



e-Learning in Electrical Engineering

Temática – Máquinas Eléctricas

Capítulo – Teste os seus conhecimentos

Questionário Escolhas Múltiplas

CORRECÇÃO

MÁQUINAS DE COLECTOR MECÂNICO (CORRENTE CONTÍNUA)

INTRODUÇÃO

Esta correcção é relativa ao questionário de escolhas múltiplas sobre as **máquinas de colector mecânico**, também conhecidas por **máquinas de corrente contínua**.

- autor(s) : [Damien Grenier](#)
- realização : Sophie Labrique
- versão portuguesa : [Maria José Resende](#)



Este projecto é financiado pela União Europeia no âmbito de uma acção Sócrates-Minerva. As informações nele contidas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores. A União Europeia declina toda a responsabilidade relativamente ao seu uso.

Máquinas de colectador mecânico (corrente contínua)

1 : (1.0 pts por resposta certa) A fonte que alimenta o circuito indutor de uma máquina de corrente contínua com colectador e de excitação separada, fornece uma potência igual às perdas de Joule neste enrolamento.

- a. é sempre verdadeiro
- b. só é verdade em regime permanente
- c. é sempre falso
- d. Não sei

Justificação da questão 1

A fonte que alimenta o circuito indutor de uma máquina com colectador mecânico em corrente contínua e com excitação separada fornece, para além da energia dissipada por efeito de Joule, uma parte da energia magnética armazenada na máquina. Sendo esta energia constante em regime permanente, a potência fornecida pela alimentação do indutor reduz-se neste caso (mas apenas neste caso) às perdas por efeito de Joule.

2 : (1.0 pts por resposta certa) Numa máquina de corrente contínua com colectador, a corrente que circula nas secções comutantes não tem qualquer efeito sobre o indutor.

- a. é sempre verdadeiro
- b. só é verdade em regime permanente
- c. é sempre falso
- d. Não sei

Justificação da questão 2

A corrente que circula nas secções do induzido gera sempre uma força electromotriz no circuito indutor; no entanto, este efeito é, em média, compensado pelos efeitos das outras secções do induzido sobre o indutor.

3 : (1.0 pts por resposta certa)

1 : (0.33 pts por resposta certa) Num motor de corrente contínua com coletor, de ímanes permanentes ou de excitação independente, o binário electromagnético fornecido ao sistema mecânico (constituído pelo rotor da máquina e pela carga mecânica acoplada) é proporcional à corrente do induzido.

- a. verdadeiro
- b. falso
- c. Não sei

2 : (0.33 pts por resposta certa) A força electromotriz que aparece no circuito do induzido é proporcional à velocidade de rotação.

- a. verdadeiro
- b. falso
- c. Não sei

3 : (0.33 pts por resposta certa) Se a corrente do induzido for expressa em ampere, a força electromotriz em volt, o binário em newton.metro e a velocidade em radianos por segundo, as constantes de proporcionalidade entre corrente e binário, por um lado, e entre velocidade e força electromotriz, por outro, são iguais.

- a. verdadeiro
- b. falso
- c. Não sei

Justificação da questão 3

Numa máquina com colector mecânico alimentada em corrente contínua, com ímanes permanentes ou de excitação independente, o binário é proporcional à corrente do induzido ($C_{em} = k_1 i_a$) enquanto que a força electromotriz é proporcional à velocidade ($E = k_2 \dot{\theta}_m$).

Admitindo que toda a potência electromagnética é transformada em potência mecânica, obtém-se $E i_a = C_{em} \dot{\theta}_m$, donde se pode concluir que as constantes de proporcionalidade k_1 e k_2 são idênticas ($k_1 = k_2 = k_\phi$).

4 : (1.0 pts por resposta certa) Através da lei B.I.i, a força que se exerce sobre os condutores do induzido numa máquina de corrente contínua com colector é proporcional ao campo do entreferro criado pelo indutor e à corrente que circula nos seus condutores. É para evitar que esta força deforme os condutores, que estes são colocados em cavas.

- a. verdadeiro
- b. falso
- c. Não sei

Justificação da questão 4

Apesar de o binário que se exerce sobre o rotor poder, efectivamente, calcular-se utilizando a expressão B.I.i, não se podem tirar conclusões quanto à localização dos esforços que se exercem sobre o rotor.

