

**PADRÃO DE RESPOSTA DAS QUESTÕES DISCURSIVAS****ENGENHARIA DE  
CONTROLE E AUTOMAÇÃO****QUESTÃO DISCURSIVA 1**

Os desafios da mobilidade urbana associam-se à necessidade de desenvolvimento urbano sustentável. A ONU define esse desenvolvimento como aquele que assegura qualidade de vida, incluídos os componentes ecológicos, culturais, políticos, institucionais, sociais e econômicos que não comprometam a qualidade de vida das futuras gerações.

O espaço urbano brasileiro é marcado por inúmeros problemas cotidianos e por várias contradições. Uma das grandes questões em debate diz respeito à mobilidade urbana, uma vez que o momento é de motorização dos deslocamentos da população, por meio de transporte coletivo e individual.

Considere os dados do seguinte quadro.

Mobilidade urbana em cidade com mais de 500 mil habitantes		
Modalidade	Tipologia	Porcentagem (%)
Não motorizado	A pé	15,9
	Bicicleta	2,7
Motorizado coletivo	Ônibus municipal	22,2
	Ônibus metropolitano	4,5
	Metroferroviário	25,1
Motorizado individual	Automóvel	27,5
	Motocicleta	2,1

Tendo em vista o texto e o quadro de mobilidade urbana apresentados, redija um texto dissertativo, contemplando os seguintes aspectos:

- consequências, para o desenvolvimento sustentável, do uso mais frequente do transporte motorizado; (valor: 5,0 pontos)
- duas ações de intervenção que contribuam para a consolidação de política pública de incremento ao uso de bicicleta na cidade mencionada, assegurando-se o desenvolvimento sustentável. (valor: 5,0 pontos)

**PADRÃO DE RESPOSTA**

O estudante deve redigir um texto dissertativo, em que:

- aborde pelo menos duas das seguintes consequências:

- aumento da emissão de poluentes atmosféricos;
- aumento da emissão de gases de efeito estufa ( $\text{CO}_2$  – dióxido de carbono,  $\text{CO}$  – monóxido de carbono,  $\text{O}_3$  – ozônio);
- aumento da poluição visual e sonora;
- aumento da temperatura local e global;
- aumento do consumo de combustíveis;
- aumento de problemas de saúde (cardíaco, respiratório, dermatológico);
- aumento da frota de veículos promovendo congestionamentos urbanos;
- diminuição de áreas verdes;
- desmatamento;

- aumento das áreas impermeabilizadas resultando em enchentes, diminuição da infiltração da água e recarga de lençóis freáticos;
- elevação dos custos de manutenção das cidades (metroferrovias, rodovias, tratamento de água, limpeza da cidade, etc);
- necessidade de ampliação de vias trafegáveis;
- necessidade de ampliação de áreas de estacionamento.

b) aborde duas das seguintes intervenções:

- construção de vias exclusivas para bicicletas (ciclovias e ciclofaixas);
- proposição de formas de integração entre o transporte por bicicletas, o metroviário e os ônibus coletivos, a fim de garantir segurança e conforto em momentos de adversidades climáticas e relevo acidentado;
- pontos de aluguel e/ou empréstimo de bicicleta;
- construção de bicicletários;
- investimento na segurança pública;
- políticas de incentivo ao uso de bicicleta (educação ambiental, qualidade de vida, saúde, propaganda);
- implementação de políticas de crédito e de redução do custo das bicicletas.

## QUESTÃO DISCURSIVA 2

---

Três jovens de 19 anos de idade, moradores de rua, foram presos em flagrante, nesta quarta-feira, por terem atado fogo em um jovem de 17 anos, guardador de carros. O motivo, segundo a 14.<sup>a</sup> DP, foi uma “briga por ponto”. Um motorista deu “um trocado” ao menor, o que irritou os três moradores de rua, que também guardavam carros no local. O menor foi levado ao Hospital das Clínicas (HC) por PMs que passavam pelo local. Segundo o HC, ele teve queimaduras leves no ombro esquerdo, foi medicado e, em seguida, liberado. Os indiciados podem pegar de 12 a 30 anos de prisão, se ficar comprovado que a intenção era matar o menor. Caso contrário, conforme a 14.<sup>a</sup> DP, os três poderão pegar de um a três anos de cadeia.

Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 28 jul. 2013 (adaptado).

A partir da situação narrada, elabore um texto dissertativo sobre violência urbana, apresentando:

- a) análise de duas causas do tipo de violência descrita no texto; (valor: 7,0 pontos)
- b) dois fatores que contribuiriam para se evitar o fato descrito na notícia. (valor: 3,0 pontos)

### PADRÃO DE RESPOSTA

O estudante deve redigir um texto dissertativo, em que:

a) aborde duas das seguintes causas:

- problemas relacionados à educação (baixa escolaridade, evasão escolar, qualidade da educação, distanciamento entre a escola e a realidade social, tempo de permanência na escola);
- desigualdades socioculturais (gênero, etnia, economia, etc);
- desemprego e falta de qualificação profissional;
- precariedade da segurança pública;
- uso de drogas;
- desvalorização da vida humana;
- banalização da violência;
- sensação de impunidade;
- ausência de políticas sociais;
- degradação da vida urbana;
- desconhecimento e/ou desrespeito aos direitos humanos e constitucionais;
- desestruturação familiar;
- desvalorização de princípios éticos e morais.

b) mencione dois dos seguintes fatores:

- políticas de segurança mais efetivas;
- políticas públicas de melhoria das condições socioeconômicas;
- maior consciência cidadã e respeito à vida;
- melhor distribuição de renda;
- melhoria da educação (aumento da escolaridade, redução da evasão escolar, qualidade da educação, aproximação entre a escola e a realidade social, aumento do tempo de permanência na escola);

- aumento da oferta de emprego e melhoria da qualificação profissional;
- medidas preventivas ao uso de drogas;
- maior eficácia do sistema judiciário;
- revisão da legislação penal;
- valorização de princípios éticos, morais e familiares.

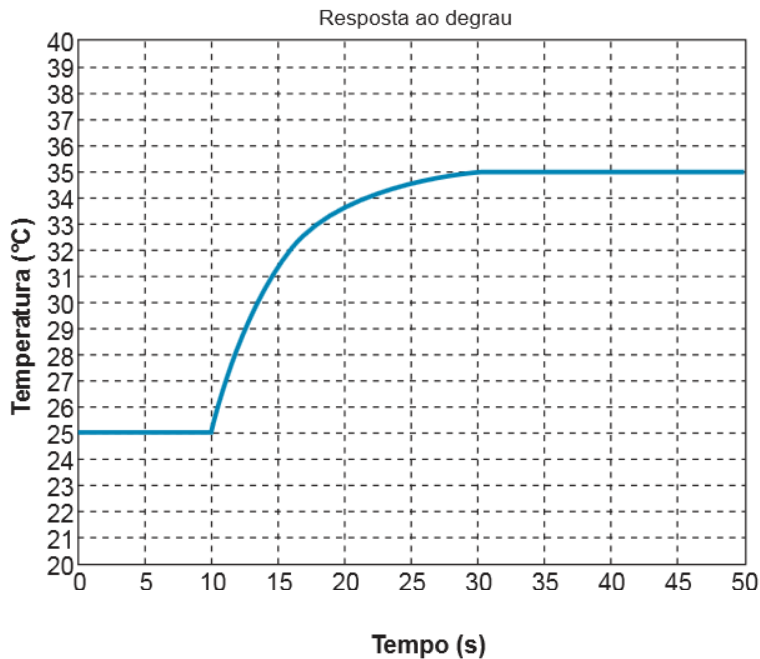
Observação: as respostas a esse item devem se pautar na Portaria Inep nº 255, de 02 de junho de 2014, onde se lê:

*Art. 3º No componente de Formação Geral serão considerados os seguintes elementos integrantes do perfil profissional: atitude ética; comprometimento social; compreensão de temas que transcendam ao ambiente próprio de sua formação, relevantes para a realidade social; espírito científico, humanístico e reflexivo; capacidade de análise crítica e integradora da realidade; e aptidão para socializar conhecimentos em vários contextos e públicos diferenciados.*

### QUESTÃO DISCURSIVA 3

Considere um chuveiro elétrico no qual a temperatura da água pode ser selecionada pelo usuário entre a temperatura ambiente e 50 °C. A resistência do chuveiro dissipa energia elétrica em forma de calor para aquecer a água, e é alimentada por um conversor CA/CC, de modo que a tensão pode ser alterada, variando, assim, a potência.

