

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 tiristor é um semicondutor unipolar
- 1b) ☐ Um tiristor sai de condução quando a corrente ânodo-cátodo é inferior à corrente de lançamento
- 1c) ☐ Num sistema de correção de fator de potência ideal, a corrente fornecida pela fonte não tem harmónicos
- 1d) ☐ Numa montagem retificadora PD3 controlada carga RE (com E positivo), o valor médio da tensão na carga pode ser negativo
- 1e) ☐ Em qualquer montagem retificadora não controlada com filtro capacitivo na saída, a tensão na carga pode ser aproximadamente constante
- 1f) ☐ Nas montagens retificadoras semi-controladas (mistas) pode haver instantes em que só conduz um dos semicondutores
- 1g) ☐ Num conversor CC/CC elevador adequadamente dimensionado, a componente alternada da tensão de saída é desprezável
- 1h) ☐ Num conversor CC/CC de 2 quadrantes, o valor médio da tensão de saída pode variar entre  $+V_i$  e  $-V_i$
- 1i) ☐ O comando PWM sinusoidal permite controlar o valor eficaz do 1º harmónico da tensão de saída
- 1j) ☐ Num inversor com comando em onda quadrada de dois níveis (*phase shifted*), é possível controlar o valor eficaz da tensão de saída.

**2) [2,0 val]** Desenhe o circuito de potência de um retificador controlado de meia onda com carga RL. Explique o princípio de funcionamento do circuito e desenhe uma possível forma de onda da tensão de saída e da corrente de saída. Supondo que aumenta a resistência da carga, mantendo constante as restantes condições, identifique 2 consequências desse aumento.

**3)** Considere um retificador P3 totalmente controlado com uma carga puramente resistiva ( $R = 100 \Omega$ ). O sistema trifásico de tensões é caracterizado por tensões compostas com valor de pico igual a  $500\sqrt{3}$  V. Os tiristores são disparados com um ângulo de disparo de  $\pi/3$  rad ( $60^\circ$ ).

**a) [0,5 val]** Esboce o esquema elétrico da parte de potência deste retificador. Identifique todos os semicondutores representados.

**b) [2,5 val]** Esboce as formas de onda de  $v_o(t)$ ,  $v_{T3}(t)$  e  $i_{T3}(t)$ , respeitando as relações temporais entre elas. Represente os intervalos de condução de todos os tiristores.

**c) [0,5 val]** Considerando que os tiristores são de 1000 V / 20 A diga, justificando, se estes tiristores são uma escolha adequada.

**d) [1,0 val]** Apresente o integral que lhe permite calcular o valor médio da tensão na carga.

**e) [1,5 val]** Apresente a expressão (com todo o detalhe possível) que lhe permite calcular o fator de potência na fonte.

4) Considere o conversor CC/CC ilustrado na figura com  $V_i = 200\text{ V}$ ,  $E = 100\text{ V}$ ,  $R = 10\ \Omega$ ,  $L = 2\text{ H}$ ,  $f = 10\text{ kHz}$  e corrente na carga negativa e constante.

a) [2,5 val] Respeitando as relações temporais entre todas as variáveis, represente possíveis formas de onda das seguintes variáveis (indicando os respectivos valores mínimos e máximos), compatíveis com as condições acima apresentadas:

signal de controle de  $M_1$ ,  $v_{\text{con\_M1}}(t)$ ,

signal de controle de  $M_2$ ,  $v_{\text{con\_M2}}(t)$ ,

tensão na carga,  $v_o(t)$ ,

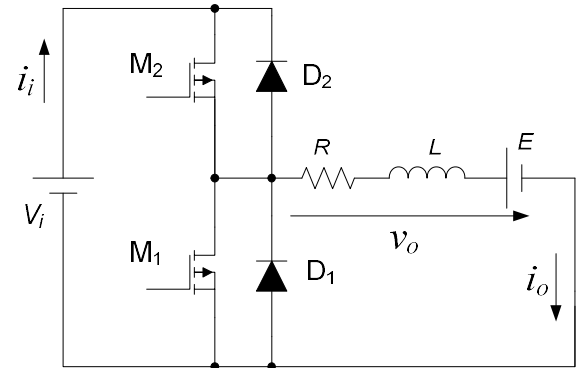
tensão em  $D_1$ ,  $v_{D1}(t)$ ,

tensão em  $D_2$ ,  $v_{D2}(t)$ ,

corrente em  $D_1$ ,  $i_{D1}(t)$ ,

corrente em  $D_2$ ,  $i_{D2}(t)$ .

Indique também que semicondutores conduzem em cada instante.

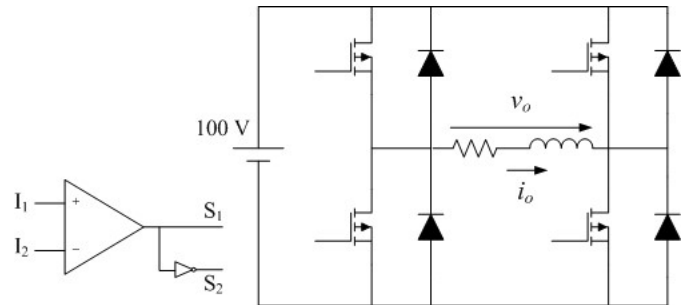


b) [1,0 val] Apresente o integral que lhe permite calcular valor eficaz da tensão na carga.

5) Considere o inversor e o respetivo circuito de controlo representado na figura ao lado.

Em baixo estão representados os dois sinais a utilizar para um comando PWM sinusoidal.

a) [2,0 val] Identifique os sinais  $I_1$  e  $I_2$  a colocar à entrada do comparador e desenhe na grelha em baixo a forma de onda do correspondente sinal  $S_1$ .



b) [1,5 val] Com base na resposta da alínea anterior, faça a ligação das saídas  $S_1$  e  $S_2$  aos terminais de porta dos mosfet e represente na grelha em baixo a forma de onda da tensão de saída  $v_o$  (indique os valores máximo e mínimo).

