الباب الرابع

4

نقل الحركة بالتروس

Transmission by Gears

تمهيد

يناقش هذا الباب التروس بأنواعها المختلفة ، والمستخدمة لنقل الحركة الدورانية بين الأعمدة المتوازية ، والمتعامدة ، والمتقاطعة ، وتحويل الحركة الدورانية للتروس إلى حركة مستقيمة.

ويتناول شرح لمجموعات تروس صناديق السرعات والتغذية بالآلات ذات القوابض ، ومجموعة التروس ذات الأسفين المنزلق ، ومجموعة تروس نورتون ، ومجموعات تروس عكس الحركة ..... وغيرها كل منها على حدة ، مع عرض العديد من الأشكال التوضيحية لهذه المجموعات ، بالإضافة إلى المعادلات والأمثلة المحلولة ذات العلاقة.

ويتعرض إلى مميزات وعيوب وسائل نقل الحركة بالتروس ، بالمقارنة مع وسائل نقل الحركة بالسيور.

التروس .. Gears

التروس هي عجلات ذات أسنان بإشكال خاصة ، وهى عناصر مكنية يستفاد منها في نقل عزم الدوران أو الحركة الدورانية مباشرة من عمود لآخر.

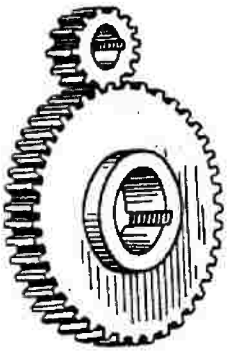
تتميز التروس بنقل الحركة الدورانية أو تحويلها إلى حركة مستقيمة خلال مسافات قصيرة، دون فقد في السرعة وذلك لعدم وجود إنزلاق مثل الذي يحدث بالسيور مع بكراتها.

أنواع التروس : Types of gears

توجد أنواع متعددة من التروس التي يختلف إستخدام كل منها عن الآخر بإختلاف شكل أسنانها .. فيما يلي عرض لأنواع التروس المختلفة كل منها على حدة

1ـ التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) : Spur gears

التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) الموضحة بشكل 4 – 1 ، أسنانها مستقيمة وموازية لمحورها ، وتعتبر هذه التروس من أكثر أنواع التروس إنتشاراً في نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية ، عندما تكون هذه الأعمدة قريبة نسبياً من بعضها البعض.



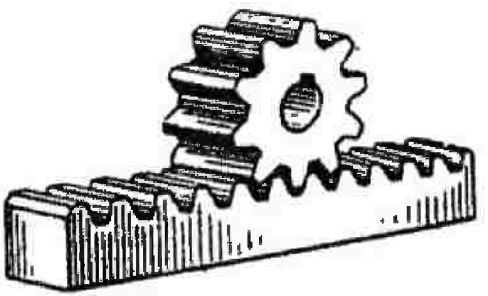
شكل 4 – 1

التروس ذات الأسنان المستقيمة

2ـ التروس ذات الأسنان المستقيمة والجريدة المسننة :

Rack and pinion

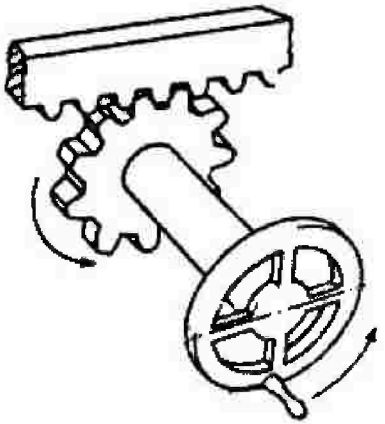
تستعمل التروس ذات الأسنان المستقيمة (التروس العدلة) مع الجريدة المسننة الموضحة بشكل 4 – 2 ، في تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة والعكس.



شكل 4 – 2

ترس ذو أسنان مستقيمة مع جريدة مسننة

أقرب مثال لذلك هي عربة المخرطة التي تتحرك على الفرش ، نتيجة لدوران ترس (عدل) على الجريدة المسننة المثبتة بأسفل الفرش مباشرة كما هو موضح بشكل

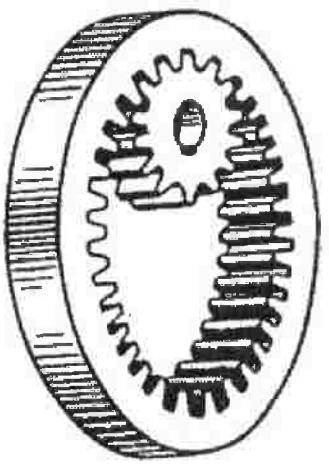


شكل 4 – 3

الحركة المستقيمة لعربة المخرطة

3ـ التروس ذات الأسنان المستقيمة الداخلية : Internal gears

تستخدم التروس ذات الأسنان المستقيمة (التروس العدلة) الداخلية الموضحة بشكل 4 – 4 ، في نقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتوازية ، عندما تكون المسافة بين محوريهما صغير جداً.



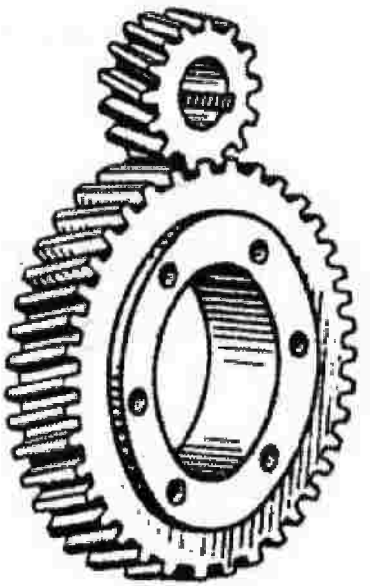
شكل 4 – 4

4ـ التروس ذات الأسنان المائلة : Helical gears

التروس ذات الأسنان المائلة الموضحة بشكل 4 – 5 ، أسنانها مائلة على محاورها بزاوية مناسبة

تستخدم هذه التروس فى نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية بصناديق تروس آلات القطع.

تتميز التروس ذات الأسنان المائلة بالمتانة والتعشيق السلس والتشغيل الهادئ الأكثر إنتظاماً والخالى من الاهتزازات ، من عيوبها هو وجود قوى دفع جانبية.



شكل 4 – 5

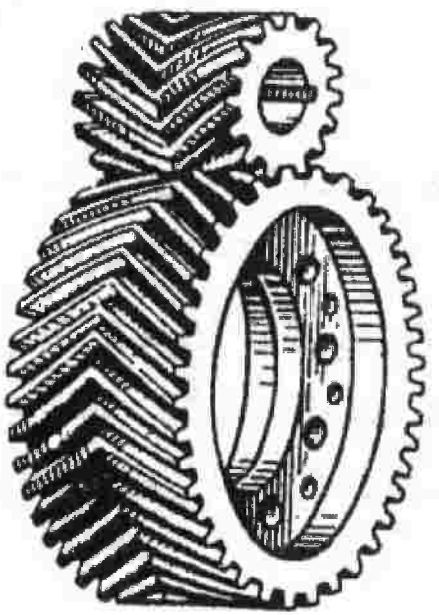
تروس ذات أسنان مائلة

5ـ التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة : Herringbone gears

التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة ، تحتوى كل منها على صفين من الأسنان المائلة المتلاصقة كما هو موضح بشكل 4 – 6 ، التروس مثبتة بالتعشيق الميكانيكي.

تستخدم التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة فى نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية للسرعات والقوى الكبيرة ، لذلك فهي تستخدم بكثرة فى صناديق الآلات ذات الخدمات الشاقة.

الغرض من ازدواج الأسنان المائلة هو امتصاص الضغط المحوري الواقع على الأعمدة (قوى الدفع الجانبية) ، ومنع نقله إلى المحامل.



شكل 4 – 6

تروس ذات أسنان مائلة مزدوجة

تتميز هذه التروس بالتعشيق السلس والتشغيل الهادئ الخالي من الاهتزازات بالإضافة إلى عدم وجود قوى دفع جانبية.

التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة :

Bevel gears with straight teeth

التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة الموضحة بشكل 4 – 7 ، هي تروس على هيئة مخروط ناقص ، سطحها مشكل بأسنان مستقيمة.

تستخدم هذه التروس عادة فى نقل الحركة الدائرية بين عمودين متعامدين .. أي بزاوية قدرها 90^0 ، كما تستخدم بين الأعمدة المتقاطعة ذات الزوايا الحادة والمنفرجة بشرط أن تكون محاور تماثلهما متقاطعين ويقعان فى مستوى واحد ، بحيث تطابق أسنان **التروس المعشقة.**

شكل 4 – 7

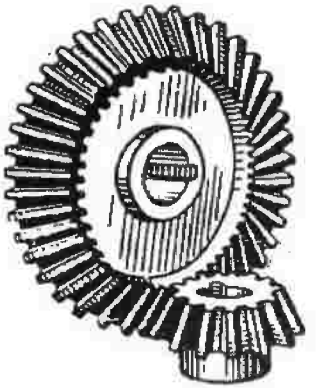
التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة

7ـ التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة :

Helical bevel gears

التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة الموضحة بشكل 4 – 8 ، هي تروس على هيئة مخروط ناقص ، سطحها مشكل بأسنان مائلة ، تستخدم هذه التروس فى نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتعامدة .. أي بزاوية قدرها 90^0 .

تتميز التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة بالتعشيق السل والتشغيل الهادئ.



شكل 4 – 8

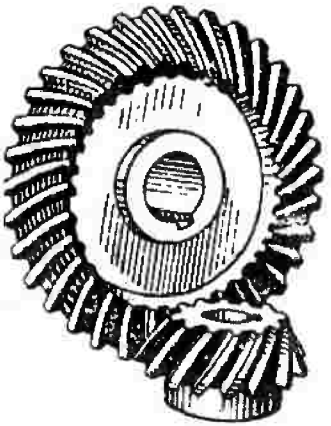
تروس مخروطية ذات أسنان مائلة

8ـ التروس المخروطية الحلزونية : Spiral bevel gears

التروس المخروطية الحلزونية الموضحة بشكل 4 – 9 هي تروس على هيئة مخروط ناقص ، سطحها مشكل بأسنان مقوسة (أسنانها على شكل قوس من دائرة).

تستخدم هذه التروس عادة فى نقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتعامدة للسرعات والقوى الكبيرة ، كما يمكن استخدامها فى نقل الحركة للأعمدة المتقاطعة ، بشرط تطابق أسنان التروس المعشقة.

تتميز هذه التروس بالمتانة والتعشيق السلس والتشغيل الهادئ دون أن تصدر ضجيجاً ، بالمقارنة مع التروس ذات الأسنان المستقيمة.



شكل 4 – 9

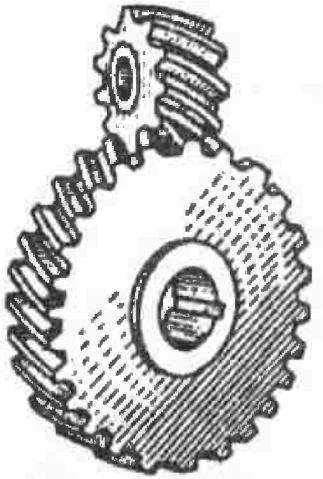
التروس المخروطية الحلزونية

9 - التروس الحلزونية المتعامدة : Crossed spiral gears

التروس الحلزونية المتعامدة الموضحة بشكل 4 – 10 ، هي تروس أسطوانية أقطارها الخارجية مشكلة بأسنان مقوسة (أسنانها على شكل قوس من دائرة).

