

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

FELIPE N. WOLTER, GABRIEL R. BUIAR, LUAN C. KLEIN

WAR ROBOT

RELATÓRIO FINAL

CURITIBA
2019

FELIPE N. WOLTER, GABRIEL R. BUIAR, LUAN C. KLEIN

WAR ROBOT

Relatório Final apresentado como requisito para
a disciplina de Oficinas de Integração 1.

Orientador: Ronnier Frates Rohrich, Gustavo Benvenutti Borba

CURITIBA
2019

RESUMO

A tecnologia sempre foi um fator decisivo em cenários que colocam em risco vidas humanas, como as guerras. Pensando nisso, o grupo decidiu dar um pequeno passo para ajudar a acabar com esse risco, substituindo o ser humano por um robô em situações de bombas e explosivos. O *War Robot* consiste em uma carroceria equipada de sensores e um braço mecânico com mira laser e detector de cor, sendo tudo controlado a distância por um celular via Bluetooth. O desenvolvimento do projeto se deu na divisão de 3(três) etapas principais: construção da carroceria, montagem da garra e acoplamento do todo. A metodologia utilizada foi a de pesquisa bibliográfica e após a de prototipagem. A principal tecnologia utilizada para o desenvolvimento foi a do Arduino, mais especificamente o modelo MEGA 2560.

Palavras-chaves: War Robot. Desarmador de bombas. Segurança.

ABSTRACT

Technology always have been a decisive factor in scenarios which human lives are in risk, like wars. Looking into it, the group decided to take a little step to help ending this risk, by substituting the human being by a robot in bomb situations. The *War Robot* consists in a vehicle equipped with sensors and a mechanical arm with laser sight and color detector, all of that being remotely controlled by a cellphone via Bluetooth. The development of the project consisted in the division of three main steps: the building of the vehicle, the building of the mechanical arm and the attachment of all parts. The methodology used was bibliography research and later prototyping. The main technology used was the Arduino, specifically the model MEGA 2560.

Key-words: War Robot. Bomb defuser. Safety.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	OBJETIVOS	7
3	PLANEJAMENTO.....	8
3.1	MATERIAIS	8
3.2	CRONOGRAMA	8
4	HARDWARE	11
4.1	GERAL	11
4.2	MICROCONTROLADOR	11
4.3	MÓDULO BLUETOOTH HC-05	12
4.4	BRAÇO MECÂNICO E SERVO MOTORES	12
4.5	PONTE H, MOTORES DC E BASE DO ROBÔ	13
4.6	SENSOR DE COR	13
4.7	LASER	14
4.8	SENSORES ULTRASÔNICOS	15
4.9	LCD 16X2 COM MÓDULO I2C.....	15
4.10	SENSOR MAGNÉTICO.....	16
4.11	PLACA	16
4.12	ESQUEMÁTICO.....	18
5	SOFTWARE	19
6	RESULTADOS	22
7	CONCLUSÃO	23

1 INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia e o conhecimento ajudaram civilizações a vencerem guerras desde o princípio até os dias atuais. Os assírios dominaram a Babilônia com o seu avanço bélico, outro exemplo é a Inglaterra, que usou o primeiro computador desenvolvido pelo grupo de Alan Turing para desvendar a Enigma — máquina que os alemães utilizavam para criptografar as suas mensagens —, vencendo assim a Segunda Guerra Mundial. No contexto da Guerra Fria, os Estados Unidos identificaram ameaças nucleares em solo cubano, com a ajuda de uma fotografia tirada em um avião, conseguiram, então, negociar um plano para evitar o uso das armas nucleares em ambos os lados. Atualmente, exércitos utilizam a tecnologia de drones e até pesquisas com veículos autônomos para auxiliá-los na guerra.

O avanço da tecnologia e a maior participação de robôs nas guerras levaram a uma demanda menor de soldados e, portanto, um número menor de fatalidades. Assim, levanta-se o questionamento: é possível chegar em um nível no qual as guerras serão resolvidas pela tecnologia, poupando a vida de soldados e salvando a vida de civis, e que o Estado deixará de recrutar soldados e passará a chamar engenheiros para proteger a nação?