Para determinar o binário através da expressão $B.l.i$ e força contra-electromotriz pela regra $B.l.v$ é necessário admitir certas hipóteses, nomeadamente, que os condutores estão situados no entreferro em cavas localizadas na periferia do rotor e, portanto, submetidos ao campo \vec{B}_e criado pelo indutor.

Na realidade, como o fluxo se fecha, preferencialmente, pelos dentes do rotor, o campo no interior das cavas e, portanto, ao nível dos condutores, é praticamente nulo. Uma análise por elementos finitos (cálculo da variação da co-energia magnética armazenada, em função da posição) mostra que os esforços que se exercem no rotor se localizam, principalmente, ao nível dos dentes do rotor, o que é mais favorável do ponto de vista mecânico.

5 : (1.0 pts por resposta certa) No caso de uma máquina de corrente contínua, utiliza-se um reóstato de arranque ligado em série com o induzido:

1 : (0.5 pts por resposta certa) - para aumentar o binário na fase inicial de arranque (isto é, enquanto a velocidade é baixa).

- a. verdadeiro
- b. falso
- c. Não sei

2 : (0.5 pts por resposta certa) - para limitar a corrente absorvida à fonte durante a fase inicial de arranque.

- a. verdadeiro
- b. falso
- c. Não sei

Justificação da questão 5

Com a máquina parada, a corrente do induzido de uma máquina de excitação separada é $i_a = u_a/R_a$ onde u_a é a tensão de alimentação do induzido e R_a a resistência do induzido. Para uma máquina cuja tensão nominal é de 220V, a corrente nominal é de 16A e apresenta uma resistência do induzido de 1,6 Ω , obtém-se uma corrente de arranque de 137A ou seja, 8 vezes e meia a corrente nominal. Esta corrente comporta um risco de danificar a máquina.

Colocando uma resistência R_d em série com o induzido, reduz-se esta corrente para $i_a = u_a/(R_a + R_d)$. Assim, por exemplo, colocando um reóstato cuja resistência inicial vale 9,9 Ω , limita-se a corrente de arranque para 1,2 vezes a corrente nominal.

O binário electromagnético que é proporcional à corrente do induzido (ou ao quadrado desta corrente no caso de uma máquina de excitação série) vem, igualmente, limitado a um valor igual a 1,2 vezes o binário nominal (ou 1,44 vezes o binário nominal no caso de uma máquina de excitação série)

6 : (1.0 pts por resposta certa) Pode regular-se facilmente a velocidade de uma máquina de corrente contínua com colector, de ímanes permanentes ou de excitação independente, actuando sobre a tensão de alimentação do seu circuito do induzido.

- a. verdadeiro
 b. falso
 c. Não sei

Justificação da questão 6

Modificando a tensão de alimentação do induzido, actua-se directamente na velocidade pois, em regime permanente e à parte as quedas de tensão óhmicas, a tensão é directamente proporcional à velocidade de rotação:

$$u_a = R_a i_a + k \phi \omega_m$$

7 : (1.0 pts por resposta certa) Sendo o binário electromagnético fornecido por uma máquina de corrente contínua com colector, de ímanes permanentes ou de excitação independente, proporcional ao produto das correntes do induzido, i_a , e do indutor, i_f :

$$C_{em} = \frac{\mu_0 n_b n_f}{e'} R_c L_s \frac{\beta n}{\pi} i_a i_f,$$

poderá regular-se com mais precisão e mais facilidade o binário electromagnético desta máquina actuando sobre a corrente i_f pois a potência que transita no circuito indutor é menor (não é necessário utilizar um conversor electrónico de potência para assegurar a regulação)

- a. verdadeiro
 b. falso
 c. Não sei

Justificação da questão 7

A regulação do ponto de funcionamento da máquina de corrente contínua com colector pode, efectivamente, efectuar-se por actuação sobre a corrente do indutor. Atendendo a que a potência que transita pelo indutor é, geralmente, baixa, este é um método que requer poucos recursos: é suficiente uma simples resistência variável em série com o enrolamento.

