التحكم الإلكتروني في الآلات

التحكم في محركات التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الجدارة: فهم كيفية تشغيل محركات التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله من:

١. اختيار دائرة مقطع التيار المستمر الملائمة للمحرك وظروف التشغيل
٢. معرفة كيفية استخدام مقطعات التيار المستمر للسيطرة على أداء المحرك والتحكم في سرعته
٣. معرفة كيفية استخدام مقطعات التيار المستمر لعمل الفرملة بأنواعها المختلفة
٤. استخدام مقطع التيار المستمر في عكس حركة المحرك

الوقت المتوقع: 9 ساعات

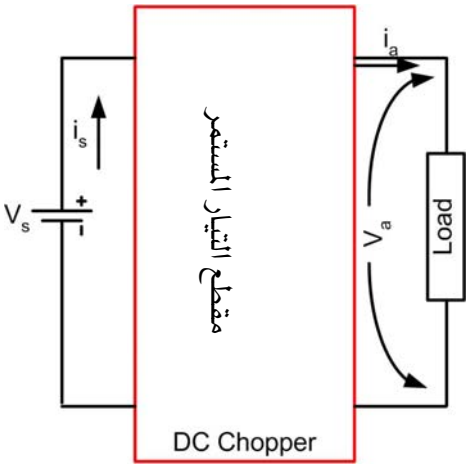
متطلبات الجدارة: اجتياز مقرر إلكترونيات القدرة
اجتياز مقرر آلات التيار المستمر والمحولات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الوحدة الرابعة :- التحكم في محركات التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر

DC Chopper Drives

في الوحدة الثالثة تناولنا كيفية استخدام الموحدات المحكومة للسيطرة على أداء محركات التيار المستمر وتستخدم الموحدات المحكومة عندما يكون مصدر الجهد المتوفر من نوع التيار المتردد، أما إذا كان المصدر المتوفر مصدراً للتيار المستمر فإننا نلجأ إلى استخدام مقطعات التيار المستمر، والتي تستخدم للتحويل من تيار مستمر ذي جهد ثابت القيمة إلى تيار مستمر ذي جهد متغير القيمة (محكوم)، وتستخدم على نطاق واسع في التطبيقات الصناعية مثل القطارات الكهربائية والسيارات الكهربائية والأوناش.... إلخ. حيث تلعب دوراً مهما في التحكم في سرعة محركات التيار المستمر أو عمل الفرملة بإعادة التوليد مما يؤدي إلى توفير كبير في الطاقة في نظم النقل الكهربائية.



الشكل (1-4)

الدائرة التخطيطية لمقطع التيار المستمر

ويوصل مقطع التيار المستمر بين مصدر التيار المستمر والحمل كما في الشكل (1-4)، والمقطع في أبسط صوره عبارة عن مفتاح، عند توصيل المفتاح لمدة زمنية مقدارها T_{on} فإن جهد المصدر سيظهر على الحمل وإذا تم فصل المفتاح لمدة زمنية T_{off} فإن جهد الحمل سيكون مساوياً للصفر، وعلى ذلك تكون أشكال موجات الجهد والتيار كما في الشكل (13-2) ويكون الجهد المتوسط على الحمل كما يلي:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$$V_o = \frac{T_{on}}{T} V_s = kV_s \qquad (4\text{-}1)$$

حيث

V_s جهد المصدر

T_{on} زمن التوصيل

T_{off} زمن الفصل

T الزمن الكلي

V_o جهد الخرج

k نسبة التشغيل

وواضح من المعادلة (4-1) أنه يمكن التحكم في الجهد عن طريق تغيير نسبة تشغيل المقطع، ولكن يجب الأخذ في الاعتبار أن يكون تردد المقطع عالياً، لذلك يجب أن يكون المفتاح المستخدم كمقطع أحد عناصر إلكترونيات القدرة مثل ترانزستور القدرة، IGPT, MOSFET, GTO إلخ

ويساهم مقطع التيار المستمر في عمليات التحريك الكهربائي باستخدام محركات التيار المستمر بأربع طرق هي:

- التحكم في سرعة المحرك
- الفرملة بإعادة التوليد
- الفرملة الديناميكية (باستخدام المقاومة)
- الفرملة بإعادة التوليد واستخدام المقاومة معاً

وسوف نتناول هذه الحالات الأربع بالتفصيل فيما يلي

التحكم في سرعة المحرك:

في هذه الحالة يتم استخدام المقطع للتحكم في القدرة المسحوبة من المصدر، وذلك بالتحكم في جهد المنتج أو تيار المجال أو كليهما معاً. الشكل (4-2) يبين الرسم التخطيطي كيفية استخدام مقطع التيار المستمر للسيطرة على أداء محرك التيار المستمر من نوع التغذية المنفصلة، وفيه يستخدم مقطعان أحدهما للتحكم في جهد المنتج والآخر للتحكم في تيار المجال.

عند التحكم في محرك التيار المستمر من نوع التوالي فإننا نحتاج لمقطع واحد فقط وذلك للتحكم في جهد المنتج كما في الشكل (4-3)، وتتكون دائرة المقطع في هذه الحالة من موسفت يتم توصيله بين المصدر والمنتج، بينما يوصل دايود حذافة على التوازي مع المنتج لضمان استمرارية التيار في دائرة المنتج،