Para levantar a característica dinâmica do sistema, um engenheiro aplicou um degrau de 0 V a 40 V no instante 10 segundos, com vazão de água constante, obtendo a resposta de temperatura mostrada na figura a seguir. Pode-se observar que, inicialmente, a água está em temperatura ambiente.



Resposta ao degrau do sistema em malha aberta não controlado.

Posteriormente, o engenheiro decidiu implementar um controle de temperatura em malha fechada utilizando um compensador proporcional-integral:  $G_c(s) = K_p + K_i/s$ .

Com base nos dados apresentados, e considerando que o sistema é linear e de primeira ordem, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Obtenha a função de transferência de malha aberta (sem o controlador) que relaciona a tensão de entrada com a temperatura de saída. (valor: 6,0 pontos)
- Qual é o efeito da ação integradora do compensador no sistema em malha fechada? (valor: 4,0 pontos)

### PADRÃO DE RESPOSTA

- Com base na figura, o estudante deve reconhecer que a resposta pode ser aproximada por um sistema de 1ª ordem, cuja função de transferência é a seguinte:

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

Para calcular o ganho K basta visualizar a amplitude da variação da saída (10 °C) dividida pela variação da entrada (40 V), resultando em

$$K = \frac{35-25}{40-0} = 0,25 \text{ } ^\circ\text{C/V}$$

A constante de tempo pode ser obtida observando o tempo que a resposta demora para atingir aproximadamente 63% do valor final:

$$0,63(35 - 25) + 25 = 31,3 \text{ } ^\circ\text{C},$$

pois a excursão é de 10 °C e o valor inicial é 25 °C.

Assim, a constante de tempo resulta:

$$\tau = 15 \text{ s (tempo para } 31,3 \text{ } ^\circ\text{C)} - 10 \text{ s (tempo inicial)} = 5 \text{ s.}$$

Esse valor também poderia ser obtido reconhecendo que um sistema de 1ª ordem demora cinco constantes de tempo para atingir praticamente 100% da resposta final:

$$5 \tau = 35 - 10 \therefore \tau = 5 \text{ s}$$

Assim, a função de transferência na forma final é:

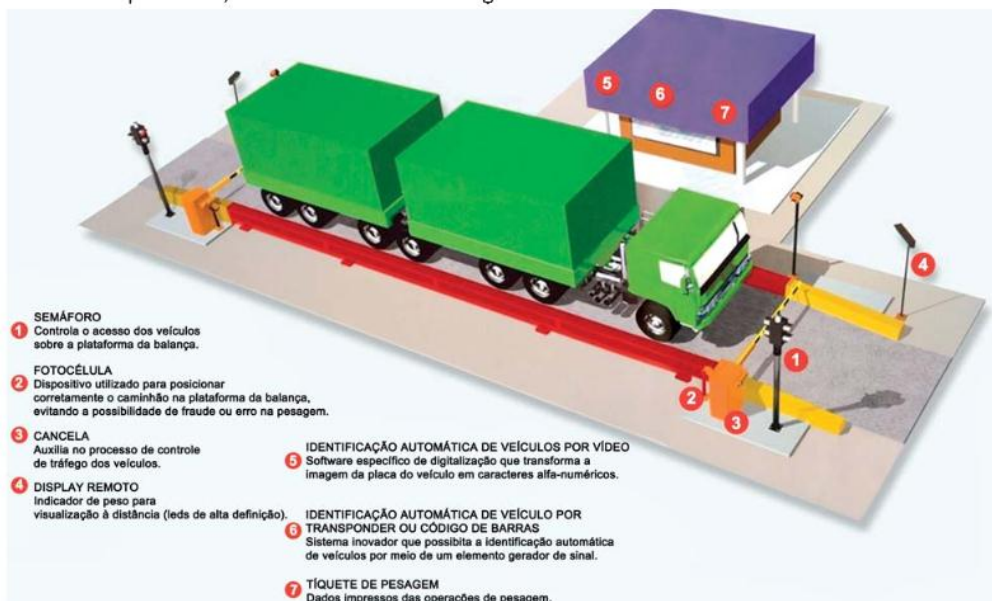
$$G(s) = \frac{T(s)}{V(s)} = \frac{0,25}{5s + 1} = \frac{0,05}{s + 0,2}$$

b) A ação integradora anula o erro estacionário.