تستخدم هذه التروس فى نقل الحركة الدائرية للقدرات الصغيرة بين الأعمدة المتعامدة.

من أهم عيوب التروس الحلزونية المتعامدة هو عض الأسنان ، لذلك يستخدم لتزليقها أثناء تشغيلها الزيوت العالية اللزوجة لتلافى العض.



شكل 4 – 10

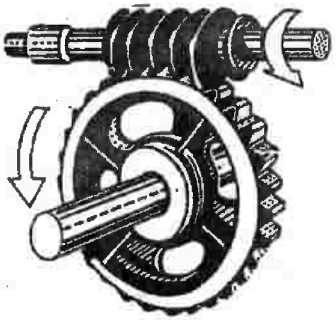
التروس الحلزونية المتعامدة

تعتبر التروس الحلزونية المتعامدة من مجموعات التروس القليلة الإنتشار لكثرة عيوبها ، بالإضافة إلى صغر عزم الدوران المنقول.

10ـ **الترس الدودي والعجلة الدودية** : Worm wheel and gear

يسمى الترس الدودي بالبريمة اللانهائية . يستخدم الترس الدودي والعجلة الدودية الموضحان بشكل 4 – 11 في نقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتعامد.

يستخدم الترس الدودي والعجلة الدودية عندما يتطلب الأمر الحصول على نسبة تخفيض كبيرة جداً في نقل الحركة.



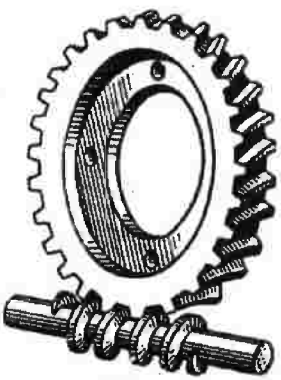
شكل 4 – 11

الترس الدودي والعجلة الدودية

عند دوران الترس الدودى دورة كاملة ، تتحرك العجلة الدودية بمقدار سنة واحدة فقط.

فإذا كان عدد أسنان العجلة الدودية 40 سنة ، فإنه يجب أن يتحرك التروس الدودي حركة دائرية مقدارها 40 دورة كاملة ، لكي تدور العجلة الدودية دورة واحدة فقط.

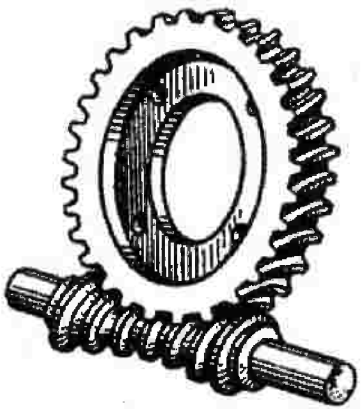
يمكن أن تكون العجلة الدودية ذات أسنان مستقيمة كالشكل السابق أو ذات أسنان مائلة كما هو موضح شكل 4 – 12 .



شكل 4 – 12

ترس دودى وعجلة دودية ذات أسنان مائلة

كما توجد تروس العجلة الدودية ذات أسنان مقوسة (مقعرة) ، والترس الدودي بشكل شبه كروي كما هو موضح بشكل 4 – 13 .. إلا أن هذه المجموعة قليلة الانتشار.



شكل 4 – 13

ترس دودي وعجلة دودية ذات أسنان مقوسة

مميزات نقل الحركة بالتروس الدودية :

Advantages of transmission by worm gears

تتميز مجموعة نقل الحركة بالتروس الدودية بالآتي :-

1. صغر حجمها.
2. إمكانية الحصول على نسبة كبيرة لنقل الحركة بين الأعمدة المتعادمة بأبعاد غير كبيرة نسبياً.
3. التشغيل الهادئ وبدون أن ضوضاء.
4. سهولة صيانتها.

عيوب نقل الحركة بالتروس الدودية :

Disadvantages of transmission by worm gears

من أهم عيوب مجموعة نقل الحركة بالتروس الدودية هو الآتي :-

1. الفقد الكبير في القدرة.
2. إنخفاض كفاءة أدائها لا يسمح بإستخدامها لنقل الأحمال الكبيرة.

مميزات وسائل نقل الحركة بالتروس:

Advantages of means of transmission by gears

تتميز وسائل نقل الحركة بالتروس بصفة عامة على وسائل نقل الحركة بالسيور بالآتي :-

1. صغر حجمها.
2. دقة نقل الحركة وعزم الدوران من عمود لآخر ، لعدم وجود الإنزلاق الذى يحدث بالسيور.
3. عدم وجود ضوضاء وخاصة بالسرعات العالية ، لدوران التروس داخل حمام زيتي.
4. سهولة صيانتها.

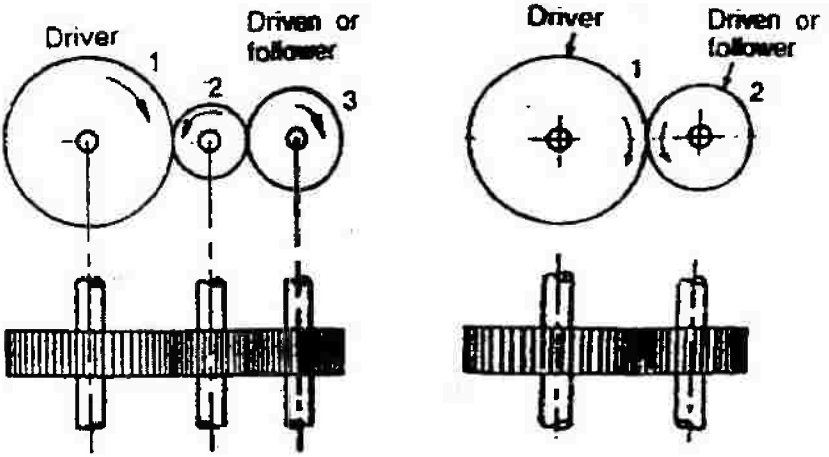
نقل الحركة بالتروس

Gears Transmission

تستخدم وسائل نقل الحركة بالتروس بين الأعمدة ذات المسافات القصيرة ، للحصول على نسبة نقل حركة أدق ، حيث يكون الانزلاق فى هذه الحالة غير موجود .. (بالمقارنة بوسائل نقل الحركة بالسيور).

عند نقل الحركة من ترس قائد إلى ترس منقاد كما هو موضح بشكل 4 – 14 (أ) ، ينعكس إتجاه دوران كل منهما عن الآخر ، وللحصول على إتجاه دوران الترس المنقاد فى نفس إتجاه دوران الترس القائد ، فإنه يجب إستخدام ترس وسيط بينهما بأى عدد من

الأسنان كما هو موضح بشكل 4 – 14 (ب) ، حيث لا تتغير فى هذه الحالة نسبة نقل الحركة بين الترس القائد والترس المنقاد عن الحالة الأولى.



شكل 4 – 14

نقل الحركة بالتروس البسيطة

(أ) نقل حركة بين ترس قائد وترس منقاد ، يكون اتجاه دوران كل منهما عكس الآخر

(ب) نقل حركة بين ترس قائد وترس منقاد بالإستعانة بترس وسيط ، يكون اتجاه دوران الترس المنقاد فى نفس إتجاه دوران الترس القائد.

ملاحظة :

لا يؤثر الترس الوسيط مهما كان عدد أسنانه على نسبة نقل الحركة ، وإنما يؤدي إلى تغيير إتجاه الدوران فقط.

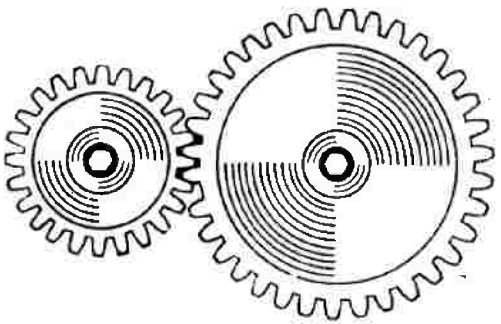
حسابات نقل الحركة بالتروس البسيطة

Calculations of Transmission
by simple gears

إذا تساوى عدد أسنان ترس قائد مع عدد أسنان ترس منقاد ، فإن السرعة المنقولة من الترس القائد إلى الترس المنقاد تكون متساوية أى بنسبة 1 : 1.

حيث يتناسب عدد أسنان الترس القائد مع عدد أسنان الترس المنقاد تناسباً عكسياً مع سرعة دورانهما.

يعبر عن نسبة نقل الحركة بالتروس البسيطة الموضحة بشكل 4 – 15 بالعلاقة التالية :-



شكل 4 – 15

نقل حركة بمجموعة تروس بسيطة

$$V_r = \frac{T_2}{T_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$T_1 * N_1 = T_2 * N_2$$

حيث:

V_r **نسبة نقل الحركة.**

T_1 **عدد أسنان الترس القائد.**

T_2 **عدد أسنان الترس المنقاد.**

N_1 **عدد لفات الترس القائد فى الدقيقة** .(r.p.m)

N_2 **عدد لفات الترس المنقاد فى الدقيقة** .(r.p.m)

مثال 1 :

إذا كان عدد أسنان ترس قائد 120 سنة وسرعة دورانه 240 r.p.m وعدد أسنان الترس المنقاد 40 سنة . أوجد سرعة دوران الترس المنقاد في الدقيقة ؟

الحل:

$$T_1 * N_1 = T_2 * N_2$$

$$120 * 240 = 40 * N_2$$

$$N_2 = \frac{120 * 240}{40} = 270 \text{ r.p.m}$$

مثال 2 :

إذا كان عدد أسنان ترس قائد 100 سنة وعدد أسنان الترس المنقاد 50 سنة وسرعته 600 r.p.m. . أوجد الآتي :-

(أ) سرعة دوران الترس القائد فى الدقيقة.

(ب) نسبة السرعة أو نسبة نقل الحركة.

الحل :

(a)

$$T_1 * N_1 = T_2 * N_2$$

$$100 * N_1 = 50 * 600$$

$$N_1 = \frac{50 * 600}{100} = 300 \text{ r.p.m}$$

(b)

$$Vr = \frac{T_2}{T_1} = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$$

∴ نسبة نقل الحركة أو نسبة زيادة السرعة هي نسبة 1 : 2

مثال 3 :

إذا كان عدد أسنان ترس قائد 100 سنة ، وسرعة دوران الترس المنقاد 600 r.p.m ونسبة نقل الحركة (نسبة السرعة بينهما) هي 1 : 2 أوجد الآتي :- (أ) سرعة دوران الترس القائد فى الدقيقة.

(ب) عدد أسنان الترس المنقاد.

الحل :

a) $$Vr = \frac{N_1}{N_2}$$

$$_1 : _2 = \frac{N_1}{600}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{N_1}{600}$$

$$N_1 = \frac{600 * 1}{2} = 300 \text{ r.p.m}$$

b) $$T_1 * N_1 = T_2 * N_2$$

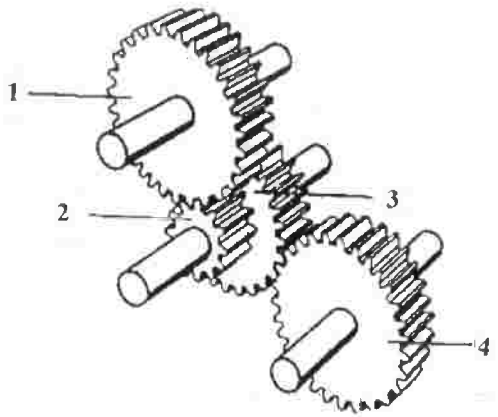
$$100 * 300 = 600 * T_2$$

$$T_2 = \frac{100 * 300}{600} = 50 \text{ teeth}$$

حسابات نقل الحركة بمجموعة تروس مركبة

Calculations of transmission
by compound gears

تستخدم عادة مجموعة تروس مركبة كما هو موضح بشكل 4 – 16 في أكثر أنواع الآت التشغيل والإنتاج ، تحمل التروس القائدة أرقاماً فردية ، كما تحمل التروس المنقادة أرقاماً زوجية.



