



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

---

## ES664 - Laboratório de Eletrônica para Automação Industrial

### Relatório - Experimento 4 Acionamento de motor DC

---

*Nome:*

Daniel Dello Russo Oliveira  
Marcelli Tiemi Kian

*RA*

101918  
117892

11 de novembro de 2016

# 1 Objetivos

O experimento tem como objetivo implementar o acionamento de um motor DC através de um retificador controlado e um chopper. Além disso, queremos avaliar o controle de velocidade do motor em malha aberta.

## 2 Experimento

### 2.1 Retificador Monofásico Controlado

Utilizamos um transformador para rebaixar a tensão de 220 V para 24 V, fazendo a ligação da tensão de linha (protegida pelos fusíveis) no primário, obtendo como saída 25.54 V. No secundário, ligamos o circuito na entrada do conversor. Alimentamos e configuramos o cartão de disparos, permitindo configurar  $\alpha$  por meio de um potenciômetro. O esquemático do sistema pode ser visto na figura 1.

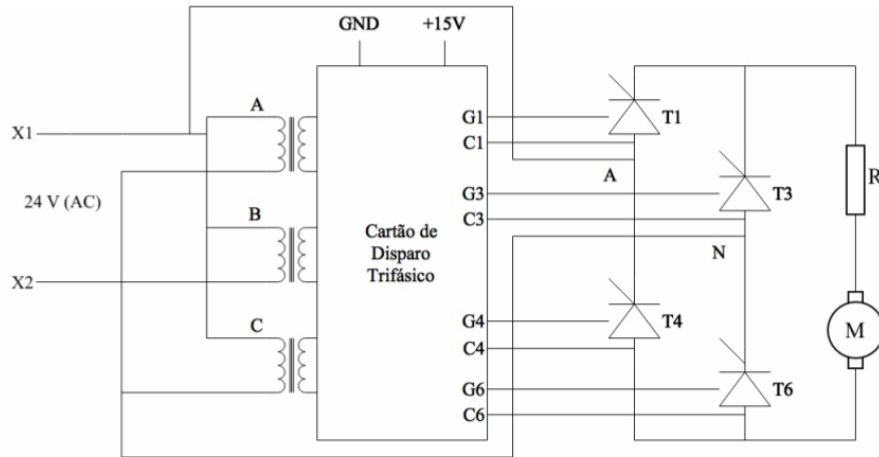


Figura 1: Retificador monofásico controlado de onda completa utilizado para acionar motor DC. (roteiro)

Prosseguimos o experimento com a medição da resistência de armadura do motor:

$$R_a = 7.9 \, \Omega \quad (1)$$

e com a resistência de medição

$$R_R = 3.8 \, \Omega \quad (2)$$

sendo este último valor diferente do sugerido no roteiro ( $0.2\Omega$ ).

Ligamos o circuito e capturamos a forma de onda da tensão de armadura  $v_a$  para  $\alpha = 90^\circ$ , conforme figura 2. Variando os valores de  $\alpha$ , obtivemos os valores da tabela 1.

Medimos também a tensão no resistor de medição  $R_R$ , para cálculo da corrente de armadura, conforme figura 3 e equação abaixo. Conforme orientado pelo professor, descontinuamos o experimento sem fazer a medição da corrente para outros valores de  $\alpha$ .

$$i_a = \frac{v_R}{R_R} \quad (3)$$

Calculamos o torque no motor a fazendo a substituição nos valores da equação abaixo, em que igualamos a potência mecânica com a potência elétrica, e isolamos a variável de torque.

$$T_m = \frac{v_a * i_a}{\omega_m} \quad (4)$$

Como não temos os valores de corrente para os diferentes valores de  $\alpha$ , fizemos uma aproximação de que a resistência de armadura do motor não se altera com as mudanças em sua tensão e em sua carga, e adotamos o cálculo a partir da equação abaixo para os valores de  $\alpha$ . Entretanto, ao comparar os resultados obtidos para  $\alpha = 90^\circ$ , descartamos os valores obtidos, pois não eram uma boa aproximação.

