



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أجهزة نقل الحركة

TRANSMISSION SYSTEMS

إعداد

أ.د. مُحب محمد أنيس الشرباصي

أستاذ الهندسة الزراعية

ووكيل الكلية لشؤون التعليم والطلاب

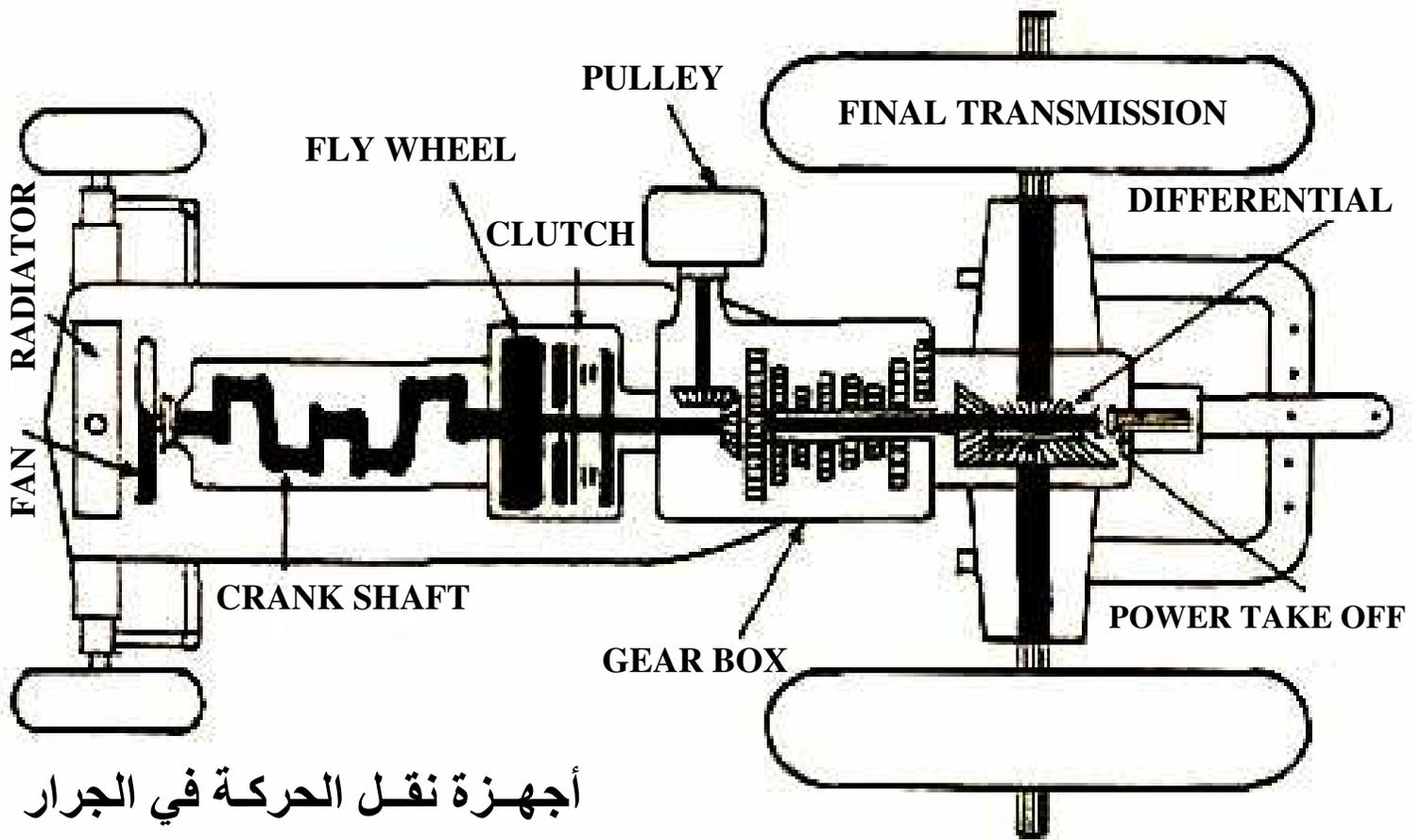
أجهزة نقل الحركة - Transmission devices

■ المحرك هو المصدر الأساسي للقدرة في الجرار الزراعي حيث تصل قدرته عن طريق أجهزة نقل الحركة إلى العجلات الخلفية للجرار. ويجب أن تكون طريقة اتصال المحرك بباقي الأجزاء لجهاز الجر بحيث تجعل من الجرار آلة عملية وسهلة التشغيل ويمكن التحكم فيها بدون مجهود بمعنى:

- فصل ووصل الحركة بين المحرك وبقية أجزاء نقل الحركة.
- إيقاف الجرار دون اللجوء إلى إيقاف المحرك.
- الحصول على سرعات مختلفة للجرار تناسب كل عملية زراعية.

- التقدم بالجرار للإمام والرجوع إلى الخلف.
 - الدوران بالجرار في دوائر صغيرة.
 - تخفيض سرعة دوران المحرك لإعطاء سرعة منخفضة تلائم دوران عجلات الجر والحصول على عزم دوران أكبر.
- وتقوم أجهزة نقل القدرة في الجرار بالمهام سالفة الذكر، وتشمل هذه الأجهزة:

(القباض، صندوق التروس، الجهاز الفرقي وجهاز النقل النهائي).

