

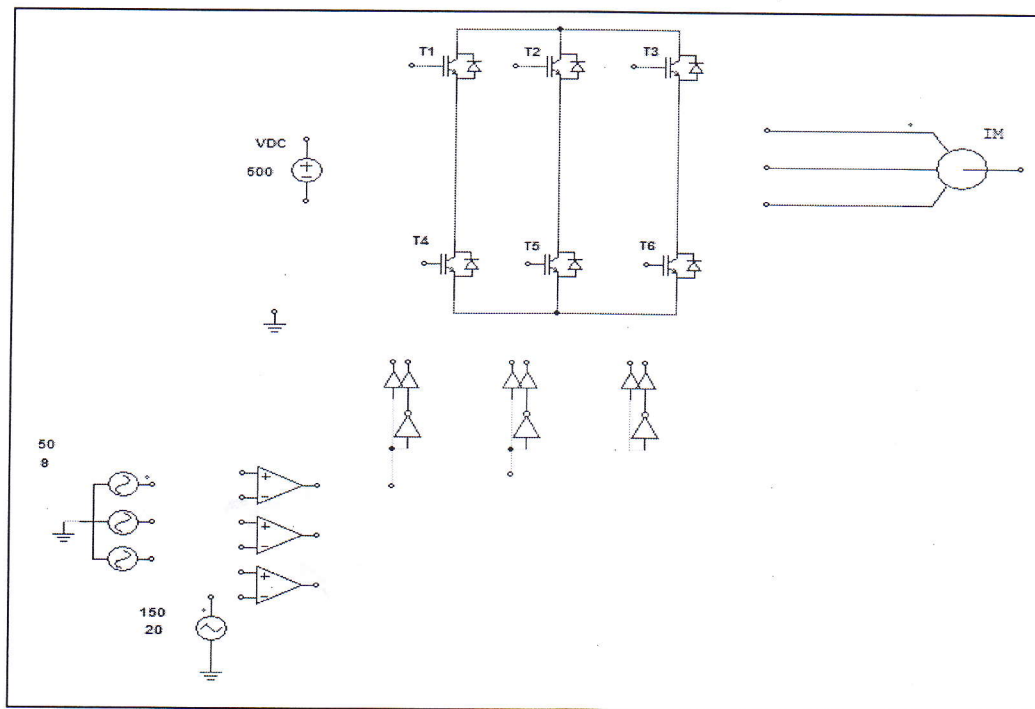
1. اذكر مختلف طرق التحكم في محرك التيار المستمر دو اثاره منفصلة مع إعطاء معادلة السرعة.
2. أذكر ما تمثله الأرقام (1,2,3,4,5,11) بالشكل (1)
3. ماهي طريقة اقران هذا المحرك اذا كان توتر الشبكة (380V)، احسب الانزلاق الاسمي لهذا المحرك.
4. يغذى هذا المحرك بموج توتر (عاكس ثلاثي الطور) دو تحكم بطريقة عرض النبضة (PWM)، اشرح باختصار كيف يمكننا التحكم في سرعة هذا المحرك عن طريق هذه التقنية، مع ذكر اهم المعاملات التي تميز هذه التقنية كذلك علاقة القيمة الفعالة لتوتر الخروج لتوافقية الأساسية.

- محرك تيار مستمر تغذية منفصلة يتم التحكم فيه عن طريق مقوم احادي الطور محكوم كلياً في دائرة المنتج ومقوم احادي الطور نصف محكوم في دائرة المجال، مصدر الجهد المتردد (440V)، مقاومة ملفات المنتج (0.2Ω)، مقاومة ملفات المجال (200Ω)، ثابت الجهد والعزم لهذا المحرك (1.35V/A.Rad/s)، تيار المنتج (50A) وزاوية الاشتعال في دائرة المنتج (60°)، ضبط تيار المجال اقصى ما يمكن. اذا أهملنا مفاهيم اللاحمل والاحتكاك واعتبرنا ان كلا من تيار المنتج والمجال متصل وخالي من التذبذبات.
- 1- احسب العزم المتولد وسرعة المحرك.
 - 2- اذا قل العزم بمقدار 30 % احسب سرعة المحرك الجديدة.
- ننزع المقوم المحكوم كلياً لدائرة المنتج ونعوضه بمقطع تيار مستمر خافض للجهد متحكم فيه بطريقة عرض النبضة (PWM).
- ارسم التركيب الكلية الجديدة و اشرح مبدا عمل المقطع الخافض للجهد وطريقة التحكم بعرض النبضة مع إعطاء عبارة توتر الخروج بدلالة توتر الدخول ونسبة التشغيل (نعتبر تيار المنتج متصل وخال من التذبذبات).
 - احسب نسبة التشغيل لهذا المقطع من اجل نفس معطيات السؤال الأول وتوتر دخول المقطع (550).
 - اشرح كيفية تغيير اتجاه دوران المحرك في هذه التركيبية مع ذكر ارباع التشغيل، كذلك اشرح ظاهرة الجموح في هذا المحرك مع ذكر اهم خطوة يجب مراعاتها لتجاوز خطر الجموح.

