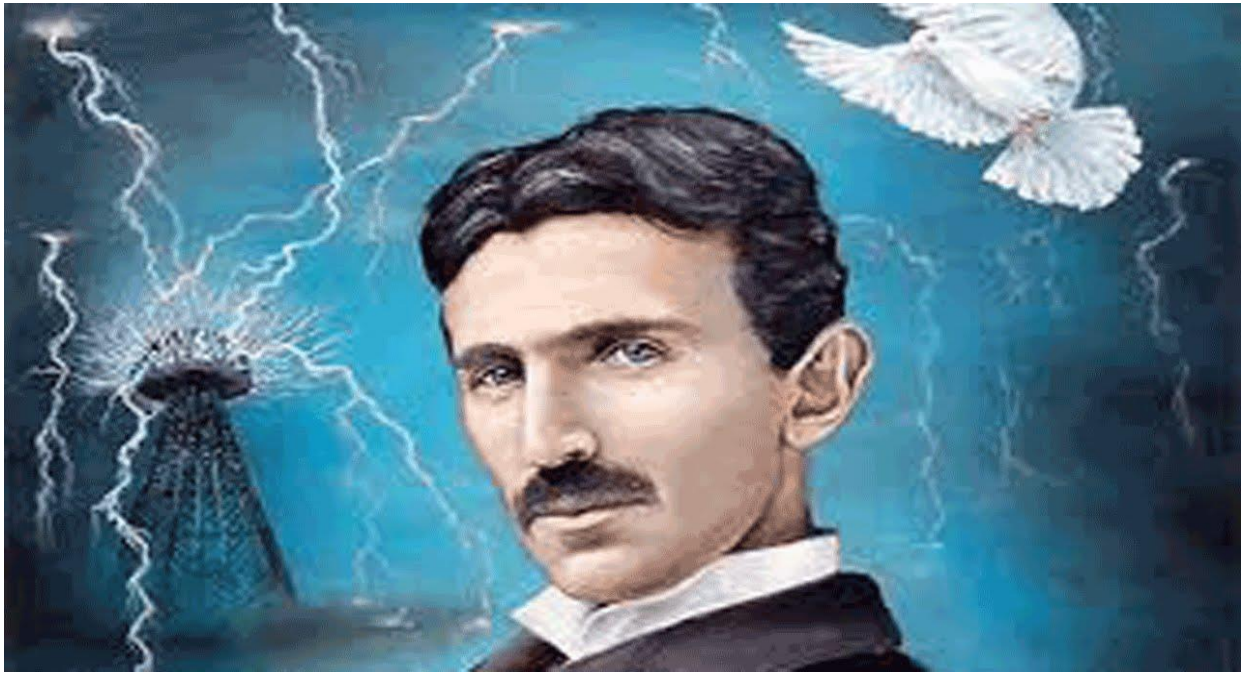




جامعة حلب
كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية
قسم هندسة الميكاترونكس

حلقة بحث بعنوان:

أنظمة قيادة محركات DC



إشراف الدكتور المهندس:
جمال جعفر

إعداد الطالب:
محمد باهر كرزة

العام الدراسي: 2021-2022

مقدمة

تتميز محركات التيار المستمر بخصائص عديدة وتستخدم على نطاق كبير وواسع كمحركات متغيرة السرعة وهذه الأنواع من المحركات تلعب دور مهم في المحركات الصناعية الحديثة , فمن مميزات محركات التيار المستمر أنها تعطي عزم دوران عالي كما أنه التحكم في سرعة محركات التيار المستمر أبسط وأسهل وأقل تكلفة من التحكم في سرعة محركات التيار المتردد ولكن بسبب المجمع (المحول) الموجود في محركات التيار المستمر فإن محركات التيار المستمر غير مناسبة للتطبيقات عالية السرعة وتطلب صيانة أكثر من محركات التيار المتردد.

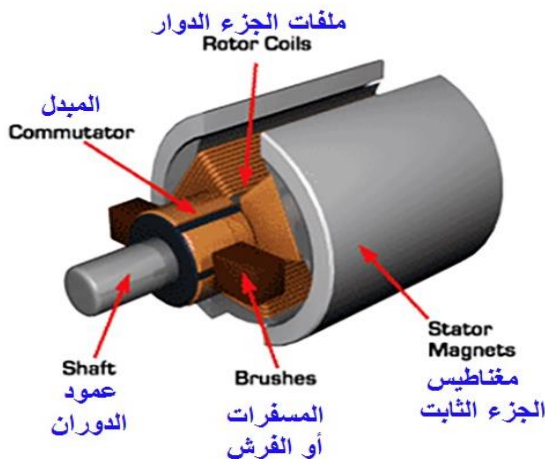
عادة ما يتم استخدام كل من وصلة محرك التيار المستمر ذو التهيج المستقل ووصلة محرك التيار المستمر التسلسلي.

المحرك الكهربائي: هو آلة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية.

مكونات محرك التيار المستمر: يتألف بشكل رئيسي من أربع أجزاء

1- الجزء الثابت Stator: عبارة عن مغناط دائمة وظيفته إنتاج الحقل المغناطيسي,

ويكون إما مغناط طبيعية أو ملف يتم إمرار تيار فيه مما يؤدي الى إنتاج حقل مغناطيسي.



2- الجزء الدوار Armature: يتألف من

مجموعة من النواقل (الوشائع) تكون ملفوفة على محور المحرك, وظيفه هذه النواقل إنتاج عزم كهرومغناطيسي اللازم لتدوير الدوار.

3- المجمع Commutator (المحول):

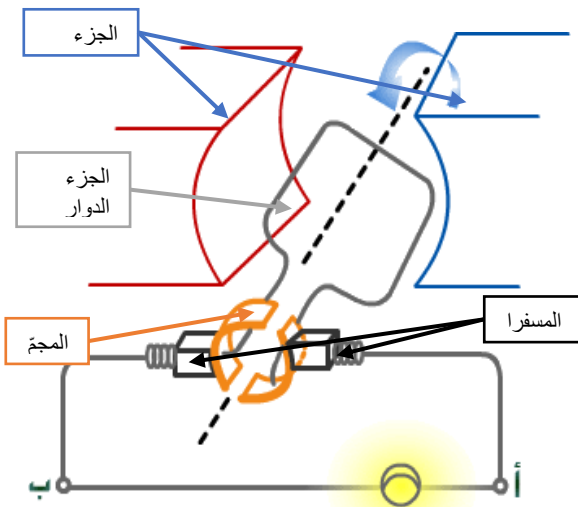
وهو مجموعة من الصفائح النحاسية، مركب على محور المحرك، وهذه الصفائح معزولة عن بعضها البعض وعن المحور، تتصل هذه الصفائح مع بدايات ونهايات وشرائح الدوار, وظيفه المجمع هي

- تجميع بدايات ونهايات نواقل الدوار
- توحيد التيار (تجميعه).

4- المسفرات Brush: مصنوعة من المعدن وتكون على تماس مع المجمع، وظيفتها

نقل التيار الى داخل الآلة.

