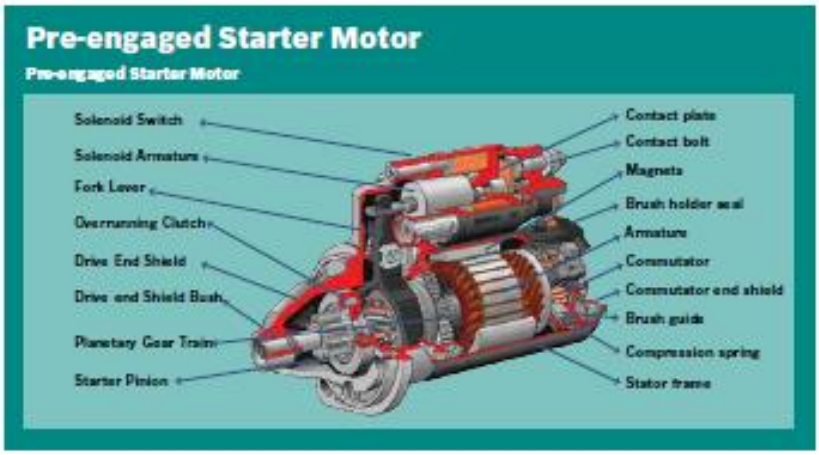
القسم: المكائن والآلات الزراعية
المرحلة: الرابعة
المحاضرة: 3

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

المادة: كهربائيات الساحبات الزراعية
الموضوع: المحرك الذاتي (السلف)
التاريخ: 2025-10-12



نظرية محركات التيار المستمر

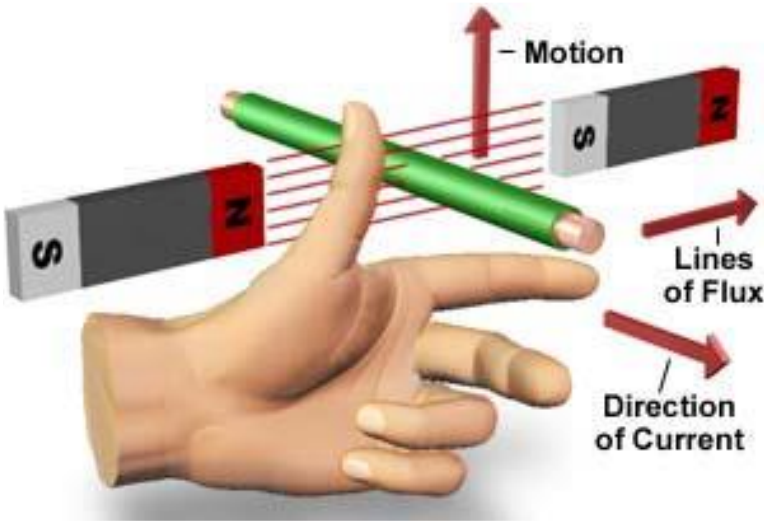
1

المحرك الكهربائي :

- هو آلة كهربائية تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (حركية).
- بنيت نظريته على قانون فاراداي للمحرك والذي ينص على أنه: إذا مر تيار كهربائي في موصل موضوع في ساحة مغناطيسية فأنه ينشأ على هذا الموصل قوة تعمل على تحريكه.

قاعدة فليمنج لليد اليسرى لتحديد حركة الموصل :

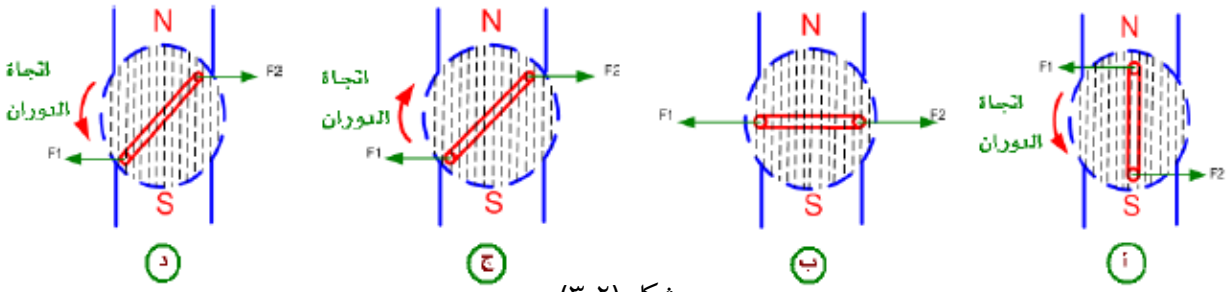
- من الشكل نجد أن السبابة والإبهام والوسطى تكون متعامدة على بعضها بحيث تكون السبابة في اتجاه المجال و الوسطى في اتجاه التيار والإبهام يشير إلى اتجاه الحركة .



