الباب الثامن

8

أنظمة التوجـيه

تمهيد

تعتبر أنظمة التوجيه في المركبات الآلية المختلفة من الأنظمة الأساسية للقيادة، وبالتالي فإنه لا يمكن بدونها التحكم في القيادة.

يناقش هذا الباب عرض أنظمة التوجيه المختلفة والعناصر المكونة لها، كما يتناول ضبط العجلات الأمامية، وزايا ميل هذه العجلات، ومحور دوران العجلة الرئيسية، وميل المحور الرئيسي لمحور الدوران وتأثير هذا الميل.

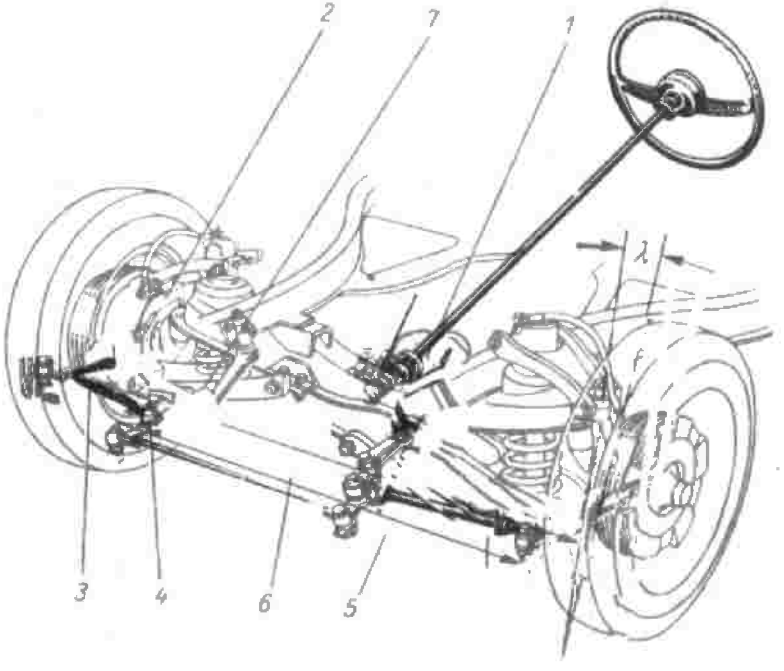
ويتعرض إلي مجموعات تروس التوجيه بالمركبات، وطرق ضبط مجموعة التوجيه.

مجموعة التوجيه

مجموعة التوجيه هي مجموعة أجزاء تعمل على توجيه المركبة. ويمكن إدراك ذلك جيداً عند توجيه عجلات المركبة ، حيث تتخذ العجلتين الأماميتين الأوضاع اللازمة للسير في المنحنيات تلقائياً.

أجزاء مجموعة التوجيه:

تتكون مجموعة التوجيه الموضحة بشكل 8 – 1 من الأجزاء التالية:-



شكل 8 – 1

مجموعة التوجيه

1. مجموعة تروس التوجيه.
2. ذراع توجيه محور دوران العجلة.
3. الوصلة المفصلية لذراع الأثر.
4. أجزاء ذراع الأثر.
5. رافعة ذراع التوجيه.
6. أجزاء ذراع الأثر.

7. الرافعة الثانية لذراع التوجيه.

ضبط العجلات الأمامية:

يجب ألا يكون محور العجلة والمحور الذي يدور حول المفصل متعامدين، وتحدد أوضاع هذين المحورين بالزاوية المعطاة من دور الصناعة وهي زاوية ميل العجلة، ولم المقدمة، وزاوية الانقياد التتبعي، وميل المحور الرئيسي.

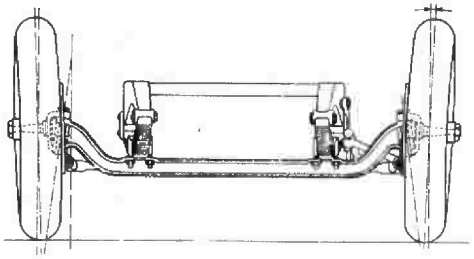
زاوية ميل العجلات الأمامية:

عندما تسير مركبة في خط مستقيم فإن قمة العجلة الأمامية، تميل نحو الخارج والزاوية التي يكونها محور العجلة مع الخط الرأسي تسمى زاوية ميل العجلة كما هو موضح بشكل 8 – 2 .

