MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA POTENCIALIZADORA PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA

Produto Educacional

ROBÓTICA

GEORDANY MELO CORREA COELHO

Araguaína, TO

2020

A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA POTENCIALIZADORA PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA

GEORDANY MELO CORREA COELHO

PRODUTO EDUCACIONAL

Produto Educacional desenvolvido como parte do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física, Pólo UFT Araguaína.
Orientadora: Liliana Yolanda Ancalla Dávila

Araguaína, TO

2020

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 4
INTRODUÇÃO 5
AULA 1: Física do Estado Sólido 6
AULA 2: Bandas de Energia Semicondutores e Aplicações 10
AULA 3: Introdução à Robótica 17
AULA 4: Montagem do Robô Explorador 27
REFERÊNCIAS 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estruturas cristalinas CCC, CFC e HC 6
Figura 2: Célula unitária e estrutura cristalina do cristal de NaCl 7
Figura 3: Diferentes tipos de metais 8
Figura 4: Esquema de uma lambada fluorescente onde temos um fluido condutor. 8
Figura 5: Exemplos de materiais condutores. 9
Figura 6: Representação de bandas 10
Figura 7: Estrutura de silício puro 11
Figura 8: Silício dopado com fosforo 11
Figura 9: Silício dopado com Boro 12
Figura 10: Circuito com diodos PN e NP 13
Figura 11: Exemplo de diodos 13
Figura 12: Diferentes modelos de transistor 13
Figura 13: Circuito integrado 14
Figura 14: Robôs realizando solda em montadora e robô utilizado 17
Figura 15: Braço robô na ISS 17
Figura 16: Carro autônomo do Google 18
Figura 17: Robô Curiosity NASA 18
Figura 18: Veiculo aéreo não tripulado de uso militar 18
Figura 19: Robôs humanoides da *Boston Dynamics* 19
Figura 20: Duas versões do Robô Spotmine da *Boston Dynamics*. 19
Figura 21: Sensor Piezoeléctrico e Sensor Térmico para Arduino 20
Figura 22: Sensor Ultrassónico 20
Figura 23: Braço Robótico realizando movimento complexo 21
Figura 24: Servo motor tipicamente utilizado em atividades de robótica educacional 22
Figura 25: Exemplo de motor de passo 22
Figura 26: Motor de corrente continua com caixa de redução e a direita temos uma ponte h (circuito de potencia) utilizado para o controle da polaridade do circuito. 23
Figura 27: Exemplos de Garras Robóticas (pinça mecânica) 23
Figura 28: Braços robóticos com pinça mecânica e com garra de sucção 23
Figura 29: Arduino uno 25

Figura 30: IDE do Arduino.....26
Figura 31: Programa Pisca *LED*.....30
Figura 32: Circuito do robô 34
Figura 33: Placa de MDF.....34
Figura 34: Motores de corrente continua.....35
Figura 35: Motores com rodas presos ao *MDF*.....35
Figura 36: Roda Dianteira presa ao *MDF*.....36
Figura 37: Fios ligados ao Arduino uno.....37
Figura 38: Fios ligados à ponte H.....37
Figura 39: Conexão Arduino ponte H.....38
Figura 40: Sensor ultrassônico.....38
Figura 41: Sensor ultrassônico preso ao suporte plástico.....39
Figura 42: Conexão sensor, Arduino e ponte H.....39
Figura 43: Robô montado.....40
Figura 44: Arduino ligado ao computador via *USB*.....40
Figura 45: Declaração de funções de variáveis do programa.....41
Figura 46:*Setup* do programa.....42
Figura 47: No ***Loop*** do programa temos o trecho do programa é repetido continuamente.....43

APRESENTAÇÃO

Este produto tem como objetivo, apresentar uma proposta de ensino de Física através de uma sequência didática onde as teorias sejam apresentadas junto com os avanços tecnológicos permitidos por esta ciência, bem como uma atividade experimental capaz de interligar os diferentes temas de Física com tecnologias contemporâneas.

As aulas dessa sequência estão organizadas em quatro encontros, no entanto é possível adequar para períodos mais longos ou até mais curtos dependendo das necessidades do professor e dos alunos:

Aula 1: Introdução a Física do estado sólido.

Aula 2: Bandas semicondutores e aplicações.

Aula 3: Introdução a Robótica.

Aula 4: Montagem do Robô.

Esta sequência didática começa trabalhando a Física do Estado sólido. São tratados os seguintes temas: estruturas cristalinas, células unitárias e condução de eletricidade nos sólidos segundo o modelo dos elétrons livres.

Na aula 2, trabalhamos o modelo das bandas de condução, discutimos a dopagem de materiais semicondutores e as aplicações derivadas desses materiais.

Na aula 3, temos uma leve introdução à robótica onde é feito um histórico mostrando as origens dessa ciência, seus usos na indústria, pesquisa científica e militar e as promessas dessa área do conhecimento no futuro

A aula 4, consiste em uma aula prática de Física e Robótica, onde os alunos divididos em equipes e sob a orientação do professor, farão a montagem de um robô explorador. A turma será previamente dividida em equipes de 5 alunos, cada grupo ficará responsável por um kit de montagem contendo uma placa de prototipagem Arduino Uno, uma Ponte H, dois motores de corrente contínua com caixa de redução e um sensor ultrassónico, nesta aula o professor orientará como conectar os circuitos e monta-lo sobre uma base móvel.

INTRODUÇÃO

A relação entre Física e tecnologia sempre foi muito próxima e são vários os exemplos que podem ser citados como: ainda durante a antiguidade o matemático Arquimedes (288-212) já construía suas “engenhocas” com base em princípios mecânicos descobertos por ele mesmo, os estudos de ótica levaram as lentes corretivas e aos telescópios e sem a termodinâmica que demonstram as relações entre calor e trabalho não teríamos os motores de combustão e nem ao menos teríamos passado pela revolução industrial, pois as máquinas a vapor eram construídas a partir dos avanços permitidos pela termodinâmica.

As descobertas no campo da eletricidade levaram a avanços tecnológicos em todas as áreas da atividade humana, dentre os muitos físicos com contribuições importantes podemos destacar: os físicos Michael Faraday (1791-1867) com a descoberta do fenômeno de indução eletromagnética que teria como grande aplicação o motor elétrico de indução, Simon Ohm (1789-1854) e o efeito da resistência que é usado para controlar a passagem de corrente dentro de circuitos, Nicola Tesla (1856-1943) e os estudos das correntes alternadas que levaram a transmissão de eletricidade a longas distancias e James Clark Maxwell (1831-1879) que estabeleceu a equivalência entre a luz e as outras ondas eletromagnéticas que viriam a permitir o desenvolvimento das comunicações sem fio .

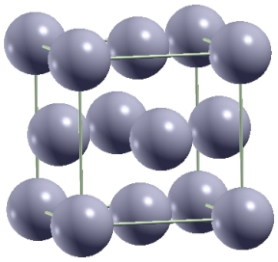
O efeito termiônico foi descoberto ainda no século XIX pelo engenheiro Thomas Edson (1847-1931), essa descoberta permitiu que o desenvolvimento das válvulas termiônicas as quais até a primeira metade do século XX foram à base dos aparelhos eletrônicos. Apesar de em algumas aplicações persistir o uso das válvulas, hoje elas são consideradas tecnologia ultrapassada e a eletrônica e a microeletrônica tem como base os componentes desenvolvidos a partir de materiais semicondutores.

A Física teve grande importância na mudança do paradigma do uso das válvulas para o dos semicondutores. Teorias como a Mecânica Quântica e a Física do Estado Sólido lançaram luz sobre a estrutura da matéria e permitiram uma nova e melhor compreensão de como ocorre à condução de eletricidade nos sólidos, levando a descobertas e pesquisas com semicondutores como o silício o qual levou

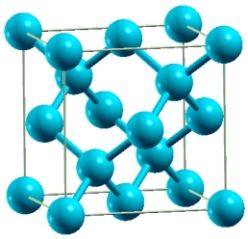
ao desenvolvimento de componentes importantíssimos como o transistor responsável por uma revolução tecnológica sem precedentes.

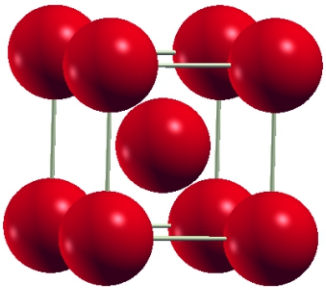
Considerando o exposto, fica clara a necessidade de praticar um ensino de Física mais conectado com os avanços tecnológicos. Os jovens estudantes do século XXI devem conhecer as teorias e as aplicações por elas permitidas para uma melhor compreensão e impacto do papel da ciência em nossa sociedade. A teoria, conceitos da tecnologia e aplicação, serão expostas na forma de uma sequência didática, levando em consideração a teoria de Vygotsky.

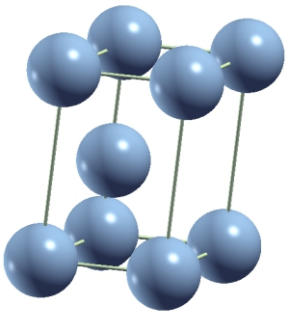
AULA 1

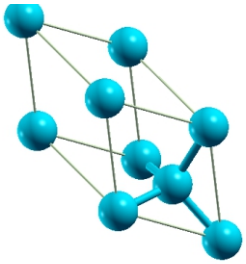


Física do Estado Sólido









AULA 1: Física do Estado Sólido Orientações ao Professor		
Tempo Estimado	**Temas Trabalhados**	**Objetivos**
100 minutos	• Estruturas cristalinas e células unitárias • Condução Elétrica: Modelo dos elétrons livres	Conhecer os conceitos de estrutura cristalina e células unitárias. Compreender a teoria da condução baseada no modelo dos elétrons livres.

Sólidos e Estrutura Cristalinas

Temos um sólido cristalino quando os átomos estão dispostos em uma estrutura periódica e tridimensional que se repete ou é periódica. Podemos dizer que em um cristalino existe ordem de longo alcance e quando ocorre um processo de solidificação os átomos se posicionam em um padrão tridimensional.

Todos os metais e algumas cerâmicas apresentam estruturas cristalinas, a compreensão desses agrupamentos de átomos é importante, pois permite entender as propriedades físicas e químicas dos materiais e a partir delas podemos criar diferentes aplicações para os materiais.

As redes cristalinas podem ser subdivididas em unidades menores, pequenos agrupamentos atômicos que formam o que conhecemos como células unitárias. A figura 1 mostra os três tipos de células unitárias mais comuns, que são: cúbica de face centrada (CFC), cúbica de corpo centrado (CCC) e hexagonal compacta (HC).

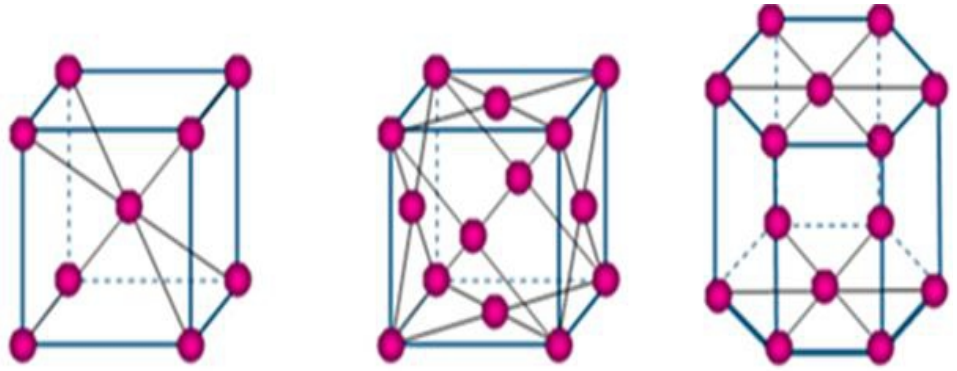


Figura1: Estruturas cristalinas CCC, CFC e HC.
Fonte:https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/ligacoes-metalicas-as-propriedades.

