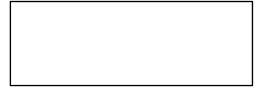




INSTRUÇÕES ADICIONAIS

- Cada questão possui suas próprias folhas para resposta ao longo do caderno de prova. Por isso, resoluções de questões fora dos locais ou espaços designados serão desconsideradas.
- As folhas de rascunho estão disponibilizadas no final deste caderno de prova.



Questão 1

A Figura 1 apresenta um circuito elétrico puramente resistivo, alimentado por uma fonte de corrente contínua (CC).

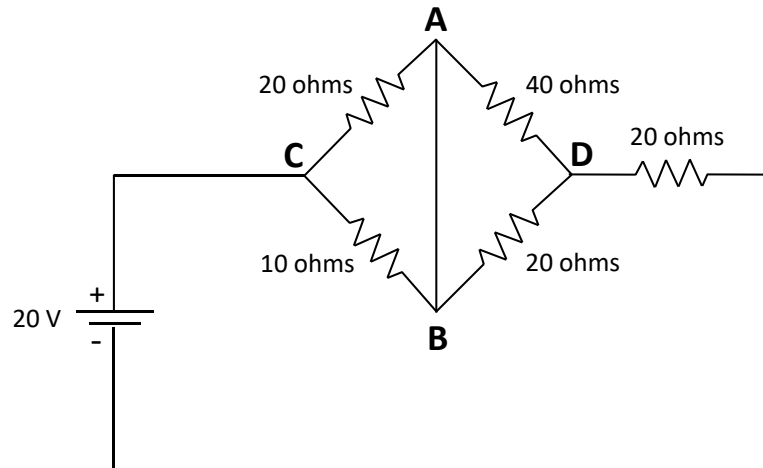


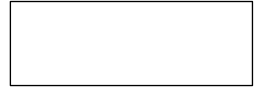
Figura 1 – Circuito elétrico CC

Com base neste circuito (Figura 1):

- (1,0 pontos)** Determine as correntes elétricas nos trechos entre os pontos A-B, C-A e B-D, em ampères.
- (0,5 pontos)** Substitua tudo, exceto o resistor de 20 ohms do trecho C-A, pelo seu circuito equivalente de Thévenin. Com o circuito equivalente obtido, recalcule a corrente no trecho C-A.
- (0,5 pontos)** Substitua tudo, exceto o resistor de 20 ohms do trecho B-D, pelo seu circuito equivalente de Thévenin. Com o circuito equivalente obtido, recalcule a corrente no trecho B-D.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA



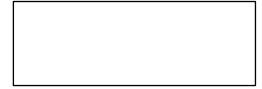
Questão 2

Considere um transformador monofásico de 20 kVA, 8000/240 V e 60 Hz, cujos dados dos ensaios a vazio e curto-circuito estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaios a vazio e curto-circuito do transformador

Ensaio a Vazio	Ensaio de Curto-Circuito
$V_0 = 240 \text{ V}$	$V_{CC} = 489 \text{ V}$
$I_0 = 7,133 \text{ A}$	$I_{CC} = 2,5 \text{ A}$
$P_0 = 400 \text{ W}$	$P_{CC} = 240 \text{ W}$

- (0,4 pontos)** Descreva em qual dos lados do transformador, alta tensão (AT) ou baixa tensão (BT), os ensaios a vazio e curto-circuito devem ser realizados na prática, assim como as motivações para tais escolhas.
- (0,4 pontos)** Determine todos os parâmetros deste transformador em função dos ensaios a vazio e curto-circuito da Tabela 1. Desenhe o circuito equivalente com todos os parâmetros obtidos referidos ao lado de BT.
- (0,4 pontos)** Considere que este transformador atende seu carregamento nominal com uma carga de fator de potência igual a 0,8 (atrasado). Determine a eficiência aproximada do transformador para esta condição operativa.
- (0,4 pontos)** Determine os valores de impedância base, tensão base, corrente base e potência base para o transformador supracitado. Para isso, considere os seus valores nominais.
- (0,4 pontos)** Considere que três transformadores monofásicos iguais ao do enunciado são utilizados para compor um banco trifásico Y- Δ . Determine as características nominais do banco trifásico (tensão e potência), a defasagem angular estabelecida entre as tensões AT e BT (em módulo), assim como a sua relação de transformação.