A característica fundamental da ação integradora, em sistemas de controle estáveis, é a tendência de minimização do erro estacionário (em regime permanente) para entrada em degrau. Neste caso, um sistema de 1ª ordem estável em malha aberta, quando a malha é fechada com um controlador PI, utilizando realimentação unitária, o sistema resultante é estável, e elimina o erro estacionário para a entrada em degrau.

#### QUESTÃO DISCURSIVA 4

Em determinada rodovia, a pesagem obrigatória de caminhões é realizada por balanças automatizadas. Além da plataforma e do indicador como itens básicos da balança rodoviária, o sistema de pesagem é constituído por diversos componentes, conforme ilustrado na figura abaixo.



Balança para pesagem do caminhão.

Disponível em: <<http://balancasacores.com.br>>. Acesso em: 29 jul.2014 (adaptado).

No momento da pesagem, o caminhão desloca-se por uma pequena inclinação e acomoda-se para que a medição seja realizada e registrada. Assim, do solo até a acomodação do caminhão, o sinal aplicado à balança pode ser aproximado por um degrau unitário.

Suponha que o caminhão de uma empresa de transporte de cargas tenha passado por duas balanças em uma rodovia com pesagem automatizada. O gerente da empresa constatou que o caminhão havia sido multado na segunda balança, após ter sido liberado pela primeira. Para recorrer da multa, solicitou-se parecer de um perito com relação ao sistema de controle de pesagem das balanças. Para análise e emissão do laudo, o perito recebeu do fabricante da balança a sua função de transferência, representada por:

$$\frac{\text{indicaobalanca}(s)}{\text{pesocaminhao}(s)} = \frac{16}{s^2 + 4s + 16}$$

Suponha, ainda, que a empresa responsável pela manutenção do sistema de aquisição de dados informou ao perito que, na primeira balança, o peso é adquirido 3 s após a entrada do caminhão e, na segunda balança, 1,2 s após a entrada do veículo. Considere que, no percurso entre as balanças, não houve variação de carga no caminhão, que as diferenças causadas pelo consumo de combustível são desprezíveis e que o peso é fixado após a acomodação do sistema.



Com base na situação proposta, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Demonstre a partir de qual instante de tempo se garante que a medida das balanças estará adequada. (valor: 6,0 pontos)
- b) Na qualidade de perito contratado, apresente seu parecer para o caso, justificando-o com base em dados técnicos. (valor: 4,0 pontos)

Considere as seguintes informações complementares:

Função de transferência normalizada de um sistema de 2ª ordem:

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta \omega_n s + \omega_n^2}$$

Sobressinal máximo:  $M_p = \frac{e^{-\zeta\pi}}{\sqrt{1-\zeta^2}}$

Tempo de pico:  $t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$

Tempo de acomodação:  $t_s = \frac{4}{\zeta \omega_n}$

### PADRÃO DE RESPOSTA

a) Comparando a função de transferência da balança com a equação característica de um sistema de 2º ordem:

$$\omega_n^2 = 16$$

Logo,  $\omega_n = 4$  rd/s e  $2\zeta \omega_n = 4$ .

Portanto,  $\zeta = 0,5$ .

Desta forma, o tempo de acomodação pode ser obtido:

$$t_s = 4 / (\zeta \omega_n) = 2 \text{ s}$$

Portanto, a partir de 2 s, a medida estará adequada.

b) O sistema de pesagem da balança apresenta medida confiável após o tempo de acomodação do sistema, que é de 2 s. Como a medida da segunda balança é realizada após 1,2 s, que é menor que o tempo de acomodação do sistema, a medida obtida desta balança não é confiável. Por outro lado, a medida da primeira balança é adequada, pois é realizada após 3 s, que é maior que o tempo de acomodação da balança.