في السيارة ذات الدنجل الأمامي تكون زاوية ميل العجلة من درجة واحدة إلى ثلاث درجات، أما في السيارات ذات الجر الأمامي فإن هذه الزاوية تكون أقل، وعادة تكون من صفر إلى درجة واحدة. بذلك يكون المحور الرئيسي مائلا قليلا إلى أسفل بزاوية تساوي زاوية ميل العجلة.

يؤدي وزن السيارة في هذا الوضع إلى دفع العجلة إلى الداخل، بحيث يمنع أي ذبذبة في كراسي تحميل العجلة، وبالتالي يمنع الارتعاش في مجموعة التوجيه.

تعتمد زاوية ميل العجلة أساساً على حمولة السيارة، وعلي تقوس الطريق، والغرض منها هو إعادة وضع السيارة في الطريق بعد منحني، بالإضافة إلى التخفيض في استهلاك الإطارات.

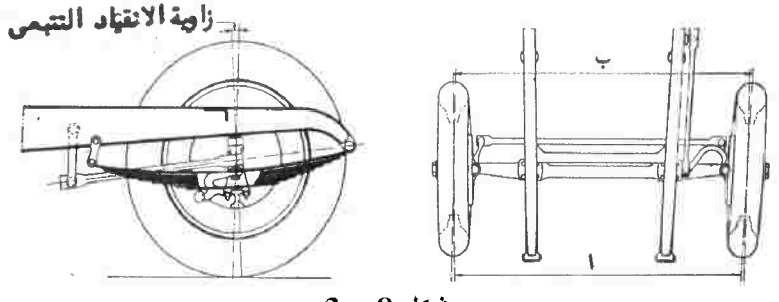


شكل 8 – 2

زوية ميل العجلات الأمامية

وللاحتياط بتقارب العجلات الأمامية، توضع العجلات كما هو موضح بشكل 8 – 3، أي أن المسافة أ بين الأجزاء الأمامية (بالنسبة للدنجل) للطوقين تكون أقل من المسافة ب بين الأجزاء الخلفية، على أن تؤخذ المقاسات عند مستوي محور الدنجل. والفرق بين أ، ب يكون ما بين 1 . 3 مم ويسمي " لم المقدمة".

من ذلك نري أن مقدار تقارب العجلتين الأماميتين التي تسمى لم المقدمة، تحدده زاوية ميل العجلة، وكلما كانت زاوية الميل كبيرة وجب أن يكون لم المقدمة كبيراً.



شكل 8 – 3

ميل العجلتين الأماميتين

محور دوران العجلة الرئيسي:

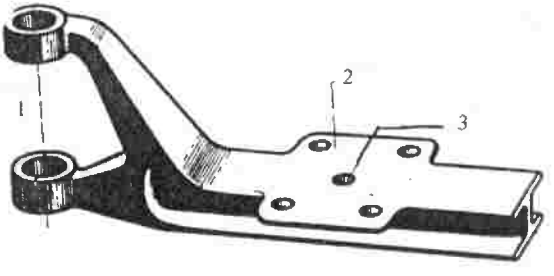
محور دوران العجلة الرئيسي يسمي بالوسط الفني بالدنجل أو الجذع أو الذراع. يختلف تصميم محور دوران العجلة الرئيسي الأمامي (الدنجل الأمامي) عن تصميم

محور دوران العجلة الرئيسي الخلفي (الدنجل الخلفي)، حيث يمكن للعجلتين الدوران محورياً حول محاور المفصل، علماً بأن وضع العجلتين الأماميتين يختلفا عن وضع العجلتين الخلفيتين.

يصنع محور دوران العجلة الرئيسي (الدنجل) من صلب ذي مقاومة عالية، يكون مقطعة على شكل حرف I أو على شكل مستدير.

يقوس الطرفين ويحمل الجزء المركزي فرشين لتثبيت النوابض (اليايات). يختلف هذا التصميم عند استخدام نوابض ورقية (يايات عرضية)، ويتناسب شكل حرف محور دوران العجلة (طرف الدنجل) مع شكل المفصلين.

يمكن أن يكون للطرفين جلبة مفتوحة كما هو موضح بشكل 8 – 4 (أ)، أو جلبة مغلقة .. أي جلبة من قطعة واحدة كما هو موضح بشكل 8 – 4 (ب)، وفي الحالة الأخيرة يكون المفصل بجلبة مفتوحة ، وفي هذه الحالة يجب أن يركب كرسي ساند عند الجزء الأسفل للجلبة.