Células Unitárias

As redes cristalinas podem ser subdivididas em unidades menores, pequenos agrupamentos atômicos que formam o que conhecemos como células unitárias. A figura 2 mostra uma célula unitária CFC, essa estrutura pode representar um cristal de NaCl, as esferas azuis são os íons que formam o cristal.

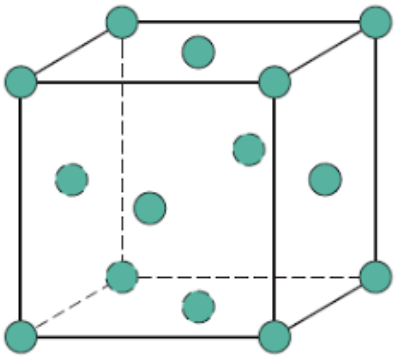


Figura 2: Célula unitária e estrutura cristalina do cristal de NaCl,
Fonte:https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/cloreto-sodio.htm

A célula unitária representa uma estrutura básica dentro da estrutura cristalina e define a estrutura com base em sua geometria e das posições atômicas em seu interior. Uma estrutura cristalina pode ser representada por mais de um tipo de célula unitária, no entanto, em geral se escolhe a célula com mais alto grau de simetria.

Propriedades Elétricas dos Sólidos:

Os materiais sólidos podem ser classificados do ponto de vista elétrico com base em sua resistividade elétrica ρ,que no SI tem como unidade de medida o Ohm-metro. Medindo a resistividade de diferentes materiais em temperatura ambiente podemos dividi-los em três categoriais diferentes: isolantes, condutores e semicondutores. A condução elétrica nos sólidos pode ser explicada do ponto de vista clássico a partir do modelo dos elétrons livres.

Modelo dos Elétrons Livres:

A condução de eletricidade pode ser explicada a partir do modelo dos elétrons livres ou nuvem eletrônica: Nos materiais considerados bons condutores como a

grafita e os metais em geral podemos encontrar um grande número de elétrons com elevada mobilidade formando o que chamamos de nuvem eletrônica, estes pertencem a última camada do átomo, logo a força de ligação entre eles e o núcleo é mais fraca e quando o solido é submetido a uma diferença de potencial (ddp), estes portadores de carga entram facilmente em movimento ordenado originando uma corrente elétrica . A figura 3 mostra diferentes tipos de condutores metálicos.

Figura 3: Diferentes tipos de metais
Fonte:https://www.galvaminas.com.br/blog/metal-5-tipos-presentes-em-objetos-de-uso-cotidiano

Materiais como os metais e grafites são considerados condutores de primeira ordem, pois nestes os portadores de carga são os elétrons livres descritos acima. Já as correntes elétricas que ocorrem em fluidos líquidos são causadas por íons positivos e negativos que entram em movimento ordenado quando o fluido é submetido a uma ddp, assim classificamos os fluidos líquidos como condutores de segunda espécie. Nos fluidos gasosos como nas lâmpadas florescentes, figura 4, os portadores de carga podem ser tanto íons positivos e negativos como elétrons, estes fluidos são chamados de condutores de terceira classe.

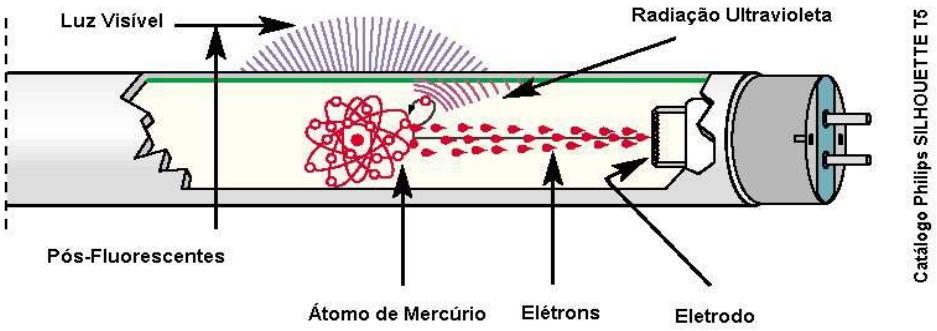


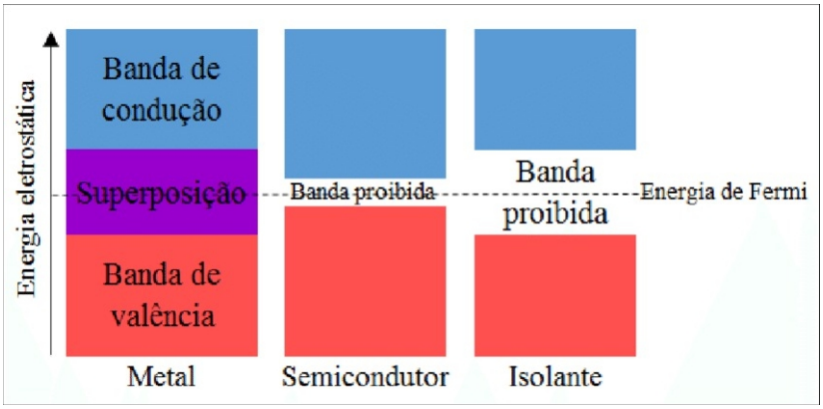
Figura 4: Esquema de uma lâmpadafluorescente onde temos um fluido condutor.
Fonte:http://principo.org/pontifcia-universidade-catlica-do-rio-grande-do-sul-departamen.html?page=4

Os materiais considerados isolantes não apresentam essa nuvem eletrônica pois seus elétrons da última camada estão ligados fortemente ao núcleo garantindo assim pouca mobilidade. Exemplos de isolantes são: o plástico comum, borracha e madeira figura 5 mostra alguns objetos feitos com materiais isolantes.

Figura 5: Exemplos de materiais isolantes.
Fonte:https://www.mecanicaindustrial.com.br/materiais-isolantes-utilizados-em-engenharia-eletrica

AULA 2

Bandas de Energia Semicondutores e Aplicações



AULA 2: Bandas de Energia Semicondutores e Aplicações Orientações ao Professor		
Tempo Estimado	**Temas Trabalhados**	**Objetivos**
100 minutos	• Bandas de energia • Semicondutores e aplicações tecnológicas	Conhecer o modelo de bandas de energia. Compreender a dopagem de semicondutores e suas aplicações em eletrônica.

Bandas de Energia

A Física moderna explica as propriedades elétricas dos corpos a partir do modelo das bandas de energia, quando os átomos estão próximos como em uma rede cristalina não tratamos mais de átomos individuais, ao invés disso tratamos com sistemas atômicos. Considerando uma rede com *N* átomos e cada nível se desdobram em 2*N* níveis de energia logo esses níveis formam uma banda de energia. As bandas de energia são separadas por bandas proibidas os quais são níveis de energia que nenhum elétron pode ocupar. As propriedades elétricas de um material sólido são consequência de sua estrutura de bandas eletrônicas a condutividade elétrica de um material é função da largura da banda proibida. Dependendo das características dessa banda um sólido pode ser classificado como: condutor, isolante ou semicondutor. A figura 6 é uma representação da estrutura de bandas para os três tipos de materiais possíveis isolantes, condutores e semicondutores.

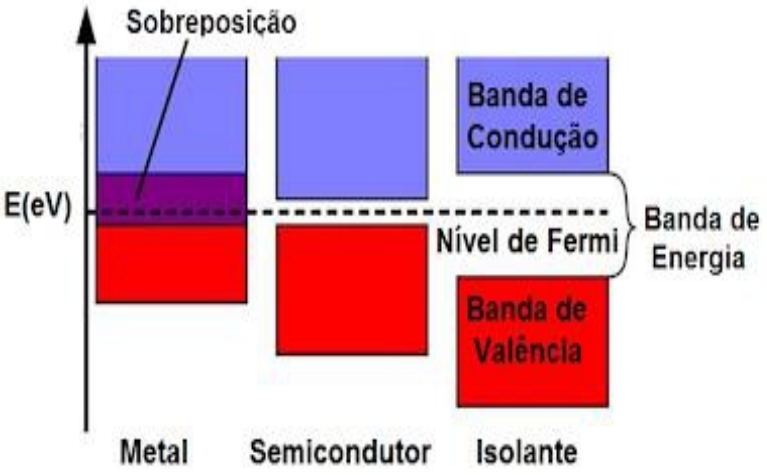


Figura 6: Representação de Bandas de Energia.
Fonte: https://sites.google.com/site/lablafea/celulas-solares

Semicondutores

Semicondutores são sólidos com condutividade elétrica intermediaria entre isolantes e condutores. A distância entre a banda de valência (ultima banda ocupada) e a banda de condução (nível mais baixo da primeira banda) é bem menor que nos isolantes, logo uma agitação se a energia cinética dos elétrons sofrer uma variação há uma probabilidade alta de o elétron passar da banda de valência para a banda de condução.

Semicondutores Dopados

O processo de dopagem permite que átomos (impurezas) sejam acrescentados a estrutura de um cristal semicondutor, e assim é possível variar sua resistividade tornando o condutor no nível que for desejado. Os semicondutores dopados podem ser divididos nos tipos N ou P.

Semicondutores tipo N e P

Em um cristal de silício puro, cada átomo está ligado a outros quatros átomos vizinhos. Os eletros dessa ligação ocupam a banda de valência desse material. A figura 7 é uma representação dessa ligação.

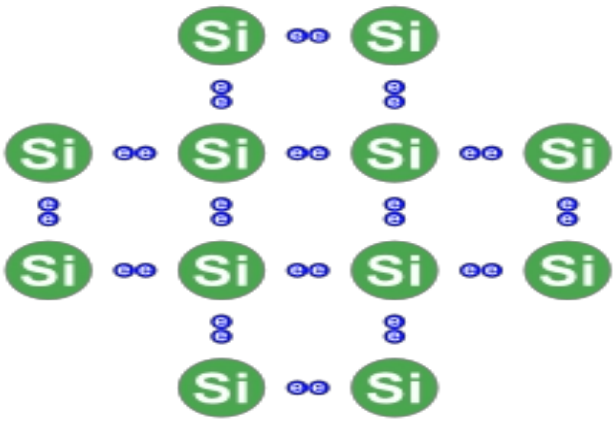


Figura 7: Estrutura de silício Puro. Os átomos de silício são as bolinhas verdes e os pontos azuis representam as ligações entre átomos.
Fonte:http://www.eletronpi.com.br/ce-024-semicondutor.aspx

A substituição (dopagem) de um átomo de fósforo por um átomo de silício que possui valência 5, deixando um elétron “sobrando” e este passa a se comportar como um elétron livre na superfície de um metal pois este está fracamente ligado a rede cristalina. Os elétrons das ligações entre átomos de silício pertencem à banda de valência e quando um desses elétrons está livre para se mover ao longo do material, dizemos que ele passou da banda de valência para a banda de condução. Os semicondutores dopados com átomos doadores de elétrons são chamados de semicondutores do tipo N de negativos porque os portadores de carga são elétrons e estes apresentam cargas negativas, um cristal de silício dopado com fósforo é mostrado na figura 8.

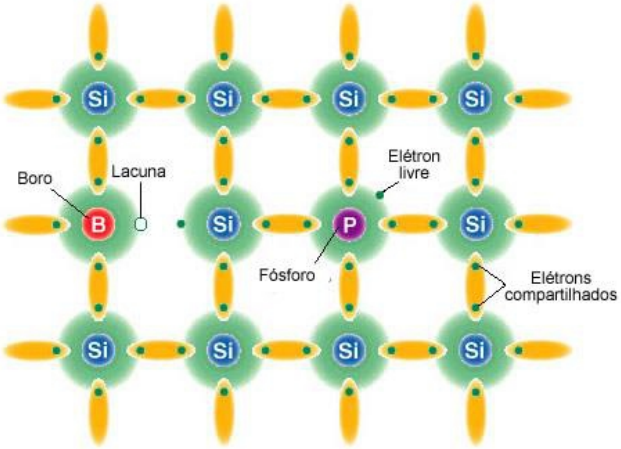


Figura 8: Cristal de Silício dopado com átomos de Boro e Fosforo.
Fonte: http://eletronicaled.blogspot.com/2015/03/introducao-para-entendercomo-os-diodos.html

A figura 8 também mostra um cristal de silício dopado com boro que apresenta valência igual a 3. Com essa substituição fica faltando um elétron em uma ligação levando a criação de um buraco na banda de valência. O buraco pode ser preenchido por um elétron de outra ligação vizinha, fazendo com que o buraco se desloque no sentido contrário ao do movimento dos elétrons, comportando-se como uma partícula carregada com carga positiva, por isso esse semicondutor é chamado de semicondutor P de positivo.