Portanto, a multa emitida é indevida, uma vez que o valor medido pela segunda balança não é confiável.



### QUESTÃO DISCURSIVA 5

Considere que em uma célula de produção de determinada fábrica opera-se todos os dias em 3 turnos (4 funcionários, um por turno e um para revesamento) para executar os planos de produção de uma família de peças. O proprietário da fábrica, que possui conhecimento na área de automação, está avaliando a hipótese de substituir os funcionários da célula de produção por um robô manipulador. A instalação é composta por um centro de usinagem CNC e por um sistema de visão, sendo 160 cm a distância entre os respectivos pontos de manipulação. O peso das peças produzidas varia de 2 kgf a 5 kgf e optou-se pela utilização de um braço robótico equipado com uma garra pneumática de 1,5 kgf.

O quadro a seguir apresenta as principais características de modelos robóticos disponíveis no mercado.

Robô	Capacidade de Carga (kgf)	Alcance (m)	Eixos	Custo (R\$)
Modelo A	6	0,700	6	67 000,00
Modelo B	6	1,632	6	75 000,00
Modelo C	7	0,911	6	87 000,00
Modelo D	7	1,632	6	104 000,00
Modelo E	10	1,450	5	124 000,00

Em relação ao caso apresentado, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Indique o modelo mais econômico que seja adequado para realizar o transporte de peças entre os dois equipamentos, considerando os dados do quadro e o posicionamento central do robô em relação aos equipamentos e justifique sua escolha. (valor: 3,0 pontos)
- Cite duas vantagens e duas desvantagens relacionadas à substituição do ser humano por robôs em sistemas de produção. (valor: 3,0 pontos).
- Determine o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial, se a taxa mínima de atratividade for igual a zero. Considere que a solução robótica tenha um custo total de R\$ 300 mil (incluindo a aquisição do manipulador e as despesas de instalação), que o custo de operação e manutenção seja de R\$ 40 mil/ano e que a produção anual seja de R\$ 100 mil. Em contrapartida, o custo de cada funcionário já capacitado é de R\$ 15 mil/ano e sua produção anual é de R\$ 80 mil. (valor: 4,0 pontos)

### PADRÃO DE RESPOSTA

- O robô correto é o Modelo C, já que:
  - O alcance mínimo é de  $160 \text{ cm} / 2 = 80 \text{ cm}$
  - A capacidade mínima de carga requerida é de  $5 \text{ kgf (peça)} + 1,5 \text{ kgf (garra)} = 6,5 \text{ kgf}$
  - Dentre os modelos que atendem ambos os critérios, o mais econômico é o Modelo C.

b)

<b><u>Vantagens:</u></b>	<b><u>Desvantagens:</u></b>
Maior produtividade	Só funciona bem para casos bem ajustados
Sem paradas para descanso	Necessita de mão de obra especializada
Pode funcionar 24h	Uma falha pode comprometer o sistema (ou linha)
Executa tarefas perigosas	Necessita de manutenção periódica
Executa tarefas insalubres	Não é tão flexível quanto a mão de obra humana
Executa tarefas com maior precisão	Alto investimento inicial
Executa tarefas com maior qualidade	Apresenta riscos em locais não protegidos
Executa tarefas impossíveis de serem feitas pelo ser humano	Demissão dos funcionários substituídos (que poderão necessitar de requalificação)
Maior capacidade de carga	
Não tem LER (Lesão por Esforço Repetitivo)	
Não há absenteísmo	

c)

Investimento inicial robô = R\$ 300.000,00

Investimento inicial funcionários = 0

Lucro anual manipulador = Produção - Custo = R\$ 100.000,00 - R\$ 40.000,00 = R\$ 60.000,00 / ano

Lucro anual funcionários = Produção - Custo = R\$ 80.000,00 - 4 x R\$ 15.000,00 = R\$ 20.000,00 / ano

VP (Valor Presente) = R\$ 300.000,00

Tempo = VP / (Lucro anual manipulador - Lucro anual funcionários)

Tempo = 300.000 / (60.000 - 20.000) = 7,5 anos