

Nome: _____

Número: _____

Esta prova de avaliação é individual, **sem consulta**, com duração máxima de **120 minutos**. Durante a prova é **expressamente proibido** o uso de calculadoras, telemóveis ou qualquer outro dispositivo que permita o acesso a qualquer rede de dados: Wi-Fi, GPRS, Bluetooth, etc.

Na questão 1 assinale o valor lógico de cada afirmação: (V) Verdadeira ou (F) Falsa.

Nas afirmações que considere falsas, justifique a resposta de forma sucinta mas objetiva. **Se a justificação estiver errada ou incompleta, a resposta é considerada errada.**

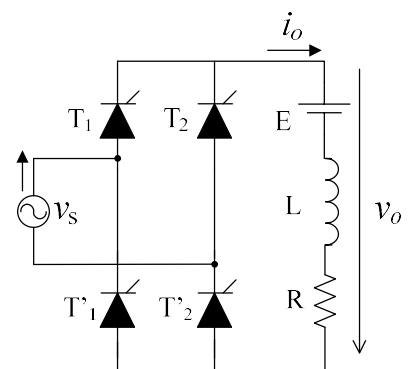
A cotação de cada afirmação é de 0,5 valores. Cada resposta errada desconta 0,2 valores.

- 1a) ☐ O IGBT é um semiconductor bipolar
- 1b) ☐ Um tiristor é colocado em condução aplicando uma tensão entre os terminais de porta e ânodo
- 1c) ☐ Um sistema ativo de correção de fator de potência pode ser implementado usando um inversor
- 1d) ☐ Um retificador PD6 tem 6 semicondutores
- 1e) ☐ Numa montagem retificadora com tiristores, a corrente na carga não pode ser negativa
- 1f) ☐ Um retificador controlado com carga resistiva pode fornecer potência ativa à fonte
- 1g) ☐ Considere um conversor CC/CC com filtro LC ideal a comutar a 50 kHz. A frequência de corte do filtro é de 40 kHz. Nestas condições o filtro está mal dimensionado
- 1h) ☐ Num conversor CC/CC de 2 quadrantes com corrente na carga sempre negativa, a razão cíclica tem de ser inferior a 0,5
- 1i) ☐ Num inversor com PWM sinusoidal, a frequência de comutação dos semicondutores é imposta pelo sinal da portadora
- 1j) ☐ Num inversor com comando em onda quadrada, a frequência da componente fundamental da tensão de saída pode ser ajustada através do índice de modulação de frequência

- 2) [1,5 val] Desenhe o circuito de potência de um conversor CC/CC abaixador de um quadrante alimentando uma carga RLE. Explique resumidamente o funcionamento do conversor e o controlo PWM. Assumindo $V_i = 300\text{ V}$ e $E = 100\text{ V}$ desenhe uma possível forma de onda da tensão de saída e corrente de saída considerando um regime de condução descontínuo.

- 3) Considere a montagem PD2 alimentada pela rede elétrica nacional. O ângulo de disparo dos tiristores é de $2\pi/3\text{ rad}$ (120°). Assuma que a corrente na carga é constante.

- a) [2,5 val] Esboce as formas de onda de $v_o(t)$, $v_{T1}(t)$ e $i_{T1}(t)$, respeitando as relações temporais entre elas. Represente os intervalos de condução de todos os tiristores.
- b) [1,0 val] Apresente o integral que lhe permite calcular o valor eficaz da tensão na carga.
- c) [0,5 val] Apresente a expressão (com todo o detalhe possível) que lhe permite calcular a potência dissipada na resistência.
- d) [1,5 val] Apresente a expressão (com todo o detalhe possível) que lhe permite calcular o fator de potência na fonte.



