

OLIMPIADA BRASILEIRA DE ROBÓTICA 2016



Qualquer série ou ano do ensino médio ou técnico

NÍVEL 5 – FASE II

GABARITO

INSTRUÇÕES AOS PROFESSORES:

Caro(a) Professor(a):

- Esta prova contém quatro tipos de questões:
 - As que devem receber uma nota 0 (menor nota) ou 3 (maior nota);
 - As que devem receber uma nota 0 (menor nota) ou 4 (maior nota);
 - As que devem receber uma nota 0 (menor nota) ou 5 (maior nota);
 - As que devem receber uma nota 0 (menor nota) ou 7 (maior nota).
- Todas as questões têm apenas uma resposta.
- A prova deve receber uma pontuação entre 0 e 100.
- Alunos ausentes não devem ter notas atribuídas.

ORGANIZAÇÃO
E APOIO



EXEMPLO DE CORREÇÃO

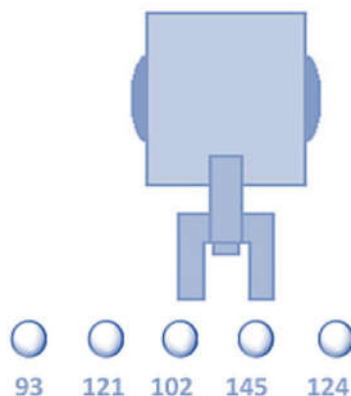
A questão abaixo, requer 3 respostas. E segue a seguinte regra de correção:

- Cada acerto vale 3 pontos
- Caso acerte as 3 respostas, ficará com 10 pontos
- Cada erro anula um acerto
- Se marcar todas, ficará com zero pontos

Olimpíada Brasileira de Robótica



A seguir tem-se um robô cujo objetivo é pegar uma bolinha de pingue-pongue de uma determinada cor e depositá-la em um cesto. O robô possui um sensor de luz, com o qual faz a identificação da cor, fornecendo ao programa um valor entre 0 e 255. Se a cor da bolinha que o robô deve capturar estiver em um intervalo de 100 a 125, quais bolinhas ele depositará no cesto?



GABARITO

- (a) Bolinha 93
- (b) Bolinha 121 - CORRETA**
- (c) Bolinha 102 - CORRETA**
- (d) Bolinha 145
- (e) Bolinha 124 - CORRETA**

Resposta do Aluno 1

- a. Bolinha 93
- ~~b. Bolinha 121~~
- ~~c. Bolinha 102~~
- d. Bolinha 145
- ~~e. Bolinha 124~~

3 acertos = 10 pts

Resposta do Aluno 2

- a. Bolinha 93
- b. Bolinha 121
- c. Bolinha 102
- d. Bolinha 145
- e. Bolinha 124

2 erros = ZERO

Resposta do Aluno 3

- ~~a. Bolinha 93~~
- ~~b. Bolinha 121~~
- ~~c. Bolinha 102~~
- ~~d. Bolinha 145~~
- ~~e. Bolinha 124~~

Marcou tudo = ZERO

Resposta do Aluno 4

- a. Bolinha 93
- b. Bolinha 121
- c. Bolinha 102
- d. Bolinha 145
- e. Bolinha 124

2 acertos + 1 erro = 3 pts

Resposta do Aluno 5

- ~~a. Bolinha 93~~
- b. Bolinha 121**
- ~~c. Bolinha 102~~
- d. Bolinha 145
- e. Bolinha 124

1 acerto + 1 erro = ZERO

Resposta do Aluno 6

- a. Bolinha 93
- ~~b. Bolinha 121~~
- ~~c. Bolinha 102~~
- d. Bolinha 145
- e. Bolinha 124

2 acertos = 6 pontos

Resposta do Aluno 7

- a. Bolinha 93
- b. Bolinha 121
- c. Bolinha 102
- d. Bolinha 145
- e. Bolinha 124

1 acerto + 2 erros = ZERO

Resposta do Aluno 8

- ~~a. Bolinha 93~~
- ~~b. Bolinha 121~~
- ~~c. Bolinha 102~~
- d. Bolinha 145
- ~~e. Bolinha 124~~

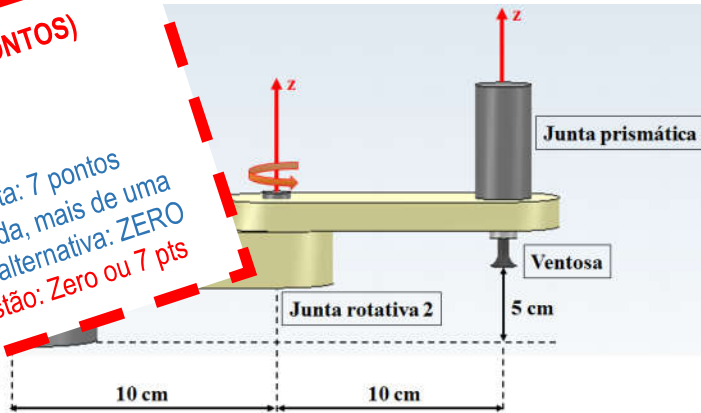
3 acertos + 1 erro = 6 pts

Notas possíveis para esta questão: Zero ; 3 pontos; 6 pontos ou 10 pontos

1. Um robô manipulador como o da figura abaixo é composto por duas juntas rotativas e uma junta prismática.

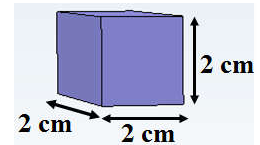
CORREÇÃO QUESTÃO 1 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: D

Pontuação:
 • Marcou a alternativa correta: 7 pontos
 • Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
 Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts



Nesse robô, as juntas rotativas executam movimentos angulares em torno do eixo z e, portanto, sua posição é indicada em graus ($JR1$ ou $JR2$), sendo que o sinal positivo indica rotação no sentido anti-horário. A junta prismática executa um movimento translacional ao longo do eixo z e, portanto, sua posição é indicada em centímetros (JP), sendo que o sinal positivo indica deslocamento para cima. Além disso, o manipulador possui como ferramenta final uma ventosa que pode receber os comandos acionar (1) ou desligar (0). A junta prismática posiciona a ventosa na altura adequada.

