

**LISTA DE EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES DE PEA-3487
ELETRÔNICA DE POTÊNCIA I**

Prof. Wilson
Junho/2017

1. Um retificador trifásico de dois caminhos totalmente controlado (3F2C) tem reatância de comutação de $X_c=25\text{m}\Omega$, e é alimentado com tensão de linha de 220V. Sabendo-se que a tensão média aplicada na carga RL (L muito grande) é de $E=200\text{V}$, e a potência dissipada na carga é de $P=15\text{kW}$, determinar:
 - a) ângulo de disparo α (resposta: $\alpha=47,20^\circ$);
 - b) ângulo de comutação μ (resposta: $\mu=0,93^\circ$);
 - c) novos ângulos α e μ se $\cos\phi=0,85$ ($\cos\phi=E/E_o$) (resposta: $\alpha=30,95^\circ$ e $\mu=1,66^\circ$).
2. Para um retificador trifásico de dois caminhos (3F2C) semi-controlado (ponte híbrida), com diodo de retorno em paralelo com a carga RL (L muito grande), pedem-se:
 - a) formas de onda da tensão na carga, no tiristor T1 e no diodo D3, com cotas, para $\alpha=90^\circ$ (obs.: desprezar reatâncias de comutação);
 - b) deduzir a expressão do valor médio E da tensão na carga, usando para isso um desenho do trifásico de alimentação com tensão de pico E_m (de fase), um ângulo α arbitrário, e mostrando claramente os limites de integração usados nesse desenho. Desprezar reatâncias de comutação. (resposta: $E = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \cdot E_m(1 + \cos\alpha)$).
3. Um conversor 3F2C opera como inversor, possuindo no lado CC uma bateria com tensão $V_{bat}=300\text{V}$ e resistência interna de $R=1\Omega$, em série com um indutor de filtro de valor elevado. A tensão de linha é de $V_{linha}=220\text{V}$, a reatância de comutação é de $X_c=100\text{m}\Omega$, e o tempo de recuperação de bloqueio reverso dos tiristores é de $t_q=500\mu\text{s}$. Pedem-se:
 - a) explique nestas condições como se obtém fator de potência $\cos\phi=E/E_o$ máximo. Use formas de onda se necessário (resposta: pense um pouco, levando em conta o dado t_q);
 - b) com fator de potência $\cos\phi$ máximo, pedem-se:
 - c) qual é a potência ativa que o conversor fornece à rede CA? (respostas: $P=-2654,79\text{W}$ (com sinal negativo mesmo: explicar o sinal);
 - d) o fator de potência $\cos\phi=E/E_o$ (resposta: $\cos\phi=0,98$);
 - c) ângulos de disparo α e de comutação μ (respostas: $\alpha=167,54^\circ$, $\mu=1,16^\circ$).
 - d) eficiência da conversão η , levando em conta a potência ativa enviada à rede CA e a potência CC entregue à bateria (resposta: $\eta=0,97$)
4. Um retificador controlado 3F1C tem tensão média em vazio na carga, com ângulo de atraso $\alpha=0^\circ$, de $E_o=200\text{V}$. Com determinada carga RL (L muito grande) e um certo ângulo de atraso α , tem tensão média na carga $E=150\text{V}$, queda de tensão reativa de 10V e corrente de carga de $I=500\text{A}$. Determinar:
 - a) Indutância de comutação L_c em μH (resposta: $111,11\mu\text{H}$);
 - b) ângulos de atraso α e de comutação μ (respostas: $\alpha=36,87^\circ$, $\mu=8,70^\circ$);
 - c) fatores de potência $\cos\phi=E/E_o$ e $\cos\phi=P[W]/S[\text{VA}]$ (respostas: $\cos\phi=0,75$ e $\cos\phi=0,51$).
5. Um retificador 3F2C totalmente controlado, operando em modo de inversor, tem ângulo de extinção $\gamma=10^\circ$, corrente do lado CC $I=180\text{A}$, tensão de linha $V=220\text{V}$ e reatância de comutação $X_c=0,5\Omega/\text{fase}$. Determinar:
 - a) Tensão no lado CC E (resposta: $-206,53\text{V}$);
 - b) ângulo de comutação μ (resposta: $\mu=56,05^\circ$);
6. Um conversor 3F2C operando como retificador é alimentado com 220V (tensão eficaz de linha) através de um transformador. A carga é do tipo RL com L muito grande, e $R=3\Omega$. Observando-se

a forma de onda da tensão de carga no osciloscópio, verificou-se que a tensão é nula no instante do disparo de cada tiristor, bem como ao final da comutação. Pedem-se:

- a) α (resposta: $\alpha=60^\circ$);
- b) μ (resposta: $\mu=30^\circ$); (Obs: os itens a) e b) DEVEM ser resolvidos graficamente, através de um desenho adequado. Verifique que as respostas $\alpha=30^\circ$ e $\mu=60^\circ$ também são possíveis, modificando as respostas a seguir);
- c) Potência na carga (resposta: $P=1837\text{W}$);
- d) Fator de potência na entrada (resposta: $f.p.=0,24$; verifique qual a definição de fator de potência empregada para se obter esta resposta).

7. Para o caso de retificador totalmente controlado 3F2C sem efeitos de comutação e com carga RL (L muito grande), determinar a relação entre a potência construtiva do transformador e a potência ativa na carga em função do ângulo de disparo α . (resposta: $\frac{S_{trafo}}{P_{CC}} = \frac{(\pi/3)}{[\cos(\alpha)]}$)

OBSERVAÇÕES:

- 1) o número de casas decimais usado altera sensivelmente os resultados, principalmente nas operações de ângulos inversos (arccos, arcsen);
- 2) a frequência da rede nestes exercícios é sempre de 60 Hz.