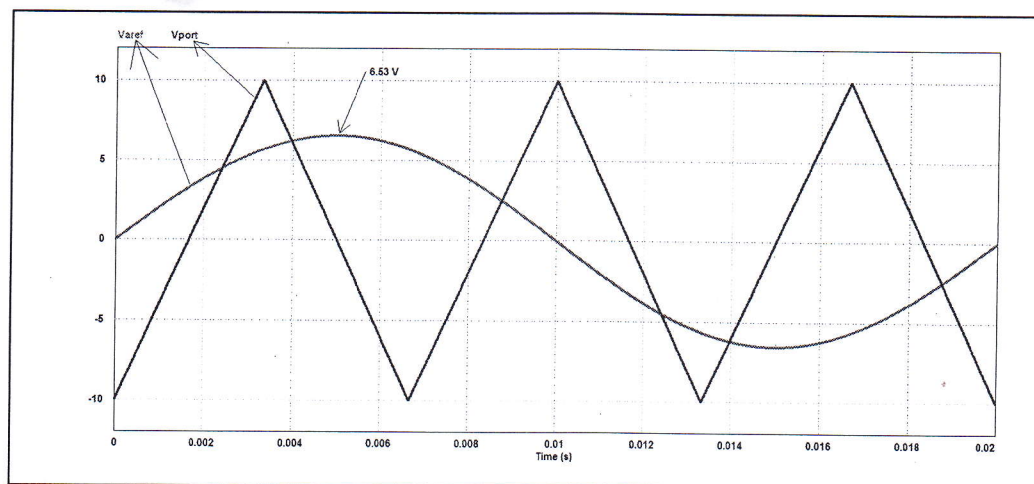
- محرك لاتزامني ثلاثي الطور دو سته اقطاب يعمل على مصدر (440V) وتردد (50Hz) اذا كانت القدرة الداخلة الى العضو الدوار (80Kw) وتردد التيار في العضو الدوار (1.6 Hz).
- 1- ارسم مخطط سريان القدرة داخل المحرك (شجرة الاستطاعة).
 - 2- احسب سرعة العضو الدوار
 - 3- احسب القدرة الميكانيكية المتحولة
 - 4- احسب القدرة المفقودة في العضو الدوار
 - 5- احسب مقاومة ملفات العضو الدوار لكل طور اذا كان التيار المار في ملفات العضو الدوار (50A).
- ❖ ننزع التغذية ثلاثية الطور ونقوم بتغذية المحرك عن طريق مغير سرعة (عاكس ثلاثي الطور دو تحكم بطريقة عرض النبضة (PWM)).
- 1- أكمل رسم الدائرة الممثلة بالشكل (2) مع تبيان ماذا يمثل كل عنصر من عناصر الدائرة على الرسم.
 - 2- اعتماداً على الشكل (3) ارسم نبضات التحكم في الترنزستورين (T1&T4)
 - 3- احسب قيمة توتر الخروج البسيط الفعال للتوافقية الاساسية لهذا العاكس اعتماداً على المعلومات الموجودة في الشكل (2) والشكل (3).

