القسم: المكائن والآلات الزراعية
المرحلة: الرابعة
المحاضرة: 6



د. أحمد عبطان الجميلي ahmedabtan@tu.edu.iq

المادة: كهربائيات الساحبات الزراعية
الموضوع: المولد الكهربائي
التاريخ: 16-11-2025

تسمية أجزاء المولد :



1. جسم المولد الخلفي ويحتوي على الموحدات والفرش وفي بعضها منظم الشحن
2. حامل موحدات تحويل التيار الكهربائي من متردد إلى مستمر
3. الموحدات الموجبة لنقل التيار الكهربائي
4. موحدات الإثارة
5. منظم الشحن والفرش الكربونية مع الحامل
6. عضو الاستنتاج Stator
7. العضو الدوار Rotor
8. مروحة التبريد
9. بكرة نقل الحركة
10. جسم مقدمة المولد ويحوي مجموعة نقل الحركة والمروحة وطرف تثبيت المولد بجسم المحرك وسوف نقوم بتوضيح أهمية الأجزاء الرئيسة للمولد

https://images.app.goo.gl/v5c5C8xq6GSy1Q2q7

1

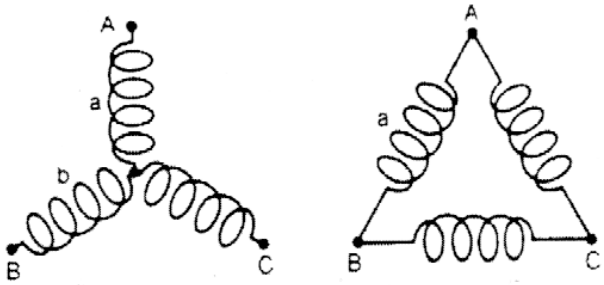
1. عضو الاستنتاج Stator

يحمل 3 ملفات تقوم باستنتاج القوة الدافعة الكهربائية ويكون ثابتاً في مكانه لا يدور وتختلف طريقة اللف حسب الشركة المصنعة ويتولد فيه تيار كهربائي متغير يذهب إلى الموحدات لتقوم بتحويل هذا التيار المتردد إلى تيار مستمر يشحن البطارية.

والشكل رقم (٤ - ١١) يوضح شكل عضو الاستنتاج المستخدم في المولد والشكل رقم (٤-١٢) يوضح الرسم التخطيطي لطريقتين مختلفتين لعمليات لف ملفات عضو الاستنتاج.



الشكل رقم (٤-١١) يوضح شكل عضو الاستنتاج المستخدم في المولد



الشكل رقم (٤-١٢) يوضح الرسم التخطيطي لطرق لف ملفات عضو الاستنتاج

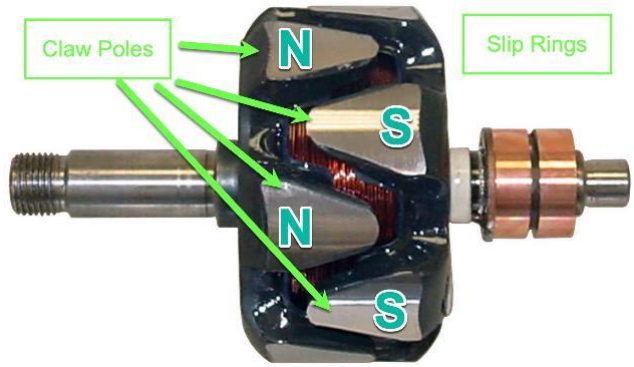
https://images.app.goo.gl/nzimmvMLhV3NAoyz6

2

2. القلب (العضو الدوار) : Rotor

يتركب العضو الدوار لمولد التيار المتردد من ملف المجال المغناطيسي الذي يثبت على عمود العضو الدوار ، وقطعتين قطبيتين بشكل المخالب تحيطان بملف المجال لزيادة قوة المجال المغناطيسي، انظر شكل (٤-١٣)