Questão 3

Considere um gerador síncrono trifásico de polos lisos, 10 MVA, 14 kV, 60 Hz, conectado em estrela. Na Figura 2, encontram-se as curvas características de circuito aberto (CCA) e de curto-circuito (CCC) desta máquina síncrona.

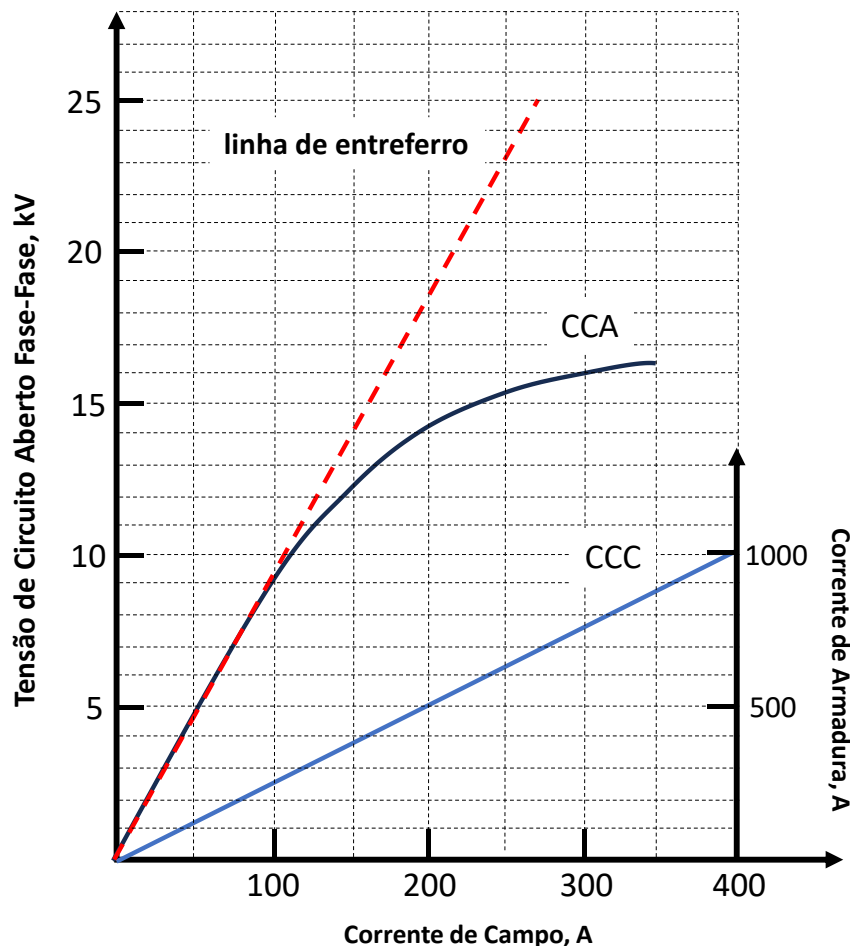
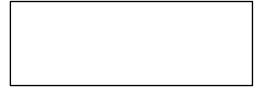


Figura 2 – Curvas características de circuito aberto (CCA) e de curto-circuito (CCC) do gerador síncrono

- (0,4 pontos)** Esboce a estrutura de uma máquina síncrona trifásica elementar, mostrando a disposição de seus enrolamentos de estator e rotor. Responda também onde ficam localizados os seus enrolamentos de campo e armadura.
- (0,4 pontos)** Calcule os valores das reatâncias síncronas não-saturada e saturada (para condição de tensão nominal) deste gerador, em ohms e em por unidade (pu).
- (0,4 pontos)** Considerando que o gerador supracitado possui 10 polos, determine em qual rotação o seu eixo deve girar para produzir a frequência de 60 Hz. Apresente o resultado em rotações por minuto, e em rad/s. Determine também quantos ciclos da tensão produzida são completos para cada ciclo de rotação mecânica realizada pelo eixo do rotor.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