Dispositivos Semicondutores

Diodo NP /PN

O diodo é o componente mais simples da eletrônica e é formado pela junção de um semicondutor tipo P e outro do tipo N. Se uma bateria for ligada a um cristal NP de forma que o contato do polo positivo desta bateria com o lado N e o do polo negativo com o lado P, essa ligação impede a passagem de corrente, a junção NP se comporta como um material de alta resistência. Porém, invertendo a polaridade a corrente passará facilmente pelo cristal NP. A figura 9 mostra a representação de um diodo semicondutor e na figura 10 temos exemplos de diodos.

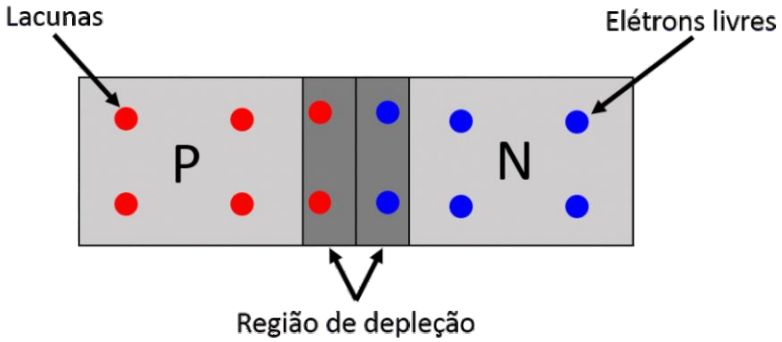


Figura 9: Diodo NP Mostrando as Lacunas e Elétrons Livres.
Fonte:http://www.vandertronic.com/index.php/diodos/?print=print

Figura 10: Exemplo de diodos
Fonte: https://www.sabereletrica.com.br/diodo-de-silicio-ou-germanio/

Transistor

O transistor é considerado por muitos o principal componente da eletrônica moderna ele é formado por um cristal semicondutor formado a partir da junção de semicondutores NPN ou PNP e pode ser utilizado para produzir e amplificar sinais e também em operações de chaveamento. Dentre os tipos de transistores os mais utilizados são os bipolares e os de efeito de campo, a figura 11 mostra alguns exemplos de transistores.

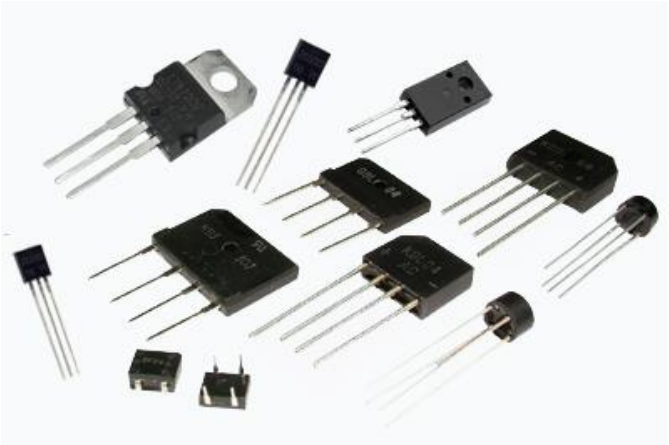


Figura 11: Diferentes modelos de transistor
Fonte:https://www.indiamart.com/proddetail/electronic-transistors-4263638173.html

CircuitoIntegrado

A teoria dos circuitos integrados remonta os anos 20, porém os primeiros circuitos integrados foram desenvolvidos nos anos 50 e na década 70 eles passaram a ser comercializados e difundidos no meio industrial graças a avanços permitidos por pesquisadores do Vale do Silício. Um circuito integrado é formado por milhares de componentes como diodos, transistor, resistores e capacitores todos fabricados juntos sobre uma pastilha semicondutora de silício. Esses circuitos costumam ser chamados de chip. A figura 12 mostra um circuito integrado.

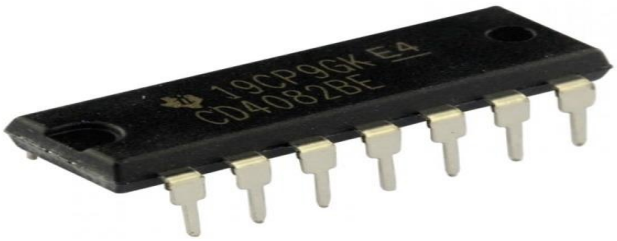


Figura 12: Circuito Integrado
Fonte:https://proesi.com.br/uc3825-circuito-integrado.html

Os circuitos integrados foram responsáveis por uma grande revolução na eletrônica, dando origem a microeletrônica permitindo passarmos dos circuitos a válvulas aos pequenos e complexos microchips. Os avanços em eletrônica derivados dos semicondutores nos deram os microcomputadores e mudaram a sociedade de forma irreversível, alterando as relações pessoais e de trabalho e conduzindo a novas formas de comunicação.

As principais vantagens no uso dos circuitos integrados são:

- Circuitos menores e leves;
- Maior densidade de componentes;
- Dissipar energia em forma de calor.

Questões para avaliação 1:

1) Explique o que é um sólido cristalino?

2) Explique o que é uma célula unitária?

3) Quais os tipos de estruturas cristalinas?

4) Do ponto de vista elétrico como os materiais podem ser divididos?

5) Como a teoria das bandas de energia explica a condução da eletricidade nos sólidos?

6) Do ponto de vista tecnológico qual a importância dos semicondutores?

7) O que são semicondutores dopados?

8) O que é e qual a importância de um diodo?

9) O que é um transistor?

10) O que é um circuito integrado?

AULA 3

Introdução a Robótica

AULA 3: Introdução a Robótica Orientações ao Professor		
Tempo Estimado	**Temas Trabalhados**	**Objetivos**
100 minutos	• Conceituar Robótica • Tipos de Robôs • Sensores e Atuadores	Conhecer a robótica e suas aplicações para além do senso comum. Compreender a relação da Física com a robótica.

Introdução A Robótica

Os robôs já estão no imaginário popular há bastante tempo e a ficção cientifica contribuio imensamente para sua popularidade. Temos diversos exemplos como os livros de Isaac Asimov que já na década de 1950 assustavam e encantavam com um mundo povoado por robôs que se voltavam contra nós, com a possibilidade da humanidade ser subjugada pelos robôs. Essa ideia foi reexplorada por Hollywood diversas vezes e vimos o apocalipse das máquinas ocorrerem de formas diferentes em Matriz e o Exterminador do Futuro. Nem todos os robôs da ficção querem nos matar, muitos são até adoráveis como o pequeno Wall-E deixado na terra para organizar as montanhas de lixo produzidas pelos humanos, os mais velhos vão se lembrar de Rosy,a empregada robô de “Os Jetsons” um modelo ultrapassado que jamais seria trocado, pois já era parte da família.

A palavra robô é derivada do termo robota e surge ainda na segunda década do século XX na peça teatral do escrito Tcheco Karel Capek, neste conto homens artificiais forma criados para substituir os homens no trabalho, é curioso que já nesta primeira aparição os robôs se voltaram contra a raça humana e acabaram por destruir seus criadores. Em 1926 no filme Metrópoles os robôs passaram a ser representados como seres mecânicos ao invés de biológicos.

Durante a Segunda Guerra Mundial nos Estados Unidos o chamado projeto Manhattan tinha o objetivo de construir uma arma nuclear, uma das dificuldades enfrentadas pelos cientistas e engenheiros envolvidos no projeto era manipular os materiais radioativos, essa dificuldade foi superada com a invenção do primeiro robô telemanipulado que consistia em um braço robótico, operado a distância por um

controle semelhante a um *joystick*. A pós 2ª guerra mundial muitos países passaram a investir em energia nuclear e os braços robóticos controlados a distância foram largamente difundidos, e não demorou para outros ramos da atividade econômica passarem a fazer uso dos robôs em muitas atividades diferentes. Os robôs podem ser classificados em três categorias básicas: manipuladores, veículos não tripulados e os humanoides.

Manipuladores

Os robôs manipuladores ou braços robóticos são o tipo mais comum de robô industrial e estimasse em torno de um milhão em atividade ao redor do mundo em diferentes atividades produtivas. Em geral os robôs manipuladores estão fixos ao seu local de trabalho e apresentam um conjunto de articulações controláveis permitindo que se realizem uma série de movimentos. Os braços robóticos costumam ser utilizados para realizar tarefas que são perigosas aos seres humanos como as atividades de solda da indústria automobilística ou na indústria nuclear. A figura 13 mostra robôs em operação na indústria automotiva.

Figura 13: Robôs realizando solda em montadora e robô utilizado
Fonte: http://tpnews.com.br/2015/10/producao-de-veiculos-cai-421-em-setembro-informa-anfavea/

Os braços robóticos também são muito utilizados em trabalhos científicos para a manipulação de substâncias perigosas e até em operações no espaço como os acoplados a Estação Espacial Internacional (ISS) como mostrado na figura 14.

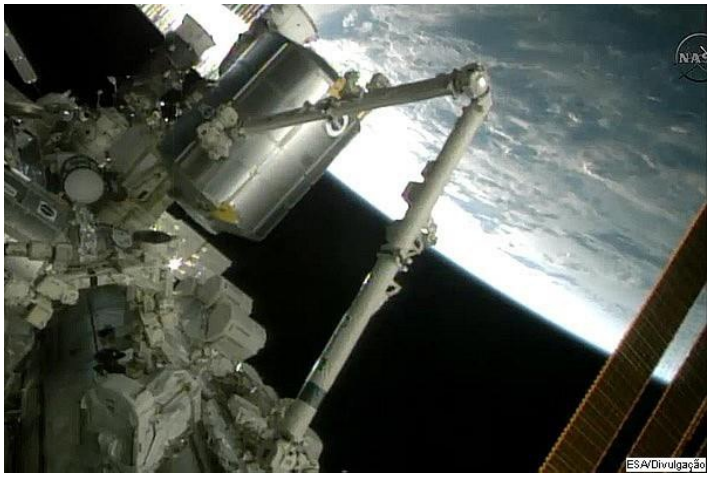


Figura 14: Braço robô na ISS
Fonte:https://astronomianaitaa.blogspot.com/2011/03/braco-robotico-anexa-modulo-do.html

Robô Móvel

Robôs móveis podem se deslocar pelo ambiente utilizando rodas, esteiras ou pernas e suas aplicações incluem ser utilizados para entregas em supermercados e hospitais ou para mover cargas de grande peso. Exemplos importantes de robôs móveis são os veículos terrestres não tripulados que são veículos que podem ser controlados remotamente ou podem ser autônomos sendo controlados por inteligência artificial. A figura 15 mostra o protótipo de carro autônomo do Google.

Figura 15: Carro autônomo do Google
Fonte:https://olhardigital.com.br/carros-e-tecnologia/noticia/carro-autonomo-do-google-ja-tem-mais-de-300-anos-de-experiencia-em-direcao/62800

Outro exemplo de robô móvel e autônomo é o Curiosity que foi enviado a Marte, como é mostrado na figura 16.

Figura 16: RobôCuriosity NASA
Fonte:http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/11/nasa-se-prepara-para-lancar-robo-curiosity-marte.html

Existem também os veículos aéreos não tripulados muito conhecidos pelo uso militar como o mostrado na figura 17.

