



Prova 2
29 de junho de 2022

Nome:

Número USP:

						X	Y	Z

ATENÇÃO: O valor das questões está indicado entre parênteses. A interpretação das questões faz parte da sua avaliação. As respostas devem ser assinaladas na última folhas (folhas de respostas), qualquer resposta fora da última folha não será considerada. As questões de verdadeiro e falso assinaladas incorretamente possuem valor negativo igual à metade do que está indicado entre parênteses.

QUESTÃO 1. (1,0) Uma indústria possui fator de potência medido em seu ponto de entrada de 0,7 e a medição da fase da corrente mostra que está 10° atrasada em relação à tensão, sendo que as medidas estão absolutamente corretas. Considere as afirmações: (a) um fator de potência de 0,7 deveria corresponder sempre a uma defasagem de corrente de aproximadamente 45° ; (b) com a utilização de um banco de capacitores na entrada, o fator de potência será maior do que 0,7, pois pode-se deixar a corrente em fase com a tensão; (c) necessariamente a corrente possui componentes harmônicos; (d) a carga apresenta elementos não-lineares; (e) se os valores de corrente e tensão eficazes na entrada forem obtidos, é possível calcular a potência média consumida na indústria. Assinale a alternativa correta:

- A A afirmação (a) está correta.
 B Não se pode afirmar (e) só com essas medidas e o fator de potência.
 C A afirmação (d) está incorreta.
 D A afirmação (c) está incorreta.
 E A afirmação (b) e a (d) estão corretas.
 F *N. d. a.*

QUESTÃO 2 (0,5/-0,25) Desde que se saiba o valor eficaz (RMS) de uma fonte de tensão em corrente alternada, qualquer que seja sua forma de onda, o valor eficaz (RMS) da corrente é dado pela tensão eficaz dividida pelo módulo da impedância ($|Z|$).

- A V B F

QUESTÃO 3 (0,5) Uma fonte CA com somente harmônicos ímpares alimenta uma determinada carga. A corrente medida nessa carga apresenta somente harmônicos múltiplos de dois; dessa forma, pode-se afirmar:

- A Essa condição é impossível.
 B A carga não está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte.
 C A carga é um filtro ressonante e está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte, anulando essa componente e seus múltiplos.
 D A carga elimina o primeiro e o segundo harmônico da tensão, causando sobreposição no segundo, quarto, etc.
 E A carga é a responsável pelos harmônicos múltiplos de 2.

QUESTÃO 4 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **instantânea** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A V B F



QUESTÃO 5 (1,0) Um conversor tipo *Buck* possui uma tensão de entrada de $(25 + Y)V$ e é utilizado para alimentar um circuito de $5V$ que consome $(3 + 0,1 \cdot Z)A$. O indutor possui uma resistência desprezível, juntamente com as chaves, e a ondulação de corrente nesse indutor é de $(1 + 0,1 \cdot X)A$. Calcule o valor do capacitor que deve ser utilizado para uma ondulação de tensão de $50mV$. A frequência de operação é de $50kHz$.

QUESTÃO 6 (1,0) Um conversor tipo *boost* é utilizado para alimentar um circuito de $5V$ a partir de uma bateria de $3,1V$. O indutor possui uma resistência de $(300 + 55 \cdot X)m\Omega$ e é a única resistência não desprezível do circuito. Calcule a potência entregue à fonte de $5V$ no ponto de operação onde a fonte de $3,1V$ gera $(4 + 0,1 \cdot Y)W$. Considere o indutor grande o suficiente para que as ondulações de corrente no mesmo sejam consideradas desprezíveis.

QUESTÃO 7 (0,5/-0,25) Um *chopper* de 4 quadrantes quando conectado a um motor CC pode realizar motorização e geração em quaisquer sentidos de rotação.

A V

B F

QUESTÃO 8 (0,5/-0,25) Para transferir energia de uma fonte de tensão mais baixa para uma fonte de tensão mais alta, foi empregado um *chopper* de 2 quadrantes, mas poderia ser empregado um *chopper* de segundo quadrante.

A F

B V

QUESTÃO 9 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **média** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

A V

B F

QUESTÃO 10 (0,5/-0,25) Um *chopper* de dois quadrantes pode ter corrente média maior que zero, menor que zero e zero. Dessa forma, ao ser utilizado alimentar um motor CC, pode fazer o mesmo girar nos dois sentidos de rotação.

A V

B F

QUESTÃO 11 (1,0) Um inversor monofásico em ponte completa é alimentado por uma tensão CC de $380V$ operando com onda quadrada de tensão na saída. Uma carga RLC com $R = (10 + Y)\Omega$, $X_{C1} = (10 + Z)\Omega$ e $X_{L1} = (20 + X)\Omega$ (considerando a frequência de operação do inversor de $60Hz$) é conectada em sua saída. Calcule a potência média na carga.

QUESTÃO 12 (0,5/-0,25) A vantagem de um controlador CA trifásico estrela (Y) em relação a um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é que a corrente nos SCRs tem menor valor de pico.

A F

B V

QUESTÃO 13 (0,5) Um retificador monofásico totalmente controlado de um caminho alimenta uma carga com $R = 10\Omega$ e $X_{L1} = 10\Omega$ em uma fonte de $220V$, $60Hz$. O controlador opera em duas situações distintas: na situação 1 é efetuado um disparo em $\alpha = 30^\circ$ e na situação 2 é efetuado um disparo em $\alpha = 45^\circ$, ambos os disparos são efetuados com uma duração de $0,5ms$. Com base nisso, assinale a alternativa correta:

A A potência na situação 1 é menor que a na situação 2.

B As informações para se saber a potência em cada caso são insuficientes.

C A potência na situação 1 é maior que a na situação 2.

D A potência é igual em ambas as situações.

QUESTÃO 14 (0,5/-0,25) A corrente na fase da fonte trifásica que alimenta um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é sempre $\sqrt{3}$ vezes a corrente de fase da carga.

A F

B V



QUESTÃO 15 (1,0) Um controlador CA trifásico em estrela é utilizado para limitar a partida de um motor de indução trifásico. O motor possui como parâmetros nominais: potência mecânica no eixo de 50kW, fator de potência de 0,87, eficiência de 0,86, em uma rede de 380V. Aproximando-se o modelo do motor para um circuito RL série, calcule o valor do ângulo de disparo a fim de manter a corrente de partida da máquina igual à nominal, sabendo-se que na partida, o valor da resistência do circuito equivalente é um sexto da nominal e a indutância é a metade da nominal.

Formulário

Choppers

Chopper de um quadrante:

$$t_x = \tau \ln \left(1 + \frac{V - V_C}{V_C} (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) \right) + t_{ON} \quad t_{ON}^x = \tau \ln (m(e^{T/\tau} - 1) + 1) \quad (1)$$

Correntes máximas e mínimas (1° e 2°):

$$I_{MAX} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{-t_{ON}/\tau}}{1 - e^{-T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad I_{MIN} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{t_{ON}/\tau}}{1 - e^{T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad (2)$$

Corrente média na fonte V :

$$I = \frac{\tau}{T} \left(I_{MIN} - \frac{V - V_C}{R} \right) (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) + \frac{t_{ON}}{T} \frac{V - V_C}{R} \quad (3)$$

Série de Fourier, condução descontínua:

$$V_o = \delta V + \left(1 - \frac{t_x}{T} \right) V_C \quad a_n = \frac{V}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_{on}) - \frac{V_c}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_x) \quad b_n = \frac{V}{n\pi} \sin n\omega t_{on} - \frac{V_c}{n\pi} \sin n\omega t_x$$

Condução contínua: $c_n = \frac{\sqrt{2}V}{n\pi} \sqrt{1 - \cos n\omega t_{on}}$

Inversores

Séries de Fourier:

$$\text{Onda quadrada: } v_o(\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin n\omega t \quad THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$



Tabela 1: Corrente eficaz normalizada como como função do ângulo de disparo (α), com o ângulo da carga (ϕ_1) como parâmetro, para o retificador monofásico controlado de um caminho com carga RL (corrente por tiristor).