مبدأ عمل المحرك: يعتمد على نظرية فرداي التي تنص على عند مرور تيار في ناقل يخضع لحقل مغناطيسي سوف تؤثر على هذا الناقل، فإن قوة وتحركه بجهة ما وتحدد جهة حركة هذا الناقل بحسب قاعدة اليد اليسرى في التحريك الموضحة



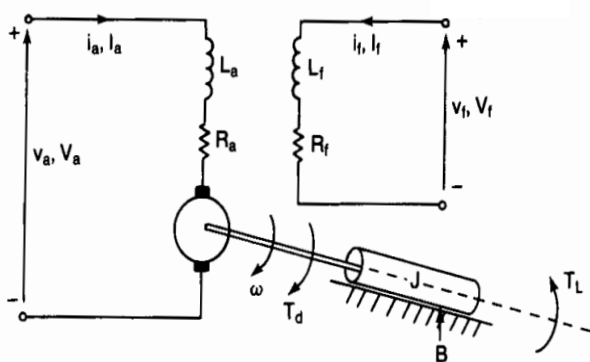
شكل يوضح أجزاء المحرك الكهربائي مع مبدأ عمله.



الشكل (2): قاعدة اليد اليسرى في التحريك

الخصائص الأساسية لمحركات التيار المستمر

- ✗ عند تطبيق جهد V_f فإنه يمر تيار I_f في الجزء الثابت وينشأ تيار I_a في الجزء الدوار نتيجة جهد V_a تؤدي لنشوء قوة محركة كهربائية عكسية وعزم دوران.
- ✗ تيار الجزء الثابت مستقل عن تيار الجزء الدوار وأي تغيير في احدهما لا يؤثر على الآخر.
- ✗ عادة ما يكون تيار الثابت أقل بكثير من تيار الدوار.



الدائرة المكافئة لمحرك تيار مستمر ذو التهيج المستقل

- ✗ يمكن توصيف محرك التيار المستمر من خلال المعادلات التالية:

$$V_f = R_f I_f + L_f \frac{d i_f}{d t}$$

في الجزء الثابت

$$V_a = R_a I_a + L_a \frac{d i_a}{d t} + e_g$$

في الجزء الدوار

$$e_g = I_f \omega K_v$$

حيث e_g هي القوة المحركة الكهربائية العكسية

$$T_d = I_f I_a K_t$$

عزم الدوران الناتج عن المحرك هو

$$T_d = J \frac{d \omega}{d t} + B \omega + T_L$$

ويجب أن يكون عزم الدوران الناتج عن المحرك

مساوي لعزم دوران الحمولة

B ثابت الاحتكاك $N.m.s/rad$

T_L ثابت عزم الحمولة

K_t ثابت عزم الدوران

K_v ثابت الجهد rad/s أو V/A

T_d العزم الكهرومغناطيسي المتشكل في ملفات الدوار

J ثابت عزم العطالة

طرق التحكم بالسرعة

نلاحظ من قانون سرعة دوران المحرك $\omega = \frac{V_a - R_a I_a}{I_f K_v}$ أنه يمكننا التحكم في السرعة من خلال:

☒ التحكم في جهد الجزء الدوار V_a

☒ التحكم بالسرعة من خلال التحكم بتيار الملف الثابت I_f

☒ زيادة عزم الدوران الذي يتوافق مع تيار I_f و I_a

☒ في الحياة العملية لتخفيض السرعة يتم الحفاظ على

التيار I_f ويتم تغيير الجهد V_a

☒ في الحياة العملية لزيادة السرعة يتم الحفاظ على الجهد

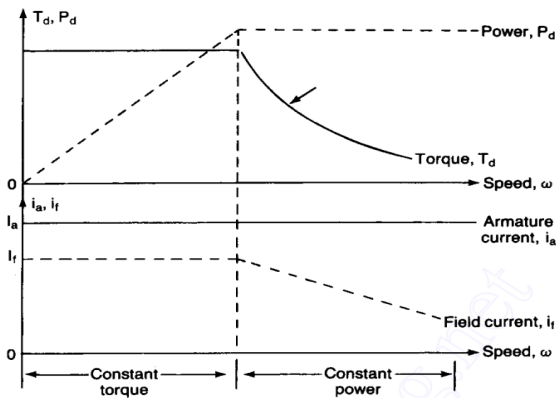
ويتم تغيير التيار I_f

☒ وتكون قدرة المحرك هي السرعة بعزم الدوران $P_d =$

$$T_d \omega$$

☒ عند التحميل الخفيف جدًا، يمكن أن تكون السرعة عالية جدًا ولا ينصح بتشغيل محرك التيار المستمر بدون

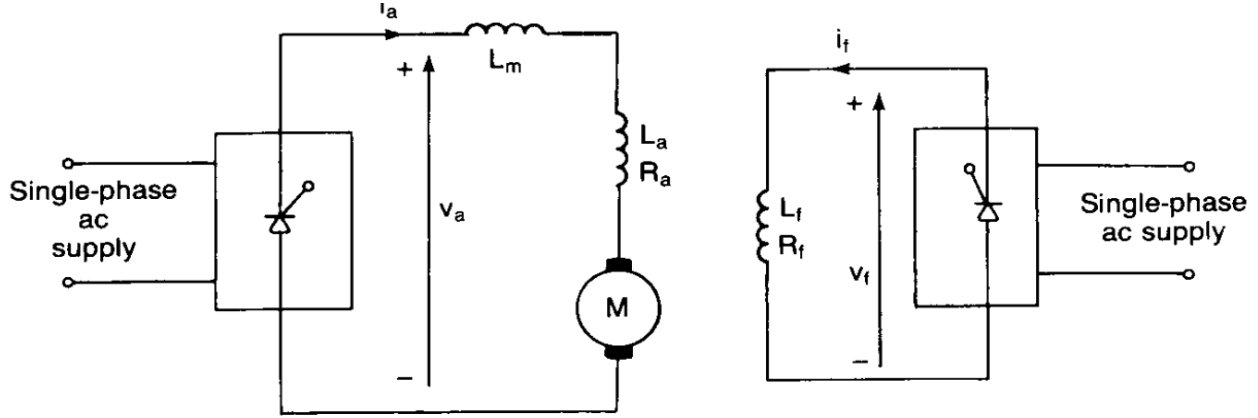
تحميل.



خصائص محركات التيار المستمر ذو التهيج المستقل

أنظمة القيادة وحيدة الطور SINGLE-PHASE DRIVES

إذا كانت دائرة المحرك متصلة بدارة تقويم أحادية الطور متحكم بها فيمكن التحكم بالجهد عن طريق تغيير زاوية القدح α , يمكن أيضاً استخدام محولات التيار المتناوب ذات التبديل القسري لتحسين معامل القدرة وتقليل التوافقيات.



الدارة الأساسية لأنظمة القيادة أحادية الطور

✗ عند زاوية قدح منخفضة قد يكون تيار المحرك متقطعاً وهذا يزيد من ضياعات المحرك

✗ عادة ما يتم إضافة محارضة L في دارة الجزء الدوار لتقليل تيار التموج الى حد مقبول

اعتماداً على المبدلات أحادية الطور يمكن تقسيم أنظمة القيادة أحادية الطور الى:

1. أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور نصف الموجة.
2. أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور النصف متحكم بها.
3. أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور ذات الموجة الكاملة.
4. أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور المزدوجة.

أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور نصف الموجة

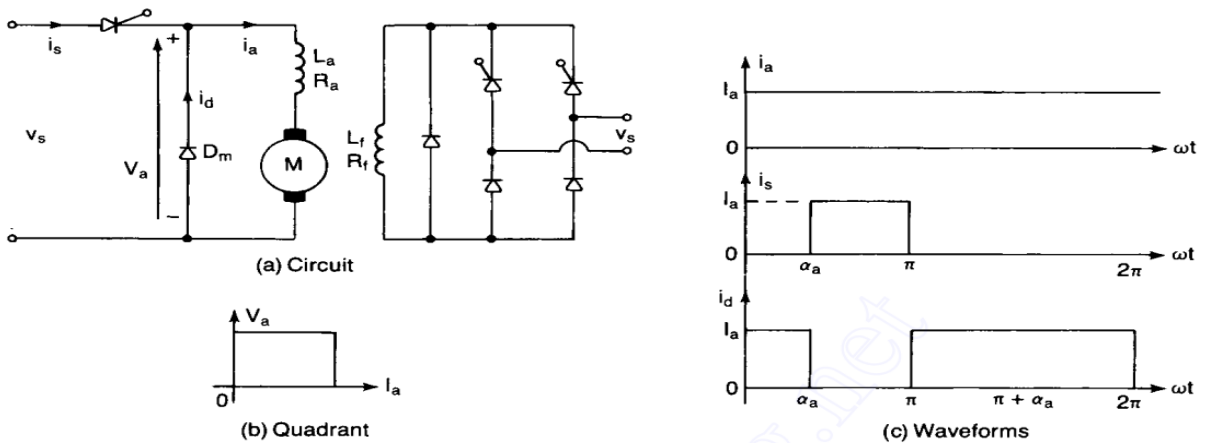
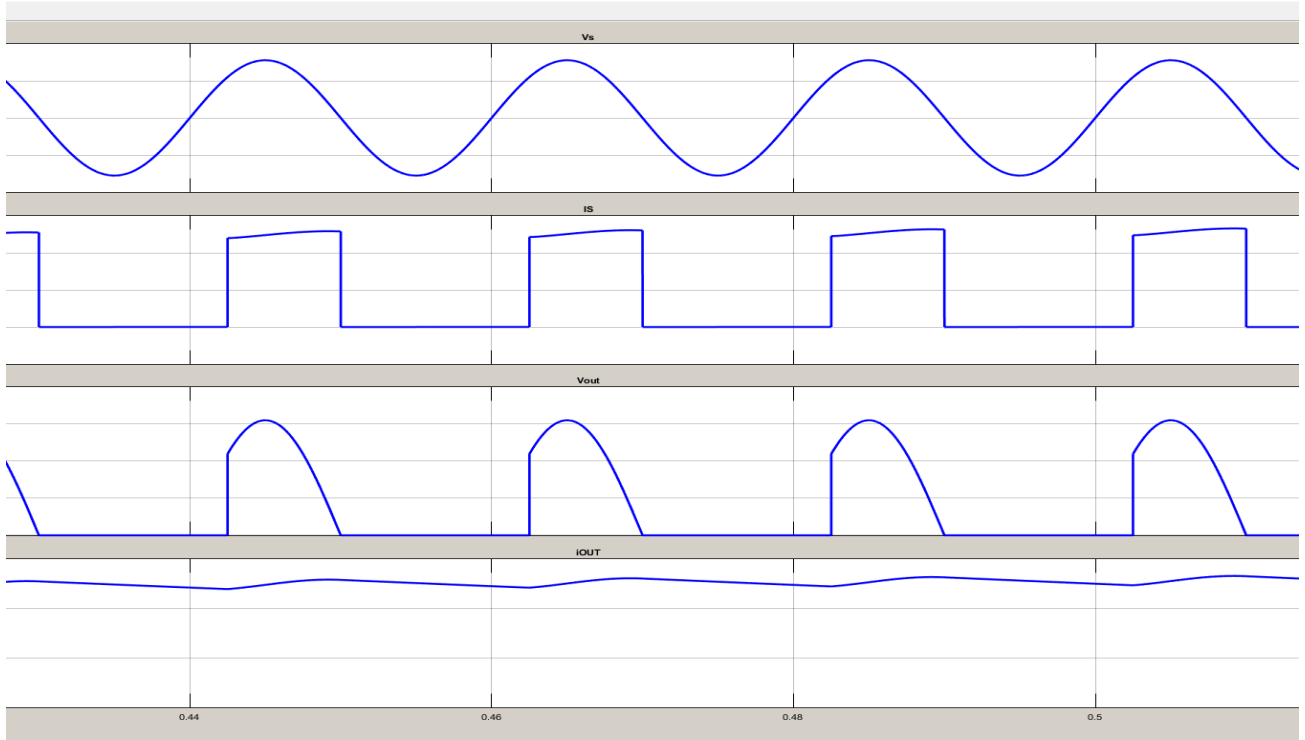


Figure 10-7 Single-phase half-wave converter drive.

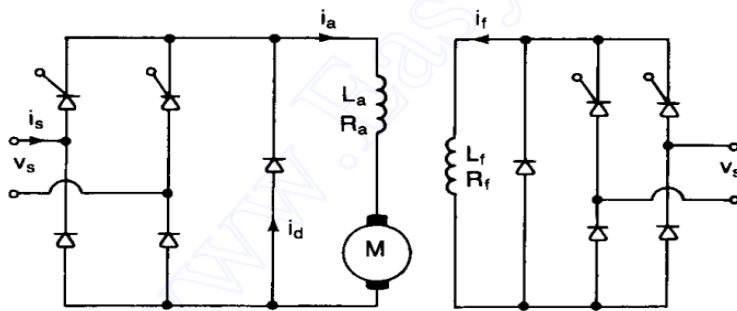


تغذي هذه الدارة الجزء الدوار من دارة المحرك ودائما يكون تيار المحرك متقطعا ما لم يتم إضافة محارضة كبيرة في دارة المحرك ويجب إضافة الديود الحر دائما مع محرك التيار المستمر وتعمل الدارة في ربع واحد وتطبيقات هذه الدارة محدودة على استطاعة 1/2KW , ويجب أن تكون دارة التقويم في الجزء الثابت دارة موجة كاملة لأنه في دارة نصف الموجة سوف تؤدي الى زيادة الضياعات المغناطيسية أي أن دارة الجزء الثابت لن تعمل كمغانط دائمة

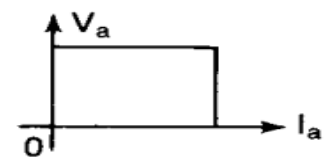
يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار $V_d = \frac{V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha_a)$ for $0 \leq \alpha_a \leq \pi$

يعطى الجهد المتوسط للجزء الثابت $V_d = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha_f)$ for $0 \leq \alpha_f \leq \pi$