Figura 17: Veiculo aéreo não tripulado de uso militar
Fonte:https://canaltech.com.br/seguranca/Robos-voadores-conheca-um-pouco-sobre-a-tecnologia-dos-drones-militares/

Robôs Humanoides

Os robôs humanoides estão no imaginário coletivo das pessoas e são muitos os representantes dessa categoria que podemos encontrar no cinema e na TV, como o R2D2 de Guerra nas Estrelas ou os androides de Transformes. Esses robôs tem uma aparência que imita o corpo humano, atualmente os pesquisadores passaram a utilizar o corpo humano como inspiração e isso possibilitou avanços em design permitindo a criação de robôs mais ágeis e capazes de realizar movimentos mais complexos. Na figura 18 temos imagens do robô Atlas, fabricado pela Boston Dynamics que é uma divisão do Google.

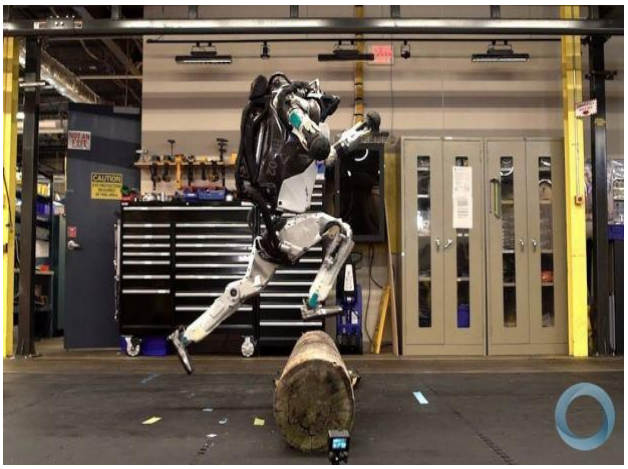


Figura 18: Robôs humanoides da Boston Dynamics
Fonte:https://aventar.eu/2018/10/12/robot-atlas-a-fazer-parkour/

Atualmente robôs também estão sendo construídos imitando animais buscando maior versatilidade de movimentos.

Figura 19: Duas versões do Robô Spotmine da Boston Dynamics.
Fonte:https://www.engadget.com/2017/11/13/spot-mini-four-legged-boston-dynamics-robot/

Sensores na Robótica

Sensores são utilizados para os robôs perceberem o ambiente, eles podem ser divididos em sensores passivos e sensores ativos. Sensores passivos captam a informação do ambiente e envia ao robô, as figuras 20A e 20B mostram os sensores de temperatura e um sensor piezoeléctrico respectivamente, que são exemplos de sensores passivos.

Figura 20:20ASensor Piezoeléctrico e 20BSensor Térmico para Arduino
Fonte:http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-como-utilizar-o-piezo-element-com-arduino

Os Sensores ativos mandam energia para o ambiente e interpretam as informações quando essa energia é refletida e volta para o sensor, estes sensores fornecem mais informações porém apresentam maior risco de interferência quando muitos sensores desse tipo são utilizados ao mesmo tempo. O item A da figura 22 mostra um sensor tipicamente usado em experimentos de robótica educativa, são os sensores ultrassónicos que utilizam a reflexão de sons na faixa do ultrassom para medir distâncias, o item B da figura 21 mostra o funcionamento deste sensor: o ultrassom é emitido atinge um obstáculo e é refletido e captado pelo receptor. Através da medida do tempo entre a onda emitida e a onda refletida, e de posse do valor da velocidade do som, o software consegue determinar a distância entre o objeto e o sensor.

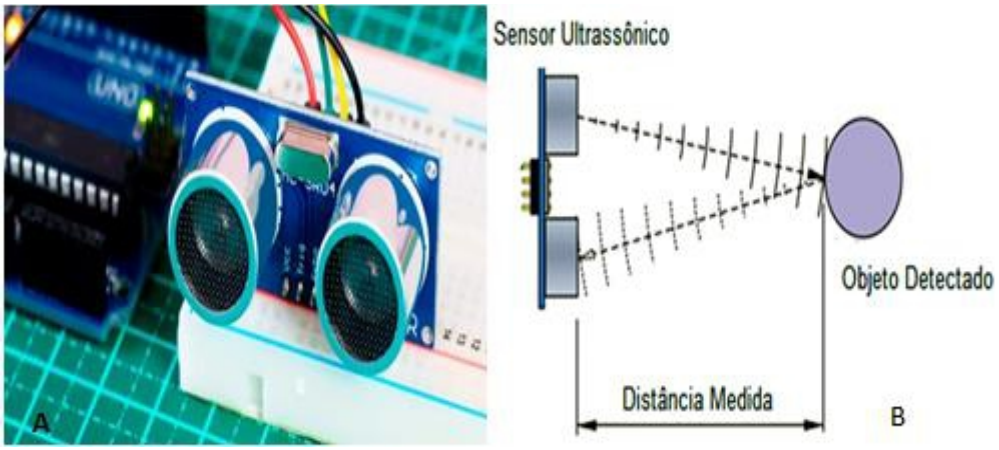


Figura 21: ASensor Ultrassónicoe BDiagrama mostrando Reflexão do Ultrassom
Fonte: http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-como-utilizar-o-piezo-element-com-arduino

Existem robôs que podem captar os sinais transmitidos pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS- Global Positioning System), e podem se orientar em terra ou no ar a partir da triangulação das informações de vários satélites.

Os robôs podem ser informados de seu próprio estado através dos chamados sensores proprioceptivo. Os Robôs móveis frequentemente são equipados com decodificadores de eixos que contam ao número de revoluções dos motores, esta contagem pode ser usada para medir a distância percorrida por um robô.

Para robôs que manipulam objetos frágeis ou com forma e posição exatas indefinidas, utilizam os sensores de torque e sensores de força. Para um braço mecânico de toneladas seria muito fácil quebrar um objeto de vidro por exemplo. Os

sensores de força permitem ao robô perceber a dificuldade em agarrar o robô e dosar a força necessária que se deve aplicar ao objeto e os sensores de torque permitem medir a dificuldade em girar esse objeto. A figura 22 mostra um conjunto desses sensores utilizados para que um braço robótico execute um movimento complexo.

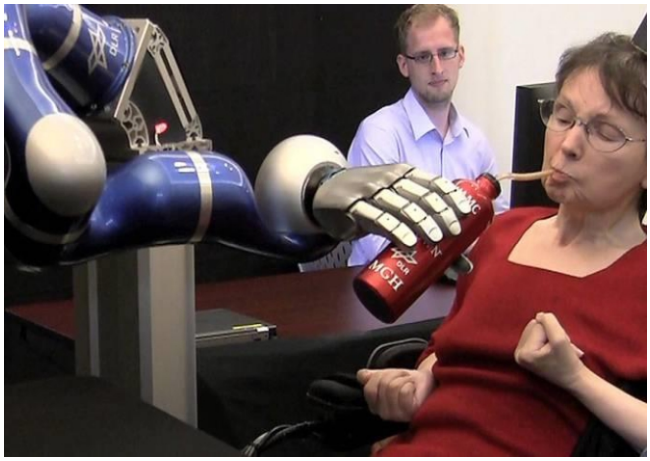


Figura 22: Braço Robótico realizando movimento complexo
Fonte:https://veja.abril.com.br/ciencia/paralisada-ha-15-anos-mulher-consegue-beber-cafe-usando-braco-mecanico-controlado-pela-mente/

Atuadores e Efetuadores

Os sensores são utilizados para que o robô perceba o ambiente, já os atuadores permitem que se atue sobre o ambiente, por interagir podemos exemplificar as ações de: andar e manipular objetos, para que um robô realize essas tarefas ele deve ser equipado com motores elétricos.

Os três principais tipos de motores elétricos encontrados em robôs são: servo motores, motores de corrente e motores de passo. A figura 23 mostra um servo motor, este tipo de motor é utilizado para realizar o controle fino de determinadas partes moveis do robô como em garras do tipo pinça, estes motores são dotados de mecanismos de controle que permitem o ajuste do ângulo desejado do eixo do motor.

Figura 23: Servo motor tipicamente utilizado em atividades de robótica educacional
Fonte:https://www.vidadesilicio.com.br/quickview/index/view/id/50

Motores de passo (figura 24) apresentam alta precisão de seus giros e são encontrados em diferentes equipamentos onde essa precisão é requerida como em cabeçotes de impressoras, na robótica móvel seu uso é menos difundido devido a seu alto custo.

Figura 24: Exemplo de motor de passo
Fonte:https://www.seeedstudio.com/Small-Size-and-High-Torque-Stepper-Motor-24BYJ48-p-1922.html

Os motores de corrente contínua (figura 26A) geralmente são utilizados para permitir os deslocamentos do robô, são encontrados tanto em motores de roda como nos de esteiras. Uma característica importante desses motores é o fato deles serem capazes de girar nos dois sentidos apenas invertendo a polaridade do circuito. No entanto para que isso seja possível é necessário utilizarmos um hardware específico como uma Ponte H (figura 26B) que além de controlar o sentido da rotação também o controle da velocidade dos motores através dos pinos que usam a modulação por largura de pulso (PWM). As figuras 26A e 26B temos exemplos de motores de corrente contínua e uma Ponte H respectivamente.

Figura 26: (26A) Motor de corrente continua com caixa de redução. (26B) Ponte H (circuito de potência) utilizado para o controle da polaridade do circuito.
Fonte:https://abcrobotica.pt/produto/motor-dc-3-6v-caixa-reducao-eixo-duplo/

Os efetuadores são o componente que promove a interação entre a extremidade terminal do manipulador e o objeto a ser trabalhado, entre os efetuadores mais simples estão às garras robóticas que podem ser de vários tipos: pinças mecânicas como mostrada na figura 26, para pegar objetos rígidos, êmbolos magnéticos para agarrar objetos metálicos ou ainda pinças de sucção (figura 27) para pegar objetos delicados.

Figura 26: Exemplos de Garras Robóticas (pinça mecânica)
Fonte: portuguese.alibaba.com/product-detail/mechanical-arm-hand-robot-clamp-claw-gripper-w-servo-controller-for-car-robotics-diy-assembled-60540848127.htm

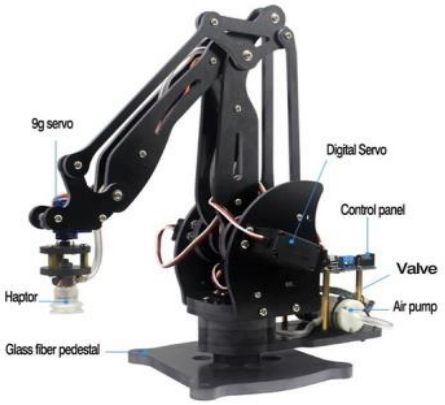


Figura 27: Braços robóticos com pinçamecânica e com garra de sucção**.**
Fonte:https://pt.dhgate.com/product/3dof-industrial-robotic-arm-manipulator-robot/420320666.html

Controle Robótico

Um sistema robótico pode apresentar diferentes sistemas de controle, os mais comuns são o controle reativo que consiste em uma interação entre sensores e atuadores. Esse é o modelo de controle mais simples e se baseia em um laço entre o sensor e os motores e obedece ao seguinte algoritmo:

i) Leitura dos sensores;

ii) Processamento das informações obtidas;

iii) Movimento dos atuadores baseado no processamento da leitura do sensor.

Em um sistema reativo as ações tomadas pelo robô levam em conta apenas as leituras imediatas do sensor e o histórico das leituras são irrelevantes para o robô. Os sistemas de controle reativo são tipicamente utilizados para desviar de obstáculos e em robôs seguidores de linha.

O controle deliberativo é baseado em um prévio planejamento das ações a partir do conhecimento dos movimentos que o robô deve tomar para resolver um determinado problema. O controle deliberativo assume a existência de um processo de tomada de decisão. A arquitetura de controle deliberativa costuma apresentar maiores exigências computacionais mais complexas de ser implementadas. Arquiteturas de controle deliberativo costumam planejar o movimento de robô baseado em um mapa do ambiente.