شكل (١-٣)

2

توليد الحركة الدورانية في المحرك :



شكل (٢-٣)

- الشكل (٢-٣-أ) يبين ملفا ذا لفة واحدة من السلك موضوعا بحيث يكون مستواه موازيا لخطوط المجال المغناطيسي، ويمر بالملف تيار كهربائي مستمر مبتعدا عن الناظر في الجانب العلوي ومقتربا منه في الجاني السفلي.
- وحسب قاعدة فلمنج لليد اليسرى فإن جانب الملف العلوي يتحرك جهة اليسار بقوة F1 بينما جانب الملف السفلي يتحرك جهة اليمين بقوة مساوية مقدارها F2 وهاتان القوتان تعملان على تحريك الملف بحركة دائرية حول محوره في اتجاه مضاد لاتجاه عقارب الساعة.
- وبما أن شدة التيار في جانبي الملف واحدة و أن الملف موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته واحدة فتكون قيمة F1 = F2 وفي هذا الوضع يكون الملف متأثرا بأكبر عزم دوران ممكن.

- وعندما يصل الملف إلى الوضع المبين بشكل (٢-٣- ب) تكون القوى على جانبي الملف إلى الخارج ولا تكون هناك أي قوة على جوانبه يمكنها أن تحدث دورانا له ويكون عزم الدوران في هذا الوضع مساويا للصفر.
- وعندما تنتقل إلى وضع الملف المبين بشكل (٢-٣-ج) ونطبق قاعدة فلمنج لليد اليسرى نجد أن الملف يميل إلى الدوران في اتجاه عقارب الساعة أي إنه يغير اتجاهه ليعود إلى الوضع في شكل (٣ – ٢- ب) أي إنه لا يستطيع تخطي المنطقة المحايدة في حالة بقاء جهة التيار نفسها ،
- فإذا عكست جهة التيار في الملف عن المنطقة المحايدة ، فإن الملف يأخذ الوضع بشكل (٢-٣-د) وبناء على قاعدة فلمنج لليد اليسرى فإن الملف سوف يواصل حركته في نفس الاتجاه الأول وهو ضد عقارب الساعة أي إن الملف يحافظ على اتجاه حركته ليتم دورة كاملة 360 درجة.

سرعة دوران المحرك :

- عندما يدور عضو الاستنتاج للمحرك فإن الموصلات التي عليه تقطع المجال المغناطيسي للأقطاب فيستنتج بها قوة دافعة كهربائية (ق.د.ك) عكسية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي (V) وتكون قيمتها هي كما في المولد:

$$E_b = \Phi ZNP/A \text{ VOLTS}$$

- ومنها نجد أن $N = E_b / \Phi \cdot A/ZP$
- و حيث إن A/ZP قيمة ثابتة فإن السرعة تتناسب طرديا مع E_b و عكسيا مع Φ.