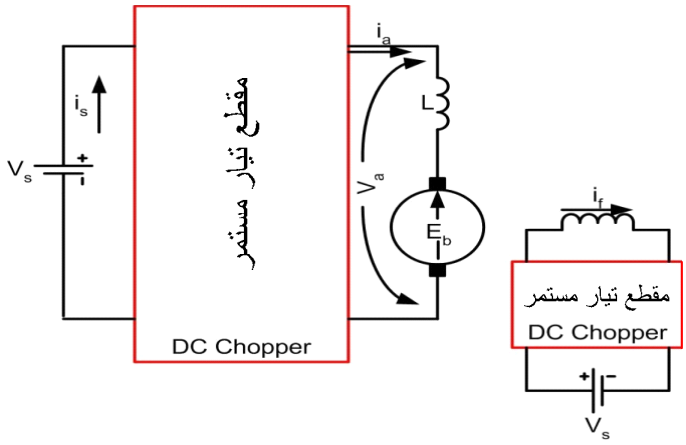
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

كما يوصل عادة ملف ذو قيمة عالية على التوالي في دائرة المنتج لنفس الغرض ولتقليل التذبذبات غير المرغوب فيها في تيار المنتج، ويصلح هذا المقطع للاستخدام في الربع الأول فقط حيث يكون الجهد والتيار موجبين. ويوضح الشكل (4-4) أشكال موجات الجهد والتيار عند استخدام المقطع ويمكن ملاحظة أن تيار المنتج متصل وخال من التذبذبات. ويكون الجهد المتوسط على أطراف المنتج كما في المعادلة (4-1). بينما تكون القيمة المتوسطة للتيار المسحوب من المصدر:

$$I_s = k\, I_a \qquad (4\text{-}2)$$

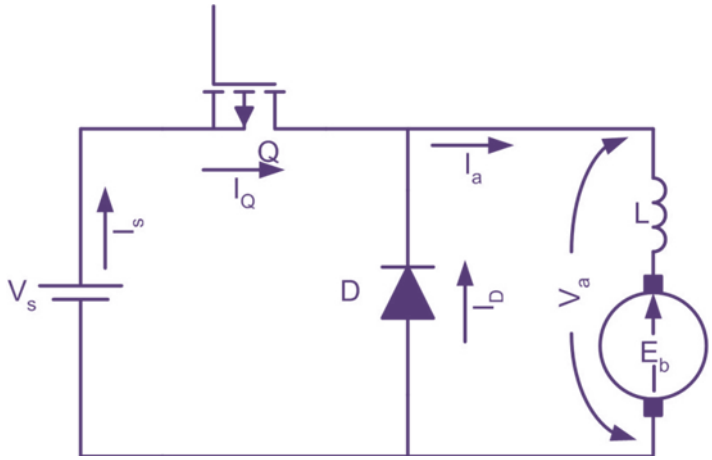
وتكون القدرة المسحوبة من المصدر (P_s) مساوية للقدرة المستهلكة في المحرك (P_a):

$$P_s = P_a = V_s I_s = V_a I_a = k V_s I_a \qquad (4\text{-}3)$$



الشكل(4-2)

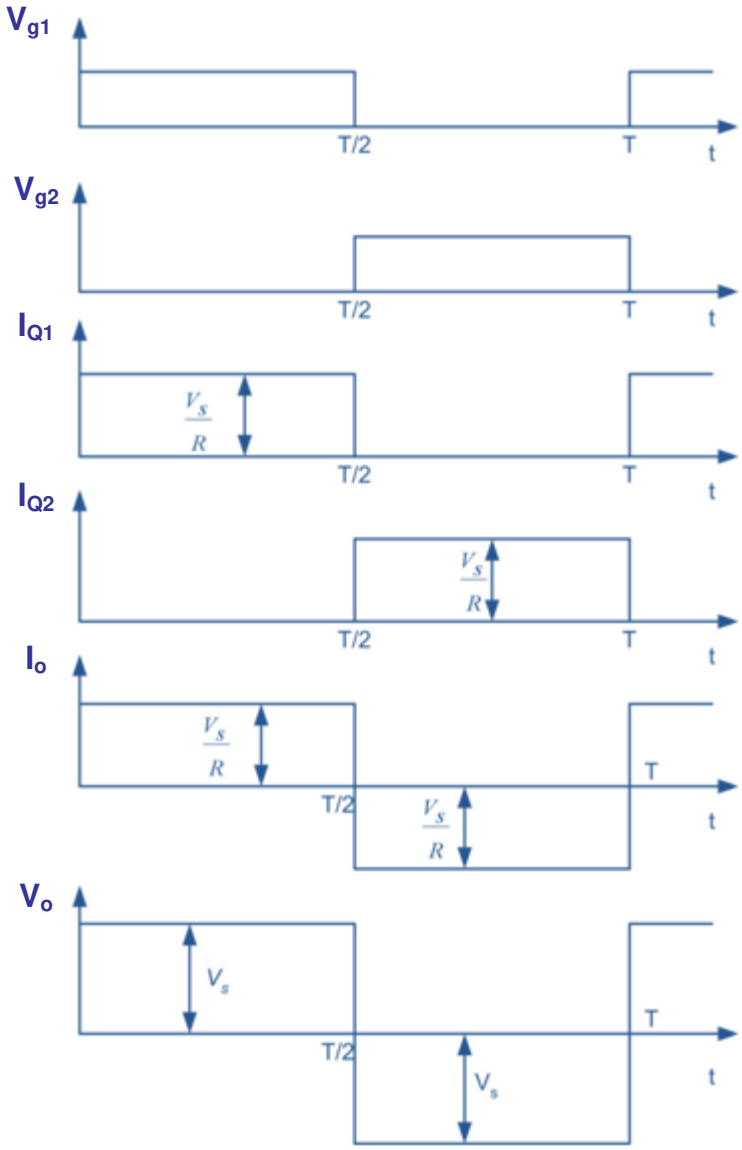
الرسم التخطيطي لكيفية استخدام مقطع التيار المستمر للتحكم في محرك التيار المستمر ذي التغذية المنفصلة



الشكل(4-3)

التحكم في محرك التوالي باستخدام مقطع التيار المستمر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل(4-4)

أشكال موجات التيار والجهد عند استخدام مقطع التيار المستمر للتحكم في محرك التوالي

مثال (4-1):

محرك تيار مستمر من نوع التوالي يتم تغذيته من مصدر تيار مستمر جهده 600 V من خلال مقطع تيار مستمر نسبة تشغيله 0.6 ومقاومة ملفات المنتج 0.04 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.06 Ω وثابت الجهد للمحرك 0.031V/A-rad/sec وعزم الحمل 200 N.m. اهمل مفاقيد اللاحمل والاحتكاك واعتبر أن تيار المنتج متصل وخال من التذبذبات.

ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

احسب سرعة المحرك والقدرة المسحوبة من المصدر

إذا أريد خفض سرعة المحرك إلى 1000 rpm. احسب نسبة التشغيل الجديدة والقدرة المسحوبة من المصدر في هذه الحالة

الحل

$V_s = 600$ V $\quad k = 0.6$ $\quad R_f = 0.06\ \Omega$ $\quad R_a = 0.04\ \Omega$
$T_L = 200$ N.m $\quad K_v = 0.031$ V/A.rad./sec.

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

$$T_d = T_L = 75 \text{ N.m}$$

أ)

الدائرة المستخدمة كما في الشكل (3-4) بينما أشكال الموجات كما في الشكل (4-4)

ب)

السرعة

$$V_a = kV_s = 0.6(600) = 360 \text{ V}$$

$$T_e = K_v I_a^2 = \qquad I_f = I_a = \sqrt{\frac{T_e}{K_v}} = 80.322 \text{ Amp}$$

$$E_b = V_a - I_a(R_a + R_f) = 360 - 80.322(0.1) = 351.968 \text{ V}$$

$$\omega = \frac{E_b}{K_v I_f} = 141.245 \text{ rad/sec.}$$

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = 1348.79 \text{ rpm}$$

القدرة المسحوبة من المصدر

$$P_s = kV_s I_a = 0.6(600)(80.322) = 28.916 \text{ KW}$$

ت)

لخفض السرعة يجب تخفيض الجهد على أطراف المحرك وذلك بتخفيض نسبة التشغيل

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 104.72 \text{ rad/sec}$$

$$E_b = K_v I_f \omega = 260.75 \text{ V}$$

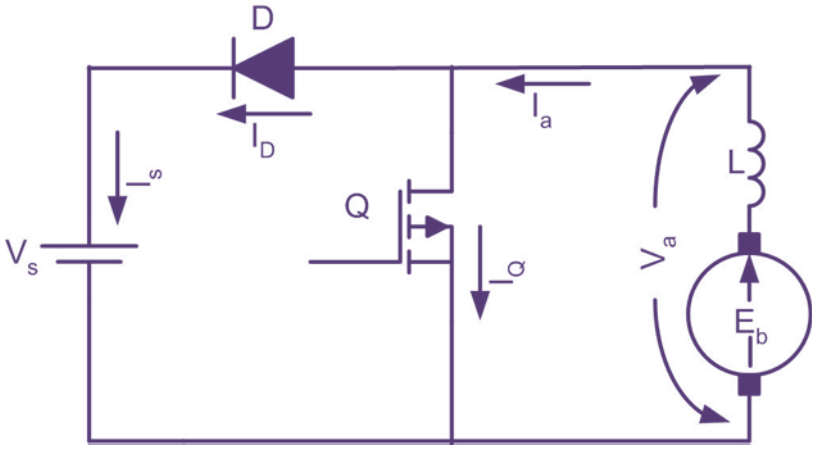
$$V_a = E_b + I_a R_a = 268.78 \text{ V}$$

$$k = \frac{V_a}{V_s} = 0.448$$

الفرملة بإعادة التوليد Regenerative Braking

في هذه الحالة يتم الاستفادة بطاقة الحركة الناتجة عن دوران المحرك وإعادتها مرة أخرى إلى المصدر حيث يعمل المحرك في تلك الفترة كمولد، ويتم الاستعانة بمقطع التيار المستمر في ذلك كما سبق شرح فكرة نقل الطاقة من مصدر إلى آخر ذي جهد أعلى في الوحدة الثانية وتستغل هذه الفكرة لعمل الفرملة بإعادة التوليد

الشكل (4-5) يوضح كيفية استخدام مقطع التيار المستمر في عمل فرملة بإعادة التوليد لمحرك تيار مستمر من نوع التوالي، عند تشغيل المقطع"Q" فإن التيار في دائرة المنتج سيزداد بشكل كبير بسبب القصر على أطراف المحرك والذي نتج عن تشغيل المقطع، وفي تلك الفترة سيتم تخزين الطاقة في ملفات المنتج والمجال وعند إيقاف تشغيل المقطع فإن الطاقة التي تم تخزينها في الملفات خلال فترة تشغيل المقطع سيتم تفريغها (نقلها إلى المصدر) من خلال الدايود "D" وعندما تقل الطاقة المخزنة يتم توصيل المقطع مرة أخرى ثم يفصل وهكذا. وبتكرار عملية التوصيل والفصل يتم استعادة طاقة الحركة بدلاً من تبديدها. ويعمل هذا المقطع في الربع الثاني حيث إن الجهد موجب والتيار سالب.