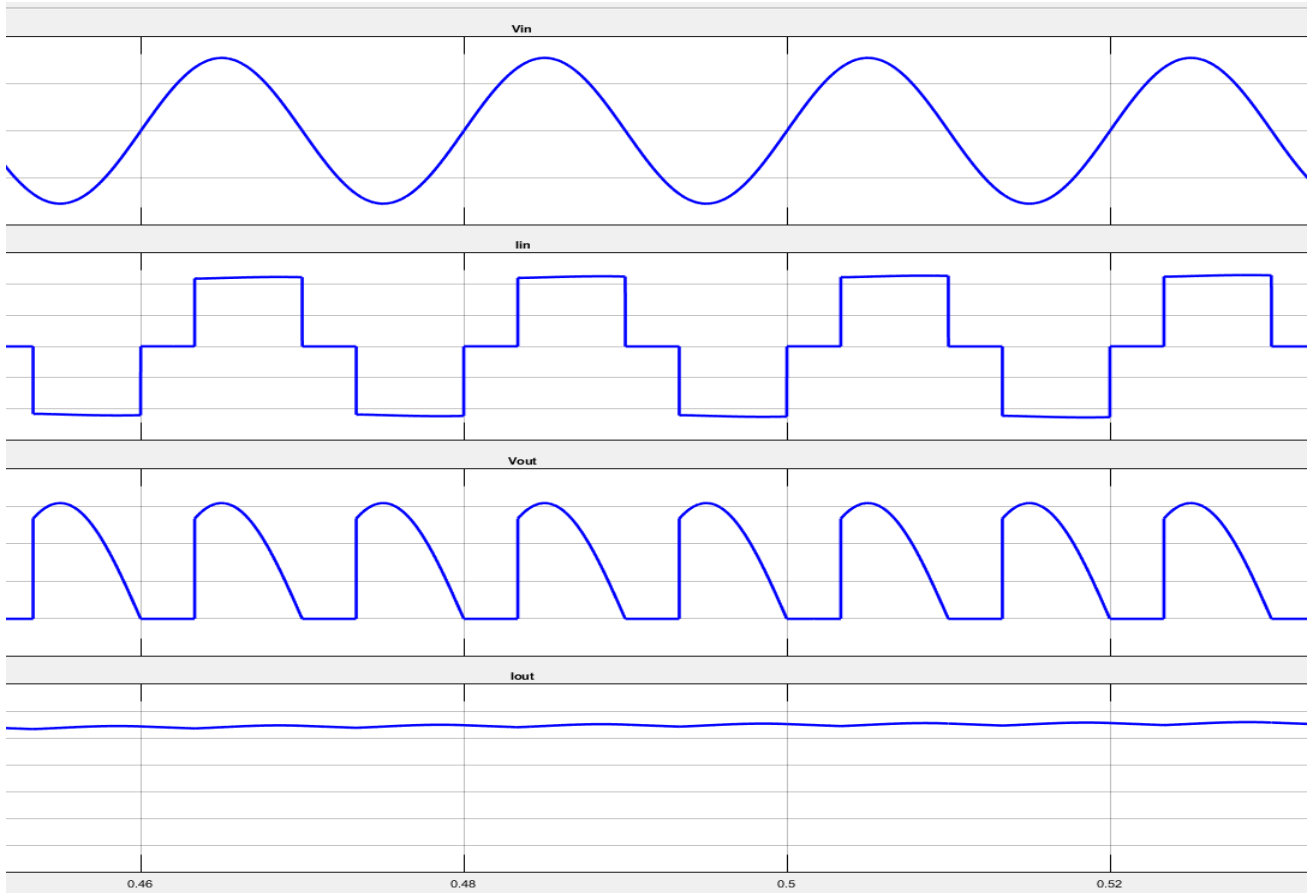
أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور النصف متحكم بها



(a) Circuit



(b) Quadrant

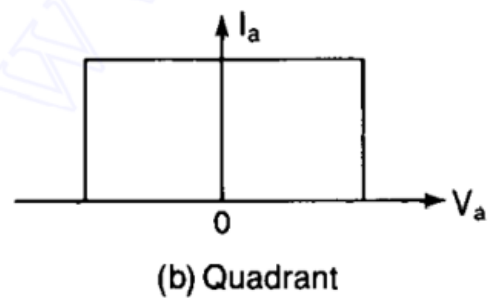
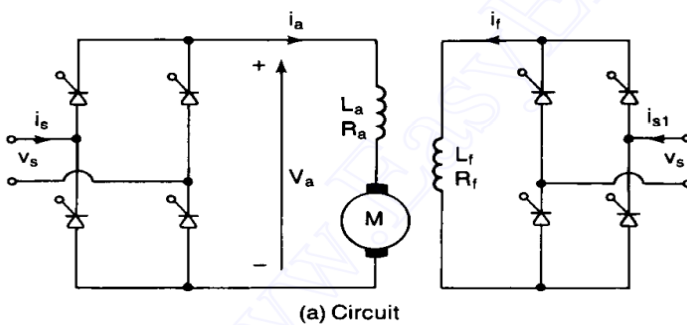


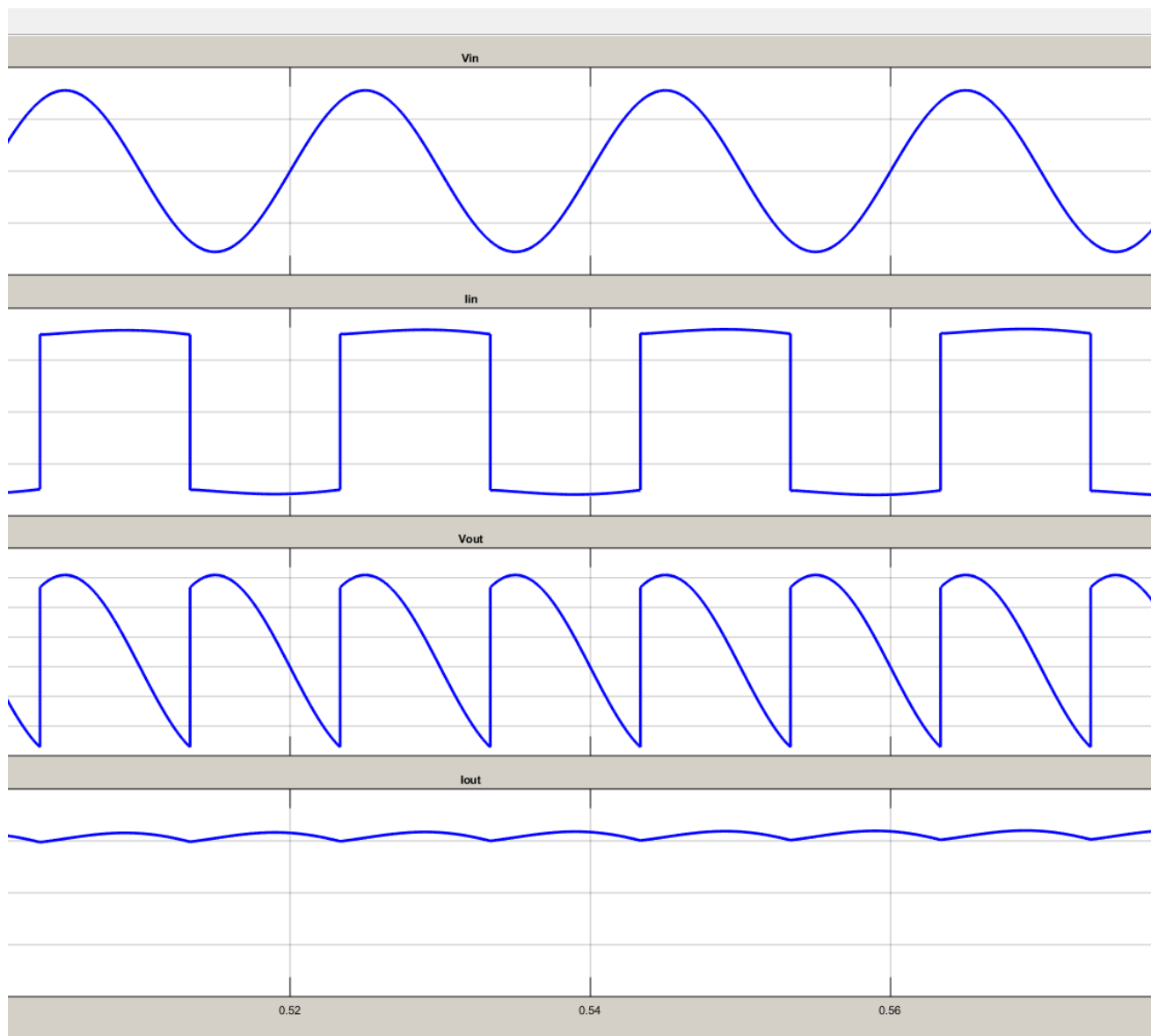
يتم تغذية هذه الدارة عن طريق مبدلة نصف متحكم بها والتي تحوي عنصرين ديودات وعنصرين ثايروستورات موصولين بطريقة جسرية كما في الدارة وتعمل الدارة في ربع واحد وتطبيقات هذه الدارة محدودة على استطاعة 15 KW ويمكن أن تكون دارة الثابت دارة مبدلة نصف متحكم بها

