

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE ROBÓTICA 2015



Qualquer série ou ano do ensino médio ou técnico

NÍVEL 5

IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO

NOME:	
ESCOLA:	
SÉRIE/ANO:	NOTA DA PROVA (0-100 PONTOS)
CIDADE:	
ESTADO:	

INSTRUÇÕES AOS PROFESSORES:

Caro(a) Professor(a):

- Esta prova contém 15 páginas
- Duração da prova: 4 horas
- A prova deve ser preenchida a caneta
- Não é permitido o uso de calculadoras
- Não é permitida a consulta a qualquer tipo de material
- A prova deve ser realizada individualmente
- Atenção: algumas questões podem ter mais de uma resposta

ORGANIZAÇÃO
E APOIO



1. Um protótipo de robô móvel movido a energia solar foi desenvolvido utilizando dois painéis fotovoltaicos associados em série. Os painéis fotovoltaicos convertem energia solar em energia elétrica, que por sua vez é utilizada para acionar os motores e sistemas eletrônicos do robô. A corrente elétrica e tensão máxima fornecidas por cada painel são respectivamente, 440mA e 1,2V. Qual o valor máximo de potência elétrica fornecida pelo conjunto de painéis?

- a. 1056 W.
- b. 0,528 W.
- c. 528 W.
- d. 1,056 W.
- e. 2,112 W.

2. Read the text below:

“Exploring volcanoes is risky business. That’s why Carolyn Parcheta and her co-advisor, JPL robotics researcher Aaron Parness, are developing robots that can get into crevices where humans wouldn’t be able to go, gaining new insights about these wondrous geological features. (...) The research has implications for extraterrestrial volcanoes. On both Earth and Mars, fissures are the most common physical features from which magma erupts. This is probably also true for the previously active volcanoes on the moon, Mercury, Enceladus and Europa, although the mechanism of volcanic eruption -- whether past or present -- on these other planetary bodies is unknown, Parcheta said. (...) Parcheta, Parness, and JPL co-advisor Karl Mitchell first explored this idea last year using a two-wheeled robot they call VolcanoBot 1, with a length of 12 inches (30 centimeters) and 6.7-inch (17-centimeter) wheels. (...) For their experiments in May 2014, they had VolcanoBot 1 roll down a fissure – a crack that erupts magma – that is now inactive on the active Kilauea volcano in Hawaii. Finding preserved and accessible fissures is rare. VolcanoBot 1 was tasked with mapping the pathways of magma from May 5 to 9, 2014. It was able to descend to depths of 82 feet (25 meters) in two locations on the fissure, although it could have gone deeper with a longer tether, as the bottom was not reached on either descent.”

(Fonte: www.nasa.gov – Credits: Elisabeth Landau, JPL-Caltech)

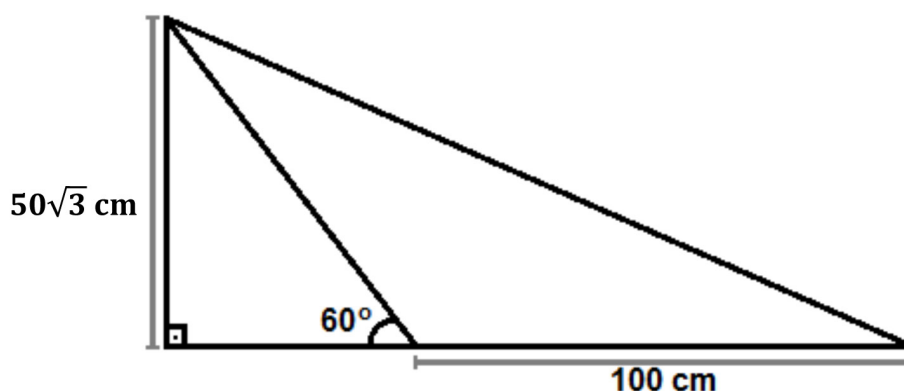
Based on the text above, it is right to say:

- a. Carolyn Parcheta construiu o robô que está explorando vulcões em Marte desde 2014.
- b. O robô VolcanoBot 1 foi capaz de descer 25 metros em uma fissura do vulcão Kilauea no Havaí.
- c. O robô desenvolvido por Parcheta utiliza dois jatos propulsores para se locomover dentro de vulcões.
- d. O caminho percorrido pelo robô VolcanoBot 1 dentro do vulcão totalizou 30 centímetros, em maio de 2014.
- e. O robô VolcanoBot 1 alcançou o fundo da fissura de 82 pés de altura no vulcão Enceladus.