الشكل (4-5)

الفرملة بإعادة التوليد باستخدام مقطع التيار المستمر

الشكل (4-6) يعرض أشكال موجات التيار والجهد في حالة الفرملة بإعادة التوليد وذلك بفرض أن المحاثة عالية حتى يكون التيار متصلاً وخالياً من التذبذبات، وفي هذه الحالة تكون القيمة المتوسطة لجهد المنتج مساوية للقيمة المتوسطة للجهد على المقطع كما في المعادلة (4-4)

$$V_a=V_{ch}=(1-k)V_s \qquad (4\text{-}4)$$

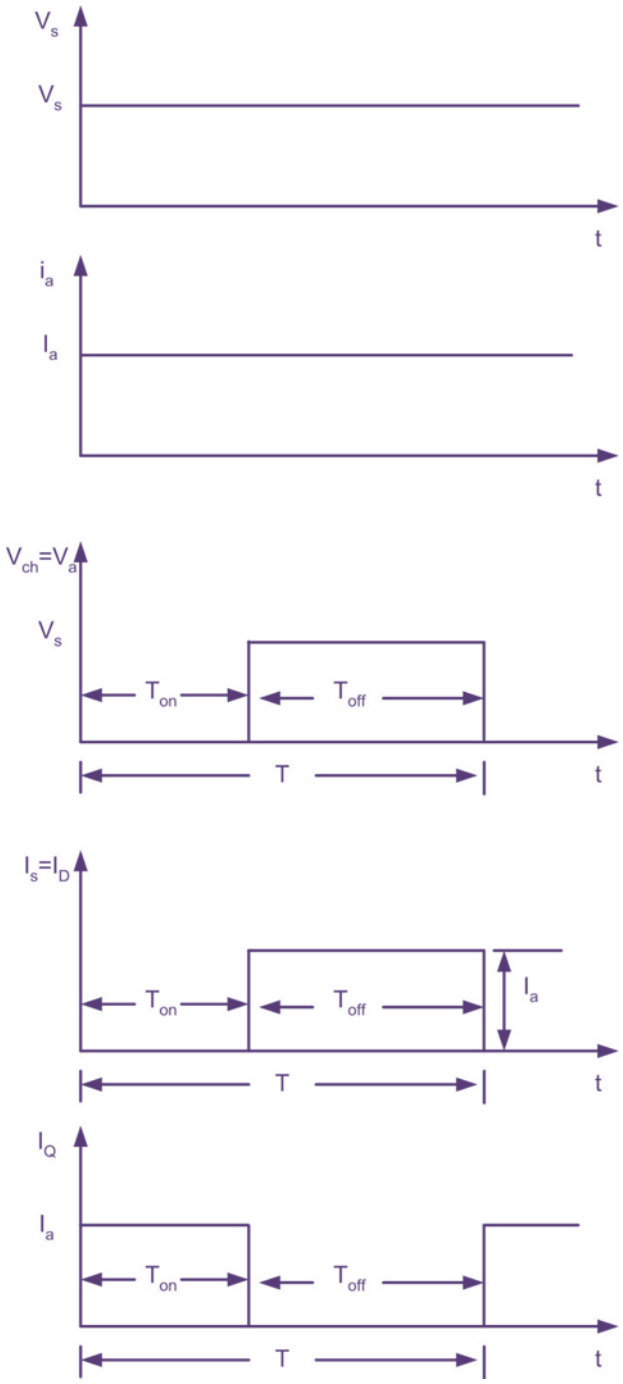
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بينما تكون القيمة المتوسطة لتيار المصدر:

$$I_s = (1- k)\, I_a \qquad (4\text{-}5)$$

وتكون القدرة المعادة إلى المصدر:

$$P_s = P_g = V_s I_s = V_a I_a = (1 - k) V_s I_a \qquad (4\text{-}6)$$



الشكل (4-6)

أشكال موجات التيار والجهد في حالة الفرملة بإعادة التوليد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ويكون الجهد المتولد على أطراف المحرك عندما يعمل كمولد:

$$E_b = E_g = V_a + I_a R_a = (1-k)V_s + I_a(R_a+R_f) \quad (4\text{-}7)$$

وبالتحكم في نسبة التشغيل يتم التحكم في القدرة المعادة إلى المصدر وبالتالي في عملية الفرملة.
ولكي تتم عملية الفرملة بإعادة التوليد يجب أن يتوفر الشرط التالي:

$$0 \le E_g - I_a(R_a + R_f) \le V_s$$

ومن خلال هذا الشرط يمكن الحصول على الحد الأدنى والحد الأقصى للسرعة كما يلي:

الحد الأدنى للسرعة (ω_{min})

$$E_g - I_a(R_a+R_f)=0$$
$$K_v I_f\, \omega_{min} - I_a(R_a+R_f)=0$$

$$\omega_{\min} = \frac{I_a(R_a + R_f)}{K_v I_f} \quad (4\text{-}8)$$

في حالة محرك التوالي يكون تيار المنتج هو نفسه تيار المجال ويكون الحد الأدني للسرعة كما يلي:

$$\omega_{\min} = \frac{(R_a + R_f)}{K_v} \quad (4\text{-}9)$$

الحد الأقصى للسرعة (ω_{max})

$$E_g - I_a(R_a+R_f)=V_s$$
$$K_v I_f\, \omega_{max} - I_a(R_a+R_f)= V_s$$

$$\omega_{\min} = \frac{V_s + I_a(R_a + R_f)}{K_v I_f} \quad (4\text{-}10)$$

وهذا يعني أنه لعمل فرملة بإعادة التوليد فإن سرعة المحرك يجب أن تكون أكبر من السرعة الصغري (ω_{min}) وأقل من السرعة الكبرى (ω_{max})

مثال (2-4):

يتم عمل فرملة بإعادة التوليد لمحرك تيار مستمر من نوع التوالي باستخدام مقطع للتيار المستمر، وكان جهد المصدر 600 V ونسبة تشغيل المقطع تيار 0.6 ومقاومة ملفات المنتج 0.03 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.05 Ω وثابت الجهد للمحرك 0.016V/A-rad/sec وكان تيار المنتج 250 A. أهمل مفاقيد اللاحمل والاحتكاك واعتبر أن تيار المنتج متصل وخال من التذبذبات.

ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد

احسب القيمة المتوسطة لجهد المنتج والقدرة المعادة إلى المصدر وسرعة المحرك

القيمة العظمى والصغرى لسرعة المحرك لعمل الفرملة بإعادة التوليد

الحل

$V_s = 600$ V $k = 0.6$ $R_f = 0.05\ \Omega$ $R_a = 0.03\ \Omega$

$I_a = 250$ Amp $K_v = 0.016$ V/A.rad./sec.

أ)

الدائرة المستخدمة كما في الشكل (4-5) بينما أشكال الموجات كما في الشكل (4-6)

ب)

القيمة المتوسطة لجهد المنتج

$$V_a=(1-k)V_s = 0.4(600) = 240\ \text{V}$$

القدرة المعادة إلى المصدر

$$P_s = P_g = V_sI_s = V_aI_a = (1-k)V_sI_a = 48\ \text{KW}$$

سرعة المحرك

$$E_g = V_a + I_a(R_a+R_f) = 256\ \text{V}$$

$$\omega = \frac{E_g}{K_v I_f} = 80\ \text{rad/sec.}$$

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = 763.94\ \text{rpm}$$

ت)

السرعة الصغرى $\omega_{\min}$

$$\omega_{\min} = \frac{(R_a + R_f)}{K_v} = 5\ \text{rad/sec}$$

$$n_{\min} = \frac{60\omega}{2\pi} = 47.746 \text{ rpm}$$

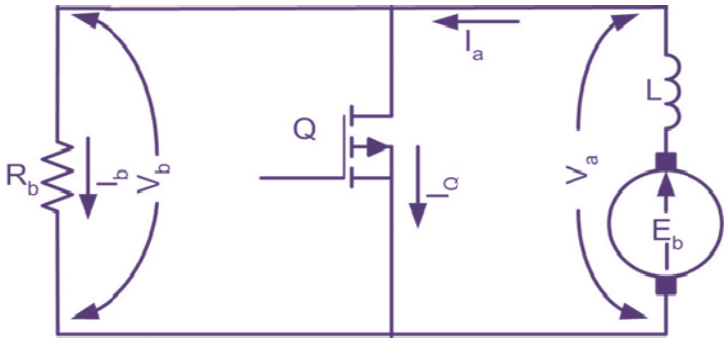
السرعة العظمى ω_{max}

$$\omega_{\min} = \frac{V_s + I_a(R_a + R_f)}{K_v I_f} = 192.5 \text{ rad/sec}$$

$$n_{\max} = \frac{60\omega}{2\pi} = 1838.24 \text{ rpm}$$

الفرملة الديناميكية (الفرملة باستخدام المقاومة) Dynamic Braking

في هذه الحالة يتم استهلاك طاقة الحركة (بعد تحويلها إلى طاقة كهربية) في مقاومة توصل بدلاً من المصدر المستخدم في حالة إعادة التوليد ، وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون الفرملة بإعادة التوليد غير ممكنة ، ويتم الاستفادة من هذه الطاقة أحياناً في التدفئة. الشكل (4-7) دائرة الفرملة الديناميكية لمحرك تيار مستمر من نوع التوالي وفكرة عملها مشابهة تماماً لعمل الفرملة بإعادة التوليد غير أن الطاقة في هذه الحالة تستهلك في المقاومة بدلاً من إعادتها إلى المصدر ، ويعمل هذا المقطع في الربع الثاني حيث إن الجهد موجب والتيار سالب.



الشكل (4-7)

الفرملة الديناميكية باستخدام مقطع التيار المستمر

الشكل (4-8) يعرض أشكال موجات التيار والجهد في الدائرة وذلك بفرض وجود محاثة عالية في الدائرة بحيث يكون التيار متصلاً وخالياً من التذبذبات وفي هذه الحالة تكون القيمة المتوسطة لتيار المقطع (I_b) كما في المعادلة (4-11) بينما تكون القيمة المتوسطة للجهد على أطراف المقاومة مساوية للقيمة المتوسطة للجهد على المقطع كما في المعادلة (4-12)

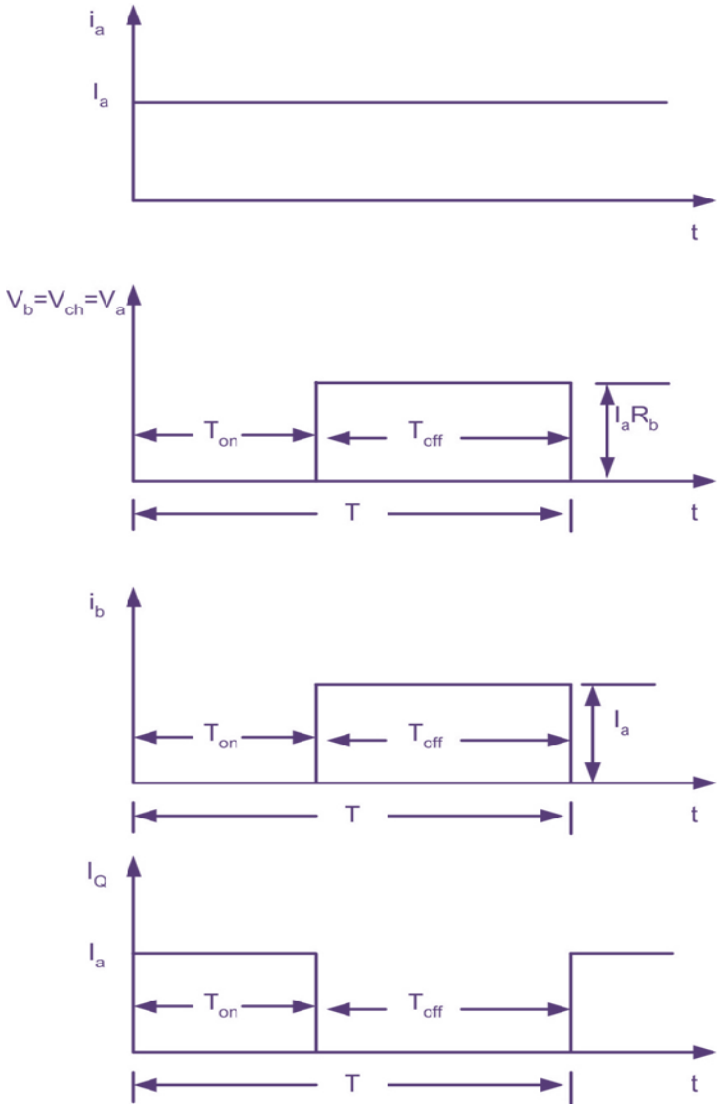
$$I_b = (1 - k)\, I_a \qquad (4\text{-}11)$$