$$T_m = \frac{v_a^2}{R_a * \omega_m} \quad (5)$$

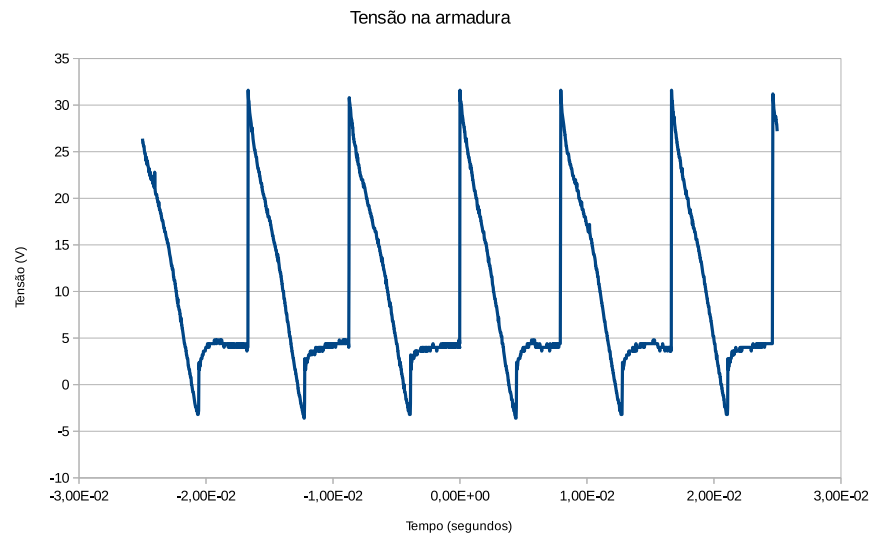


Figura 2: Tensão de armadura do motor DC com retificador controlado para  $\alpha = 90^\circ$

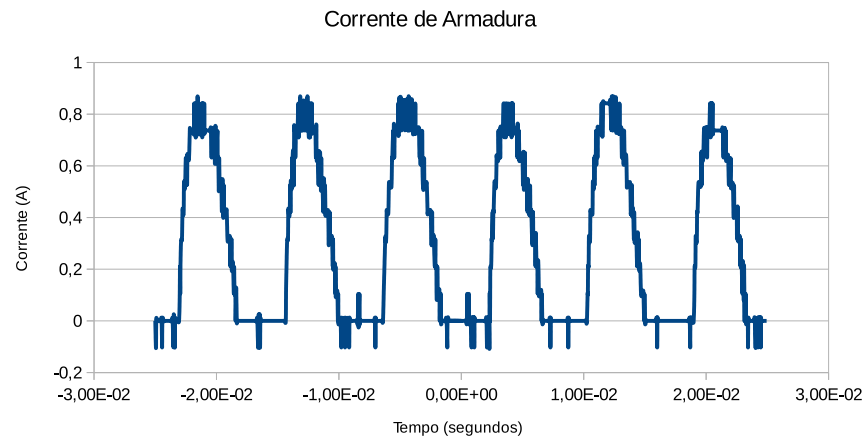


Figura 3: Corrente no resistor de medição para  $\alpha = 90^\circ$

Tabela 1: Tensão de armadura  $v_a$ , velocidade angular  $\omega_m$ , corrente de armadura  $i_a$  e torque  $T_m$  do motor DC para diferentes ângulos de disparo  $\alpha$

$\alpha$	$v_a(V)$	$\omega_m(rpm)$	$i_a(A)$	$T_m(N/m)$
60°	4.81	340	-	-
70°	5.9	470	-	-
80°	7.12	650	-	-
90°	8.5	900	0.295	0.00278
100°	9.8	1150	-	-
110°	10.6	1350	-	-
120°	11.6	1510	-	-

Notamos que a variação da tensão na armadura é abrupta, e que chega a ficar abaixo dos 0 V em alguns momentos, e possui picos de tensão. Isto não é o esperado para fazer o acionamento do motor DC.

Variando o valor de  $\alpha$ , podemos observar que ocorre um aumento na tensão de armadura, e consequentemente, aumento na velocidade angular  $\omega_m$ .

## 2.2 Conversor Step-Down

Para o experimento com o conversor step-down, configuramos as tensões da fonte DC e pulsos do gerador de sinal. Ligamos o lado alto do conversor em 12 V, e o lado baixo na armadura do motor em série com o resistor de medição. Alimentamos o circuito de acionamento do conversor com 15 V e ligamos o gerador de sinal nos cabos indicados por "BUCK" e "GND".