1	4	POLE	FRAME SIZE	80	15
2	1	HP	Δ	11	
3	0.75	KW	220-240 V	380-415 V	
4	50	HZ	3.70-3.39 A	2.14-1.96 A	
5	1420	RPM			
INS.	6	F			
AMB.	7	40°C			
8	CONT. RATING	BS4999-8	5000	12	IP 54
BRG.	9	6204ZZ	6204ZZ	199	13
10	SEP. NO.	M901	48	2.60	WT. KG 14

(1) الشكل



(2) الشكل



(3) الشكل

تصحيح الامتحان الثاني لمادة التحكم في الآلات الكهربائية سنة خامسة هندسة كهربائية

حل التمرين الأول

1-مختلف طرق التحكم في محرك تيار مستمر اشارة منفصلة

على العموم واعتمادا على معادلة السرعة يمكن التحكم في سرعة محرك التيار المستمر دو اشارة منفصلة بثلاث طرق وهي:

1. إضافة مقاومة على التوالي مع مقاومة المنتج
 2. التحكم في تيار المجال
 3. التحكم في السرعة بالتحكم في جهد المتحرض
- تكتب معادلة السرعة بالعلاقة التالية :

$$n = \frac{V_a - R_a I_a}{K_v I_f}$$

0.5

1

2-الارقام (1,2,3,4,5,11) للشكل (1) تمثل :

1	4	POLE	FRAME SIZE	80	15
2	1	HP	11		
3	0.75	KW	220-240 V	380-415 V	
4	50	HZ	3.70-3.39 A	2.14-1.96 A	
5	1420	RPM			
INS	6	F			
AMB	7	40°C			
8	CONT. RATING	BS4999-8	5000	12	IP 54
BRG	9	6204ZZ	6204ZZ	199	
10	SER NO	1001	1001	WT	KG

1: يدل على عدد اقطاب المحرك ويساوي (4)

2: يدل على قدرة المحرك بالحصان (HP)

3: يدل على قدرة المحرك بالكيلوات (Kw)

4: التردد الذي يعمل عنده المحرك

5: سرعة المحرك الاسمية

11: من اهم المعلومات حيث تحدد الجهد والتيار الذي يجب ان يعمل عنده المحرك وذلك عند العمل خلال الربط النجمي كذلك عند الربط المثلاثي وادا لم يتم الالتزام بهذه القيم من الجهود يمكن ان يحترق المحرك.

3- اذا كان توتر الشبكة (380 V) فان المحرك يقرن اقران :

من خلال لوحة البيانات طريقة اقران هذا المحرك هو اقران نجمي

0.5

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{1500 - 1420}{1500} = 0.053$$

1

حساب النزلاق:

4- تقنية التحكم بعرض النبضة الجيبي المثلاثي (PWM) :

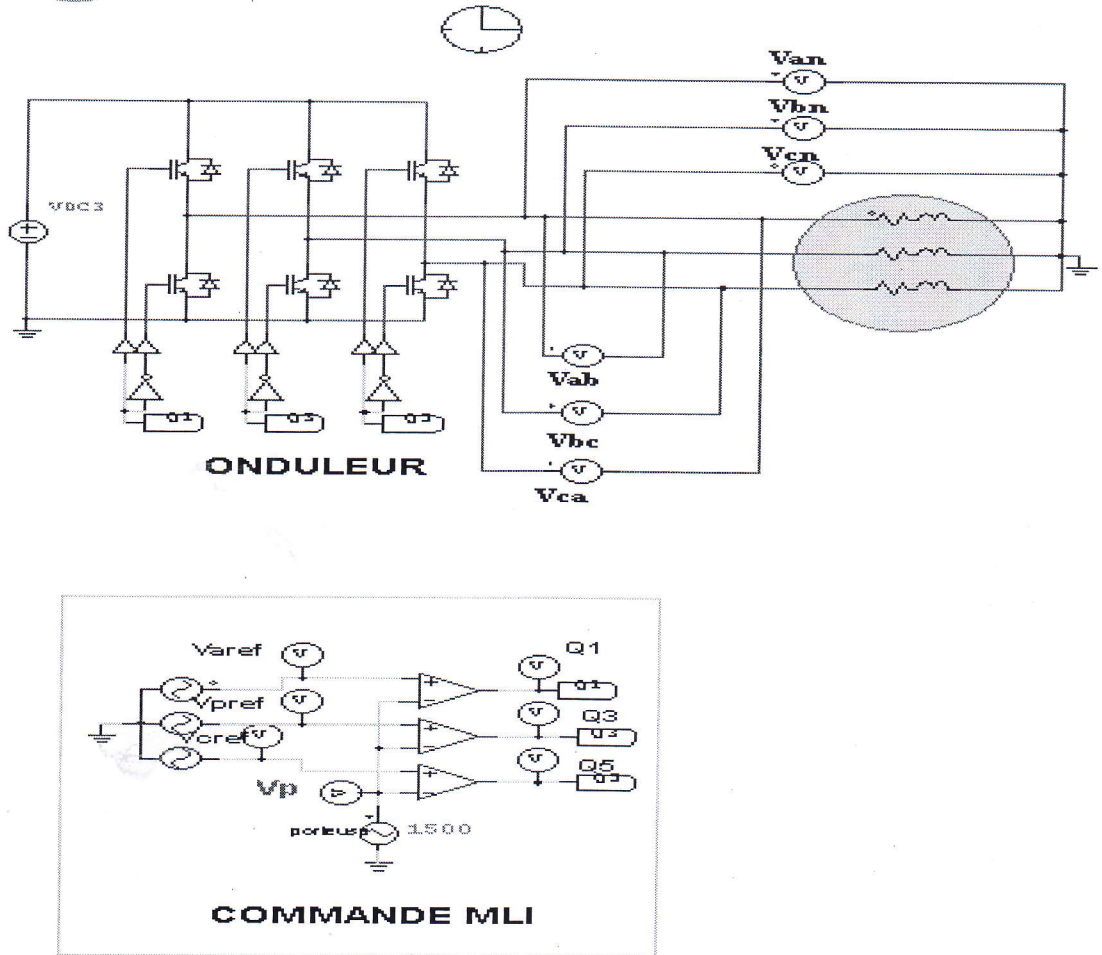
إن من أشهر الطرق المستخدمة للتحكم في فتح وغلق الترانزستورات في الوقت الحاضر هي التحكم بعرض النبضة PWM .