$$V_d = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha_a) \quad \text{for } 0 \leq \alpha_a \leq \pi \quad \text{يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار}$$

$$V_d = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha_f) \quad \text{for } 0 \leq \alpha_f \leq \pi \quad \text{يعطى الجهد المتوسط للجزء الثابت}$$

أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور ذات الموجة الكاملة





يتم تغذية دارة المحرك عن طريق مبدلة متحكم بها بشكل كامل وهي عبارة عن أربع ثايرستورات موصولة بطريقة جسرية كما في الدارة وتعمل هذه الدارة في ربعين وتقتصر تطبيقات هذه الدارة على استطاعة 15 KW, ويمكن عكس اتجاه دوران المحرك عن طريق عكس القوة المحركة الكهربائية العكسية من خلال عكس قطبية تيار الجزء الثابت I_f ولعكس قطبيته يجب أن تكون دارة الجزء الثابت دارة مبدلة مودة كاملة ومتحكم بها بشكل كامل

$$V_d = \frac{2v_m}{\pi} \cos \alpha_a \quad \text{for } 0 \leq \alpha_a \leq \pi$$

يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار

$$V_d = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha_f \quad \text{for } 0 \leq \alpha_f \leq \pi$$

يعطى الجهد المتوسط للجزء الثابت

أنظمة قيادة المبدلات أحادية الطور المزدوجة.

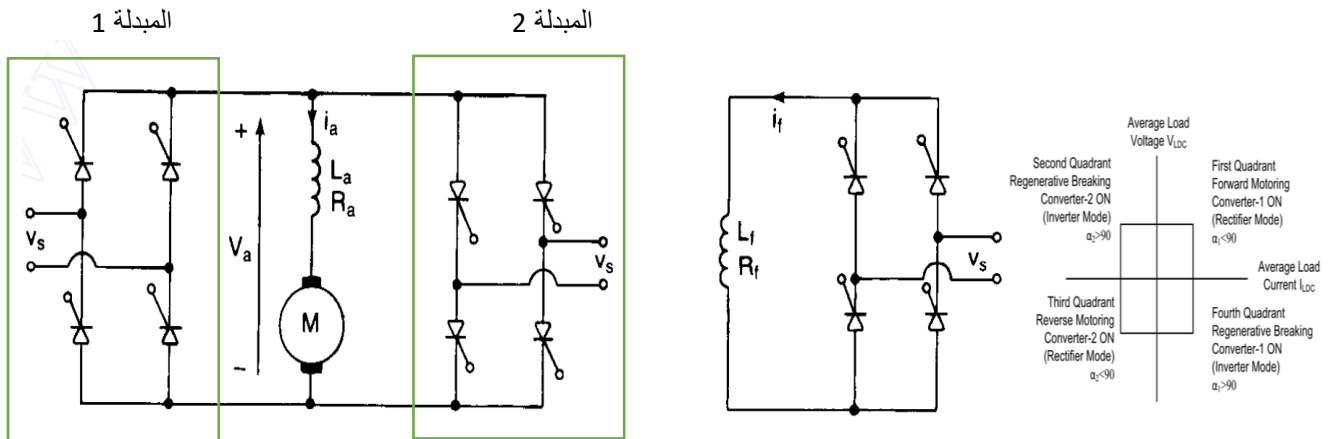
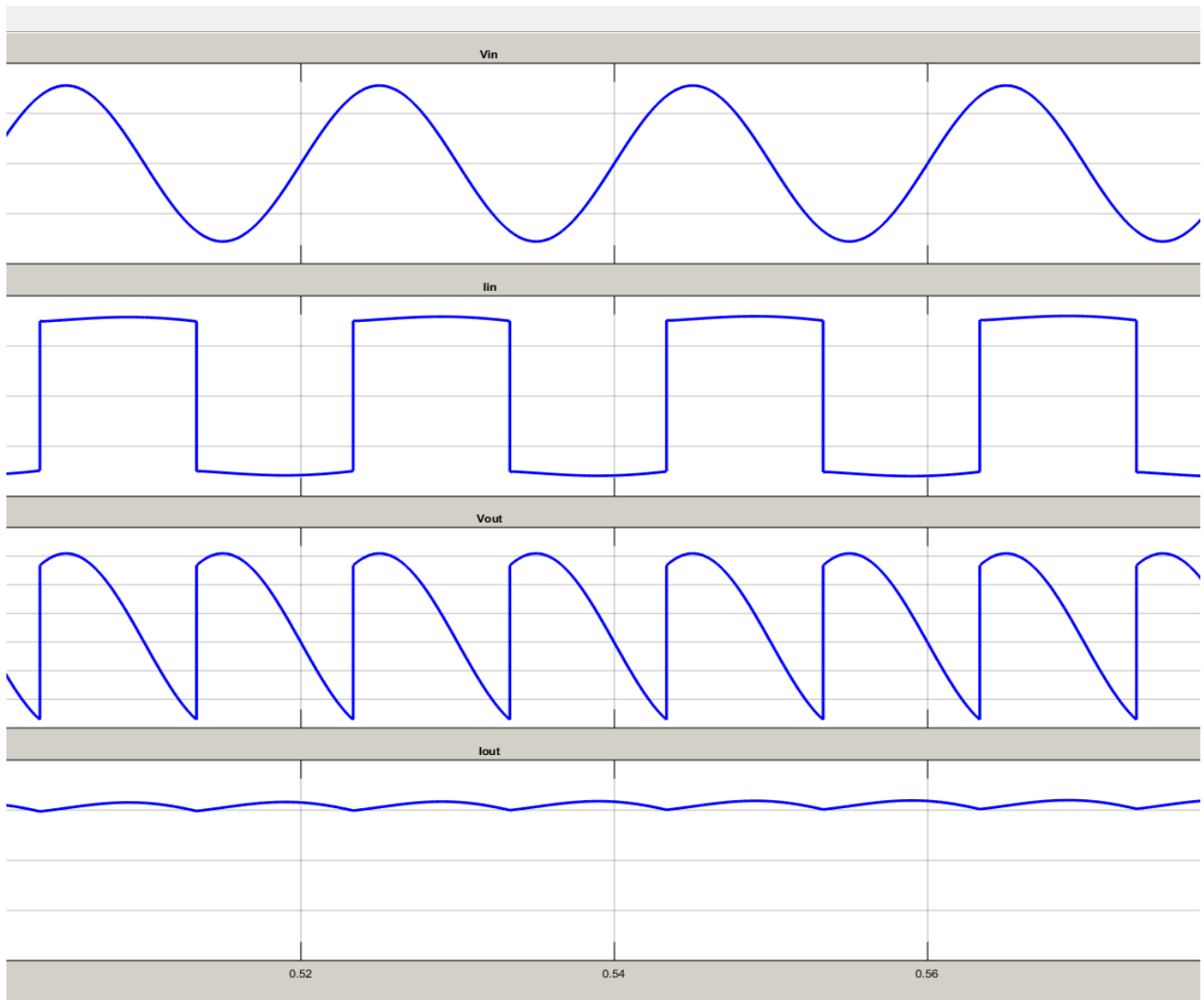