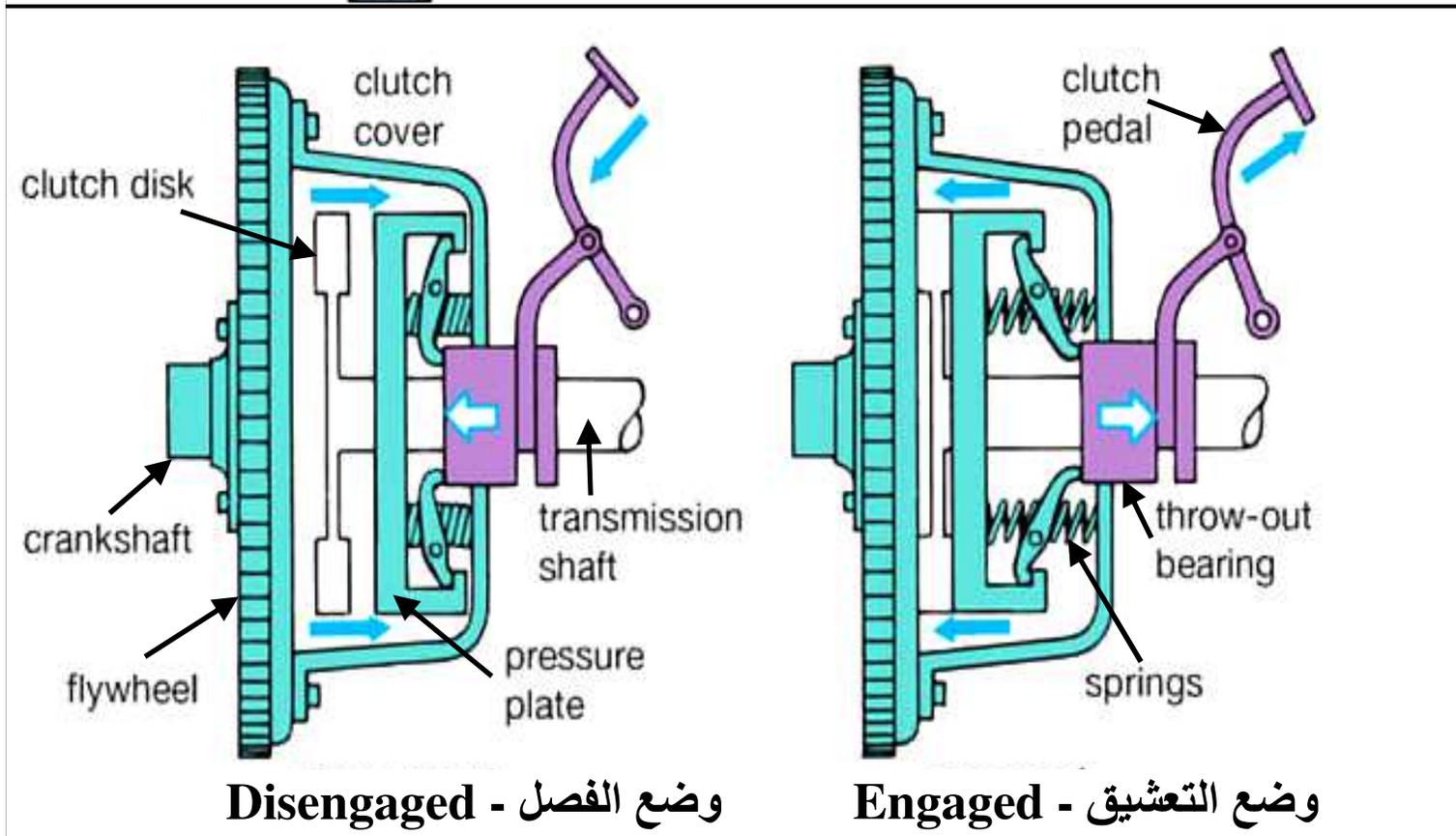
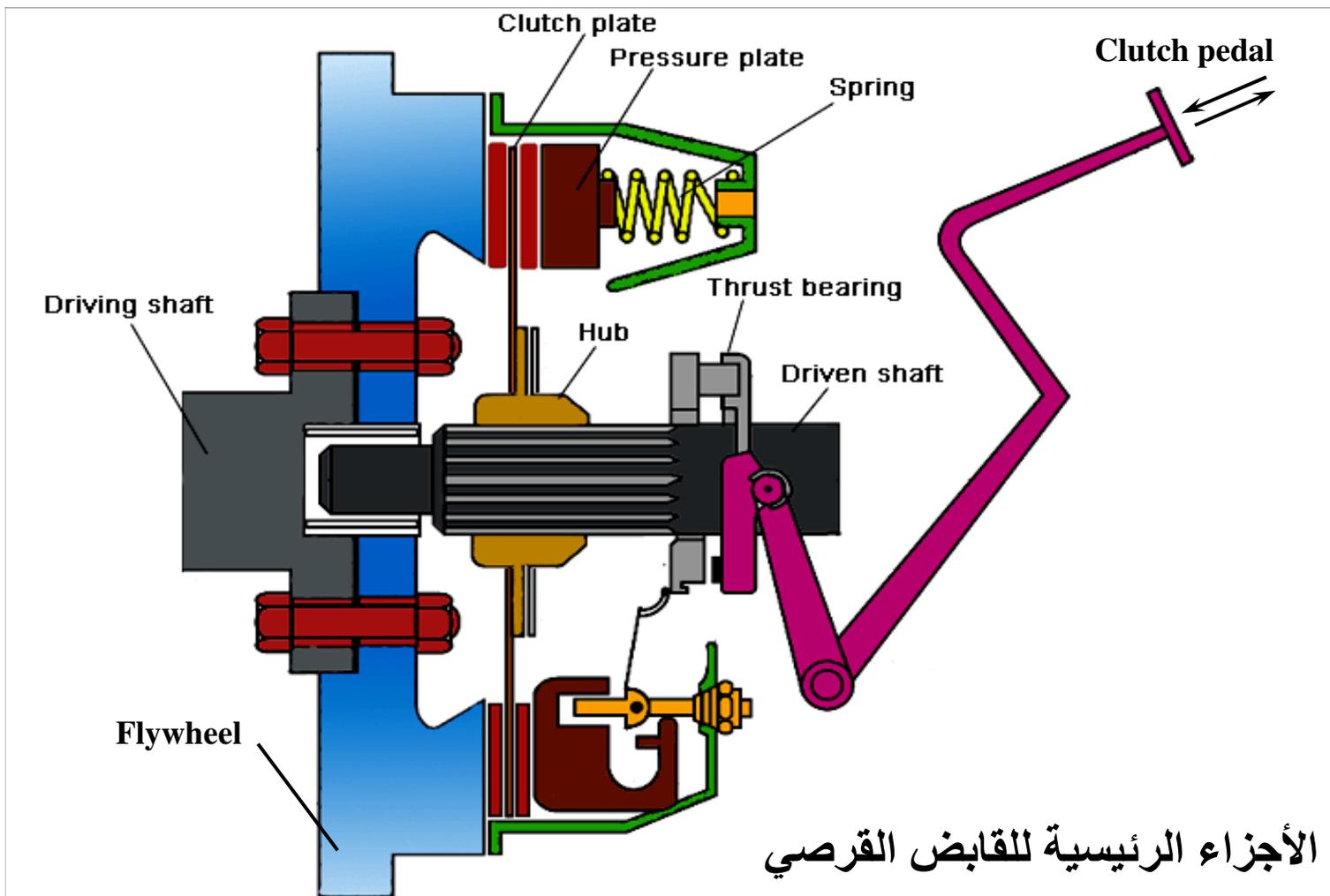


