السرعة (*Overdrive*). ٤- تروس سرعة خلفية (*Reverse*).

## *تركيب صندوق التروس اليدوي*

يحتوي صندوق التروس اليدوي على الأجزاء الرئيسية التالية: -

١-جسم الصندوق (*housing or case*) .

٢-أربعة أعمدة (*four shafts*).

*عمود الدخل (*Input shaft*) * عمود التوزيع (*Countershaft*)

* العمود الرئيسي (*Main shaft*) اوعمود الخرج (*Output shaft*).

*عمود السرعة الخلفية

٣-مجموعة من التروس(*gears*).

٤-وحدات التزامن (*synchronizers*).

٥-آلية اختيار تعشيقات التروس (*Shifting mechanism*) .

عمود الدخل (*input shaft*)،( يطلق عليه احياناً عمود القابض (*clutch shaft*) )، يحمل من جهة القابض على محمل في تجويف عمود مرفق المحرك (*pilot bearing*) ويحمل من جهة الصندوق على محمل في جسم صندوق التروس، وينتهي العمود داخل صندوق التروس بترس يسمى ترس الدخل او ترس الادارة الرئيسي (*Input shaft gear or main drive gear*).

## *انواع صناديق التروس اليدوية* ***(Manual Transmission Types)*** .

١-صندوق التروس الانزلاقي (*Sliding Manual Transmission*).

٢-صندوق التروس دائم التعشيق (*Permanent Mesh*)

٣-صندوق التروس التوافقي(تزامني)(*Synchromesh Manual Transmission*).

وتختلف صناديق التروس في تصميمها، فمنها صندوق تروس ذو ثلاث او أربع او خمس او ست سرعات امامية أو أكثر من ذلك أضافة الى السرعة الخلفية.

Lecturer:Abbas. A. Abbas Machines &Equipment Dep Technical Institute of Al-Musaib

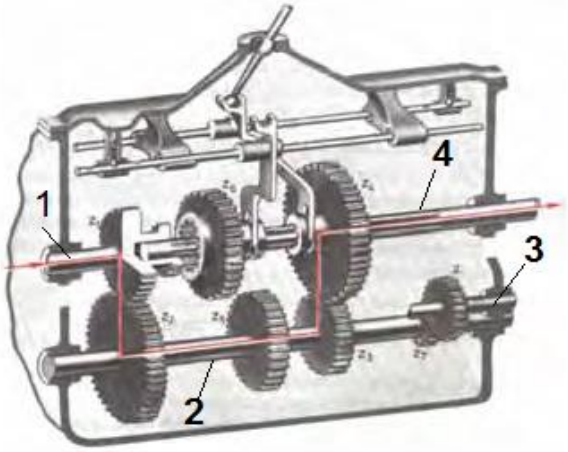
## ١ـصندوق التروس الانزلاقي(Sliding Transmission)

في هذا النوع من صناديق التروس، يتم نقل الحركة عن طريق المسننات، ويتم ذلك عن طريق تداخل أسنان أحد التروس في فراغات أسنان الترس الآخر، مما يولد قوة محيطية تسبب عزم الدوران المطلوب، ولم يعد هذا النوع مستخدماً في وقتنا الحاضر.

تعتبر صناديق التروس اليدوية الانزلاقية من أبسط انواع صناديق التروس، حيث تجري عملية تغيير نسب نقل الحركة (نسب التروس) بدفع احد التروس على العمود الرئيسي (عمود الخرج *output shaft*) ذو الاخاديد (*splined shaft*) (التي تماثل تلك الداخلية في الترس) حتى يتم تعشيقه مع الترس المواجه على عمود المناولة (عمود التوزيع *countershaft* ). ونظراً لاختلاف السرعة المحيطية لكل من الترسين، فإنه قد تنشأ ضوضاء عالية عند إجراء عملية التعشيق. قد تكون صناديق التروس اليدوية الانزلاقية المستخدمة في سيارات الركوب ذات ثلاث او أربع او خمس سرعات امامية وسرعة واحدة خلفية، ويتم تغيير نسب النقل بواسطة فصل أو تعشيق زوجين أو أكثر من التروس.

في صناديق التروس اليدوية الانزلاقية تكون التروس على العمود المناول (عمود التوزيع *countershaft*) مصنعة كجزء واحد مع العمود، اما التروس على العمود الرئيسي (عمود الخرج *output shaft*) فتكون ذات مراود(أخاديد) في منتصفها تماثل مراود العمود وتتحرك على مراود العمود للأمام والى الخلف. المراود المشتركة بين التروس والعمود الرئيسي (عمود الخرج)، تجعل هناك خرج لصندوق التروس اليدوي الانزلاقي عندما يكون أحد التروس على هذا العمود في حالة تعشيق مع أحد تروس عمود المناولة (التوزيع).

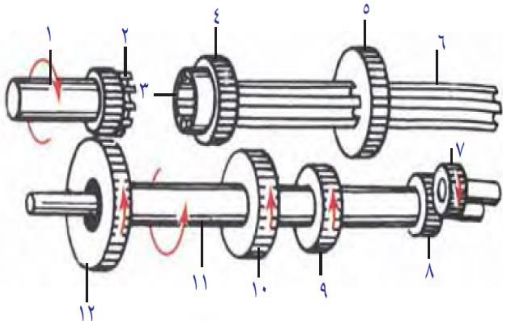
حيث تتكون مجموعة نقل الحركة عادة من صندوق مصنوع من سبيكة من الألمنيوم او حديد الزهر تحوي الأجزاء الداخلية لمجموعة النقل، وهذه المجموعة تتكون من أربعة اعمدة مثبت عليها مسننات كما مبين في الشكل أدناه، وهذه الأعمدة هي: -




**١ـعمود القابض او عمود الدخل(Input shaft) :** -ووظيفته نقل الحركة من المحرك الى صندوق التروس.

**٢ـعمود التوزيع(Countershaft) :** -ويستمد هذا العمود حركته من مسنن عمود القابض (عمود ادخال الحركة) ويعمل على توزيع الدوران حسب السرعة المطلوبة، كما مبين في الشكل.

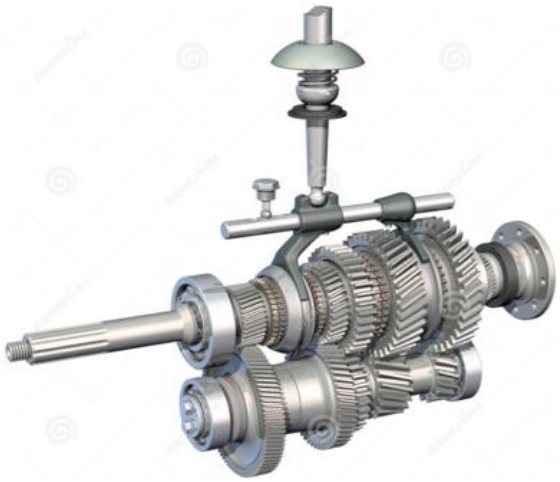
**٣ـعمود السرعة الخلفية (Reverse shaft) :** -ويثبت عليه مسنن (الترس العاطل) لعكس اتجاه الدوران في وضع السرعة الخلفية.



**٤ـالعمود الرئيسي (عمود الخرج) (Output shaft):-** كما هو مبين في الشكل المجاور فإن العمود الرئيسي(*Main shaft*) يكون مخدداً بمجاري طولية (*Splines*) على سطحه الخارجي ومثبت عليه عدة تروس ذات أقطار مختلفة.

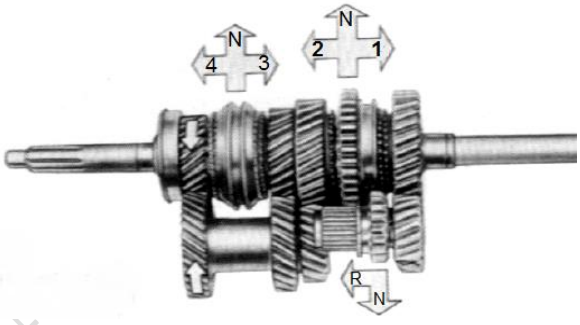
المسنن الدائم التعشيق (١٢) المعشق دائماً مع عمود القابض(١) وهو ذو أكبر قطر، يليه مسنن السرعة الثانية(١٠) ثم مسنن السرعة الاولى(٩) ثم مسنن السرعة الخلفية وهو الأصغر(٨) أما السرعة الثالثة في صندوق التروس ذو ثلاث سرعات فتكون سرعة مباشرة، من خلال تعشيق المسنن رقم(٢) على عمود القابض مع المسنن رقم (٣) على العمود الرئيسي، وأما عمود القدرة الخارجة، يركب عليه مسننان هما ترس السرعة الأولى (٥) وهو المسنن الأكبر ومسنن السرعة الثانية(٤) وهو الأصغر، ويعشق عمود القدرة مباشرة مع عمود القابض للحصول على السرعة المباشرة .