Figure 10-11 Single-phase dual-converter drive.



هي عبارة عن مبدلتين من مبدلات الأحادية الطور ذات الموجة الكاملة موصولتين على التفرع وبشكل مقلوب إما عمل المبدلة 1 لتغذية المحرك بالجهد الموجب أو المبدلة 2 لتغذية المحرك بالجهد السالب تعمل هذه الدارة في الأرباع الأربعة, يقتصر عمل هذه الدارة على تطبيقات حتى 15KW

$$V_d = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha_{a1} \quad \text{for } 0 \leq \alpha_{a1} \leq \pi \quad \text{يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار للمبدلة 1}$$

$$V_d = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha_{a2} \quad \text{for } 0 \leq \alpha_{a2} \leq \pi \quad \text{يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار للمبدلة 2 حيث}$$

$$\alpha_{a2} = \pi - \alpha_{a1}$$

$$V_d = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha_{af} \quad \text{for } 0 \leq \alpha_{af} \leq \pi \quad \text{يعطى الجهد المتوسط للجزء الثابت}$$

☒ نلاحظ أن أفضل دارة هي دارة المبدلة المزدوجة لأنها تسمح للمحرك بالعمل في أربعة أرباع

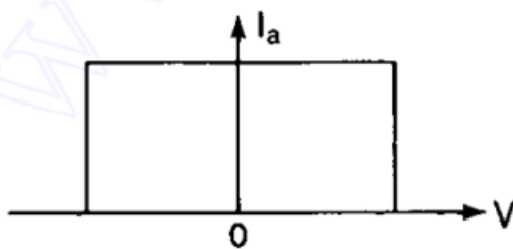
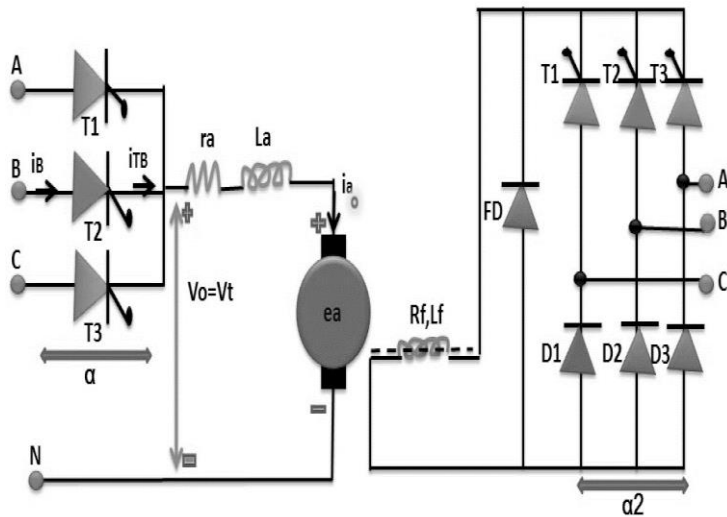
أنظمة القيادة ثلاثية الطور THREE-PHASE DRIVES

تكون دائرة الجزء الدوار موصولة مع مبدلة متحكم بها ثلاثية الطور, تستخدم المحركات ثلاثية الطور للتطبيقات ذات الاستطاعة العالية حتى 15MW, إن تردد التموج لجهد المحرك أعلى من محركات أحادية الطور ويتطلب محاشة أقل في دائرة المحرك لتقليل تيار تموج المحرك لذلك تيار المحرك مستمر في الغالب، وبالتالي فإن أداء المحرك أفضل مقارنة بأداء المحركات أحادية الطور.

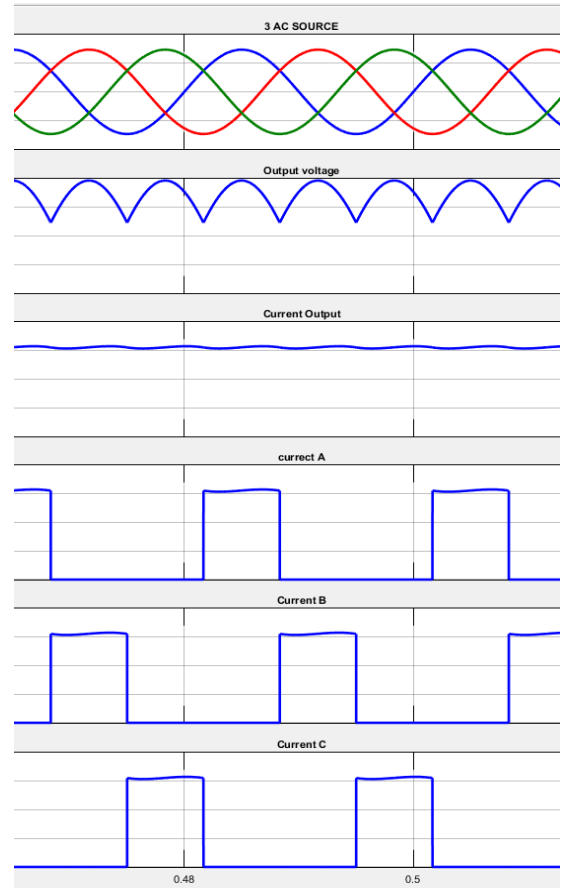
اعتماداً على المبدلات ثلاثية الطور يمكن تقسيم أنظمة القيادة ثلاثية الطور الى:

1. أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور نصف الموجة.
2. أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور النصف متحكم بها.
3. أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور ذات الموجة الكاملة.
4. أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور المزدوجة.

أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور نصف الموجة:



(b) Quadrant



يوصل المحرك ثلاثي الطور مع دائرة مبدلة ثلاثية اطور نصف موجة, ويمكن استخدام في هذه الدارة في التطبيقات التي تصل الى 40KW, وتعمل هذه الدارة في ربعين, ويمكن أن تكون دائرة مبدلة الجزء الثابت أحادية الطور أو ثلاثية الطور نصف متحكم بها, لا تستخدم هذه الدارة عادة في التطبيقات الصناعية لأن التيار المتؤدد يحتوي على مركبات تيار مستمر.