وتشكل مخالب إحدى القطعتين قطبا مغناطيسيا جنوبيا بينما تشكل مخالب القطعة القطبية الأخرى قطبا مغناطيسيا شماليا . ومع دوران العضو الدوار داخل المولد فإن القطبية تتغير من شمالي إلى جنوبي ثم من جنوبي إلى شمالي وهكذا . وينشأ عن ذلك تيار متردد (ac)



https://images.app.goo.gl/87PvzqXdAA1fmiJX8

الشكل رقم (٤-١٣) يوضح مكونات العضو الدوار

يحتوى القلب على عمود الدوران والقطب المغناطيسي وعند الدوران يتكون حوله مجال مغناطيسي نتيجة مرور تيار ذي مقدار صغير داخل لفات الملف الملفوف حول العمود وهو عبارة عن ملف واحد تتم تغذيته بتيار مستمر من البطارية عبر الفرش الكربونية ، ويتكون عضو الدوران من فكين (شمالي وجنوبي) وذو تركيب قوى وملائم للتشغيل على السرعات العالية.

مجموعة الحركة بالمولد

المروحة : Fan

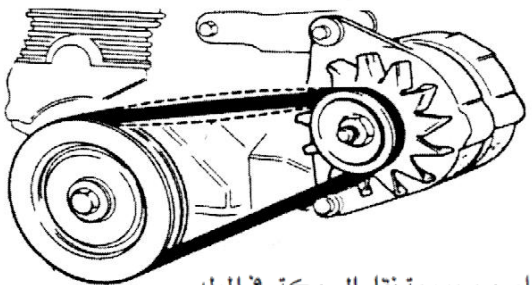
تقوم بعملية التبريد للأجزاء الدائرة والمحتكة داخل المولد حتى لا تتلف نتيجة درجة الحرارة العالية الناتجة عن الاحتكاك بين الأجزاء، وتركب في مقدمة المولد وتستمد حركتها من المولد نفسه الذي يدور بنفس دوران المحرك بواسطة السير.

السير : Belt

يقوم بعملية نقل الحركة بين المحرك والمولد لإدارة المولد بواسطة البكرات، وتختلف مواصفات السير من سيارة إلى أخرى حسب تصميم الشركة المصنعة للآلة الزراعية ويكون مركب على بكرات خاصة لنوع السير المستخدم للآلة الزراعية.

البكرة Pulley والحوامل الكروية Ball Bearing:

تصمم البكرة بحيث تلائم السير المركب عليها لنقل الحركة من المحرك إلى المولد أما الحامل الكروي فيقوم بعملية تسهيل الحركة للأجزاء الدائرة. مجموعة نقل الحركة في المولد المستخدم في الآلة الزراعية يوضحها الشكل رقم (٤ - ١٦)



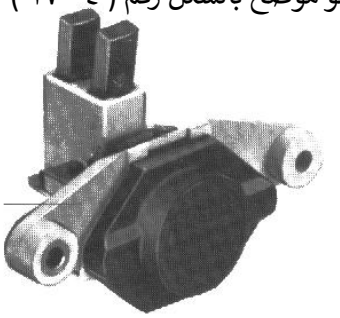
الشكل رقم (٤-١٦) يوضح عناصر مجموعة نقل الحركة في المولد

4. مصباح الشحن Charging Indicator Light

مصباح الشحن يعمل على جهد البطارية أما قدرته فهي قليلة وتتم إضاءة المصباح عند فتح مفتاح التشغيل للآلة الزراعية ويستمر بالإضاءة حتى يبدأ المولد بعملية توليد التيار بعدها ينطفئ المصباح دليل أن المولد بحالة جيدة وتوصل أطراف مصباح الشحن بالبطارية عبر مفتاح التشغيل والطرف الآخر موصل بين المولد ومنظم الشحن.