الهدف النهائي من هذه التقنية هو الحصول على إشارة رقمية ذات تواتر متغير بما يتناسب مع تغير توتر و تواتر الإشارة المراد توليدها على مخرج المموج (العاكس).

ترتكز هذه التقنية على عملية المقارنة بين موجة مرجعية ثلاثية الطور التي تتميز بالتواتر f_{ref} و مطال A_{ref} , وموجة حاملة التي تتميز بالتواتر f_{port} و مطال A_{port} .

مخارج المقارنات الثلاث تمثل إشارات منطقية (1 , 0) التي تطبق على بوابات القواطع الإلكترونية (ترانزستور من نوع IGBT) التي تتحكم في فتحها و إغلاقها .

الشكل التالي يوضح مبدأ تقنية التحكم MLI المطبقة على العاكس ثلاثية الطور .



هذه التقنية ترتكز على معاملين أساسيين الذي من خلالهما نستطيع التحكم في توتر وتواتر الخرج للعاكس هما :

❖ 1 - معامل التبديل ' m ' الذي يمثل النسبة بين تواتر الموجة الحاملة (المثلثية) و تواتر الموجة المرجعية (

$$m = \frac{f_{port}}{f_{ref}}$$

الجيبية) يعطى بالعلاقة :

❖ - معامل التعديل 'r' يمثل النسبة بين مطال الموجة المرجعية و مطال الموجة الحاملة من خلاله نستطيع أن

$$r = \frac{A_{ref}}{A_{port}}$$

نغير التوتر الأساسي للمخرج يعطى بالعلاقة :

تعطى علاقة القيمة الفعالة لتوتر الخروج للتوافقية الاساسية بالمعادلة التالية :

$$V_{An} = \left(\frac{V_{dc}}{2} \times r \right) / \sqrt{2}$$

0.5

حل التمرين الثاني

الحل

$$V_s = 440 \text{ V}$$

$$I_a = 50 \text{ A}$$

$$R_f = 200 \Omega$$

$$R_a = 0.2 \Omega$$

$$\alpha_a = 60^\circ$$

$$K_v = 1.35 \text{ V/A.rad./s. } \alpha_a = 60^\circ$$

نتيجة لإهمال الاحتكاك فإن العزم المتولد = عزم الحمل أي أن:

$$T_d = T_L$$

$$V_m = 440\sqrt{2} = 622.25 \text{ V}$$

1- حساب العزم المتولد وسرعة المحرك

• العزم المتولد

اقصى قيمة لتيار المجال تحدث عندما تكون زاوية الاشتعال في دائرة المجال مساوية للصفر $\alpha_f = 0$

$$V_f = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha_f) = 2 \frac{V_m}{\pi} = 396.14$$

$$T_d = K_v I_f I_a = 133.65 \text{ Nm}$$

1

$$I_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{396.14}{200} = 1.98 \text{ A}$$