Apesar de estarmos longe de chegar neste nível, o grupo decidiu dar um pequeno passo e fazer um protótipo de um veículo para desarmar bombas. Ele consiste em um carro/robô que tem a capacidade de desarmar bombas mediante a verificação de cores, com braço mecânico acoplado e que contenha uma série de sensores que são úteis em um ambiente hostil, como um cenário de conflitos. Todas as funcionalidades de tal são controladas pelo celular, via bluetooth, e o hardware será responsável por fornecer as informações para o usuário, tais como a distância frontal e traseira, se está sobre um mina terrestre e a cor que a garra está identificando.

Com a finalidade da execução de tal projeto, se fez necessário a utilização de um micro-controlador. Com isso, o grupo optou por utilizar o Arduino. Criado em 2005 por um grupo de pesquisadores italianos, cujo o objetivo, segundo Thomsen (2014) era "elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores". O modelo escolhido foi o Mega 2560, devido a sua maior capacidade de processamento, memória e oferta de portas digitais e analógicas.

O seguinte trabalho está subdividido em capítulos, que contemplam todo o desenvolvimento do projeto, incluindo a parte de hardware e software. A primeira, trata da parte física, dos componentes, e de como ele foi planejado, e uma sutil explicação do funcionamento de cada componente. Já a segunda aborda os termos relativos a parte lógica, como o hardware é controlado, como as informações recebidas, tanto do robô quando do usuário, são tratadas e como as devidas respostas são elaboradas e retornadas. Por fim, debate-se sobre os aspectos gerais do robô, tratando do planejamento, do desenvolvimento, da construção e dos testes.

Para o desenvolvimento de tal, primeiramente foi desenvolvida a ideia geral do projeto, e pesquisou-se sobre ferramentas que auxiliariam na construção do todo. Após, foi realizado o

planejamento, incluindo a lista de ferramentas e materiais. Para o planejamento, cabe destacar que foram definidos três pontos fundamentais, denominados marcos, sendo eles: Montagem do Carro; Montagem da Garra; Acoplamento de ambos. Seguindo tutorias disponíveis na internet, e conhecimentos já previamente adquiridos, o grupo desenvolveu cada uma das partes do planejamento, sempre seguindo de maneira consistente o delineamento do projeto. A principal fonte de pesquisa do grupo foram sites especializados na internet, tais como o site oficial do arduino, filipeflop, entre outros.

2 OBJETIVOS

Por se tratar de um projeto longo, e de dimensão considerável por incluir diversas funcionalidades que envolvem componentes distintos, o projeto teve uma gama de objetivos específicos que serão descritos a seguir.

- Desenvolver um robô que tenha uma carroceria móvel, sensores ao redor, como sensor de distância, detecção de minas terrestres (representadas por imãs), verificação de cor e um braço mecânico acoplado a carroceria. Todo o controle do robô deve ser realizado mediante a um celular.
- Aplicar conhecimentos previamente adquiridos em sala de aula, das mais diversas matérias, em assuntos relacionados a matemática, geometria analítica, lógica e programação (no software), e física eletricidade (no hardware).
- Desenvolver habilidades de gestão de tempo, planejamento, comunicação, trabalho em equipe e organização, que se fazem essenciais em todas as áreas do mercado de trabalho.

3 PLANEJAMENTO

3.1 MATERIAIS

A primeira coisa a ser planejada pela equipe, foi a lista de componentes necessárias para a construção do robô. Na tabela a seguir (Tabela 1), segue uma lista resumida dos materiais, e do valor gasto para a obtenção dos mesmo.

Material	Preço
Arduino Mega 2560 R3	30,00
Kit chassi 2wd com shield	50,90
Módulo Sensor De Cor RGB TCS230	15,90
Módulo bluetooth	12,66
Sensor de Distância Ultrassônico - HC-SR04	3,59
Kit Braço Robótico Acrílico, Servos e Parafusos	84,99
Kit 4 Baterias de lítio	28,65
Pacote jumpers	8,25
Ky-003 Modulo Sensor Hall Magnetico Arduino	3,43
Valor total	238,37

Tabela 1 – Tabela de preços.

3.2 CRONOGRAMA

O projeto foi planejado para ser desenvolvido em três partes: A base, também chamada de carro ou carroceria, contem as rodas e os sensores, e é responsável pela parte da movimentação, detecção e sustentação; a garra, que é o braço mecânico é responsável por desarmar a bomba desconectando o cabo, além de remover os obstáculos menores; E por fim a integração de ambas as partes, as duas controladas por um aplicativo de celular, que foi montado pelo grupo. Os três marcos ficaram definidos da seguinte forma:

- 1 - Montagem do carro, que consiste na montagem do hardware do carro e montagem dos sensores, além da motagem do aplicativo que se comunicará com a base e a garra.
- 2 - Montagem da garra, que é formada por 4 servomotores, e configuração da comunicação com o aplicativo.
- 3 - Integração robô, montagem da versão final do robô e ajustes finais para refinamento do funcionamento do carro.

O planejamento detalhado do projeto (Figuras 1 e 2) foi desenvolvido baseado em um Diagrama de Gantt e apresenta os avanços obtidos em cada semana para as diferentes etapas.

ETAPA		1			2				
NOME DA ETAPA		Elaboração e início do projeto			Montagem Carro				
TAREFAS		Trabalho escrito preliminar	Organização do material	Teste de peça	Montagem HW carro	Integração via bluetooth	Construção App	Incrementações adicionais (sensores)	Testes com o carro
TAREFA 1	Março	22							
		25							
	Abril	1							
		8							
		15							
		22							
TAREFA 2	Maio	29							
		6							
		13							
		20							
	27								
TAREFA 3	Junho	3							
		10							
		17							
	24								
Julho	1								
	8								
FIM DO PROJETO									

Figura 1 – Planejamento detalhado do projeto, parte 1.

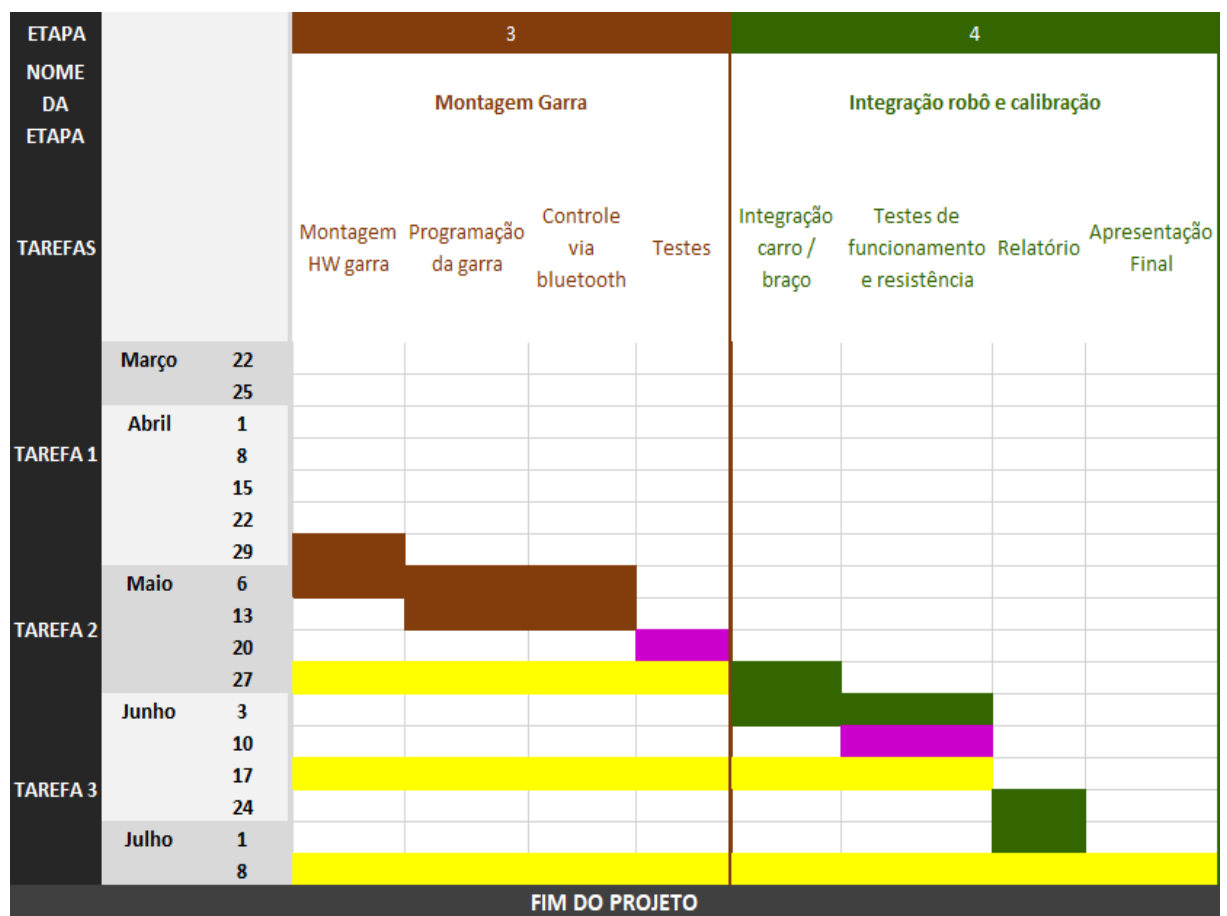


Figura 2 – Planejamento detalhado do projeto, parte 2.

4 HARDWARE

4.1 GERAL

O Hardware utilizado no projeto abrange, além do microcontrolador e da placa montada pelo grupo, diversos sensores, motores e outros componentes e módulos dedicados a realizar a interface entre o software do robô e o meio ao seu redor. O robô é alimentado por 4 pilhas de íon lítio, cuja ligação foi feita pelo próprio grupo. Nesse capítulo, cada um desses elementos será explicado de maneira relativamente detalhada, a começar pelo *core* ou eixo do projeto, o microcontrolador.

4.2 MICROCONTROLADOR

Como mencionado na introdução, a equipe optou por utilizar no projeto o microcontrolador Arduino Mega 2560 (Figura 3), sendo que essa decisão foi tomada especialmente graças aos seguintes fatores:

- Grande quantidade de portas I/O (54 digitais, sendo que 14 delas são capazes de operar como PWM, e 16 como analógicas)
- Disponibilidade imediata de dois dos membros, o que permitiu testes iniciais do software imediatamente após o começo do projeto.
- Compatibilidade total com os módulos desejados e com o software para a comunicação com o dispositivo móvel que controla o robô.

O Arduino MEGA é uma placa de desenvolvimento/prototipagem que tem como base o microcontrolador da Microchip ATmega2560 de 8 bits, de arquitetura RISC ("*Reduced Instruction Set Computer*", mais voltada para o desempenho e de uso mais geral, não sendo indicada quando a demanda é por operações mais complexas). O microcontrolador conta com 256KB de memória flash para memória de programa, 8KB de SRAM, 4KB de EEPROM, 32 registradores e 2 timers. Ele opera em uma faixa de 4,5V à 5,5V, com um clock interno de 16MHz.

Entre os periféricos para comunicação já previstos pelo hardware do arduino, foi utilizado o protocolo I2C e um dos canais para comunicação serial com o protocolo UART.