## ٢ ـ *صندوق التروس دائم التعشيق*



يوجد تشابه كبير الى حد ما بين صندوق التروس الانزلاقي وصندوق التروس دائم التعشيق من حيث تركيب المسننات وعدد الاعمدة ولكنهما يختلفان في وحدة التعشيق وشكل العمود الرئيسي، لان عملية التعشيق في صندوق التروس دائم التعشيق لا تتم عن طريق انزلاق المسننات، ولا يكون في العمود الرئيسي أخاديد طولية، كما هو الحال في صندوق التروس الانزلاقي.

في صناديق التروس اليدوية التزامنية، تدور التروس حرة على العمود الرئيسي (عمود الخرج) (تدور على جلب او محامل) وتكون في حالة تعشيق دائم مع التروس على عمود المناولة (عمود التوزيع). التروس على عمود المناولة يتم تصنيعها مع العمود كجزء واحد، ويكون الترس الأول في حالة تعشيق دائم مع ترس الدخل على عمود الدخل (عمود القابض) فتدور كل تروس عمود المناولة وتدير كل تروس العمود الرئيسي التي تدور بحرية. لا يكون هناك خرج لصندوق التروس إلا في حالة تحريك وحدات التزامن (كل منها بحسب التعشيقة المراد الحصول عليها، كما موضح بالشكل ادناه. تحتوي وحدات التزامن(Synchronizers) على مراود مماثلة لتلك التي موجودة على العمود الرئيسي (في منطقة وحدة التزامن فقط وليس في منطقة التروس الحرة الدوران)، بحيث يمكن لوحدة التزامن التحرك بواسطة شوكات التعشيق الى الأمام او الى الخلف للتعشيق مع الترس المعدني على العمود الرئيسي فيكون هناك خرج عن طريق وحدة التزامن.



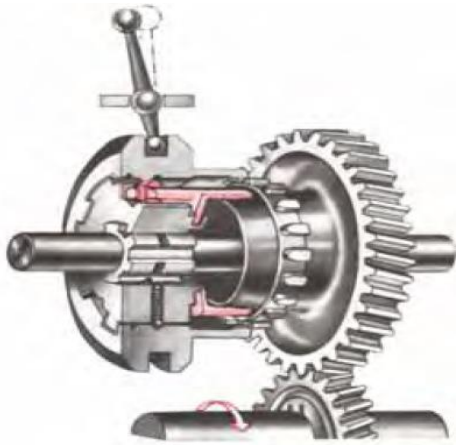

يستخدم صندوق التروس اليدوي التزامني في السيارات الحديثة حيث يتميز التعشيق بالهدوء دون حدوث ضوضاء، بينما يقتصر استخدام صندوق التروس اليدوي الانزلاقي في بعض المركبات الاخرى مثل الجرارات الزراعية حيث العديد من التعشيقات الأمامية والخلفية.

Basrah Machines & Equipment Department Technical Institute of Al-Musaib

وهناك طرازان من حيث آلية التعشيق لهذا النوع من صناديق التروس.

**أ-صندوق السرعات دائم التعشيق ذو جلبة التعشيق**

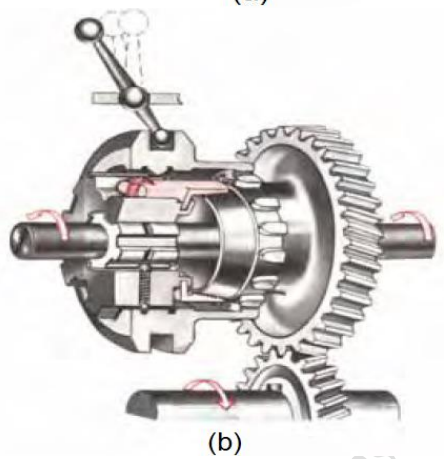
تكون وضعية التروس في وحدة التعشيق في صندوق التروس ذي الجلبة، تكون في وضع تعشيق دائم بإستثناء السرعة الخلفية، ويدور المسنن الرئيسي للسرعة قبل التعشيق على عموده بحرية دون أن يدير العمود .
وتكون عملية التعشيق على مرحلتين: -



(a)

**١-الوضع المحايد: -**

حيث تكون الجلبة مخددة من الداخل ومعشقة مع بروز مخدد على العمود الرئيسي، وتكون في وضع سكون هي والعمود الرئيسي، والمسنن الرئيسي في حالة دوران حر حول العمود دون ان يحركه لأنهما غير معشقين كما هو الحال في النوع الانزلاقي، كما مبين في الشكل (a).



(b)

**٢-وضع التعشيق: -**

عند تحريك السائق لعتلة تغيير السرعة فإنه يحرك الجلبة باتجاه المسنن، وهذه بدورها تتعشق مع بروز المسنن المخدد من الخارج بعدد مماثل من الأخاديد (مجاري)(*splines*)، وبذلك يدور العمود مع الجلبة والمسنن، كما مبين في الشكل(b).

Lecturer:Abbas. A. Abbas | Machines &Equipment Dep\Technical Institute of Al-Musaib

**ب-صندوق التروس دائم التعشيق (التوافقي)**

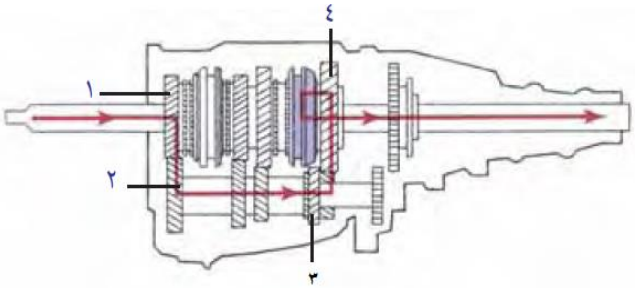
تستخدم الأجهزة التوافقية (*Synchronizer*) حلقات نحاسية لمنع ارتطام المسننات وتعشيقها بسلاسة مما يطيل من عمر المسننات.

## *طريقة عمل صندوق السرعات التوافقي:*

يكون تسلسل نقل العزم في صندوق التروس حيث تنساب القدرة من المحرك الى صندوق التروس عن طريق عمود القابض فيتحرك عمود التوزيع ويبقى متحركاً طالما كان القابض موصلاً والمحرك يعمل. وتتلخص طريقة الحصول على السرعات المختلفة كما يلي: -

### *السرعة الأولى: -*

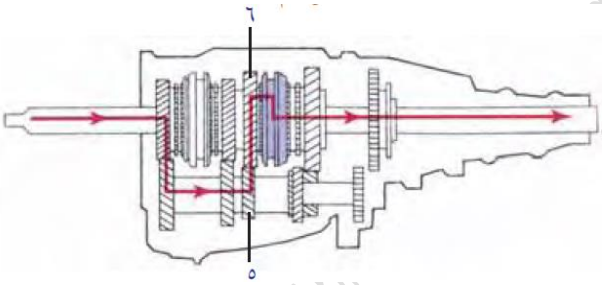
تنساب القدرة من المحرك الى عمود القابض مسنن رقم ١ الى مسنن رقم ٢ على عمود الادارة المقابل والمعشق مع عمود القابض عند جميع السرعات ثم الى المسنن رقم ٤ على العمود الرئيسي، ثم تنساب القدرة الى عمود الإدارة فالمحاور الخلفية كما هو مبين في الشكل(A).




شكل(A)

### *السرعة الثانية: -*

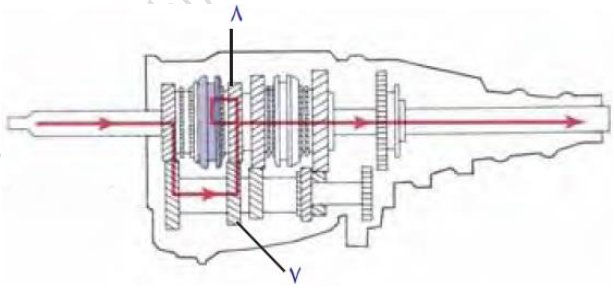
تنساب القدرة من المحرك الى عمود القابض، مسنن رقم ١ ثم الى مسنن رقم ٢ على عمود الإدارة المقابل ثم الى المسنن رقم ٥ المعشق مع المسنن رقم ٦ ثم تنساب القدرة الى عمود الإدارة فالمحاور الخلفية كما هو مبين في الشكل (B).




شكل(B)

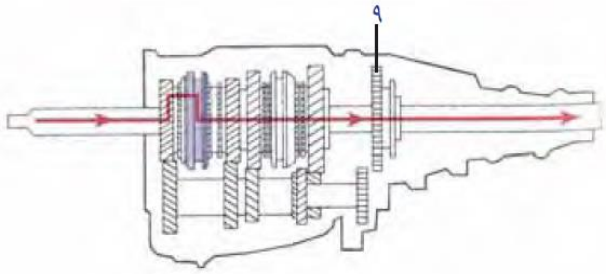
### *السرعة الثالثة: -*

حيث تنساب القدرة من المحرك الى عمود القابض، مسنن رقم ١ الى مسنن رقم ٢ على عمود الإدارة المقابل ثم الى المسنن رقم ٨ ثم تنساب القدرة الى عمود الإدارة فالمحاور الخلفية كما هو مبين في الشكل(C).




