



\* C A D 9 \*

09

**Sinaes**  
Sistema Nacional de Avaliação da  
Educação Superior**enade2023**  
Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

NOVEMBRO | 2023

**ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO****QUESTÃO DISCURSIVA 01**

Na publicação Síntese de Indicadores Sociais, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022, é sistematizado um conjunto de informações sobre a realidade social brasileira. Os indicadores ilustram a heterogeneidade da sociedade sob a perspectiva das desigualdades sociais e, de modo geral, demonstram que todas as Grandes Regiões do Brasil registraram aumento da extrema pobreza em 2021. Pelos critérios do Banco Mundial, cerca de 29,4% da população do Brasil estavam em situação de pobreza e 8,4%, de extrema pobreza, sendo esses os maiores percentuais de ambos os grupos desde o início da série, em 2012. O índice de Gini, indicador que permite analisar o nível de igualdade ou desigualdade de uma região ou de um país, teve seu valor elevado e atingiu o segundo maior patamar da série. Com esses resultados, o Brasil permanece entre os países mais desiguais do mundo. Além disso, a urbanização desigual e acelerada resultou na expansão e no agravamento de diversos problemas socioambientais. São evidentes as desigualdades territoriais no acesso a áreas com infraestrutura adequada nas cidades brasileiras. É na periferia, marcada pela estratificação e segregação socioespacial, que se consolida a exclusão da população vulnerabilizada socioeconomicamente.

Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/35687-em-2021-pobreza-tem-aumento-recorde-e-atinge-62-5-milhoes-de-pessoas-maior-nivel-desde-2012>.  
Acesso em: 9 jun. 2023 (adaptado).

A partir das ideias apresentadas no texto, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Explique a relação entre o perfil da população brasileira atingida pelas desigualdades sociais nas cidades e os fenômenos de risco socioambiental. (valor: 5,0 pontos)
- Apresente duas propostas que possam ser desenvolvidas em bairros periféricos com condições habitacionais precárias, de forma a serem minimizados os riscos socioambientais, e que envolvam ação governamental e participação da comunidade. (valor: 5,0 pontos)

## PADRÃO RESPOSTA

---

a) O estudante deve explicar a relação entre desigualdade social e riscos socioambientais percorrendo o seguinte trajeto teórico-argumentativo:

- Descrever o(s) risco(s) socioambiental(is) que afeta(m) a população com perfil pobre ou extremamente pobre, tais como inundações, deslizamentos de terra, contaminação ambiental, maior vulnerabilidade em relação a doenças, discriminação social e criminalidade, entre outros;
- Descrever o meio (geográfico ou social), como morros, áreas próximas a rios, mangues, espaços marcados pela violência urbana, entre outros, nas cidades brasileiras, como fator de criação ou potencialização das condições de vulnerabilidade e risco aos pobres ou extremamente pobres;
- Estabelecer nexos causais entre pobreza ou extrema pobreza, o meio (geográfico ou social) urbano e a situação de risco socioambiental, relacionando ao perfil socioeconômico da população.

b) O estudante deverá apresentar propostas pertinentes, factíveis e bem desenvolvidas que envolvam ação governamental (federal, estadual/distrital ou municipal) e participação da comunidade a fim de minimizar riscos socioambientais, por exemplo:

- Implantar obras de infraestrutura urbana que envolvam contenção de morros e encostas e promover saneamento básico: serviços regulares de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, coleta e manejo de resíduos sólidos, manejo de águas pluviais, entre outras;
- Desenvolver políticas sociais, como segurança pública, provisão de moradia adequada, com custo acessível, e regularizada do ponto de vista fundiário; promover educação de qualidade, segurança pública, atendimento psicossocial — com especial atenção para grupos em situação de vulnerabilidade — entre outras ações;
- Garantir o acesso dessas comunidades a equipamentos sociais e culturais, bem como a espaços públicos inclusivos e a áreas verdes;
- Elaborar planos estratégicos participativos urbanos e ambientais a serem desenvolvidos nas comunidades em situação de vulnerabilidade.

## QUESTÃO DISCURSIVA 02

O controle de velocidade de uma máquina de corrente contínua (CC) de ímãs permanentes geralmente é realizado utilizando-se uma estrutura de controle em cascata. Tem-se uma malha interna de controle da corrente de armadura ( $I_a$ ) que utiliza um controlador proporcional e uma malha externa de velocidade ( $\omega$ ) que utiliza um controlador proporcional-integral.

A figura 1 mostra o diagrama esquemático desse controle, em que:  $L_a$  é a indutância de armadura;  $R_a$ , a resistência de armadura;  $K\phi$ , uma constante da máquina;  $J$ , a inércia;  $V_a$ , a tensão de armadura;  $E_a$ , a força contraeletromotriz;  $T_e$ , o torque eletromagnético da máquina e  $T_L$ , um torque de perturbação externo ao processo.