3. Uma partida de futebol de robôs da categoria *Middle Size* terminou o tempo regulamentar empatada em 2 a 2 e, portanto, irá para a prorrogação. A técnica do time está em dúvida entre dois robôs atacantes: MartaDroid e FalcoBot. A partir dos dados apresentados na tabela a seguir, identifique qual a melhor escolha, considerando a média de gols e que a prorrogação tem duração total de 10 minutos.

ESPECIFICAÇÕES	MARTADROID	FALCOBOT
Capacidade de bateria	100 u	150 u
Nível de bateria	55%	58%
Taxa de perda da bateria	1 u/min	1,5 u/min
Média de gols com nível de bateria $\leq 50\%$	0,09 gols/min	0,06 gols/min
Média de gols com nível de bateria $> 50\%$	0,09 gols/min	0,12 gols/min

- a. () Tanto faz. Ambos apresentam o mesmo desempenho nessas condições.
- b. () MartaDroid, pois seu desempenho com menos da metade da bateria é melhor.
- c. () FalcoBot, pois nessas condições sua média de gols é maior.
- d. () FalcoBot, pois seu desempenho com a bateria carregada é melhor.
- e. () MartaDroid, pois seu desempenho é constante.
4. Em uma das etapas da Modalidade Prática da OBR, o robô de sua equipe, pesando 3 Kg, precisa subir uma rampa como a esquematizada na figura.



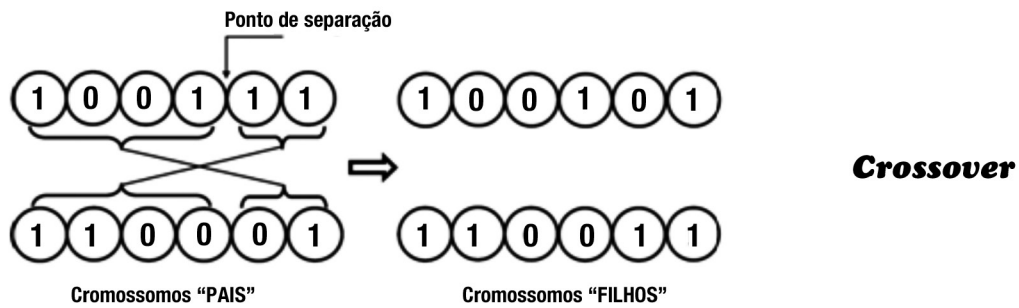
Qual a força mínima que os motores deverão desenvolver para que o robô realize esta tarefa? (Considere a aceleração da gravidade como sendo 10 m/s^2).

- a. () 10 N.
- b. () 15 N.
- c. () 20 N.
- d. () 25 N.
- e. () 30 N.

5. "Quanto melhor um indivíduo se adaptar ao seu meio ambiente, maior será sua chance de sobreviver e gerar descendentes." (DARWIN, 1859)

"Algoritmos genéticos são modelos matemáticos computacionais que imitam os mecanismos da evolução natural para resolver problemas de otimização" (JOHN HOLLAND, 1970)

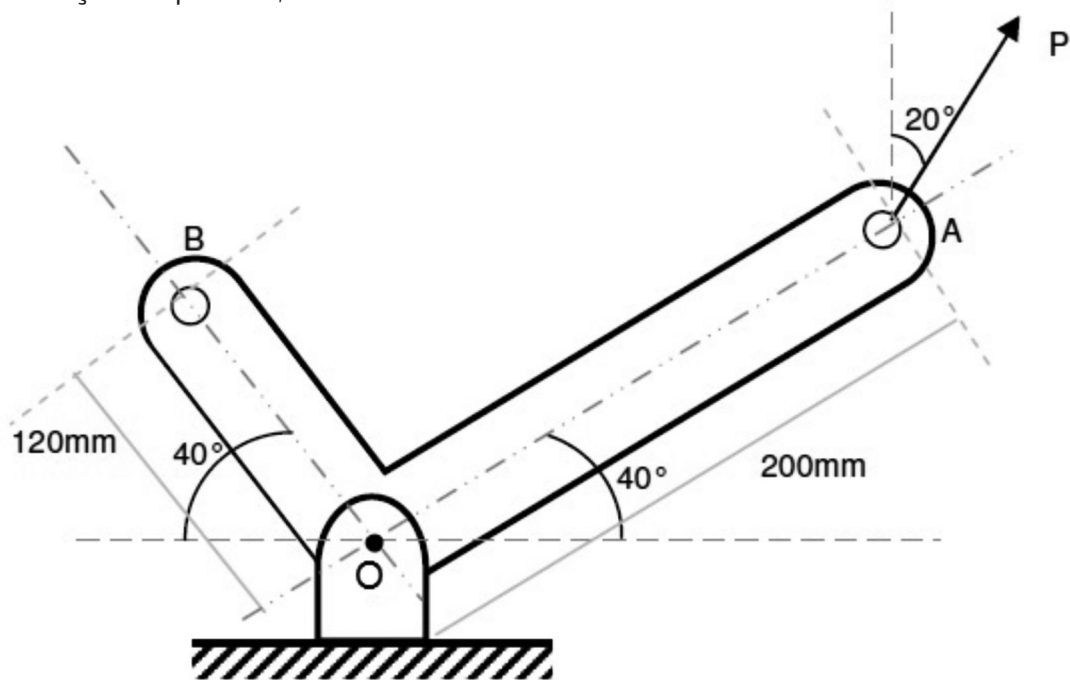
Pode-se dizer que a matemática e a biologia se complementaram definitivamente, tendo em vista que os algoritmos genéticos vêm sendo amplamente aplicados com sucesso em diversos problemas de aprendizado robótico. Os operadores genéticos para reprodução estão expostos na figura a seguir.