Esse robô deve realizar a tarefa de capturar um cubo, como o da figura ao lado, usando a ventosa, colocá-lo na posição desejada e voltar à posição inicial.



Utilizando os dados da tabela a seguir, determine a sequência de comandos a ser programada e selecione a alternativa correta.

Comando do robô	robot ($JR1, JR2, JP$)
Comando da ventosa	tool (ventosa)
$JR1$	$[-360^\circ, 360^\circ]$
$JR2$	$[-360^\circ, 360^\circ]$
JP	$[-5\text{cm}, 0\text{cm}]$
ventosa	0 ou 1
Posição inicial do robô	$(0^\circ, 0^\circ, 0\text{cm})$
Posição inicial do cubo ($x_i; y_i$)	$(1,8\text{cm}; 6,8\text{cm})$
Posição final do cubo ($x_f; y_f$)	$(-8,6\text{cm}; 0\text{cm})$

A.

```
robot (90°, 30°, 0cm)
robot (90°, 30°, -3cm)
robot (90°, 30°, 0cm)
robot (60°, 150°, 0cm)
robot (60°, 150°, -3cm)
robot (60°, 150°, 0cm)
robot (0°, 0°, 0cm)
```

B.

```
robot (30°, 90°, -3cm)
tool (1)
robot (30°, 90°, 0cm)
robot (90°, 30°, -3cm)
tool (0)
robot (0°, 0°, 0cm)
```

C.

```
robot (60°, 60°, 0cm)
robot (60°, 60°, 2cm)
tool (1)
robot (60°, 60°, 0cm)
robot (150°, 60°, 0cm)
robot (150°, 60°, 2cm)
tool (0)
robot (150°, 60°, 0cm)
robot (0°, 0°, 0cm)
```

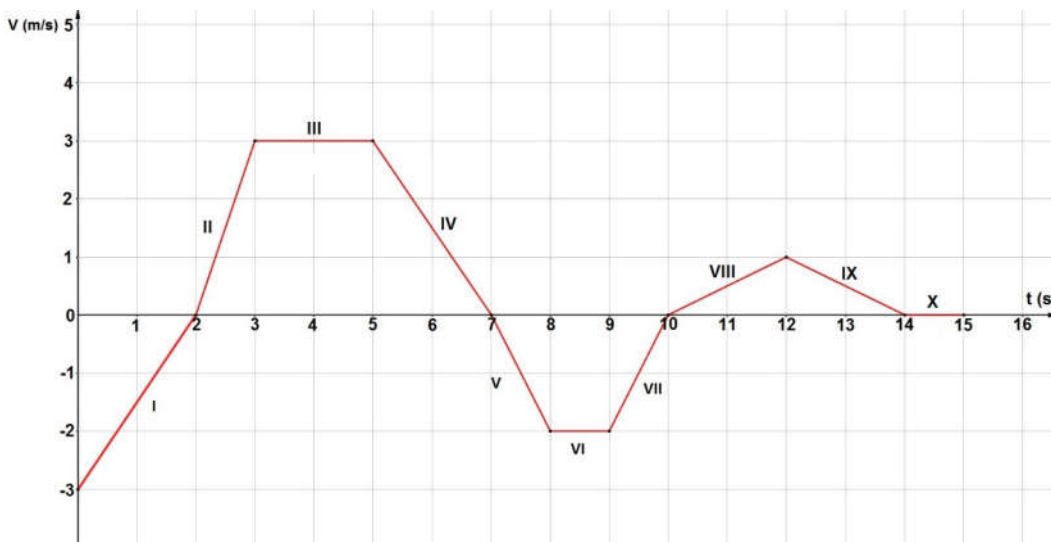
D.

```
robot (30°, 90°, 0cm)
robot (30°, 90°, -3cm)
tool (1)
robot (30°, 90°, 0cm)
robot (150°, 60°, 0cm)
robot (150°, 60°, -3cm)
tool (0)
robot (150°, 60°, 0cm)
robot (0°, 0°, 0cm)
```

E.

```
tool (1)
robot (60°, 30°, 0cm)
robot (30°, 60°, -1cm)
tool (0)
robot (60°, 30°, 0cm)
robot (90°, 30°, 2cm)
tool (0)
robot (90°, 30°, 0cm)
robot (0°, 0°, 0cm)
```

2. Durante uma partida de futebol de robôs, os robôs estão constantemente se movimentando pelo campo, dispostos a partir de uma estratégia de formação que busca tomar a posse da bola e lançá-la em direção ao gol adversário. Um robô móvel com sistema de locomoção por rodas de um dos times em campo teve sua velocidade examinada durante um intervalo de tempo de 15 segundos. A figura a seguir mostra o gráfico da variação da velocidade do robô ao longo do tempo.



Após a análise do gráfico de movimento, determine, respectivamente:

- a distância total percorrida pelo robô durante os 15 segundos,
- a aceleração escalar média entre o intervalo de tempo de 7 e 8 segundos, e
- em quais intervalos de tempo o movimento do robô é retardado.

- A. 24 m; 1 m/s^2 ; IV, V, IX.
 B. 15,8 m; -2 m/s^2 ; I, V, VI e VII.
 C. 19,5 m; -2 m/s^2 ; I, IV, VII e IX.
 D. 18 m; 3 m/s^2 ; III, VI e X.
 E. 19,5 m; $1,5 \text{ m/s}^2$; I, II, VII e VIII.

CORREÇÃO QUESTÃO 2 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: C

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 5 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

3. Os robôs estão se tornando cada vez mais sofisticados. Se no futuro, um deles conseguir criar um outro robô igual a ele em 1 dia, que tenha a mesma capacidade de gerar outro robô idêntico em 1 dia, qual é o mínimo de dias necessários para o número de robôs ultrapassar 1 milhão?

- A. 340 dias.
 B. 20 dias.
 C. 57 dias.
 D. 130 dias.
 E. 1 milhão de dias.

CORREÇÃO QUESTÃO 3 (3 PONTOS)
SOLUÇÃO: B

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 3 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 3 pts

Considere o enunciado a seguir para as **Questões 4 e 5**.

Os humanoides são uma grande atração na RoboCup. Neste desafio, os robôs devem manter o equilíbrio e chutar a bola em direção ao gol.

Um robô humanoide se posiciona para chutar uma bola. A massa da bola é igual a 25% da massa do robô (m_R). A bola está parada. Ao chutar, o motor do seu quadril se movimenta a 30 rotações por minuto (rpm) e executa um movimento circular com sua perna, fazendo seu pé acertar a bola em cheio. A bola rola por 2 metros, até parar novamente. Sabendo que a perna do robô não tem articulações intermediárias e mede 20 centímetros de comprimento, admita as seguintes hipóteses:

- O pé do robô e a bola são corpos indeformáveis;
- O pé do robô tem massa igual à da bola;
- A colisão entre o pé do robô e a bola é unidimensional, perfeitamente elástica e instantânea.

4. Calcule a força de atrito (em Newtons), exercida entre a bola e o campo, que fez com que a bola parasse de rolar.

- A. $56,25 m_R$ N
- B. $5 \pi^2 10^{-3} m_R$ N
- C. $112,5 m_R$ N
- D. $\pi^2 10^{-2} m_R$ N
- E.** $2,5 \pi^2 10^{-3} m_R$ N

5. Se for necessário fazer essa mesma bola percorrer 5 metros nesse mesmo campo, que tipo de ajuste seria mais adequado?

- A. Diminuir o comprimento das pernas do robô.
- B. Aumentar a massa do robô, m_R .
- C. Diminuir a massa dos pés do robô.
- D.** Aumentar a velocidade de rotação do motor do quadril
- E. Aumentar o alcance do sistema de visão do robô.

6. Um robô é composto por vários componentes que podem apresentar funções semelhantes as do corpo humano. Objetivando uma melhor qualidade de vida para pessoas que sofreram acidentes ou possuem doenças que comprometem as funções de seu organismo, a robótica tem buscado a substituição de órgãos humanos por máquinas e outros elementos. Acerca deste assunto, julgue as seguintes afirmações:

- (I) O coração pode ser substituído por uma bomba hidráulica.
- (II) Um compressor de ar poderia auxiliar os pulmões.
- (III) Juntas e articulações podem ser substituídas por motores elétricos.
- (IV) Veias e artérias podem ser trocadas por correias.
- (V) Os rins possuem função equivalente à de uma máquina de lavar roupa.

Estão corretas as afirmações:

- A. III, IV e V.
- B.** I, II e III.
- C. I, II, III e IV.
- D. I, IV e V.
- E. II e IV.

CORREÇÃO QUESTÃO 4 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: E

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 7 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts

CORREÇÃO QUESTÃO 5 (3 PONTOS)
SOLUÇÃO: D

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 3 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 3 pts

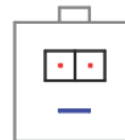
CORREÇÃO QUESTÃO 6 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: B

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 5 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

7. Em um aplicativo de desenhos, um usuário desenvolveu um código para realizar automaticamente a ilustração ao lado:

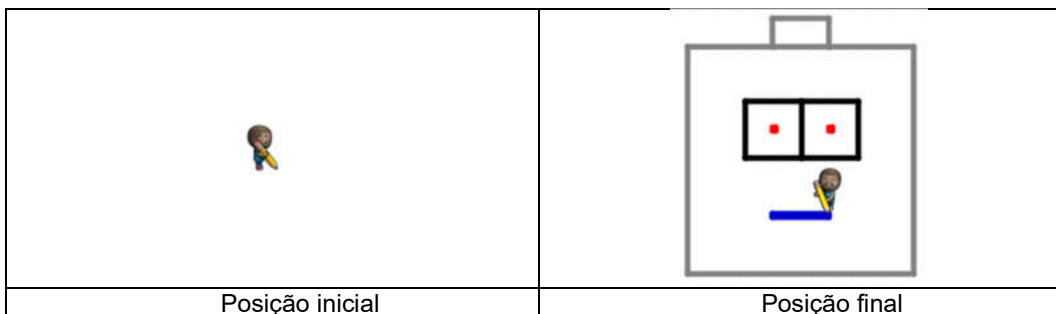


```

when run
repeat 4 times
do
move forward by 50 pixels
turn left by 90 degrees
repeat 3 times
do
move backward by 50 pixels
turn right by 90 degrees
jump backward by 26 pixels
turn right by 90 degrees
jump forward by 24 pixels
set color red
repeat 3 times
do
move forward by 3 pixels
turn left by 90 degrees
turn right by 90 degrees
jump forward by 50 pixels
1
jump backward by 74 pixels
set color blue

repeat 2 times
do
move backward by 25 pixels
turn left by 90 degrees
move forward by 50 pixels
turn left by 90 degrees
turn right by 90 degrees
move forward by 75 pixels
repeat 3 times
do
turn left by 90 degrees
move forward by 200 pixels
turn left by 90 degrees
2
jump forward by 150 pixels
set color blue
repeat 2 times
do
turn right by 90 degrees
move forward by 50 pixels
turn right by 90 degrees
move forward by 3 pixels
  
```

Considere as posições inicial e final do “desenhista” no aplicativo e a descrição dos comandos a seguir.



Comandos	Descrição
move	Movimenta o desenhista
jump	Movimenta o desenhista
turn	Gira o desenhista
repeat	Repete uma sequência de comandos

CORREÇÃO QUESTÃO 7 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: C

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 7 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts

Identifique as sequências de comandos ① e ② que estão faltando no código para realizar a tarefa.

- A. ①  ② 
- B. ①  ② 
- C. ①  ② 
- D. ①  ② 
- E. ①  ② 

8. "Isaac Asimov ushered in the Robot Age with these stories. Far removed from the metal monsters of pulp science fiction, his positronic robots gave him the scope to examine the minefield of human psychology by exploring the possibilities of artificial intelligence. When Earth is ruled by master-machines, when robots often seem more human than people, the Three Laws of Robotics ensure that mankind remains superior and the robots are kept in their rightful place. But an insane telepathic robot is produced by an error; a robot assembled in space logically deduces its superiority to non-rational humanity; and when machines serve mankind rather than individual humans, a machine's idea of what is good for society may itself contravene the sacred Three Laws." (From: I, robot. Voyager Classics, 2001)

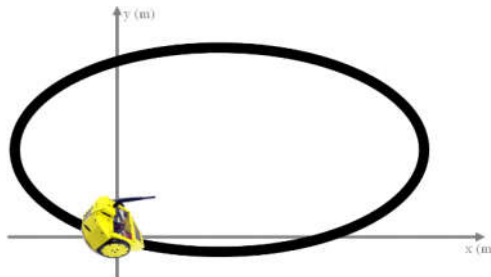
Esse texto foi retirado da "orelha" do livro "I, robot" de Isaac Asimov, reimpresso em 2001 pela coleção Voyager Classics que vem celebrar grandes trabalhos na área de ficção científica. Assim o editor traz nesse texto a ideia principal do livro, que seria:

- A. A obra de Isaac Asimov retrata os robôs como máquinas que são exilados no espaço quando se percebem incapazes de superar os seres robôs.
- B. Nesta obra, Isaac Asimov explora as possibilidades de uma máquina identificar-se superior aos humanos e que passa a governar o mundo.
- C. Neste livro, robôs humanoides perfeitos se controlam e anulam as Três Leis da Robótica por meio de ações telepáticas.
- D. Isaac Asimov cria, neste livro, um planeta gerenciado por máquinas. Nesse mundo, as máquinas não são mais suficientes para regulamentar a ação dos robôs telepáticos fabricados por engenheiros, e os humanos tornam-se cada vez mais irracionais.
- E. Nessa obra, Isaac Asimov faz uma crítica direta ao regime de trabalho organizacional. Os robôs descritos são mantidos em seu lugar de direito por meio das Três Leis da Robótica, servindo cada humano, recebendo ordens telepaticamente e trabalhando pelo bem de toda a humanidade.

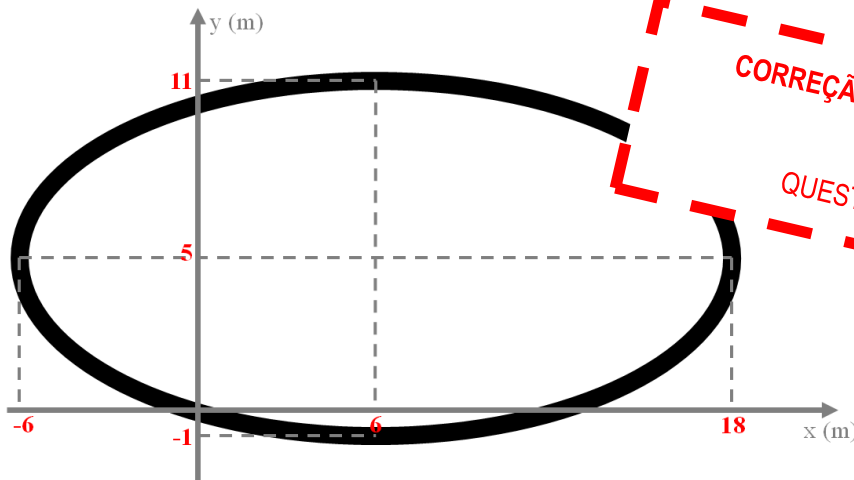
CORREÇÃO QUESTÃO 8 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: B
 Pontuação:
 • Marcou a alternativa correta: 5 pontos
 • Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
 Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

Considere o enunciado a seguir para as **Questões 9 e 10**.

Um robô móvel de duas rodas deve seguir uma trajetória elíptica como na figura a seguir.



9. Considerando as dimensões do caminho representadas a seguir, qual equação descreve essa trajetória elíptica no plano cartesiano definido pela posição inicial do robô?



CORREÇÃO QUESTÃO 9 (0 PONTOS)
SOLUÇÃO: -

QUESTÃO CANCELADA!!!

A. $y^2 - 40y = x^2 + 12x + 83$

D. $y^2 - 36y = x^2 + 12x + 144$

B. $\frac{x^2}{144} + \frac{y^2}{36} = 1$

E. $\frac{x^2}{18} + \frac{y^2}{11} = 83$

C. $y = \sqrt{\frac{x^2}{4} + 36}$

10. Suponha que o robô será submetido a um teste de rotação durante 12h. Considerando que seus pneus se desgastam proporcionalmente à distância percorrida, e

- A. O pneu do lado esquerdo se desgaste mais do que o pneu do lado direito se o robô percorrer a pista no sentido anti-horário.
- B. O pneu do lado direito se desgaste mais do que o pneu do lado esquerdo se o robô percorrer a pista no sentido horário.
- C. O pneu do lado direito se desgaste mais do que o pneu do lado esquerdo se o robô percorra a pista.
- D. Ambos os pneus, do lado direito e do lado esquerdo, se desgastam igualmente se o robô percorrer a pista na mesma distância em qualquer sentido.

E. O pneu do lado esquerdo se desgaste mais do que o pneu do lado direito se o robô percorrer a pista no sentido horário.

CORREÇÃO QUESTÃO 10 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: E

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 5 pontos
 - Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
- Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

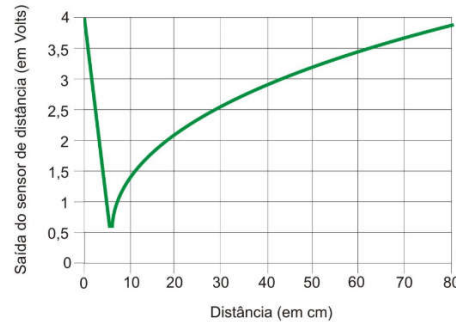
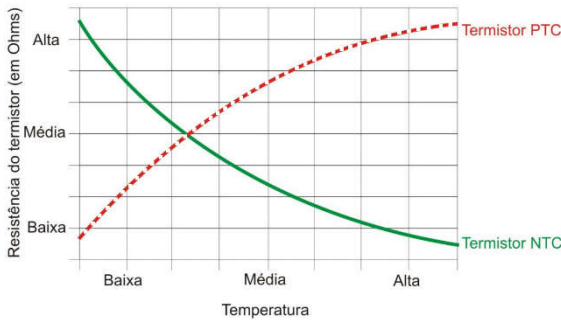
11. Leia os textos e identifique a alternativa que contém os gráficos que representam o comportamento descrito.

“Um modelo de sensor resistivo muito comum é o termistor, um componente destinado a medir variações de temperatura. Existem dois tipos de termistores, NTC (Negative Temperature Coefficient – Coeficiente de Temperatura Negativo) e PTC (Positive Temperature Coefficient – Coeficiente de Temperatura Positivo). Os termistores NTC, pois a resistência elétrica desses componentes diminui quando a temperatura aumenta. Os termistores PTC, por outro lado, apresentam o comportamento oposto, pois a resistência elétrica desses componentes aumenta quando a temperatura aumenta.”

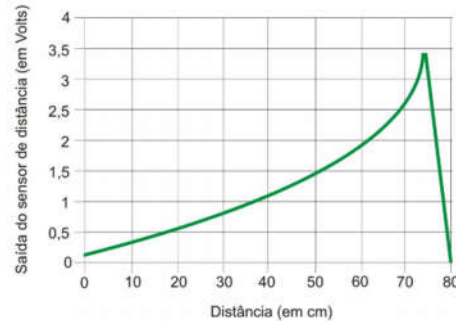
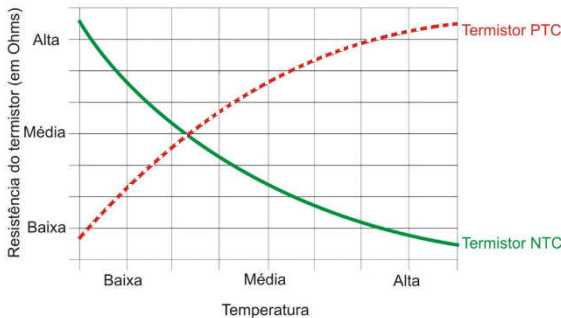
“Existem vários modelos de sensores de distância, como o sensor de distância por laser ou infravermelho. O sensor de distância óptico utiliza um único componente para todas as funções necessárias: emissor de infravermelho, vetor de fotodiodos e módulo de processamento. A saída do sensor gera um sinal digital. Quando um objeto está entre o sensor e o objeto se mantiver estável, a tensão de saída do sensor varia de acordo com a distância do objeto. Observe que quanto maior a distância do objeto, menor a tensão de saída. Para distâncias acima de 80 cm, o sensor já não responde bem, pois a variação da tensão de saída do sensor não corresponde à distância real do objeto.”

CORREÇÃO QUESTÃO 11 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: E
 Pontuação:
 • Marcou a alternativa correta: 7 pontos
 • Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
 Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts

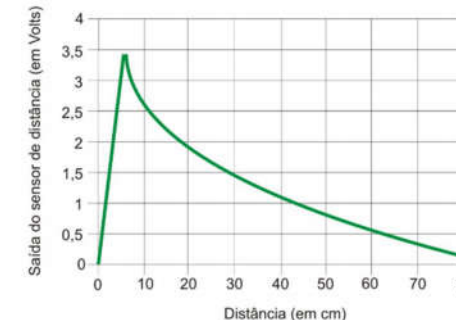
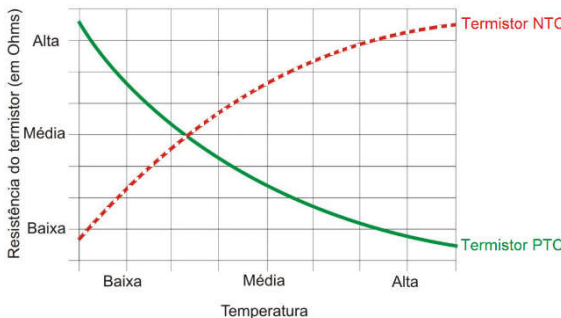
A.



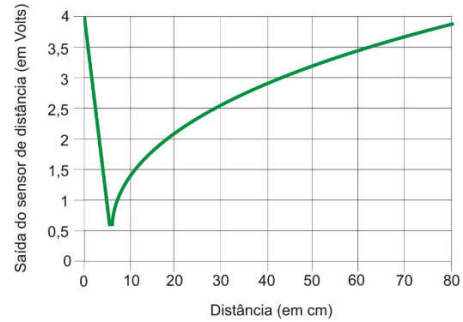
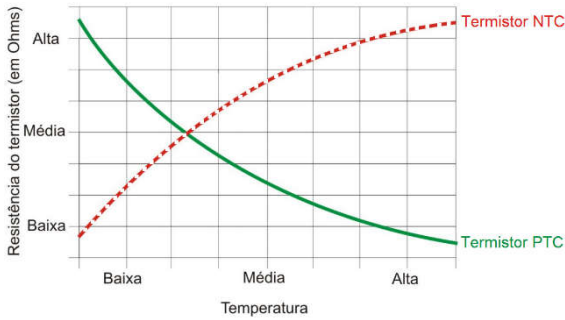
B.



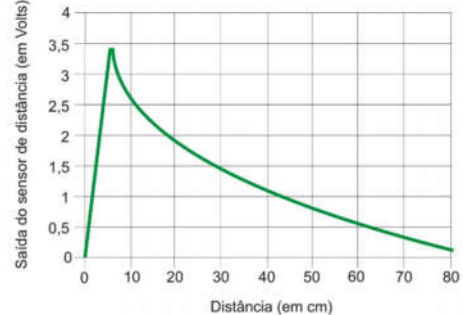
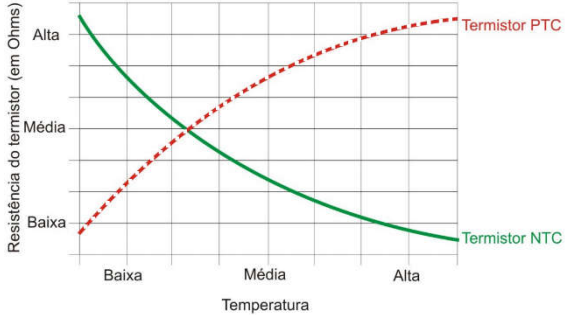
C.



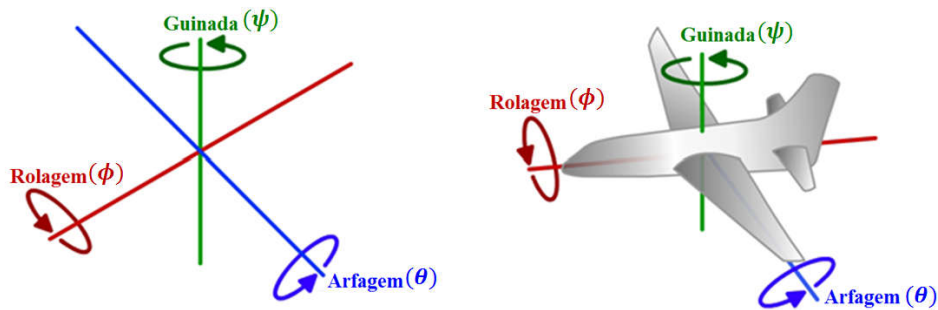
D.



E.



12. Veículos aéreos não-tripulados, ou VANTs, são equipados com um conjunto de sensores que identificam seu estado em vários aspectos. Uma unidade de medida inercial, ou IMU, pode fornecer os dados provenientes de acelerômetros, giroscópios e magnetômetros nas três dimensões. Observe o eixo cartesiano alocado no VANT de asa fixa da figura a seguir e a identificação dos ângulos de rolagem, arfagem e guinada que fornecem a orientação espacial do VANT.



Considere que a atitude inicial do robô, já no ar, é $(\phi, \theta, \psi) = (0^\circ; 0^\circ; 0^\circ)$. Após um comando do operador, em um intervalo de 5 segundos, a IMU indicou o seguinte conjunto de dados: $(\phi, \theta, \psi) = (10^\circ; 40^\circ; 20^\circ)$. Qual foi a velocidade média de rotação em cada eixo?

- A. $(\omega_\phi, \omega_\theta, \omega_\psi) = (0,035; 0,14; 0,07)$ rad/s
- B. $(\omega_\phi, \omega_\theta, \omega_\psi) = (2; 8; 4)$ rad/s
- C. $(\omega_\phi, \omega_\theta, \omega_\psi) = (573; 2293; 1146)$ rad/s
- D. $(\omega_\phi, \omega_\theta, \omega_\psi) = (10; 40; 20)$ °/s
- E. $(\omega_\phi, \omega_\theta, \omega_\psi) = (50; 200; 100)$ °/s

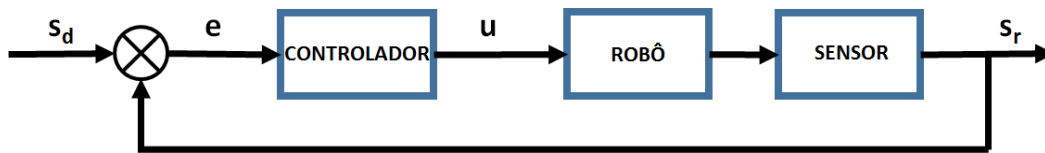
CORREÇÃO QUESTÃO 12 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: A

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 5 pontos
 - Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
- Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

Considere o enunciado a seguir para as **Questões 13, 14 e 15**.

Observe o diagrama abaixo:



Nesse sistema, um controlador utiliza os dados provenientes de um sensor para auxiliar na tomada de decisão da atitude de um robô durante a realização de uma tarefa, por exemplo o acompanhamento de uma trajetória pré-definida. A cada instante (t_i), podemos calcular o erro de acompanhamento de trajetória fazendo

$$e_i = s_{d_i} - s_{r_i},$$

tal que s_{d_i} é a posição desejada do robô no instante t_i e s_{r_i} é a posição real do robô no instante t_i . O objetivo do controlador é enviar ao robô um sinal para que ele ajuste sua trajetória e, conseqüentemente, anule o erro de acompanhamento. Existem diversas estratégias de controle. Um dos controladores mais utilizados em robótica, e também na indústria, é o chamado controlador PID. A ação do controlador PID pode ser aproximada pela seguinte função:

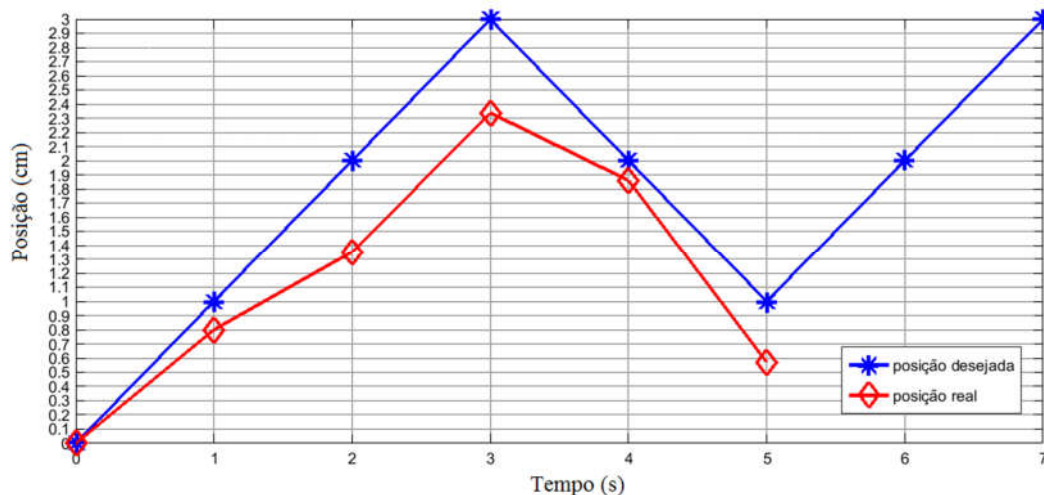
$$u_i = P_i + I_i + D_i$$

sendo a primeira parcela, denominada proporcional, dada por $P_i = K_p \cdot e_i$;

a segunda parcela, denominada integral, dada por $I_i = K_I \cdot \sum_{j=0}^i e_j$;

e a terceira parcela, denominada derivativa, dada por $D_i = K_D \cdot (e_i - e_{i-1})$.

Considere o gráfico abaixo representando os dados da posição desejada do robô a cada instante e os dados de posição real do robô a cada instante:



13. Definindo $K_p = 2$, $K_I = 0,5$ e $K_D = 3$, no instante $t_5 = 5s$, qual o valor da ação de controle u_5 ?

- A. $u_5 = 0,58$
- B. $u_5 = 0,46$
- C. $u_5 = 1,6$
- D. $u_5 = 2,6$**
- E. $u_5 = 0$

CORREÇÃO QUESTÃO 13 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: D

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 7 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts

14. Sabendo que a resposta do robô ilustrada no gráfico pode ser modelada por $s_{r_{i+1}} = 0,5 u_i + 0,8$, o robô terá alcançado:

- A. a posição desejada, $s_{r_6} = s_{d_6}$, no instante $t_6 = 6s$.
- B. erro de acompanhamento de trajetória nulo no instante $t_6 = 6s$.
- C. erro de acompanhamento de trajetória $e_6 = 0,1cm$ no instante $t_6 = 6s$.**
- D. a posição $s_{r_6} = 0,6 cm$, no instante $t_6 = 6s$.
- E. a posição $s_{r_6} = 1,4 cm$, no instante $t_6 = 6s$.

CORREÇÃO QUESTÃO 14 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: C

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 5 pontos
 - Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
- Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

15. Sobre o modo de atuação do controlador PID, com base na função fornecida no enunciado, complete o texto abaixo com os termos na ordem correta:

A ação de controle definida pelo PID é determinada por _____ parcelas. A parcela relacionada ao termo _____ traz uma ação _____ proporcional ao _____ instantâneo. A parcela relacionada ao termo derivativo promove uma ação de controle _____ cada _____ do erro entre um instante e outro. A parcela relacionada ao termo _____ dos valores de erro de _____ da realização da tarefa.

- A. três; integral; inversamente; erro; diferença; proporção
- B. três; proporcional; diretamente; erro; variação; integral**
- C. três; proporcional; inversamente; erro; diferença; integral
- D. três; proporcional; diretamente; erro; adição; integral; variação; um único instante
- E. três; integral; diretamente; erro; variação; proporcional; adição; todos os instantes.

CORREÇÃO QUESTÃO 15 (3 PONTOS)
SOLUÇÃO: B

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 3 pontos
 - Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
- Notas possíveis para essa questão: Zero ou 3 pts

16. Um drone será empregado para realizar o mapeamento topográfico de uma área. O cliente solicitou uma precisão mínima de 10 cm nas medidas, ou seja, $GSD = 10\text{ cm}$. O drone é equipado com uma câmera com sensor CCD de dimensões de 5100 pixels x 3400 pixels. O conjunto de lentes da câmera tem uma distância focal $f = 18\text{ mm}$. Considerando as imagens a seguir, determine a altura de voo necessária para obter a precisão desejada pelo cliente no mapeamento.



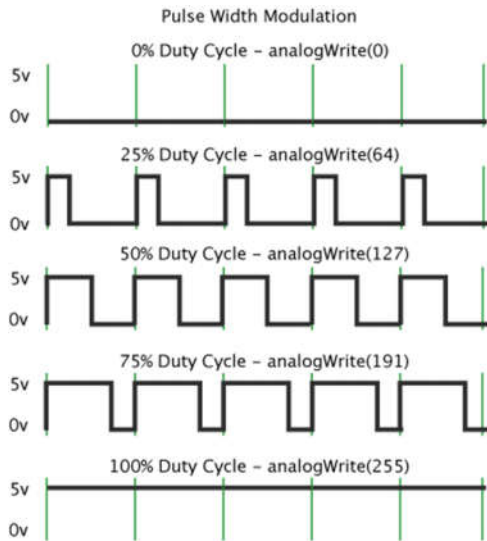
- A. $h = 72\text{ m}$
- B. $h = 220\text{ m}$
- C. $h = 882\text{ m}$
- D. $h = 133\text{ m}$
- E. $h = 450\text{ m}$**

CORREÇÃO QUESTÃO 16 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: E

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 7 pontos
 - Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO
- Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts

17. Observe as formas de onda a seguir e responda.



A modulação por largura de pulso (MLP) ou também conhecida como PWM (sigla em inglês para *Pulse-Width Modulation*), envolve a modulação de sua razão cíclica (*duty cycle*) para transportar qualquer informação sobre um canal de comunicação ou controlar o valor da alimentação entregue à carga.