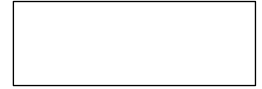


Questão 3 (continuação)

- d) **(0,4 pontos)** Considere que uma carga indutiva está conectada nos terminais deste gerador. Represente de forma qualitativa o diagrama fasorial completo para a máquina síncrona operando nesta condição de carregamento. Indique coerentemente os seguintes componentes: Corrente de armadura (I_a); Tensão interna gerada (E_f); Tensão terminal (V_t); Ângulo de carga da máquina síncrona (δ); Ângulo de fase da corrente (θ).
- e) **(0,4 pontos)** Quando este gerador é conectado a um barramento infinito com tensão fase-neutro igual a 8,08 kV e entrega sua potência nominal a um fator de potência de 0,8 atrasado, sua tensão interna gerada por fase é igual a 13,34 kV. Desconsiderando-se todas as perdas da máquina, determine o seu ângulo de carga para este cenário, assim como a máxima potência que este gerador pode entregar ao barramento infinito.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA



Questão 4

Considere um determinado sistema elétrico de potência composto por quatro barras e quatro ramos, conforme descrição nas Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 – Dados de linha do sistema de potência

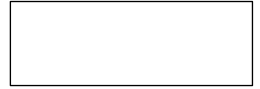
Linhas	Impedância série	b_{shunt} (total)	1:tap
1 – 2	y_{12}	b_{12}	-
1 – 3	y_{13}	-	-
2 – 3	y_{23}	-	-
2 – 4	y_{24}	-	1:t

Tabela 3 – Dados de barra do sistema de potência

Barra	P	Q	V	fase
1	-	-	V_1	θ_1
2	P_2	Q_2	-	-
3	P_3	-	V_3	-
4	P_4	Q_4	-	-

Considerando, ainda, a solução do Fluxo de Carga pelo método de Newton-Raphson, pede-se:

- (0,4 pontos)** Desenhe o diagrama unifilar do sistema elétrico de potência representado pelas tabelas 2 e 3, acima.
- (0,4 pontos)** A matriz Y_{barra} do sistema.
- (0,4 pontos)** A montagem do sistema de equações do subsistema 1, ou seja, $\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = J \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V \end{bmatrix}$, sendo J a matriz jacobiana. Na matriz jacobiana, indicar apenas as derivadas parciais envolvidas.
- (0,4 pontos)** A classificação das quatro barras do sistema, e suas descrições, tendo em vista os dados conhecidos de cada uma delas.
- (0,4 pontos)** Indicar as equações que serão calculadas no subsistema 2.



Questão 5

O circuito na Figura 3 é um conversor *boost* (elevador), com tensão de entrada $V_s = 5\text{ V}$. A tensão média de saída é $V_o = 15\text{ V}$ e a corrente de média da carga $I_o = 0,5\text{ A}$, em uma frequência de chaveamento de 25 kHz . Para $L = 150\text{ }\mu\text{H}$ e $C = 220\text{ }\mu\text{F}$, em regime permanente, faça o que se pede:

- (1,0 ponto)** Descreva como é o funcionamento de um conversor elevador.
- (0,5 pontos)** Determine o ciclo de trabalho D , dado pela razão do tempo em que o MOSFET G está conduzindo pelo seu período de chaveamento, para que o conversor entregue a tensão e a corrente enunciadas.
- (0,5 pontos)** Assumindo que o circuito não tem perdas nas chaves (MOSFET e diodo), determine a corrente média da fonte V_s .