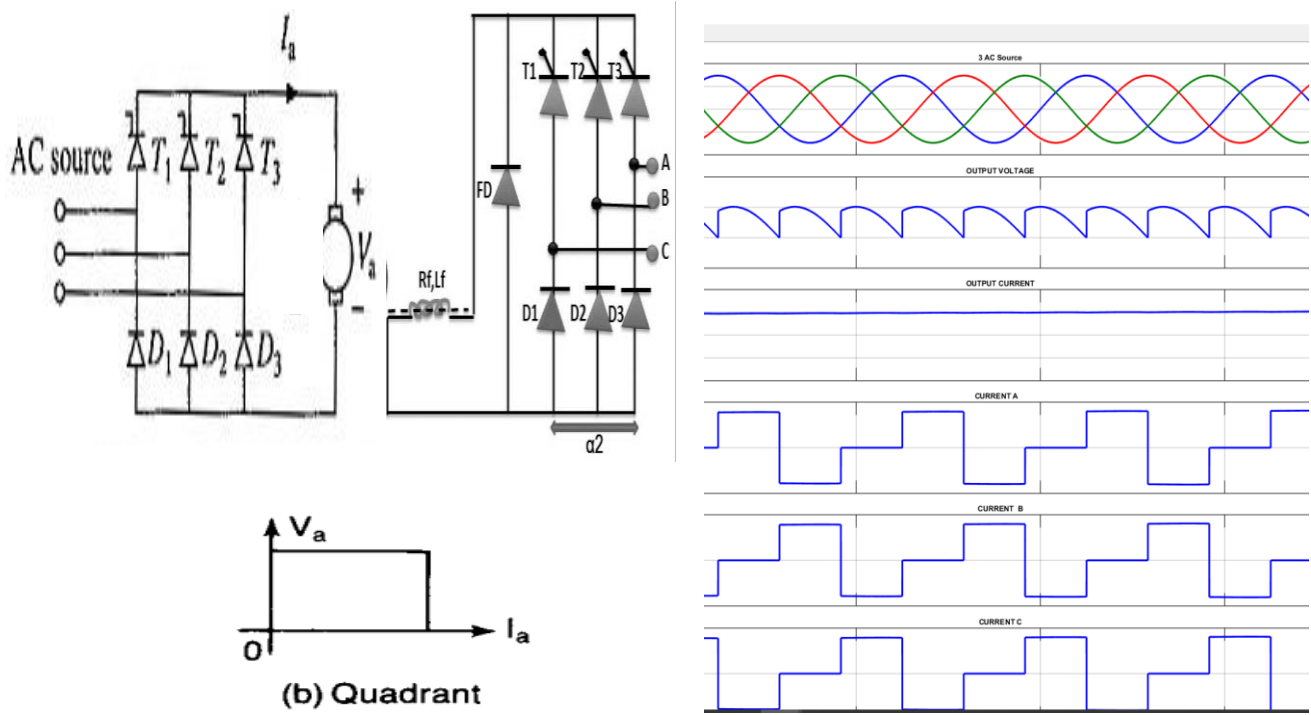
$$V_a = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} \cos \alpha_a \quad \text{for } 0 \leq \alpha_a \leq \pi$$

يعطى الجهد المحرك للجزء الدوار

$$V_f = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha_f) \quad \text{for } 0 \leq \alpha_f \leq \pi$$

يعطى الجهد المحرك للجزء الثابت للمبدلة

أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور النصف متحكم بها:



يوصل المحرك ثلاثي الطور مع دائرة مبدلة ثلاثية الطور موجة كاملة نصف متحكم بها تتكون من ديودات وثايرستورات ودائرة الثابت مع دائرة مماثلة لدائرة المحرك, وتستخدم هذه الدارة في التطبيقات التي تصل الى 115KW وتعمل هذه الدارة في ربع واحد.

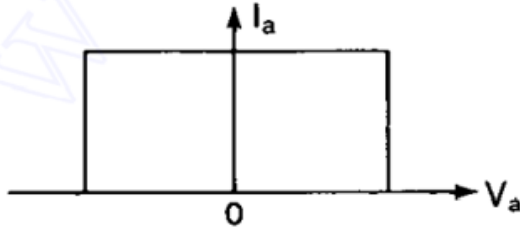
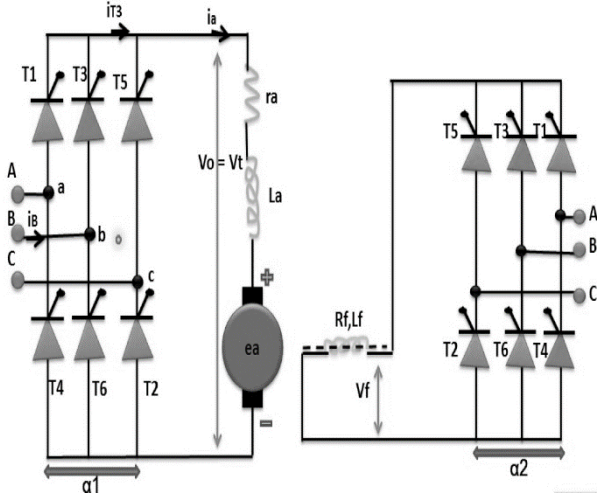
$$V_a = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha_a) \quad \text{for } 0 \leq \alpha_a \leq \pi$$

يعطى الجهد المحرك للجزء الدوار

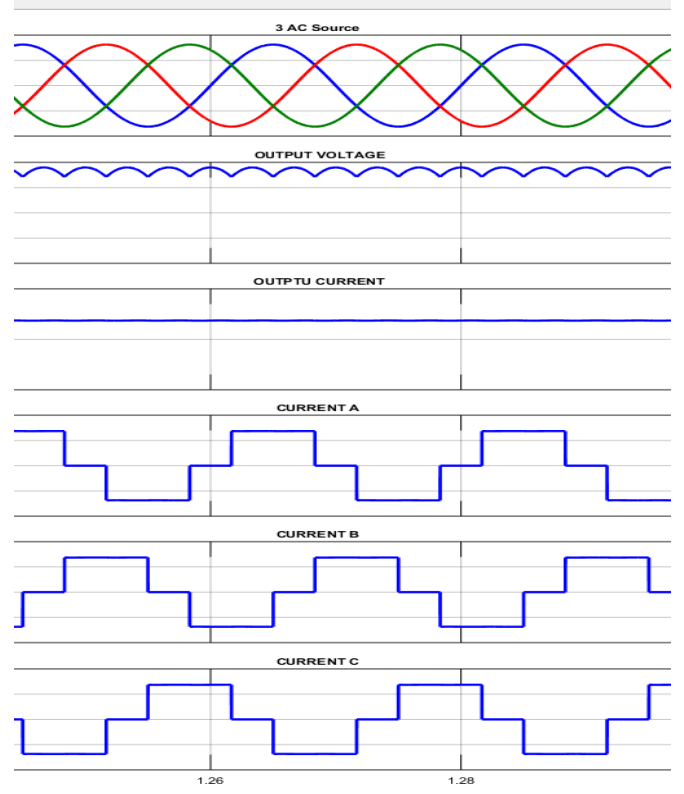
$$V_f = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha_f) \quad \text{for } 0 \leq \alpha_f \leq \pi$$

يعطى الجهد المحرك للجزء الثابت للمبدلة

أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور ذات الموجة الكاملة:



(b) Quadrant



يوصل المحرك مع دائرة مبدلة ثلاثية الطور موجة كاملة متحكم بها بشكل كامل، وتقتصر تطبيقاتها على استطاعة 1500Kw وتعمل هذه المبدلة في ربعين ولعكس اتجاه تدفق الطاقة يتم عكس القوة المحركة الكهربائية emf وذلك عن طريق عكس تهيج الثابت، يجب أن يكون المبدلة في الجزء الثابتة مبدلة ذات موجة كاملة أحادية الطور أو ثلاثية الطور لعكس قطبية تيار الثابت.