• سرعة المحرك

$$V_a = 2 \frac{V_m}{\pi} (\cos(\alpha)) = 198.07 \text{ V}$$

$$E_b = V_a - R_a I_a = 188.7 \text{ V}$$

$$\omega = \frac{E_b}{K_v I_f} = 70.76 \text{ Rad / s}$$

0.5

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = 671.88 \text{ rpm}$$

2- اذا قل العزم بمقدار 30 % يقل تيار المنتج بنفس النسبة وعلى ذلك فان :

$$T_d = 0.7 \times (133.65) = 93.55 \text{ Nm}$$

$$E_b = V_a - R_a I_a = 198.07 - 0.2 \times 35 = 191.07 \text{ V}$$

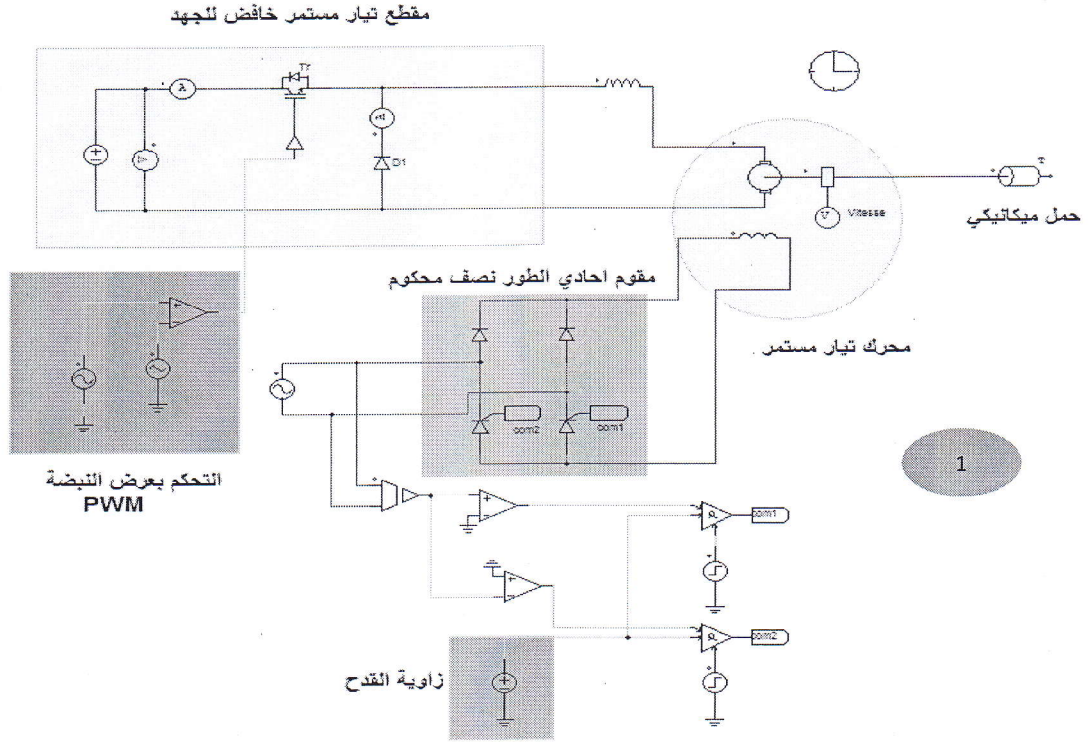
$$I_a = 0.7 \times 50 = 35 \text{ A}$$

$$\omega = \frac{E_b}{K_v I_f} = 71.48 \text{ Rad / s}$$

1.5

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = 682.58 \text{ rpm}$$

1-2 التركيبية الكلية الجديدة



- مبدأ عمل المقطع الخافض للجهد وطريقة التحكم بعرض النبضة وعلاقة توتر الخرج بدلالة توتر الدخول ونسبة التشغيل :