$$V_b = V_{ch} = R_b I_a (1-k) \qquad (4\text{-}12)$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وتكون القدرة المستهلكة في المقاومة

$$P_b = V_b I_b = (1 - k)^2 I_a^2 R_b \qquad (4\text{-}13)$$



الشكل (4-8)

أشكال موجات التيار والجهد في الدائرة

مثال (4-3):

يتم عمل فرملة ديناميكية لمحرك تيار مستمر من نوع التوالي باستخدام مقطع للتيار المستمر وكانت نسبة تشغيل المقطع تيار 0.5 ومقاومة ملفات المنتج 0.02 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.03 Ω وثابت الجهد للمحرك 0.016V/A-rad/sec وكان تيار المنتج 120 A.والمقاومة المستخدمة لعمل الفرملة قيمتها 6 Ω اعتبر أن تيار المنتج متصل وخالٍ من التذبذبات.

ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

احسب القيمة المتوسطة للجهد على المقطع والقدرة المستهلكة

القيمة العظمى للجهد على المقطع وسرعة المحرك

الحل

$k= 0.5$ $R_f = 0.03\ \Omega$ $R_a = 0.02\ \Omega$

$I_a=120$ Amp $K_v = 0.016$ V/A.rad./sec. $R_b = 6\ \Omega$

أ)

الدائرة المستخدمة كما في الشكل (4-7) بينما أشكال الموجات كما في الشكل (4-8)

ب)

القيمة المتوسطة للجهد على المقطع

$$V_b=V_{ch}=R_bI_a(1-k)= 6(120)(1-0.5)=360\ \text{V}$$

القدرة المستهلكة في المقاومة

$$P_b = V_bI_b = (1 - k)^2 I_a^2 R_b = 21.6\ \text{KW}$$

ت)

أقصى قيمة للجهد على المقطع

$$V_b)_{max}=V_{ch})_{max}=R_bI_a= 6(120)=720\ \text{V}$$

سرعة المحرك

$$E_g = V_a + I_a(R_a+R_f) = 366\ \text{V}$$

$$\omega = \frac{E_g}{K_v I_f} = 190.625\ \text{rad/sec.}$$

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = 1820.33\ \text{rpm}$$

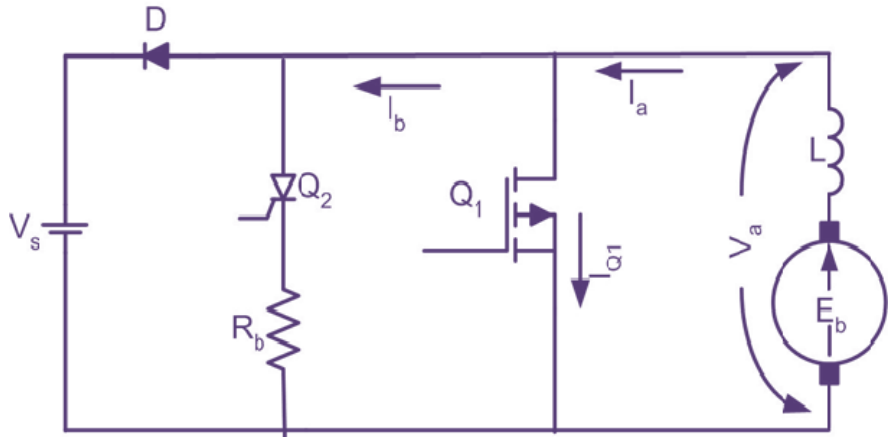
الفرملة بإعادة التوليد واستخدام المقاومة معاً

Combined Dynamic and Regenerative Braking

في كثير من الأحيان يتم عمل الفرملة بإعادة التوليد والفرملة الديناميكية باستخدام دائرة واحدة كما في الشكل (4-9) حيث يتم تشغيل المقطع "Q_1" فإذا كانت سرعة المحرك داخل حدود التشغيل المسموح بإعادة التوليد فيها والمصدر من الممكن أن يستقبل الطاقة فتتم الفرملة بإعادة التوليد ويمر تيار الفرملة إلى المصدر من خلال الدايود "D"، وتستخدم دائرة منطقية لتحديد نوع الفرملة المناسبة فإذا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