CORREÇÃO QUESTÃO 17 (5 PONTOS)
SOLUÇÃO: D

Pontuação:

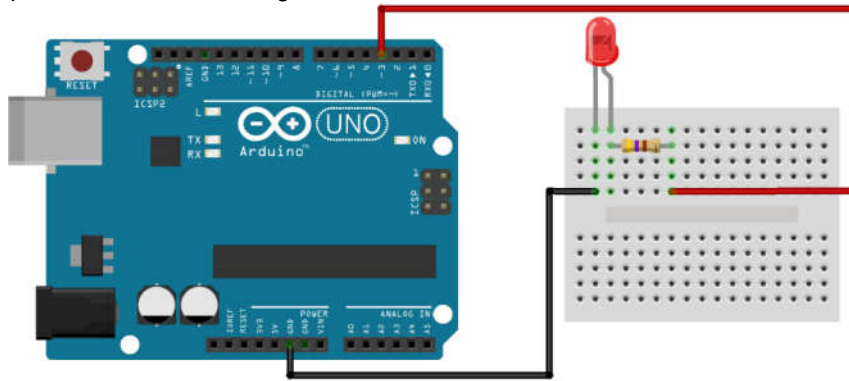
- Marcou a alternativa correta: 5 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 5 pts

Se a frequência da onda modulada for de 4Hz, qual a largura do pulso em 75%?

- A. 250 ms B. 3 s C. 750 ms **D. 187,5 ms** E. 62,5 ms

18. Um diodo emissor de luz (LED) foi conectado a uma plataforma de prototipagem eletrônica por meio do pino 3, conforme o diagrama abaixo. Esse pino pode ser configurado para assumir estados discretos digitais (ligado ou desligado) ou configurado para gerar um sinal do tipo de modulação por largura de pulso (PWM), que pode ser usado para aproximar um sinal analógico.



Usando apenas recursos de programação da plataforma de prototipagem, é possível controlar a intensidade de iluminação do LED?

- A. Não. Uma saída digital só permite os estados ligados e desligados.
B. Sim. A luminosidade pode ser controlada por software através do pino 3.
 C. Sim. A intensidade de iluminação pode ser controlada pelo hardware do pino 3 para assumir um dos seus estados digitais.
 D. Sim. A luminosidade pode ser controlada por hardware ao conectar o LED em intervalos de 0,5s.
 E. Não. A intensidade luminosa do LED só poderá ser controlada ao substituir o resistor por um potenciômetro.

CORREÇÃO QUESTÃO 18 (4 PONTOS)
SOLUÇÃO: B

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 4 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 4 pts

19. Um robô móvel deve se deslocar seguindo uma trajetória retilínea unidimensional $x(t)$, partindo de um ponto $x(0) = 0$, em $t = 0s$, em direção ao ponto $x(4) = 16 m$, em $t = 4s$. No entanto, ao longo do tempo, a trajetória do robô deve seguir um comportamento suave como um polinômio de terceiro grau, tal que:

$$x(t) = k_3 t^3 + k_2 t^2 + k_1 t + k_0.$$

sendo $[k_0, k_1, k_2, k_3]$ um vetor de coeficientes a ser definido. Nesse caso, o vetor de velocidade se comporta como um polinômio de grau 2, tal que $v(t) = 3k_3 t^2 + 2k_2 t + k_1$, e ainda, a aceleração do robô obedecerá o seguinte modelo $a(t) = 6k_3 t + 2k_2$.

Sobre o comportamento da velocidade, considere ainda os seguintes requisitos:

- o robô deve partir com velocidade nula;
- o robô deve chegar ao ponto final da trajetória com velocidade nula;
- o instante de velocidade máxima se dará em $t = 2s$.

Nessas condições, qual o valor dos coeficientes $[k_0, k_1, k_2, k_3]$?

- A.** $[k_0; k_1; k_2; k_3] = [0; 0; 3; 0,5]$
- B.** $[k_0; k_1; k_2; k_3] = [1; 0; 0,3; 5]$
- C.** $[k_0; k_1; k_2; k_3] = [0,5; 0; 1; 2]$
- D.** $[k_0; k_1; k_2; k_3] = [0; 2; 0; 0,5]$
- E.** $[k_0; k_1; k_2; k_3] = [0; 16; 3; 0,5]$

CORREÇÃO QUESTÃO 19 (7 PONTOS)
SOLUÇÃO: A

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 7 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 7 pts

20. Quais tecnologias de autonomia disponíveis nos automóveis comerciais atualmente são apresentadas no texto a seguir?

“Os primeiros protótipos de carros que dirigem sozinhos apareceram na década de 1980. Naquela época, Hollywood fez espectadores acreditarem que existiriam carros em 2015 (ano em que se passa “De volta para o futuro 2”) e carros congestionando os céus. Mas o concreto é que desde os anos 1970 surgiram sistemas que atuam sem ação humana (ou controle de velocidade ou freios automáticos de emergência. Mais recentemente “intervenção” do computador na experiência de dirigir desde legislação à necessidade de infraestrutura que Uma faixa mal pintada já é um problema para o veículo: será necessário que o sistema de trânsito se saiba e diminuir a velocidade automaticamente. Um cone: o carro vai saber antes mesmo de chegar ao espaço por meio de sensores, sem saber de quem vem pela frente.” (Fonte: Peter Fussy e Luciana de Oliveira; <http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/11/15/autonomia-carros-comerciais-2015.html>)

CORREÇÃO QUESTÃO 20 (3 PONTOS)
SOLUÇÃO: A

Pontuação:

- Marcou a alternativa correta: 3 pontos
- Marcou a alternativa errada, mais de uma alternativa ou nenhuma alternativa: ZERO

Notas possíveis para essa questão: Zero ou 3 pts

- (I) Detecção e alerta sobre mudança não intencional de faixa;
- (II) Contenção programada de fluidos após colisão para minimizar ocorrência de explosões;
- (III) Ligação para o resgate se “perceber” que o motorista não reagiu após uma colisão;
- (IV) Acionamento automático de farol e limpador de para-brisa;
- (V) Manutenção de velocidade pré-selecionada;
- (VI) Ajuste automático da pressão dos pneus;
- (VII) Acompanhamento do carro da frente em comboio, mantendo a velocidade do grupo;
- (VIII) Frenagem automática para evitar colisões.

- A.** Somente I, V e VIII. **B.** Todas as tecnologias listadas, de I a VIII.
- C.** Somente II, III, IV e V. **D.** Somente I, II, VII e VIII.
- E.** Somente I, III, IV, V e VII.