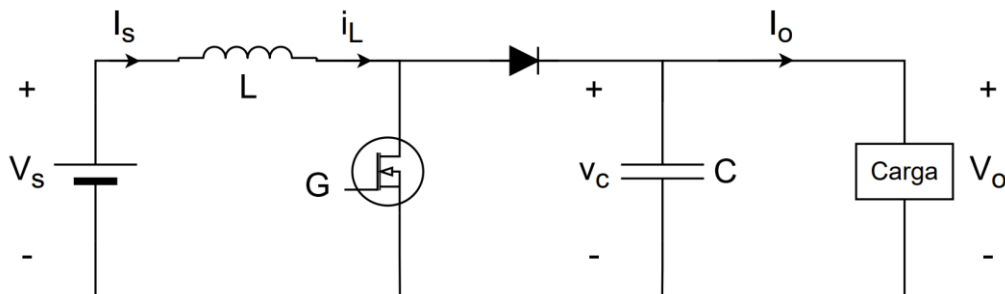
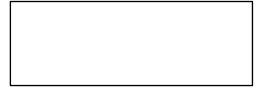


Figura 3 – Circuito de um conversor *boost*.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA



FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 1

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page. This area is intended for the candidate to write their answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

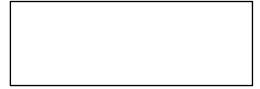


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 1

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page. This area is intended for the candidate to write their answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

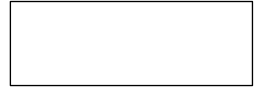


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 1

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

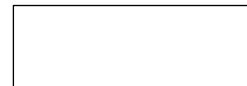


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 2

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

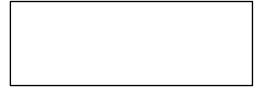


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 2

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

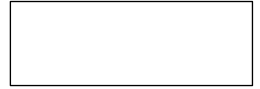


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 2

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

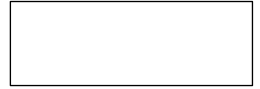


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 2

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

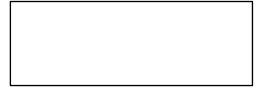


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 3

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA



FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 3

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page. This area is intended for the candidate to write their answer to Question 3.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

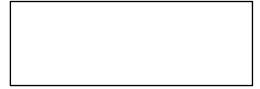


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 3

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

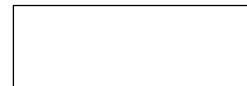


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 3

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page. This area is intended for the candidate to write their answer to Question 3.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

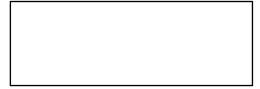


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 4

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

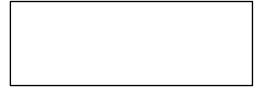


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 4

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

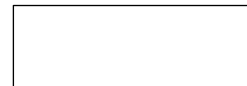


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 4

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

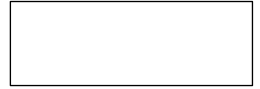


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 5

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

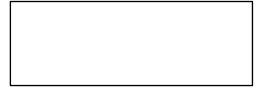


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 5

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page, intended for the student's answer to the question.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

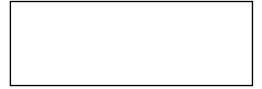


FOLHA DE RESPOSTA – QUESTÃO 5

A large, empty rectangular frame with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the candidate to write their answer to Question 5.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

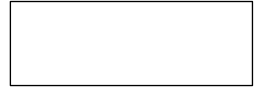


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

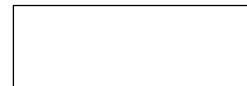


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

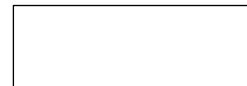


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA



FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

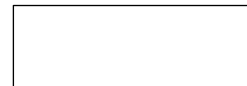


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

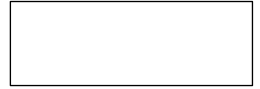


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

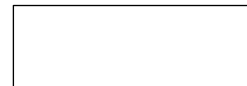


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

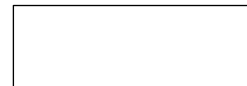


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA

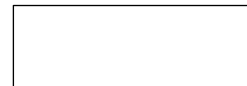


FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENADORIA DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo
CAMPUS NOVA FRIBURGO – ENGENHARIA ELÉTRICA



FOLHA DE RASCUNHO

RASCUNHO