شكل(C)

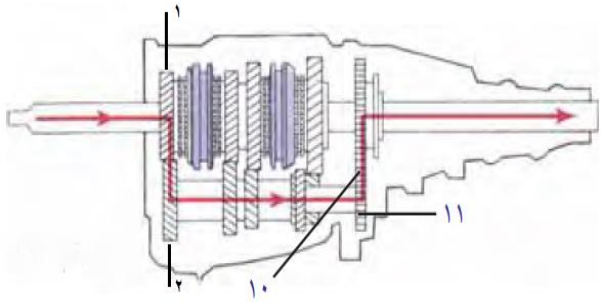
### ***السرعة الرابعة: -***




في حالة السرعة العالية تنساب القدرة مباشرة من عمود القابض الى العمود الرئيسي، ثم الى المسنن رقم ٩ ثم الى مخرج القدرة مباشرة فتكون نسبة النقل ١:١. كما هو مبين في الشكل(D).

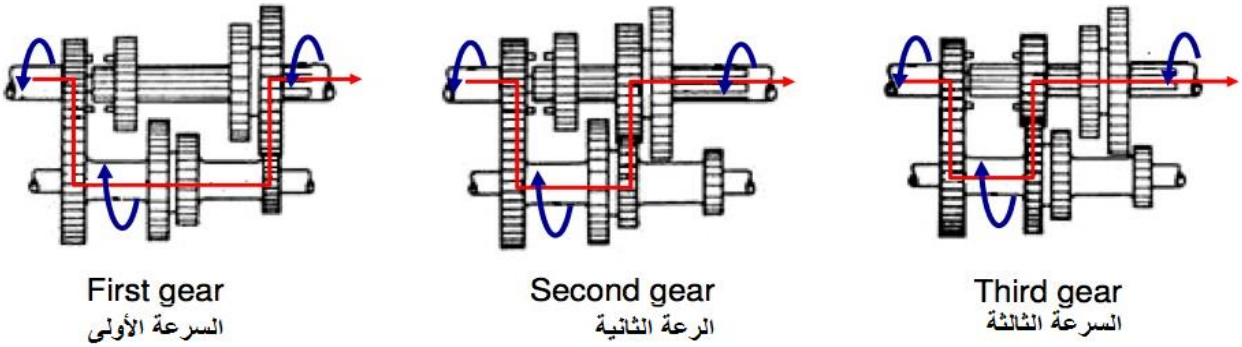
شكل (D)

### ***السرعة الخلفية: -***




تنساب القدرة من عمود القابض الى مسنن رقم ١ ثم الى المسنن رقم ٢ على عمود الإدارة المقابل ثم الى المسننين رقم ١٠ و ١١ لعكس اتجاه الحركة ثم الى عمود الإدارة فالمحور الخلفي كما هو مبين بالشكل (E).

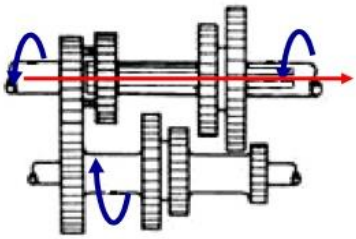
الشكل(E)



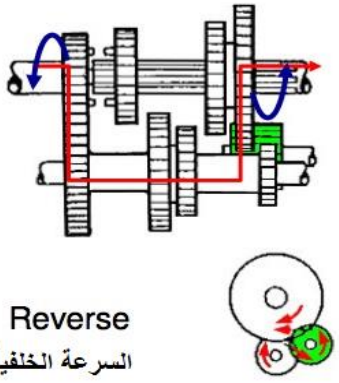
First gear
السرعة الأولى

Second gear
الرعة الثانية

Third gear
السرعة الثالثة



Fourth gear (dogged, 1:1)
السرعة الرابعة



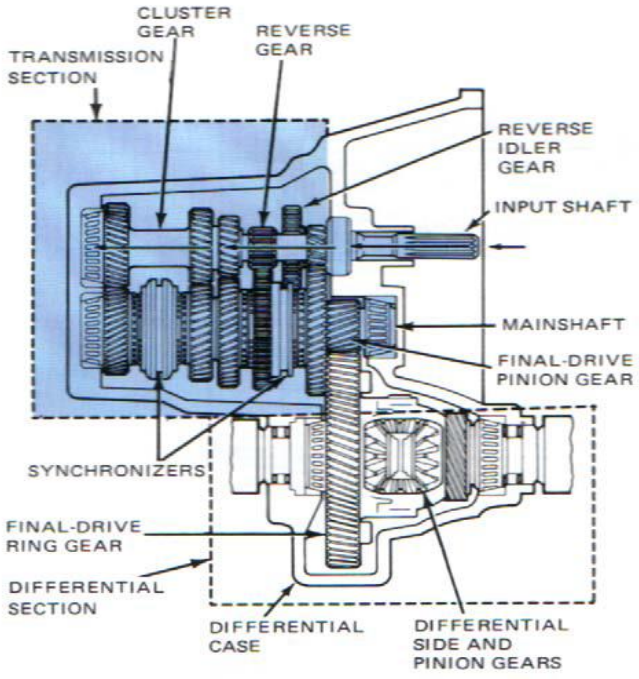
Reverse
السرعة الخلفية

Department Dep\Technical Institute of Al-Musaib

## ***تصميم صندوق التروس اليدوي المستعرض ( Manual Transaxle)***

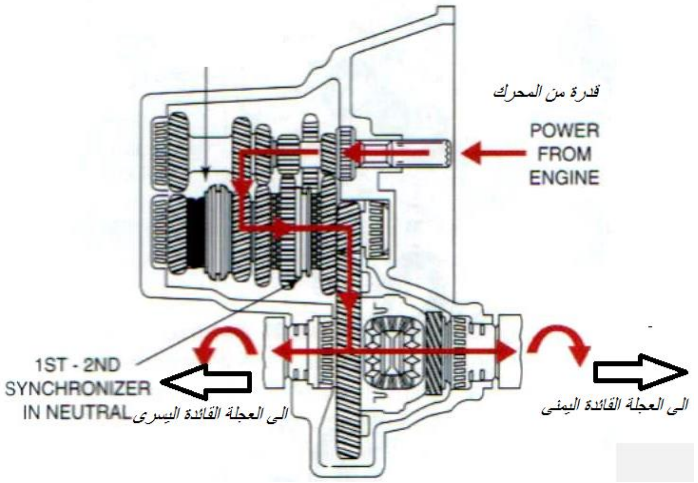
يحتوي صندوق التروس اليدوي المستعرض على عمودين منفصلين، أحدهما عمود الدخل (*input shaft*) والأخر عمود الخرج (*output shaft*). عمود الدخل هو عمود الإدارة *(Driving shaft* قائد)، أما عمود الخرج فهو العمود المقاد *(Driven shaft)*. وحدات التزامن توجد على العمودين وليس على عمود الخرج فقط.

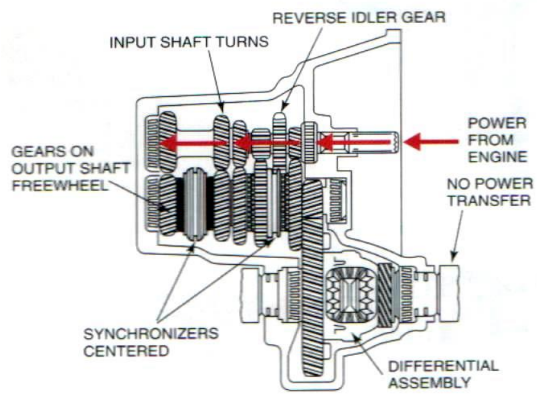
صندوق التروس اليدوي المستعرض عبارة عن تركيبة من جزئين، أحدهما يمثل صندوق التروس *(Transmission section)* والجزء الثاني يمثل محاور الإدارة ممثلة في علبة الإدارة النهائية (ترس التاج والتروس الفرقية) ويتم تجميعها كاملة في صندوق او جسم واحد يسمى صندوق التروس اليدوي المستعرض.




شكل يوضح الجزئين الرئيسيين لصندوق التروس اليدوي المستعرض

ترس البنيون (*Pinion gear*) يتم تثبيته على نهاية عمود البنيون *(Pinion shaft)* ويكون في حالة تعشيق دائم مع الترس الحلقي (*Ring gear*) لعلبة الإدارة النهائية، حيث ان ترس البنيون جزء من عمود البنيون فإنه يجب ان يدور عندما يدور العمود. مع دوران ترس البنيون ينتقل عزم المحرك خلال الترس الحلقي ومجموعة التروس الفرقية الى أعمدة الإدارة ثم الى العجلات القائدة.