أجهزة نقل الحركة في الجرار

1- القابض (الدبرياج) : Clutch

يُثبت القابض عادةً على حدافة المحرك مباشرة. وتعتبر الحدافة جزءاً من مكونات القابض، ويستخدم القابض لفصل ووصل الحركة بين حدافة المحرك وبقية أجزاء نقل الحركة، ويمكن للسائق التحكم فيه بواسطة دواسة تعمل بالقدم عن طريق عدة روافع. القابض المستخدم في الجرارات الزراعية من النوع الذي يعتمد على نقل الحركة بواسطة الاحتكاك، والقابض الجيد هو الذي يمكن بواسطته نقل الحركة تدريجياً وبدون انزلاق حتى يمكن نقل قدرة المحرك كلها إلى باقي أجزاء نقل الحركة، أما القابض الذي ينقل الحركة فجأة فإنه يتسبب في كسر تروس السرعات. يتكون القابض من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

- أ- أقراص القابض ب- يايات القابض ج- دواسة الدبرياج



أ- أقراص القابض: Clutch plates

1- قرص الاحتكاك: وهو قرص مغطى بطبقة من مادة ذات معامل احتكاك عالي.

2- القرص الضاغط: مثبت مع الحدافة ويدور معها ويعمل على ضغط قرص الاحتكاك بالحدافة عن طريق يايات قوية.

ب- يايات الدبرياج: Clutch springs

عبارة عن يايات قوية تعمل على ضغط القرص الضاغط بقرص الاحتكاك مع الحدافة فيدور معها وينقل الحركة إلى صندوق السرعة عن طريق عمود الدبرياج المتصل بقرص الدبرياج. ويمكن فصل الحركة بإبعاد القرص الضاغط عن قرص الاحتكاك وذلك بإزالة ضغط اليايات فيصبح قرص الاحتكاك حراً لا يتأثر بدوران الحدافة.

ج- دواسة الدبرياج: Clutch pedal

تقوم دواسة الدبرياج عن طريق عدة روافع بفصل ووصل الحركة بين المحرك وصندوق التروس، فعند ضغطها بالقدم إلى أسفل فإنها تعمل على إزالة ضغط اليايات فيبعد القرص الضاغط عن قرص الاحتكاك ويتم فصل الحركة وعند رفع القدم تعود إلى وضعها الطبيعي ويتم توصيل الحركة.

2 - صندوق التروس : Gear box

مهمة صندوق التروس الرئيسية هي:

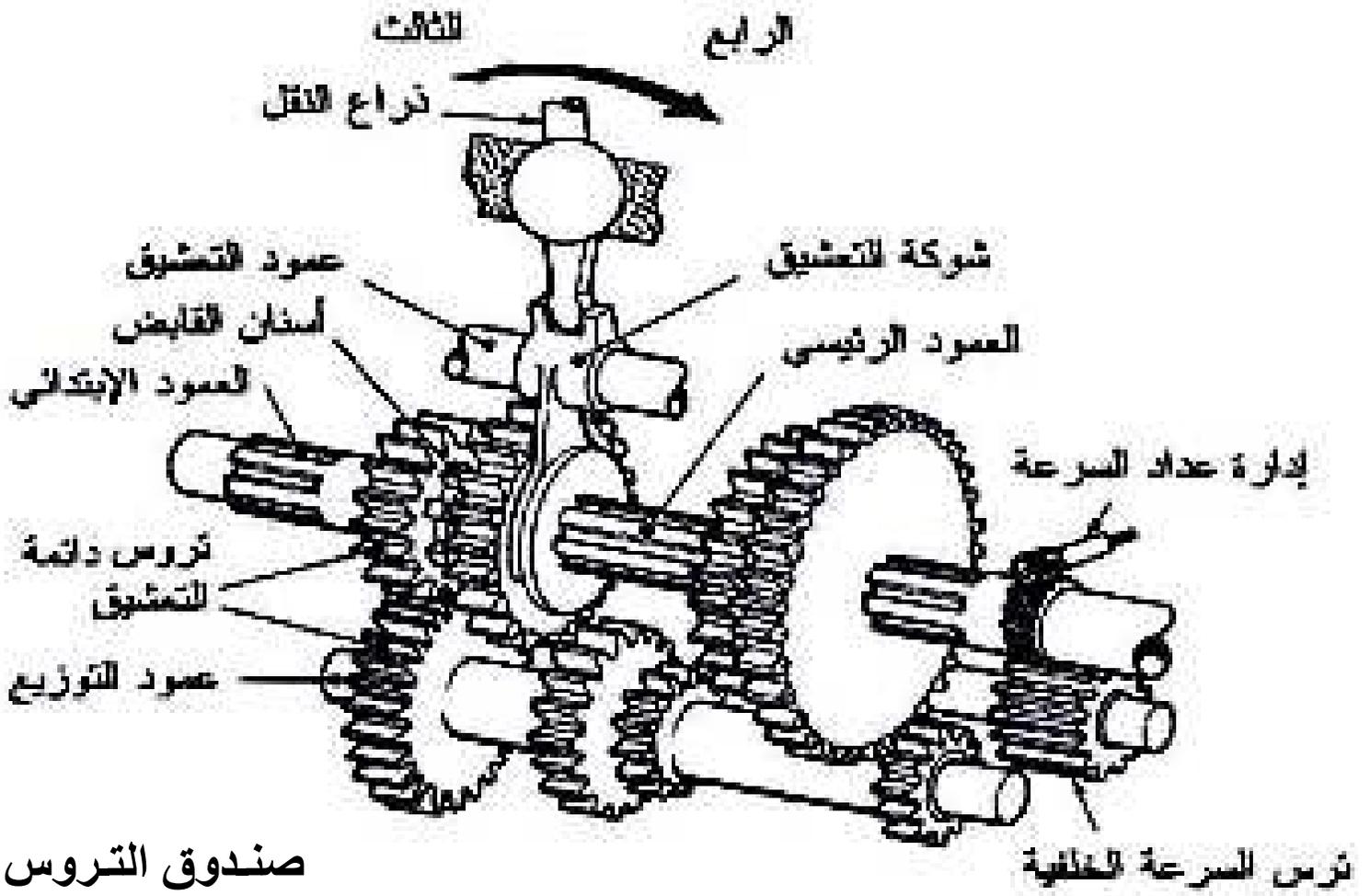
1. نقل الحركة من القابض إلى باقي الأجهزة عن طريق مجموعة من التروس بحيث يمكن التحكم في السرعة المنقولة لتناسب العملية الزراعية التي يقوم الجرار بأدائها.

2. عكس اتجاه حركة الجرار ووصل أو فصل الحركة من الطارة أو عمود الإدارة الخلفي لتشغيل الآلات الزراعية.

3. وصل أو فصل الحركة عن جهاز الرفع الهيدروليكي. وعند وضع رافعة تغيير التروس (الفتيس) في وضع الحيد تنفصل باقي أجزاء الجرار عن الحركة.

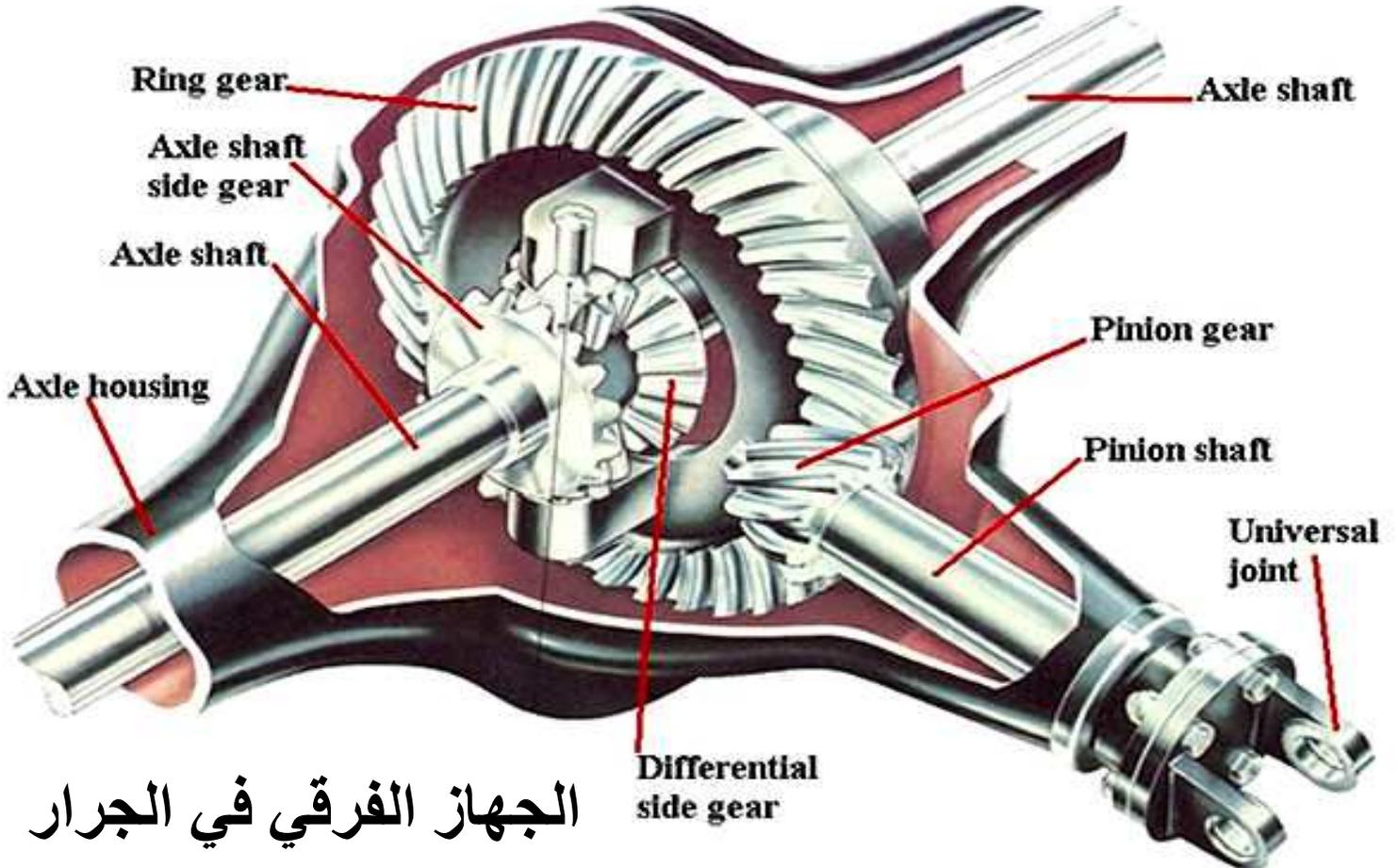
ويلاحظ أنه كلما زادت السرعة المنقولة خلال صندوق التروس كلما قلت قدرة الجرار على الشد.

وهناك أنواع مختلفة من أجهزة تغيير السرعات وأكثر تلك الأنواع انتشاراً هو صندوق التروس ذو التعشيق الإنزلاقي.



3- الجهاز الفرقي: Differential device

تنقل الحركة من صندوق التروس عن طريق ترس مخروطي (البنيون) إلى ترس آخر أكبر منه في القطر (الترس الحلقي أو ترس التاج) وعمودي عليه، وتكون الحركة بعد ذلك في اتجاه دوران العجل. يثبت على ترس التاج مسمار يدور معه بنفس السرعة وبآخره ترس مخروطي صغير متصل بترسين مخروطيين كل منهما متصل بعمود نصفي ليوصل الحركة إلى جهاز النقل النهائي ومنه إلى العجل الخلفي للجرار.



الجهاز الفرقي في الجرار

❖ وظائف الجهاز الفرقي:

➤ تخفيض سرعة دوران الأعمدة أثناء مرور القدرة بها بنسبة ثابتة.

➤ توصيل الحركة من صندوق التروس إلى جهاز النقل النهائي ومنه إلى العجلات الخلفية.

➤ تغيير اتجاه دوران العمود الخارج من علبة التروس ليصبح موازياً لاتجاه دوران العجل.

➤ تسمح بأن تدور إحدى العجلتين الخلفيتين للجرار بسرعة دوران مختلفة عن العجلة الأخرى وذلك في الأحوال الآتية:

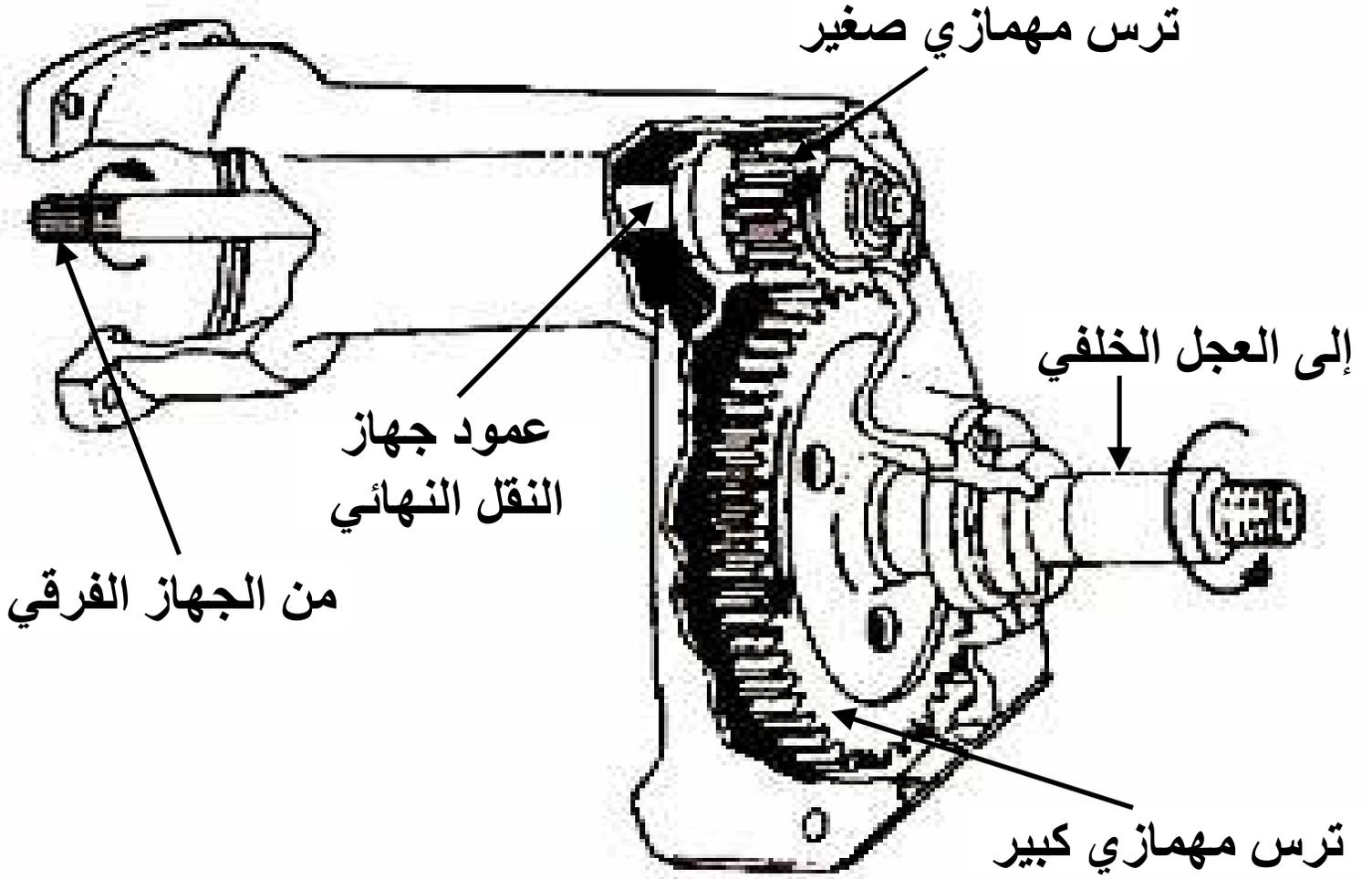
1- عند دوران الجرار، حيث تدور العجلة البعيدة عن مركز الدوران بسرعة أكبر من الأخرى.