5. الفرش (الفحمات) : Brushes

تقوم بتوصيل التيار الكهربائي وتصنع من الكربون نظرا لتحمله الاحتكاك ودرجة الحرارة العالية ولا تتأكل خلال الدوران مع حلقات النحاس ولديها خاصية توصيل التيار الكهربائي، وتمد الملف داخل العضو الدوار بالتيار الكهربائي المستمد خلال ملامسة الفرش الكربونية بالحلقات النحاسية ذات السطح الناعم. كما هو موضح بالشكل رقم (٤ - ١٧)

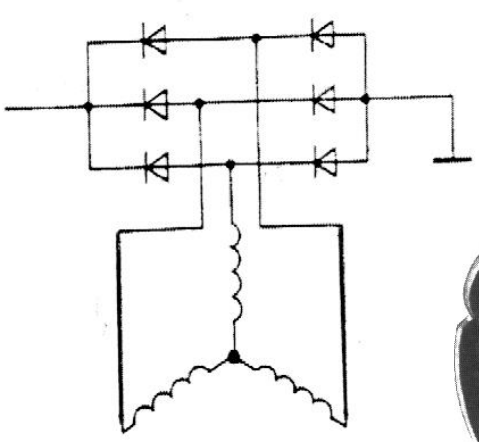


6. الموحدات Rectifier

تقوم الموحدات بتوصيل التيار في اتجاه واحد ولا تسمح بسريانه بالاتجاه الآخر والموحدات المستخدمة في مولد الآلة الزراعية تقوم بتحويل التيار المتغير المتولد من المولد إلى تيار مستمر يشحن البطارية ويكون عددها تسعة موحدات تمثل ثلاثة منها مرحلة تيار الشحن والستة الأخرى تمثل عملية تحويل التيار المتردد المستنتج إلى تيار مستمر لشحن البطارية وطريقة التوصيل موضحه بالشكل رقم (٤ - ١٨)

الشكل رقم (٤-١٧) يوضح شكل الفرش الكربونية المستخدمة في المولد

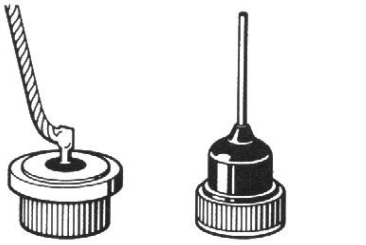
5



الشكل رقم (٤-١٨) يوضح طريقة توصيل الموحدات مع عضو الاستنتاج



الشكل رقم (٤-١٩) يوضح حامل الموحدات المستخدم في مولد الآلة الزراعية



الشكل رقم (٤-٢٠) يوضح شكل الموحدات المستخدمة في مولد الآلة الزراعية

6

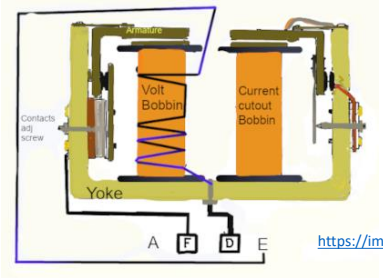
7. المنظم Regulators

يعتبر منظم الشحن من العناصر المهمة جدا في دائرة الشحن حيث يقوم بعملية تنظيم الشحن للتيار المتولد في المولد ونظرا لاختلاف سرعة الآلة الزراعية تبعا لظروف القيادة المختلفة ولأن المطالب الكهربائية بالآلة الزراعية غير ثابتة وإنما تختلف تبعا لرغبة مستخدم الآلة الزراعية لذا يجب تنظيم العمل تنظيما دقيقا للحصول على قدرة تتناسب مع هذه المتغيرات ويستخدم لذلك منظم الشحن للتيار المتولد في المولد ليعمل على تنظيم الشحن وفقا للمستهلكات وسرعة الآلة الزراعية. وفي هذه الحالة يجب أن يعطي المولد جهدا ثابتا ، بالرغم من تغير سرعة الدوران للمحرك.

