

ERRATA

Os comentários, observações e correções a seguir não alteram as conclusões do trabalho e visam apenas complementar as informações nele contidas e torná-lo mais facilmente compreensível.

O objetivo do trabalho é avaliar o potencial e as restrições da abordagem adaptativa no projeto de compensadores de velocidade de motores elétricos de corrente contínua na presença de atrito seco. O trabalho concentra-se no estudo dos algoritmos adaptativos por modelo de referência e não nos motores elétricos. Face às dificuldades teóricas para a análise formal de estabilidade, desempenho e, principalmente, robustez, o estudo é restrito à uma avaliação qualitativa desses itens, com base em resultados de simulações e ensaios experimentais.

A seguir apresentamos as observações e correções do trabalho:

pág.	linha	observação ou correção
v	13-14	onde se lê "... <i>aply on direct current motor ...</i> " leia-se "... <i>aply on speed control of direct current motor ...</i> ".
ix	-	Acrescente os seguintes itens à Lista de Símbolos:
		$F(s)$ - transformada de Laplace de $f(t)$.
		G_m - função de transferência do modelo de referência.
		j - constante imaginária: $j^2 = -1$.
		s - variável complexa.
		t - variável tempo.
		T - indica instante de truncamento, como índice indica função truncada, como expoente indica matriz transposta.
		$ x $ - denota norma do número x .
		$\ x\ $ - denota norma da função $x(t)$.
		$\langle x(t) y(t) \rangle$ - produto escalar de $x(t)$ por $y(t)$.
		0 - como índice indica, em geral, o valor inicial da função.
		-1 - como expoente de matriz indica matriz inversa.
		- - traço sobre a variável indica normalização, traço sob uma letra maiúscula indica uma matriz (matrizes em geral, inclusive matrizes linha e coluna), e sob uma letra minúscula indica um vetor.
		. - ponto sobre uma função indica a derivada dessa função em relação ao tempo.
		:= - indica igualdade por definição.

- 2 20 onde se lê "pelo" leia-se "pela".
- 4 10 onde se lê "definção" leia-se "definição".
- 8 16 obs.: matriz de Hurwitz é aquela cujos autovalores têm parte real negativa e que, portanto, verifica o critério de estabilidade de Hurwitz.
- 9 6 obs.: "variações bem lentas" significam variações mais lentas que as variações das outras variáveis do sistema.
- 28 onde se lê "... referência [24] e [28] ..." leia-se "... referências [24] e [28] ...".
- 16 - obs.: em todo o trabalho utilizamos unidades do Sistema Internacional (SI).
- 17 11 obs.: o procedimento indicado por "O que usualmente se faz é associar em série com o enrolamento de armadura uma resistência de valor elevado..." não é, atualmente, o mais utilizado.
- 18 7 obs.: no projeto do compensador consideramos um modelo simplificado para verificar se o erro de modelagem cometido afeta a estabilidade e o desempenho do sistema controlado, além do que esta simplificação é comumente feita.
- 8 obs.: sistema nominal é o sistema em que as hipóteses e condições exigidas no projeto dos compensadores e na análise de estabilidade são satisfeitas. O compensador resultante é o compensador nominal, e as conclusões sobre estabilidade referem-se à estabilidade nominal. Sistema "completo" é aquele em que são incorporadas modificações que permitam a implementação digital do compensador e que tornam o sistema mais próximo da realidade.
- 20 22 obs.: lentamente em relação às outras variáveis do sistema.
- 21 12 obs.: esta função é relativamente comum na literatura, e é usada, por exemplo, por Gilbert e Winston em [10].
- 15 onde se lê " P_1 " leia-se " P ".
- 23 1 obs.: a matriz Q foi obtida após algum trabalho algébrico. Como é informado no texto, a teoria não indica um método para a determinação da matriz Q , e esta não é única.
- 24 8 obs.: a análise realizada na seção 3.4 foi inicialmente aplicada ao sistema considerando também a indutância da armadura, e tinha como objetivo obter modificações no sistema para garantir sua estabilidade. Tal análise revelou-se infrutífera, e os resultados apresentados referem-se à análise do sistema nominal apenas, como é citado no texto.

- 26 9 obs.: a função de transferência W apresentada foi obtida após um certo trabalho algébrico, e não é a única a garantir que m e p (ver expressões 3.53 e 3.55) sejam finitos e positivos.
- 27 10 obs.: as expressões 3.58 e 3.59 são válidas se, em adição, impusermos que as condições iniciais, no caso temos apenas a variável e_1 , sejam nulas. Isto não restringe o resultado uma vez que e_1 é introduzido no sistema pelo algoritmo de controle, logo sempre é possível impor que seu valor inicial seja nulo. Como resultado teremos $\dot{e}_1 = \delta_2 = 0$. Das expressões 3.51, 3.53 e 3.55 verificamos que $m = 1/(a_m - 1) > 0$ e $p = 1/b_m > 0$.
- 28 20 obs.: as simulações apresentadas no trabalho foram realizadas com o programa SIMNON, versão 1.00, desenvolvido no Departamento de Controle Automático do *Lund Institute of Technology, Lund, Sweden* em 1986. O algoritmo de integração usado neste programa é o *Hamming's Predictor Corretor Method* com ajuste automático do passo de integração, caso o usuário não selecione outro.
- 29 7 obs.: os valores usados na simulação são os seguintes (note que estamos apenas complementando as informações):