Microcontrolador Arduino

O controle robótico é feito através de um conjunto de hardware e software. As informações recebidas através dos sensores são enviadas ao hardware e a partir das regras estabelecidas no software a máquina pode tomar uma decisão que se traduz em uma ação dos atuadores.

Em experimentos de robótica educacional o microcontrolador Arduino é muito utilizado como hardware de controle. A figura 28 mostra em detalhes a versão do Arduino conhecida como Arduino Uno versão 3.

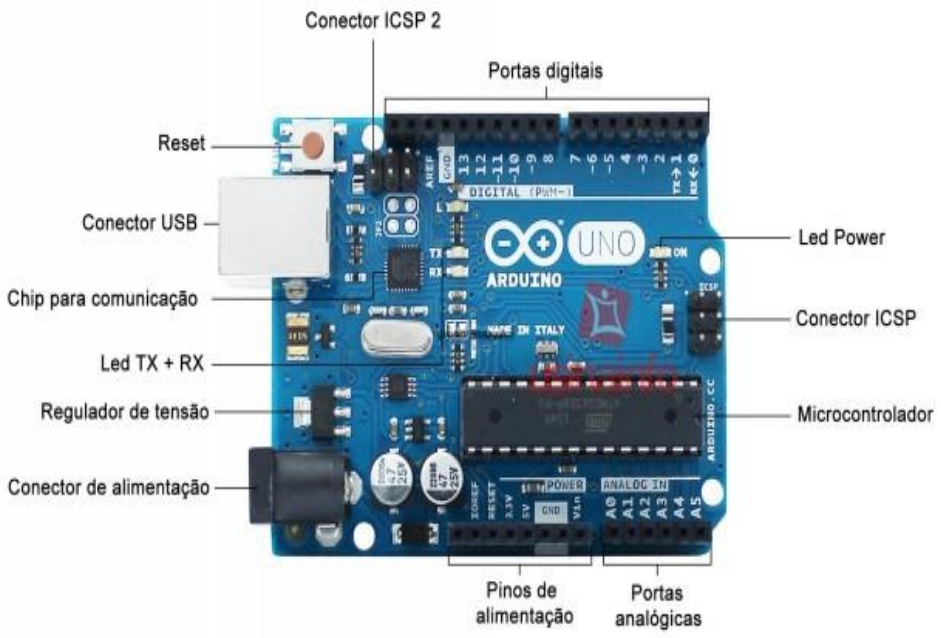


Figura 28: Arduino Uno com estaque para os componentes das placas.
Fonte :https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/o-que-e-um-arduino-e-o-que-pode-ser-feito-com-ele.html

A interface de desenvolvimento integrado (IDE) desenvolvida com base em *Java* e *Processing* que consiste no ambiente de programação do Arduino, esta linguagem de programação é um dialeto das linguagens C /C++. Essa IDE pode ser baixada gratuitamente no site oficial do Arduino www.arduino.cc. Escolha a opção download e escolha a versão compatível a seu sistema operacional, figura 29.

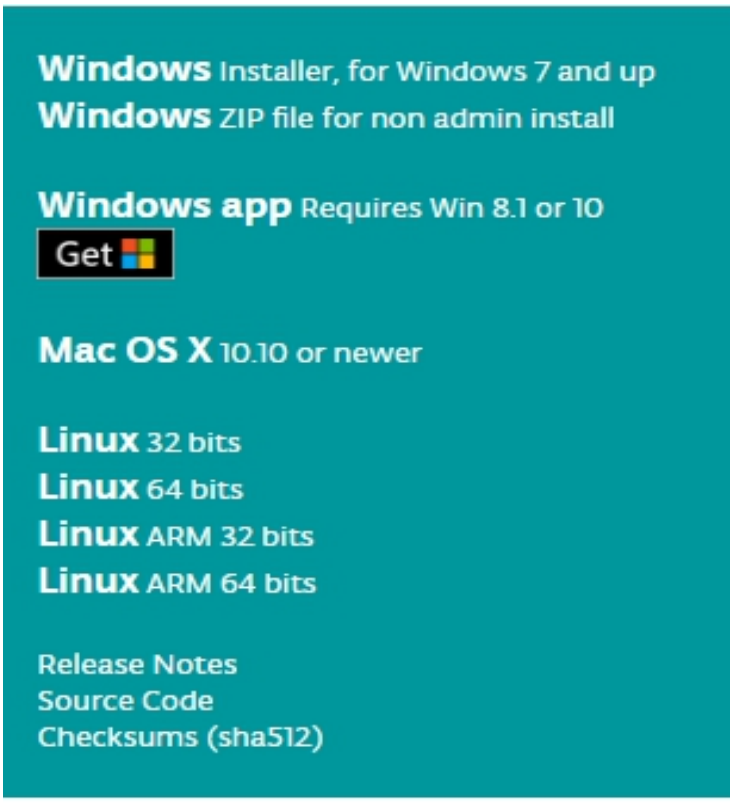


Figura 29: Pagina de Download do Arduino.

Fonte:www.arduino.cc

Após a instalação do programa abra a IDE e vá em ferramentas e selecione a porta e a placa de acordo com sua versão do Arduino.

O programa do Arduino pode ser transferido a placa através de uma conexão USB. Um programa escrito para ser rodado no Arduino e dividido em duas partes: ***setup*** e ***loop***. A figura 30 mostra o ambiente a IDE do Arduino quando o aplicativo é aberto.

A função ***setup*** é executada apenas uma vez quando o programa começa a rodar, esta função é utilizada para iniciar as variáveis, declarar as bibliotecas e definir os pinos das placas.

Após a ativação da função ***setup*** a função ***loop*** entra em funcionamento fazendo com que o bloco de comando que segue a inicialização da função entre em e repetição em quanto o programa estiver sendo executado.

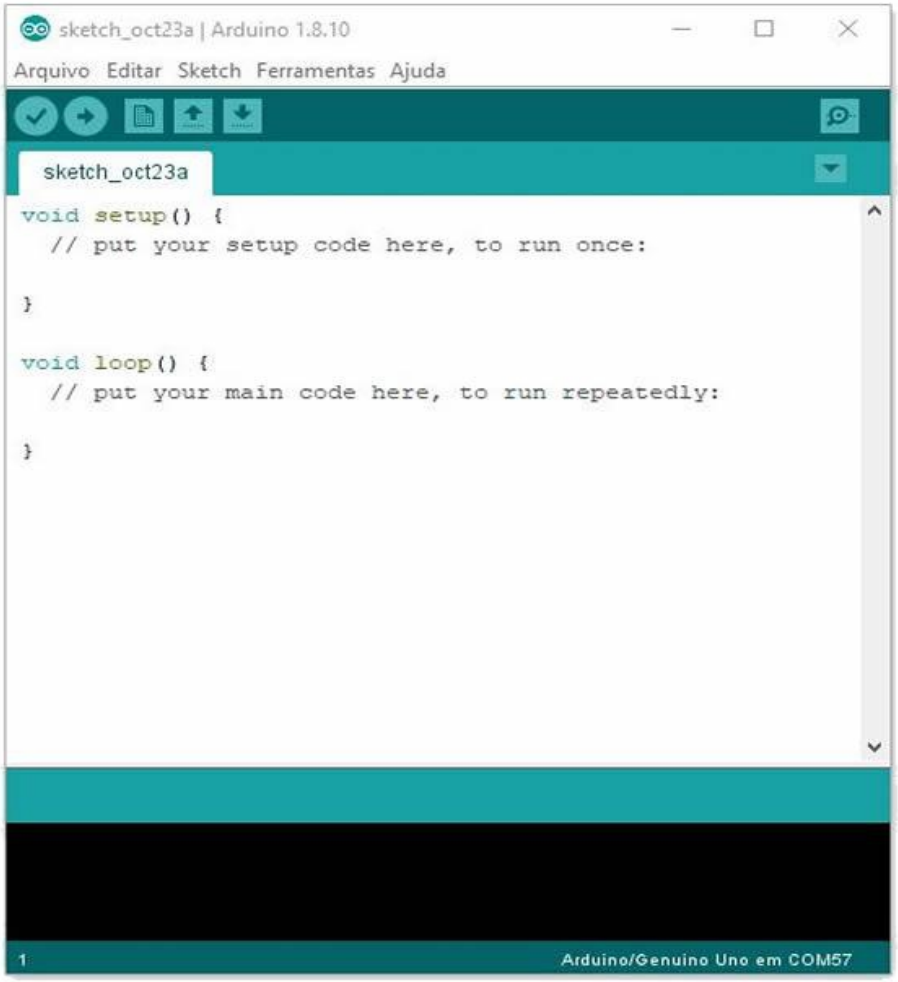


Figura 30: Tela inicial da IDE do Arduino.
Fonte: O Autor

A figura 31 mostra um exemplo de programa escrito na IDE, o programa tem a função de fazer um led piscar. O ***setup*** contém apenas uma linha de código onde a função ***pinMode*** é utilizada para configurar o pino 11 como saída de corrente. No loop a função ***digitalWrite*** usada duas vezes, na primeira para colocar o pino 11 em modo “alto” ou seja recebendo uma tensão de 5v e em nível “baixo” retirando essa tensão. O comando ***delay*** é utilizado para acender e apagar o led durante 1000 milissegundos.

FIGURA 31: Exemplo de Programa Pisca Led escrito na IDE do Arduino.
Fonte:O Autor

Avaliação:

1) Pesquise sobre o arduino e suas aplicações.

2) Como são classificados os robôs?

3) Qual a função dos sensores e de exemplos?

4) Qual a diferença entre sensores ativos e passivos?

5) Qual a função dos efetuadores?

6) Como podemos relacionar os sensores e os efetuadores ?

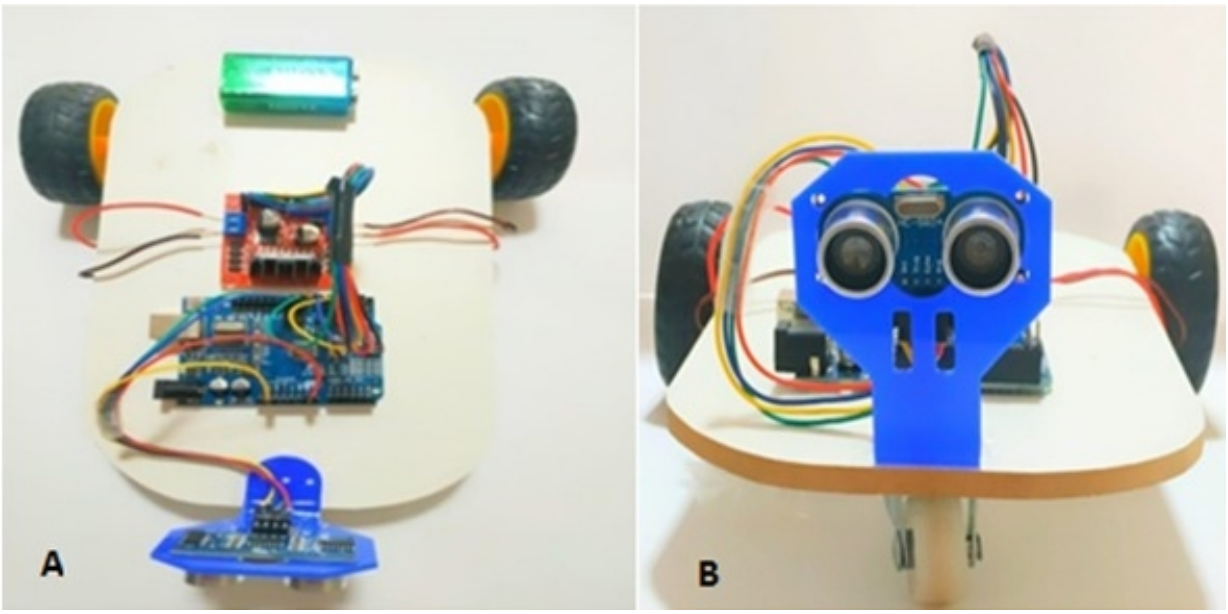
7) Pesquise sobre os robôs utilizados na indústria e quais suas funções?

8) Pesquise sobre o matemático Alan Turing e sua importância para a computação.

9) Pesquise inteligência artificial e suas aplicações em Robótica.

AULA 4

Montagem do Robô Explorador



AULA 4: Montagem do Robô Explorador Orientações ao Professor		
Tempo Estimado	**Temas Trabalhados**	**Objetivos**
150 minutos	• Arduino • Reflexão de Ondas • Circuitos elétricos	Compreender a montagem bem como os princípios físicos envolvidos.

Roteiro da Prática:

A atividade consiste em sob a supervisão do professor montar um robô que desvia de obstáculos.

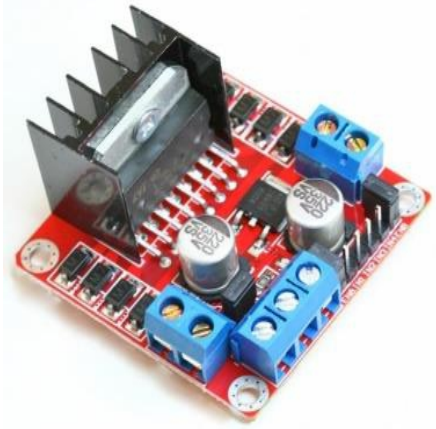
Os alunos devem ser divididos em equipes de no máximo 5 alunos, cada equipe ocupará uma mesa com um kit contendo componentes e ferramentas necessárias a montagem do robô além de um pequeno manual de instruções.

Os componentes devem ser apresentados à turma com uma breve explanação de suas funções bem como as propriedades físicas.

Cada equipe deve dividir as atribuições entre os integrantes “quem faz o quê?”

Os materiais utilizados na pratica são listados na tabela 1.

ITEM	IMAGEM
Arduino Uno: • Tamanho: 5,3cm x 6,8cm x 1,0cm • Microcontrolador: ATmega328 • Tensão de operação: 5V • Tensão de entrada: 7-12V • Tensão de entrada: 6V-20V • Memória Flash: 32Kb	

Sensor UltrassónicoHC-SR04. Emite ondas de alta frequência e, a partir do tempo de reflexão,o algoritmo gravado no Arduino pode determinar a distância entre o robô e os objetos a sua volta. Tensão de operação: 5VDC Corrente de operação: 15mA Faixa de detecção (ângulo): ±15º Alcance: 2cm a 4m Margem de erro: ±3mm	
Driver Motor Ponte H L298n É um circuito especial que permite realizar a inversão da direção (polaridade) da corrente que flui através de uma carga. É muito utilizada, por exemplo, para controlar a direção de rotação de um motor DC. • Tensão de Operação: 4~35v • Chip: ST L298N (datasheet) • Controle de 2 motores DC ou 1 motor de passo • Corrente de Operação máxima: 2A por canal ou 4A max • Tensão lógica: 5v • Corrente lógica: 0~36mA • Limites de Temperatura: -20 a +135°C • Potência Máxima: 25W	
Motor Com Caixa de Redução A caixa de redução do motor tem a função de reduzir sua rotação mantendo um elevado torque. As duas rodas traseiras do robô são acopladas cada uma a um motor. • Tensão de alimentação recomendada: 4,5V • Corrente em aberto: 190mA • Corrente com máxima carga: 250mA • Corrente de Stall: 1.2A @ 6V (0.6A @ 3V) • Relação da caixa de redução: 48:1 • Velocidade: 140RPM @ 4,5V sem carga	

• Torque: 800 gf.cm	
Bateria de 9 Volts A bateria foi utilizada como fonte de tensão para alimentar o sistema. • Grafite Super Condutivo • Alcalina • Tensão 9V	
Conexões elétricas Foram utilizados Jumpers do tipo macho fêmea para conectar sensor e ponte h ao arduino. • Secção do Fio Condutor: 24 AWG. • Comprimento do fio: 20 centímetros. • Largura do Conector: 2,45 milímetros.	
Base de MDF Foi utilizado um pedaço de MDF com dimensões iguais a 15cm e 20cm para fixar os motores e usado como base para os outros componentes.	
Roda "Boba" Essa roda é colocada à frente da base de MDF e não está acoplada a nenhum motor. • Diâmetro da Roda: 30,8mm • Altura: 40mm • Peso: 33g	

Tabela 1: Materiais utilizados na construção do robô.
Fonte: O autor

O esquema da figura 32 mostra o circuito do robô onde é possível ver as conexões entre todos os componentes eletrônicos.

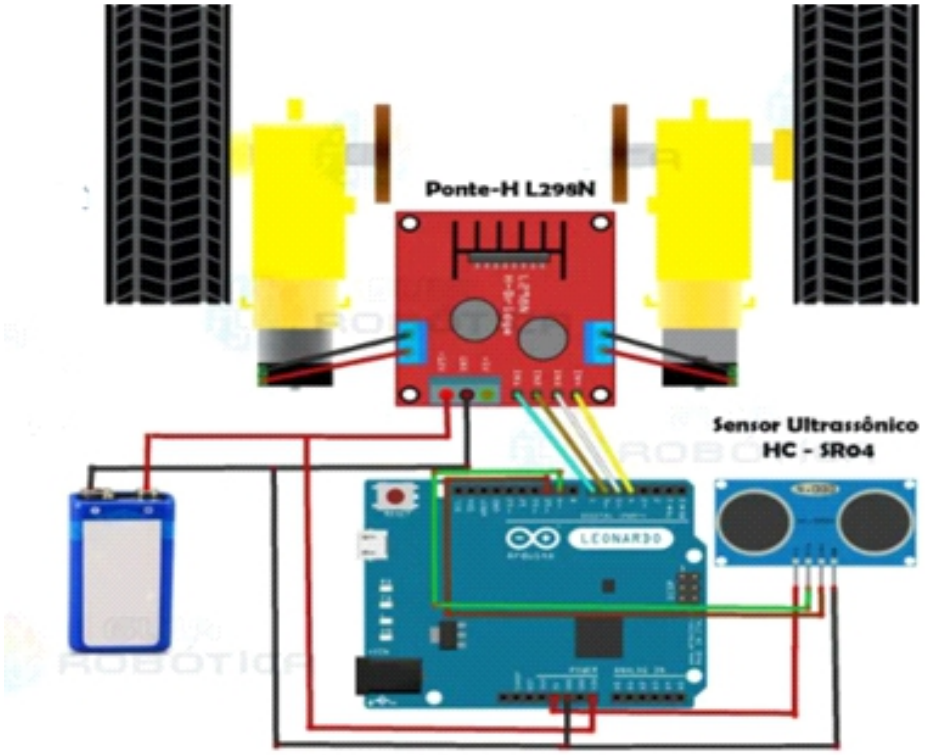


Figura 32:Circuito do robô
Fonte:http://labdegaragem.com/forum/topics/controle-de-pwm-arduino-rob-seguidor-de-linha?xg_source=activity

Parte 1 - Estrutura:

A estrutura será montada sobre uma pequena peça de MDF de dimensões iguaia 15cm e 20cm como mostrada na figura 33.

Figura 33:Base de MDF.
Fonte: Proprio Autor

Conecte os fios de cores diferentes aos terminais dos motores, estes fios farão a conexão entre a ponte H e os motores:

Figura 34: Motores de corrente continua
Fonte: próprio autor

Use uma supercola para fixar a base do robô, os motores devem ser fixados nas extremidades laterais e da base:

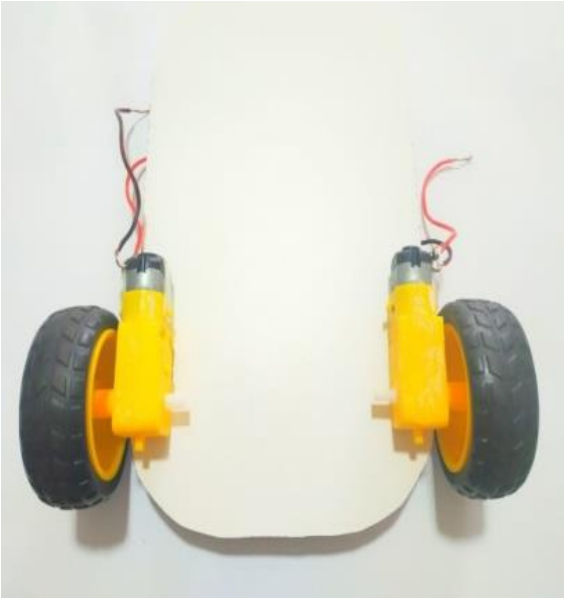


Figura 35: Motores com rodas presos ao mdf
Fonte: próprio autor

Utilizando uma fita transparente fixe a roda frontal a extremidade do carrinho como mostrado na figura 36:

Figura 36: Roda dianteira presa a presa a base de MDF.
Fonte: próprio autor

Parte 2:Conexões Eletrônicas

As conexões entre o Arduino Uno e a ponte H necessitam de 6 cabos macho fêmea sendo interessante usar cabos de cores distintas. A figura 37 mostra as conexões no Arduino. O Arduino decide que movimento realizar através das informações obtidas com os sensores e as regras estabelecidas no programa. A placa envia

- Cabo preto conecta no pino 3,
- Cabo vermelho é conectado ao pino 4,
- Cabo amarelo ao pino 5,
- Cabo azul ao pino 6 o preto ao 7 e
- Cabo verde ao pino 8.

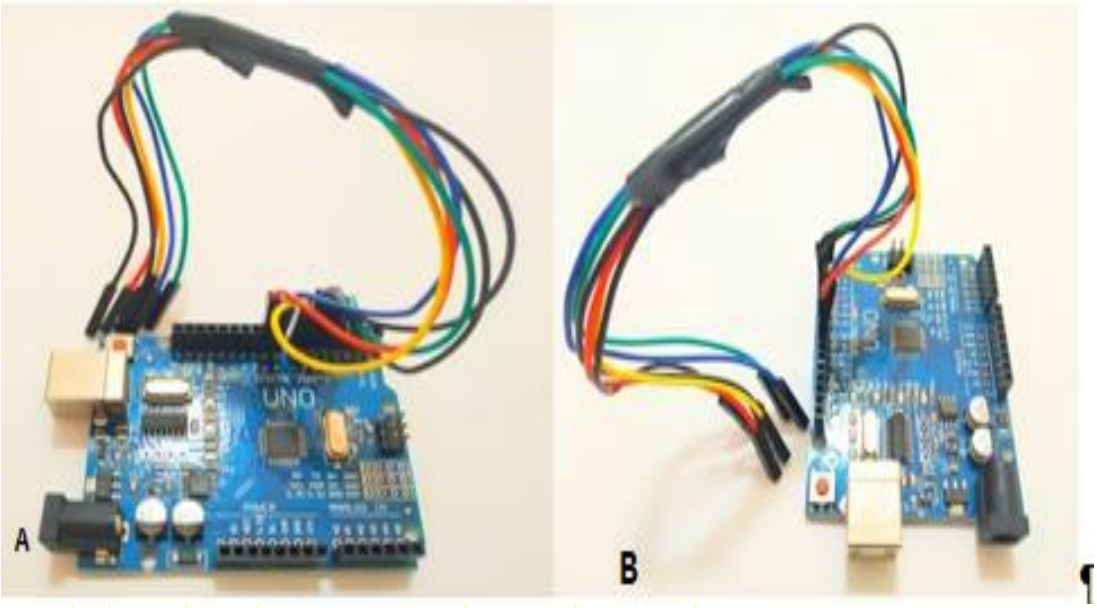


Figura 37: Fios ligados ao Arduino uno
Fonte: próprio autor

As conexões da ponte H são

- Pino Preto ENA,
- Pino Vermelho n1,
- Cabo Amarelo n2,
- Cabo Preto n3,
- Cabo Verde n4,
- Cabo Azul ENB

Essas conexões são mostradas na figura 38.

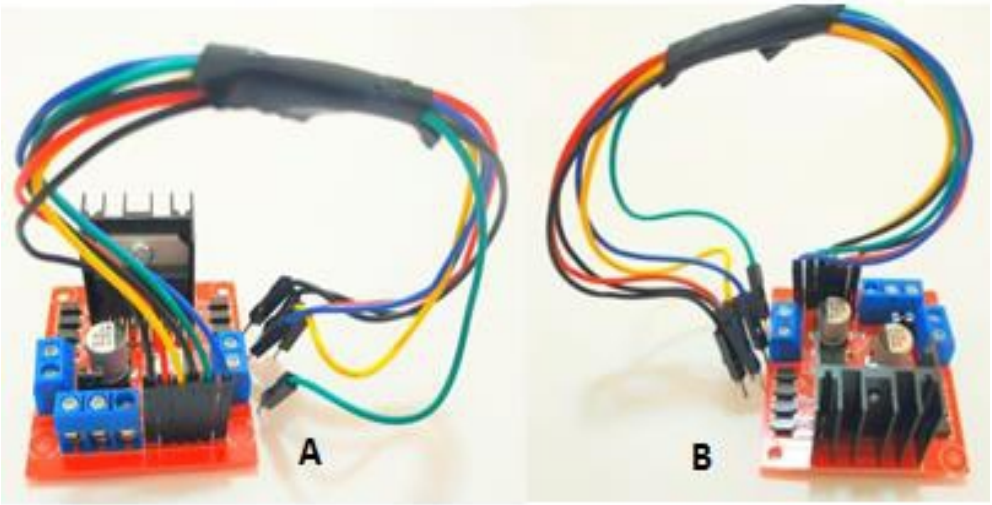


Figura 38: Fios ligados a Ponte H.
Fonte: próprio autor

A figura 39 mostra as conexões entre o arduino e a Ponte h.

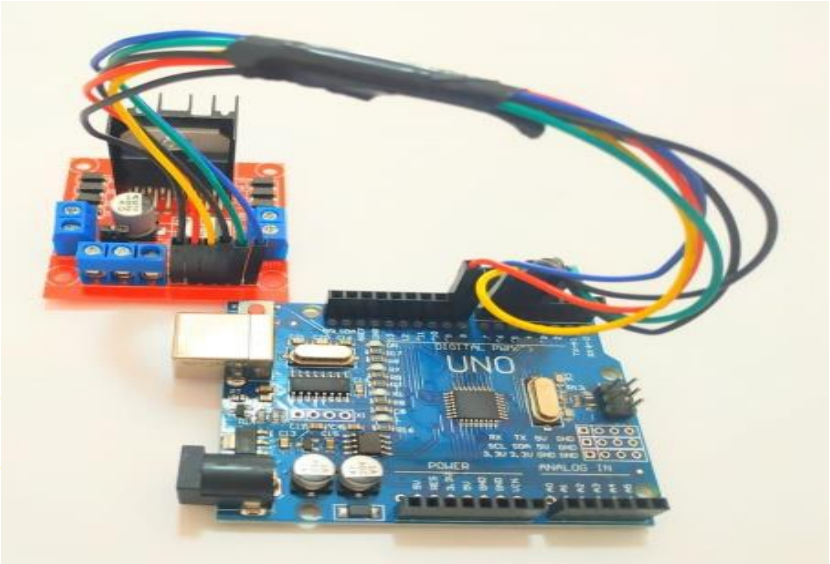


Figura 39: Conexão arduino ponte h
Fonte: próprio autor

O sensor ultrassónico possui quatro entradas GND, VCC, TRIG, ECHO. Para facilitar as conexões também utilizamos cabos de cores diferentes,

- vermelho no GND,
- azul ECHO,
- verde TRIG,
- amarelo VCC.

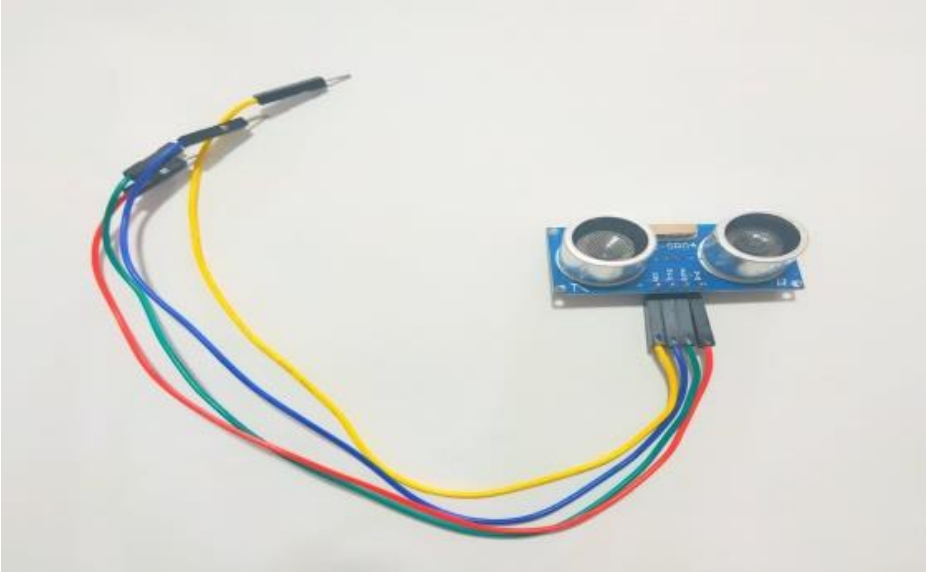


Figura 40: Sensor ultrassônico
Fonte: próprio autor

Fixe o sensor ultrassónico à base de seu suporte. O sensor pode ser preso a base utilizando uma cola ou pequenos fios metálicos:

Figura 41: Sensor ultrassônico preso ao suporte plástico
Fonte: próprio autor

A figura 42 mostra a conexão arduino, Ponte H e sensor ultrassónico,as conexões entre o sensor e o arduino são as seguintes:

- GND do sensor deve ser conectado ao GND do arduino
- VCC do sensor deve ser conectado ao pino de 5v do arduino,
- TRIG deve ser conectado ao pino 8 e o
- ECHO ao pino 9.

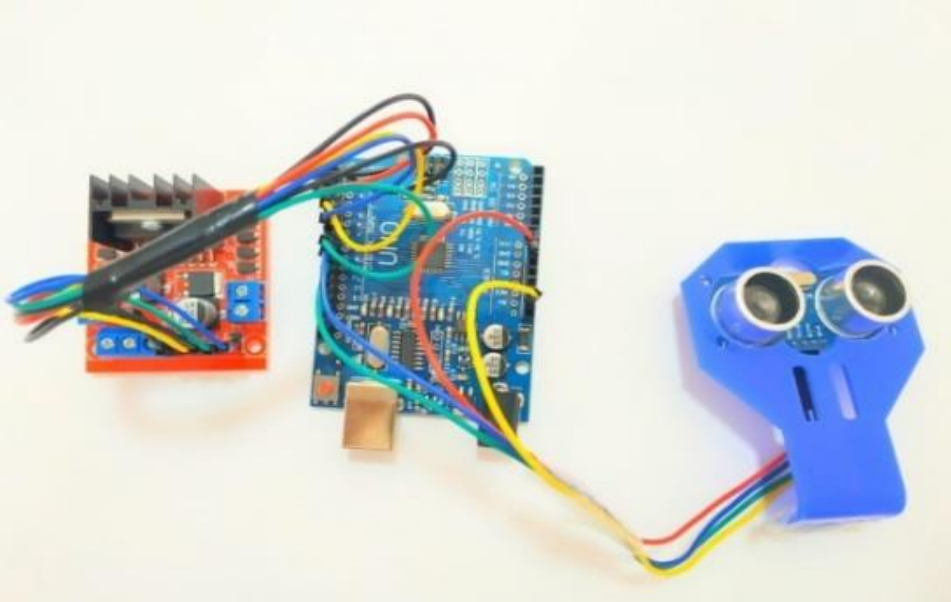


Figura 42: Conexão sensor, Arduino e Ponte H.
Fonte: próprio autor

Com os eletrônicos conectados, coloque-os sobre a estrutura, é interessante prender o Arduino e a Ponte H a superfície da estrutura utilizando uma fita dupla face. A bateria deve ser colocada vertical para otimizar o espaço.

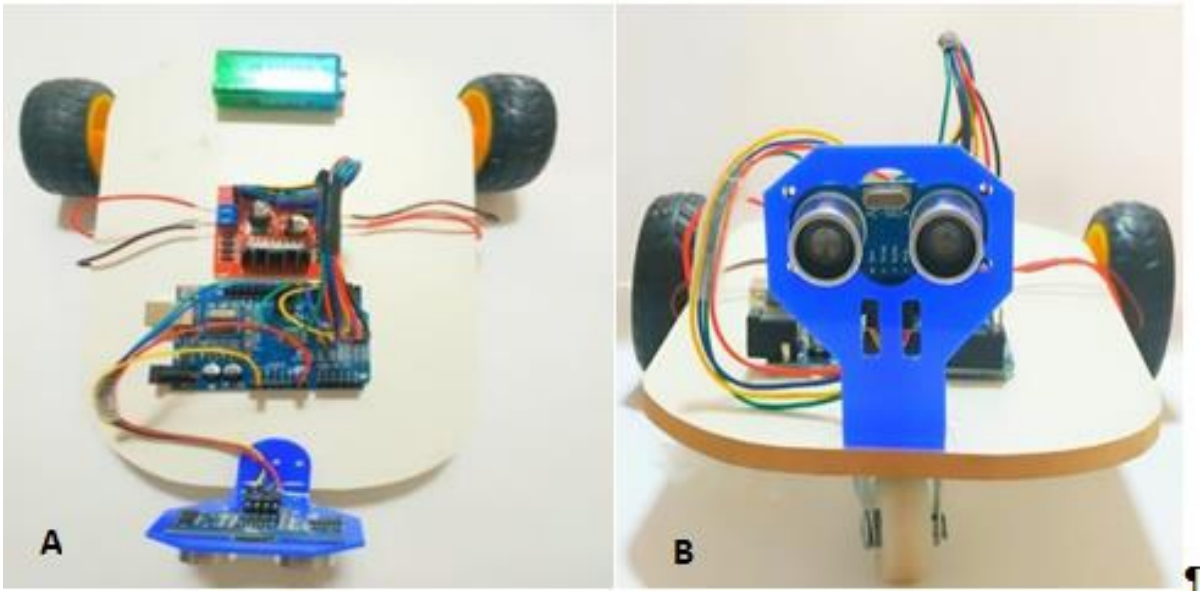


Figura 43: Robô montado 43 A vista superficial e 43 B vista frontal.
Fonte: próprio autor

Parte 3: Programação

O programa utilizado para controle do robô e produzido na IDE específica do Arduino pode ser transferido à placa através de uma conexão USB como a mostrada na figura 44:

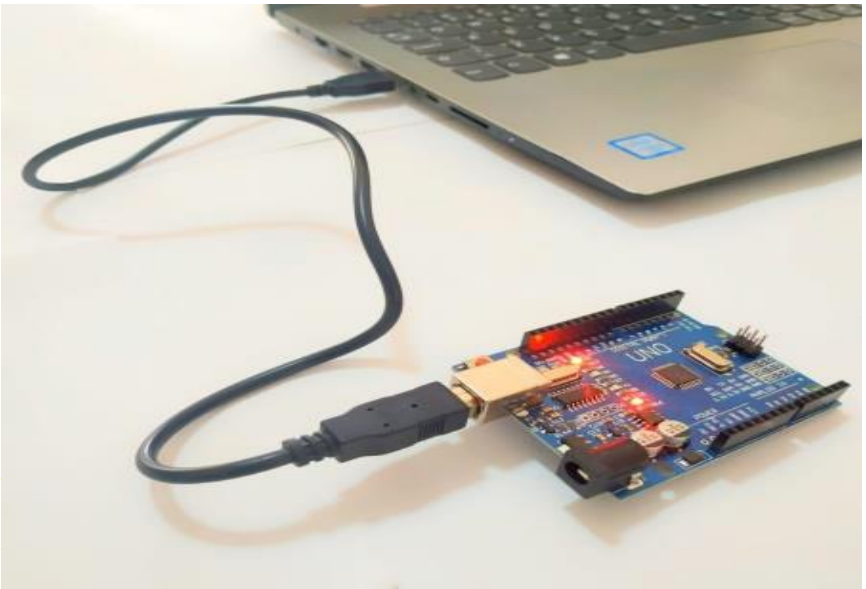


Figura 44: Arduino conectado ao computador via USB.
Fonte: próprio autor

A figura 45 mostra a parte do programa onde são mostradas a declaração das funções e variáveis globais utilizadas.