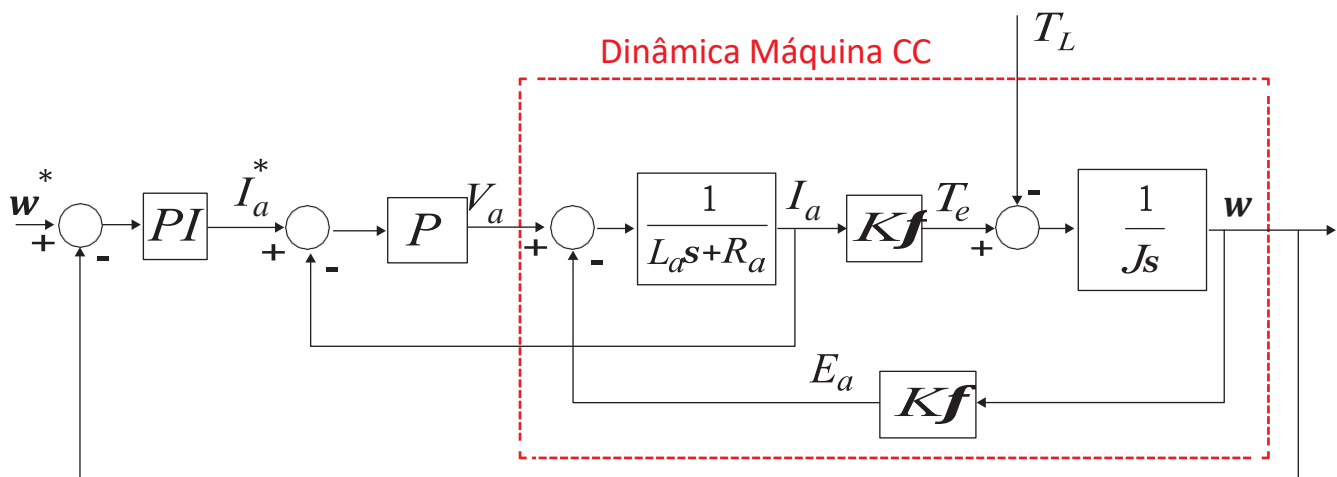
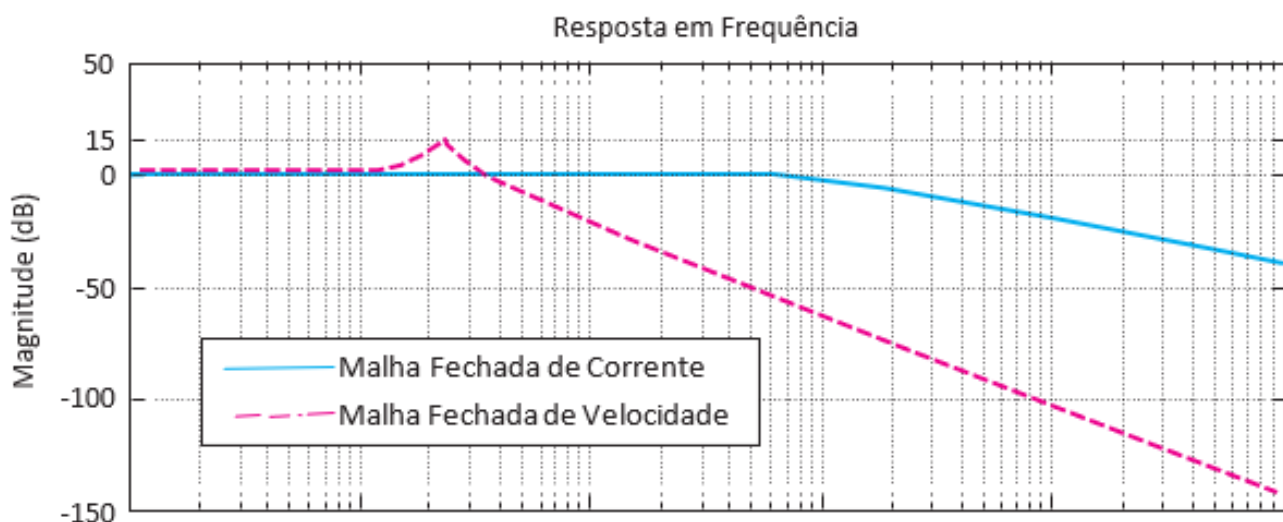


Figura 1 - Diagrama esquemático do controle de uma máquina CC.

Geralmente, em sistemas de controle em cascata, ajusta-se, primeiro, a malha interna e, posteriormente, a malha externa, de modo que esta seja bem mais lenta que aquela.