- 4) Considere o retificador P3 controlado alimentado por um sistema trifásico de tensões simples com valor de pico igual a 300 V. Os tiristores são disparados com um ângulo de disparo de $2\pi/3$ rad (120°). A carga é tal que o regime de condução é contínuo mas a corrente de saída não é constante.
- a) [1,0 val] Esboce um possível esquema elétrico da parte de potência deste retificador e uma possível carga. Identifique todos os semicondutores representados.
- b) [2,5 val] Esboce as formas de onda de $v_o(t)$, da tensão aos terminais do tiristor 1, $v_{T1}(t)$, e uma possível forma de onda da corrente na fase 1, $i_{S1}(t)$, respeitando as relações temporais entre todas as formas de onda. Represente os intervalos de condução de todos os semicondutores.
- c) [1,0 val] Apresente o integral que lhe permite calcular o valor médio da tensão na carga.
- d) [1,0 val] Apresente o integral que lhe permite calcular o valor médio da tensão no tiristor 1.
- 5) Na Figura 1 estão representados um inversor e o respetivo circuito de controlo implementados em PSIM. Na Figura 2 estão representados os sinais a utilizar para um comando de onda quadrada de dois níveis (*phase shifted*).

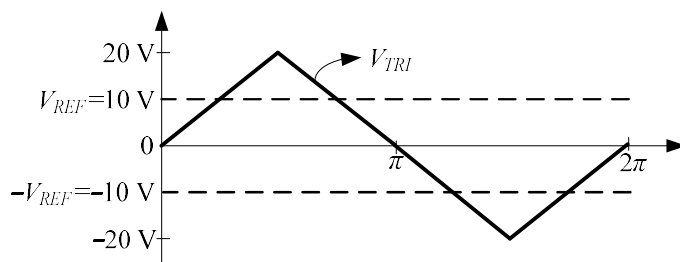


Figura 2

- a) [1,5 val] Represente os sinais de controlo de cada um dos quatro mosfet, garantindo a correta correspondência temporal com os sinais da Figura 2.
- b) [1,0 val] Com base na resposta da alínea anterior, represente a forma de onda da tensão de saída v_o (indique os valores máximo e mínimo).

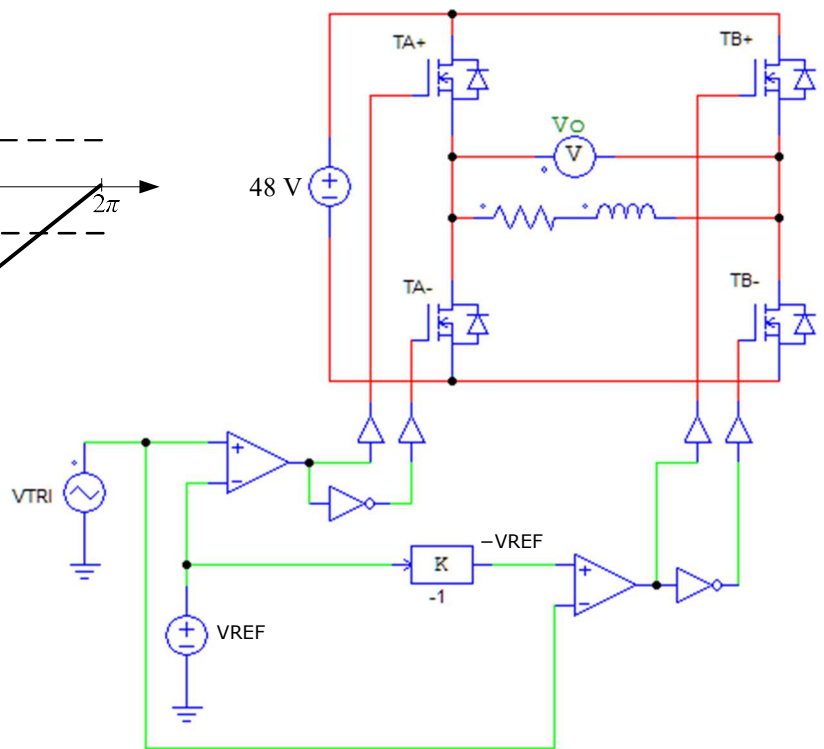


Figura 1