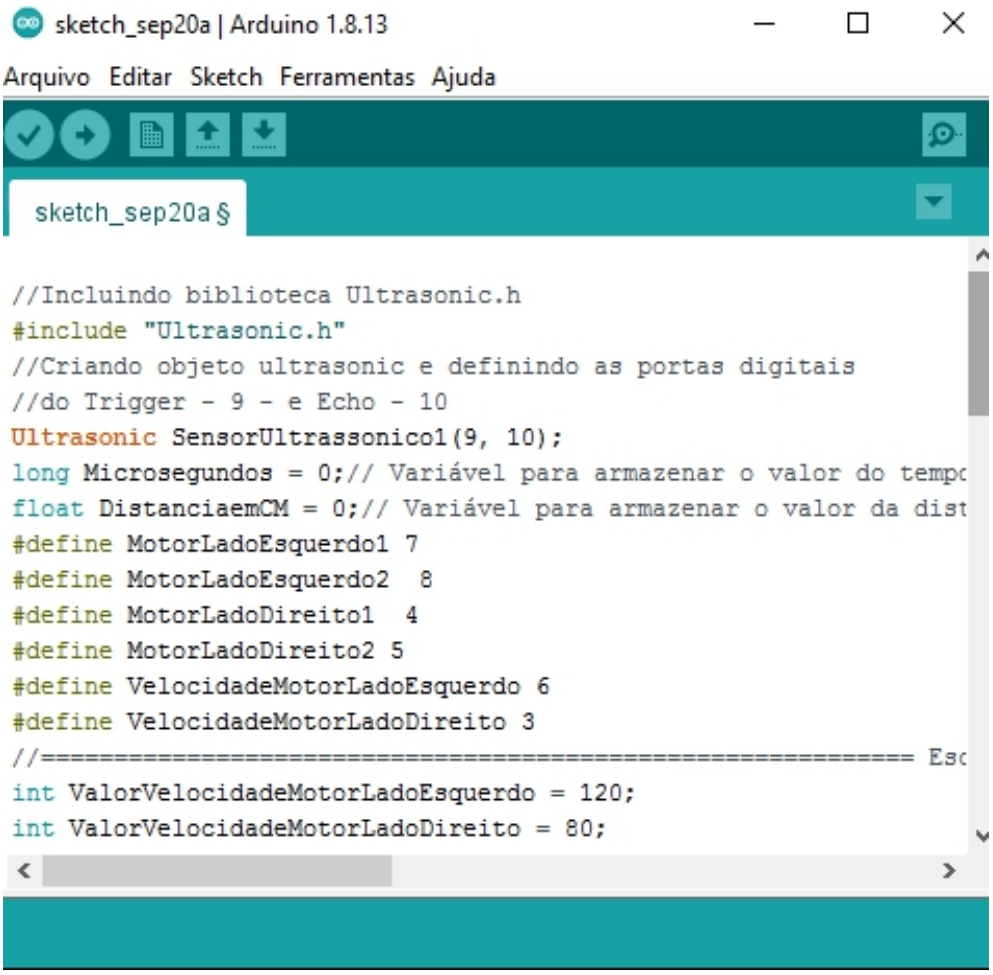


Figura 45: Declaração de funções de variáveis do Programa.
Fonte: O Autor

A figura 46 mostra o ***setup*** do programa os motores são colocados como saída de corrente e a função ***serial.begin*** inicia a comunicação serial do Arduino com 115200 bits por segundo. Esse trecho do programa mostra os motores do lado esquerdo e lado direito definidos como saída de corrente.

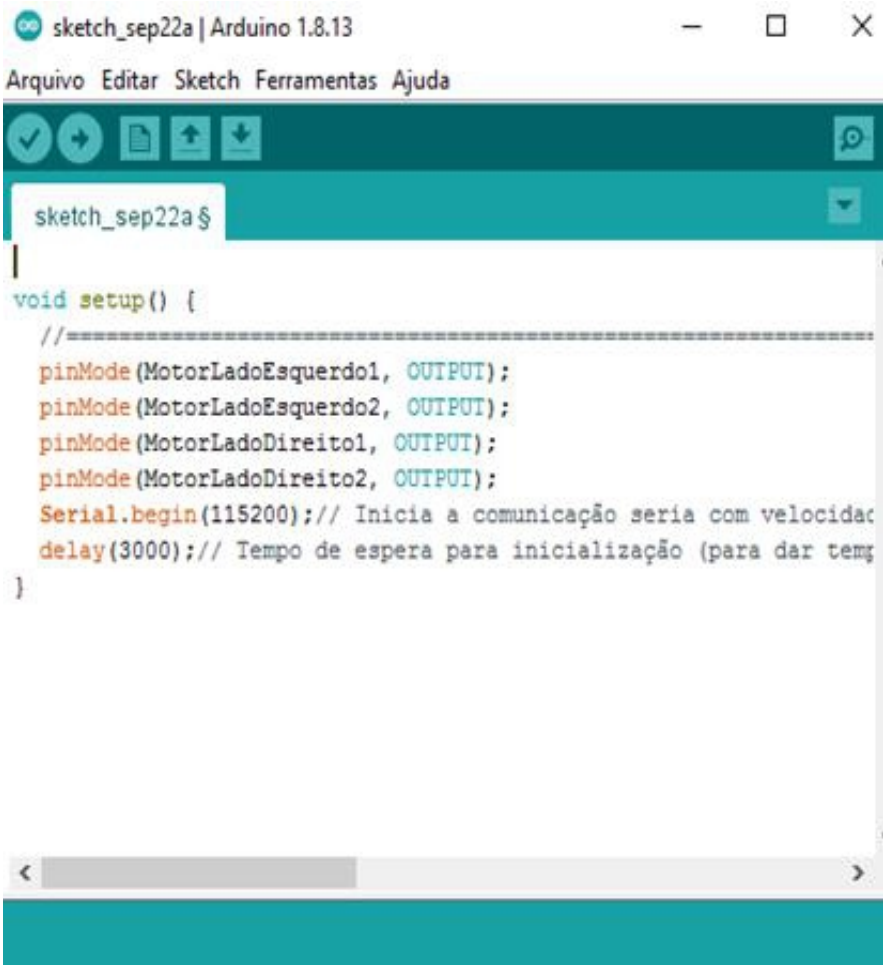


Figura 46: ***Setup*** do Programa os Motores São Definidos Como Saída de Corrente.
Fonte: O Autor

A figuras 47 mostra o ***loop*** do programa onde as estruturas de condicionais estão definidas. Para obstáculos detectados a distâncias menores ou iguais a 40 cm o motores param e em seguida o robô se move lateralmente para a direita e testa novamente a distância, se não houver obstáculo ele segue em frente havendo obstáculo ele se movimenta para a esquerda e volta a testar a distância.

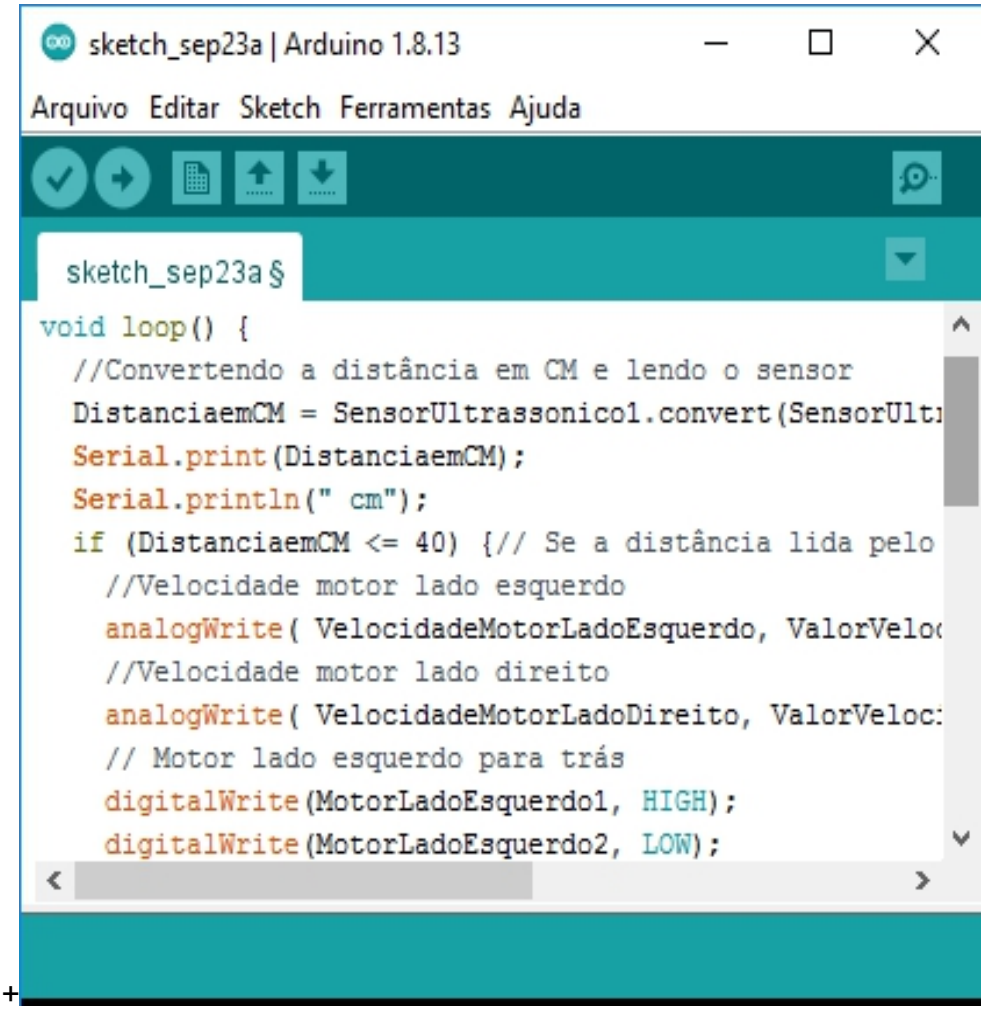


Figura 47: No Loop do Programa Temos o Trecho do Programa é Repetido Continuamente.

Fonte: O Autor

REFERÊNCIAS

BLUM, Jeremy. **Explorando o Arduino:** técnicas e ferramentas para mágicas de engenharia. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

CHIQUITO, ADENIISON, JR LANCIOTTI, Francesco. **O Transistor 50 Anos** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 20, nº 4, 1998. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v20_309.pdf> Acesso em:

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física quântica.** Trad. Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

GEDDES, Mark. **Manual de projetos arduino.** 25 projetos práticos para começar. São Paulo: Novatec, 2017.

JUNIOR, Francisco Ramalho; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo A. de Toledo. **Os fundamentos da Física- Eletricidade.** 7.ed. São Paulo: Moderna, 1999.

LACERDA, Ramalho, Bem-Vindo À Era Jetsons. A Gazeta:gazeta.com,2013.

MATARIC, Maja. **Introdução à Robótica**, 1ed.São Paulo:Editora Unesp/Blucher,2014.

Oliveira, I. S., Jesus, V. L. B, **Introdução à Física do Estado Sólido**. ed. Livraria da Física (2011)

KITTEL, Charles. **Introdução à física do estado sólido.** Trad. Sérgio de Biase. Rio de Janeiro: LTC, 2006.