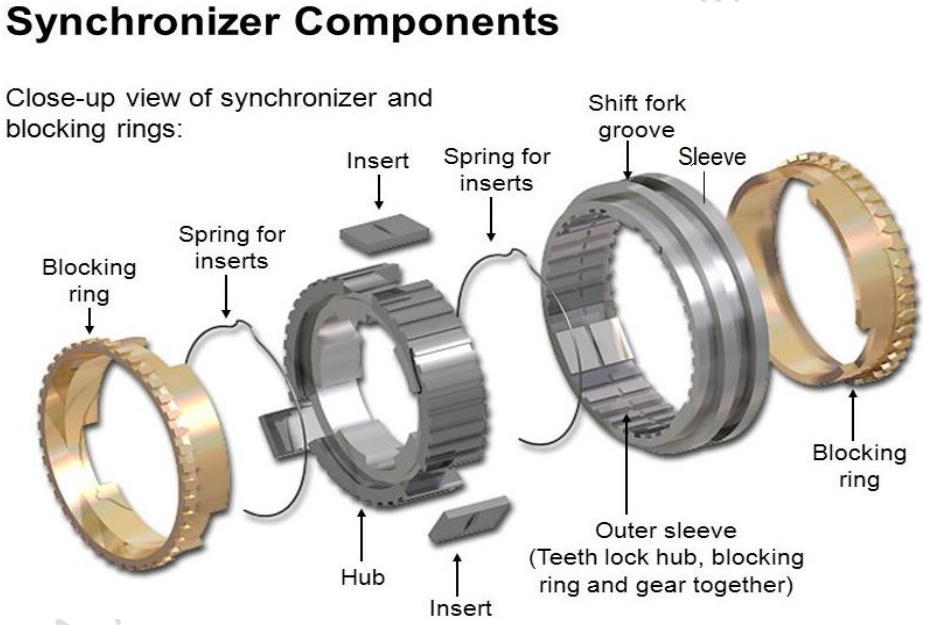

شكل يوضح مسار القدرة في صندوق التروس اليدوي المستعرض

## *وحدات التزامن (Synchronizers)*

تستخدم وحدات التزامن في صناديق التروس اليدوية من أجل منع اصطدام التروس مع بعضها أثناء عملية التعشيق، وذلك بضمان تساوي سرعة جلبة التعشيق وسرعة الترس الذي سيتم تعشيقه وحتى يتم التعشيق بهدوء دون حدوث ضوضاء.

### *١ ـ تصميم وحدة التزامن (Synchronizer Design)*

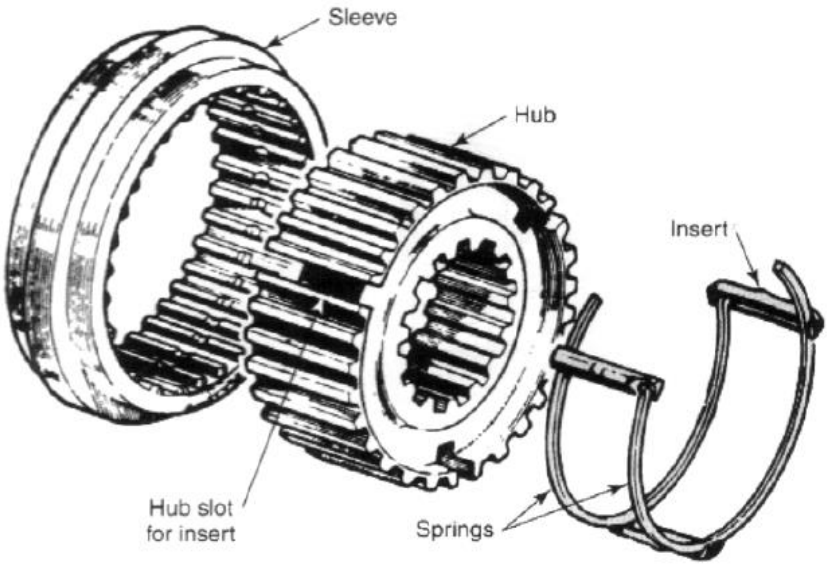
وحدات التزامن في صناديق التروس اليدوية والموضحة بالشكل رقم (١) ادناه، تشتمل على عدة أجزاء لتسهيل اداء مهمتها في عملية التعشيق الهادئ، حيث تشتمل على حلقتي تعشيق(*Blocking rings*) ذات أسطح مخروطية داخلية (*Cone*) وثلاثة خوابير(*inserts or keys*) لها مجار(*Slots*) في صرة وحدة التزامن (*Hub*). الصرة ذات مراود (*Splines*) داخلية مماثلة لمراود العمود الرئيسي (عمود الخرج *output shaft*)، كما تحتوي على مراود خارجية مماثلة لتلك الموجودة داخل جلبة التعشيق (*Sleeve*). هناك ايضاً زوج من النوابض الحلقية (*insert spring*) للتأثير بقوة خفيفة الى الخارج على الخوابير. السطح الخارجي لجلبة التعشيق يحتوي على تجويف حلقي (*Groove*) يتناسب مع شوكة التعشيق، حتى يمكن تحريك وحدة التزامن على العمود الرئيسي لاختيار التعشيقة المناسبة.




شكل رقم (١) أجزاء وحدة التزامن

يوضح الشكل رقم (٢) جلبة التعشيق وصرة التعشيق والنوابض الحلقية وعلاقة أسطحها ببعض. التروس الموجودة على العمود الرئيسي يتم تجهيزها بأسطح تتناسب مع تلك الموجودة في وحدات التزامن حيث تلتقي هذه الأسطح أثناء عملية التعشيق لإتمام ذلك بسهولة ويسر. يحتوي كل ترس على سطح مخروطي (*cone surface*) ومسنن خارجي (*gear clutch teeth*)، وهي أسطح لا ترتبط بجسم الترس ذي عدد الأسنان المصمم بها كما موضح بالشكل (٣).

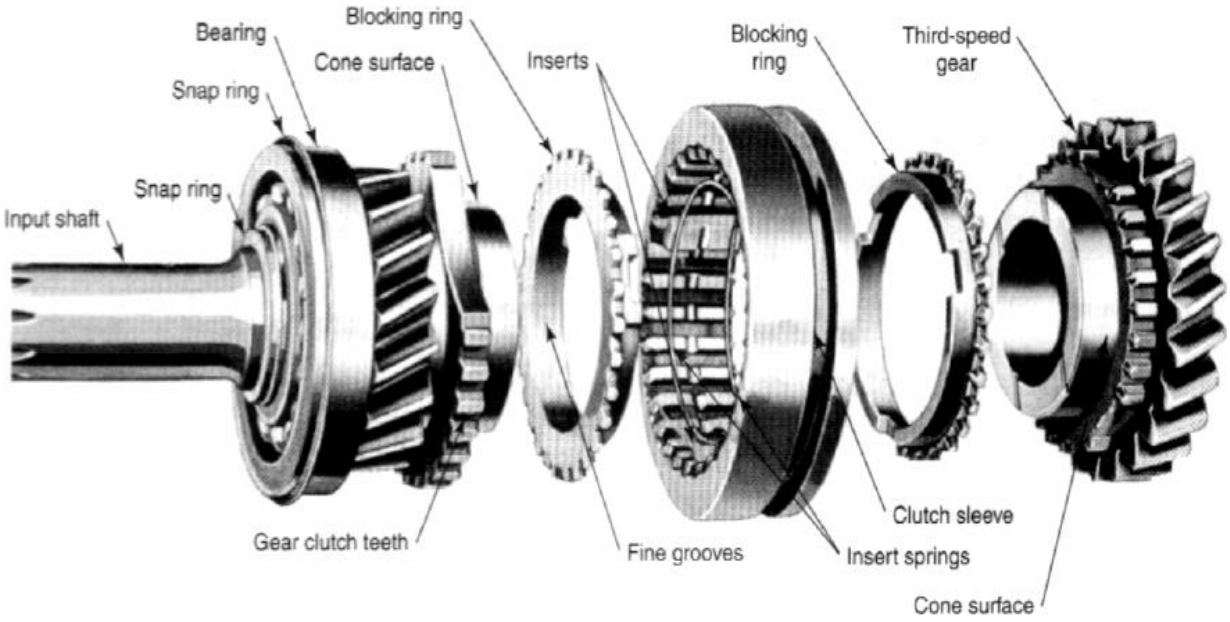
وحدة التزامن تعمل مع ترسين كل ترس من جهة (للحصول على تعشيقتين)، وتختلف وحدة التزامن التي تعمل مع ترس الدخل من جهة ومع ترس آخر من الجهة الأخرى عن تلك الوحدات التي تعمل مع ترسين متماثلين في الأسطح المخروطية والمسنن الخارجي من الجهتين.




Synchronizer Sleeve

The outside of the sleeve is also grooved to accept the shift fork

شكل(٢) جلبة التعشيق وصرة التعشيق والنوابض الحلقية في وحدة التزامن




شكل (٣) تناسب أسطح وحدة التزامن مع أسطح التروس التي سيتم تعشيقها

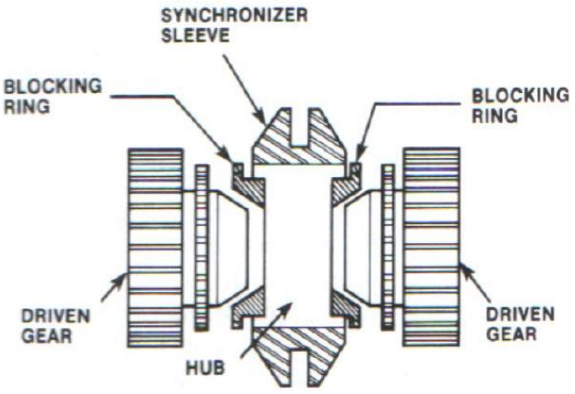
يتم وضع وحدة تزامن بين الترس الأول والثاني ووحدة أخرى بين الثالث والرابع. إذا كانت هناك تعشيقة خاصة، يتم الاستعانة ايضاً بوحدة تزامن. التعشيقة الخلفية عادة لا تحتاج الى وحدة تزامن حيث يتم التعشيق والسيارة متوقفة، لكن بعض الشركات المصنعة قد تستعين بوحدة تزامن في هذه التعشيقة.