Utilizamos o mesmo motor do caso anterior, mas outra resistência de medição:

$$R_S = 5.3 \, \Omega \quad (6)$$

Ligamos o circuito e capturamos a forma de onda da tensão de armadura  $v_a$  para  $D = 50\%$ , conforme figura 4. Variando os valores de  $D$ , obtivemos os valores da tabela 2. Prosseguimos o experimento registrando os valores de tensão na resistência de medição. A forma de onda para a corrente  $i_a$  é mostrada na figura 5, para realizar o cálculo de  $i_a$ , utilizamos equação a seguir.

$$i_a = \frac{v_R}{R_S} \quad (7)$$

Para cálculo do torque, fizemos igual ao calculado para  $\alpha = 90^\circ$  no retificador controlado.

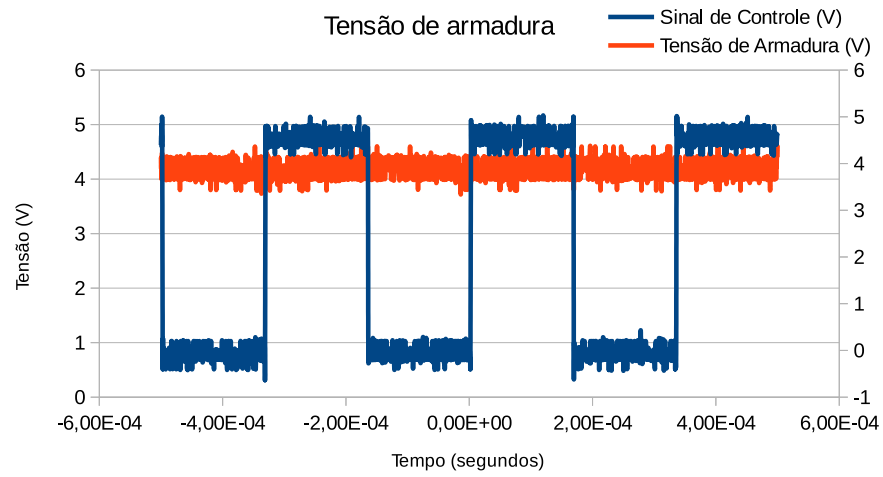


Figura 4: Tensão de armadura do motor DC com chopper em step-down para  $D = 50\%$

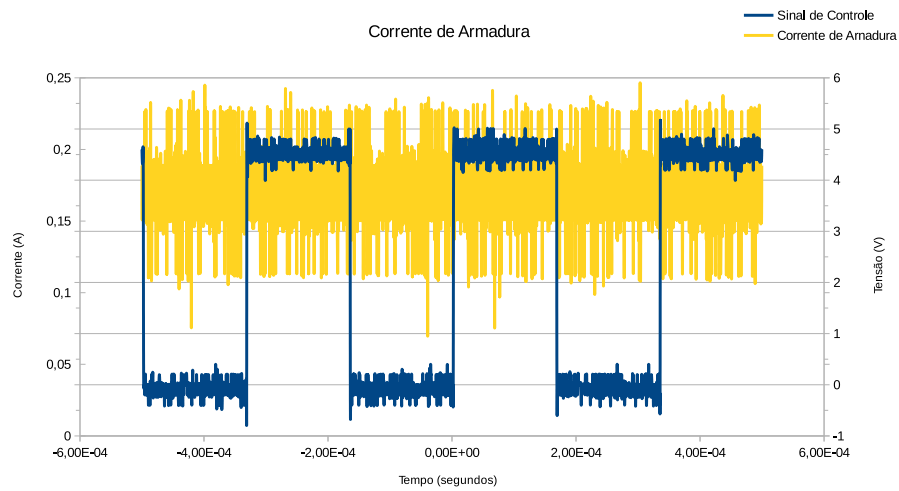


Figura 5: Corrente no resistor de medição para  $D = 50\%$

Tabela 2: Tensão de armadura  $v_a$ , velocidade angular  $\omega_m$ , corrente de armadura  $i_a$  e torque  $T_m$  do motor DC para diferentes duty-cycles  $D$

$D$	$v_a$	$\omega_m$	$i_a(A)$	$T_m(N/m)$
20%	-	-	-	-
30%	2.18	102	0.117	0.255
40%	3.08	234	0.143	0.442
50%	4.32	390	0.170	0.734
60%	5.4	574	0.192	1.039