Contudo, a regulação do binário através da corrente do indutor pressupõe que a corrente do induzido seja mantida constante e igual a $(U_a - k \phi \omega_m) / R_a$. A manutenção num valor constante desta corrente apesar das possíveis variações da velocidade de rotação ω_m , pressupõe que se disponha de um meio para regular com precisão a tensão do induzido, U_a , o que necessita do emprego de um conversor electrónico de potência. Assim sendo, não se ganha nada em termos de custo e de facilidade de implementação.

Sendo a constante de tempo do circuito indutor, geralmente, muito mais elevada que a constante de tempo do circuito do induzido, o desempenho dinâmico que se pode esperar de uma regulação do binário através da corrente i_f é mais baixo.

8 : (1.0 pts por resposta certa) Porque o binário electromagnético desenvolvido por um motor de corrente contínua de excitação série, é proporcional ao quadrado da corrente do induzido, é impossível utilizá-lo como gerador para travar a carga mecânica que acciona.

- a. verdadeiro
 b. falso
 c. Não sei

Justificação da questão 8

Para alterar o sinal do binário fornecido por uma máquina de excitação série basta trocar o sentido relativo das ligações do induzido e do indutor (fig. 1).

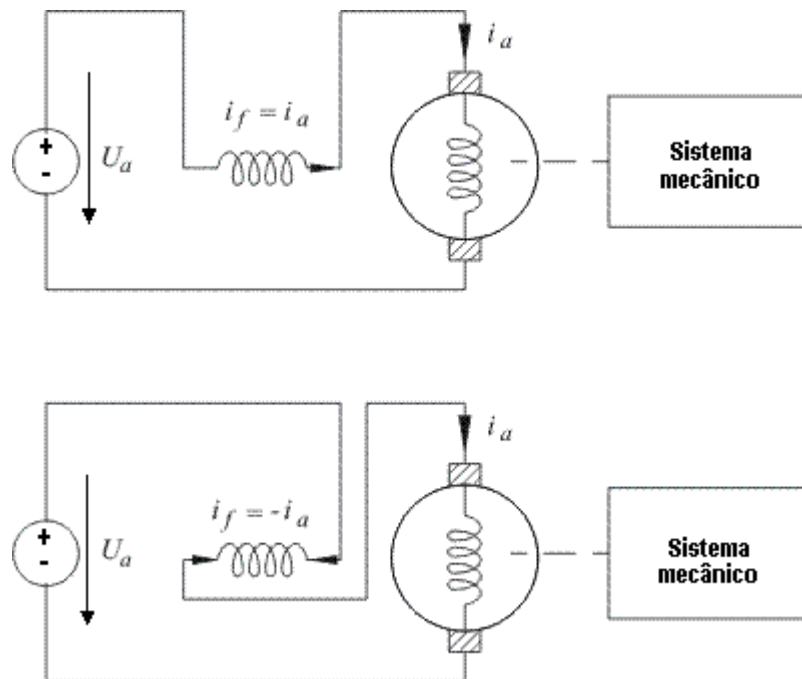


Figura 1 : Alteração do sentido relativo das ligações de uma máquina série

9 : (1.0 pts por resposta certa) Assim que se interrompe o circuito indutor de uma máquina de corrente contínua de excitação separada (isto é, quando se anula a corrente do indutor i_f), o binário electromagnético produzido pela máquina anula-se e a máquina pára (considera-se que a carga não é uma máquina a funcionar em regime de motor).

- a. verdadeiro
 b. falso
 c. Não sei

Justificação da questão 9

Quando se interrompe o circuito indutor de uma máquina de corrente contínua de excitação independente, o fluxo indutor não se anula com a corrente i_f : subsiste um fluxo remanescente ϕ_{rem} resultante do fenómeno de histerese. O ponto de funcionamento vai localizar-se sobre uma nova característica binário-velocidade da máquina (Figura 2). Esta nova característica é uma recta que corta o eixo das abcissas num valor de binário ϕ_{rem}/ϕ_{nom} vezes inferior ao binário com fluxo nominal e que corta o eixo das ordenadas num valor de velocidade ϕ_{nom}/ϕ_{rem} superior à velocidade em vazio com fluxo nominal (Figura 2)