4

بدء الحركة في محركات التيار المستمر :

- كما عرفنا أنه نتيجة لقطع موصلات عضو الاستنتاج أثناء دورانها للمجال المغناطيسي للأقطاب فإنه يستنتج بها قوة دافعة كهربائية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي المسبب لها(U) ويجب أن يكون الجهد على أطراف عضو الاستنتاج كاف لأنه يغطي قيمة هذه القوة الدافعة الكهربائية العكسية وأيضا فواقد دائرة المنتج أي إن :

$$U = E_b + I_aR_a$$

- ولكن عندما يكون المحرك في حالة سكون نجد أن Eb مازالت لم تستنتج فيكون الجهد $U = I_aR_a$ وبالتالي فإن التيار $I_a = U / R_a$ وحيث أن المقاومة Ra هي مقاومة عضو الاستنتاج وتكون صغيرة فنجد أن التيار Ia يكون كبير جدا لا تتحمله هذه المقاومة فيجب وضع مقاومة بالتوالي مع عضو الاستنتاج في اتجاه التيار تسمى **مقاومة بدء الحركة** ويجب أن تفصل هذه المقاومة بصورة تدريجية وببطء لكي يتوفر وقت للمحرك حتى يصل إلى سرعته الاسمية (الكاملة).

عزم الدوران الفعلي في المحرك :

- العزم الكلي للدوران $Ma = \Phi.Z.Ia / 2\pi. P/A$ ..... (N.m)
- ولكن يوجد في المحرك عزم دوران آخر يسمى **بالعزم المقاوم** ويرمز له بالرمز Mv و هو مضاد للعزم الكلي الناشئ. أي مضاد لاتجاه الدوران فنجد أن العزم الذي يعطي شغلاً مفيداً هو ما يطلق عليه عزم عمود الدوران (Shaft Torque) ويرمز له بالرمز M_{sh} لذلك فإن : $Msh = Ma - Mv$ وهو **العزم الفعال**.

5

أنواع محركات التيار المستمر

أولا : محرك التوالي :

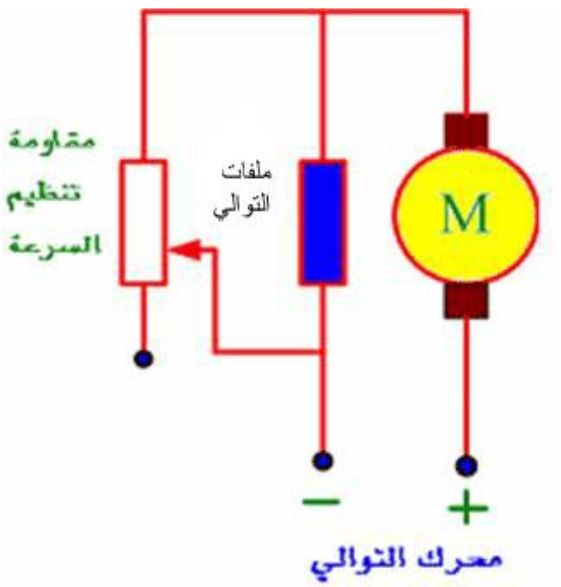
تركيبه :

مثل تركيب مولد التوالي من ملفات الأقطاب ذات المقطع الكبير و عدد اللفات القليلة و المتصلة بالتوالي مع ملفات عضو الاستنتاج.

تنظيم سرعته :

يتم تنظيم سرعة محرك التوالي بواسطة :

1. التحكم في ضغط عضو الاستنتاج وذلك عن طريق توصيل مقاومة متغيرة بالتوالي مع عضو الاستنتاج وهذه الطريقة تسبب فقداً في القدرة الكهربائية وسخونة مقاومة تنظيم السرعة.
2. التحكم في تيار التنبيه عن طريق توصيل مقاومة متغيرة بالتوازي مع ملفات أقطاب التوالي شكل (٣- ٣) وهذه الطريقة هي الأفضل في تنظيم السرعة.