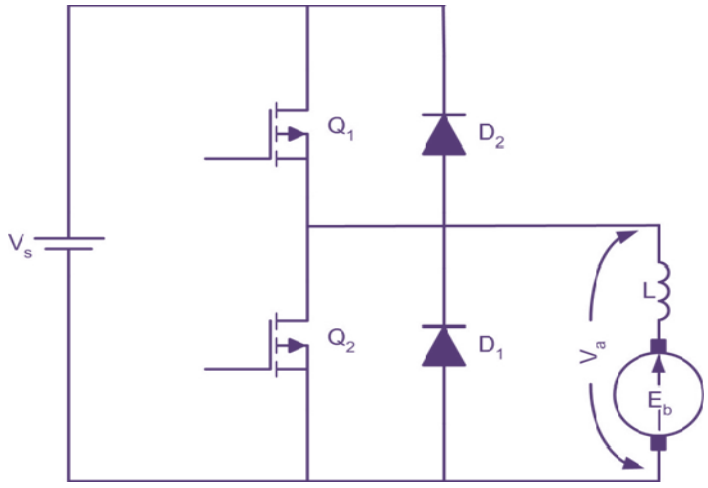
كانت سرعة المحرك خارج حدود التشغيل سواء أكانت أكبر من السرعة القصوى أو أصغر من السرعة الصغرى المسموح بإعادة التوليد بينهما فيتم تشغيل الثايرستور "Q_2" ويتحول تيار الفرملة ليمر في المقاومة "R_b" بدلاً من الرجوع إلى المصدر أي تتم الفرملة الديناميكية ويمكن ملاحظة أن الثايرستور "Q_2" يتم ايقافه طبيعياً عندما يتم تشغيل "Q_1" في كل دورة.



الشكل (4-9)

استخدام مقطع التيار المستمر لعمل الفرملة بإعادة التوليد والفرملة الديناميكية معاً

يمكن ملاحظة أن الدائرة التي تستخدم للتحكم في سرعة المحرك يكون فيها الجهد والتيار موجبان أي أنها تصلح للعمل في الربع الأول فقط (حالة التدوير الأمامي)، بينما في حالة الفرملة يكون الجهد موجباً والتيار سالب أي أنها تصلح للعمل في الربع الثاني (حالة الفرملة الأمامية)، ويمكن الجمع بينهما في دائرة واحدة تصلح للعمل في حالتي التدوير الأمامي والفرملة الأمامية كما في الشكل (4-10).



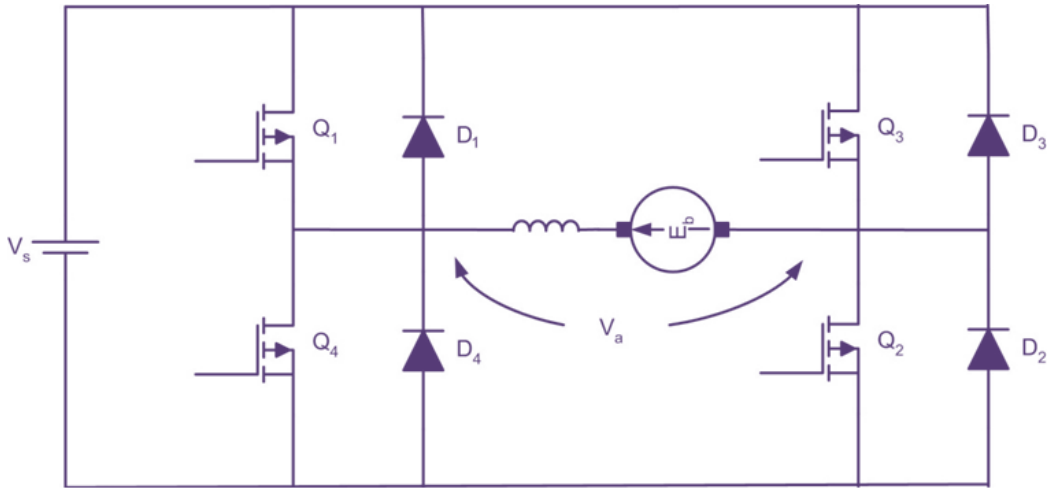
الشكل (4-10)

استخدام مقطع التيار المستمر للعمل في الربع الأول والثاني

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

في حالة التدوير الأمامي (أي العمل في الربع الأول) تتم باستخدام Q_1, D_1، فعند تشغيل Q_1 أي عندما يكون في حالة ON فإن جهد المصدر يتصل بأطراف المحرك وعندما يتحول Q_1 إلى حالة OFF فإن الدايود D_1 يعمل كدايود حذافة. أما حالة الفرملة بإعادة التوليد فتتم باستخدام $Q2, D_2$، فعند تشغيل Q_2 أي عندما يكون في حالة ON فإن المحرك يعمل كمولد ويزداد تيار المنتج ويتم تخزين الطاقة في الملفات وعندما يتحول Q_2 إلى حالة الإيقاف(OFF) تتم إعادة الطاقة المخزنة إلى المصدر من خلال مرور التيار في D_2

في التطبيقات الصناعية تكثر الحاجة إلى عكس حركة المحركات الكهربائية المستخدمة وهذا يستلزم أن يكون المقطع المستخدم صالحاً للعمل في أربع حالات تدوير، في الربع الأول حيث الجهد والتيار موجبان (التدوير الأمامي)، وفي الربع الثاني حيث الجهد الموجب والتيار السالب (الفرملة الأمامية)، بينما في الربع الثالث حيث الجهد والتيار سالبان (التدوير العكسي)، أما في الربع الرابع والأخير يكون الجهد سالباً والتيار موجب (الفرملة العكسية). والشكل (11-4) يبين دائرة لمقطع من هذا النوع تستخدم للسيطرة على محرك للتيار المستمر.



الشكل (11-4)

استخدام مقطع التيار المستمر للعمل في أربع حالات تشغيل

أولاً التدوير الأمامي:

يتم استخدام Q_2, Q_1 بينما Q_3, Q_4 في حالة الإيقاف (OFF)، عندما يكون Q_1, Q_2 في حالة التشغيل (ON) فإن جهد المصدر يكون موصلا على أطراف المحرك ويزداد تيار المنتج وعندما يتحول Q_1 إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحالة إيقاف (OFF)، بينما يستمر Q_2 في حالة ON فإن التيار يدور في المحرك من خلال Q_2 وD_4 (دايود حذافة).