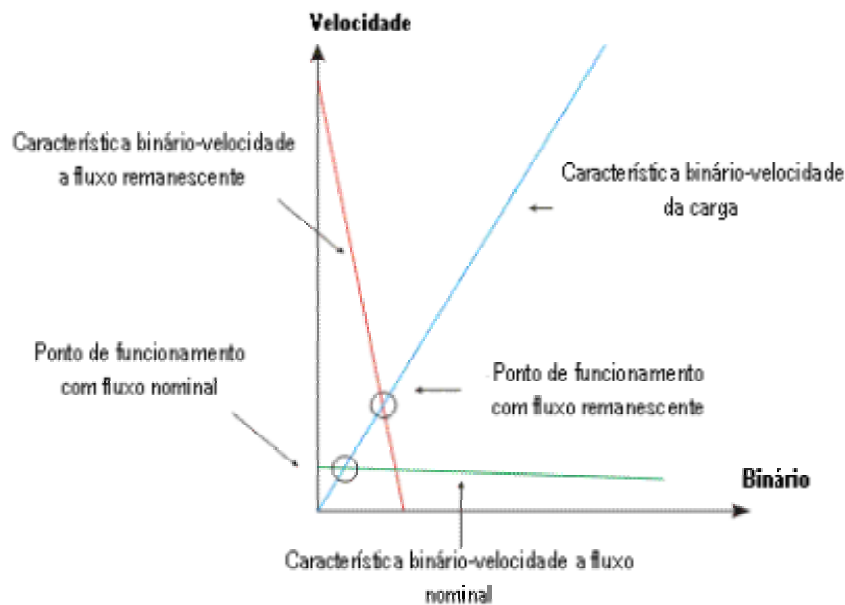


Figura 2 : Aumento da velocidade da máquina de corrente contínua em caso de interrupção do circuito indutor

Desde que a alimentação do induzido seja capaz de fornecer a potência correspondente, no caso de interrupção do circuito de excitação, assiste-se a um aumento da velocidade da máquina. Se esta estiver com uma carga reduzida (em vazio, apenas com as perdas internas da máquina, por exemplo) diz-se que a máquina embala, com risco de destruição por efeito centrífugo.

Assim sendo, convém existirem sistemas de protecção contra esta eventualidade. Esta é a razão porque, para reduzidas potências, se utilizam com sucesso máquinas de ímanes permanentes, apesar de o seu preço ser, normalmente, mais elevado.

10 : (1.0 pts por resposta certa) A constante de tempo electromecânica em $= RaJ/(k)^2$ onde :

* Ra é a resistência do induzido;

* J a inércia do rotor;

* k a constante do binário do motor(constante entre o binário e a corrente do induzido) ;

corresponde, aproximadamente, e para motores de corrente contínua de colectador de reduzida potência e de ímanes permanentes, a um terço do tempo necessário para que o motor atinja 95% do seu valor quando alimentado com uma tensão U_a e estando o motor com um baixo factor de carga.

- a. verdadeiro
- b. falso

c. Não sei

Justificação da questão 10

Se se puder desprezar os transitórios eléctricos face ao tempo de estabilização da velocidade (hipótese de regime quase-permanente eléctrico), a corrente i_a que circula no motor de corrente contínua com colector, de ímanes permanentes ou excitação independente, é dada por:

$$i_a = \frac{u_a - k\phi\omega_m}{R_a},$$

onde u_a é a tensão de alimentação do induzido e ω_m a velocidade de rotação da máquina.

O binário electromagnético C_{em} que a máquina desenvolve é:

$$C_{em} = k\phi i_a = \frac{k\phi u_a - (k\phi)^2 \omega_m}{R_a},$$

Se a máquina está com um reduzido factor de carga (carga reduzida) a sua equação mecânica pode ser, em primeira aproximação, a de uma carga puramente inercial:

$$J \frac{d\omega_m}{dt} = C_{em} = \frac{k\phi u_a - (k\phi)^2 \omega_m}{R_a},$$

ou, ainda :

$$\frac{R_a J}{(k\phi)^2} \frac{d\omega_m}{dt} + \omega_m = \frac{u_a}{k\phi},$$

o que representa um sistema de primeira ordem cuja resposta temporal é dada por:

$$\omega_m = \frac{u_a}{k\phi} \left(1 - e^{-t/\tau_{em}} \right)$$

e que atinge 95% do seu valor de regime permanente, $u_a/k\phi$ (ou seja, a velocidade em vazio da máquina) ao fim de um tempo igual a $3\tau_{em}$.