والمنظم عبارة عن جهاز كهربائي يختلف تصميمه سابقا عن تصميمه حاليا والهدف من هذا الاختلاف هو الحصول على أفضل أداء، والمنظمات أنواع كثيرة ولكنها متفقة في جوهرها ففي الآلات الزراعية سابقا يستخدم المنظم الكهرومغناطيسي لتنظيم عملية الشحن ويتكون من ملف وريشة ومغناطيس ونقاط تلامس ويصمم بأنواع مختلفة ولكنه يحتاج إلى صيانة دورية ، ولا زال هذه المنظم يستخدم حاليا في بعض الآلات الزراعية كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٢١ (٤ - ٢٢)



https://images.app.goo.gl/Gb4Kgrdp9NrAJKYc8



https://images.app.goo.gl/NFWYHDzhQ9UKvErM8

7

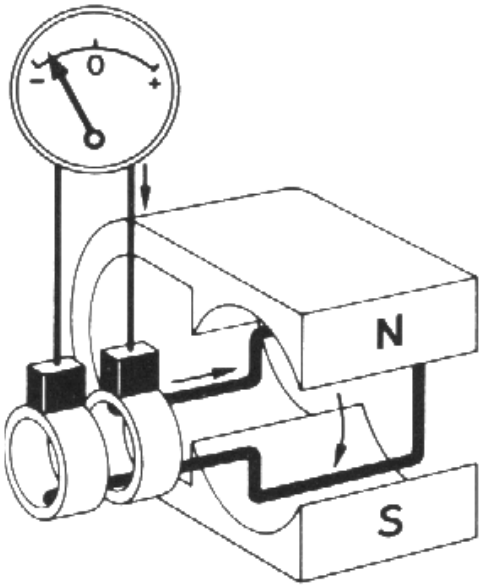
أولا: نظرية تصميم المولد

النظرية التي بنى عليها تصميم المولد

المهمة الرئيسة للمولد هي تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية تقوم بشحن البطارية وتغذية الدوائر الكهربائية بالتيار الكهربائي، ونظرية استنتاج التيار الكهربائي كما درستها تنص على أنه إذا قطع سلك مجال مغناطيسي فإنه يتولد في هذا السلك قوة دافعة كهربائية ومقدار هذه القوة يتوقف على قوة المجال المغناطيسي وطول السلك وأيضا سرعة الدوران.

نظرية توليد التيار في المولد المستخدم في الآلات الزراعية تعتمد على أساس حركة سلك في مجال مغناطيسي فإذا أديرت حلقة مصنوعة من سلك خلال مجال مغناطيسي شمالي وجنوبي فإنه يتكون فيها قوة دافعة كهربائية يمكن الاستفادة منها بتوصيل حلقتين معدنيتين على نهاية السلك ويلامس كل حلقة فرشاة كربونية يسرى التيار المستنتج من خلالها إلى المستهلك وهذا ما يوضحه الشكل رقم (٤ - ٢٣). فإذا أحضرنا مغناطيساً ذا فكين مقوسين ، يدور بينهما سلك رفيع على شكل مستطيل ويتصل كل طرف من أطراف السلك بحلقة نحاسية تدور أيضاً مع السلك، ويضغط على كل حلقة نحاسية فرشة (فحمة) ثابتة تحتك على الحلقة كما هو موضح بالشكل رقم (٤ - ٢٣) ويتصل بكل فرشة (فحمة) سلك ثم بجهاز فولتميتر . نلاحظ عندما يدور السلك أن مؤشر الجهاز يتحرك يميناً ويساراً دليل أن التيار المتولد هو تيار متردد.

8

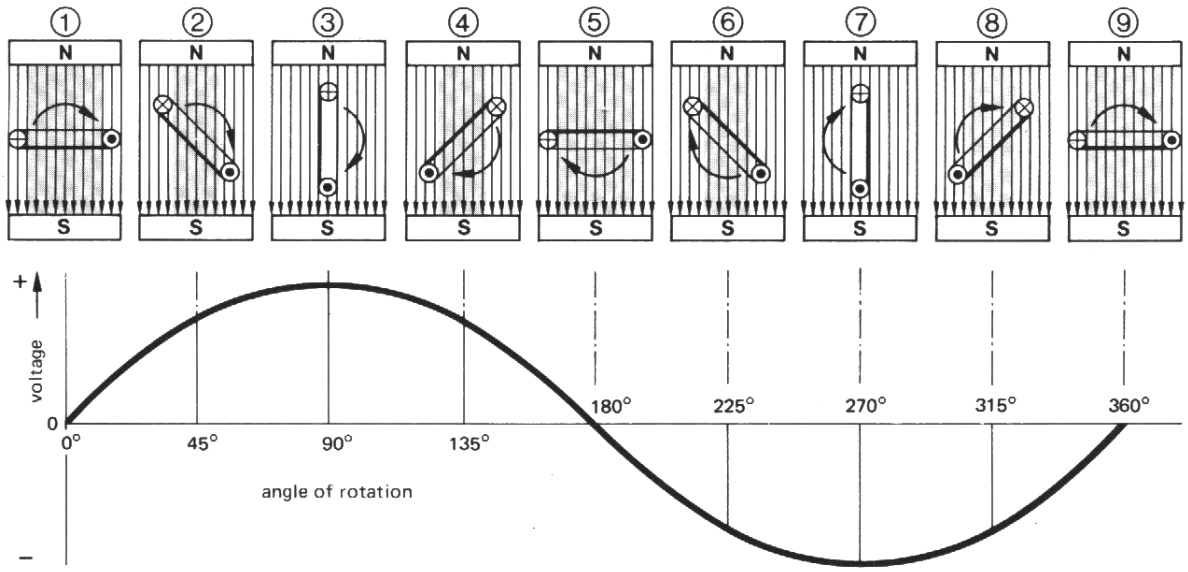


الشكل رقم (٤-٢٣) يوضح النظرية التي بني عليها تصميم المولد المستخدم في الآلات الزراعية

تصل أعلى قيمة لجهد التيار عندما تكون خطوط القوى المغناطيسية عمودية على مستوى المستطيل ويصل الجهد إلى الصفر عندما تكون خطوط القوى المغناطيسية متوازية مع مستوى المستطيل. ثم يدور السلك ويتغير اتجاه التيار ويأخذ أعلى قيمة له في الاتجاه المعاكس ثم ينزل إلى الصفر ثانية.

بالنظر إلى الشكل رقم (٤ - ٢٤) فإن التيار المتولد بهذه الطريقة هو تيار متردد وهذا التيار لا يمكن أن يقوم بشحن البطارية مباشرة لأن تيار البطارية هو تيار مستمر فلابد من تحويل التيار المتردد المستنتج من المولد إلى تيار مستمر يشحن البطارية وهذا ما تقوم به الموحدات داخل المولد حيث تقوم بعملية التحويل.

9



الشكل رقم (٤-٢٤) يوضح نوع التيار المستنتج من المولد

10

ثانياً / طريقة عمل المولد

بالنظر إلى الشكل رقم (٤ - ٢٥) نلاحظ أنه عند فتح مفتاح التشغيل للآلة الزراعية يأتي التيار من البطارية إلى المصباح فيضيء دليل انه لا توجد عملية شحن ثم إلى منظم الشحن حيث لا تسمح له الموحدات بدخول المولد لأن من خصائصها عدم السماح بمرور التيار العكسي ولكن يسري التيار إلى المولد عبر منظم الشحن إلى العضو الدوار عن طريق الفرش الكربونية ويكمل سريانه إلى خط السالب. وعند دوران المولد بعد تشغيل ودوران المحرك يستنتج تيار في عضو الاستنتاج نتيجة دوران العضو الدوار وقطع خطوط المجال المغناطيسي وهذا التيار كما وضح سابقا هو تيار متردد ويسري التيار عبر الموحدات التي تقوم بعملية تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر قادر على شحن البطارية ثم يسري التيار إلى البطارية عبر منظم الشحن وفي هذه الحالة يحدث انطفاء المصباح نظرا لقطع خط السالب عن دائرة المصباح وهذا دليل على أن المولد بدأ في عملية الشحن. وعندما تزداد سرعة دوران المحرك تشحن البطارية تماما ويزداد التيار المستنتج داخل المولد فيقوم المنظم عندها بتنظيم وضبط عملية الشحن حسب ظروف التشغيل للآلة الزراعية.