ثانيا: الفرملة الأمامية

في حالة ما يكون Q_1, Q_2, Q_3 في حالة الإيقاف (OFF) بينما Q_4 في حالة التشغيل (ON)، فإن التيار يمر من خلال Q_4, D_2 ويتم تخزين الطاقة في الملفات فإذا تحول Q_4 إلى حالة الإيقاف (OFF)، فإن الطاقة تعاد إلى المصدر من خلال D_1, D_2 وتتم الفرملة الأمامية بإعادة التوليد.

ثالثا التدوير العكسي

يتم استخدام Q_4, Q_3 بينما Q_1, Q_2 في حالة الإيقاف (OFF)، عندما يكون Q_3, Q_4 في حالة التشغيل (ON) فإن جهد المصدر يكون موصلاً على أطراف المحرك عكس الجهد في حالة التدوير الأمامي ويزداد تيار المنتج وعندما يتحول Q_3 إلى الحالة OFF بينما يستمر Q_4 في حالة ON فإن التيار يدور في المحرك من خلال Q_4 وD_2 (دايود حذافة)

رابعا: الفرملة العكسية

في حالة ما يكون Q_1, Q_3, Q_4 في حالة الإيقاف (OFF) بينما Q_2 في حالة التشغيل (ON) فإن التيار يمر من خلال Q_2 وD_4 ويتم تخزين الطاقة في الملفات فإذا تحول Q_2 إلى حالة الإيقاف (OFF) فإن الطاقة تعاد إلى المصدر من خلال D_4, D_3 وتتم الفرملة العكسية بإعادة التوليد.

ويمكن ملاحظة أنه في حالة التدوير العكسي والفرملة العكسية فإن اتجاه المجال يجب أن يعكس لذا في حالة التغذية المنفصلة يجب مراعاة عكس اتجاه المجال في هاتين الحالتين.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

أ. اذكر بعض التطبيقات الصناعية التي يستخدم فيها مقطع التيار المستمر

ب. ارسم الدائرة التخطيطية التي توضح كيفية استخدام مقطع التيار المستمر للتحكم في محرك التيار المستمر ذي التغذية المنفصلة.

ت. اشرح كيفية استخدام مقطع التيار المستمر للتحكم في محرك التوالي، وارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات الجهد والتيار.

ث. اذكر طرق عمل الفرملة لمحرك التيار المستمر باستخدام مقطع التيار المستمر واشرح اثنين منها بالتفصيل.

ج. اشرح مستعيناً بالرسم كيفية استخدام مقطع التيار المستمر للتحكم في محرك التيار المستمر وعمل الفرملة بإعادة التوليد.

السؤال الثاني:

محرك تيار مستمر من نوع التوالي يتم تغذيته من مصدر تيار مستمر جهده 600 V من خلال مقطع تيار مستمر نسبة تشغيله 0.6 ومقاومة ملفات المنتج 0.03 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.05 Ω وثابت الجهد للمحرك 0.031V/A-rad/sec وكان تيار المنتج 70 A. اهمل مفاقيد اللاحمل والاحتكاك واعتبر أن تيار المنتج متصل وخال من التذبذبات.

أ. ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد

ب. احسب سرعة المحرك والقدرة المسحوبة من المصدر

ت. احسب العزم المتولد

ث. إذا أريد زيادة سرعة المحرك بنسبة 20% احسب نسبة التشغيل الجديدة والقدرة المسحوبة من المصدر في هذه الحالة

السؤال الثالث:

يتم التحكم في محرك تيار مستمر من نوع التوالي باستخدام مقطع تيار مستمر "DC chopper" فإذا كان مصدر التيار المستمر ذا جهد 660 V ومقاومة ملفات المنتج 0.03 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.05 Ω

وثابت الجهد للمحرك 0.035V/A-rad/sec . وكان المطلوب المحافظة على قيمة العزم المتولد ليكون 547 Nm اعتبر تيار المنتج متصلاً وخالياً من التذبذبات:

أ. ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد

ب. احسب قيمة تيار المنتج

ت. ارسم العلاقة بين كل من نسبة تشغيل مقطع التيار وسرعة المحرك

السؤال الرابع:

يتم عمل فرملة بإعادة التوليد لمحرك تيار مستمر من نوع التوالي باستخدام مقطع للتيار المستمر وكان جهد المصدر 660 V، ومقاومة ملفات المنتج 0.02 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.03 Ω وثابت الجهد للمحرك 0.016V/A-rad/sec وكانت القيمة المتوسطة لجهد المنتج 250 V تيار المنتج 250 A.، اهمل مفاقيد اللاحمل والاحتكاك واعتبر أن تيار المنتج متصل وخال من التذبذبات.

أ. ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد

ب. احسب نسبة تشغيل مقطع تيار والقدرة المعادة إلى المصدر وسرعة المحرك

ت. القيمة العظمى والصغرى لسرعة المحرك لعمل الفرملة بإعادة التوليد

السؤال الخامس:

يتم عمل فرملة ديناميكية على محرك تيار مستمر من نوع التوالى باستخدام مقطع تيار مستمر "DC chopper" ومقاومة قيمتها 5. Ω فإذا كانت مقاومة ملفات المنتج 0.03 Ω ومقاومة ملفات المجال 0.05 Ω وكان ثابت الجهد للمحرك .14mV/A.rad/sec وكانت القيمة المتوسطة لتيار المحرك 350A ونسبة تشغيل مقطع التيار 60% اعتبر تيار المنتج متصلاً وخالياً من التذبذبات . ارسم الدائرة المستخدمة وأشكال موجات التيار والجهد ثم احسب:

أ. الجهد المتوسط على المقطع

ب. القدره المستهلكة في المقاومة

ت. سرعة المحرك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر