

Questão 1 (ENADE Computação 2023)

Considere que uma empresa planeje desenvolver um sistema de controle automático para manter, em um ambiente industrial, a temperatura constante por meio de um controlador proporcional-integral-derivativo (PID). O controlador PID pode ser implementado em qualquer linguagem que possua estruturas de dados adequadas para a manutenção do histórico e da taxa de mudança do sinal de erro.

Considerando essa situação, avalie as afirmações a seguir.

I. A implementação do componente Integral requer a soma de todos os erros acumulados desde o início da operação do sistema, o que torna necessário o uso de uma estrutura de dados do tipo fila.

II. A parte Proporcional do controlador PID é implementada ao ajustar, proporcionalmente, a variável de controle à diferença entre a temperatura desejada e a temperatura atual.

III. Uma pilha é adequada para o componente Derivativo, pois a taxa de mudança do erro é calculada apenas com a amostra mais recente e a anterior do sinal de erro.

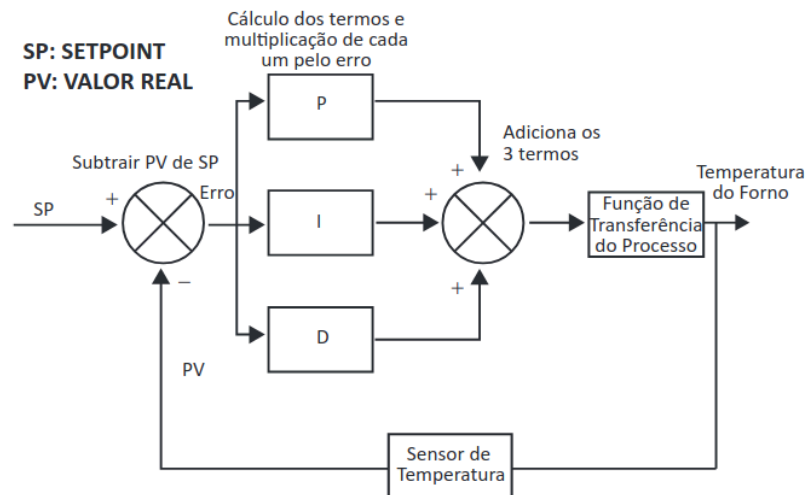
É correto o que se afirma em

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.

Questão 2 (ENADE Computação 2019)

Proporcional-Integral-Derivativo (PID) é o algoritmo de controle que mais tem sido utilizado na indústria e no mundo para sistemas de controle industrial. A popularidade de controladores PID pode ser parcialmente atribuída ao seu desempenho robusto em uma ampla gama de condições de funcionamento e parcialmente à sua simplicidade funcional, que permite aos engenheiros operá-los de forma simples e direta.

A figura a seguir apresenta um esquema de controle PID para um processo de temperatura de um forno industrial.



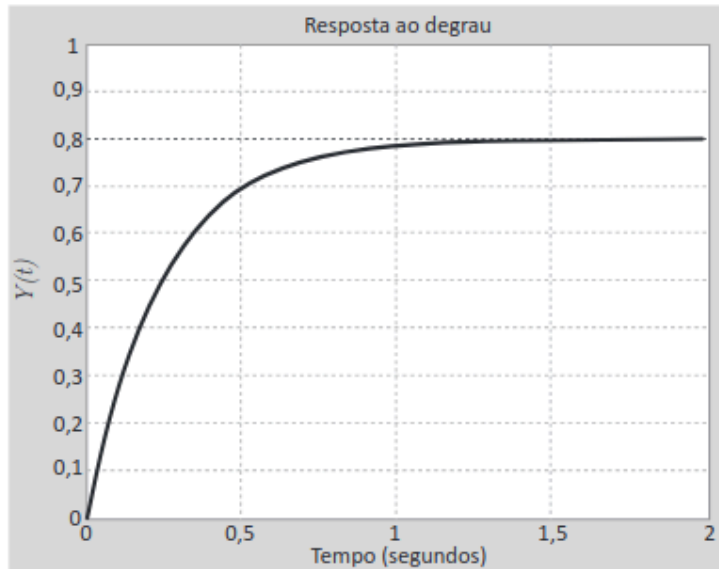
Considere o trecho incompleto do código-fonte a seguir em que **kp** é o ganho proporcional (P), **ki** o ganho integral (I) e **kd** o ganho derivativo (D).

```
1 double ITerm = 0, lastErro = 0;
2 int lastTime = 0;
3 double Compute(int sampleTime, double kp, double ki, double kd, double SP, double PV)
4 {
5     unsigned long now = millis();
6     int timeChange = (now - lastTime);
7     if (timeChange >= sampleTime)
8     {
9         double Erro = SP - PV;
10        ITerm += Erro * sampleTime;
11        double dErro = (Erro - lastErro);
12        double output = _____
13        lastErro = Erro;
14        lastTime = now;
15    }
16    return output;
17 }
```

- A) $kp * \text{Erro} + ki * \text{ITerm};$
- B) $ki/kp * \text{ITerm} + kd/kp * d\text{Erro};$
- C) $kp * \text{Erro} + kd * d\text{Erro} * d\text{Erro};$
- D) $kp * \text{Erro} + ki * \text{ITerm} + kd * d\text{Erro};$
- E) $kp * \text{Erro} + ki * \text{ITerm} + kd * d\text{Erro} * d\text{Erro};$

Questão 3 (ENADE Computação 2019)

Considere a modelagem matemática de um processo e a resposta à excitação do tipo degrau unitário apresentados a seguir.



Nesse processo, o tempo de estabilização é de 1 segundo para o critério de 4 constantes de tempo. A função de transferência de malha fechada é:

$$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$$

e a função de transferência no ramo direto é $G(s)$.

Com base nas informações apresentadas, avalie as assertões a seguir e a relação proposta entre elas.

I. A função de transferência do ramo direto é:

$$G(s) = \frac{3,2}{s + 0,8}$$

PORQUE

II. A função de transferência de malha fechada é:

$$T(s) = \frac{3,2}{s + 4}$$

A respeito dessas assertões, assinale a opção correta.

- A)** As assertões I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- B)** As assertões I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- C)** A assertão I é uma proposição verdadeira, mas a II é uma proposição falsa.
- D)** A assertão I é uma proposição falsa, mas a II é uma proposição verdadeira.
- E)** As assertões I e II são proposições falsas.

Questão 4 (ENADE Controle e Automação 2023)

Considere um dispositivo mecânico que apresenta comportamento dinâmico semelhante ao de um sistema constituído de um corpo sólido, de massa ideal, interligado a uma mola e um amortecedor, também ideais, dispostos paralelamente e conectados a um aparato fixo.

A partir de um dado instante de tempo, o sistema, em repouso e com o corpo na posição de origem ($x=0$), é submetido a uma força na forma de um degrau unitário.

Considere, ainda, que a unidade de medição da força é representada por N.

O deslocamento do conjunto massa, mola e amortecedor pode ser observado na figura a seguir.



Acerca do comportamento dinâmico do referido sistema, avalie as afirmações a seguir.

- I. O tempo de pico está entre 2 e 3 s.
- II. O ganho do sistema é de 0,9 m/N.
- III. O tempo de subida está entre 2 e 3 s.
- IV. O máximo sobressinal está entre 0,2 m e 0,4 m.
- V. A dinâmica corresponde à de um sistema linear de primeira ordem.

É correto apenas o que se afirma em:

A) III.

B) I e II.

C) I e IV.

D) IV e V.

E) II, III, V.

Questão 5 (ENADE Controle e Automação 2019)

Foi requisitada a um engenheiro a implementação de um controle PID embarcado em um microcontrolador, com base no código fonte apresentado a seguir.

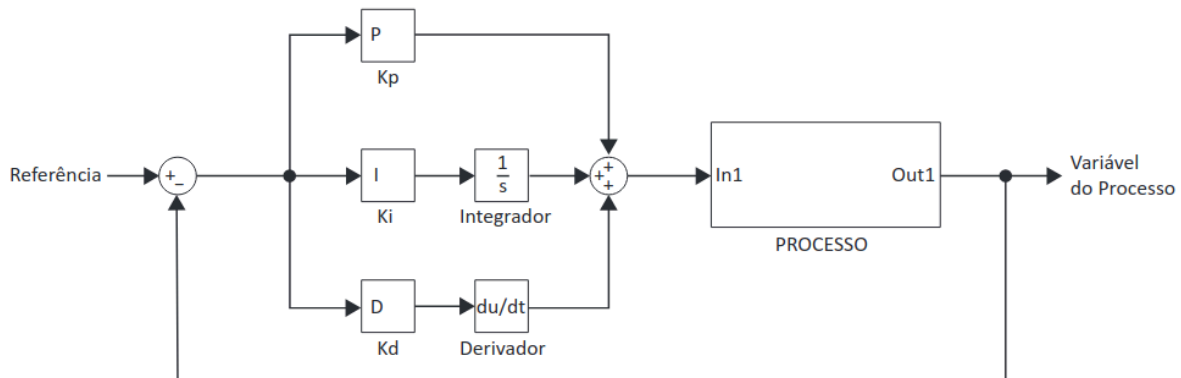
```
void loop() {  
    float RF, PV, E, X, Y, Z, E_anterior; // variáveis do controlador  
    float Kx, Ky, Kz; // variáveis dos ganhos do controlador  
    RF = analogRead(A0); // leitura do valor de referência  
    PV = analogRead(A1); // leitura da variável do processo  
    E = RF - PV; // cálculo do valor do Erro  
  
    //Início da rotina de controle básica  
  
    X = X + E * Kx;  
    Y = E * Ky;  
    Z = (E - E_anterior) * Kz;  
    E_anterior = E;  
}
```

Acerca das variáveis de controle X, Y e Z, é correto afirmar que:

- A)** a variável X corresponde à ação de controle integral; a variável Y, à ação proporcional; e a variável Z, à ação derivativa.
- B)** a variável X corresponde à ação de controle proporcional; a variável Y, à ação integral; e a variável Z, à ação derivativa.
- C)** a variável X corresponde à ação de controle derivativa; a variável Y, à ação proporcional; e a variável Z, à ação integral.
- D)** a variável X corresponde à ação de controle integral; a variável Y, à ação derivativa; e a variável Z, à ação proporcional.
- E)** a variável X corresponde à ação de controle integral; a variável Y, à ação derivativa; e a variável Z, à ação proporcional.

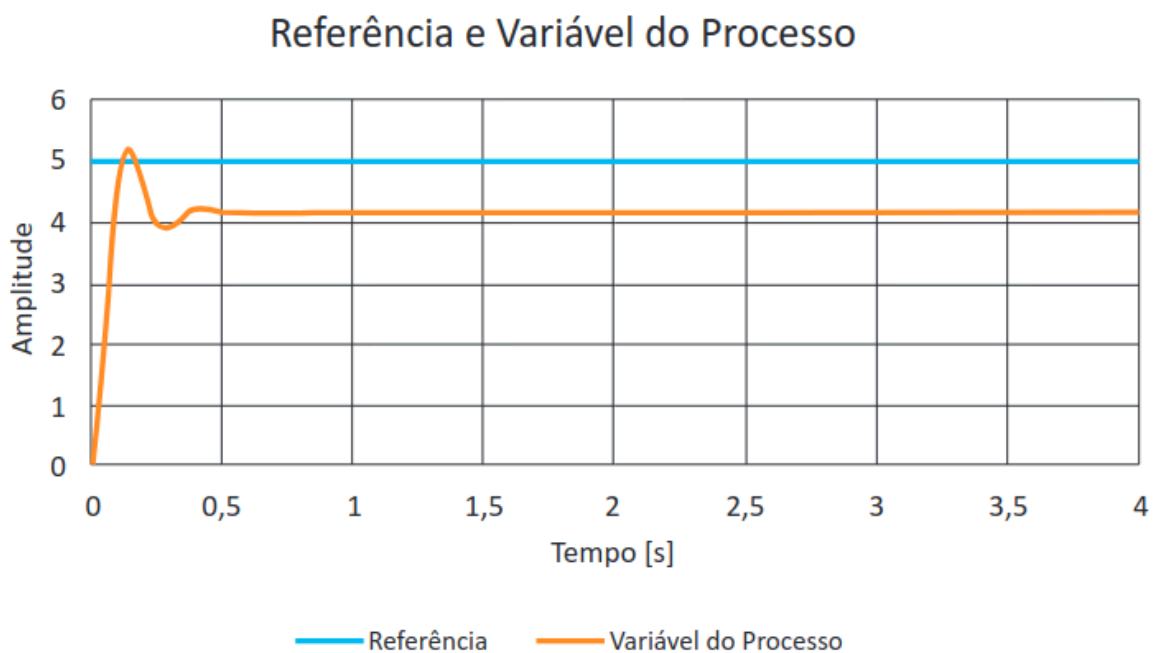
Questão 6 (ENADE Controle e Automação 2019)

Para o controle da variável de um processo de primeira ordem, foi desenvolvido um sistema em malha fechada, utilizando-se controle proporcional, integral e derivativo (PID). O diagrama de blocos da figura a seguir representa o sistema implementado.



Após um ajuste do sistema e testes preliminares, obteve-se a resposta representada no gráfico a seguir.

A referência foi fixada na amplitude 5, no entanto, a variável do processo estabilizou-se abaixo desta referência, caracterizando erro em regime permanente.



Com base no gráfico apresentado, assinale a opção em que são apresentados, respectivamente, o ajuste de sintonia que elimina o erro estacionário e a consequente resposta do sistema.

A) Aumento do ganho integral (K_i), tornando a resposta mais lenta.

B) Aumento do ganho integral (K_i), tornando a resposta mais rápida.

- C)** Aumento do ganho proporcional (K_p), tornando a resposta mais lenta.
- D)** Aumento do ganho proporcional (K_p), tornando a resposta mais rápida.
- E)** Aumento do ganho derivativo (K_d), tornando a resposta mais lenta.

Questão 7 (ENADE Controle e Automação 2019)

Um sistema de controle de temperatura utiliza um controlador PID para manter a temperatura constante em uma câmara de aquecimento. O controlador ajusta a saída com base na diferença entre a temperatura desejada (setpoint) e a temperatura medida.