Considerando um cromossomo binário (algarismo 0 ou 1) composto por 6 bits dado por 100110 e com base nos operadores genéticos apresentados, determine a quantidade de cromossomos distintos que podem ser construídos utilizando apenas a operação de mutação.

- a. () 6.
- b. () 12.
- c. () 64.
- d. () 32.
- e. () 36.

6. A figura a seguir apresenta o projeto de um braço manipulador, composto por uma junta rotativa (em O) e um elo (AOB). As especificações de projeto indicam que o braço estará sujeito à aplicação de uma força P no ponto A, com intensidade máxima de 30N.



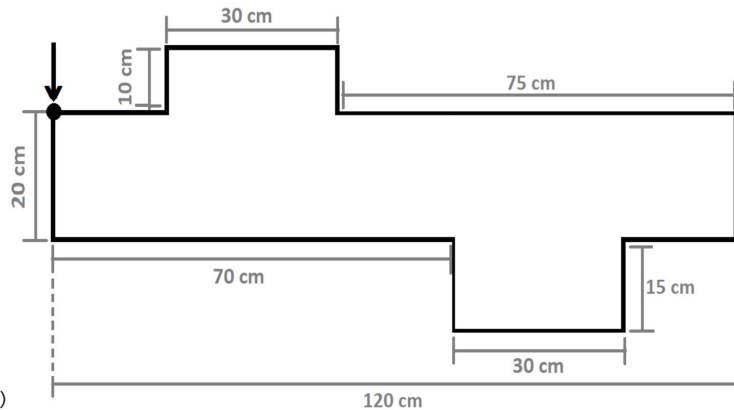
Considerando as componentes vertical e horizontal da força, calcule o momento de P em relação a O para determinar o motor mais adequado para a junta rotativa em O baseado em seu torque nominal.

- a. () Torque nominal do motor escolhido = 2,1 Nm.
- b. () Torque nominal do motor escolhido = 0,85 Nm.
- c. () Torque nominal do motor escolhido = 5,2 Nm.
- d. () Torque nominal do motor escolhido = 1,8 Nm.
- e. () Torque nominal do motor escolhido = 3,0 Nm.

7. Um manipulador robótico é utilizado para soldar peças de metal em uma fábrica. A ferramenta de soldagem está posicionada em sua garra e deve percorrer o caminho programado para realizar a solda em todo o contorno da peça como na figura a seguir:



(Fonte: www.solucoesindustriais.com.br)



A posição inicial da ferramenta do robô é identificada pela seta na figura. Se a garra se movimenta com velocidade de 2,5 cm/s, utilize os códigos na tabela para indicar ao robô o caminho que a garra deve percorrer para realizar a solda.

Movimento	Horizontal/Frente	Horizontal/Trás	Vertical/Cima	Vertical/Baixo
	→	←	↑	↓
Código	$HF(x)$	$HT(x)$	$VC(x)$	$VB(x)$

O valor de x , no código, é o tempo em segundos que o robô deve permanecer executando o movimento. Por exemplo, o código **VC(30)** significa que a garra vai se mover na vertical para cima por 30 segundos.

Forneça a lista adequada de comandos para o robô realizar a tarefa.

8. O sistema de alimentação de um robô é constituído por 2 conjuntos de 4 pilhas AA recarregáveis. Cada pilha tem capacidade de 1,2V / 800mAh. Sabe-se que um dos conjuntos é de uso exclusivo dos motores.

O robô possui 2 motores que consomem, cada um, 300mA. O microcontrolador e o conjunto de sensores consomem 400 mA.

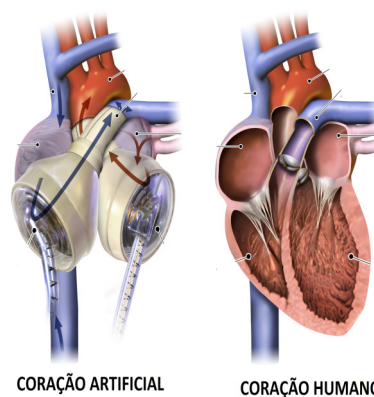
Qual a autonomia prevista para o robô se deslocar em linha reta?

- a. () 2 horas.
- b. () 30 minutos.
- c. () 1 hora.
- d. () 80 minutos.
- e. () 68 minutos.

9. Em uma atividade da aula de Ciências, a turma foi dividida em dois grupos para montar um coração robótico que demonstrasse a fisiologia do órgão humano. As especificações do projeto foram fornecidas pelo professor por meio da tabela:

Grupo	Atividade a ser demonstrada	Pulsação
01	Atleta correndo em um parque	140 bpm
02	Pessoa dormindo	70 bpm

Considerando que se optou por um conjunto de bombas, cada uma representando o funcionamento de uma cavidade, qual grandeza física deve ser considerada na programação destes 2 sistemas robóticos?



(Fonte: Modificado de transplants.ucla.edu)

- a. () Volume das câmaras, sendo que o volume das câmaras do grupo 01 deve ser maior do que o volume das câmaras do grupo 2.
- b. () Temperatura do motor das bombas, sendo que a temperatura do motor do grupo 01 deve ser menor do que a temperatura do motor do grupo 2.
- c. () Aceleração do motor das bombas, sendo que a aceleração do motor do grupo 01 deve ser menor do que a aceleração do motor do grupo 2.
- d. () Umidade das bombas, sendo que a umidade da bomba do grupo 01 deve ser maior do que a umidade da bomba do grupo 2.
- e. () Velocidade de rotação do motor da bomba, sendo que a velocidade do motor do grupo 01 deve ser maior do que a velocidade do motor do grupo 2.

10. Em um programa para Arduino, existe o seguinte trecho:

```
int i, j;
for (i=0, i<=4; i++){
    digitalWrite (13, HIGH);
    for (j=0; j<=9; j++){
        digitalWrite (12, HIGH);
        delay (500);
        digitalWrite (12, LOW);
        delay (500);
    }
    digitalWrite (13, LOW);
    delay (500);
}
```

Se às portas de saída digital do microcontrolador estão conectados LEDs, pode-se dizer que:

- a. () O LED conectado à porta 12 irá piscar com um intervalo de 0,5 segundo por 10 vezes, e quando este processo terminar, o LED conectado à porta 13 irá piscar com intervalo de 0,5 segundo para sinalizar o término. Este processo vai se repetir 5 vezes.
- b. () O LED conectado à porta 12 irá piscar com um intervalo de 0,5 segundo por 9 vezes, e quando este processo terminar, o LED conectado à porta 13 irá piscar com intervalo de 0,5 segundo para sinalizar o término. Este processo vai se repetir 4 vezes.
- c. () O LED conectado à porta 12 irá piscar com um intervalo de 500 segundos por 10 vezes, e quando este processo terminar, o LED conectado à porta 13 irá piscar com intervalo de 500 segundos para sinalizar o término.
- d. () O LED conectado à porta 13 irá piscar com um intervalo de 500 segundos por 9 vezes, e quando este processo terminar, o LED conectado à porta 12 irá piscar com intervalo de 500 segundos para sinalizar o término. Este processo vai se repetir 5 vezes.
- e. () O LED conectado à porta 13 irá piscar 9 vezes com um intervalo de 0,5 segundo, e simultaneamente o LED conectado à porta 12 irá piscar 4 vezes com um intervalo de 0,5 segundo.

11. "Imagine um exército de robôs com proporções microscópicas entrando em seu corpo para atacar células cancerígenas, destruir bactérias e vírus, inserir medicamentos em células específicas, desobstruir artérias e realizar cirurgias minimamente invasivas. (...) A nanotecnologia - área que desenvolve partículas e dispositivos que medem poucos nanômetros (milionésimos de milímetro) - aplicada à medicina, ou nano-medicina, como é chamada, é a grande aposta da ciência para os diagnósticos e tratamentos de diversas doenças dentro de 5 a 20 anos."

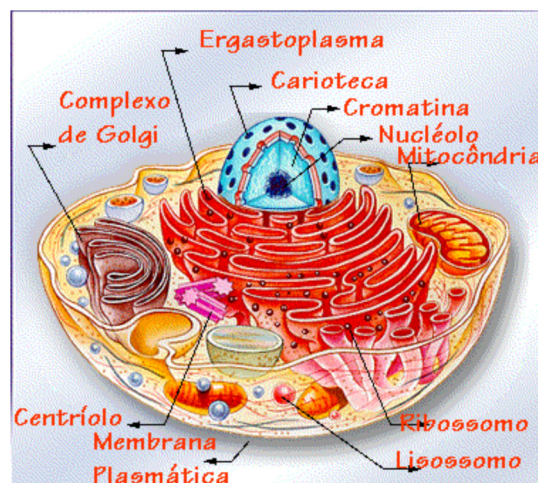
(Fonte: <http://curiosidades-mundocurioso.blogspot.com.br>)



(Fonte: <https://falandodedna.wordpress.com>)

Suponha que um desses nanorrobôs atuando no corpo humano precisasse recarregar suas baterias para continuar funcionando e que suas baterias fornecem energia por meio do processamento de proteínas. Para isso ele possuiria um dispositivo que absorve proteínas de algumas células, dentro de uma limitação que não as prejudicasse.

Observando a estrutura geral de uma célula na figura a seguir, responda: Qual organela poderia auxiliar o nanorrobô fornecendo proteínas?



(Fonte: <http://www.universitario.com.br>)

- a. () Núcleo.
- b. () Mitocôndria.
- c. () Ribossomo.
- d. () Complexo de Golgi.
- e. () Centríolo.

12. O Skysailor, um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) autônomo, desenvolvido por uma universidade Suíça, tem a capacidade de voar continuamente usando a energia solar para alimentar seus motores e carregar suas baterias para continuar voando à noite. Ele foi instruído a voar por diversas cidades do mundo para monitorar emissões de gás carbônico.

Sobre o sistema de navegação deste VANT é correto afirmar:

- a. () Para localização e orientação o VANT provavelmente utiliza sensores de toque e encoders acoplados a suas asas. As principais informações usadas para navegação são a altitude e os deslocamentos linear e angular.
- b. () Para localização e orientação o VANT provavelmente utiliza sonares acoplados a suas asas e um giroscópio. As principais informações usadas para navegação são a altitude e o ângulo de guinada.
- c. () Para localização e orientação o VANT provavelmente utiliza uma bússola e um tubo de pitot. As principais informações usadas para navegação são a orientação magnética e a velocidade do vento.
- d. () Para localização e orientação o VANT provavelmente utiliza uma unidade de medidas inerciais em conjunto com um sistema de posicionamento global (GPS). As principais informações usadas para navegação são a altitude e os ângulos de Euler.
- e. () Para localização e orientação o VANT provavelmente utiliza um conjunto de sensores de luz e cor. As principais informações usadas para navegação são a orientação magnética e a concentração de gás carbônico no ambiente.

13. The text below is taken from the book by Isaac Asimov: *I, Robot*. Read and answer:

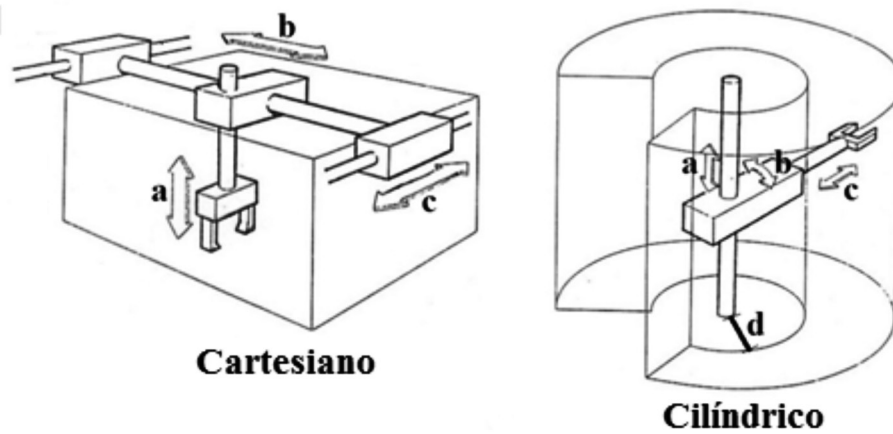
"The conflict between the various rules is ironed out by the different positronic potentials in the brain. We'll say that a robot is walking into danger and knows it. The automatic potential that Rule Three sets up and turns him back. But suppose you *order* him to walk into that danger. In that case, Rule Two sets up a counter-potential higher than the previous one and the robot follows orders at the risk of existence."

Does the presented argument indicate that there may be a logical conflict among the Three Laws of Robotics?

- a. () No. Because the Third Law says that a robot must protect his own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Law.
- b. () Yes. Because the robot feels that following the Three Laws of Robotics is dangerous.
- c. () No. Because the First Law says that a robot must obey the orders given it by human beings.
- d. () Yes. Because the Three Laws of Robotics ensure that mankind remains superior.
- e. () No. Because when machines serve mankind rather than individual humans, a machine's idea of what is good for society may itself contravene the Three Laws.

14. Para operar um robô e fornecer a ele os comandos corretos, é preciso conhecer seu espaço de trabalho. O espaço de trabalho é a região do espaço que o robô consegue alcançar e depende da configuração geométrica do manipulador e das restrições físicas das juntas (limites mecânicos).

Os manipuladores mostrados na figura movimentam sua garra conforme a indicação das setas e seus movimentos são limitados de acordo com os dados da tabela.



Manipulador	a	b	c	d	Comprimento máximo do braço
Cartesiano	200 mm	520 mm	300 mm	---	---
Cilíndrico	720 mm	324°	330 mm	350 mm	680 mm

Qual o volume do espaço de trabalho destes robôs, cartesiano e cilíndrico, respectivamente?

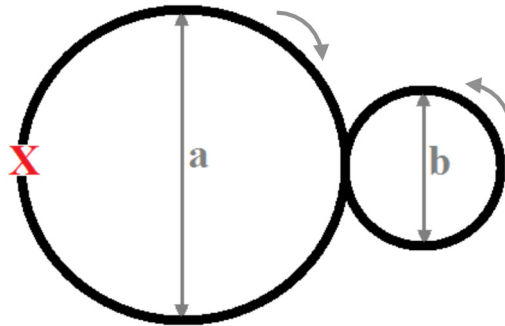
(Observação: Considere $\pi = 3,14$)

- a. () 69,2 cm³; 312 mm³.
- b. () 31,2 dm³; 0,692 m³.
- c. () 69,2 mm³; 312 dm³.
- d. () 0,312 m³; 691,6 dm³.
- e. () 312 cm³; 6,92 dm³.

15. Se um motor de passo tem um ângulo de passo de 1,5°, qual é a taxa mínima de entrada digital para que ele produza uma rotação de 10 revoluções/s?

- a. () 2.400 pulsos/s.
- b. () 3.600 pulsos/s.
- c. () 1.200 pulsos/s.
- d. () 240 pulsos/s.
- e. () 360 pulsos/s.

16. Um robô seguidor de linha com duas rodas é instrumentado com um sensor de luz para identificar o trajeto e com um encoder em cada roda para medir a distância percorrida. Seu sistema será testado em uma pista em forma de 8 como a da figura:



O objetivo nesta prova é percorrer a pista por 12 vezes e parar na posição em que o robô começou, identificada na imagem com um X. Considere os dados técnicos da pista e do robô na tabela.

Dados técnicos da pista	
a	90 cm
b	60 cm
Dados técnicos do robô	
Resolução do encoder	100 pulsos por revolução
Diâmetro de cada roda	30 mm

Infelizmente, o robô funcionou por apenas 14 segundos, a uma velocidade constante de 2m/s antes da bateria acabar. Quantos pulsos espera-se terem sido contados na saída do encoder e qual a distância percorrida pelo robô?

(Observação: Considere $\pi=3,14$)

- Aproximadamente 18800 pulsos e o robô percorreu cerca de 1/3 do percurso.
- Aproximadamente 36000 pulsos e o robô percorreu cerca de 1/4 do percurso.
- Aproximadamente 30000 pulsos e o robô percorreu cerca de 1/2 do percurso.
- Aproximadamente 60000 pulsos e o robô percorreu todo o percurso.
- Aproximadamente 72000 pulsos e o robô percorreu todo o percurso e mais 1/4 da pista.

17. O trecho de programa a seguir foi desenvolvido com a intenção de produzir a figura (a), partindo do centro da tela do computador. No entanto, o resultado obtido foi a figura (b).

Linha	Código
1	for (var i = 0; i < 10; i++) {
2	penColour(colour_random());
3	for (var j = 0; j < 60; j++) {
4	moveForward(6);
5	turnRight(6);
6	turnRight(36);
7	}
8	}



(a)

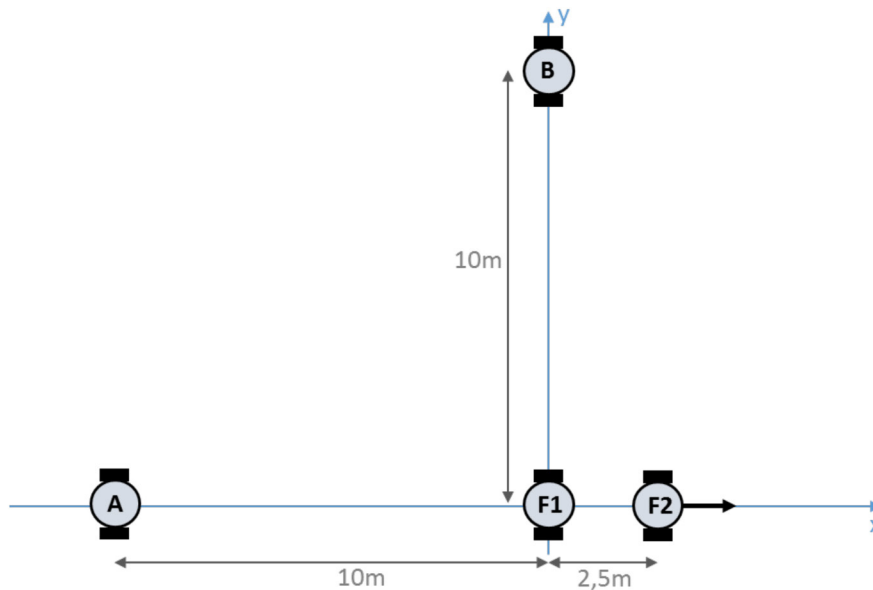


(b)

Onde está o erro do programa? Qual o comando correto?

- a. () O erro está na linha 1. O comando correto é `for (var i = 1; i > 10; i++);`
- b. () O erro está nas linhas 6 e 7. Os comandos corretos são `}` e `turnRight(36);`
- c. () O erro está nas linhas 4 e 5. Os comandos corretos são `turnRight(6);` e `moveForward(6);`
- d. () O erro está na linha 5. O comando correto é `turnLeft(90);`
- e. () O erro está na linha 3. O comando correto é `while (var j = 0; j <= 60; j += 1) {`

18. Um conjunto de quatro robôs móveis é proposto para executar uma tarefa cooperativa em formação. Para tal, devem identificar as posições e comportamentos um do outro. Os quatro robôs possuem um emissor e um receptor de ondas sonoras. A estrutura da formação é montada como na figura descrita a seguir.



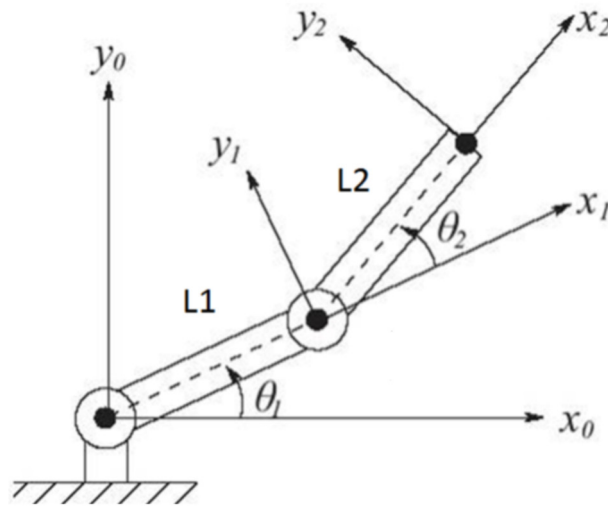
Considere o caso em que os robôs F1 e F2 estão atuando como fontes sonoras, inicialmente separados por 2,5m. Os robôs A e B estão distantes 10m de F1, sendo que A está no eixo x e B no eixo y, conforme indica a figura. Os emissores em F1 e F2 estão em fase e emitem som em uma frequência fixa $f = 170\text{Hz}$. Num dado instante, o robô F2 começa a se deslocar lentamente ao longo do eixo x, afastando-se do robô F1. Com este deslocamento, os robôs A e B detectam uma variação periódica na intensidade do som resultante dos robôs F1 e F2, passando por máximos e mínimos consecutivos de intensidade. Considerando a posição inicial dos quatro robôs, determine:

- A distância L_a entre os robôs F1 e F2 para a qual o robô A detecta o primeiro mínimo de intensidade.
- A distância L_b entre os robôs F1 e F2 para a qual o robô B detecta o primeiro máximo de intensidade.

(Utilize o módulo da velocidade do som igual a 340 m/s.)