A figura 2 mostra um exemplo da resposta em frequência das malhas fechadas de corrente (malha interna) e de velocidade (malha externa) para o ajuste de controladores de um acionamento com um motor CC de 5 cv.



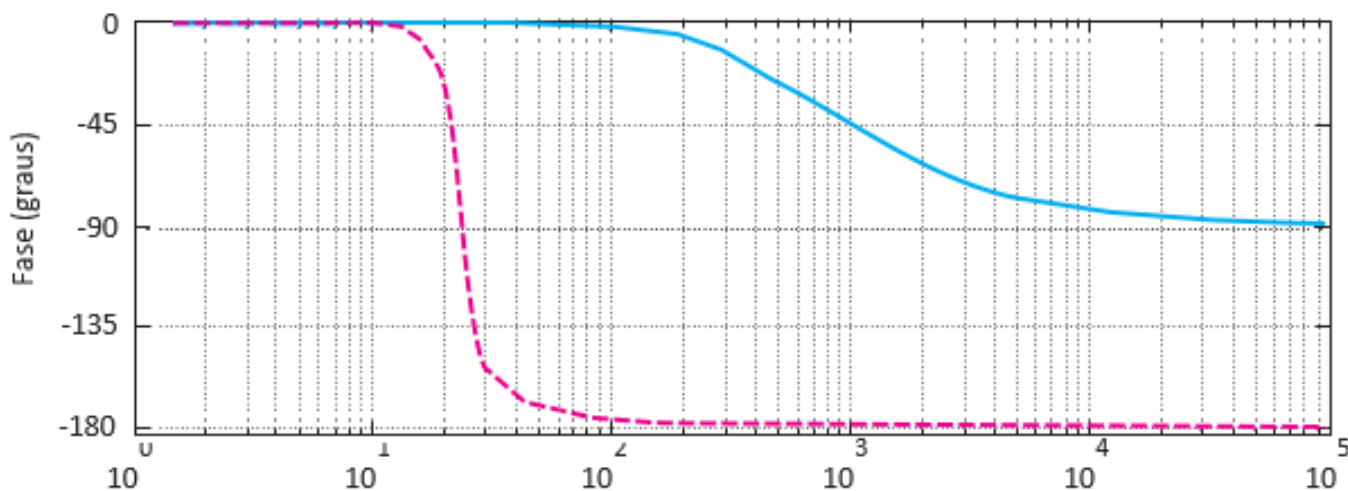


Figura 2 - Resposta em frequência.

Considerando a teoria de controle, faça o que se pede nos itens a seguir, a respeito do problema de controle apresentado.

- Deseja-se que a resposta do controle de corrente a uma mudança da referência em degrau não apresente sobressinal (*overshoot*) e que o tempo de assentamento (2%) seja menor que 3 ms. Com base na resposta em frequência mostrada na figura 2, explique se esses critérios serão atendidos. (valor: 5,0 pontos)
- A resposta do controle de velocidade também não deve apresentar sobressinal (*overshoot*) a uma mudança da referência em degrau e deve acompanhar, sem atraso, uma referência cuja frequência seja de 1 Hz. Com base na resposta em frequência mostrada na figura 2, explique se esses critérios serão atendidos. (valor: 5,0 pontos)

## PADRÃO RESPOSTA

- Para acertar esta questão, o estudante deve analisar a resposta em frequência da malha de corrente observando que ela se aproxima de uma função de primeira ordem. Isso pode ser obtido também se o estudante derivar a função de transferência de malha fechada da corrente (mas esse não é um item obrigatório para resolução da questão). Sendo assim, tem-se uma resposta sem sobressinal, como requerido.

Observa-se que frequência de corte está por volta de 1 kHz, sendo assim, a constante de tempo do sistema será  $1/(2 \cdot \pi \cdot 1.000) = 160 \mu\text{s}$  e, assim, o tempo de assentamento será cerca de 4 vezes esse valor, portanto 636  $\mu\text{s}$ . Desse modo, o critério de tempo de assentamento será também atendido.

- Para acertar esta questão, o estudante deve analisar a resposta em frequência da malha de velocidade, observando que ela se aproxima de uma função de segunda ordem. Isso pode ser obtido também se o estudante derivar a função de transferência de malha fechada da velocidade (mas esse não é um item obrigatório para resolução da questão). A resposta em frequência da malha fechada de velocidade mostra um pico de ressonância, o que indica que o sistema apresentará sobressinal a uma resposta em degrau. Desse modo, esse critério não é atendido.

Observa-se que, para uma frequência de entrada de 1 Hz, o sistema possui ganho unitário e fase nula, portanto, o controle atenderá ao critério de uma referência com essa frequência.