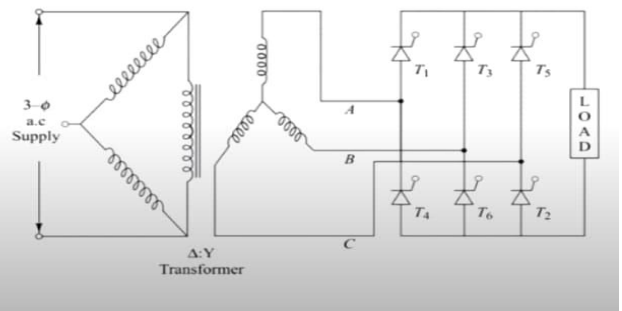
$$V_a = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha_a \quad \text{for } 0 \leq \alpha_a \leq \pi$$

يعطى الجهد المحرك للجزء الدوار

$$V_f = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha_f \quad \text{for } 0 \leq \alpha_f \leq \pi$$

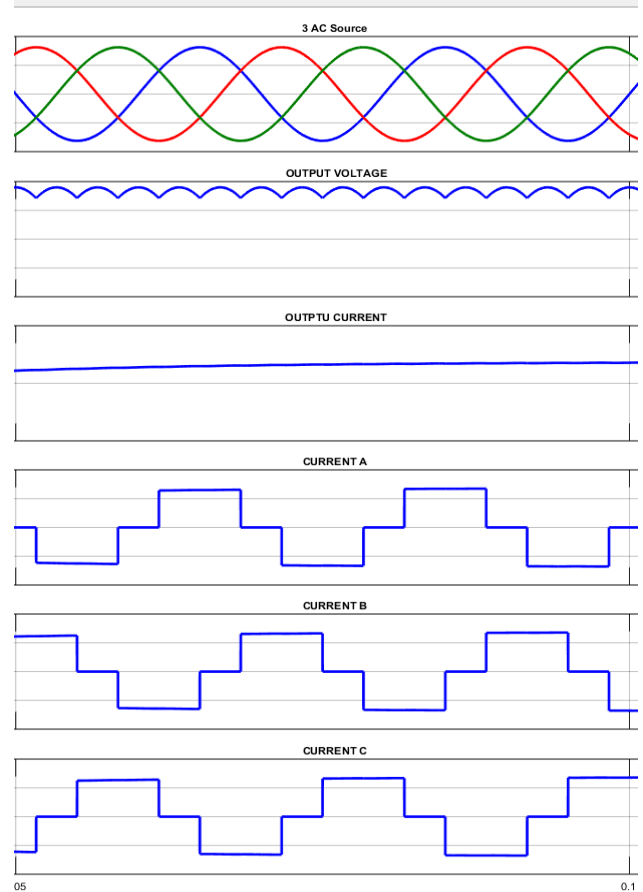
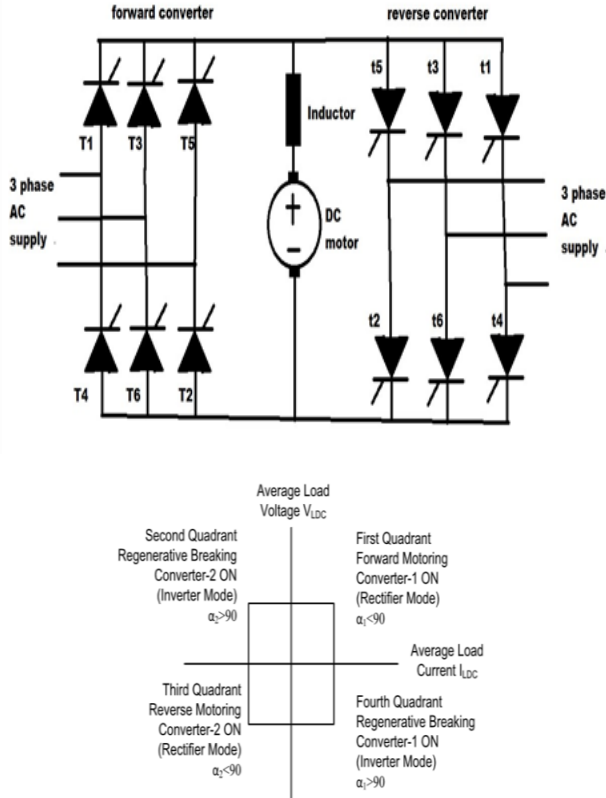
يعطى الجهد المحرك للجزء الثابت

ωt	Inco ming SCR	Conduc ting pair	Outg oing SCR	Line voltage across load
$30^\circ + \alpha$	T1	(T6,T1)	T5	E_{AB}
$90^\circ + \alpha$	T2	(T1,T2)	T6	E_{AC}
$150^\circ + \alpha$	T3	(T2,T3)	T1	E_{BC}
$210^\circ + \alpha$	T4	(T3,T4)	T2	E_{BA}
$270^\circ + \alpha$	T5	(T4,T5)	T3	E_{CA}
$330^\circ + \alpha$	T6	(T5,T6)	T4	E_{CB}



أنظمة قيادة المبدلات ثلاثية الطور المزدوجة:

يتم توصيل مبدلتين من نوع مبدلة ثلاثية الطور ذات الموجة الكاملة متحكم بها بشكل كامل, وإما تعمل المبدلة 1 لتزويد المحرك بجهد موجب أو المبدلة 2 لتزويد المحرك بجهد سالب, ويستخدم هذه المبدلة في التطبيقات التي تصل الى 1500KW وتعمل هذه المبدلة في أربعة أرباع ويتم عكس قطبية تيار الثابت أثناء تبديل عمل المبدلات



$$V_d = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha_{a1} \quad \text{for } 0 \leq \alpha_{a1} \leq \pi$$

يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار للمبدلة 1

$$V_d = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha_{a2} \quad \text{for } 0 \leq \alpha_{a2} \leq \pi$$

يعطى الجهد المتوسط للجزء الدوار للمبدلة 2 حيث

$$\alpha_{a2} = \pi - \alpha_{a1}$$

$$V_d = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha_{af} \quad \text{for } 0 \leq \alpha_{af} \leq \pi$$

يعطى الجهد المتوسط للجزء الثابت

المراجع

- Power Electronics Circuits Devices and Applications by Muhammad Harunur Rashid
- Power Electronics HANDBOOK BY Muhammad Harunur Rashid
- Youtube for matlab Simulink
- Google for images