Questão 1

a) (2,5) Resolvendo pela divisão longa tem-se:

Divisor =2		
Dividendo	Quociente	Resto
256	128	0
128	64	0
64	32	0
32	16	0
16	8	0
8	4	0
4	2	0
2	1	0
1	0	1/2

Dessa forma, o valor 256 representado na base decimal pode ser representado como 100000000 na base binária.

b) (2,5) Será utilizada a mesma metodologia da questão anterior:

Divisor =16		
Dividendo	Quociente	Resto
311	19	7
19	1	3
1	0	1/16

Sendo assim, o valor 311 representado na base decimal pode ser representado como 137 na base hexadecimal.

c) (5) Como o valor é negativo, deve-se calcular o complemento de 2 de 27. Primeiro procede-se com a divisão:

Divisor =2		
Dividendo	Quociente	Resto
27	13	1/2
13	6	1/2
6	3	0
3	1	1/2
1	0	1/2

Dessa maneira o valor 27 em decimal se torna 11011 em binário. A seguir é montado um quadro para completar os 16 bits e realizar a conversão do complemento de 2.

Decimal	Binário															
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
-27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1

Questão 2

(10) A saída esperada do programa é:

Valores: 3, 3, 3, 3, 3

Outros Valores: 3, 3, 3, 3, 3

Isso porque na linha 11 o ponteiro "*outros_valores*" é apontado para o inicio do vetor "*valores*". Dessa forma, o laço for da linha 13 preenche o vetor "*valores*" com o algarismo 3. Posteriormente a função "*print_array*" é chamada. Como "*outros_valores*" e "*valores*" apontam para o mesmo endereço de memória a função imprimirá no terminal o mesmo resultado. Os valores são impressos separados por uma vírgula e um espaço até a penúltima posição, o ultimo valor da sequência é impresso juntamente com uma quebra de linha.

Questão 3

(10) Deseja-se um overflow a cada 100 ms, o que corresponde a uma frequência de 10 Hz. A frequência do clock na entrada do modulo é de 12 MHz (48 $MHz/4$). Dessa maneira, o modulo timer deve se comportar como um divisor de 1 para 1,2 M. Para que o valor do Prescaler seja mínimo deve se utilizar o registrador TMR0 com 16 bits. Além disso, para que o Prescaler realmente surta efeito o bit PSA deve ser igual a 0, uma vez que 2^{16} < 1,2 M. Sendo assim:

$$Prescaler \geq \frac{1{,}2M}{2^{16}} = 18{,}31$$

Como se deseja o menor valor possível para o Prescaler deve ser escolhido o valor 32. O valor inicial do registrador TMR0 será:

$$TMR0_{ini} = 65535 - \frac{1{,}2M}{32} = 28035$$

Resumindo: Prescaler=32; PSA=0; TMR0 com 16 bits; $TMR0_{ini} = 28035$.

Questão 4

a) (5) Primeiro é calculado a potência complexa da fonte.

$$P = S \cdot \cos\theta$$

$$S = \frac{P}{\cos\theta} = \frac{15}{0,5} = 30 \text{ kVA}$$

$$\cos\theta = 0,5$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$Q = S \cdot \operatorname{sen}\theta = 30 \times 0,866 = 25,98 \text{ kVAr}$$

$$S = P + jQ = 15 \text{ kW} + j\,25,98 \text{ kVAr}$$

Na sequência, calcula-se a potência complexa da impedância Z_1

$$S_1 = \frac{P_1}{\cos\theta_1} = \frac{7,07 \text{ kW}}{0,707} = 10 \text{ kVA}$$

$$\theta = \cos^{-1}(0,707) = 45^\circ$$

$$Q_1 = S_1 \cdot \sin\theta = 10 \cdot \operatorname{sen}(45^\circ) = 7,07 \text{ kVAr}$$

$$S_1 = P_1 + jQ_1 = 7,07 \text{ kW} + j\,7,07 \text{ kVAr}$$

Por fim é feita a diferença entre a potência da fonte e da carga Z_1

$$S_2 = S - S_1 = (15 \text{ kW} + j\,25,98 \text{ kVAr}) - (7,07 \text{ kW} + j\,7,07 \text{ kVAr})$$

$$= 7,93 \text{ kW} + j\,18,91 \text{ kVAr} \qquad \boxed{Q_2 = 18,91 \text{ kVAr}}$$