2- عند تخطي إحدى العجلات عقبة أو منخفض، حيث تسير مسافة أكبر من الأخرى أثناء ذلك.

3- إذا سارت إحدى العجلات على أرض غير متماسكة فيحدث بها انزلاق فتدور أسرع من العجلة الأخرى.

4- جهاز النقل النهائي: Final device

يقوم جهاز النقل النهائي بتخفيض السرعة قبل نقلها مباشرة إلى العجل الخلفي ويتم ذلك عن طريق ترس صغير ينقل الحركة إلى ترس أكبر، والتخفيض في السرعة هو تخفيض ثابت ويضاف إلى تخفيضات صندوق التروس المتغيرة وتخفيض الجهاز الفرقي الثابت.



❖ نسب التخفيض في أجهزة نقل الحركة:

يوجد عدة نسب تخفيض في جهاز نقل الحركة والغرض منها هو خفض سرعة الدوران الواصلة من عمود المرفق إلى العجل الخلفي من سرعة دوران عالية إلى سرعة دوران مناسبة مع عزم كبير.

أ- نسبة التخفيض في صندوق التروس وهي نسبة متغيرة:

$$R_g = N_1 / N_2$$

ب- نسبة التخفيض في الجهاز الفرقي وهي نسبة ثابتة:

$$R_d = N_2 / N_3$$

ج - نسبة التخفيض في جهاز النقل النهائي وهي نسبة ثابتة:

$$R_f = N_3 / N_4$$

■ وبالتالي تكون نسبة التخفيض الكلية هي:

$$R_T = R_g \cdot R_d \cdot R_f = N_1 / N_4$$

$$N_1 / N_4 = (N_1 / N_2) \cdot (N_2 / N_3) \cdot (N_3 / N_4)$$

حيث أن:

$$N_1 = \text{سرعة عمود المرفق.}$$

$$N_4 = \text{سرعة دوران العجل الخلفي للجرار.}$$

في الجهاز الفرقي يلاحظ أن سرعته تكون متوسطة لسرعتين، كما أنه في جهاز النقل النهائي تكون السرعة متوسطة لسرعتين.

$$N_3 = \frac{N'_3 + N''_3}{2} \quad \& \quad N_4 = \frac{N'_4 + N''_4}{2}$$

❖ حساب السرعة الأمامية للجرار:

بمعلومية نسبة التخفيض الكلية وسرعة دوران المحرك يمكن إيجاد سرعة دوران العجل الخلفي للجرار كآتي:

$$R_T = (N_1/N_2) \cdot (N_2/N_3) \cdot (N_3/N_4) = N_1/N_4$$

وبمعلومية نصف قطر العجل الخلفي (r) يمكن إيجاد السرعة المحيطية (السرعة الأمامية V) كآتي:

$$V = 2 \pi r N_4 = \pi D N_4$$

5- جهاز تلامس الجرار مع الأرض :