شكل 4 – 16

مجموعة تروس مركبة

1. ترس قائد.

2 . ترس منقاد.

3 . ترس قائد.

4 . ترس منقاد.

تتشابه العلاقة فى حالة نقل الحركة بالسيور مع حالة نقل الحركة بالتروس كما تتشابه معادلات كل منهما ، ويمكن الوصول إلى ذلك بإستبدال أقطار البكرات (الطارات) بعدد أسنان التروس ، ويمكن إيجاد النسبة الكلية لنقل الحركة بمجموعة تروس مركبة من خلال العلاقة التالية :-

$$Vr = \frac{T_2 * T_4}{T_1 * T_3} = \frac{N_1 * N_3}{N_2 * N_4}$$

$$Vr = \frac{N_1}{N_4} = \frac{T_2 * T_4}{T_1 * T_3}$$

حيث:

Vr **النسبة الكلية لنقل الحركة أو نسبة السرعة.**

T1 **عدد أسنان الترس القائد الأول.**

T2 **عدد أسنان الترس المنقاد الأول.**

T3 **عدد أسنان الترس القائد الثانى.**

T4 **عدد أسنان الترس المنقاد الثاني.**

N1 **عدد لفات الترس القائد الأول في الدقيقة** .(r.p.m)

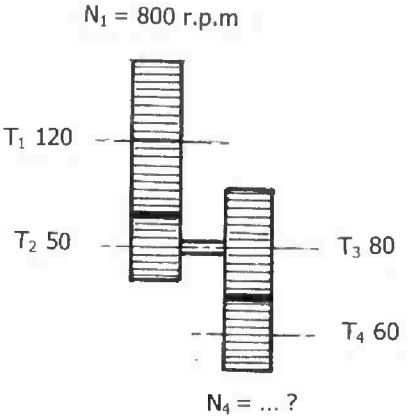
N2 **عدد لفات الترس المنقاد الأول في الدقيقة** .(r.p.m)

N3 **عدد لفات الترس القائد الثاني في الدقيقة** .(r.p.m)

N4 **عدد لفات الترس المنقاد الثانى في الدقيقة** .(r.p.m)

مثال :1

فى مجموعة تروس مركبة والموضحة بشكل 4 – 17 ، إذا كان عدد أسنان التروس القائدة 1 ، 3 هي 120 سنة ، 80 سنة .وعدد أسنان التروس المنقادة 2 ، 4 هي 50 سنة ، 60 سنة وسرعة دوران الترس القائد الأول .800 r.p.m . أوجد سرعة دوران الترس المنقاد الأخير ؟



شكل 4 – 17

مجموعة تروس مركبة

الحل :

$$\frac{N_1}{N_4} = \frac{T_2 * T_4}{T_1 * T_3}$$

$$\frac{800}{N_4} = \frac{50 * 60}{120 * 80}$$

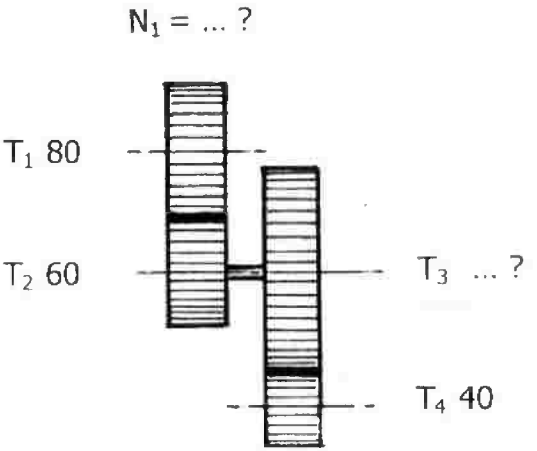
$$N_4 = \frac{800 * 120\ 80}{50 * 60} = 2560 \text{ r.p.m}$$

مثال 2 :

في مجموعة التروس المركبة والموضحة بشكل 4 – 18 ، إذا كان عدد أسنان الترس القائد الأول 80 سنة ، وعدد أسنان التروس المنقادة 2 ، 4 هما 60 سنة ، 40 سنة وسرعة دوران الترس المنقاد الأخير 2000 r.p.m ، والنسبة الكلية للسرعة هى 1 : 4 أوجد الآتي :-

(أ) عدد أسنان الترس القائد الثانى.

(ب) سرعة دوران الترس القائد الأول.



شكل 4 – 18

مجموعة تروس مركبة

الحل :

a)

$$Vr = \frac{N_1}{N_4} = \frac{T_2 * T_4}{T_1 * T_3}$$

$$1 : 4 = \frac{60 * 40}{80 * T_3}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{60 * 40}{80 * T_3}$$

$$T_3 = \frac{4 * 60 * 40}{1 * 80} = 120 \text{ teeth}$$

b)

$$Vr = \frac{N_1}{N_4}$$

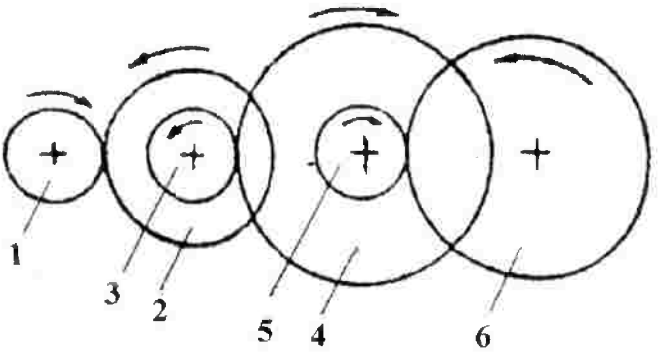
$$\frac{1}{4} = \frac{N_1}{2000}$$

$$N_1 = \frac{2000 * 1}{4} = 500 \text{ r.p.m}$$

مثال 3 :

مجموعة تروس مركبة مكونة من 6 تروس كما هو موضح بشكل 4 – 19 ، إذا كانت إعداد سنان التروس القائدة 1 ، 3 ، 5 هى 26 ، 25 ، 20 سنة ، وأعداد أسنان

التروس المنقادة 2 ، 4 ، 6 هى 50 ، 75 ، 65 سنة ، وسرعة دوران الترس القائد الأول فى الدقيقة 975 r.p.m . أوجد سرعة دوران الترس المنقاد الأخير فى الدقيقة ؟



شكل 4 – 19

رسم تخطيطي لمجموعة تروس مركبة مكونة من 6 تروس

الحل:

$$\frac{\text{Speed of the first driver}}{\text{Speed of the last driven}} = \frac{\text{product of no. of teeth of drivens}}{\text{product of no. of teeth of drivers}}$$

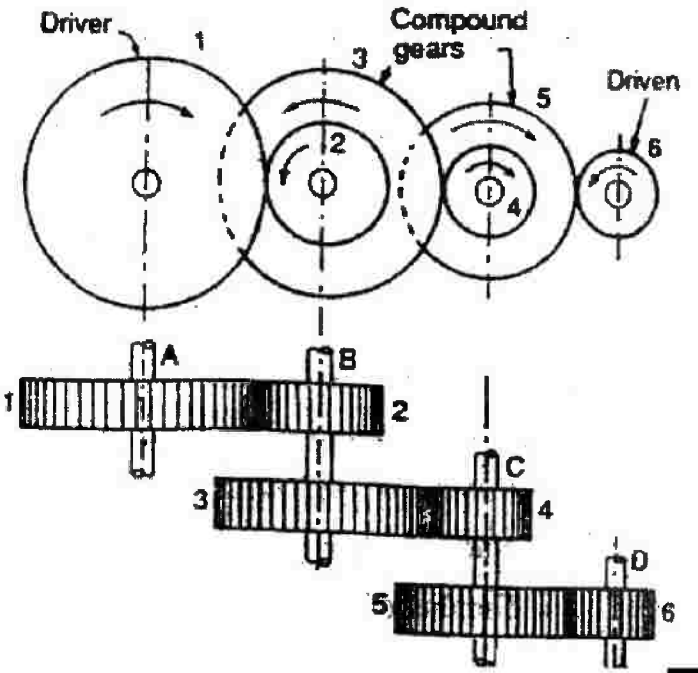
$$\frac{N_1}{N_6} = \frac{T_2 * T_4 * T_6}{T_1 * T_3 * T_5}$$

$$\frac{976}{N_6} = \frac{50 * 75 * 65}{26 * 25 * 20}$$

$$N_6 = \frac{975 * 26 * 25 * 20}{50 * 75 * 65} = 52 \text{ r.p.m}$$

مثال 4 :

مجموعة تروس مركبة مكونة من 6 تروس كما هو موضح بشكل 4 – 20 ، إذا كانت إعداد أسنان التروس القائدة 1 ، 3 ، 5 هي 75 ، 70 ، 60 سنة ، وإعداد أسنان التروس المنقادة 2 ، 6 هما 50 ، 30 سنة ، وسرعة دوران الترس القائد الأول في الدقيقة 360 r.p.m ، وسرعة دوران الترس المنقاد الأخير في الدقيقة 2160 r.p.m. أوجد عدد أسنان الترس المنقاد 4 ؟



شكل 4 – 20

مجموعة تروس مركبة

$$\frac{N_1}{N_6} = \frac{T_2 * T_4 * T_6}{T_1 * T_3 * T_5}$$

$$\frac{360}{2160} = \frac{50 * T4 * 30}{75 * 70 * 60}$$

$$N_4 = \frac{360 * 75 * 70 * 60}{2160 * 50 * 30} = 35 \text{ teeth}$$

حسابات نقل الحركة بالتروس الدودية (البريمة)

Calculations of transmission by worm Gears

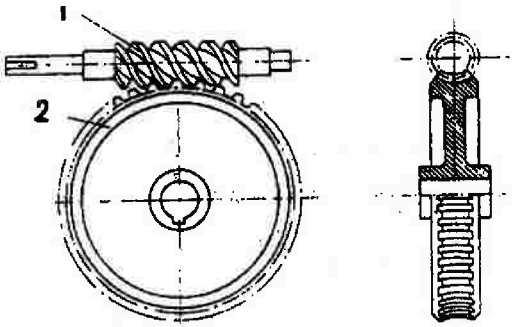
تستخدم التروس الدودية (الترس الدودي والعجلة الدودية) الموضحة بشكل 4 – 21 لسببين أساسيين هما:-

1- نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتعامدة.

2- الحصول على نسبة كبيرة في نقل الحركة .. (نسبة كبيرة في تخفيض السرعة).

الترس الدودي عبارة عن عمود ملولب (قلاووظ) بباب واحد أو متعدد الأبواب، أسنانه على شكل شبه منحرف Trapezoidal، حيث يعشق مع ترس آخر ذو قطر كبير (عبارة عن عجلة مسننة ذات قطر كبير) Worm wheel ، حيث تكون أسنانها منحنية لتتناسب مع الدودة.