## ٢ـعمل وحدة التزامن (Synchronizer Operation)

تتم عملية التشيق على ثلاث مراحل هي: -

### ١ـالدوران المحايد (Synchronizer in neutral)

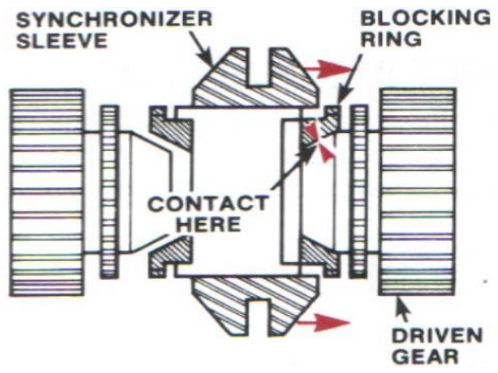
في وضع الدوران المحايد (الشكل A) تكون جلبة التشيق في وضع السكون ولا يكون هناك اي تلامس بين جسم وحدة التزامن والأسطح المخروطية لأي من الترسين في الجهتين.




شكل A: وضع الدوران المحايد لوحدة التزامن

### ٢ـوضع التزامن (Synchronizer action)

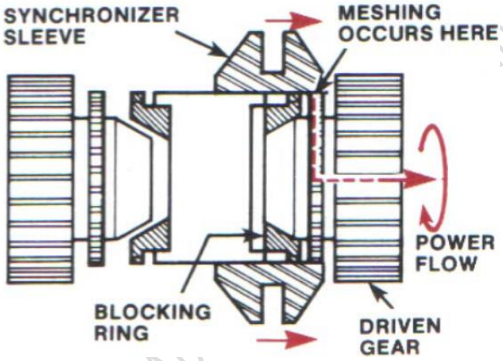
في وضع التزامن (الشكل B)، تنزلق جلبة التشيق على الصرة حاملة معها الخوابير الثلاثة التي تركب على حلقة التشيق وتدفعها في اتجاه الترس المراد تشيقه، مما يجعل السطح المخروطي للحلقة يلامس مثيله في الترس. الاحتكاك بين الأسطح المخروطية لحلقة التشيق والترس يجعلهما يبدآن في الدوران معاً بنفس السرعة، ويسمى ذلك بالدوران التزامني (*Synchronous rotation*).



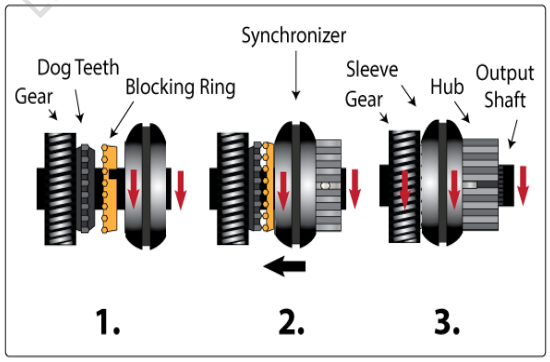

شكلB: وضع التزامن لوحدة التزامن

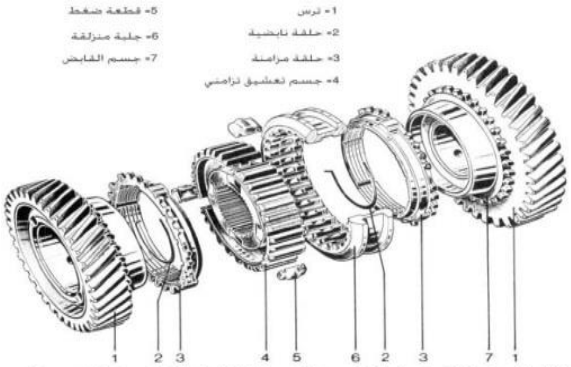
### ٣ـوضع إتمام التشيق (Synchronizer complete shift)

في وضع إتمام التشيق (شكل C)، عندما يدور المسنن الخارجي لكل من حلقة التشيق والترس عند نفس السرعة، تنزلق جلبة التشيق عليهما وتتداخل اسنان مسننها الداخلي مع هذه المسننات ويحدث شبك لكافة المسننات مع بعضها وبذلك يتم التشيق.
عند إتمام التشيق تدور وحدة التزامن والترس بنفس سرعة الدوران.
عند اتمام التشيق تسري القدرة المنقولة خلال صندوق التروس من الترس المعشق خلال جلبة تشيق وحدة التزامن والصرة إلى العمود الرئيسي (عمود الخرج). نفس الخطوات السابقة تتم مع كل ترس يراد تشيقه.




شكل C: وضع إتمام التشيق لوحدة التزامن




نظام المزامنة الاحتجازية B من زد إف – ZF (الأجزاء التركيبية للتجهيزة)

## آليات تغيير التشيق (Gearshift Mechanisms)

يستخدم العديد من آليات اختيار التعشيقات (جميع آليات اختيار التعشيقات لها نفس أساسيات العمل) لتوصيل ذراع اختيار التعشيقة (*Gearshift lever*) مع صناديق التروس.

إتمام التعشيقة يحتاج الى حركتين لذراع اختيار التعشيقة. الحركة الأولى للذراع هي لاختيار شوكة التعشيق (*shift fork*) ووحدة التزامن (*Synchronizer*) المناسبة للتعشيقة المراد إتمامها، أما الحركة الثانية فهي تجعل شوكة التعشيق تحرك وحدة التزامن فينتج عن الحركتين الحصول على التعشيقة.

## ١ـوصلات اختيار التعشيقة (Gearshift Linkages)

وصلات اختيار التعشيقة (وصلات التعشيق) في صناديق التروس اليدوية تنقسم الى نوعين من الوصلات، هي: -

**١ـوصلات خارجية(*External linkages*) ، من مكان قيادة السيارة الى جسم صندوق التروس.**

**٢ـوصلات داخلية(*Internal linkages*) ، توجد داخل صندوق التروس نفسه.**

### ١ـالوصلات الخارجية لاختيار التعشيقة (*External Gearshift Linkage*)

الوصلات الخارجية لاختيار التعشيقة يقصد بها تلك الوصلات التي تبدأ من ذراع (عصا) اختيار التعشيقة (Gearshift Lever) الذي يستخدمه قائد السيارة وتنتهي عند السطح الخارجي لصندوق التروس اليدوي، حيث يبدأ عندها تشغيل الوصلات الداخلية لاختيار التعشيقة.

يعتمد شكل وطول الوصلات الخارجية لاختيار التعشيقات في صناديق التروس على مكان ذراع اختيار التعشيقة (العصا Gearshift Lever) المستخدم من قبل قائد السيارة.

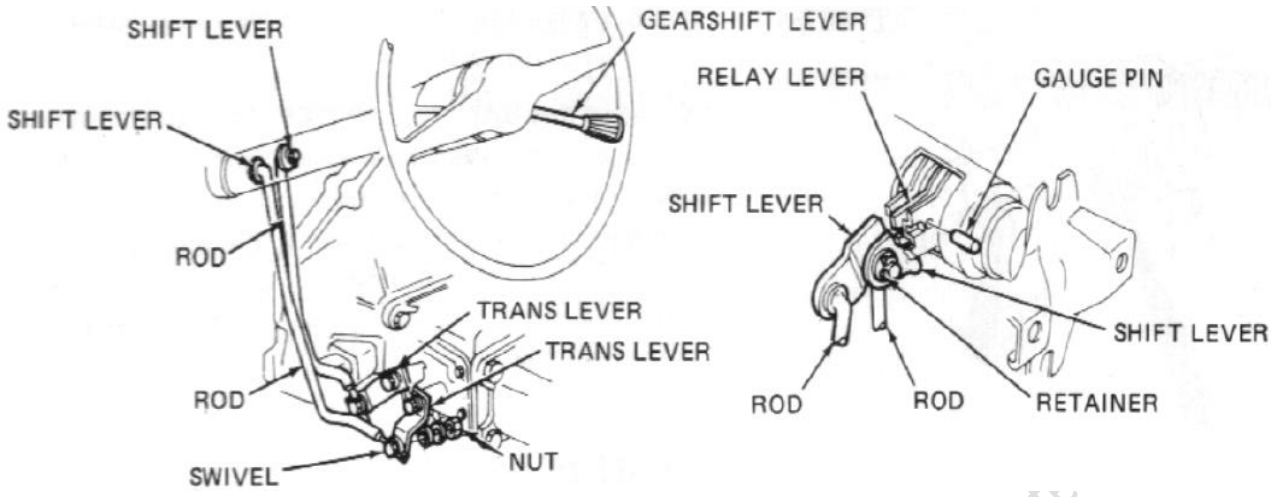
يمكن أن يوجد ذراع اختيار التعشيقة في أحد الأماكن التالية الى يمين قائد السيارة (يمكن ان يقع ذراع اختيار التعشيقة الى يسار قائد المركبة وذلك بحسب نظام القيادة السائد في البلد الذي تستخدم فيه المركبة).