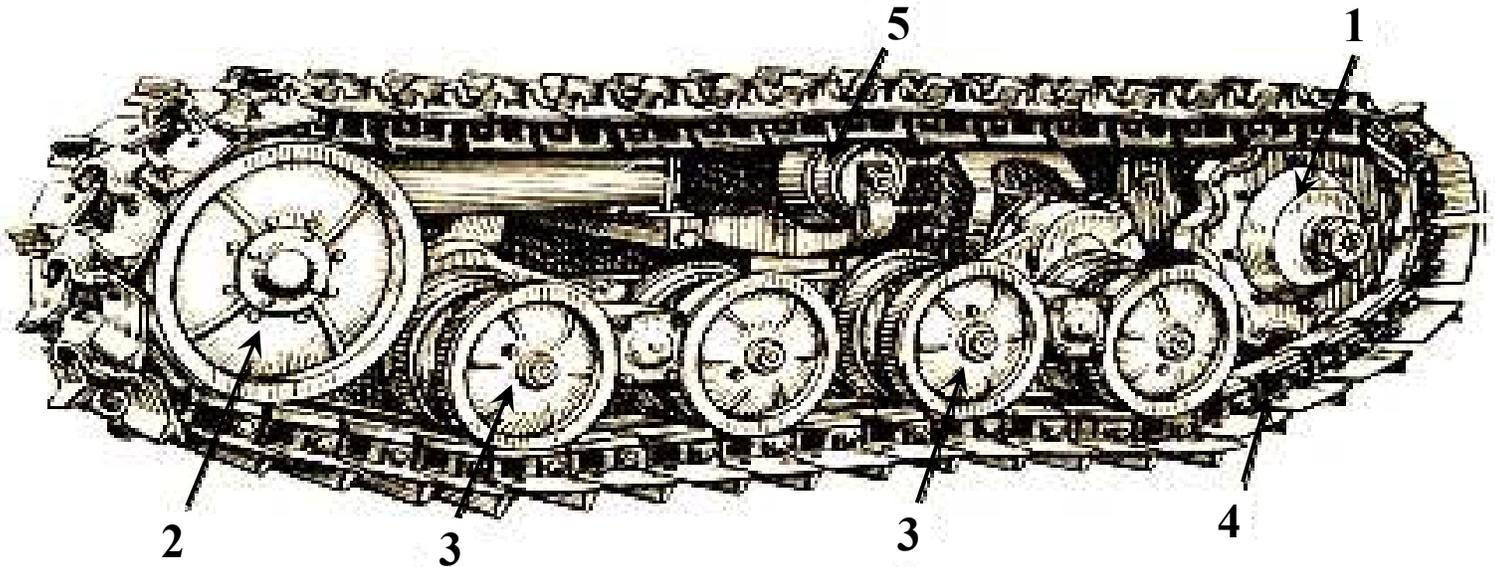
هو مجموعة أجزاء الجرار التي تتلامس مع سطح التربة ويرتكز الجرار ويتحرك علي الأرض بواسطتها. كما أن من الوظائف الرئيسية لجهاز تلامس الجرار مع الأرض هو استغلال القدرة المنقولة إليه من المحرك عن طريق جهاز نقل الحركة لتوليد القوة الدافعة اللازمة للتغلب علي مقاومة التربة لأي آلة مقطورة بالجرار، وتوجد من أجهزة التلامس نوعين رئيسيين هما:

1. الجرارات ذات العجل : Tire tractors

يتركب جهاز التلامس في جرارات العجل من عجلة أو عجلتين أماميتين صغيرتين تستخدمان في توجيه الجرار وعجلتين خلفيتين كبيرتين تصل إليهما الحركة والقدرة من محرك الجرار عن طريق أجهزة النقل وتسمى هاتين العجلتين بعجلتي الجر أو الشد حيث تدفعان الأرض بقوة إلى الخلف وبالتالي يندفع العجل إلى الأمام. يصنع العجل إما من أطواق من الحديد تتركب علي محيطه أطراف مدببة تسمى قباقيب لزيادة تماسك العجل مع الأرض أو يصنع العجل من جنط من الصلب يركب عليه إطار من الكاوتش ويتراوح الضغط داخل العجل الخلفي ($0.85-1.0 \text{ kg/cm}^2$) وفي العجل الأمامي ما بين ($1.5-2.5 \text{ kg/cm}^2$)، ويمتاز العجل الكاوتش عن الحديد بأنه يسبب اهتزازات وإجهادات أقل للجرار، كما أنه يكبس التربة بدرجة أقل وبذلك تقل مقاومة الدوران للعجل، وهو أيضاً أقل استهلاكاً للوقود.

2. الجرارات ذات الكتينة : Crawler tractors

يتركب جهاز التلامس في الجرارات ذات الكتينة من حامل البكرة والكتينة وعجلة الجر المسننة (الاسبروكيت) والعجلة الأمامية المساعدة (الأيذر) وبكر الكتينة وبكر حامل ثم جهاز شد الكتينة، ولكل جرار زوج من الكتاين وعندما تصل الحركة من جهاز النقل النهائي إلى عجلة الاسبروكيت فإنها تسحب الكتينة المعشقة بها من أسفل إلى الخلف وتدفعها من أعلى إلى الأمام وبذلك يتحرك الجرار إلى الأمام وتستمر الكتينة مشدودة بواسطة عجلة الأيدر والتي تبقى في وضعها تحت ضغط زنبرك قوي.