Dessa forma, a potência reativa absorvida pela carga Z_2 é igual a 18,91 $kVAr$.

b) (5) Como pode ser visto abaixo, o valor da capacitância deve ser de 949,3 μF.

$$\cos\theta_f = 0,866 \qquad tg\,30 = \operatorname{sen}30/\cos 30 = (1/2)/(\sqrt{3}/2) = 1/\sqrt{3}$$

$$\theta_f = \cos^{-1}(0,866) = 30^\circ \qquad tg\,60 = \operatorname{sen}60/\cos 60 = (\sqrt{3}/2)/(1/2) = \sqrt{3}$$

$$C = \frac{P\left(tg\,\theta_i - tg\,\theta_f\right)}{\omega \cdot V_{s,rms}^2} = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot \left(\sqrt{3} - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)}{2\pi \cdot 60 \cdot 220^2} = \frac{15 \cdot \cancel{10^3} \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)}{2\pi \cdot \cancel{60} \cdot 484\cancel{00}}$$

$$= 5/(\sqrt{3}\,\pi \cdot 968)\ F = \boxed{949,3\ \mu F}$$

Questão 5

(10) Resolvendo pelo meto das malhas:

Malha 1:

$$-8I_1 - j10I_1 + j10I_3 - (-j2)I_1 + (-j2)I_2 = 0$$

$$-(8 + j10 - j2)I_1 - j2I_2 + j10I_3 = 0$$

Malha 2:

$$-(-j2)I_2 + (-j2)I_1 - (-j2)I_2 + (-j2)I_3 - 4I_2 - j20 = 0$$

$$-j2I_1 - (4 - j4)I_2 - j2I_3 = j20$$

Malha 3:

$$I_3 = 5$$

Resolvendo as equações:

$$\begin{cases} -(8+j8)I_1 - j2I_2 = -j50 \\ -j2I_1 - (4-j4)I_2 = j30 \quad \times\left[-\left(\frac{8+j8}{j2}\right)\right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} -(8+j8)I_1 - j2I_2 = -j50 \\ (8+j8)I_1 - (4-j4)\left[-\left(\frac{8+j8}{j2}\right)\right]I_2 = \cancel{j}30\left[-\left(\frac{8+j8}{\cancel{j}2}\right)\right] \end{cases}$$

$$\left[-j2 - (4-j4)\left[-\left(\frac{8+j8}{j2}\right)\right]\right]I_2 = -j50 - 15(8+j8)$$

$$\left[-j2 + 4(1-j)\cdot 4\,\frac{(1+j)}{j}\right]I_2 = -j50 - 120 - j120$$

$$\left[-j2 + \frac{32}{j}\right]I_2 = -120 - j170$$

$$\left[\frac{32+2}{j}\right]I_2 = -(120 + j170)$$

$$I_2 = \frac{-(120+j170)\cdot j}{34} = -\frac{120}{34}j + \frac{170}{34}$$

$$\boxed{I_0 = -I_2 = -\frac{170}{34} + j\frac{120}{34}\ A}$$

Dessa forma a corrente $I_o = -5 + j3{,}53$

Questão 6

a) (1) O desenho deve ser preenchido com as fontes de forma que:

$V_{AB} = 127\sqrt{3}\angle 0\ V \qquad V_{BC} : 127\sqrt{3}\angle -120\ V \qquad V_{CA} = 127\sqrt{3}\angle 120^\circ\ V$

b) (3) As correntes nas cargas serão dadas por:

$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{220\angle 0}{25\angle 90} = 8,80\angle -90^\circ\ A$$

$$I_{BC} = \frac{V_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{220\angle -120^\circ}{30\angle 30^\circ} = 7,33\angle -150^\circ\ A$$

$$I_{CA} = \frac{V_{CA}}{Z_{CA}} = \frac{220\angle 120^\circ}{40\angle 0} = 5,50\angle 120^\circ\ A$$

c) (3) As correntes de linha serão dadas por:

$$I_A + I_{CA} = I_{AB} \Rightarrow I_A = I_{AB} - I_{CA} = 8,80\angle -90^\circ - 5,50\angle 120^\circ =$$

$$= -j\,8,80 - 5,50\cos 120^\circ - j\,5,50\,\text{sen}\,120^\circ = -j\,8,80 - 5,50\cdot(-0,5) +$$

$$-j\,5,50\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = (2,75 - j\,13,563)\ A$$

$$I_B + I_{AB} = I_{BC} \Rightarrow I_B = I_{BC} - I_{AB} = 7,33\angle -150^\circ - 8,80\angle -90^\circ$$

$$= 7,33\cdot\cos(-150^\circ) + j\,7,33\cdot\text{sen}(-150^\circ) + j\,8,80 =$$

$$= -6,348 - j\,3,665 + j\,8,80 = (-6,348 + j\,5,135)\ A$$

$$I_C + I_{BC} = I_{CA}$$

$$I_C = I_{CA} - I_{BC} = 5,50\angle 120^\circ - 7,33\angle -150^\circ$$

$$= -2,75 + j\,4,763 + 6,348 + j\,3,665 = (3,598 + j\,8,428)\ A$$

d) (3) A potência fornecida pela fonte será:

$$S_{AB} = Z_{AB}\cdot|I_{AB}|^2 = j25\cdot 8,8^2 = j\,1936\ VA$$

$$S_{BC} = Z_{BC}\,|I_{BC}|^2 = 30\angle 30\cdot 7,33^2 = 1611,86\angle 30^\circ\ VA$$

$$S_{CA} = Z_{CA}\,|I_{CA}|^2 = 40\cdot 5,50^2 = 1210\ VA$$

$$S = S_{AB} + S_{BC} + S_{CA} = j\,1936 + 1611,86\cdot\cos(30) +$$

$$+j\,1611,86\cdot\text{sen}(30) + 1210 = (2605,91 + j\,3547,86)\ VA$$

Questão 7

a) (5) De acordo com o gráfico e com o que foi definido no enunciado, o relé não deve operar com mais de 20 mA de corrente na bobina, e como sua resistência é de 900 Ω, temos que,

Vbobina = 900 × $20m$ = 18 V => V_{CE} = 1 V e I_C = 20 mA => I_B = 50 uA

Logo,

$$V_{BE} = 0{,}7\, V,$$

$$I_B = \frac{V_i - V_{BE}}{R_B} \Rightarrow R_B = \frac{V_i - V_{BE}}{I_B} = \frac{3{,}3 - 0{,}7}{50u} = 52\, kOhm$$

Desta forma, $R_B = 52\, k\Omega$.

b) (5)

$$P_d = V_{CE} \times I_C = 1 \times 20m = 20\, mW$$

Questão 8

a) (1) A reta de carga deve passar por V_{CC} e por V_{CC}/R_C.

$$V_{CC} = 20\, V$$

$$R_C = \frac{20}{8\, m} = 2{,}5k\Omega$$

b) (1) Marcando no gráfico temos, uma corrente IB próxima de 15uA.

Logo,

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{20 - 0{,}7}{15\, u} = 1287\, k\Omega$$

c)(1) $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2\, m}{15\, u} = 133{,}33\, A/A$

d)(1) $r_e = 25mV/I_E = 25m/(2m + 15u) = 12{,}41\Omega$

ou $r_e \cong \frac{25mV}{I_c} = \frac{25m}{2m} = 12{,}5\ \Omega$

e)(1) Por ser polarização fixa, sabe-se que o ganho é dado por

$$Av = -\frac{R_C}{r_e} = -\frac{2{,}5k}{12{,}5} = -200V/V$$

f)(1) $Zi = R_B//\beta re = \frac{R_B \times \beta \times re}{RB + \beta \times re} = \frac{1287k \times 133 \times 12{,}5}{1287k + 133 \times 12{,}5} = 1{,}66k\Omega$

g)(2) $Zo = 125k//2{,}5k = 2{,}45\, k\Omega$

h)(2) $Av|125k = -2{,}45\, k\ /\ 12{,}5 = -196\, V/V$

Questão 9

a)(2) $Vo = Vi \times D => D = Vo/Vi = 4{,}2V/12V = 0{,}35;$

$$D = 0{,}35 \; ou \; 35\%$$

$$Ton = D \times T, T = \frac{1}{2kHz} = 500 \, us$$

$$Ton = D \times T = 0{,}35 \times 500us = 175us$$

b)(2) $\Delta I_L = Vo \times (1 - D)/(fs \times L) = 4{,}2 \times (1 - 0{,}35)/(2k \times 4m) = 0{,}34 \, A$

$$I_L = \Delta I_L/2 = 0{,}17 \, A$$

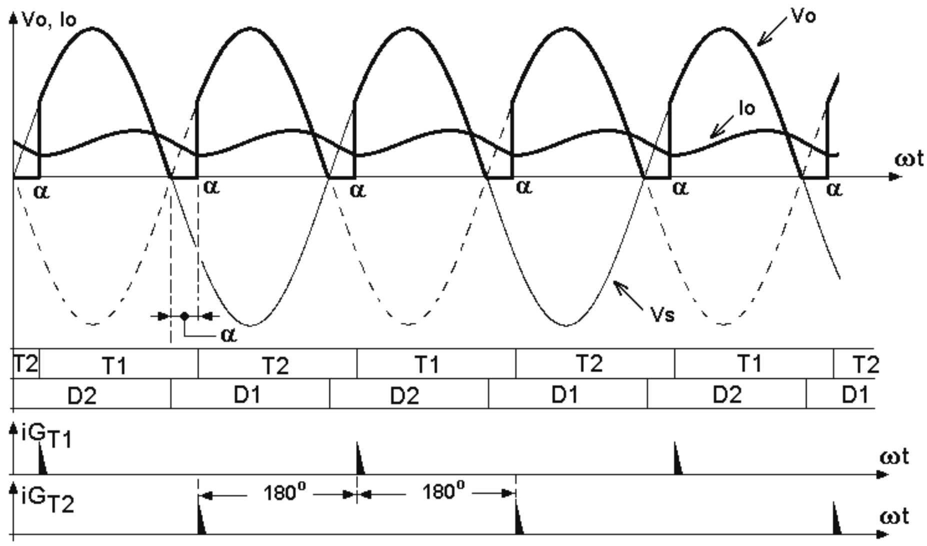
c)(1) $Po = I_L \times Vo = 0{,}17 \times 4{,}2 = 714 \, mW$

d)(2) $I_S = D \times I_L = 0{,}35 \times 0{,}17 = 0{,}0595 \, A$

e)(3) $I_D = (1 - D) \times I_L = (1 - 0{,}35) \times 0{,}17 = 0{,}1105 \, A$

Questão 10

a) (2) Conforme figura abaixo:



b)(2) Ta corresponde a T1 e Tb corresponde a T2

c)(3) $V_{o,med} = \frac{V_{max}}{\pi} \cdot (1 + \cos \alpha) = \frac{314{,}1}{\pi} \cdot (1 + \cos 60) = 150 \, V$

Obs.: a dedução da equação acima faz parte da questão. Será obrigatório que o candidato apresente a equação, mas não como chegou nela (se foi por cálculo, via aplicação da definição de valor médio, ou se ele já sabia “decor”).

d)(3) $I_{o,med} = \frac{V_{o,med} - E}{R} = \frac{150-48}{5{,}1} = 20 \, A$