α	ϕ_1								α	ϕ_1							
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	0°		15°	30°	45°	60°	75°	90°		
0	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.225	90	0.354	0.326	0.310	0.311	0.334	0.387	0.500		
2	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.224	92	0.346	0.317	0.300	0.301	0.322	0.371	0.478		
4	0.500	0.502	0.518	0.561	0.647	0.820	1.223	94	0.338	0.308	0.291	0.291	0.310	0.356	0.456		
6	0.500	0.502	0.518	0.560	0.647	0.819	1.220	96	0.329	0.299	0.282	0.280	0.298	0.341	0.435		
8	0.500	0.502	0.517	0.559	0.646	0.817	1.217	98	0.321	0.290	0.272	0.270	0.286	0.326	0.413		
10	0.500	0.501	0.517	0.559	0.644	0.815	1.212	100	0.312	0.281	0.262	0.260	0.274	0.312	0.392		
12	0.500	0.501	0.516	0.557	0.643	0.812	1.207	102	0.304	0.272	0.253	0.249	0.262	0.297	0.372		
14	0.499	0.500	0.515	0.556	0.641	0.809	1.201	104	0.295	0.263	0.243	0.239	0.250	0.282	0.352		
16	0.499	0.500	0.514	0.554	0.638	0.805	1.193	106	0.286	0.254	0.233	0.228	0.239	0.268	0.332		
18	0.498	0.499	0.513	0.552	0.635	0.801	1.185	108	0.277	0.244	0.224	0.218	0.227	0.254	0.313		
20	0.498	0.498	0.511	0.550	0.632	0.796	1.176	110	0.268	0.235	0.214	0.208	0.215	0.240	0.294		
22	0.497	0.496	0.509	0.548	0.629	0.791	1.166	112	0.258	0.225	0.204	0.198	0.204	0.227	0.276		
24	0.496	0.495	0.507	0.545	0.625	0.786	1.155	114	0.249	0.216	0.195	0.188	0.193	0.213	0.258		
26	0.495	0.493	0.505	0.542	0.621	0.779	1.143	116	0.240	0.206	0.185	0.178	0.182	0.200	0.241		
28	0.494	0.492	0.503	0.539	0.617	0.773	1.131	118	0.230	0.197	0.176	0.168	0.171	0.187	0.224		
30	0.493	0.490	0.500	0.536	0.612	0.765	1.117	120	0.221	0.187	0.166	0.158	0.160	0.175	0.208		
32	0.491	0.488	0.497	0.532	0.607	0.758	1.103	122	0.212	0.178	0.157	0.148	0.150	0.163	0.192		
34	0.490	0.485	0.494	0.528	0.601	0.750	1.088	124	0.202	0.169	0.148	0.139	0.140	0.151	0.177		
36	0.488	0.483	0.491	0.523	0.595	0.741	1.073	126	0.193	0.159	0.139	0.130	0.130	0.140	0.163		
38	0.486	0.480	0.487	0.519	0.589	0.732	1.056	128	0.183	0.150	0.130	0.121	0.120	0.129	0.149		
40	0.483	0.477	0.483	0.514	0.583	0.722	1.039	130	0.174	0.141	0.121	0.112	0.111	0.118	0.136		
42	0.481	0.473	0.479	0.508	0.576	0.713	1.022	132	0.165	0.132	0.112	0.103	0.102	0.108	0.124		
44	0.478	0.470	0.474	0.503	0.569	0.702	1.004	134	0.155	0.123	0.104	0.095	0.093	0.098	0.112		
46	0.475	0.466	0.470	0.497	0.561	0.691	0.985	136	0.146	0.114	0.096	0.087	0.085	0.089	0.101		
48	0.472	0.462	0.465	0.491	0.553	0.680	0.966	138	0.137	0.106	0.088	0.079	0.077	0.080	0.090		
50	0.469	0.458	0.460	0.485	0.545	0.669	0.946	140	0.128	0.097	0.080	0.072	0.069	0.072	0.080		
52	0.465	0.453	0.454	0.478	0.537	0.657	0.926	142	0.119	0.089	0.072	0.065	0.062	0.064	0.071		
54	0.461	0.449	0.449	0.471	0.528	0.645	0.905	144	0.110	0.081	0.065	0.058	0.055	0.056	0.062		
56	0.457	0.444	0.443	0.464	0.519	0.632	0.884	146	0.102	0.073	0.058	0.051	0.049	0.049	0.054		
58	0.453	0.438	0.436	0.457	0.510	0.619	0.862	148	0.093	0.066	0.052	0.045	0.042	0.043	0.047		
60	0.448	0.433	0.430	0.449	0.500	0.606	0.841	150	0.085	0.058	0.045	0.039	0.037	0.037	0.040		
62	0.444	0.427	0.423	0.441	0.490	0.593	0.819	152	0.077	0.051	0.039	0.034	0.031	0.031	0.034		
64	0.439	0.421	0.417	0.433	0.480	0.579	0.796	154	0.069	0.045	0.034	0.029	0.027	0.026	0.028		
66	0.433	0.415	0.409	0.425	0.470	0.565	0.774	156	0.061	0.039	0.029	0.024	0.022	0.022	0.023		
68	0.428	0.409	0.402	0.416	0.459	0.551	0.751	158	0.054	0.033	0.024	0.020	0.018	0.018	0.019		
70	0.422	0.402	0.395	0.407	0.449	0.537	0.728	160	0.047	0.027	0.020	0.016	0.014	0.014	0.015		
72	0.416	0.396	0.387	0.399	0.438	0.522	0.705	162	0.040	0.022	0.016	0.013	0.011	0.011	0.011		
74	0.410	0.389	0.379	0.389	0.427	0.507	0.682	164	0.034	0.017	0.012	0.010	0.009	0.008	0.008		
76	0.404	0.381	0.371	0.380	0.415	0.493	0.659	166	0.028	0.013	0.009	0.007	0.006	0.006	0.006		
78	0.397	0.374	0.363	0.371	0.404	0.478	0.636	168	0.022	0.010	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004		
80	0.391	0.366	0.354	0.361	0.393	0.463	0.613	170	0.017	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003		
82	0.384	0.359	0.346	0.351	0.381	0.447	0.590	172	0.012	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001		
84	0.376	0.351	0.337	0.341	0.369	0.432	0.568	174	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
86	0.369	0.342	0.328	0.332	0.357	0.417	0.545	176	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
88	0.361	0.334	0.319	0.321	0.346	0.402	0.522	178	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		

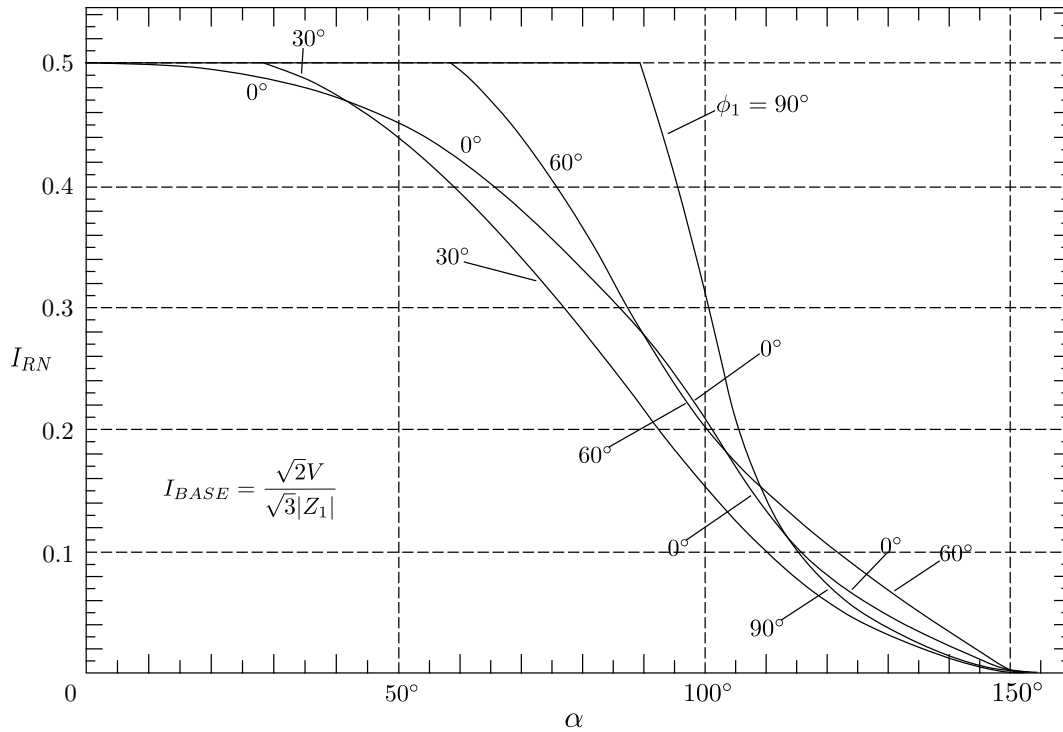


Figura 1: Corrente eficaz normalizada por tiristor de um controlador CA trifásico em estrela.



Prova 2
29 de junho de 2022

Nome:

Número USP:

						X	Y	Z

ATENÇÃO: O valor das questões está indicado entre parênteses. A interpretação das questões faz parte da sua avaliação. As respostas devem ser assinaladas na última folhas (folhas de respostas), qualquer resposta fora da última folha não será considerada. As questões de verdadeiro e falso assinaladas incorretamente possuem valor negativo igual à metade do que está indicado entre parênteses.