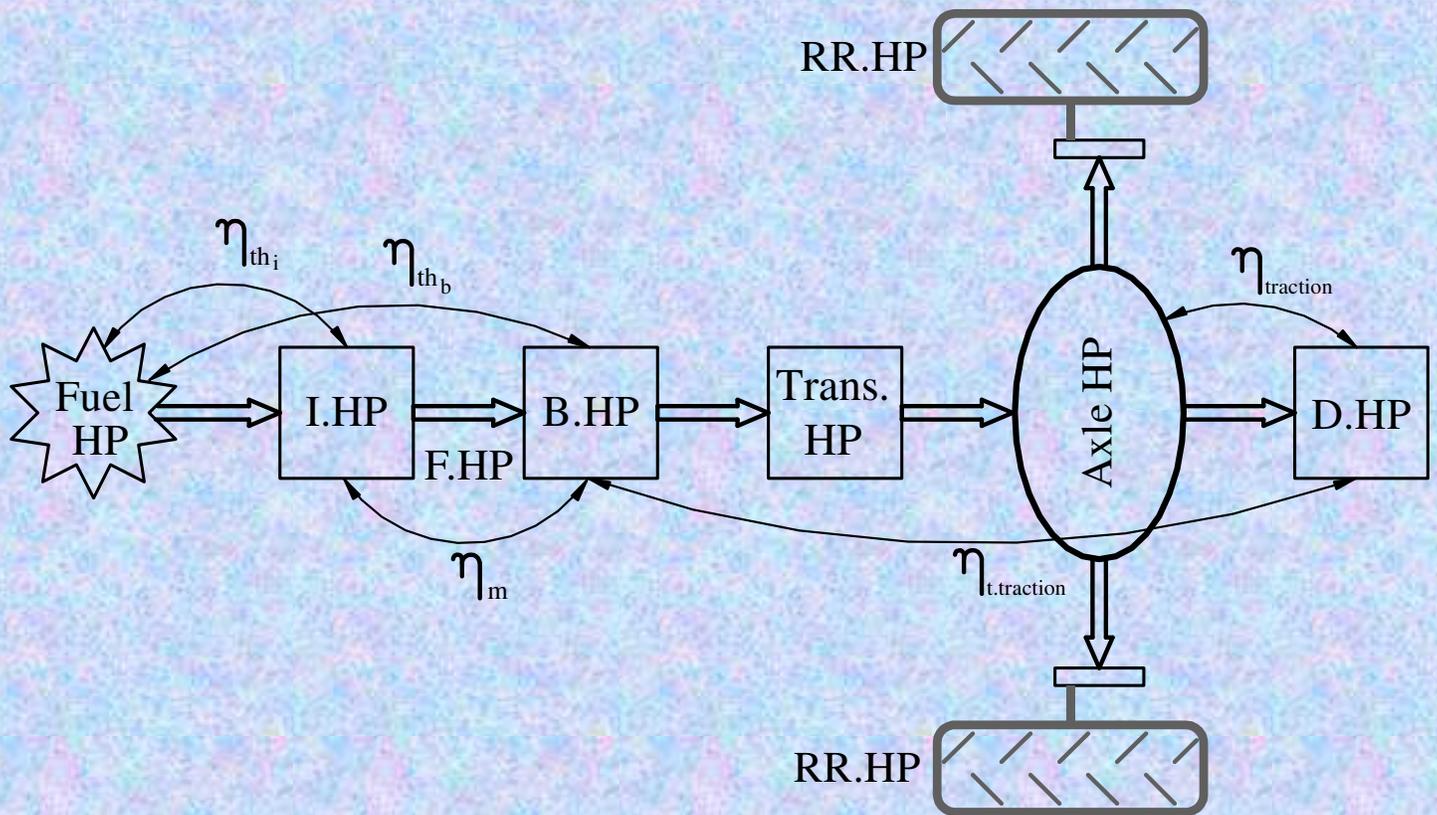


- (1) عجلة الإسبروكيت (القائدة) (2) عجلة الأيدر (3) البكرات السفلى
(4) الكتينة (5) البكرات العليا

الأجزاء الأساسية للكتينة

6- أجهزة التوجيه والفرامل : Steering and breaking

يتم توجيه الجرار ذو العجل عن طريق توجيه عجله الأمامي، حيث يكون أصغر حجماً من العجل الخلفي ومنفصلاً عن نقل القدرة، ويتصل جهاز التوجيه بعجلة القيادة أمام السائق. أما في الجرارات ذات الكتينة فيتم التوجيه عن طريق فصل الحركة بواسطة قابض عن أحد الكتينتين وفرملتها بينما تستمر الأخرى في الدوران مما يسبب دوران الجرار، وفي هذه الحالة يستعاض عن عجلة التوجيه بعضاً قابض ودواسة فرملة لكل كتينة من الكتينتين.



مخطط نقل القدرة من المحرك وحتى قضيب الشد

مصادر استغلال القدرة من الجرار الزراعي : Power source

1. قضيب الشد : Draw-bar

يوجد بمؤخرة الجرار ويستعمل في جر الآلات المقطورة، وبالقضيب عدة ثقوب أفقية تسمى منظم الشبك يمكن اختيار أنسبها لشبك الآلة، كما يمكن ضبط ارتفاع القضيب عن الأرض.

2. عمود الإدارة الخلفي : PTO-shaft

يوجد أيضاً بمؤخرة الجرار ويستعمل مع الآلات التي يسحبها قضيب الشد ويمدها عمود الإدارة بالقدرة اللازمة عن طريق وصلة مرنة (Universal joint) لتشغيل الآلات المعلقة على الجرار مثل: المحشات الترددية أو المحارث الدورانية أو آلات الرش..إلخ. عدد لفات عمود الإدارة الخلفي القياسية هو (540 rpm) أو (1050 rpm) لتناسب معظم الآلات الزراعية التي تعتمد في حركتها على الجرار الزراعي.

3. طارة الإدارة : Belt pulley

توجد بجانب أو خلف الجرار وتؤخذ منها الحركة الدورانية للآلات الزراعية عن طريق سير مسطح. يناسب استعمال الطارة الآلات الثابتة مثل: ظلمبات الري وآلات الدراس والتذرية.

4. جهاز الرفع الهيدروليكي : Hydraulic system

تحتوي معظم الجرارات على جهاز لتوليد قوة هيدروليكية وذلك لرفع أو خفض الآلات الزراعية المعلقة، كما أنه يمكن بواسطته التحكم أوتوماتيكياً في عمق التشغيل، ويعتبر هذا الجهاز من أهم التحسينات التي أدخلت على تصميم الجرار الزراعي حيث أنه يُمكن سائق الجرار من التحكم التام في الآلة التي يعمل بها بسرعة وسهولة وذلك بتحريك رافعة في متناول يده.