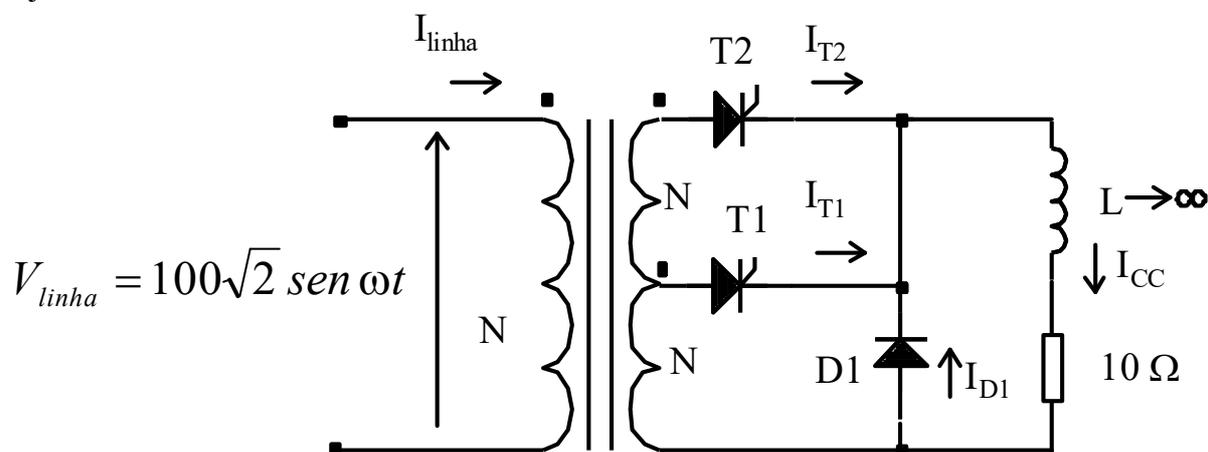


PEA2487 - Eletrônica de Potência I
3º Exercício (27/03/2017)

- Entrega no dia 31/03/2017, sexta-feira, no início da aula.

Seja o conversor abaixo:



Os tiristores e o diodo são ideais (sem perdas e queda de tensão quando em condução). Admitir alisamento perfeito da corrente CC, ou seja, indutor L sem perdas e de valor muito elevado. Os três enrolamentos do transformador têm o mesmo número de espiras N , e as indutâncias de dispersão, bem como a corrente de magnetização, devem ser desprezadas. Os ângulos de disparo α_T dos tiristores $T1$ e $T2$, medidos em relação à passagem por zero da tensão V_{linha} são $\alpha_{T1} = 0^\circ$ e $\alpha_{T2} = 90^\circ$.

Pedem-se:

- Os valores médios das correntes nos tiristores $T1$ e $T2$ e no diodo $D1$;
- O fator de potência nos terminais do enrolamento no primário do transformador, definindo-se

$$\text{se fator de potência como } f.p. = \frac{\text{potência ativa [W]}}{\text{potência aparente [VA]}}$$

Obs. 1: desenhe as formas de onda de v_{linha} , i_{linha} , v_{carga} , i_{T1} , i_{T2} , i_{D1} para facilitar o exercício.

Obs. 2: desenhe separadamente cada sub-circuito (levando em conta os semicondutores conduzindo ou não) para obter as correntes e tensões em cada trecho do período total.

Respostas na próxima página! Não olhe antes de tentar resolver!

Resolução (exceto as formas de onda de tensão e corrente):

a) Inicialmente deve-se determinar o valor da corrente de carga I_{cc} . Como o indutor de carga L tem valor muito alto, a corrente I_{cc} será praticamente contínua, e seu valor será o valor médio da tensão de saída V_{cc} dividido pela resistência de carga R . Note que a tensão média sobre o indutor deve ser nula, e tem a forma de onda da tensão retificada mas com o valor médio nulo.

O valor médio da corrente na carga é dado por:

$$I_{CC} = \frac{V_{CC}}{R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi/2} \frac{100 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{sen}\theta}{10} d\theta + \int_{\pi/2}^{\pi} \frac{200 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{sen}\theta}{10} d\theta \right] = \frac{67,52}{10} = 6,75A$$

Deve-se desenhar a tensão retificada para se entender a integração acima! A primeira integral corresponde à condução de T1, e a segunda à condução de T2.

Os tiristores conduzem somente 90° cada, e o diodo conduz 180° (desenhe as formas de onda de corrente) a corrente com valor I_{cc} . Logo, o valor médio da corrente nos tiristores é dado por:

$$I_{T1} = I_{T2} = \frac{1}{2\pi} \cdot I_{CC} \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{I_{CC}}{4} = 1,688A$$

O valor médio da corrente no diodo é dado por:

$$I_{D1} = \frac{1}{2\pi} \cdot I_{CC} \cdot \pi = \frac{I_{CC}}{2} = 3,376A$$

$$b) f.p. = \frac{\text{potência ativa [W]}}{\text{potência aparente [VA]}}$$

Como o circuito não tem perdas, a potência ativa é somente a dissipada no resistor, ou seja:

$$P_{ativa} = V_{CC} \cdot I_{CC} = I_{CC}^2 \cdot R = 6,752^2 \cdot 10 = 455,95 W$$

$$P_{aparente} = I_{linha(RMS)} \cdot V_{linha(RMS)}$$

$$\text{O valor eficaz da tensão de linha (no primário) é dado por } V_{linha(RMS)} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100 V$$

O valor eficaz da corrente de linha (no primário) é dado por:

$$I_{linhaRMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_{linha}^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{(2\pi)} \left[(I_{CC})^2 \cdot \frac{\pi}{2} + (2I_{CC})^2 \cdot \frac{\pi}{2} \right]} = \sqrt{\frac{1}{(2\pi)} \left[\frac{5 \cdot I_{CC}^2 \cdot \pi}{2} \right]} = I_{CC} \sqrt{\frac{5}{4}} = 1,118 I_{CC} = 7,55A$$

Note que o transformador é suposto ideal, portanto transforma corrente contínua. Quando T1 conduz, durante 90° , é refletido I_{cc} ao primário (relação N:N), e quando T2 conduz, durante 90° , é refletido $2I_{cc}$ ao primário (relação N:2N). Quando D1 conduz, durante 180° , a corrente no primário e secundário é nula.

$$\text{Portanto a potência aparente vale } P_{aparente} = 100 \cdot 7,55 = 755VA$$

$$\text{e o fator de potência vale } f.p. = \frac{455,956}{755} = 0,603$$

Importante: desenhe todas as formas de onda de tensão e corrente para poder entender e resolver o exercício!!