(أ)

(ب)

شكل 8 – 4

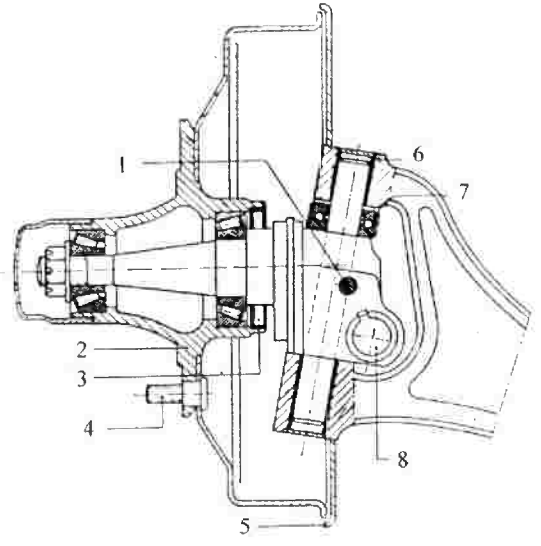
جلبة لمحور دوران العجلة الأمامية (جلب الدنجل)

(أ) جلبة محور دوران العجلة الأمامية (دنجل أمامي) مفتوحة.

(ب) جلبة محور دوران العجلة الأمامية (دنجل أمامي) مغلقة.

ويوضح شكل 8 – 5 مفصل وسرة عجلة أمامية، يوجد عند طرف محور الدوران (طرف الدنجل) المفصل الرئيسي للعجلة الأمامية، يتحرك المفصل محورياً على السرة أثناء دوران العجلة حول محورها.

عندما تتحرك العجلة على الطريق فإن حمل محور دوران العجلة الرئيسي (حمل الدنجل) يكون في إتجاه رأسي، ويحدث إحتكاك عند الجزء العلوي للمفصل الرئيسي بين الدنجل والجلبة، ولهذا السبب يوضع في هذا المكان كرسي ساند يسهل الدوران المحوري للعجلتين الأماميتين.



شكل 8 – 5

مفصل وسرة عجلة أمامية

محور الدوران الرئيسي (الدنجل) بجلبة مفتوحة

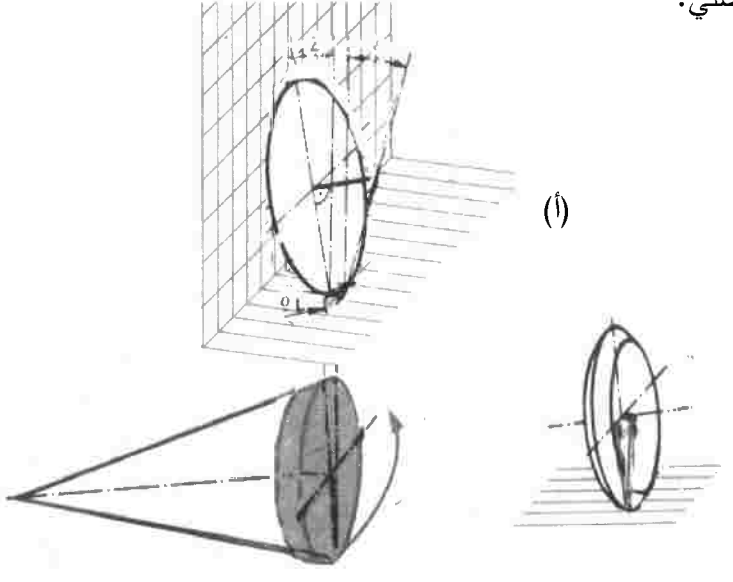
ملاحظة:

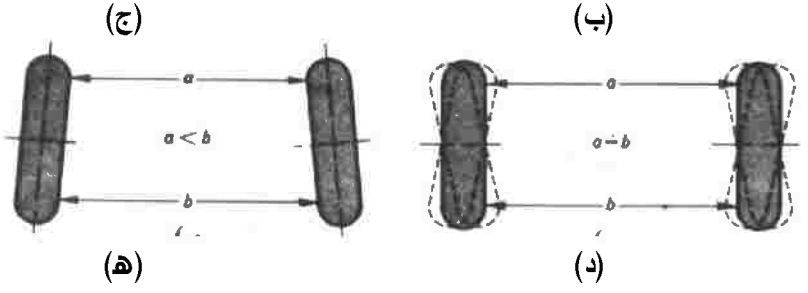
يتطلب في كل التركيبات تشحيماً وضبطاً منتظماً.