عادة تستخدم التروس الدودية لتخفيض السرعة بنسبة كبيرة ، حيث تصل نسبة التخفيض إلى 3000 : 1.



شكل 4 – 21

نقل الحركة بالتروس الدودية

1- الدودة (البريمة)

2- العجلة الدودية.

ويعبر عن نقل الحركة بالتروس الدودية من خلال العلاقة التالية:-

$$T_1 * N_1 = T_2 * N_2$$

$$Vr = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

حيث:

Vr **نسبة نقل الحركة أو نسبة تخفيض السرعة.**

T1 **عدد أبواب الترس الدودي.**

T2 **عدد أسنان العجلة الدودية.**

N1 **عدد لفات الترس الدودي في الدقيقة** (r.p.m)

N2 **عدد لفات العجلة الدودية في الدقيقة** (r.p.m)

مثال1:

إذا عملت أن نسبة تخفيض السرعة في عجلة دودية وترس دودي هي 25 : 1، والترس الدودي ذو باب واحد وعدد لفاته 1500 لفة في الدقيقة . أوجد الآتي :-

(أ) عدد لفات العجلة الدودية في الدقيقة.

(ب) عدد أسنان العجلة الدودية.

الحل:

a) $Vr = \frac{N_1}{N_2}$

$$\frac{25}{1} = \frac{1500}{N_2}$$

$$N_2 = \frac{1 * 1500}{25} = 60 \text{ r.p.m}$$

b) $T_1 * N_1 = T_2 * N_2$

$$1 * 1500 = 60\, T_2$$

$$T_2 = \frac{1 * 1500}{60} = 25 \text{ teeth}$$

مثال 2:

إذا عملت أن نسبة تخفيض السرعة في عجلة دودية وترس دودي هي 20 : 1، والترس الدودي ذو ثلاثة أبواب وعدد لفات العجلة الدودية 50 r.p.m . أوجد الآتي :-

(أ) عدد لفات الترس الدودي في الدقيقة.

(ب) عدد أسنان العجلة الدودية.

الحل:

a) $Vr = \frac{N_1}{N_2}$

$$\frac{20}{1} = \frac{N_1}{50}$$

$$N_1 = \frac{20 * 50}{1} = 1000 \text{ r.p.m}$$

b) $T_1 * N_1 = T_2 * N_2$

$$1000 * 3 = 50 \; T_2$$

$$T_2 = \frac{1000 * 3}{50} = 60 \text{teeth}$$

مجموعات تروس نقل الحركة بتغيير السرعات

Groups of Transmission Gears by Changing speeds

صممت المحركات الكهربائية لإدارتها بسرعة عالية جداً ، لذلك لا يمكن نقل الحركة منها إلى عمود دوران أي آلة مباشرة ، حيث ينتج عن ذلك إدارة الآلة بسرعة واحدة وهي سرعة المحرك الكهربائي الذي لا يتناسب معها ، لذلك فقد صممت مجموعات تروس السرعات والتغذية التي توجد بصناديق مغلقة بكل ماكينة والتي تعتبر من العناصر الأساسية لإدارتها.

صناديق تروس السرعات : Gearboxes

الغرض منها هو نقل عزم الدوران من المحرك الكهربائي إلى عمود الدوران عن طريق مجموعة تروس ، وذلك لتخفيض سرعة المحرك الكهربائي وتغييرها أيضاً ، للحصول على سرعات مختلفة مع سهولة التحكم لاختيار السرعة المناسبة حسب ظروف

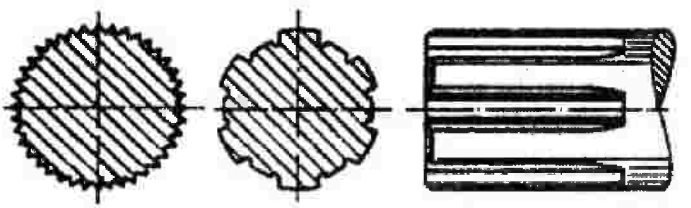
العمل.

تختلف مجموعات تروس نقل الحركة بعضها عن بعض باختلاف طريقة التعشيق وهي كما يلي :-

مجموعة التروس المنزلقة : Group of sliding gears

تتكون مجموعة التروس المنزلقة من عدة تروس قابلة للانزلاق ، حيث يتم تغيير السرعة عن طريق انزلاق أحد التروس على عمود مخدد (عمود ذو مجاري انزلاق مصمم بأقل خلوص ممكن).

شكل 4 – 22 يوضح عمود مخدد بمجاري انزلاق وذلك لانزلاق التروس عليه أثناء نقل الحركة ، تتميز هذه الطريقة بتحملها للضغوط العالية.



شكل 4 – 22

عمود مخدد (ذو مجاري انزلاق)

إنتقال الحركة بمجموعة التروس المنزلقة:

Transmission by groups of sliding gears

تتلخص فكرة انتقال الحركة بالتروس المنزلقة البسيطة والموضحة بشكل 4 – 23 ، بتثبيت ثلاثة تروس متلاصقة على العمود المنقاد ، حيث تنتقل الحركة من العمود

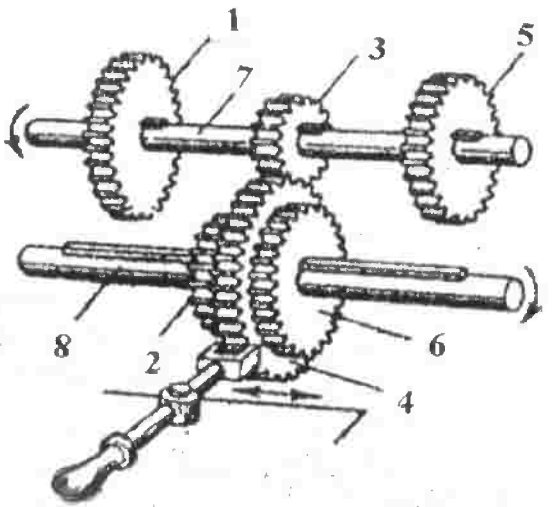
القائد 7 إلى العمود المنقاد 8 عن طريق انزلاق مجموعة التروس المتلاصقة 2 ، 4 ، 6 ليعشق أحدهم من أحد التروس القائدة.

تنتقل الحركة من الترس القائد 1 إلى الترس المنقاد 2

أو الترس القائد 3 إلى الترس المنقاد 4

أو الترس القائد 5 إلي الترس المنقاد 6

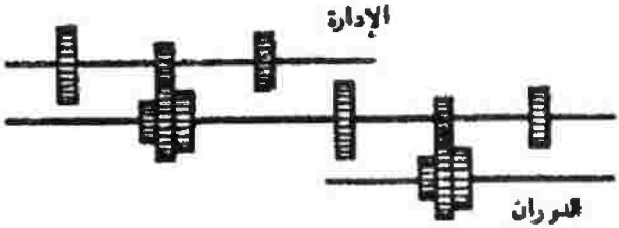
بذلك يمكن الحصول على ثلاثة سرعات مختلفة.



شكل 4 – 23

مبدأ انتقال الحركة بمجموعة تروس منزلقة بسيطة

وبإضافة مجموعة تروس مماثلة لمجموعة التروس المنزلقة البسيطة السابقة كما هو موضح بشكل 4 – 24 ، يمكن الحصول على تسعة سرعات مختلفة.



شكل 4 – 24

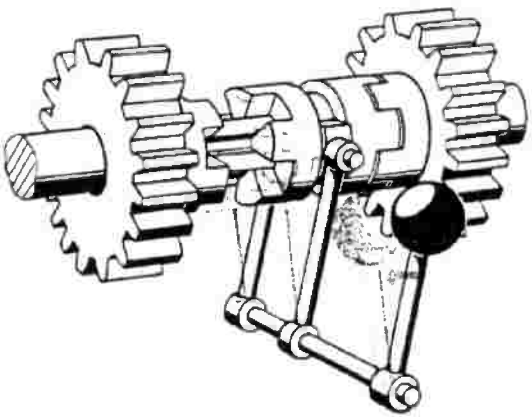
مجموعة تروس منزلقة للحصول على 9 سرعات مختلفة

وبإضافة مجموعة تروس مماثلة لهذه المجموعة ، يمكن الحصول على 27 سرعة مختلفة.

مجموعة التروس ذات القوابض : Group of gears with clutches

تتكون مجموعة التروس ذات القوابض من تروس حرة تحتوي على بروز أو أسنان ، لينتقل إليها عزم الدوران من العمود عن طريق قابض ذو أسنان مماثلة كما هو موضح بشكل 4 – 25 .

يثبت القابض على العمود بحيث يدور معه وينزلق عليه ، ليعشق بأحد التروس الحرة من جهة اليمين أو جهة اليسار حسب السرعة المطلوبة.



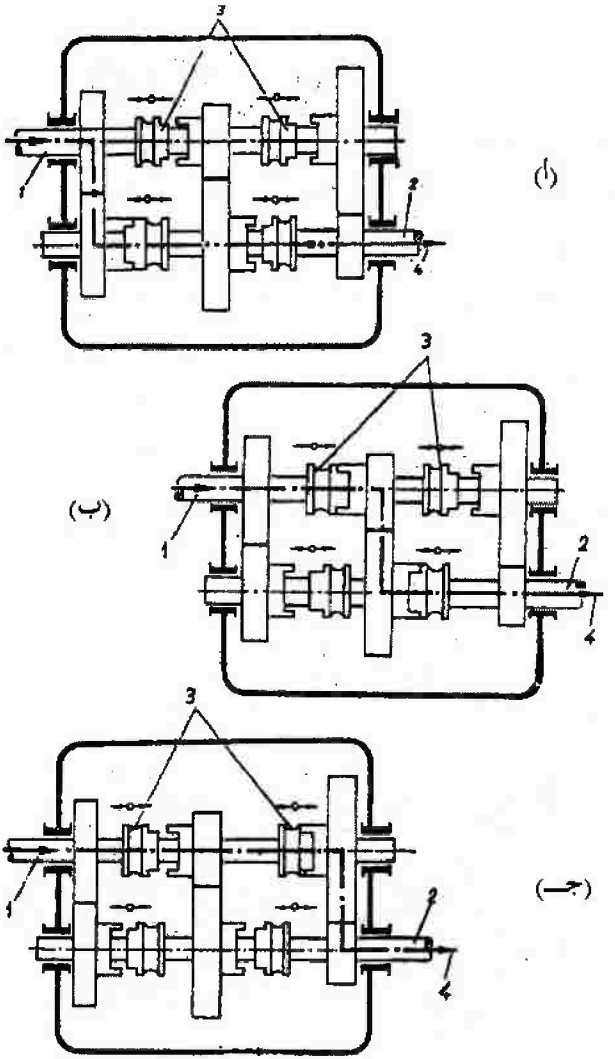
شكل 4 – 25

قابض ذو أسنان يثبت على العمود ويدور معه

(يعشق القابض مع أحد الترسين المجاورين)

يوضح شكل 4 – 26 (أ) ، (ب) ، (ج) مراحل نقل الحركة لمجموعة تروس بسيطة التي تتم عن طريق القوابض المسننة.

يتوقف اتصال التروس مع بعضها البعض وذلك حسب أوضاع القابض.



شكل 4 – 26

نقل حركة لمجموعة تروس بسيطة عن طريق القوابض المسننة

1- العمود القائد.

2- العمود المنقاد.

3- القوابض المسننة.