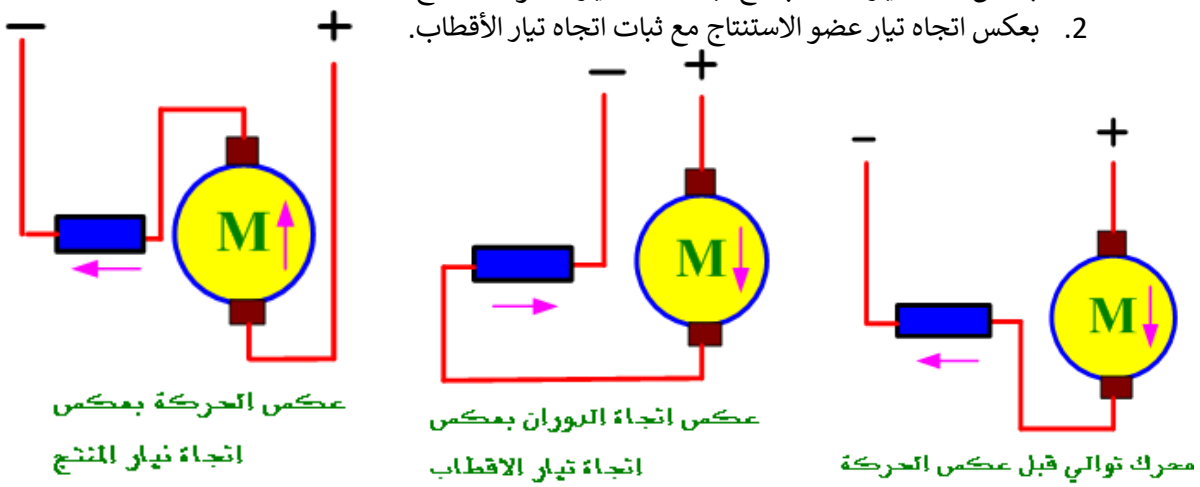
شكل (٣- ٣)

6

عكس حركة محرك التوالي:

تعكس الحركة بطريقتين شكل (٣-٥) هما:

1. بعكس اتجاه تيار الأقطاب مع ثبات اتجاه تيار عضو الاستنتاج.
2. بعكس اتجاه تيار عضو الاستنتاج مع ثبات اتجاه تيار الأقطاب.



شكل (٣-٥)

7

خواص محرك التوالي:

1. عزم بدء الدوران كبير.
2. سرعته تقل كلما زاد تيار الحمل وتزيد كلما قل.
3. تتخطى سرعته السرعة المقننة عند اللا حمل ولذلك يجب عدم دورانه بدون حمل حتى لا يتعرض للتلف كما لا يجوز تحميل هذا المحرك بواسطة السيور خوفا من قطعها فتزيد السرعة وتسبب تلفه.

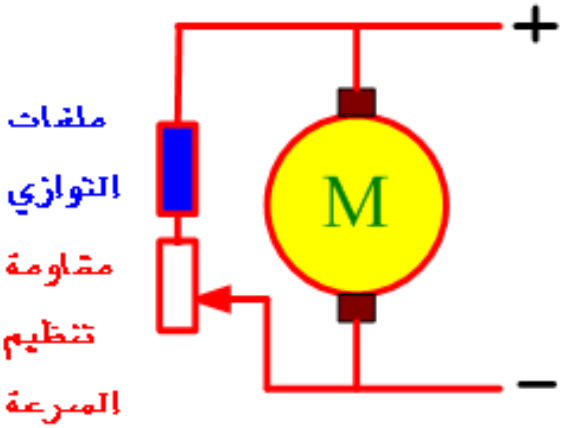
استخدام محرك التوالي:

1. يستعمل في آلات الجر الكهربي مثل (المصاعد).
2. في الأعمال التي تتطلب تغير السرعة بتغير الأحمال.

ثانيا : محرك التوازي :

تركيبه :

1. مثل تركيب مولد التوازي حيث توصل ملفات الأقطاب ذات المقطع الصغير وعدد اللفات الكثيرة مع ملفات عضو الاستنتاج بالتوازي.



شكل (٣-٦)

8

تنظيم سرعته :

يمكن تنظيم سرعة محرك التوازي كالآتي:

1. بواسطة التحكم في تيار الأقطاب عن طريق توصيل مقاومة متغيرة بالتوالي مع ملفات التوازي.
2. بواسطة التحكم في ضغط المنتج .

و لكن الطريقة الأولى هي الأفضل.

خواص محرك التوازي :

1. سرعة دورانه ثابتة تقريبا لجميع الأحمال.
2. يعطي عزماً دوراناً مناسباً لتيار الحمل.
3. يتناسب عزم الدوران تناسبا طرديا مع تيار المنتج.
4. المحرك لا تتعدى سرعته الاسمية (المقننة) حتى عند تشغيله بدون حمل لذلك يمكن تحميله عن طريق السيور.