ميل المحور الرئيسي لمحور الدوران:

يميل مستوي العجلة الأمامية عن المحور الطولي للسيارة ، حيث يكون للعجلة التي لها زاوية ميل اتجاه للابتعاد عن السيارة، أي تحاول التدحرج نحو الخارج لرسم قوس دائري، كما يميل المحور الرئيسي لمحور دوران العجلة على الاتجاه الرأسي نحو محور المركبة شكل 8 – 6 (أ)، يكون التأثير في هذه الحالة هو صغر نصف قطر دوران توجيه التدحرج، وعند السير في منعطف ترجع العجلات إلى ووضعها الأصلي تلقائياً، حيث يتحرك مركز العجلات الأمامية في مستوي عمودي على المحور الرئيسي لمحور الدوران شكل 8 – 6 (ب)، ويكون هذا المستوي موازيا لمحور المركبة الطولي ومائلا على المستوي الأفقي.

تحاول العجلات الهبوط عند تدوير عجلة التوجيه (عجلة القيادة)، إلا أن سطح الطريق يقاوم هذه المحاولة بمقاومة مضادة تؤدي إلى رفع محور دوران العجلات ضد اتجاه وزن المركبة، وعند إرجاع عجلة التوجيه إلى وضعها الأصلي، يضغط وزن المركبة على محور دوران العجلات إلى أسفل مما يعمل على عودة عجلات المركبة إلى وضعها الأصلي.





شكل 8 – 6

ميل المحور الرئيسي لمحور دوران العجلة

(أ) تميل العجلة عن المستوي الرأسي بزاوية λ (لمدا)، بينما يميل المسمار الرئيسي لمحور دوران العجلة عن المستوي الرأسي بزاوية b. وبذلك ينخفض نصف قطر دوران توجيه التدحرج.

(ب) تنشأ عن ميل محور دوران العجلة الناتج بدور، عن ميل العجلات الأمامية عن المستوي الرأسي قوة تضغط العجلة على محملها الداخلي.

(ج) العجلة تحاول التدحرج إلى الخارج على قوي دائري.

(د) إذا كانت العجلتان متوزيتين، فإنهما تتعرضان للتأرجح أو للارتعارش حول محور دورانها.

(هـ) يضاد تقارب العجلتين الأماميتين (لم المقدمة)، حركة العجلات إلى الخارج، ويمنع الارتعاش.

تأثير ميل المحور الرئيسي لمحور دوران العجلة:

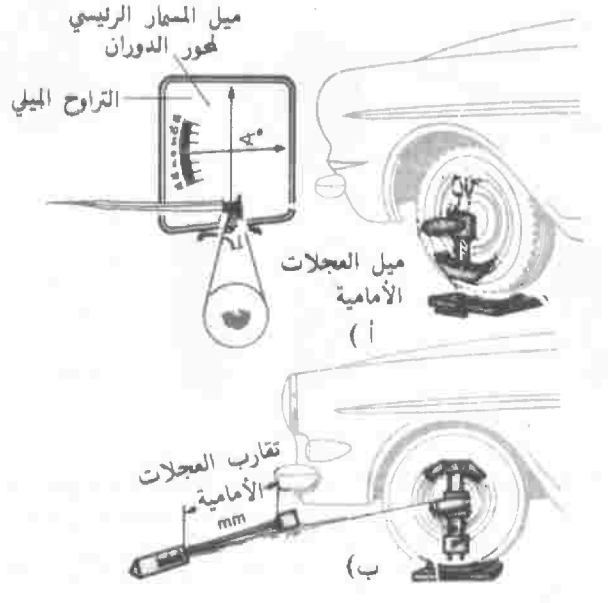
يزداد تأثير العودة التلقائية للعجلات. ويزداد ميل المستوي الذي يتحرك فيه مركز العجلات الأمامية عند الانعطاف نحو محور المركبة الطولي، نتيجة لذلك ترتفع العجلة الداخلية للمركبة بالنسبة لمنحني المنعطف، وتنخفض العجلة الخارجية لها، عند السير

في منعطف. لذلك يحدث شد في العجلات يؤدي إلي ارتدادها تلقائياً إلي إتجاه السير الأصلي.