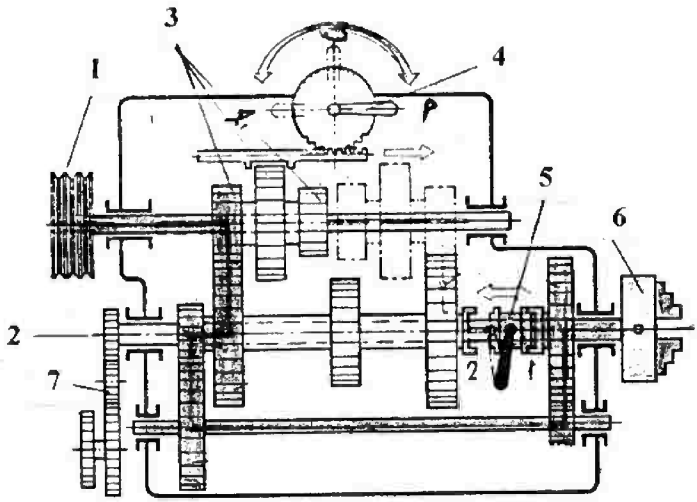
4- نقل الحركة وعزم الدوران المطلوب.

الجمع بين التروس المنزلقة والتروس ذات القابض :

Combining of sliding gears and gears with clutch

مجموعة تروس نقل الحركة التي تجمع بين التروس المنزلقة والتروس ذات القوابض لصندوق تروس سرعات بالرأس الثابت بمخرطة أفقية الموضحة بالرسم التخطيطي شكل 4 – 27 ، هذه المجموعة يمكن تحقق نسب نقل الحركة المطلوبة ، وذلك من خلال انزلاق مجموعة التروس المتدرجة والمنزلقة التي تركب على عمود بمجاري انزلاق عن طريق مقبض يتحكم فيها لتعشيقها بالتروس المقابلة بالأوضاع (أ) أو (ب) أو (ج) حسب السرعة المطلوبة ، كما يمكن التحكم في حركة القابض المثبت على عمود الدوران بتعشيقه مع أحد الترسين المجاورين 1 أو 2.

تتميز هذه المجموعة بكفاءتها العالية حيث سهولة انزلاق التروس والقابض مع ضمان ارتكازها ، كما يمكن نقل عزم دوران أكبر.



شكل 4 – 27

1. بكرة لتنتقل الحركة إليها من المحرك الكهربائي مباشرة ، عن طريق سيور على شكل حرف v ، لتشغيل عمود الإدارة.
2. عمود الدوران الرئيسي الذي يحمل ظرف المخرطة.
3. مجموعة التروس المتدرجة المنزلقة.
4. مقبض للتحكم في انزلاق مجموعة التروس المتدرجة المنزلقة لتعشيقها بالتروس المقابلة بالأوضاع (أ) أو (ب) أو (ج) عن طريق ترس وجريدة مسننة.
5. قابض يثبت مع عمود الدوران ويدور معه وينزلق في إتجاه محوري ليعشق مع أحد الترسين المجاورين 1 أو 2.
6. ظرف المخرطة الذي ينتقل إليه عزم الدوران عن طريق تعشيق مجموعة التروس.
7. مجموعة التروس المتغيرة.

مجموعة التروس ذات الإسفين (الخابور) المنزلق :

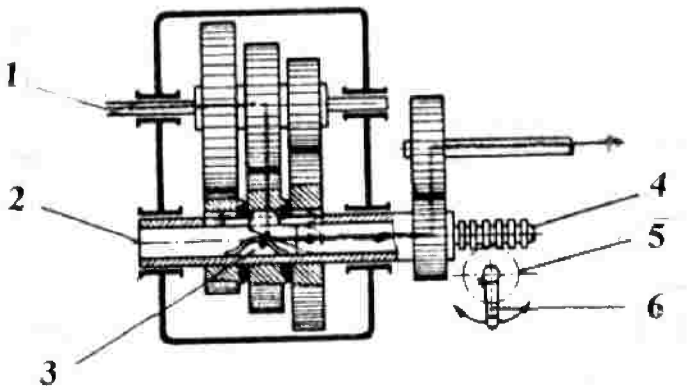
Group of gears with sliding key

مجموعة التروس ذات الإسفين المنزلق (الخابور المنزلق) الموضحة بشكل 4 – 28 ، تتكون من مجموعة تروس متدرجة مثبتة بصورة مستديمة على العمود القائد ومعشقه بتروس أخري حرة مركبة على العمود المنقاد . يوجد بالعمود المنقاد تجويف يحتوي على مجاري طولية ليتحرك بداخله خابور منزلق بواسطة جريدة مسننة مستديرة وترس يحرك يدوياً.

يمكن التحكم في حركة (الخابور) المنزلق في اتجاه محوري ، باستخدام مقبض خاص بإزاحته عن طريق نابض (ياي) ، ليستقر بمجري منشوري بالترس الحر المطلوب

، لتنتقل الحركة إليه عن طريق الترس القائد المعشق معه.

تشغل مجموعة التروس ذات الخابور المنزلق حيزاً صغيراً . تستخدم هذه المجموعة في الآلات ذات القدرات الصغيرة التي تتطلب سرعات دوران منخفضة ، لذلك فهي أكثر مجموعة التروس إنتشاراً في آلات الثقب.



شكل 4 – 28

مجموعة تروس ذات خابور منزلق

1- العمود القائد مثبت عليه مجموعة تروس (قائدة) متدرجة بصورة مستديمة.

2- العمود المنقاد يركب عليه مجموعة تروس (منقادة) حرة.

3- الإسفين المنزلق .. (الخابور المنزلق).

4- جريدة مسننة مستديرة

5- ترس.

6- **مقبض للتحكم في حركة الإسفين المنزلق.**

يوجد بمجموعة التروس ذات الإسفين المنزلق مجموعة تروس متزاوجة يصل عددها إلى عشرة أزواج ، الغرض من تعدد التروس المتزوجة هو تعدد نسب نقل الحركة.

مميزات مجموعة التروس ذات الإسفين المنزلق:

Advantages of gears group with sliding key

تتميز مجموعة التروس ذات الإسفين المنزلق بالآتي :-

صغيرة الحجم.

1- بساطة السيطرة وإمكانية تغيير السرعة بواسطة مقبض واحد.

2- تمكن استعمال تروس ذات أسنان مائلة.

عيوب مجموعة التروس ذات الإسفين المنزلق:

Disadvantages of gears group with sliding key

تتمثل عيوب مجموعة التروس ذات الإسفين المنزلق بالآتي :-

1- احتمال اختناق (انحشار) الخابور.

2- انخفاض قوة تماسك العمود المنقاد لكونه مجوف ، بالإضافة إلى وجود مجاري داخلية.

3- نقل قدرات منخفضة.

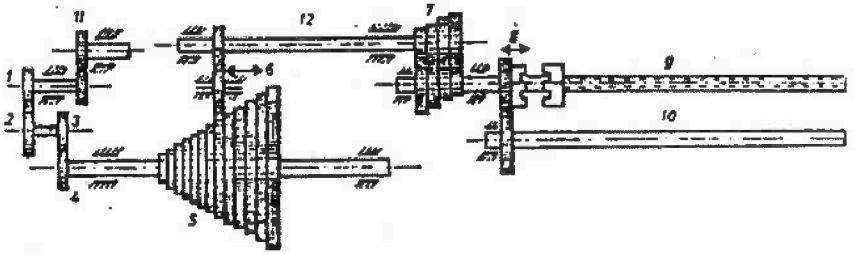
مجموعة تروس نورتن :

Norton gears group

تعتبر مجموعة تروس نورتون الموضحة بشكل 4 – 29 هي أحدي الأجزاء الهامة بالمخرطة ، والتي تساعد على تنظيم مقدار التغذية (تتحكم في سرعة دوران عمود الجر وعمود القلاووظ).

مجموعة تروس نورتن هي عبارة عن مجموعة مدرجة من التروس (كتلة مدرجة من التروس) 5 يعشق على أحدها ترس 6 لنقل الحركة.

تنتقل الحركة من المحرك الكهربائي إلى عمود الإدارة إلى مجموعة تروس السرعات بالرأس الثابت بالمخرطة إلى الترس 11 إلى مجموعة التروس المتغيرة 1 – 2 – 3 – 4 إلى المجموعة أو الكتلة المدرجة من التروس 5.



شكل 4 – 29

مجموعة تروس نورتن

الترس 6 مثبت على رافعة متارجحة لإمكان تعشيقه مع أحد التروس المدرجة والمكونة من 13 ترس ، لتنتقل الحركة إلى العمود 12 إلى مجموعة التروس 6 لتنتقل الحركة إلى عمود الجر 10 بالتغذية المطلوبة ، وبتعشيق القابض 8 يمكن نقل الحركة إلى عمود القلاووظ 9 ، لإمكان قطع اللولب (القلاووظ) حسب الخطوة المطلوبة وبدقة فائقة.

بوجود مجموعة التروس المكونة من أربعة تروس متزوجة والموضحة برقم 7 بالشكل السابق ، حيث يمكن نقل الحركة لأحدهم بواسطة خابور منزلق لإمكان الحصول على سرعات متعددة لعمود الجر (عمود التغذية) أو عمود القلاووظ (العمود المرشد).

السرعات التي يمكن الحصول عليها لعمود القلاووظ أو عمود الجر

= 4 تروس متقابلة × 13 ترس (مجموعة التروس المدرجة) = 52 سرعة

هذا يعني إنه يمكن الحصول من مجموعة تروس نورتن على 52 سرعة تغذية ، أو 52 خطوة لولب (خطوة قلاووظ).

وباستبدال أحدي التروس المتغيرة حسب الجداول المعدة على كل مخرطة ، فإنه يمكن الحصول على سرعات مختلفة ومضاعفة للسرعات السابقة لعمود التغذية (عمود الجر) ، أو للعمود المرشد (عمود القلاووظ) .

مميزات مجموعة تروس نورتون :

Advantages of Norton gears group

1- صغر الحجم.

2- سهولة السيطرة وإمكانية تغيير السرعة بمقبض واحد.

عيوب مجموعة تروس نورتون:

Disadvantages of Norton gears group

1- لا تناسب نقل الحركة للعزوم الكبيرة.

2- تعرض مجموعة التروس للأتربة من خلال فتحة تحرك الرافعة المتأرجحة بصندوق التروس.

3- إنخفاض مقدار التزييت.

مجموعات التروس المتغيرة :

Groups of alternated gears

تستخدم مجموعات التروس المتغيرة بالمخارط والفرايز لتعديل نسبة نقل الحركة عند قطع اللوالب (القلاووظات) على المخرطة ، أو عند فتح أسنان التروس على الفريزة.

فيما يلي عرض لمجموعات التروس المتغيرة بالمخارط والفرايز.

