

**Prova 2**  
**27 de junho de 2018**

Nome:

Número USP:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

**ATENÇÃO:** O valor das questões está indicado entre parênteses. A interpretação das questões faz parte da sua avaliação. As respostas devem ser assinaladas na última folhas (folhas de respostas), qualquer resposta fora da última folha não será considerada.

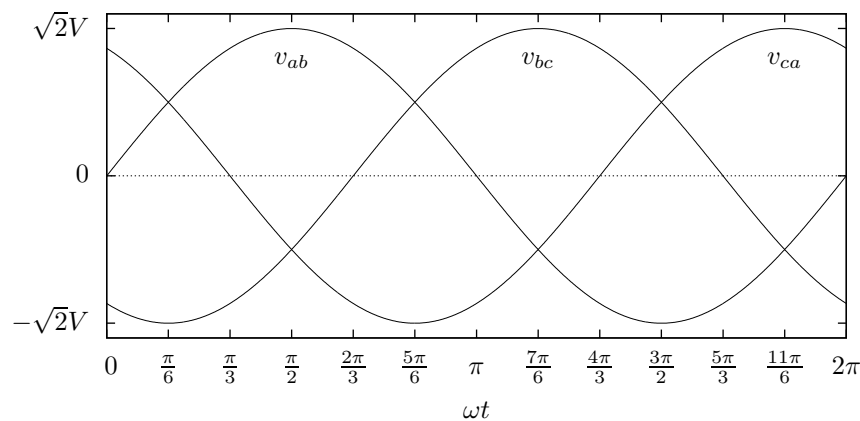


Figura 1: Tensões de uma rede trifásica. Referência em “seno”.

**QUESTÃO 1** (0,5/-0,25) Um sistema HVDC formado por dois retificadores trifásicos totalmente controlados de dois caminhos só possui viabilidade de funcionamento se ambos os retificadores estiverem no modo de condução contínua.

☐ A F☒ B V

**QUESTÃO 2** (0,5) Um gerador síncrono trifásico de 380V 50Hz é conectado por meio de um sistema HVDC a uma rede de 220V 60Hz. A capacidade máxima do gerador é de 10A em cada fase. Considerando a indutância da linha CC grande o suficiente para que sua corrente seja considerada livre de ondulações, o valor abaixo que mais se aproxima ao da corrente na linha CC, em Ampères, é:

☐ A 10☐ B 5☐ C 3☐ D 7☒ E 12

**QUESTÃO 3** (0,5/-0,25) Se o ângulo de disparo de um retificador trifásico de um caminho com carga RL, ângulo  $60^\circ$ , com pulso largo, o disparo efetivo se dá a  $60^\circ$ .

☒ A F☐ B V

CORRECTED

QUESTÃO 4 (0,5/-0,25) O fator de potência visto pela fonte trifásica de um retificador não controlado de dois caminhos com uma carga RL-FEM é sempre o mesmo para valores de indutância iguais a 0, desde que o valor de tensão da carga não ultrapasse 1,225 vezes a tensão RMS de linha.

☒ F ☐ V

QUESTÃO 5 (0,5/-0,25) Se o ângulo de disparo de um controlador CA monofásico é de  $0^\circ$  com pulso largo, o disparo efetivo do SCR positivo se dá a  $\omega t = 60^\circ$ , desde que o ângulo da carga RL seja igual a  $60^\circ$ .

☐ F ☒ V

QUESTÃO 6 (1,0) Assinale o valor que mais se aproxima da corrente média na carga, em Ampères, de um *chopper* de 1º quadrante com carga RL-FEM, sendo  $R = 10\Omega$ ,  $L = 10\text{mH}$  e  $V_C = 100\text{V}$ . A tensão da fonte CC é de 250V, a frequência de operação é de 1kHz e o fator de trabalho é crítico.

☐ A 5 ☐ B 10 ☐ C 7 ☒ 3 ☐ E 12

QUESTÃO 7 (1,0) Assinale o valor que mais se aproxima da corrente média na carga, em Ampères, de um *chopper* de 1º quadrante com carga RL-FEM, sendo  $R = 10\Omega$ ,  $L = 10\text{mH}$  e  $V_C = 100\text{V}$ . A tensão da fonte CC é de 250V, a frequência de operação é de 1kHz e o fator de trabalho é crítico.

☐ A 12 ☒ 3 ☐ C 7 ☐ D 10 ☐ E 5

QUESTÃO 8 (0,5/-0,25) Um *chopper* de 1º quadrante pode operar no modo de condução contínua ou de condução descontínua, mesmo se a carga for mantida constante.

☒ V ☐ B F

QUESTÃO 9 (0,5/-0,25) A corrente média na carga RL-FEM de um *chopper* de 1º quadrante é o resultado da resolução do circuito CC, ou seja, é igual à tensão média de saída ( $V_o$ ) menos a tensão interna da carga ( $V_C$ ), dividida pela resistência, independentemente do valor da indutância.

☒ V ☐ B F

QUESTÃO 10 (0,5/-0,25) Um *chopper* de 2 quadrantes é capaz de operar sempre no modo de condução contínua, mas dependendo do esquema de chaveamento adotado, pode operar também no modo de condução descontínua.

☒ V ☐ B F

QUESTÃO 11 (0,5) Um inversor trifásico é alimentado por uma tensão CC de 311V operando no modo seis-pulsos  $180^\circ$ , produz 10kW em um banco de resistências conectadas em estrela. Se operar no modo seis-pulsos  $120^\circ$ , assinale o valor da fonte CC (em V) para que o mesmo ainda entregue 10kW nessa carga.