طرق الفحص:

لا يمكن تحديد الوضع الصحيح للعجلات، إلا بإجراء قياس دقيق. ويتم اختيار طريقة القياس طبقاً لدرجة الدقة المطلوبة، والزمن المتاح لإجراء الفحص. وتعتبر الأجهزة الضوئية من أكثر الأجهزة دقة وحساسية شكل 8 – 7.

وإذا إتضح عند إجراء القياس بجهاز قياس ضوئي، أن تقارب العجلات الأمامية به خطأ، بالرغم من أن كلا من ميل العجلات الأمامية، وميل المسمار الرئيسي لمحور الدوران، والتراوح الميلي مضبوطة كلها، فيمكن البحث عن سبب هذا العيب في مجموعة التوجيه فقط.



شكل 8 – 7

جهاز ضوئي لقياس محور دوران العجلة

الجهاز الضوئي لقياس المحور:

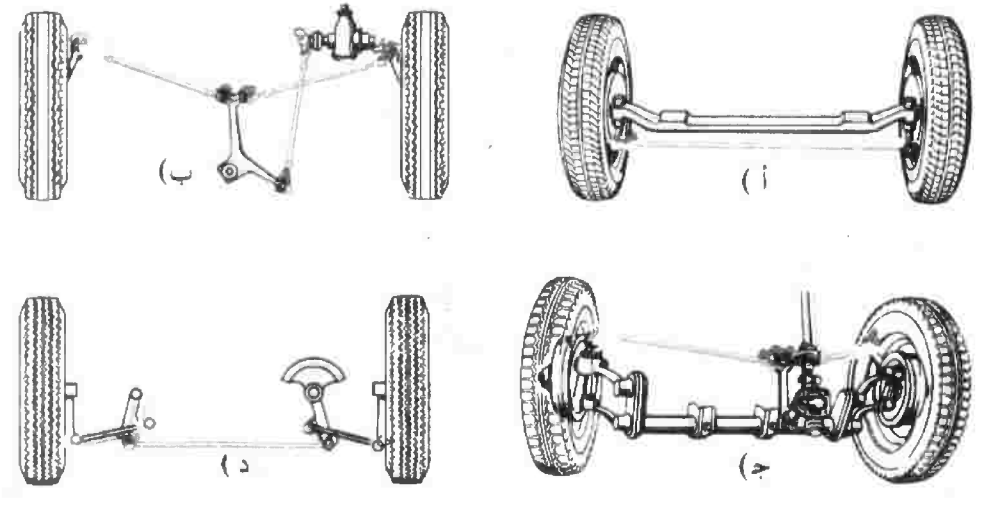
توضع المركبة على سطح أفقي مستو. ثم تثبت أجهزة إسقاط ضوئي على العجلات. يسقط الضوء على شكل نقط ضوئية على لوحات قياس مثبتة على أبعاد معينة، وبذلك يمكن قياس جميع القيم المطلوب ضبطها.

نظام التوجيه:

لا يستخدم في توجيه المركبات الآلية حالياً إلا توجيه محاور دوران العجلات الأمامية (الدنجل الأمامي)، ويعتمد نظام التوجيه على نظام التعليق المستعمل.

محور دوران العجلة الرئيسي (الدنجل أو الجذع أو الذراع) المستعمل في المركبات التجارية الثقيلة، يحتوي على عمود رئيسي مثبت عند كل طرف من الجذع، وهو يقوم بدور المحور الذي يسمح بتوجيه العجلات.

يستخدم لنظام التوجيه في السيارات أحد محاور الدوران كما هو موضح بشكل 8 – 8. قد يكون ذراع جاسئ غير مجزأ وهو من أبسط أنواع مجموعات التوجيه، أو يكون ذراع مكون من جزأين، أو ذراع مكون من ثلاثة أجزاء.