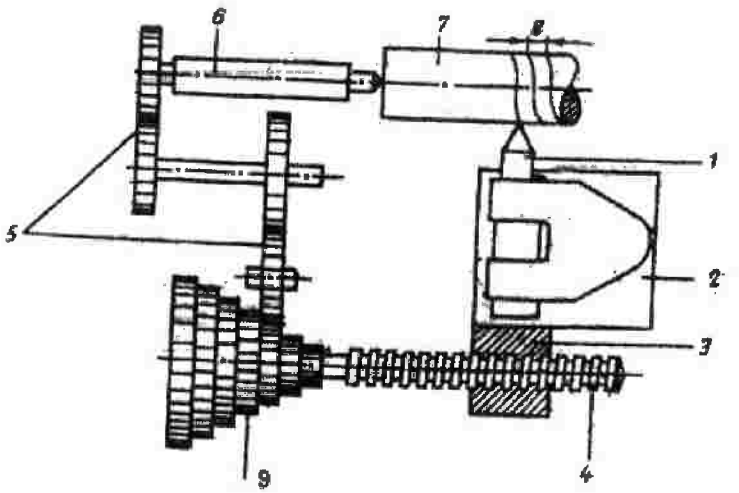
مجموعة التروس المتغيرة بالمخارط :

تغير مواضع بعض المقابض الخاصة بمجموعة تروس التغذية عند قطع أي لولب (قلاووظ) ، وذلك حسب الجداول المثبتة على كل مخرطة ، ولكن عندما تدعو الحاجة إلى قطع قلاووظ ذو خطوة غير موجودة بمجموعة تروس التغذية ، في هذه الحالة تستبدل مجموعة التروس المتغيرة أو بعضها ، حيث تركب مجموعة تروس (مجموعة تروس من التروس المتغيرة) بعدد أسنان محدد لكل منها حسب ما هو موضح بجداول القلاووظ ، على أن تثبت التروس بانتظام ، ترس قائد 1 . ترس منقاد 2 ، ثم ترس قائد 3 . ترس منقاد 4 .. (التروس القائدة ترقم بأرقام فردية ، بينما ترقم التروس

المنقادة بأرقام زوجية).

مما سبق نستنتج أن مجموعة التروس المتغيرة الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 4 – 30 ، تستخدم بالمخارط لتعديل نسبة نقل الحركة بين دوران قطعة التشغيل ودروان العمود المرشد (عمود القلاووظ) ، ولإضافة سرعات أخري لمجموعة تروس التغذية لإمكان قطع القلاووظ بأنواعه وخطواته المختلفة.

كما تستخدم مجموعة التروس المتغيرة بماكينات التفريز.



شكل 4 – 30

رسم تخطيطي لمجموعة التروس المتغيرة لنقل الحركة النسبية بين قطعة التشغيل وقلم المخرطة

1- قلم المخرطة.

2- العربة.

3- الصامولة المشقوقة.

4- العمود المرشد .. (عمود القلاووظ).

5- مجموعة التروس المتغيرة (أربعة تروس).

6- عمود الدوران.

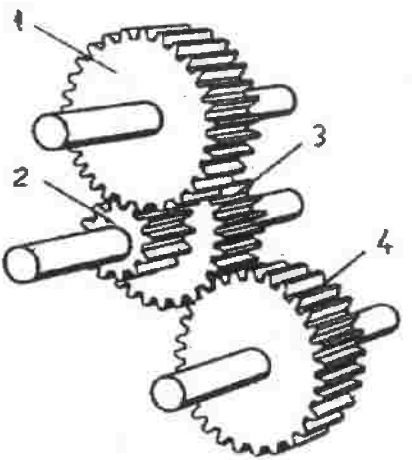
7- قطعة التشغيل.

8- خطوة القلاووظ.

9- **مجموعة تروس التغذية .. (مجموعة نورتن).**

تتكون مجموعة التروس المتغيرة من مجموعة بسيطة مكونة من ثلاثة تروس (ترس قائد وترس منقاد وبينهما ترس وسيط) ، أو مجموعة مزدوجة مكونة من أربعة تروس (ترسان قائدان وترسان منقادان) كما هو موضح بشكل 4 – 31 .

تثبت مجموعة التروس المتغيرة بحامل متأرجح يسمى بمقص الغيار، داخل صندوق مغلق بجانب صندوق تروس السرعات بالرأس الثابت بالمخرطة ، بحيث يمكن استبدالها أو تغيير بعضها عند الحاجة إلى ذلك.



شكل 4 – 31

مجموعة التروس المتغيرة

1- ترس قائد أول.

2- ترس منقاد أول.

3- ترس قائد ثاني.

4- **ترس منقاد ثاني.**

تختلف مجموعات التروس المتغيرة بالمخارط باختلاف تصميم كل منها .. فيما يلي أمثلة لبعض هذه المجموعات بأعداد تروس كل منها.

فيما يلي أمثلة لبعض هذه المجموعات بأعداد تروس كل منها.

(أ) 20 – 20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 40 – 50 – 55 – 60 – 65 – 70 – 75 – 80 – 85 – 90 – 95 – 97 – 100 – 100 – 110 – 120 – 127.

(ب) 18 – 20 – 24 – 24 – 30 – 32 – 36 – 40 – 48 – 55 – 57 – 60 – 70 – 96 – 127.

(ج) 20 – 20 – 21 – 23 – 24 – 25 – 25 – 26 – 28 – 30 – 35 – 40 – 45 – 50 – 55 – 60 – 65 – 70 – 75 – 75 – 80 – 90 – 95 – 100 – 110 – 120 – 127.

(د) 20 – 24 – 25 – 30 – 32 – 35 – 40 – 41 – 42 – 45 – 46 – 47 – 50 – 55 – 60 – 65 – 70 – 71 – 75 – 81 – 85 – 90 – 95 – 97 – 100 – 105 – 110 – 113 – 120 – 125 – 127.

(هـ) 20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 40 – 42 – 47 – 48 – 50 – 55 – 60 – 60 – 65 – 70

105 – 100 – 97 – 95 – 90 – 80 – 75 –
.127 – 120 – 110 –

مما سبق يلاحظ الترس 127 سنة يضاف إلى كل مجموعة ، حيث يعتبر ضرورياً عند قطع اللوالب (القلاووظات) الإنجليزية القديمة.

عيوب مجموعة التروس المتغيرة بالمخارط :

Disadvantages of alternated gears group lathes

من أهم عيوب مجموعة التروس المتغيرة ، هي الفترة الزمنية الضائعة الذي تتمثل في عملية الفك والتركيب للتروس المستبدلة.

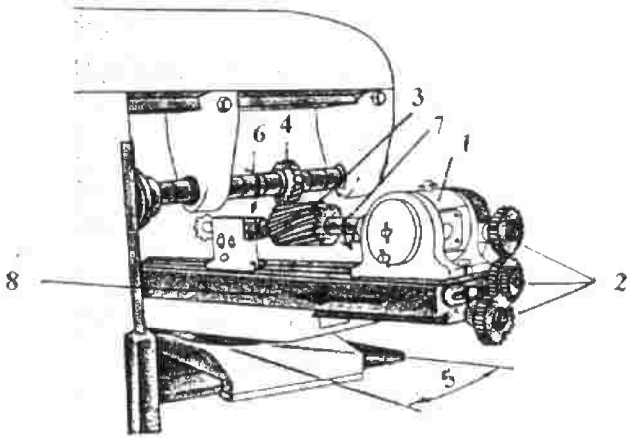
مجموعة التروس المتغيرة المستخدمة بالفريزة :

Group of alternated gears at milling machines

يتطلب الأمر في كثير من الأحوال تفريز مجار حلزونية عند تصنيع كثير من المشغولات ، مثل الثقابات الحلزونية (البنط) . البراغل ذات الأسنان الحلزونية . مقاطع التفريز ذات الأسنان المائلة (سكاكين التفريز) ، حيث يجب أن تتحرك قطعة التشغيل حركتين أساسيتين هما:-

1- حركة تغذية طولية (بواسطة الطاولة).
2- حركة دورانية (بواسطة رأس التقسيم).

تستخدم في هذه الحالة مجموعة التروس المتغيرة مع رأس التقسيم (جهاز التقسيم) بالفريزة ، لتعديل نسبة نقل الحركة بين الحركة الطولية للرأسمة الطولية (خطوة الفريزة) ، وحركة دوران القطعة المطلوب تشغليها (خطوة الشغلة) ، عن طريقة الربط بين عمود رأسمة الفريزة وجهاز التقسيم كما هو موضح بشكل 4 – 32 ، حيث تتحرك قطعة التشغيل حركتين في آن واحد ، لترسم العدة خطاً حلزونياً على سطحها الأسطواني ، كما يحدث عند قطع اللولب (القلاووظ) على المخرطة.



شكل 4 – 32

إستخدام مجموعة التروس المتغيرة لتعديل نسبة نقل الحركة

بين الحركة الطولية لصينية الفريزة وجهاز التقسيم

1- رأس التقسيم .. (جهاز التقسيم).

2- مجموعة التروس المتغيرة.

3- القطعة المطلوب تشغليها.

4- سكينة الفريزة.

5- زاوية ميل صينية الفريزة بالزاوية هـ .

6- حركة دوران سكينة الفريزة.

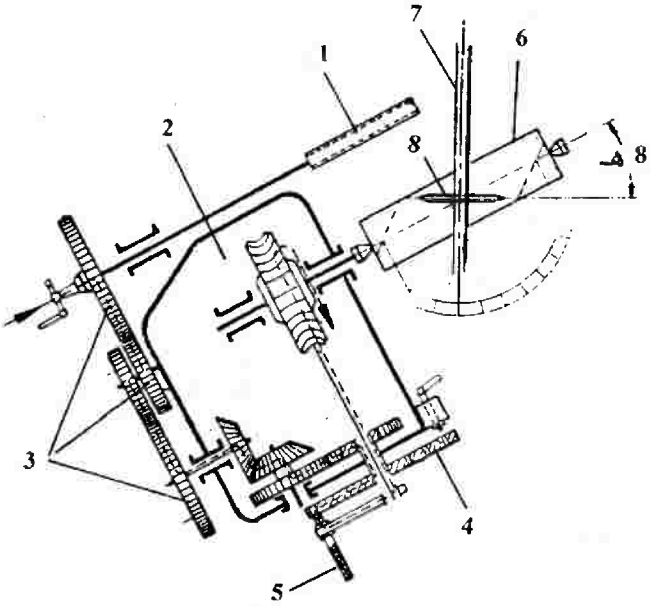
7- حركة دوران قطعة التشغيل.

8- الحركة الطولية للراسمة الطولية.

تنتقل الحركة من عمود الدوران بالصينية إلى الترس المخروطي إلى مجموعة التروس جهاز التقسيم إلى قطعة التشغيل عن طريق مجموعة التروس المتغيرة كما هو موضح بشكل 4 – 33 .

ومن الطبيعي إختيار مجموعة التروس المتغيرة من خلال المعادلات الخاصة بذلك

تثبت مجموعة التروس المتغيرة بالحامل المتأرجح للربط بين رأس التقسيم (جهاز التقسيم) وعمود الدوران (عمود الراسمة الطولية للفريزة).



شكل 4 – 33

إنتقال الحركة من عمود الراسمة الطولية إلى جهاز التقسيم عن طريق مجموعة التروس المتغيرة.

1- عمود دوران الصينية.

2- مجموعة التروس المتغيرة.

3- رأس التقسيم .. (جهاز التقسيم).

4- قرص التقسيم.

5- مقبض قرص التقسيم.

6- قطعة التشغيل.

7- العمود الحامل للسكينة.

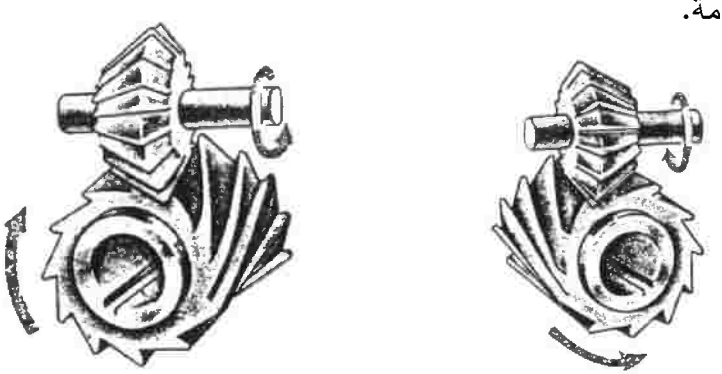
8- سكينة الفريزة.