استعمال محرك التوازي :

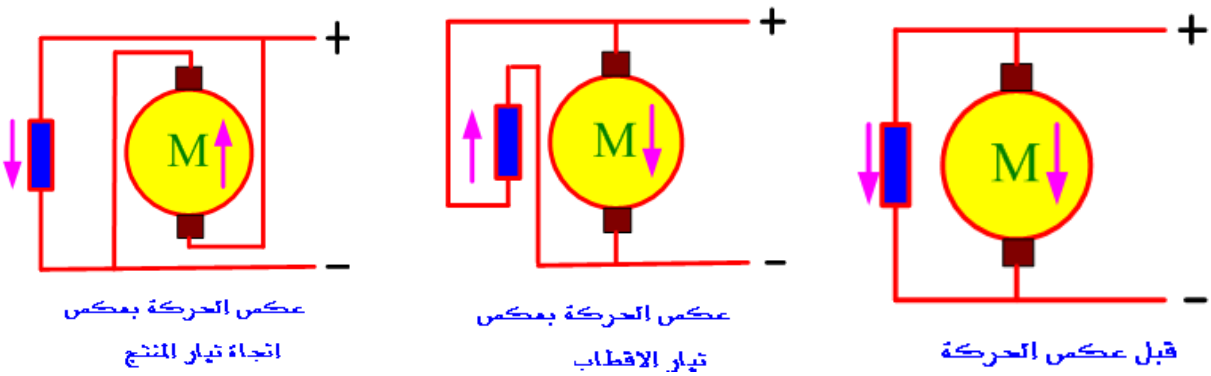
1. يستخدم في الأحمال التي تحتاج إلى سرعة ثابتة مثل (المخارط - المثاقب - المراوح)
2. يستخدم في الأحمال التي تحتاج إلى عزم بدء كبير.

9

عكس حركة محرك التوازي :

يتم ذلك كما في عكس حركة محرك التوالي كالآتي:

1. بعكس اتجاه تيار المنتج مع ثبات اتجاه التيار في ملفات الأقطاب.
2. بعكس اتجاه التيار في ملفات الأقطاب وثبات اتجاه التيار في ملفات المنتج.



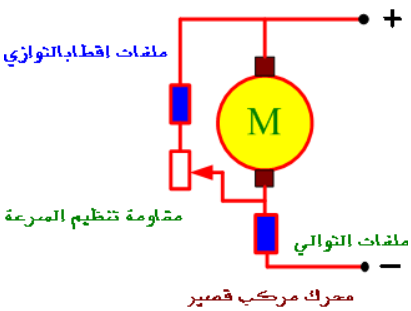
شكل (٣-٨)

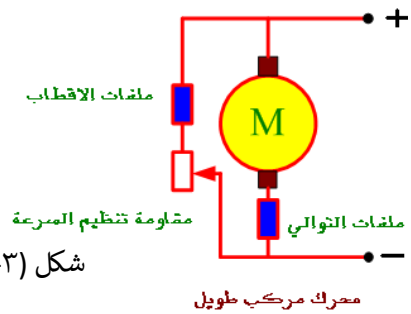
10

ثالثا : المحرك المركب :

تركيبه :

- وذلك مثل تركيب المولد المركب من ملفات الأقطاب التي تتكون من توصيل بالتوازي مع المنتج وملفات التوالي التي توصل بالتوالي مع المنتج فإذا وصلت ملفات التوالي مباشرة مع المنتج سمي **محركاً مركباً طويلاً**، أما إذا وصلت بالمنبع مباشرة سمي المحرك **مركب قصير** و الشكل يوضح ذلك.





شكل (٣-٩)

تنظيم سرعة المحرك المركب

يتم تنظيم سرعة المحرك المركب كالآتي:

1. عن طريق مقاومة متغيرة بالتوالي مع ملفات التوازي.
2. عن طريق مقاومة متغيرة بالتوالي مع المنتج و لكن عيوبها الفقد في القدرة.

11