ونظراً لظروف التشغيل والقيادة المختلفة للآلة الزراعية فإنه تحدث حالات متعددة لمراحل شحن المولد لبطارية الآلة الزراعية وهي كالتالي:

11

أولاً : مقدار الجهد أقل من معدل الشحن:

تحدث هذه الحالة عندما تشغيل الآلة الزراعية ويكون جهد المولد أقل من جهد البطارية، فيسري تيار من البطارية خلال مصباح الشحن الذي يضئ دلالة على عدم بلوغ المولد لمعدل الشحن ويتم التيار الكهربائي دورته ، بمروره خلال نقاط التلامس إلى الملف ثم إلى ملفات التنبيه عبر نقطة DF ثم يكمل دورته إلى خط السالب (الأرضي). وفي هذه الحالة لا يمكن مرور تيار كهربائي من البطارية إلى عضو الاستنتاج في المولد حيث تقوم الموحدات بمنع مروره.

ثانياً : مقدار الجهد مساو لجهد الشحن:

تحدث هذه الحالة عند السرعة البطيئة حيث يتساوى الجهد مع معدل الشحن فيسري التيار من المولد خلال الموحدات إلى موجب البطارية ، وتكون تغذية ملفات التنبيه عن طريق الطرف +D إلى نقاط التلامس ثم إلى DF ويلاحظ أن هناك ثلاث مجموعات من الموحدات تقوم مجموعتان منها بشحن البطارية أما المجموعة الثالثة فهي خاصة لتيار التنبيه.

ثالثاً: مقدار جهد المولد أعلى من جهد البطارية بقليل:

تحدث هذه الحالة عند السرعة المتوسطة للآلة الزراعية فيزيد جهد المولد عن جهد الشحن، فيعمل التيار المار خلال الموحدات إلى الطرف +D ثم إلى قلب المنظم (الملف) فتعمل المغناطيسية على سحب القلب الذي يدفع ريشة المنظم ويجعلها في المنتصف بين نقاط التلامس، فيضطر تيار التنبيه بالمرور عبر المقاومة إلى DF إلى موجب ملفات التنبيه فتعمل المقاومة على تقليل جهد تيار التنبيه وبالتالي يقل جهد المولد ، وتظل الريشة متذبذبة لتعديل جهد الشحن.

12

رابعاً: مقدار جهد المولد أعلى بكثير من جهد البطارية:

تحدث هذه الحالة عند السرعة العالية حيث يزيد جهد المولد كثيراً ، فعندئذ يشتد المجال المغناطيسي بملف قلب المنظم الذي يسحب القلب أكثر فيدفع الريشة حتى تتلامس مع نقاط التلامس المتصلة بسالب المولد -D ليصبح اتصال الريشة سالباً وبذلك يكون ملف التنبيه بالعضو الدوار واقع تحت تأثير اتصالين سالبين فلا يكون هناك تيار للتنبيه.

وحديثا تعمل معظم منظمات الشحن بواسطة **العناصر الإلكترونية** ويتكون من عدة موحدات ومقاومات وترانزستورات ومكثفات لأجل تنظيم عملية الشحن بكل دقة كما هو موضح بالشكل رقم (٤ - ٢٦)
ويختلف موقع المنظم بالآلة الزراعية من سيارة إلى أخرى لعدة اعتبارات تراها الشركة الصانعة للآلة الزراعية فمنها الذي يوضع داخل المولد ونوع يوضع عليه من الخارج وآخر يوضع بعيد عن المولد.

13