9- زاوية ميل الصينية (هـ).

يراعى أن يكون قرص التقسيم حر الدوران أثناء إستخدام مجموعة التروس المتغيرة ، وضبط زاوية ميل الصينية بالزاوية المطلوبة.

يستفاد من الخطوة الحلزونية للشغلة (الحركة الطولية في إتجاه محورها والحركة الدائرية البطيئة) ، لإنتاج الثقابات (البنط) . البراغل . التروس . مقاطع التفريز (سكاكين الفرايز) كما هو موضح بشكل 4 – 34 .

تعتبر الخطوة الحلزونية كخطوة قلاووظ كبير، يمكن تفريزها كمجري حلزونية على الفريزة العامة.

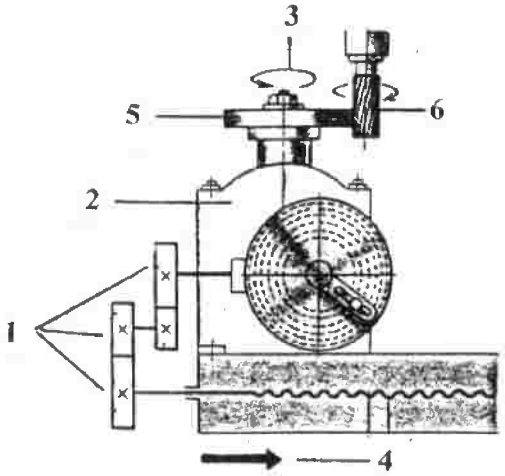


شكل 4 – 34

الاستفادة من الخطوة الحلزونية لإنتاج التروس

وسكاكين الفريزة والثقابات (البنط) والبراغل

كما تستخدم مجموعة التروس المتغيرة للربط بين الحركة الدورانية لجهاز التقسيم ، والحركة الطولية للراسمة الطولية لتشكيل الحدبات (الكامات) ، والقطع المعقدة والدقيقة الأخرى والتي تحتاج إلى خطوة حلزونية كما هو موضح بشكل 4 – 35 .



شكل 4 – 35

الربط بين الحركة الدورانية لجهاز التقسيم

والحركة الطولية للراسمة الطولية لتشكيل حدبات (كامات).

1- مجموعة التروس المتغيرة.

2- جهاز التقسيم.

3- الحركة الدورانية لجهاز التقسيم.

4- الحركة الطولية لتشكيل الحدبات (الكامات).

5- قطعة لتشكيلها كحدبة (كامة).

6- **مقطع تفريز اسطواني طرفي.**

تتكون مجموعة التروس المتغيرة من مجموعة بسيطة مكونة من ثلاثة تروس (ترس قائد وترس منقاد وترس وسيط) أو بمجموعة تروس مزدوجة قد يصل عددها إلى ثمانية تروس.

تتكون مجموعة التروس المتغيرة بالفريزة من 15 ترس ، أما أعداد أسنان التروس فهي كالآتي:-

24 – 24 – 32 – 36 – 40 – 44 – 48 – 56 – 64 – 72 – 80 – 84 – 86 – 96 – 100 سنة.

عيوب مجموعة التروس المتغيرة بالفريزة :

Disadvantages of alternated gears group

1- الوقت الضائع الذي يتمثل في عملية فك وتركيب التروس المستبدلة.

2- عدم وجود التروس المتغيرة بصناديق مغلقة .. لذلك فهي غير آمنة.

3- تعرف التروس للأتربة.

مجموعات تروس نقل وعكس الحركة :

Groups of transmission and reverse gears

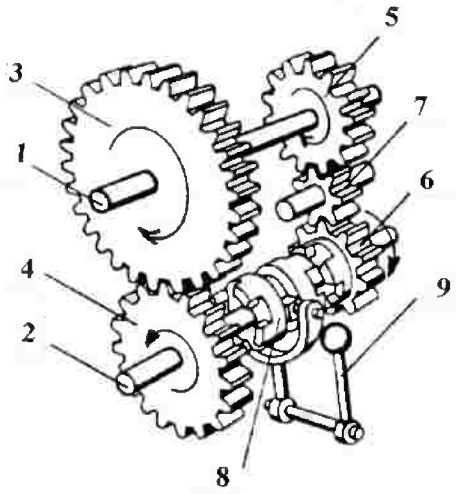
يحتاج كثير من الأعمال الإنتاجية على المكنات المختلفة إلى عكس إتجاه الحركة ، فمثلا عند قطع اللوالب (القلاووظات) بأنواعها على المخرطة ، يلزم إعادة آلة القطع (قلم المخرطة) إلى وضعه الإبتدائي (وضع بدء التشغيل) بعد كل عملية قطع ، الأمر الذي يلزم ضرورة عكس الحركة الدورانية للمخرطة ، وكثيراً من مكنات التفريز والتجليخ وغيرها يحتاج عند إستخدام كل منها إلى تشغليها فى كلا الاتجاهين الأيمن والأيسر معاً.

توجد عدة مجموعات لنقل وعكس الحركة بالتروس ، فيما يلي عرض لأكثر هذه المجموعات إنتشاراً .. كل منها على حدة.

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة تروس ذات أسنان مستقيمة :

Group of reverse and transmission by gears with straight teeth

تتكون مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة تروس ذات أسنان مستقيمة (تروس عدلة) كالموضحة بشكل 4 – 36 ، من عمود الإدارة 1 الذي يثبت عليه ترسان 3 ، 5 وعمود الدوران الذي يركب عليه ترسان آخران 4 ، 6 اللذان يدوران دوراناً حراً، كما توجد القارنة 8 المثبتة على عمود الدوران وتدور معه.



شكل 4 – 36

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة تروس ذات أسنان مستقيمة

1- عمود الإدارة.

2- عمود الدوران.

3- ترس مثبت على عمود الإدارة.

4- ترس مركب على عمود الدوران (يدور حراً عليه).

5- ترس مثبت على عمود الإدارة.

6- **ترس مركب على عمود الدوران (يدور حراً عليه).**

7- ترس وسيط.

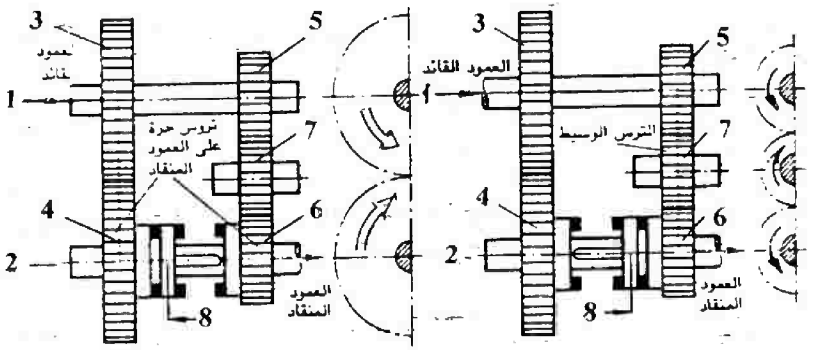
8- قارنة مثبتة علي عمود الدوران وتدور معه.

9- **مقبض للتحكم في حركة القارنة لتعشيقها بأحد التروس 4 أو 6.**

عند تعشيق القارنة 8 مع الترس الحر 6 ، ينتج عن ذلك نقل الحركة من الترس 5 إلى الترس 6 عن طريق الترس الوسيط 7 ، ليحرك عمود الدوران 2 حركة دائرية في إتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بشكل 4 – 37 (أ).

وعند تعشيق القارنة 8 مع الترس الحر 4 ، ينتج عن ذلك نقل الحركة من الترس 3 إلى الترس 4 لتنعكس الحركة الدائرية لعمود الدوران 2 وذلك فى الاتجاه المضاد لإتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بشكل 4 – 37 (ب).

هذا يعني أن الترسين 6 ، 4 المركبين على عمود الدوران يدوران في إتجاهين متضادين.



(ب) (أ)

شكل 4 – 37

اتجاه حركة الدوران بمجموعة نقل وعكس

الحركة بواسطة التروس ذات الأسنان المستقيمة

(أ) حركة عمود الدوران حركة دائرية في إتجاه عقارب الساعة.

(ب) حركة عمود الدوران حركة دائرية في عكس إتجاه عقارب الساعة.

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة التروس القلابة :

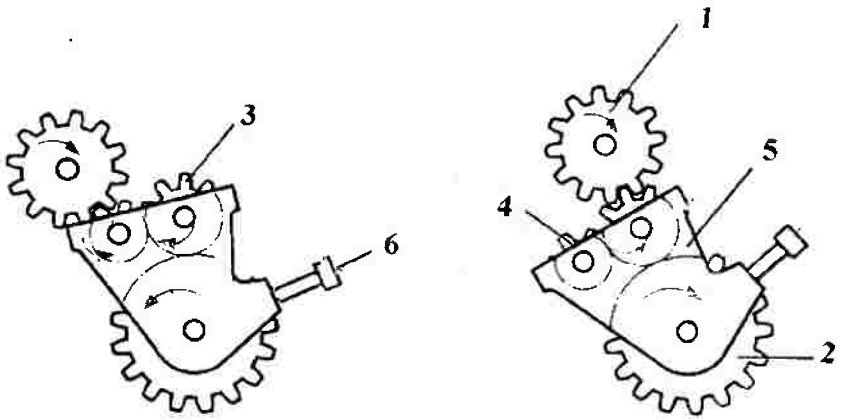
Group of reverse and transmission by swigged gears

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة التروس القلابة الموضحة بشكل 4 – 38 ، تسمي أيضاً (بمجموعة تروس المثلث المتأرجح) ، حيث أن شكل التروس المتحركة على شكل مثلث متأرجح . تتشابه هذه المجموعة إلى حد كبير بمجموعة نقل الحركة بواسطة التروس ذات الأسنان المستقيمة ، باختلاف وضع التروس التي في مستوي واحد.

تتكون هذه المجموعة من ترس قائد مثبت على عمود الإدارة ، وترس منقاد مثبت على عمود الدوران ، وترسان وسيطيان.

تنتقل الحركة من الترس القائد 1 إلى الترس المنقاد 2 عن طريق الترس الوسيط 3 ليتحرك الترس المنقاد 2 حركة دائرية في إتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بشكل (أ) ، وعند تغيير وضع المقبض 6 تنتقل الحركة من الترس القائد 1 للترس المنقاد 2 عن طريق الترسين الوسيطين 3 ، 4 لتنعكس الحركة الدائرية للترس المنقاد 2 وذلك في الإتجاه المضاد لإتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بشكل (ب).

يمكن توقف حركة الترس المنقاد 2 عن الحركة ، وذلك من خلال التحكم في المقبض 6 بعد تعشيق الترسان الوسيطان 3 ، 4 مع الترس القائد 1.



(أ) (ب)

شكل 4 – 38

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة التروس القلابة

(أ) حركة عمود الدوران حركة دائرية في إتجاه عقارب الساعة.

(ب) حركة عمود الدوران حركة دائرية في عكس إتجاه عقارب الساعة.

1- ترس قائد.

2- ترس منقاد.