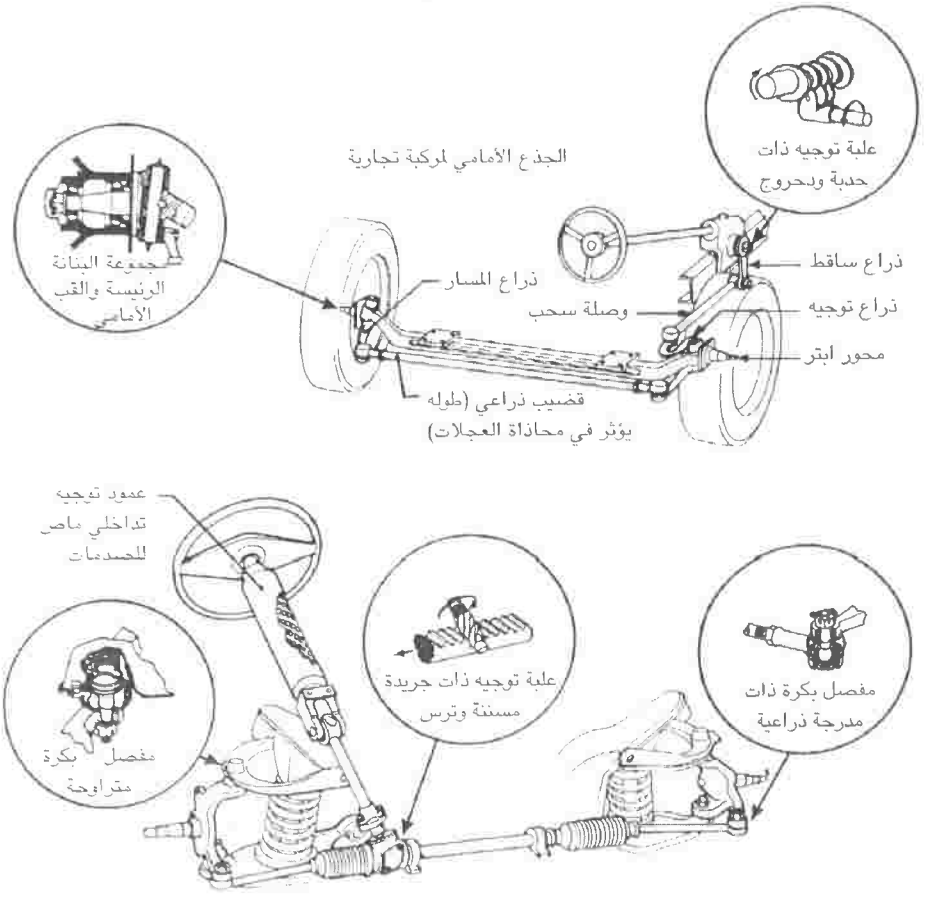


شكل 8 – 8

أنواع مختلفة لأذرع التوجيه

(أ) ذراع ذو جزء واحد.
(ب)ذراع ذو جزأين (مجزأ في الوسط).
(ج)ذراع ذو جزأين (غير متساوين).
(د) ذراع ذو ثلاثة أجزاء.

أما المركبات التي تستعمل نظام تعليق مستقل، فإنها تحتوي على مفاصل كروية تسمح بتحريك العجلات كما هو موضح بشكل 8 – 9، وتعتبر هذه الأنظمة هي الأكثر انتشاراً.



شكل8 – 9

نماذج من أنظمة التوجيه بالمركبات

مجموعة تروس التوجيه:

تؤدي مجموعة تروس التوجيه وظيفتين هما كالآتي:-

1- تحويل الحركة الدائرية لعجلة القيادة (التوجيه) وعمود التوجيه المتصل بها إلى حركة خطية.

2- خمد وإمتصاص صدمات الطريق.

علاوة على ذلك فإنه يجب أن يتم تحريك العجلات دون الحاجة إلى قوة كبيرة، وأن يتم إتجاه العجلات من أقصي وضع في اليسار إلى أقصي وضع في اليمين، ومن خلال إدارة عجلة القيادة (التوجيه) ثلاث لفات ونصف على الأكثر.

تؤدي مجموعة تروس التوجيه وظيفتين هما تحويل الحركة الدائرية لعجلة القيادة (التوجيه). وعمود التوجيه المتصل بها، إلي حركة خطية. كما تعمل على خمد (إمتصاص) صدمات الطريق. علاوة على هذا يجب أن يتم تحريك العجلات دون الحاجة إلى قوة كبيرة، وأن يتم تغيير اتجاه العجلات من أقصي وضع اليسار، إلي أقصي وضع اليمين، بإدارة عجلة القيادة (التوجيه) ثلاث لفات ونصف على الأكثر. ويغلب استخدام المجموعات التالية لمجموعات تروس التوجيه.