**١ـعلى عمود التوجيه (*On Steering Column*) (شكل ١).**

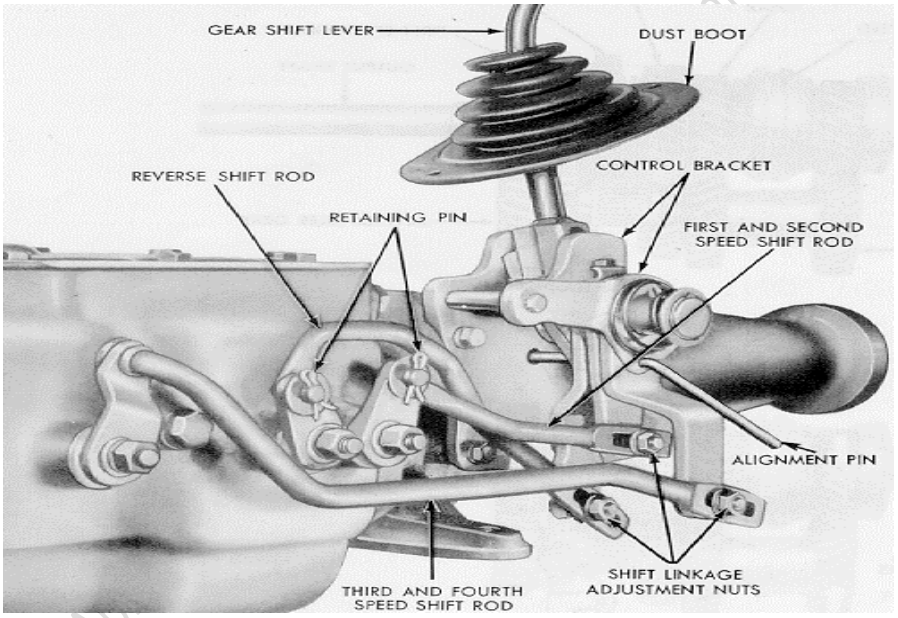
**٢ـعلى أرضية السيارة (*On the Car Floor*) (شكل٢).**

الوصلات من ذراع اختيار التعشيقة الى جسم صندوق التروس اليدوي قد تكون عبارة عن مجموعة اعمدة (*rods*) وقد تكون مجموعة من الكابلات (Cables).

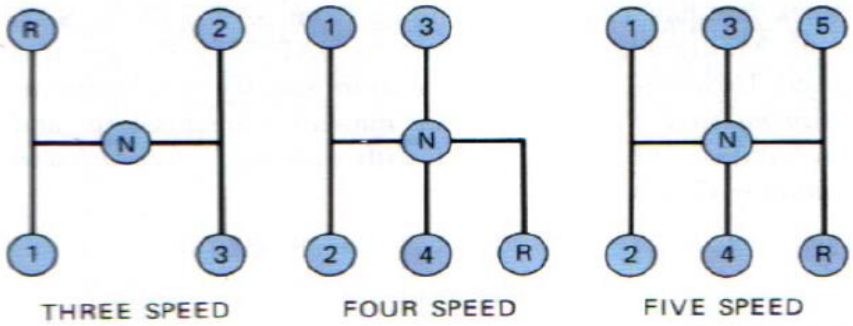
Lecturer: Abbas. A. Abbas/Machines&Equipment Dept/Technical Institute of Al-Mussaib




شكل ١: ذراع اختيار التعشيقة على عمود التوجيه (وصلات نقل الحركة عبارة عن أعمدة)



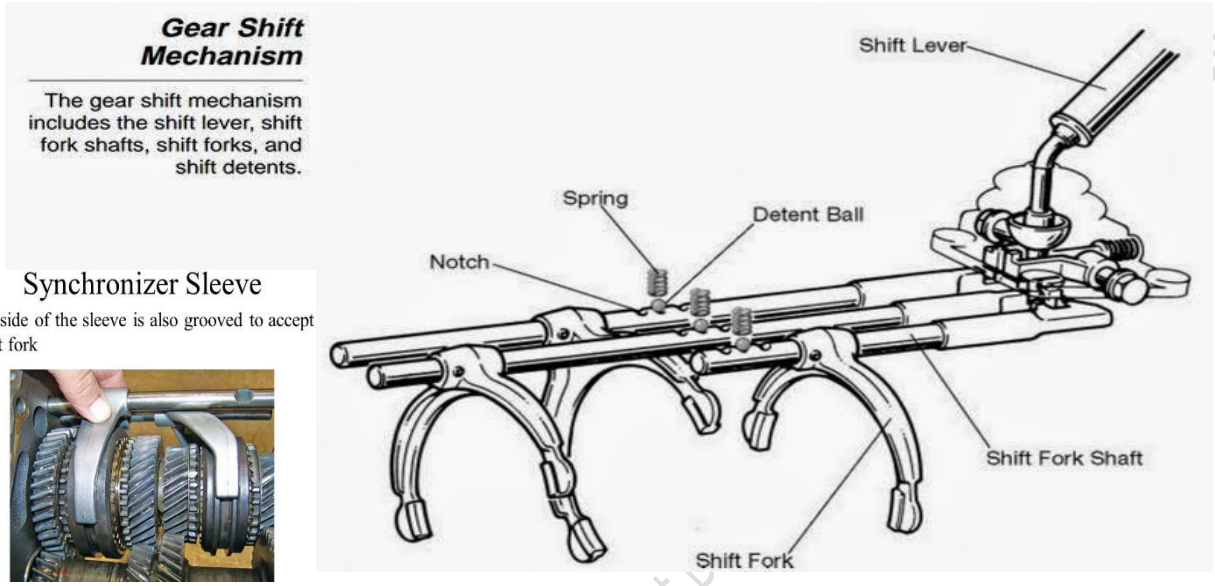

شكل ٢ : ذراع اختيار التعشيقة على ارضية السيارة ( وصلات نقل الحركة عبارة عن اعمده)




شكل ٣ : الاوضاع المختلفة لتحريك ذراع اختيار التعشيقة بحسب عدد السرعات

### ٢-الوصلات الداخلية لاختيار التعشيقة (*Internal Gearshift Linking*)

يوضح الشكل رقم ٤ الأجزاء الأساسية للوصلات الداخلية لاختيار التعشيقة مجمعة لأحد صناديق التروس اليدوية، وهي عبارة عن قضبان التعشيق (*shift rails*) مثبت عليها شوكات التعشيق (shift forks). تحتوي كافة تصميمات الوصلات الداخلية لاختيار التعشيقة على نظام لمنع ازدواجية التعشيق في صندوق التروس اليدوي، وكذلك نظام لمنع إفلات التعشيقة التي تم اختيارها وثباتها لحين تغييرها.




شكل٤ : الأجزاء الاساسية للوصلات الداخلية لأختيار التعشيقة

## *الأنظمة الكهربائية لصندوق التروس اليدوي (Manual-Transmission Electrical Systems)*

### ١-مبين سرعة السيارة (Speedometer)

في معظم السيارات يتم تشغيل مبين السرعة بواسطة زوج من التروس، أحد هذه التروس يتم تركيبه على العمود الرئيسي (عمود الخرج) لصندوق التروس اليدوي، والترس الآخر يتم تركيبه على نهاية كيبل مبين السرعة (*drive cable*) ويتم ربطه في جسم صندوق التروس ليعشق مع ترس مبين السرعة على العمود الرئيسي لصندوق التروس. الطرف الآخر لكيبل مبين السرعة يتم توصيله مع تركيبة عبارة عن مغناطيس في تجويف أسطواني معدني موصل بإبرة مبين السرعة، التي تبين سرعة السيارة على العداد الموجود في لوحة العدادات امام السائق).

هذا النوع من المبينات يمكن اعتباره من النوع الميكانيكي.

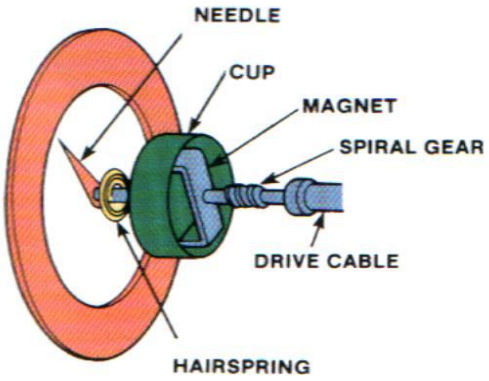
النوع الآخر من مبينات سرعة السيارة عبارة عن مبين سرعة كهربائي (كما مبين في الشكل٢)، ويستخدم في العديد من السيارات الحديثة ويعمل بتقنية رقمية (شاشة الكترونية) (Digital) ، او عن طريق مؤشر(analog).