☐ A 222 ☐ B 400 ☐ C 311 ☒ 359 ☐ E 455

QUESTÃO 12 (1,0) Um inversor monofásico em ponte completa com modulação em largura de pulso simples entrega uma tensão eficaz com valor igual a 81,65% do valor de sua fonte CC, em uma carga RLC. Sabendo-se que a carga é ressonante na frequência de operação,  $R = 20\Omega$ ,  $X_{L1} = 20\Omega$ ,  $V = 250\text{V}$ , assinale o valor que mais se aproxima do THD da corrente de carga (em %).

☐ A 90 ☐ B 70 ☐ C 30 ☒ 10 ☐ E 50

# CORRECTED

QUESTÃO 13 (0,5/-0,25) É impossível de se determinar a tensão eficaz de saída de uma ponte inversora trifásica operando no modo seis-pulsos 120°, enquanto que é fácil de se determinar a mesma tensão, com a ponte operando no modo seis-pulsos 180°.

☐ F ☐ V

QUESTÃO 14 (0,5/-0,25) Um sistema HVDC é formado por duas pontes inversoras trifásicas, uma conectada ao gerador trifásico e a outra na rede trifásica. Considerando uma operação no modo seis-pulsos desta última, esta deve ser conectada à rede trifásica através de indutores que servem para limitar a magnitude das correntes dos harmônicos de mais alta ordem, bem como a corrente fundamental.

☐ F ☐ V

QUESTÃO 15 (1,0) Um conversor tipo *buck* alimenta uma carga de 5V e por sua vez é alimentado por uma fonte CC de 15V. Operando em uma frequência de 5kHz e entregando 20W na carga de 5V, considerando uma resistência efetiva de  $2\Omega$  e uma indutância utilizada de 500μH, assinale o valor que mais se aproxima do rendimento do conversor (em %):

☐ 70 ☐ 10 ☐ 90 ☐ 50 ☐ 30

QUESTÃO 16 (0,5/-0,25) Um sistema HVDC é formado por duas pontes inversoras trifásicas, uma conectada ao gerador trifásico e a outra na rede trifásica. Esta última deve ser conectada à rede trifásica através de indutores. No modo seis-pulsos 180°, a potência transferida à rede depende apenas da tensão do barramento CC, do valor dos indutores e da tensão da rede.

☐ F ☐ V

## Formulário

### Retificadores

Tensão média na saída do retificador bifásico de um caminho:  $V_O = 0,9 V \cos \alpha$

Tensão média na saída do retificador trifásico de um caminho:  $V_O = 1,17 V \cos \alpha$

Tensão média na saída do retificador hexafásico de um caminho:  $V_O = 1,35 V \cos \alpha$

### Choppers

Chopper de um quadrante:

$$t_x = \tau \ln \left( 1 + \frac{V - V_C}{V_C} (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) \right) + t_{ON} \quad t_{ON}^x = \tau \ln (m(e^{T/\tau} - 1) + 1) \quad (1)$$

Correntes máximas e mínimas (1° e 2°):

$$I_{MAX} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{-t_{ON}/\tau}}{1 - e^{-T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad I_{MIN} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{t_{ON}/\tau}}{1 - e^{T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad (2)$$

Corrente média na fonte V:

$$I = \frac{\tau}{T} \left( I_{MIN} - \frac{V - V_C}{R} \right) (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) + \frac{t_{ON}}{T} \frac{V - V_C}{R} \quad (3)$$

Série de Fourier, condução descontínua:

$$V_o = \delta V + \left( 1 - \frac{t_x}{T} \right) V_c \quad a_n = \frac{V}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_{on}) - \frac{V_c}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_x) \quad b_n = \frac{V}{n\pi} \sin n\omega t_{on} - \frac{V_c}{n\pi} \sin n\omega t_x$$

CORRECTED

Condução contínua:  $c_n = \frac{\sqrt{2}V}{n\pi} \sqrt{1 - \cos n\omega t_{on}}$

**Inversores**

Séries de Fourier:

Onda quadrada:  $v_O(\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin n\omega t$

Modulação em largura de pulso simples:  $v_O(\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin \frac{n\delta}{2} \cos n\omega t$

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

CORRECTED

|                           |                        |                                                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Folha de Respostas</b> |                        | Nome: .....                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| SEL0401                   | Eletrônica de Potência |                                                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |
| P2                        | 27/06/2018             | Número USP: <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                           |                        |                                                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |

*As respostas devem ser assinaladas exclusivamente nesta página: respostas assinaladas em outras páginas serão desconsideradas.*

- Question 1: ☐ A ☒ B
- Question 2: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☒ E
- Question 3: ☒ A ☐ B
- Question 4: ☒ A ☐ B
- Question 5: ☐ A ☒ B
- Question 6: ☐ A ☐ B ☐ C ☒ D ☐ E
- Question 7: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E
- Question 8: ☒ A ☐ B
- Question 9: ☒ A ☐ B
- Question 10: ☒ A ☐ B
- Question 11: ☐ A ☐ B ☐ C ☒ D ☐ E
- Question 12: ☐ A ☐ B ☐ C ☒ D ☐ E
- Question 13: ☒ A ☐ B
- Question 14: ☐ A ☒ B
- Question 15: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☒ E
- Question 16: ☒ A ☐ B