QUESTÃO 1. (1,0) Uma indústria possui fator de potência medido em seu ponto de entrada de 0,7 e a medição da fase da corrente mostra que está 10° atrasada em relação à tensão, sendo que as medidas estão absolutamente corretas. Considere as afirmações: (a) um fator de potência de 0,7 deveria corresponder sempre a uma defasagem de corrente de aproximadamente 45° ; (b) com a utilização de um banco de capacitores na entrada, o fator de potência será maior do que 0,7, pois pode-se deixar a corrente em fase com a tensão; (c) necessariamente a corrente possui componentes harmônicos; (d) a carga apresenta elementos não-lineares; (e) se os valores de corrente e tensão eficazes na entrada forem obtidos, é possível calcular a potência média consumida na indústria. Assinale a alternativa correta:

- A A afirmação (a) está correta.
 B A afirmação (b) e a (d) estão corretas.
 C Não se pode afirmar (e) só com essas medidas e o fator de potência.
 D A afirmação (d) está incorreta.
 E A afirmação (c) está incorreta.
 F *N. d. a.*

QUESTÃO 2 (0,5/-0,25) Desde que se saiba o valor eficaz (RMS) de uma fonte de tensão em corrente alternada, qualquer que seja sua forma de onda, o valor eficaz (RMS) da corrente é dado pela tensão eficaz dividida pelo módulo da impedância ($|Z|$).

- A V B F

QUESTÃO 3 (0,5) Uma fonte CA com somente harmônicos ímpares alimenta uma determinada carga. A corrente medida nessa carga apresenta somente harmônicos múltiplos de dois; dessa forma, pode-se afirmar:

- A A carga elimina o primeiro e o segundo harmônico da tensão, causando sobreposição no segundo, quarto, etc.
 B A carga é a responsável pelos harmônicos múltiplos de 2.
 C A carga não está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte.
 D Essa condição é impossível.
 E A carga é um filtro ressonante e está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte, anulando essa componente e seus múltiplos.

QUESTÃO 4 (1,0) Um conversor tipo *boost* é utilizado para alimentar um circuito de 5V a partir de uma bateria de 3,1V. O indutor possui uma resistência de $(300 + 55 \cdot X)m\Omega$ e é a única resistência não desprezível do circuito. Calcule a potência entregue à fonte de 5V no ponto de operação onde a fonte de 3,1V gera $(4 + 0,1 \cdot Y)W$. Considere o indutor grande o suficiente para que as ondulações de corrente no mesmo sejam consideradas desprezíveis.



QUESTÃO 5 (0,5/-0,25) Para transferir energia de uma fonte de tensão mais baixa para uma fonte de tensão mais alta, foi empregado um *chopper* de 2 quadrantes, mas poderia ser empregado um *chopper* de segundo quadrante.

- A F B V

QUESTÃO 6 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **instantânea** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A F B V

QUESTÃO 7 (0,5/-0,25) Um *chopper* de dois quadrantes pode ter corrente média maior que zero, menor que zero e zero. Dessa forma, ao ser utilizado alimentar um motor CC, pode fazer o mesmo girar nos dois sentidos de rotação.

- A F B V

QUESTÃO 8 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **média** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A F B V

QUESTÃO 9 (0,5/-0,25) Um *chopper* de 4 quadrantes quando conectado a um motor CC pode realizar motorização e geração em quaisquer sentidos de rotação.

- A V B F

QUESTÃO 10 (1,0) Um conversor tipo *Buck* possui uma tensão de entrada de $(25 + Y)V$ e é utilizado para alimentar um circuito de $5V$ que consome $(3 + 0,1 \cdot Z)A$. O indutor possui uma resistência desprezível, juntamente com as chaves, e a ondulação de corrente nesse indutor é de $(1 + 0,1 \cdot X)A$. Calcule o valor do capacitor que deve ser utilizado para uma ondulação de tensão de $50mV$. A frequência de operação é de $50kHz$.

QUESTÃO 11 (1,0) Um inversor monofásico em ponte completa é alimentado por uma tensão CC de $380V$ operando com onda quadrada de tensão na saída. Uma carga RLC com $R = (10 + Y)\Omega$, $X_{C1} = (10 + Z)\Omega$ e $X_{L1} = (20 + X)\Omega$ (considerando a frequência de operação do inversor de $60Hz$) é conectada em sua saída. Calcule a potência média na carga.

QUESTÃO 12 (0,5/-0,25) A corrente na fase da fonte trifásica que alimenta um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é sempre $\sqrt{3}$ vezes a corrente de fase da carga.

- A V B F

QUESTÃO 13 (0,5) Um retificador monofásico totalmente controlado de um caminho alimenta uma carga com $R = 10\Omega$ e $X_{L1} = 10\Omega$ em uma fonte de $220V$, $60Hz$. O controlador opera em duas situações distintas: na situação 1 é efetuado um disparo em $\alpha = 30^\circ$ e na situação 2 é efetuado um disparo em $\alpha = 45^\circ$, ambos os disparos são efetuados com uma duração de $0,5ms$. Com base nisso, assinale a alternativa correta:

- A As informações para se saber a potência em cada caso são insuficientes.
 B A potência é igual em ambas as situações.
 C A potência na situação 1 é maior que a na situação 2.
 D A potência na situação 1 é menor que a na situação 2.

QUESTÃO 14 (0,5/-0,25) A vantagem de um controlador CA trifásico estrela (Y) em relação a um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é que a corrente nos SCRs tem menor valor de pico.

- A V B F



QUESTÃO 15 (1,0) Um controlador CA trifásico em estrela é utilizado para limitar a partida de um motor de indução trifásico. O motor possui como parâmetros nominais: potência mecânica no eixo de 50kW, fator de potência de 0,87, eficiência de 0,86, em uma rede de 380V. Aproximando-se o modelo do motor para um circuito RL série, calcule o valor do ângulo de disparo a fim de manter a corrente de partida da máquina igual à nominal, sabendo-se que na partida, o valor da resistência do circuito equivalente é um sexto da nominal e a indutância é a metade da nominal.

Formulário

Choppers

Chopper de um quadrante:

$$t_x = \tau \ln \left(1 + \frac{V - V_C}{V_C} (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) \right) + t_{ON} \quad t_{ON}^x = \tau \ln (m(e^{T/\tau} - 1) + 1) \quad (4)$$

Correntes máximas e mínimas (1° e 2°):

$$I_{MAX} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{-t_{ON}/\tau}}{1 - e^{-T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad I_{MIN} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{t_{ON}/\tau}}{1 - e^{T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad (5)$$

Corrente média na fonte V :

$$I = \frac{\tau}{T} \left(I_{MIN} - \frac{V - V_C}{R} \right) (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) + \frac{t_{ON}}{T} \frac{V - V_C}{R} \quad (6)$$

Série de Fourier, condução descontínua:

$$V_o = \delta V + \left(1 - \frac{t_x}{T} \right) V_C \quad a_n = \frac{V}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_{on}) - \frac{V_c}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_x) \quad b_n = \frac{V}{n\pi} \sin n\omega t_{on} - \frac{V_c}{n\pi} \sin n\omega t_x$$

Condução contínua: $c_n = \frac{\sqrt{2}V}{n\pi} \sqrt{1 - \cos n\omega t_{on}}$

Inversores

Séries de Fourier:

$$\text{Onda quadrada: } v_o(\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin n\omega t \quad THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$



Tabela 2: Corrente eficaz normalizada como função do ângulo de disparo (α), com o ângulo da carga (ϕ_1) como parâmetro, para o retificador monofásico controlado de um caminho com carga RL (corrente por tiristor).

α	ϕ_1								α	ϕ_1							
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	0°		15°	30°	45°	60°	75°	90°		
0	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.225	90	0.354	0.326	0.310	0.311	0.334	0.387	0.500		
2	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.224	92	0.346	0.317	0.300	0.301	0.322	0.371	0.478		
4	0.500	0.502	0.518	0.561	0.647	0.820	1.223	94	0.338	0.308	0.291	0.291	0.310	0.356	0.456		
6	0.500	0.502	0.518	0.560	0.647	0.819	1.220	96	0.329	0.299	0.282	0.280	0.298	0.341	0.435		
8	0.500	0.502	0.517	0.559	0.646	0.817	1.217	98	0.321	0.290	0.272	0.270	0.286	0.326	0.413		
10	0.500	0.501	0.517	0.559	0.644	0.815	1.212	100	0.312	0.281	0.262	0.260	0.274	0.312	0.392		
12	0.500	0.501	0.516	0.557	0.643	0.812	1.207	102	0.304	0.272	0.253	0.249	0.262	0.297	0.372		
14	0.499	0.500	0.515	0.556	0.641	0.809	1.201	104	0.295	0.263	0.243	0.239	0.250	0.282	0.352		
16	0.499	0.500	0.514	0.554	0.638	0.805	1.193	106	0.286	0.254	0.233	0.228	0.239	0.268	0.332		
18	0.498	0.499	0.513	0.552	0.635	0.801	1.185	108	0.277	0.244	0.224	0.218	0.227	0.254	0.313		
20	0.498	0.498	0.511	0.550	0.632	0.796	1.176	110	0.268	0.235	0.214	0.208	0.215	0.240	0.294		
22	0.497	0.496	0.509	0.548	0.629	0.791	1.166	112	0.258	0.225	0.204	0.198	0.204	0.227	0.276		
24	0.496	0.495	0.507	0.545	0.625	0.786	1.155	114	0.249	0.216	0.195	0.188	0.193	0.213	0.258		
26	0.495	0.493	0.505	0.542	0.621	0.779	1.143	116	0.240	0.206	0.185	0.178	0.182	0.200	0.241		
28	0.494	0.492	0.503	0.539	0.617	0.773	1.131	118	0.230	0.197	0.176	0.168	0.171	0.187	0.224		
30	0.493	0.490	0.500	0.536	0.612	0.765	1.117	120	0.221	0.187	0.166	0.158	0.160	0.175	0.208		
32	0.491	0.488	0.497	0.532	0.607	0.758	1.103	122	0.212	0.178	0.157	0.148	0.150	0.163	0.192		
34	0.490	0.485	0.494	0.528	0.601	0.750	1.088	124	0.202	0.169	0.148	0.139	0.140	0.151	0.177		
36	0.488	0.483	0.491	0.523	0.595	0.741	1.073	126	0.193	0.159	0.139	0.130	0.130	0.140	0.163		
38	0.486	0.480	0.487	0.519	0.589	0.732	1.056	128	0.183	0.150	0.130	0.121	0.120	0.129	0.149		
40	0.483	0.477	0.483	0.514	0.583	0.722	1.039	130	0.174	0.141	0.121	0.112	0.111	0.118	0.136		
42	0.481	0.473	0.479	0.508	0.576	0.713	1.022	132	0.165	0.132	0.112	0.103	0.102	0.108	0.124		
44	0.478	0.470	0.474	0.503	0.569	0.702	1.004	134	0.155	0.123	0.104	0.095	0.093	0.098	0.112		
46	0.475	0.466	0.470	0.497	0.561	0.691	0.985	136	0.146	0.114	0.096	0.087	0.085	0.089	0.101		
48	0.472	0.462	0.465	0.491	0.553	0.680	0.966	138	0.137	0.106	0.088	0.079	0.077	0.080	0.090		
50	0.469	0.458	0.460	0.485	0.545	0.669	0.946	140	0.128	0.097	0.080	0.072	0.069	0.072	0.080		
52	0.465	0.453	0.454	0.478	0.537	0.657	0.926	142	0.119	0.089	0.072	0.065	0.062	0.064	0.071		
54	0.461	0.449	0.449	0.471	0.528	0.645	0.905	144	0.110	0.081	0.065	0.058	0.055	0.056	0.062		
56	0.457	0.444	0.443	0.464	0.519	0.632	0.884	146	0.102	0.073	0.058	0.051	0.049	0.049	0.054		
58	0.453	0.438	0.436	0.457	0.510	0.619	0.862	148	0.093	0.066	0.052	0.045	0.042	0.043	0.047		
60	0.448	0.433	0.430	0.449	0.500	0.606	0.841	150	0.085	0.058	0.045	0.039	0.037	0.037	0.040		
62	0.444	0.427	0.423	0.441	0.490	0.593	0.819	152	0.077	0.051	0.039	0.034	0.031	0.031	0.034		
64	0.439	0.421	0.417	0.433	0.480	0.579	0.796	154	0.069	0.045	0.034	0.029	0.027	0.026	0.028		
66	0.433	0.415	0.409	0.425	0.470	0.565	0.774	156	0.061	0.039	0.029	0.024	0.022	0.022	0.023		
68	0.428	0.409	0.402	0.416	0.459	0.551	0.751	158	0.054	0.033	0.024	0.020	0.018	0.018	0.019		
70	0.422	0.402	0.395	0.407	0.449	0.537	0.728	160	0.047	0.027	0.020	0.016	0.014	0.014	0.015		
72	0.416	0.396	0.387	0.399	0.438	0.522	0.705	162	0.040	0.022	0.016	0.013	0.011	0.011	0.011		
74	0.410	0.389	0.379	0.389	0.427	0.507	0.682	164	0.034	0.017	0.012	0.010	0.009	0.008	0.008		
76	0.404	0.381	0.371	0.380	0.415	0.493	0.659	166	0.028	0.013	0.009	0.007	0.006	0.006	0.006		
78	0.397	0.374	0.363	0.371	0.404	0.478	0.636	168	0.022	0.010	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004		
80	0.391	0.366	0.354	0.361	0.393	0.463	0.613	170	0.017	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003		
82	0.384	0.359	0.346	0.351	0.381	0.447	0.590	172	0.012	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001		
84	0.376	0.351	0.337	0.341	0.369	0.432	0.568	174	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
86	0.369	0.342	0.328	0.332	0.357	0.417	0.545	176	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
88	0.361	0.334	0.319	0.321	0.346	0.402	0.522	178	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		

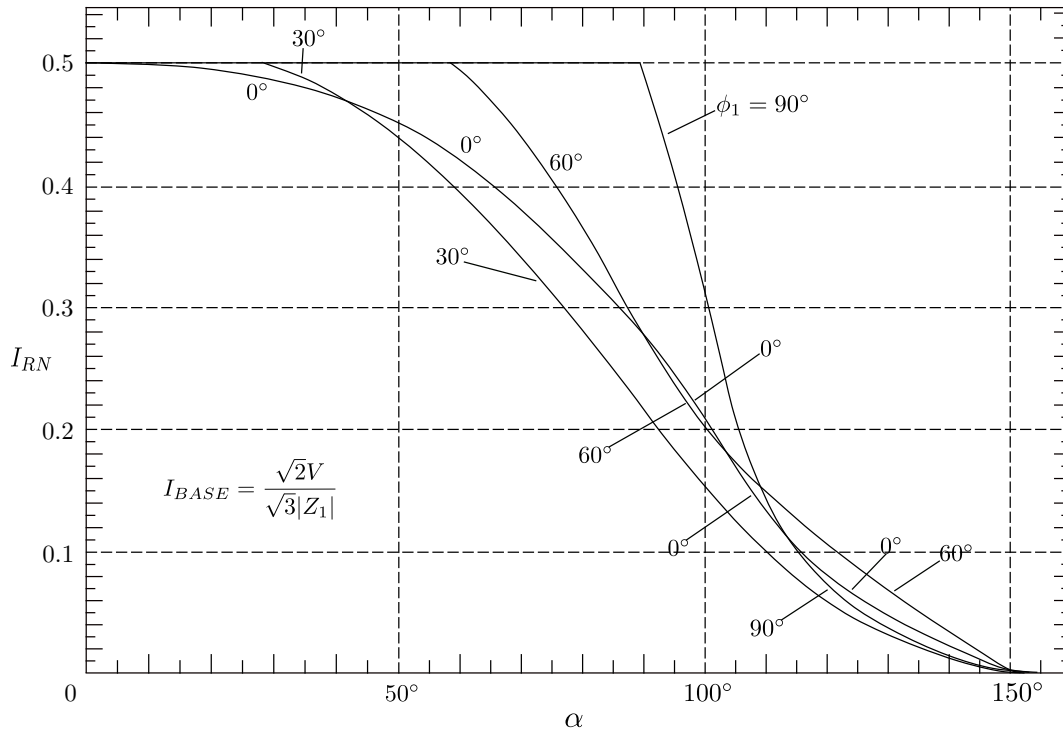


Figura 1: Corrente eficaz normalizada por tiristor de um controlador CA trifásico em estrela.



Prova 2
29 de junho de 2022

Nome:

Número USP:

						X	Y	Z

ATENÇÃO: O valor das questões está indicado entre parênteses. A interpretação das questões faz parte da sua avaliação. As respostas devem ser assinaladas na última folhas (folhas de respostas), qualquer resposta fora da última folha não será considerada. As questões de verdadeiro e falso assinaladas incorretamente possuem valor negativo igual à metade do que está indicado entre parênteses.

QUESTÃO 1. (1,0) Uma indústria possui fator de potência medido em seu ponto de entrada de 0,7 e a medição da fase da corrente mostra que está 10° atrasada em relação à tensão, sendo que as medidas estão absolutamente corretas. Considere as afirmações: (a) um fator de potência de 0,7 deveria corresponder sempre a uma defasagem de corrente de aproximadamente 45° ; (b) com a utilização de um banco de capacitores na entrada, o fator de potência será maior do que 0,7, pois pode-se deixar a corrente em fase com a tensão; (c) necessariamente a corrente possui componentes harmônicos; (d) a carga apresenta elementos não-lineares; (e) se os valores de corrente e tensão eficazes na entrada forem obtidos, é possível calcular a potência média consumida na indústria. Assinale a alternativa correta:

- A A afirmação (a) está correta.
 B A afirmação (b) e a (d) estão corretas.
 C Não se pode afirmar (e) só com essas medidas e o fator de potência.
 D A afirmação (d) está incorreta.
 E A afirmação (c) está incorreta.
 F *N. d. a.*

QUESTÃO 2 (0,5) Uma fonte CA com somente harmônicos ímpares alimenta uma determinada carga. A corrente medida nessa carga apresenta somente harmônicos múltiplos de dois; dessa forma, pode-se afirmar:

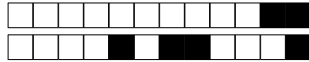
- A A carga é um filtro ressonante e está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte, anulando essa componente e seus múltiplos.
 B A carga elimina o primeiro e o segundo harmônico da tensão, causando sobreposição no segundo, quarto, etc.
 C Essa condição é impossível.
 D A carga não está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte.
 E A carga é a responsável pelos harmônicos múltiplos de 2.

QUESTÃO 3 (0,5/-0,25) Desde que se saiba o valor eficaz (RMS) de uma fonte de tensão em corrente alternada, qualquer que seja sua forma de onda, o valor eficaz (RMS) da corrente é dado pela tensão eficaz dividida pelo módulo da impedância ($|Z|$).

- A V B F

QUESTÃO 4 (0,5/-0,25) Um *chopper* de dois quadrantes pode ter corrente média maior que zero, menor que zero e zero. Dessa forma, ao ser utilizado alimentar um motor CC, pode fazer o mesmo girar nos dois sentidos de rotação.

- A V B F



QUESTÃO 5 (0,5/-0,25) Um *chopper* de 4 quadrantes quando conectado a um motor CC pode realizar motorização e geração em quaisquer sentidos de rotação.

- A F B V

QUESTÃO 6 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **média** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A F B V

QUESTÃO 7 (1,0) Um conversor tipo *boost* é utilizado para alimentar um circuito de 5V a partir de uma bateria de 3,1V. O indutor possui uma resistência de $(300 + 55 \cdot X)$ m Ω e é a única resistência não desprezível do circuito. Calcule a potência entregue à fonte de 5V no ponto de operação onde a fonte de 3,1V gera $(4 + 0,1 \cdot Y)$ W. Considere o indutor grande o suficiente para que as ondulações de corrente no mesmo sejam consideradas desprezíveis.

QUESTÃO 8 (0,5/-0,25) Para transferir energia de uma fonte de tensão mais baixa para uma fonte de tensão mais alta, foi empregado um *chopper* de 2 quadrantes, mas poderia ser empregado um *chopper* de segundo quadrante.

- A V B F

QUESTÃO 9 (1,0) Um conversor tipo *Buck* possui uma tensão de entrada de $(25 + Y)$ V e é utilizado para alimentar um circuito de 5V que consome $(3 + 0,1 \cdot Z)$ A. O indutor possui uma resistência desprezível, juntamente com as chaves, e a ondulação de corrente nesse indutor é de $(1 + 0,1 \cdot X)$ A. Calcule o valor do capacitor que deve ser utilizado para uma ondulação de tensão de 50mV. A frequência de operação é de 50kHz.

QUESTÃO 10 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **instantânea** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A V B F

QUESTÃO 11 (1,0) Um inversor monofásico em ponte completa é alimentado por uma tensão CC de 380V operando com onda quadrada de tensão na saída. Uma carga RLC com $R = (10 + Y)\Omega$, $X_{C1} = (10 + Z)\Omega$ e $X_{L1} = (20 + X)\Omega$ (considerando a frequência de operação do inversor de 60Hz) é conectada em sua saída. Calcule a potência média na carga.

QUESTÃO 12 (0,5/-0,25) A corrente na fase da fonte trifásica que alimenta um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é sempre $\sqrt{3}$ vezes a corrente de fase da carga.

- A F B V

QUESTÃO 13 (0,5/-0,25) A vantagem de um controlador CA trifásico estrela (Y) em relação a um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é que a corrente nos SCRs tem menor valor de pico.

- A V B F

QUESTÃO 14 (0,5) Um retificador monofásico totalmente controlado de um caminho alimenta uma carga com $R = 10\Omega$ e $X_{L1} = 10\Omega$ em uma fonte de 220V, 60Hz. O controlador opera em duas situações distintas: na situação 1 é efetuado um disparo em $\alpha = 30^\circ$ e na situação 2 é efetuado um disparo em $\alpha = 45^\circ$, ambos os disparos são efetuados com uma duração de 0,5ms. Com base nisso, assinale a alternativa correta:

- A A potência na situação 1 é menor que a na situação 2.
 B A potência é igual em ambas as situações.
 C As informações para se saber a potência em cada caso são insuficientes.
 D A potência na situação 1 é maior que a na situação 2.



QUESTÃO 15 (1,0) Um controlador CA trifásico em estrela é utilizado para limitar a partida de um motor de indução trifásico. O motor possui como parâmetros nominais: potência mecânica no eixo de 50kW, fator de potência de 0,87, eficiência de 0,86, em uma rede de 380V. Aproximando-se o modelo do motor para um circuito RL série, calcule o valor do ângulo de disparo a fim de manter a corrente de partida da máquina igual à nominal, sabendo-se que na partida, o valor da resistência do circuito equivalente é um sexto da nominal e a indutância é a metade da nominal.

Formulário

Choppers

Chopper de um quadrante:

$$t_x = \tau \ln \left(1 + \frac{V - V_C}{V_C} (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) \right) + t_{ON} \quad t_{ON}^x = \tau \ln (m(e^{T/\tau} - 1) + 1) \quad (7)$$

Correntes máximas e mínimas (1° e 2°):

$$I_{MAX} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{-t_{ON}/\tau}}{1 - e^{-T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad I_{MIN} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{t_{ON}/\tau}}{1 - e^{T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad (8)$$

Corrente média na fonte V :

$$I = \frac{\tau}{T} \left(I_{MIN} - \frac{V - V_C}{R} \right) (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) + \frac{t_{ON}}{T} \frac{V - V_C}{R} \quad (9)$$

Série de Fourier, condução descontínua:

$$V_o = \delta V + \left(1 - \frac{t_x}{T} \right) V_C \quad a_n = \frac{V}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_{on}) - \frac{V_c}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_x) \quad b_n = \frac{V}{n\pi} \sin n\omega t_{on} - \frac{V_c}{n\pi} \sin n\omega t_x$$

Condução contínua: $c_n = \frac{\sqrt{2}V}{n\pi} \sqrt{1 - \cos n\omega t_{on}}$

Inversores

Séries de Fourier:

$$\text{Onda quadrada: } v_o(\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin n\omega t \quad THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$



Tabela 3: Corrente eficaz normalizada como função do ângulo de disparo (α), com o ângulo da carga (ϕ_1) como parâmetro, para o retificador monofásico controlado de um caminho com carga RL (corrente por tiristor).

α	ϕ_1								α	ϕ_1							
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	0°		15°	30°	45°	60°	75°	90°		
0	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.225	90	0.354	0.326	0.310	0.311	0.334	0.387	0.500		
2	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.224	92	0.346	0.317	0.300	0.301	0.322	0.371	0.478		
4	0.500	0.502	0.518	0.561	0.647	0.820	1.223	94	0.338	0.308	0.291	0.291	0.310	0.356	0.456		
6	0.500	0.502	0.518	0.560	0.647	0.819	1.220	96	0.329	0.299	0.282	0.280	0.298	0.341	0.435		
8	0.500	0.502	0.517	0.559	0.646	0.817	1.217	98	0.321	0.290	0.272	0.270	0.286	0.326	0.413		
10	0.500	0.501	0.517	0.559	0.644	0.815	1.212	100	0.312	0.281	0.262	0.260	0.274	0.312	0.392		
12	0.500	0.501	0.516	0.557	0.643	0.812	1.207	102	0.304	0.272	0.253	0.249	0.262	0.297	0.372		
14	0.499	0.500	0.515	0.556	0.641	0.809	1.201	104	0.295	0.263	0.243	0.239	0.250	0.282	0.352		
16	0.499	0.500	0.514	0.554	0.638	0.805	1.193	106	0.286	0.254	0.233	0.228	0.239	0.268	0.332		
18	0.498	0.499	0.513	0.552	0.635	0.801	1.185	108	0.277	0.244	0.224	0.218	0.227	0.254	0.313		
20	0.498	0.498	0.511	0.550	0.632	0.796	1.176	110	0.268	0.235	0.214	0.208	0.215	0.240	0.294		
22	0.497	0.496	0.509	0.548	0.629	0.791	1.166	112	0.258	0.225	0.204	0.198	0.204	0.227	0.276		
24	0.496	0.495	0.507	0.545	0.625	0.786	1.155	114	0.249	0.216	0.195	0.188	0.193	0.213	0.258		
26	0.495	0.493	0.505	0.542	0.621	0.779	1.143	116	0.240	0.206	0.185	0.178	0.182	0.200	0.241		
28	0.494	0.492	0.503	0.539	0.617	0.773	1.131	118	0.230	0.197	0.176	0.168	0.171	0.187	0.224		
30	0.493	0.490	0.500	0.536	0.612	0.765	1.117	120	0.221	0.187	0.166	0.158	0.160	0.175	0.208		
32	0.491	0.488	0.497	0.532	0.607	0.758	1.103	122	0.212	0.178	0.157	0.148	0.150	0.163	0.192		
34	0.490	0.485	0.494	0.528	0.601	0.750	1.088	124	0.202	0.169	0.148	0.139	0.140	0.151	0.177		
36	0.488	0.483	0.491	0.523	0.595	0.741	1.073	126	0.193	0.159	0.139	0.130	0.130	0.140	0.163		
38	0.486	0.480	0.487	0.519	0.589	0.732	1.056	128	0.183	0.150	0.130	0.121	0.120	0.129	0.149		
40	0.483	0.477	0.483	0.514	0.583	0.722	1.039	130	0.174	0.141	0.121	0.112	0.111	0.118	0.136		
42	0.481	0.473	0.479	0.508	0.576	0.713	1.022	132	0.165	0.132	0.112	0.103	0.102	0.108	0.124		
44	0.478	0.470	0.474	0.503	0.569	0.702	1.004	134	0.155	0.123	0.104	0.095	0.093	0.098	0.112		
46	0.475	0.466	0.470	0.497	0.561	0.691	0.985	136	0.146	0.114	0.096	0.087	0.085	0.089	0.101		
48	0.472	0.462	0.465	0.491	0.553	0.680	0.966	138	0.137	0.106	0.088	0.079	0.077	0.080	0.090		
50	0.469	0.458	0.460	0.485	0.545	0.669	0.946	140	0.128	0.097	0.080	0.072	0.069	0.072	0.080		
52	0.465	0.453	0.454	0.478	0.537	0.657	0.926	142	0.119	0.089	0.072	0.065	0.062	0.064	0.071		
54	0.461	0.449	0.449	0.471	0.528	0.645	0.905	144	0.110	0.081	0.065	0.058	0.055	0.056	0.062		
56	0.457	0.444	0.443	0.464	0.519	0.632	0.884	146	0.102	0.073	0.058	0.051	0.049	0.049	0.054		
58	0.453	0.438	0.436	0.457	0.510	0.619	0.862	148	0.093	0.066	0.052	0.045	0.042	0.043	0.047		
60	0.448	0.433	0.430	0.449	0.500	0.606	0.841	150	0.085	0.058	0.045	0.039	0.037	0.037	0.040		
62	0.444	0.427	0.423	0.441	0.490	0.593	0.819	152	0.077	0.051	0.039	0.034	0.031	0.031	0.034		
64	0.439	0.421	0.417	0.433	0.480	0.579	0.796	154	0.069	0.045	0.034	0.029	0.027	0.026	0.028		
66	0.433	0.415	0.409	0.425	0.470	0.565	0.774	156	0.061	0.039	0.029	0.024	0.022	0.022	0.023		
68	0.428	0.409	0.402	0.416	0.459	0.551	0.751	158	0.054	0.033	0.024	0.020	0.018	0.018	0.019		
70	0.422	0.402	0.395	0.407	0.449	0.537	0.728	160	0.047	0.027	0.020	0.016	0.014	0.014	0.015		
72	0.416	0.396	0.387	0.399	0.438	0.522	0.705	162	0.040	0.022	0.016	0.013	0.011	0.011	0.011		
74	0.410	0.389	0.379	0.389	0.427	0.507	0.682	164	0.034	0.017	0.012	0.010	0.009	0.008	0.008		
76	0.404	0.381	0.371	0.380	0.415	0.493	0.659	166	0.028	0.013	0.009	0.007	0.006	0.006	0.006		
78	0.397	0.374	0.363	0.371	0.404	0.478	0.636	168	0.022	0.010	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004		
80	0.391	0.366	0.354	0.361	0.393	0.463	0.613	170	0.017	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003		
82	0.384	0.359	0.346	0.351	0.381	0.447	0.590	172	0.012	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001		
84	0.376	0.351	0.337	0.341	0.369	0.432	0.568	174	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
86	0.369	0.342	0.328	0.332	0.357	0.417	0.545	176	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
88	0.361	0.334	0.319	0.321	0.346	0.402	0.522	178	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		

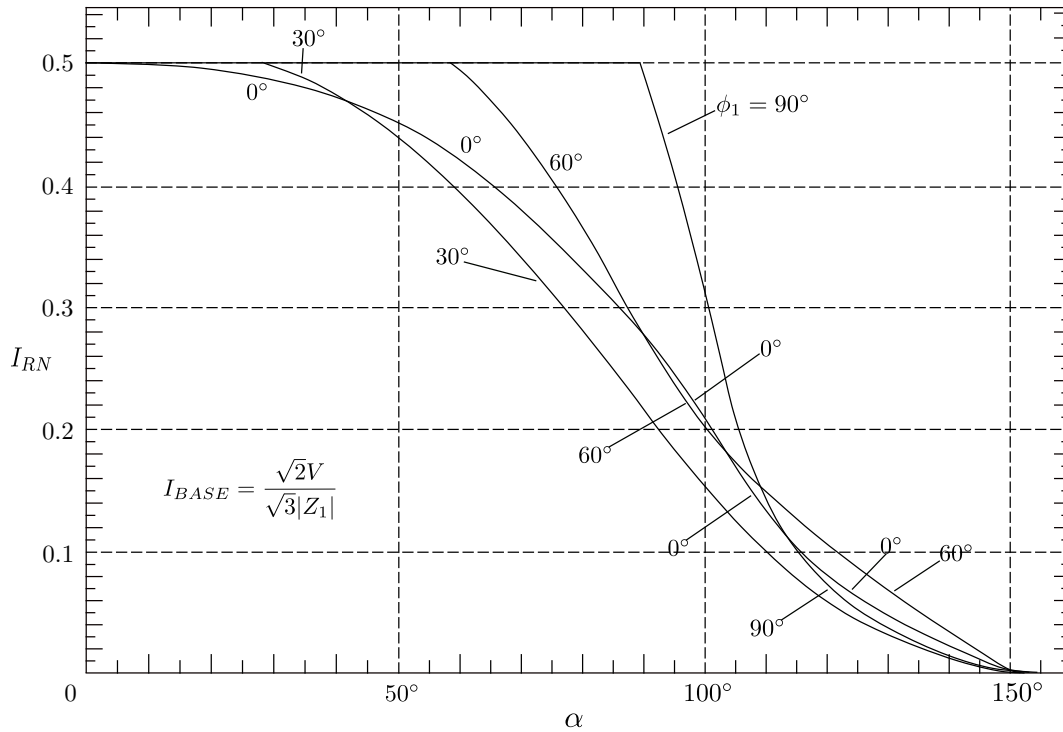


Figura 1: Corrente eficaz normalizada por tiristor de um controlador CA trifásico em estrela.



Folha de Respostas		Nome: _____
SEL0401	Eletrônica de Potência	Número USP: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X Y Z
P2	29/06/2022	

As respostas devem ser assinaladas exclusivamente nesta página: respostas assinaladas em outras páginas serão desconsideradas.

Question 1: A B C D E F

Question 2: A B C D E

Question 3: A B

Question 4: A B

Question 5: A B

Question 6: A B

Question 7: W C

Question 8: A B

Question 9: W C

Question 10: A B

Question 11: W C

Question 12: A B

Question 13: A B

Question 14: A B C D

Question 15: W C



Prova 2
29 de junho de 2022

Nome:

Número USP:

						X	Y	Z

ATENÇÃO: O valor das questões está indicado entre parênteses. A interpretação das questões faz parte da sua avaliação. As respostas devem ser assinaladas na última folhas (folhas de respostas), qualquer resposta fora da última folha não será considerada. As questões de verdadeiro e falso assinaladas incorretamente possuem valor negativo igual à metade do que está indicado entre parênteses.

QUESTÃO 1 (0,5) Uma fonte CA com somente harmônicos ímpares alimenta uma determinada carga. A corrente medida nessa carga apresenta somente harmônicos múltiplos de dois; dessa forma, pode-se afirmar:

- A A carga é a responsável pelos harmônicos múltiplos de 2.
- B A carga elimina o primeiro e o segundo harmônico da tensão, causando sobreposição no segundo, quarto, etc.
- C A carga é um filtro ressonante e está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte, anulando essa componente e seus múltiplos.
- D Essa condição é impossível.
- E A carga não está em ressonância com a fundamental da tensão da fonte.

QUESTÃO 2 (0,5/-0,25) Desde que se saiba o valor eficaz (RMS) de uma fonte de tensão em corrente alternada, qualquer que seja sua forma de onda, o valor eficaz (RMS) da corrente é dado pela tensão eficaz dividida pelo módulo da impedância ($|Z|$).

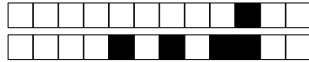
- A V
- B F

QUESTÃO 3. (1,0) Uma indústria possui fator de potência medido em seu ponto de entrada de 0,7 e a medição da fase da corrente mostra que está 10° atrasada em relação à tensão, sendo que as medidas estão absolutamente corretas. Considere as afirmações: (a) um fator de potência de 0,7 deveria corresponder sempre a uma defasagem de corrente de aproximadamente 45° ; (b) com a utilização de um banco de capacitores na entrada, o fator de potência será maior do que 0,7, pois pode-se deixar a corrente em fase com a tensão; (c) necessariamente a corrente possui componentes harmônicos; (d) a carga apresenta elementos não-lineares; (e) se os valores de corrente e tensão eficazes na entrada forem obtidos, é possível calcular a potência média consumida na indústria. Assinale a alternativa correta:

- A A afirmação (a) está correta.
- B Não se pode afirmar (e) só com essas medidas e o fator de potência.
- C A afirmação (b) e a (d) estão corretas.
- D A afirmação (d) está incorreta.
- E A afirmação (c) está incorreta.
- F N. d. a.

QUESTÃO 4 (0,5/-0,25) Um *chopper* de dois quadrantes pode ter corrente média maior que zero, menor que zero e zero. Dessa forma, ao ser utilizado alimentar um motor CC, pode fazer o mesmo girar nos dois sentidos de rotação.

- A V
- B F



QUESTÃO 5 (0,5/-0,25) Um *chopper* de 4 quadrantes quando conectado a um motor CC pode realizar motorização e geração em quaisquer sentidos de rotação.

- A F B V

QUESTÃO 6 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **média** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A F B V

QUESTÃO 7 (0,5/-0,25) Para transferir energia de uma fonte de tensão mais baixa para uma fonte de tensão mais alta, foi empregado um *chopper* de 2 quadrantes, mas poderia ser empregado um *chopper* de segundo quadrante.

- A V B F

QUESTÃO 8 (1,0) Um conversor tipo *boost* é utilizado para alimentar um circuito de 5V a partir de uma bateria de 3,1V. O indutor possui uma resistência de $(300 + 55 \cdot X)$ m Ω e é a única resistência não desprezível do circuito. Calcule a potência entregue à fonte de 5V no ponto de operação onde a fonte de 3,1V gera $(4 + 0,1 \cdot Y)$ W. Considere o indutor grande o suficiente para que as ondulações de corrente no mesmo sejam consideradas desprezíveis.

QUESTÃO 9 (0,5/-0,25) Se um *chopper* de 2 quadrantes operar sempre com a corrente **instantânea** maior que zero, então pode-se substituí-lo por um *chopper* de apenas um quadrante, sendo que não haverá nenhuma diferença de operação.

- A V B F

QUESTÃO 10 (1,0) Um conversor tipo *Buck* possui uma tensão de entrada de $(25 + Y)$ V e é utilizado para alimentar um circuito de 5V que consome $(3 + 0,1 \cdot Z)$ A. O indutor possui uma resistência desprezível, juntamente com as chaves, e a ondulação de corrente nesse indutor é de $(1 + 0,1 \cdot X)$ A. Calcule o valor do capacitor que deve ser utilizado para uma ondulação de tensão de 50mV. A frequência de operação é de 50kHz.

QUESTÃO 11 (1,0) Um inversor monofásico em ponte completa é alimentado por uma tensão CC de 380V operando com onda quadrada de tensão na saída. Uma carga RLC com $R = (10 + Y)\Omega$, $X_{C1} = (10 + Z)\Omega$ e $X_{L1} = (20 + X)\Omega$ (considerando a frequência de operação do inversor de 60Hz) é conectada em sua saída. Calcule a potência média na carga.

QUESTÃO 12 (0,5/-0,25) A vantagem de um controlador CA trifásico estrela (Y) em relação a um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é que a corrente nos SCRs tem menor valor de pico.

- A V B F

QUESTÃO 13 (0,5) Um retificador monofásico totalmente controlado de um caminho alimenta uma carga com $R = 10\Omega$ e $X_{L1} = 10\Omega$ em uma fonte de 220V, 60Hz. O controlador opera em duas situações distintas: na situação 1 é efetuado um disparo em $\alpha = 30^\circ$ e na situação 2 é efetuado um disparo em $\alpha = 45^\circ$, ambos os disparos são efetuados com uma duração de 0,5ms. Com base nisso, assinale a alternativa correta:

- A A potência na situação 1 é menor que a na situação 2.
 B A potência é igual em ambas as situações.
 C As informações para se saber a potência em cada caso são insuficientes.
 D A potência na situação 1 é maior que a na situação 2.

QUESTÃO 14 (0,5/-0,25) A corrente na fase da fonte trifásica que alimenta um controlador CA trifásico triângulo (Δ) é sempre $\sqrt{3}$ vezes a corrente de fase da carga.

- A V B F



QUESTÃO 15 (1,0) Um controlador CA trifásico em estrela é utilizado para limitar a partida de um motor de indução trifásico. O motor possui como parâmetros nominais: potência mecânica no eixo de 50kW, fator de potência de 0,87, eficiência de 0,86, em uma rede de 380V. Aproximando-se o modelo do motor para um circuito RL série, calcule o valor do ângulo de disparo a fim de manter a corrente de partida da máquina igual à nominal, sabendo-se que na partida, o valor da resistência do circuito equivalente é um sexto da nominal e a indutância é a metade da nominal.

Formulário

Choppers

Chopper de um quadrante:

$$t_x = \tau \ln \left(1 + \frac{V - V_C}{V_C} (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) \right) + t_{ON} \quad t_{ON}^x = \tau \ln (m(e^{T/\tau} - 1) + 1) \quad (10)$$

Correntes máximas e mínimas (1° e 2°):

$$I_{MAX} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{-t_{ON}/\tau}}{1 - e^{-T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad I_{MIN} = \frac{V}{R} \frac{1 - e^{t_{ON}/\tau}}{1 - e^{T/\tau}} - \frac{V_C}{R} \quad (11)$$

Corrente média na fonte V :

$$I = \frac{\tau}{T} \left(I_{MIN} - \frac{V - V_C}{R} \right) (1 - e^{-t_{ON}/\tau}) + \frac{t_{ON}}{T} \frac{V - V_C}{R} \quad (12)$$

Série de Fourier, condução descontínua:

$$V_o = \delta V + \left(1 - \frac{t_x}{T} \right) V_C \quad a_n = \frac{V}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_{on}) - \frac{V_c}{n\pi} (1 - \cos n\omega t_x) \quad b_n = \frac{V}{n\pi} \sin n\omega t_{on} - \frac{V_c}{n\pi} \sin n\omega t_x$$

Condução contínua: $c_n = \frac{\sqrt{2}V}{n\pi} \sqrt{1 - \cos n\omega t_{on}}$

Inversores

Séries de Fourier:

$$\text{Onda quadrada: } v_o(\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin n\omega t \quad THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$



Tabela 4: Corrente eficaz normalizada como como função do ângulo de disparo (α), com o ângulo da carga (ϕ_1) como parâmetro, para o retificador monofásico controlado de um caminho com carga RL (corrente por tiristor).

α	ϕ_1								α	ϕ_1							
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	0°		15°	30°	45°	60°	75°	90°		
0	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.225	90	0.354	0.326	0.310	0.311	0.334	0.387	0.500		
2	0.500	0.502	0.518	0.561	0.648	0.821	1.224	92	0.346	0.317	0.300	0.301	0.322	0.371	0.478		
4	0.500	0.502	0.518	0.561	0.647	0.820	1.223	94	0.338	0.308	0.291	0.291	0.310	0.356	0.456		
6	0.500	0.502	0.518	0.560	0.647	0.819	1.220	96	0.329	0.299	0.282	0.280	0.298	0.341	0.435		
8	0.500	0.502	0.517	0.559	0.646	0.817	1.217	98	0.321	0.290	0.272	0.270	0.286	0.326	0.413		
10	0.500	0.501	0.517	0.559	0.644	0.815	1.212	100	0.312	0.281	0.262	0.260	0.274	0.312	0.392		
12	0.500	0.501	0.516	0.557	0.643	0.812	1.207	102	0.304	0.272	0.253	0.249	0.262	0.297	0.372		
14	0.499	0.500	0.515	0.556	0.641	0.809	1.201	104	0.295	0.263	0.243	0.239	0.250	0.282	0.352		
16	0.499	0.500	0.514	0.554	0.638	0.805	1.193	106	0.286	0.254	0.233	0.228	0.239	0.268	0.332		
18	0.498	0.499	0.513	0.552	0.635	0.801	1.185	108	0.277	0.244	0.224	0.218	0.227	0.254	0.313		
20	0.498	0.498	0.511	0.550	0.632	0.796	1.176	110	0.268	0.235	0.214	0.208	0.215	0.240	0.294		
22	0.497	0.496	0.509	0.548	0.629	0.791	1.166	112	0.258	0.225	0.204	0.198	0.204	0.227	0.276		
24	0.496	0.495	0.507	0.545	0.625	0.786	1.155	114	0.249	0.216	0.195	0.188	0.193	0.213	0.258		
26	0.495	0.493	0.505	0.542	0.621	0.779	1.143	116	0.240	0.206	0.185	0.178	0.182	0.200	0.241		
28	0.494	0.492	0.503	0.539	0.617	0.773	1.131	118	0.230	0.197	0.176	0.168	0.171	0.187	0.224		
30	0.493	0.490	0.500	0.536	0.612	0.765	1.117	120	0.221	0.187	0.166	0.158	0.160	0.175	0.208		
32	0.491	0.488	0.497	0.532	0.607	0.758	1.103	122	0.212	0.178	0.157	0.148	0.150	0.163	0.192		
34	0.490	0.485	0.494	0.528	0.601	0.750	1.088	124	0.202	0.169	0.148	0.139	0.140	0.151	0.177		
36	0.488	0.483	0.491	0.523	0.595	0.741	1.073	126	0.193	0.159	0.139	0.130	0.130	0.140	0.163		
38	0.486	0.480	0.487	0.519	0.589	0.732	1.056	128	0.183	0.150	0.130	0.121	0.120	0.129	0.149		
40	0.483	0.477	0.483	0.514	0.583	0.722	1.039	130	0.174	0.141	0.121	0.112	0.111	0.118	0.136		
42	0.481	0.473	0.479	0.508	0.576	0.713	1.022	132	0.165	0.132	0.112	0.103	0.102	0.108	0.124		
44	0.478	0.470	0.474	0.503	0.569	0.702	1.004	134	0.155	0.123	0.104	0.095	0.093	0.098	0.112		
46	0.475	0.466	0.470	0.497	0.561	0.691	0.985	136	0.146	0.114	0.096	0.087	0.085	0.089	0.101		
48	0.472	0.462	0.465	0.491	0.553	0.680	0.966	138	0.137	0.106	0.088	0.079	0.077	0.080	0.090		
50	0.469	0.458	0.460	0.485	0.545	0.669	0.946	140	0.128	0.097	0.080	0.072	0.069	0.072	0.080		
52	0.465	0.453	0.454	0.478	0.537	0.657	0.926	142	0.119	0.089	0.072	0.065	0.062	0.064	0.071		
54	0.461	0.449	0.449	0.471	0.528	0.645	0.905	144	0.110	0.081	0.065	0.058	0.055	0.056	0.062		
56	0.457	0.444	0.443	0.464	0.519	0.632	0.884	146	0.102	0.073	0.058	0.051	0.049	0.049	0.054		
58	0.453	0.438	0.436	0.457	0.510	0.619	0.862	148	0.093	0.066	0.052	0.045	0.042	0.043	0.047		
60	0.448	0.433	0.430	0.449	0.500	0.606	0.841	150	0.085	0.058	0.045	0.039	0.037	0.037	0.040		
62	0.444	0.427	0.423	0.441	0.490	0.593	0.819	152	0.077	0.051	0.039	0.034	0.031	0.031	0.034		
64	0.439	0.421	0.417	0.433	0.480	0.579	0.796	154	0.069	0.045	0.034	0.029	0.027	0.026	0.028		
66	0.433	0.415	0.409	0.425	0.470	0.565	0.774	156	0.061	0.039	0.029	0.024	0.022	0.022	0.023		
68	0.428	0.409	0.402	0.416	0.459	0.551	0.751	158	0.054	0.033	0.024	0.020	0.018	0.018	0.019		
70	0.422	0.402	0.395	0.407	0.449	0.537	0.728	160	0.047	0.027	0.020	0.016	0.014	0.014	0.015		
72	0.416	0.396	0.387	0.399	0.438	0.522	0.705	162	0.040	0.022	0.016	0.013	0.011	0.011	0.011		
74	0.410	0.389	0.379	0.389	0.427	0.507	0.682	164	0.034	0.017	0.012	0.010	0.009	0.008	0.008		
76	0.404	0.381	0.371	0.380	0.415	0.493	0.659	166	0.028	0.013	0.009	0.007	0.006	0.006	0.006		
78	0.397	0.374	0.363	0.371	0.404	0.478	0.636	168	0.022	0.010	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004		
80	0.391	0.366	0.354	0.361	0.393	0.463	0.613	170	0.017	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003		
82	0.384	0.359	0.346	0.351	0.381	0.447	0.590	172	0.012	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001		
84	0.376	0.351	0.337	0.341	0.369	0.432	0.568	174	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
86	0.369	0.342	0.328	0.332	0.357	0.417	0.545	176	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
88	0.361	0.334	0.319	0.321	0.346	0.402	0.522	178	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		

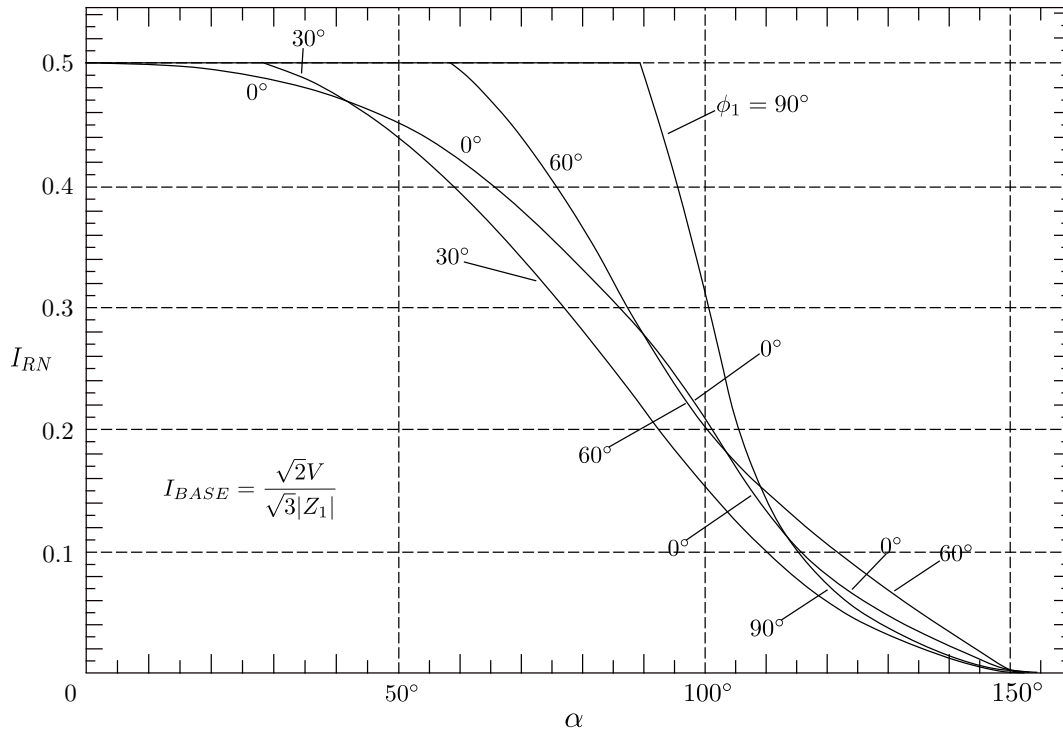


Figura 1: Corrente eficaz normalizada por tiristor de um controlador CA trifásico em estrela.



Folha de Respostas		Nome: _____
SEL0401	Eletrônica de Potência	Número USP: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X Y Z
P2	29/06/2022	

As respostas devem ser assinaladas exclusivamente nesta página: respostas assinaladas em outras páginas serão desconsideradas.

Question 1: A B C D E

Question 2: A B

Question 3: A B C D E F

Question 4: A B

Question 5: A B

Question 6: A B

Question 7: A B

Question 8: W C

Question 9: A B

Question 10: W C

Question 11: W C

Question 12: A B

Question 13: A B C D

Question 14: A B

Question 15: W C