ويوجد العديد من التصميمات الخاصة بمبين السرعة الكهربائي، واحد هذه التصميمات مبين بالشكل ٢، يستقبل البيانات الخاصة بالسرعة من حساس سرعة السيارة المثبت على صندوق التروس اليدوي. يمكن تسجيل عدد

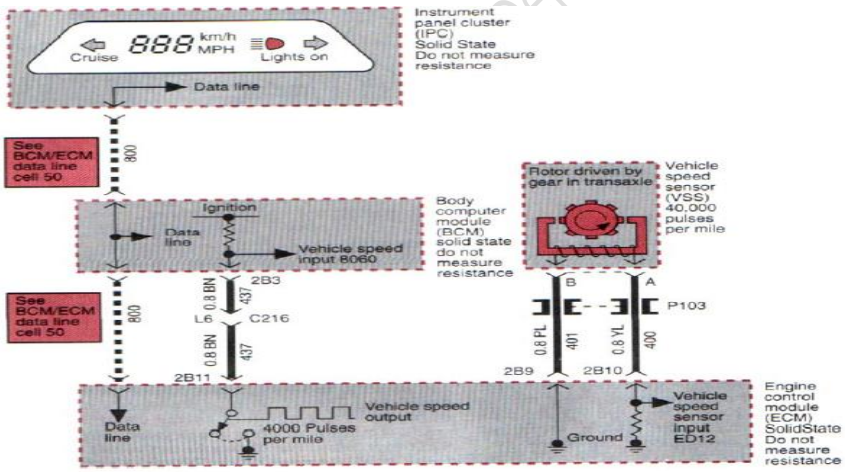
Lecturer: Abbas A. Abbas | Machines &Equipment Department

الكيلومترات التي تقطعها السيارة عن طريق مسجل الكيلومترات(*Odometer*) ويعمل بصورة رقمية او عن طريق عداد مسنن ارقام وهو النوع التقليدي. يعمل عداد الكيلومترات اما ميكانيكياً او كهربائياً كما في مبين السرعة.

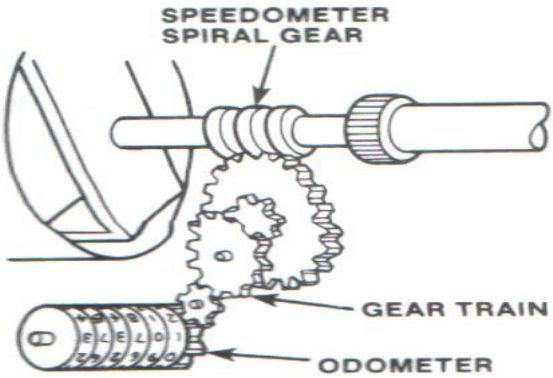
يوضح الشكل٣، أحد مسجلات الكيلومترات، ويتم توصيل مسجل الكيلومترات عن طريق مجموعة مسننات متصلا بالترس الحلزوني الموجود على النهاية المغناطيسية لكيبل السرعة.




شكل١: الصورة على اليسار تبين موقع ترس مبين سرعة السيارة على العمود الرئيسي لصندوق التروس، الصورة على اليمين تبين توصيل كيبل مبين سرعة السيارة مع لوحة العدادات.




شكل٢: مبين سرعة السيارة الكهربائي (نوع رقمي Digital)



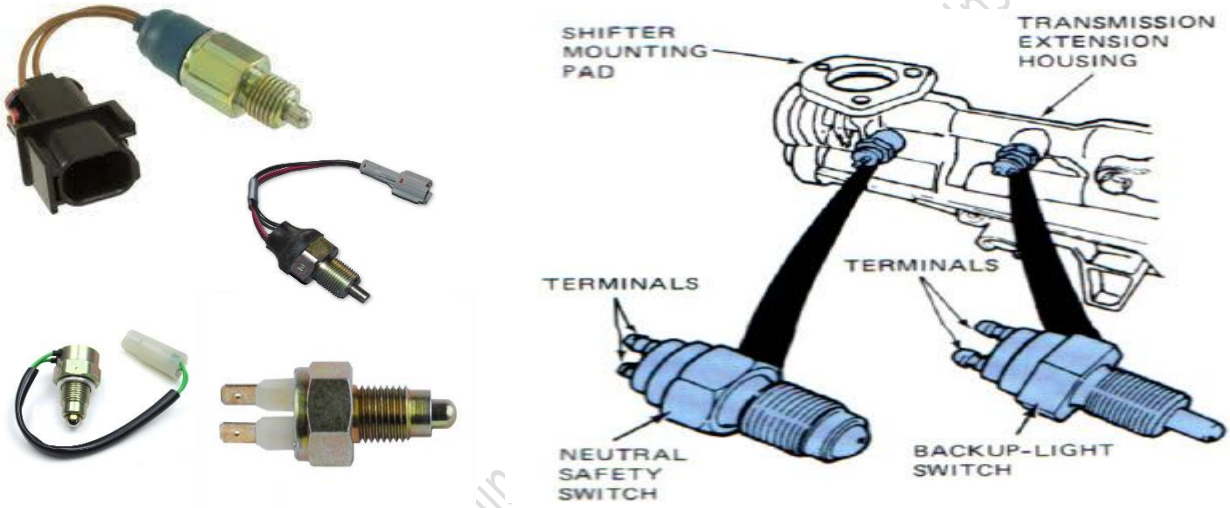

شكل٣: مسجل الكيلومترات المقطوعة

### ٢-مفتاح مصباح تحذير الرجوع الى الخلف(*Reverse lamp switch*)

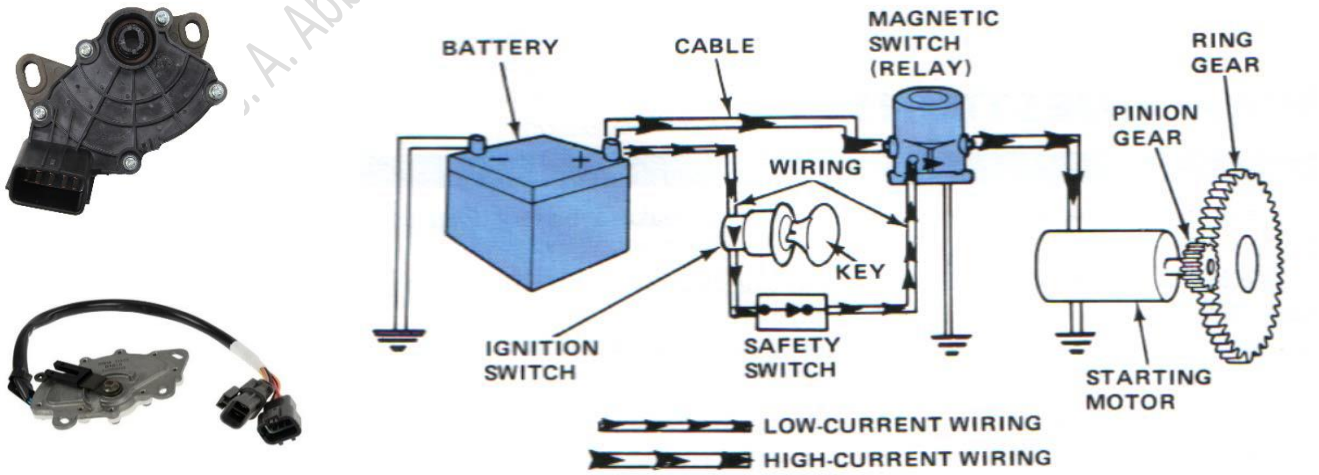
يتم تثبيت مفتاح مصباح تحذير الرجوع للخلف على الجزء الخلفي من جسم صندوق التروس اليدوي كما مبين في الشكل٤، ويعمل على غلق وفتح الدائرة الكهربائية لمصباح تحذير الرجوع الى الخلف لتحذير السيارات القادمة من الخلف اثناء الرجوع.

### ٣-مفتاح أمان وضع الحياد (Neutral-*Safety Switch*)

يتم تثبيت مفتاح أمان وضع الحياد في الجزء الخلفي من جسم صندوق التروس، كما مبين في الشكل ٤. تحتوي دائرة التحكم (*Control Circuit*) في نظام بدء إدارة محرك السيارة (Starting System) على مفتاح أمان (*safety Switch*)، يطلق عليه مفتاح أمان وضع الحياد Natural Safety Switch). في بعض السيارات التي تحتوي على صندوق تروس يدوي، لا تتم إدارة المحرك إلا إذا كان ذراع اختيار التعشيقة في وضع الحياد، لان ذلك يغلق مفتاح أمان وضع الحياد وتكتمل دائرة المرحل (*Relay*) أو المفتاح المغناطيسي (*Solenoid*) كما مبين في الشكل ٥، وتتم إدارة محرك السيارة.