$J = 1,68 \times 10^{-5} \text{ kg m}^2$	$P_1 = 150$	$y_0 = 0 \text{ V}$
$K_m = 0,02 \text{ Nm/A}$	$P_2 = 150$	$y_{m0} = 0 \text{ V}$
$f = 2,41 \times 10^{-6} \text{ Nm s}$	$P_3 = 20$	$x_{10} = 0 \text{ V}$
$d = 1,23 \times 10^{-3} \text{ Nm}$	$D_1 = 15$	$x_{20} = 0 \text{ rad/s}$
$R_a = 30 \Omega$	$D_2 = 15$	$e_{10} = 0 \text{ rad}$
$a_m = 4,2 \text{ rad/s}$	$D_3 = 1$	$e_{20} = 0 \text{ rad/s}$
$b_m = 9 \text{ (rad/s)}^2$	$k_{10} = 0 \text{ V}$	$x_{m10} = 0 \text{ rad}$
$L_a = 0 \text{ H}$	$k_{20} = 0 \text{ Vs}$	$x_{m20} = 0 \text{ rad/s}$
$e_p = 0,0005 \text{ rad/s}$	$k_{30} = 0 \text{ V}$	$u_0 = 0 \text{ V}$

obs.: o índice $_0$ em, por exemplo, k_{10} , x_{10} , x_{m10} , etc., denota valor inicial.

- 28 obs.: a unidade da entrada de referência é o voltz (V). As saídas y do sistema e y_m do modelo de referência, a variável de controle u , os parâmetros k_1 e k_3 também tem como unidade o V. O parâmetro k_2 tem como unidade o Vs.

$J = 1,68 \times 10^{-5} \text{ kg m}^2$	$P_1 = 150$	$\omega_1 = 20 \text{ V}$	$y_0 = 0 \text{ V}$
$K_m = 0,02 \text{ Nm/A}$	$P_2 = 150$	$\lambda = 1$	$y_{m0} = 0 \text{ V}$
$f = 2,41 \times 10^{-6} \text{ Nm s}$	$P_3 = 20$	$e_t = 0,06$	$x_{10} = 0 \text{ rad}$
$d = 1,23 \times 10^{-3} \text{ Nm}$	$D_1 = 15$	$\tau = h \text{ s}$	$x_{20} = 0 \text{ rad/s}$
$R_a = 30 \Omega$	$D_2 = 15$	$a_{mp1} = 0,5 \text{ rad/s}$	$x_{m10} = 0 \text{ rad}$
$a_m = 4,2 \text{ rad/s}$	$D_3 = 1$	$a_{mp2} = 0,015$	$x_{m20} = 0 \text{ rad/s}$
$b_m = 9 \text{ (rad/s)}^2$	$k_{ap} = -4$	$D_C = 0 \text{ rad/s}$	$u_0 = 0 \text{ V}$
$L_a = 0,1 \text{ H}$	$k_{ap} = 0,0167 \text{ V/(rad/s)}$	$k_{10} = 0 \text{ V}$	$e_{10} = 0 \text{ rad}$
$c_p = 0,0005 \text{ rad/s}$	$k_{ac} = 1/k_{ap}$	$k_{20} = 0 \text{ V s}$	$e_{20} = 0 \text{ rad/s}$
$k_{sc} = 1 \text{ (rad/s)/V}$	$h = 0,03 \text{ s}$	$k_{30} = 0 \text{ V}$	

- 34 onde se lê "...comportamento é do sistema ..." leia-se "...comportamento do sistema ..."
- 41 5,8,11 onde se lê "ruído" leia-se "sinal"
- 44 1 obs.: o sistema não é, na verdade, instável, devido à saturação do sinal de controle, que impede que a saída seja ilimitada.
- 5 onde se lê "adptação" leia-se "adaptação".
- 7 onde se lê "lei" leia-se "variável".
- 52 14 onde se lê "...e validade ..." leia-se "...e a validade ...".
- 53 33 onde se lê "65536" leia-se "65535".
- 57 10 obs.: $\text{Nm/A} \hat{=} \text{Kg m}^2$ é equivalente a $\text{V}^{-1} \text{s}^{-2}$.
- 11 obs.: Nm/Kg m^2 é equivalente a s^{-2} .
- 31 obs.: a unidade de ω_m é rad/s .
- 58 - substitua as linhas 5 a 8 pelas seguintes:

$$k_1 \approx -13,6 k_{ap} \text{ V}$$

$$k_2 \approx -4,9 k_{ap} \text{ V s}$$

$$k_3 \approx 1,8 \text{ V}$$

No algoritmo de controle não consideramos o fator k_{ap} dos valores acima a fim de obter parâmetros normalizados. Para garantir a consistência das unidades, também não consideramos o fator k_{ap} na saída y do sistema.

- 64 9 obs.: o problema a que se refere a passagem é de estabilidade, e é causado pela presença de dinâmicas não modeladas. As entradas senoidais podem excitar tais dinâmicas e assim podem levar o sistema à instabilidade.
- 71 11 obs.: não há erros de regime desde que a amplitude de degrau seja menor que o valor máximo de regime permitido pela saturação.
- 72 2 onde se lê "razoavel" leia-se razoável".
- 74 20 onde se lê "razoavelmete" leia-se "razoavelmente".
- 86 4 onde se lê "corolaário" leia-se "corolário".
- 91 11 obs.: a convolução é definida por:
- $$(f * g)(t) = \int_0^t f(t - \tau)g(\tau) d\tau = \int_0^t f(\tau)g(t - \tau) d\tau$$
- 104 4 obs.: o filtro Butterworth usado é de 4ª ordem e tem frequência de corte igual a 10% da frequência de amostragem.