- $L_a = 6,6\text{m}; L_b = 3,0\text{m}.$
- $L_a = 3,0\text{m}; L_b = 2,0\text{m}.$
- $L_a = 3,0\text{m}; L_b = 6,6\text{m}.$
- $L_a = 6,6\text{m}; L_b = 2,0\text{m}.$
- $L_a = 2,0\text{m}; L_b = 6,6\text{m}.$

19. Considere o robô manipulador planar ilustrado na figura, composto por duas juntas rotacionais e dois elos (L_1 e L_2). O robô planar se movimenta apenas no plano cartesiano bidimensional. O plano cartesiano definido por (\vec{x}_0, \vec{y}_0) tem sua origem no centro de massa da primeira junta, o plano cartesiano definido por (\vec{x}_1, \vec{y}_1) tem sua origem no centro de massa da segunda junta e o plano cartesiano definido por (\vec{x}_2, \vec{y}_2) tem sua origem no centro de massa do efetuador. O efetuador é o ponto de interesse onde será acoplada a garra ou a ferramenta.



Se as dimensões das juntas podem ser desprezadas, $L_1 = 50\text{cm}$, $L_2 = L_1/2$, $\theta_1 = 30^\circ$ e $\theta_2 = 15^\circ$, qual a posição (x,y) do efetuador em relação ao plano cartesiano definido por (\vec{x}_0, \vec{y}_0) ?

(Observação: A figura não está em escala)

- a. $(x,y) \approx (75\text{cm}, 75\text{cm})$
- b. $(x,y) \approx (67\text{cm}, 43\text{cm})$
- c. $(x,y) \approx (43\text{cm}, 61\text{cm})$
- d. $(x,y) \approx (67\text{cm}, 31\text{cm})$
- e. $(x,y) \approx (61\text{cm}, 43\text{cm})$

20. “No Instituto de Ciências Matemáticas e da Computação (ICMC) da USP, em São Carlos, pesquisa de Valéria Santos utiliza a cabeça robótica virtual Valerie, capaz de identificar e imitar expressões faciais apresentadas por seres humanos, para avançar o conhecimento sobre a interação entre o homem e a máquina. (...) Os robôs sociáveis devem ser capazes de interagir, se comunicar, compreender e se relacionar com os seres humanos de uma maneira natural. “Embora diversos robôs sociáveis tenham sido desenvolvidos com sucesso, ainda existem muitas limitações a serem superadas. São necessários avanços no desenvolvimento de mecanismos que possibilitem interações mais realísticas entre robôs e humanos. Uma forma de fazer isso é através de expressões faciais de emoção”, explica.”

(Fonte: www.usp.br – Por Fernanda Vilela, Assessoria de Comunicação do ICMC)

“Mas por que uma máquina precisaria de sentimento? Por que colocar emoções em um computador? Por que construir um robô com forma humana? Existem muitos pesquisadores, como Jaron Lairner, Hupert Dreyfus e Marvin Minsky, que acreditam ser inútil reproduzir um ser humano em toda sua complexidade. Em certos casos, isso seria um grande inconveniente. Imaginem-se máquinas dotadas de inteligência artificial para aplicações específicas, como uma lavadora de roupas que fica deprimida quando o dono não está ou uma secretária eletrônica que se recusa a atender ligações de uma determinada pessoa.”

(Fonte: Notas de aula de Computação Bioinspirada – Por Eduardo Simões)

Com base nos textos apresentados é possível afirmar:

- a. () Não existem quaisquer aplicações práticas que demandem a compreensão de emoções humanas por robôs. Dessa forma, a interação entre homem e máquina deve ser a mais objetiva possível.
- b. () Robôs sociáveis são desenvolvidos para interagir com pessoas, compreendendo as emoções do usuário por meio da identificação de expressões faciais. Essa tecnologia já está muito bem fundamentada e não há utilidade em desenvolvê-la para outras aplicações específicas.
- c. () Sentimentos e emoções são caracterizações complexas, próprias de seres humanos. Embora a implementação de emoções em robôs seja uma tecnologia superada, a identificação dessas características pelos robôs pode trazer inconvenientes à interação entre o homem e a máquina.
- d. () A compreensão dos sentimentos humanos pelos robôs é importante para ampliar aplicações que envolvem a interação entre o homem e a máquina. No entanto, seria irrelevante implementar emoções em robôs com aplicações específicas, que independem por natureza, do humor do usuário.
- e. () A cabeça robótica virtual *Valerie* é capaz de compreender e imitar expressões faciais que exprimem emoções e sentimentos humanos. Em uma próxima fase da pesquisa, *Valerie* será utilizada para selecionar ligações telefônicas recebidas dependendo de seu humor.