3- ترس وسيط.

4- ترس وسيط.

5- مثلث متأرجح.

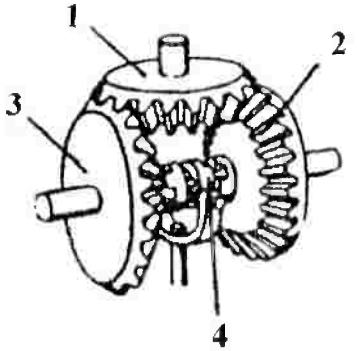
6- مقبض للتحكم في حركة المثلث المتأرجح الذي يحمل التروس القلابة.

تستخدم هذه المجموعة في نقل وعكس إتجاه الدوران للآلات ذات الاحمال الكبير، لذلك فهي تستعمل بنطاق واسع في صناديق تروس التغذية بالمخارط لنقل وعكس إتجاه دوران عمود التغذية (عمود الجر) والعمود المرشد (عمود القلاووظ).

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة التروس المخروطية :

Groups of transmission and reverse by bevel gears

تتكون مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة التروس المخروطية الموضحة بشكل 4 – 39 ، من ثلاثة تروس مخروطية . الترس القائد 1 مثبت على العمود القائد ومعشق مع الترسين المنقادين 2 ، 3 المركبان على العمود المنقاد واللذان يدوران دوراناً حراً عليه وفي اتجاهين متضادين .. (محور الترسين المنقادين بشكل عمودي على محور الترس القائد) ، توجد وصلة تقارن مثبتة على العمود المنقاد ، وتدور معه لتعشيقها مع أحد الترسين المنقادين 2 أو 3 (من وجهة اليمين أو من جهة اليسار).



شكل 4 – 39

مجموعة نقل وعكس الحركة بواسطة التروس المخروطية

1- الترس القائد مثبت مع العمود القائد.

2- الترس المنقاد مركب على العمود المنقاد ويدور حراً عليه ..(محوره بشكل عمودي على محور الترس القائد).

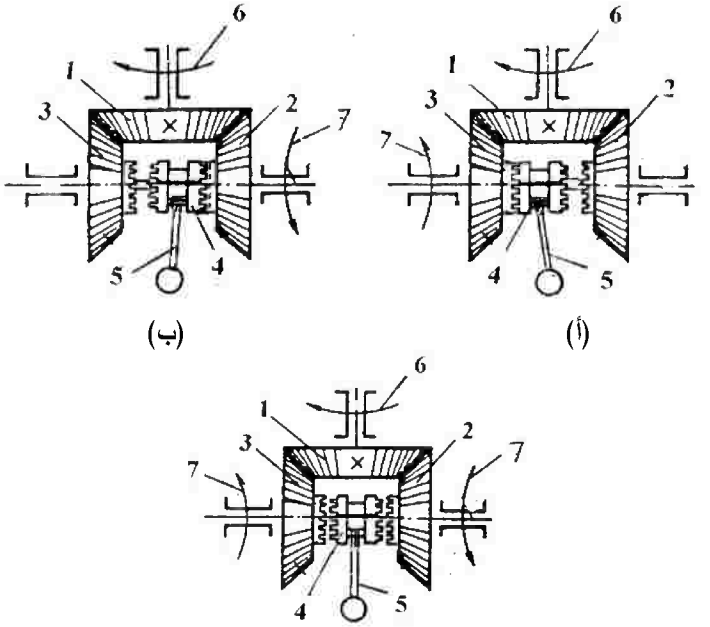
3- الترس المنقاد مركب على العمود المنقاد ويدور حراً عليه .. (محوره بشكل عمودي على محور الترس القائد).

4- **وصلة تقارن مثبته مع العمود المنقاد وتدور معه لتعشيقها مع أحد الترسين المنقادين المجاورين** 2 ، 3.

تنتقل الحركة من الترس القائد 1 إلي الترس المنقاد الحر 3 عن طريق القارنة 4 لتحركة الترس 3 والعمود المنقاد حركة دورانية في اتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بشكل 4 – 40 (أ).

وعند تغيير وضع المقبض 5 تنتقل القارنة 4 لتتعشق مع الترس المنقاد الحر 2 لتنعكس الحركة الدورانية للترس 2 والعمود المنقاد وذلك في الاتجاه المضاد لاتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بشكل 4 – 40 (ب).

وعند تثبيت وضع القارنة 4 في المنتصف تماماً (وضع عدم التعشيق) كما هو موضح بشكل 4 – 40 (ج) ، ينتج عن ذلك عدم انتقال الحركة من الترس القائد إلى أحد التروس المنقادة 2 أ و 3 ، حيث يتوقف العمود المنقاد عن الحركة الدورانية.



شكل 4 – 40

انتقال الحركة بواسطة التروس المخروطية

(أ) حركة العمود المنقاد حركة دورانية في إتجاه عقارب الساعة.

(ب) حركة العمود المنقاد حركة دورانية في عكس إتجاه عقارب الساعة.

(ج) تثبيت وضع القارنة في المنتصف تماماً (وضع عدم التعشيق) ، حيث ينتج عن ذلك عدم انتقال الحركة من الترس القائد إلى أحد التروس المنقادة.

1- ترس قائد.

2- ترس منقاد.

3- ترس منقاد.

4- وصلة تقارن.

5- مقبض وصلة التقارن.

6- الحركة الدورانية للعمود القائد.

7- الحركة الدورانية للعمود المنقاد.

آليات نقل الحركة بالتروس :

تستخدم آليات نقل الحركة بالتروس على نطاق واسع في جميع المجالات الصناعية (الآلات والمعدات الثقيلة والآلات الخفيفة) ، وعلى سبيل المثال .. الماكينات والآلات والمعدات الميكانيكية والمركبات المختلفة والآلات الزراعية ، كما توجد في الساعات ولعب الأطفال ..... وغيرها.

بمساعدة آليات نقل الحركة بالتروس يجرى تغيير مقدار واتجاه سرعات أجزاء الماكينات المتحركة ، كما تقوم بنقل القوى وعزم الدوران من عمود إلى آخر .

يمكن أن تكون آليات نقل الحركة بالتروس مكشوفة أو مغطاة . تكون الآليات المكشوفة بطيئة الحركة عادة ، ومن الطبيعي لا يوجد حوض للزيت ، ويجرى تشحيمها بصورة دورية . أما الآليات المغطاة ، فإنها توجد داخل صناديق محكمة ، ويجرى تزليقها عن طريق حوض الزيت بإحدى طرق التزليق بالرش أو الضغط .... أو غير ذلك.

تقسيم آليات نقل الحركة بالتروس وفقا لسرعتها :

يمكن تقسيم آليات نقل الحركة بالتروس وفقاً لسرعتها المحيطية إلى المحموعات التالية :-

1. بطيئة جداً ⇦ السرعة حوالي 0.5 م / ث.
2. بطيئة ⇦ السرعة ما بين 0.5 . 3 م / ث.
3. متوسطة ⇦ السرعة ما بين 3 . 15 م / ث.
4. سريعة ⇦ السرعة ما بين 15 . 40 م / ث.
5. سريعة جداً ⇦ السرعة أكبر من 40 م / ث.

درجة دقة وخواص آليات نقل الحركة بالتروس :

التروس المستخدمة في آليات نقل الحركة بالطائرات .. لا يمكن أن تكون مثل التروس المستخدمة للجرارات الزراعية ، لذلك فإن التروس تصنع بدرجات دقة مختلفة ، بحيث تتوافق دقتها مع المواصفات الدولية . فيما يلي جدول 4 – 1 الذي يوضح درجة دقة وخواص آليات نقل الحركة بالتروس المختلفة.

جدول 4 – 1

درجة دقة وخواص آليات نقل الحركة بالتروس

درجة الدقة	خواص آليات نقل الحركة		
	التروس الأسطوانية	التروس المخروطية	التروس الدودية
دقيقة جدا	تستخدم في نقل القدرات المرتفعة ، وعند العمل بسرعات محيطية مرتفعة أكثر من 8 م/ ث للأسنان المستقيمة، 15 م/ ث للأسنان غير المستقيمة. كفاءتها مرتفعة جداً . تعمل دون ضوضاء ، يجرى تشغيل الأسنان بدقة فائقة.	تستخدم في آليات نقل القدرات الضخمة عند العمل بسرعات محيطية أعلى من 5 م / ث للأسنان المستقيمة ، 10 م / ث للأسنان غير المستقيمة . درجة دقة التشغيل مرتفعة ، وفي ظروف العمل التي تتميز بصعوبة خاصة تجرى عملية تجليخ تحضيني لأزواج التروس . كفاءتها مرتفعة . خفيفة الضوضاء.	تستخدم في آليات النقل التي تتطلب حسابات دقيقة ، بسرعة محيطية (بالنسبة للتروس) تزيد على 5 م / ث . يجرى تجليخ قنوات البريمة وتشغل أسنان التروس بدقة عالية . كفاءتها مرتفعة . يجرى نقل الحركة في ظروف التعرض لأحمال.

دقيقة	تستخدم في نقل قدرات أقل بسرعات محيطية تصل إلى 10 للأسنان المستقيمة ، 2 م / ث للأسنان غير المستقيمة . كفاءتها مرتفعة. ينتج عنها ضجيج خفيف عند العمل. يجرى تشغيل الأسنان بدقة.	تستخدم في نقل قدرات كبيرة نسبياً بسرعة تصل إلى 6 للأسنان المستقيمة، 13 م/ ث للأسنان غير المستقيمة . كفاءتها مرتفعة. ينتج عنها ضجيج خفيف عند العمل. يجرى تشغيل الأسنان بدقة.	يجرى النقل بسرعات محيطية (بالنسبة للتروس) تصل إلى 7.5 م / ث. تجلخ البريمة ، كما يفتح مجاري الترس على فرز تجليخ دودية . درجة تشغيل السنة ، والكفاءة مرتفعتان.
متوسطة	أحمال متوسطة . تعمل بسرعات تصل إلى 5 م/ث للأسنان المستقيمة ، 9 م/ث للأسنان غير المستقيمة . كفاءتها عادية. يصدر عنها ضوضاء عند العمل ز توجد إمكانية لعدم الدقة أثناء التشغيل.	تستخدم في نقل قدرات متوسطة نسبياً بسرعة تصل إلى 3 م / ث للأسنان المستقيمة، 7 م/ ث للأسنان غير المستقيمة .دقة تشغيلها متوسطة. كفاءتها أقل. ينتج عنها ضجيج وخبطات ضعيفة عند العمل. يجرى تشغيل الأسنان بدقة.	آلية نقل الحركة عادية لوقت قصير بسرعة محيطية 3 م/ ث. درجة دقة متوسطة لتشغيل التروس والبريمة . يمكن تلقيطها . كفاءتها متوسطة.
منخفضة	تستخدم في آليات النقل العادية، حيث يخلو الأمر بمتطلبات دقة خاصة . تعمل بسرعات تصل إلى 3 م / ث للأسنان المستقيمة ، 6 م/ث للأسنان غير المستقيمة .	آليات نقل حركة بطيئة لقدرات صغيرة بسرعة تصل إلى 2.5 م / ث للأسنان المستقيمة، 5 م/ ث للأسنان غير المستقيمة . دقة التشغيل والكفاءة منخفضان.	آلية يجرى تحركها باليد . السرعة المحيطية تصل إلى 1.5 م / ث . البريمة دقيقة وأسنان الترس يجرى فتحها على الفرز . كفاءتها منخفضة.