مجموعة التوجيه بالجريدة المسننة والبنيون:

تستخدم في أنواع كثير من المركبات. العيب الملاحظ في هذا النوع. هو البلي غير المنتظم للجريدة، مما يؤدي إلى وجود خلوص في بعض الأماكن، يسبب ارتجاجاً (قلقلة)، ويمكن تفادي هذا الارتجاج عن طريق ضغط الجريدة المسننة على ترس البنيون (القائد)، بواسطة قطعة منزلقة شكل 8 – 10 (أ) . وتقتصر إمكانية إعادة ضبط النوع من مجموعات التوجيه على الخلوص المحوري لترس البنيون. أما الخلوص بين الأسنان فهو غير قابل للمعادلة.

مجموعة التوجيه بالدودة والقطاع المسنن:

يمثل قطاع الترس الدودي والدودة الجزأين الرئيسين في هذه المجموعة. ولما كانت ذراع التوجيه الهابطة، وبالتالي الترس الدودي المثبت فيها يدوران في حدود زاوية مقدارها 70 ^{0} فقط، لذلك يمكن الاكتفاء بجزء من الترس الدودي، كما هو الحال في مجموعة التوجيه بالدودة والقطاع المسنن شكل 8 – 10 (ب)، أو بتصميم قطاع الترس كبكرة ذات أسنان، كما هو الحال في مجموعة التوجيه ذات الدلافين المحززة شكل 8 – 10 (ج)،

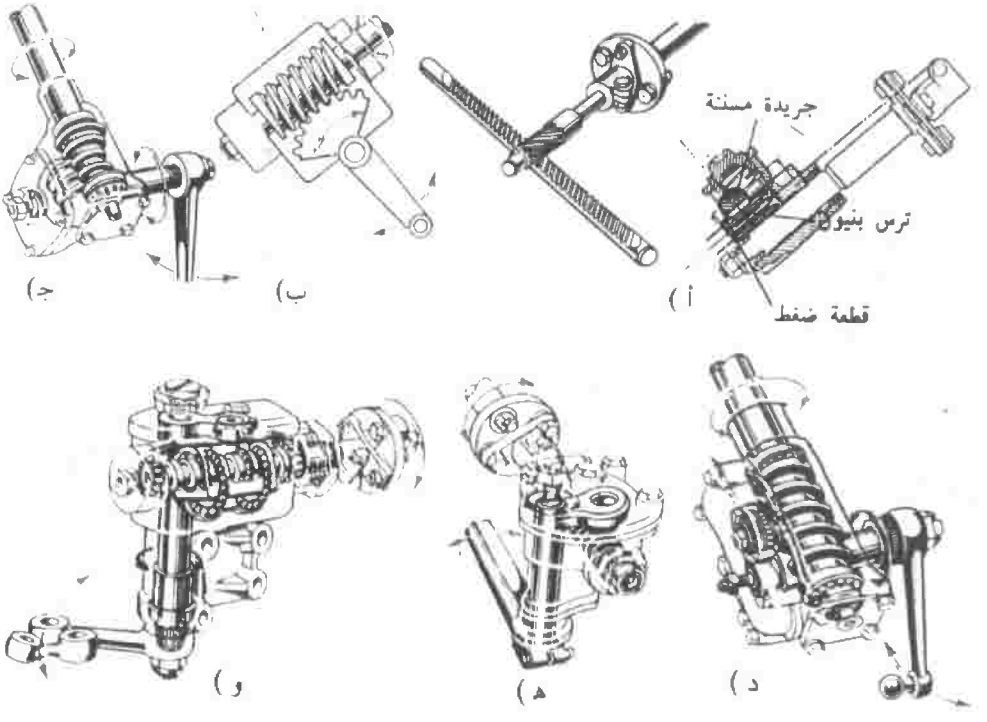
أو بتصميمه كجزء من سن ترس على هيئة إصبع، مثل التصميم المستخدم في مجموعة التوجيه بالإصبع المتدحرج شكل 8 – 10 (د).

تتعرض محامل الدودة وجوانب أسنانها والقطاع المسنن المقابل لها للبلي. ولإعادة ضبط خلوص عمود القيادة (التوجيه)، فإنه يمكن إعادة ضبط محامله. أما خلوص جوانب الأسنان فيمكن تخفيضه عن طريق ترحيل (إزاحة) الدودة. أو قطاع الترس الدودي أو الدلافين أو الإصبع.

مجموعة التوجيه بالعمود الملولب والصمولة:

يزود العمود الدوار بلولب، وعند إدارته تتحرك الصمولة المركبة على اللولب متجهة إلى أعلي أو إلي أسفل. وتحول الصمولة الحركة إلى دوران لعمود التوجيه (القيادة).