Considere as seguintes descrições sobre o funcionamento das ações Proporcional (P), Integral (I) e Derivativa (D):

1. Ação Proporcional (P): Responde ao erro instantâneo e ajusta a saída na proporção da diferença entre a temperatura desejada e a temperatura medida.
2. Ação Integral (I): Acumula o erro ao longo do tempo para eliminar erros residuais que a ação Proporcional não consegue corrigir.
3. Ação Derivativa (D): Reage à taxa de mudança do erro, ajudando a prever o comportamento futuro e a estabilizar o sistema.

Pergunta: Qual das alternativas a seguir representa corretamente o efeito esperado ao aumentar o ganho de cada um dos componentes K_p , K_i e K_d de um controlador PID?

- A) Aumentar K_p diminui o tempo de acomodação, aumentar K_i reduz o erro em regime permanente, e aumentar K_d ajuda a reduzir o sobressinal.
- B) Aumentar K_p reduz o erro em regime permanente, aumentar K_i aumenta o sobressinal, e aumentar K_d aumenta o tempo de pico.
- C) Aumentar K_p ajuda a reduzir o erro em regime permanente, aumentar K_i reduz o tempo de pico, e aumentar K_d aumenta o erro em regime permanente.
- D) Aumentar K_p reduz o erro em regime permanente, aumentar K_i aumenta o tempo de acomodação, e aumentar K_d diminui o sobressinal.
- E) Aumentar K_p aumenta o tempo de pico, aumentar K_i diminui o erro em regime permanente, e aumentar K_d reduz o tempo de acomodação.

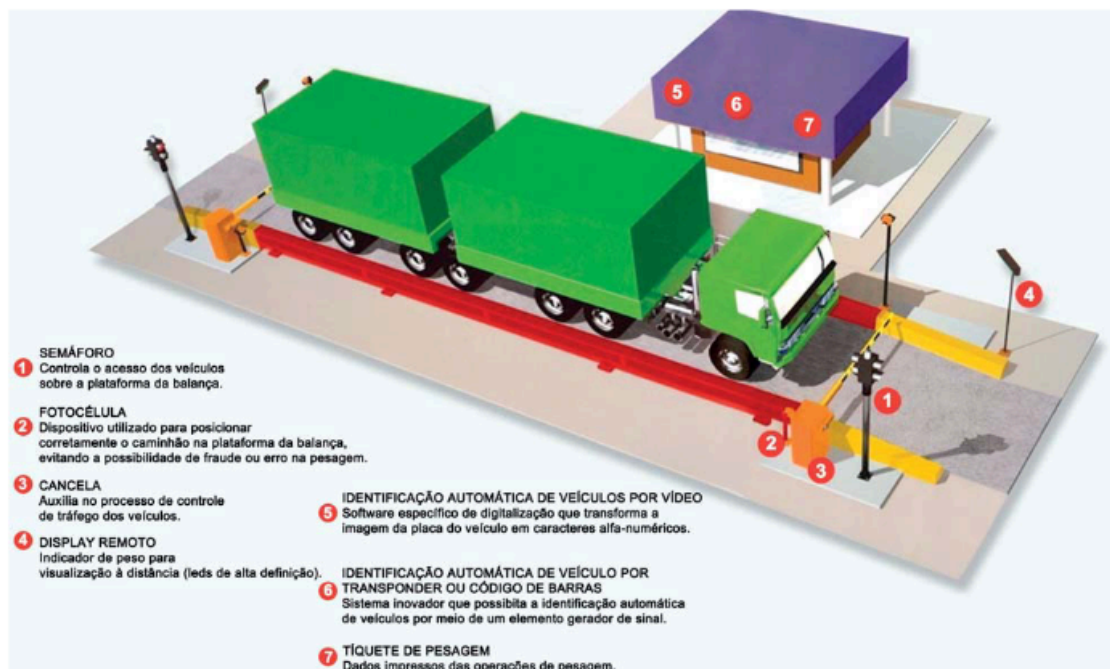
Questão 8 (ENADE Controle e Automação 2014)

Questão 9 (ENADE Controle e Automação 2014)

Questão 10 (ENADE Controle e Automação 2014)

Questão Dissertativa 1 (ENADE Controle e Automação 2014)

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.



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 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, e que as diferenças causadas pelo consumo de combustível são desprezíveis e que o peso é fixado após a acomodação do sistema.

Demonstre a partir de qual instante de tempo se garante que a medida das balanças estará adequada.

Considere as seguintes informações complementares:

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

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

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

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

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

Questão Dissertativa 2 (ENADE Controle e Automação 2014)

Considerando a situação descrita no exercício anterior, na qualidade de perito contratado, apresente seu parecer para o caso, justificando-o com base em dados técnicos.