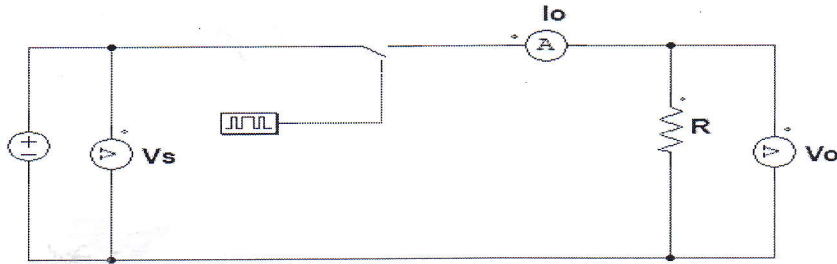
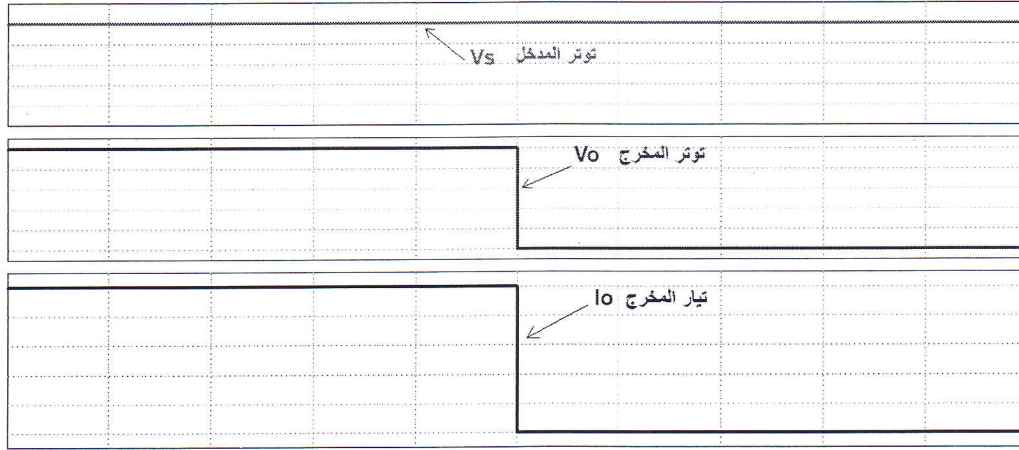


FIG 1

دائرة مقطع التيار المستمر

يمكن فهم فكرة عمل مقطع التيار المستمر باستخدام الدارة المبينة بالشكل (FIG 1) والمكونة من حمولة عبارة عن مقاومة ومفتاح إلكتروني يمكن أن يكون تيرستور أو ترانزستور MOSFET و IGBT كذلك مصدر لتيار المستمر :

- عند توصيل (غلق) المفتاح (S) لمدة زمنية قدرها (T_{on}) فان توتر المصدر يظهر على الحمولة .
- عند فصل المفتاح (S) لمدة زمنية (T_{off}) فان جهد الحمولة يكون مساويا لصفر .



القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$V_O = V_s \frac{T_{on}}{T}$$

$$K = \frac{T_{on}}{T}$$

K تسمى نسبة التشغيل

2-2 حساب نسبة التشغيل من اجل نفس معطيات السؤال الاول :

لدينا :

$$V_O = V_a = 2 \frac{V_m}{\pi} (\cos(\alpha)) = 198.07V$$

$$V_O = V_s \frac{T_{on}}{T} = k \times V_s = 198.07$$

$$K = \frac{V_O}{V_s} = \frac{198.07}{550} = 0.36$$

1

ومنه :

3-2 شرح كيفية تغيير اتجاه دوران المحرك :

من خلال معادلة السرعة يمكن تغيير اتجاه دوران هذا المحرك عن طريق عكس تيار المنتج او تيار المجال وليس الاثنان معا.

في هذه التركيبة الاخيرة توتر المنتج يكون دائما موجب كذلك توتر المجال يكون دائما موجب (راجع معادلة القيمة المتوسطة لتوتر الخروج). ادن لا يمكن عكس التيار في كلا من دائرة المجال ودائرة المنتج من خلال دارتي التحكم.

1

هذه التركيبة تعمل في الربع الاول (علاقة السرعة (الجهد) بدلالة العزم (التيار)).

- تحدث ظاهرة الجموح في محرك التيار المستمر دو اثاره منفصلة عند انعدام التيار في دائرة، من خلال معادلة السرعة نلاحظ ان عند انعدام التيار السرعة نظريا تؤول الى ما لا نهاية.
- اهم الخطوات التي يجب مراعاتها بكل اختصار:
- عند بداية التشغيل نغذي دائرة المجال اولا حتى نصل الى التيار الاسمي بعدها نغذي دائرة المنتج.
- عند إيقاف المحرك: نقوم بفصل التغذية على دائرة المنتج تدريجيا حتى تصل السرعة الى صفر بعدها نفصل التغذية على دائرة المجال