تصميم الصمولة في حالة التوجيه بالعمود الملولب شكل 8 – 10 (هـ) على شكل صمولة توجيه نصف كروية. أما في حالة التوجيه بلولب الكريات شكل 8 – 10 (و)، فتصمم هذه على شكل صمولة كاملة مملوءة بالكريات. ويمكن في كلا التصميمين ضبط الخلوص بين جوانب أسنان لولب المسمار والصمولة، أو بين الكريات ذاتها، علاوة على إمكان ضبط خلوص محمل العمود الملولب. ويتميز التوجيه بلولب الكريات بانتظام البلي، نظراً لتتابع تغيير أوضاع الكريات أثناء التوجيه.



شكل 8 – 10

نماذج لمجموعات تروس التوجيه

(أ) توجيه بالجريدة المسننة.

(ب) توجيه بالدودة وقطاع مسنن.

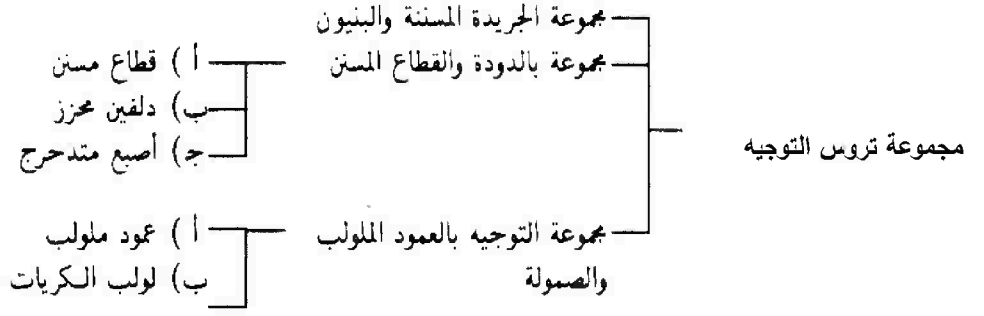
(ج) توجيد بدلافين دودية (محززة).

(د) توجيه بإصبع متدحرج.

(هـ) توجيه بعمود ملولب وصمولة.

(و) توجيه بالكريات.

يمكن تبسيط عرض مجموعات تروس التوجيه بالمخطط الموضح بشكل 8 – 11 كالآتي:-



شكل 8 – 11

مخطط لمجموعات تروس التوجيه الأكثر استخداماً

ضبط مجموعة التوجيه:

يجب إعادة ضبط تقارب العجلات الأمامية من جديد، بعد استبدال الوصلات المفصلية. يستخدم لهذا الغرض جهاز ضوئي لقياسات المحور. وعند بدء الضبط يجب فك أجزاء الربط، ثم يبدأ في إدارة أذرع الأثر المتصلة بالعجلتين مباشرة. يحتوي كل من هذه الأذرع على لولبين في نهايتيه، أحدهما من جهة اليسار والآخر من جهة اليمين، بحيث تتحرك الوصلات إلي الخارج أو إلى الداخل عند إدارة الأذرع.

بعد الانتهاء من ضبط الأثر، يجب إحكام ربط أعمدة الأثر بحرص ضد الدوران الذاتي. تستخدم صواميل قمط أو صواميل مخروطية ذات رقيقة إحكام معدنية لإحكام الربط، علاوة على مشابك الإحكام شكل 8 – 12.

تقاس القوي اللازمة لتحريك عجلة التوجيه، بواسطة جهاز قياس العزوم Torsi meter، أثناء إجراء الضبط. وعند إعادة ضبط مجموعة تروس التوجيه، يجب فك أذراع الأثر.

شكل 8 – 12

ضبط تقارب العجلات الأمامية لذراع التوجيه الذي يحتوي علي ثلاثة أجزاء

K ... مسامير ملولبة لإحكام الربط.

A ... إتجاه الدوران إذا كان تقارب العجلات الأمامية أكبر من اللازم.

B ... إتجاه الدوران إذا كان تقارب العجلات الأمامية أصغر من اللازم.

تذكر أن:

تعتبر مجموعة التوجيه من العوامل الهامة التي تأمن القيادة والتوجيه، ومن ثم فإن يراعي ضبط الأجزاء التالية:-

1- ضبط وضع العجلات وخلوص الوصلات المفصلية.

2- ضبط الخلوص في مجموعة تروس التوجيه.

3- إحكام الربط بعد الانتهاء من عملية الضبط.