شكل ٤ :أماكن تثبيت مفتاح مصباح تحذير الرجوع ومفتاح امان وضع الحياد في صندوق التروس اليدوي




شكل٥ : مفتاح أمان وضع الحياد ضمن دائرة بدء ادارة المحرك

## ***تزييت صندوق التروس اليدوي (Manual Transmission Lubrication)***

١-أهمية وسيط التزييت ووظيفته

في صناديق التروس اليدوية، الأجزاء المعدنية المتحركة يجب ان لا تتلامس مع بعضها، ويتم ذلك عن طريق غشاء رقيق من وسيط التزييت (Thin Film of Lubricant) فيما بينهما لمنع التآكل الشديد والانهيار المبكر. عند تعشيق تروس مع بعضها، يحدث بين أسطح أسنانها انزلاق ومسح مما يسبب احتكاكاً (*Friction*)وتتولد حرارة. بدون عملية التزييت، فإن أسطح هذه الأسنان سوف تتآكل بسرعة ويحدث انهيار لهذه الأسنان. التزييت يولد غشاء (*Fluid Film*)بين الأسطح المحتكة، مما يمنع تلامس معدن مع معدن. صناديق التروس في السيارة تحتوي على نوع من وسائط التزييت (*Lubricant*)أو زيت تروس(*Gear oil*) بداخلها.

زيت التزييت في صندوق التروس اليدوية يؤدي خمس وظائف هي: -

١-يقوم بتزييت التروس والمحامل لمنع التآكل.

٢-يقلل الاحتكاك والفقد داخل صندوق التروس.

٣-يعمل على وقاية الأجزاء الداخلية لصندوق التروس من الصدأ والتأكسد.

٤-يزيل نواتج التآكل بين الأسطح المعدنية المحتكة.

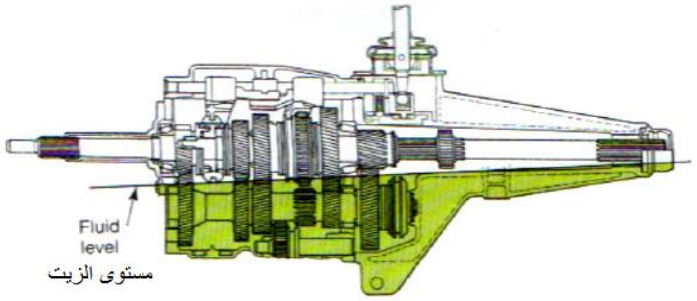
٥-يساعد على تبريد التروس والمحامل.

الى جانب هذه الوظائف الخمس لزيت التزييت، فإنه يعمل على تقليل الضوضاء الصادرة من صندوق التروس اليدوي.

زيوت التروس المستخدمة في صناديق التروس اليدوية والشاحنات الخفيفة لها تصنيف كالتالي: -

SAE75W, 75-80W, 80-90W, 85-90W, 90 or 140 ، الرقم الكبير يعني زيتاً سميكاً(ثقيل) او ذو لزوجة عالية. النوعان الأكثر شيوعآ في الأستخدام هي 90او 140 واحياناً يستخدم زيت صناديق التروس الأوتوماتيكية.

بصفة عامة عند مليء صندوق التروس، يجب استخدام نوع الزيت الموصى به من قبل الشركة المصنعة وبحسب المواصفات المنصوص عليها والألتزام بمنسوب الزيت (Oil Level) (الشكل ١)، ويتم المليء والسيارة متوقفة على مستوى أفقي تماماً الى أن يبدأ الزيت بالخروج من فتحة المليء بعد ذلك يتم اغلاق الفتحة.




شكل١: مستوى الزيت داخل صندوق التروس

Lecturer:Abbas A. Abbas|Machines&Equipment Dept|Technical Institute of Al-Mussaib

٢-مواصفات زيت صندوق التروس

يتم استخدام زيت ذو لزوجة مرتفعة، وذلك ليعمل على تكوين طبقة من الزيت بين الاجزاء المحتكة لتقليل الاحتكاك ومنع التآكل ولتبريد هذه القطع، ويجب أن يحتفظ الزيت بلزوجته ويقاوم تكوين المواد الرغوية، ويجب ان يكون هذا الزيت حسب المواصفات التي اوصى بها المنتج، وغالباً ما يستخدم زيت من عيار SAE90، ويتم فحص وتفقد هذا الزيت بعد ان تقطع السيارة مسافة ١٠٠٠٠ كم أو حسب توصيات وتعليمات المنتج.

وفي المركبات الحديثة تستخدم أنواع زيوت متعددة درجات اللزوجة، ويتم استبدال هذا الزيت بعد ان تقطع السيارة مسافة معينة يحددها منتج المركبة، والجدول التالي يبين بعض انواع الزيوت المستخدمة ودرجاتها.

| زيوت نقل حركه | الوحدات | عيارات | SAE |
|---|---|---|---|
| الكثافة عند ١٥ درجة مئويه | kg/m٣ | ٩٠ | ١٤٠ |
| اللزوجة عند ٤٠ درجة مئويه | mm٢/s | ٢٠٧ | ٥٠٠ |
| اللزوجة عند ١٠٠ درجه مئويه | mm٢/s | ١٨ | ٣٢ |
| معامل اللزوجة | ----- | ٩٥ | ٩٥ |
| درجة الوميض | c | ٢٠٣ | ٢٨٠ |
| درجة الأنسكاب | c | ٩- | ٩- |

Lecturer:Abbas. A. Abbas\Mu... Institute of Al Mussaib

## ***تشخيص اعطال صندوق التروس وطرق إصلاحها***

| العوارض (نوع العطل) | الأسباب | الفحص والعلاج |
|---|---|---|
| ١- صعوبة التعشيق عند كل السرعات. | ١- لا يوجد زيت في صندوق التروس .<br>٢- الحركة الحرة للدواسة.<br>٣- إهتراء وتآكل القابض.<br>٤- خلل في الروافع او الشوكة.<br>٥- خلل في الروافع. | ١- إضافة زيت لصندوق التروس.<br>٢- ضبط الحركة الحرة للدواسة.<br>٣- إستبدال القابض.<br>٤- ضبط الروافع او الشوكة او استبدالها.<br>٥- ضبط او استبدال الروافع. |
| ٢- حدوث اصوات عند السرعة العالية. | ١- تلف المحامل (البولبيرنك).<br>٢- حدوث خلل في المجموعة التوافقية.<br>٣- حدوث خلل في ترس مبين السرعة. | ١- إستبدال المحامل التالفة.<br>٢- أستبدال المجموعة التوافقية.<br>٣- إستبدال الترس التالف. |
| ٣- حدوث اصوات عند كل السرعات. | ١- نقص زيت صندوق السرعات.<br>٢- تآكل في المحامل.<br>٣- تآكل في التروس.<br>٤- فراغ في نهاية العمود القائد. | ١- إضافة الزيت.<br>٢- إستبدال المحامل التالفة.<br>٣- إستبدال التروس المتآكلة.<br>٤- تغيير نهاية الاعمدة. |
| ٤- حدوث اصوات عند السرعة الثانية والثالثة. | ١- تآكل في محامل الاعمدة.<br>٢- تآكل الاجهزة التوافقية.<br>٣- تآكل في مسننات السرعة الثانية والثالثة. | ١- إستبدال المحامل التالفة.<br>٢- إستبدال الاجهزة التوافقية.<br>٣- إستبدال المسننات المتآكلة |
| ٥- حدوث أصوات عند السرعة الخلفية. | ١- تآكل في شوكة التعشيق للخلف.<br>٢- تآكل ترس التعشيق الخلفي. | ١- إستبدال الاجزاء التالفة.<br>٢- إستبدال الترس. |

Lecturer:Abbas. A. Abbas Machines &Equipment Dept Technical Institute of Al-Musaib

| العوارض (نوع العطل) | الاسباب | الفحص والعلاج |
|---|---|---|
| ٦- ظهور صوت في صندوق التروس. | ١- لزوجة الزيت غير صحيحة او عدم وجود الزيت الكافي.<br>٢- عدم استقامة صندوق التروس مع جهاز الفاصل(القابض).<br>٣- عدم تعشيق المسننات بصورة صحيحة بسبب الاستهلاك.<br>٤- استهلاك مساند المحور (البول بيرنك).<br>٥- رخاوة لوالب طبلة اتصال عمود الادارة(الكردان).<br>٦- عدم توازن القابض. | ١- استعمل الزيت الصحيح الى المستوى المطلوب.<br>٢- فحص وتصحيح استقامة صندوق التروس مع القابض.<br>٣- استبدل المسننات المستهلكة.<br>٤- استبدال المساند المستهلكة.<br>٥- التأكد من شد لوالب تثبيت الطبلة.<br>٦- فحص وتصحيح توازن القابض. |
| ٧- فك تعشيق المسننات تلقائياً | ١- استهلاك وحدة المزامنة.<br>٢- عدم انتظام استهلاك اسنان المسننات.<br>٣- عدم انتظام التعشيق بين المسننات بسبب استهلاك المساند. | ١- استبدال وحدة المزامنة.<br>٢- استبدال المسننات المستهلكة.<br>٣- استبدال المساند المستهلكة. |
| ٨- نضوح الزيت من صندوق التروس | ١- استهلاك مانعة تسرب الزيت لعمود الدخل اوعمود الخرج.<br>٢- كمية الزيت الموجودة اكثر من الحد المطلوب.<br>٣- رخاوة شد لوالب اغطية صندوق التروس. | ١- استبدال مانعات التسرب التالفة.<br>٢- افراغ الزيت الزائد.<br>٣- شد رخاوة اللوالب. |

Lecturer:Abbas. A. Abbas\Machines &Equipment Dept Technical Institute of Al-Musaib