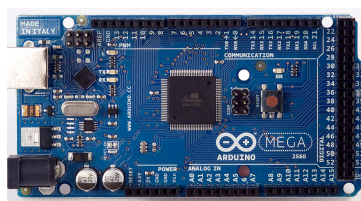


Figura 3 – Arduino MEGA 2560

4.3 MÓDULO BLUETOOTH HC-05

Para realizar a comunicação bluetooth com o telefone celular, foi utilizado um módulo bluetooth HC-05 (Figura 4), que utiliza comunicação serial pelo protocolo UART para se comunicar com o microcontrolador. Cujos qual é alimentado com 5V.

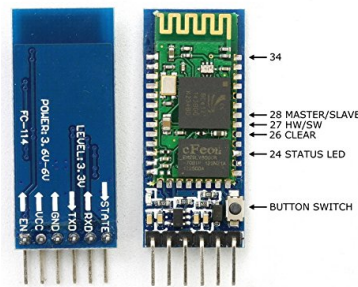


Figura 4 – vista frontal e traseira do módulo HC-05 com a pinagem

4.4 BRAÇO MECÂNICO E SERVO MOTORES

As partes do braço mecânico feito de acrílico foram compradas juntamente com 4 servo motores (Figura 5). A montagem foi realizada pelo grupo. Cada servo controla uma parte específica da posição do braço. Um controla o ângulo com a base, outro a altura da garra, outro o quão longe a garra ficara da base e o último, se a garra fica aberta ou fechada.

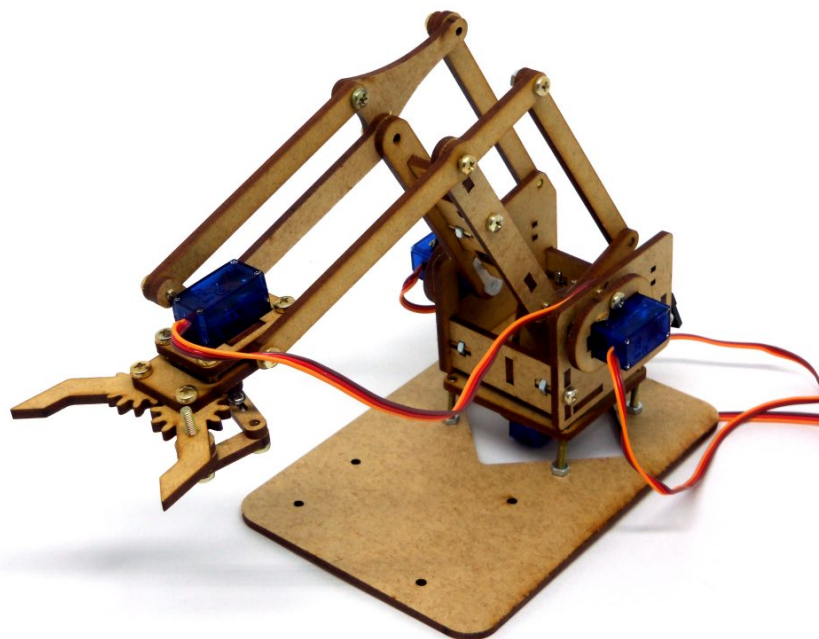


Figura 5 – Ilustração do braço robótico com os servo motores

4.5 PONTE H, MOTORES DC E BASE DO ROBÔ

O robô foi montado sobre uma base de acrílico, apoiada em dois motores DC, cada um preso à uma roda (Figura 6). Os motores mencionados são controlados com o auxílio de um módulo ponte H L298N (Figura 7), alimentado com 7,4V.

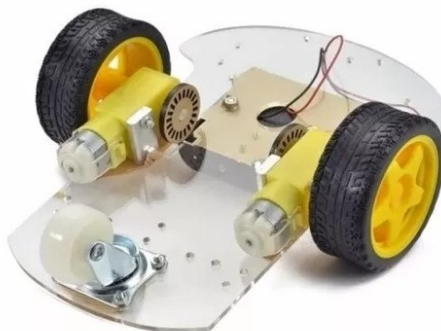


Figura 6 – Ilustração do chasis com os motores e as rodas

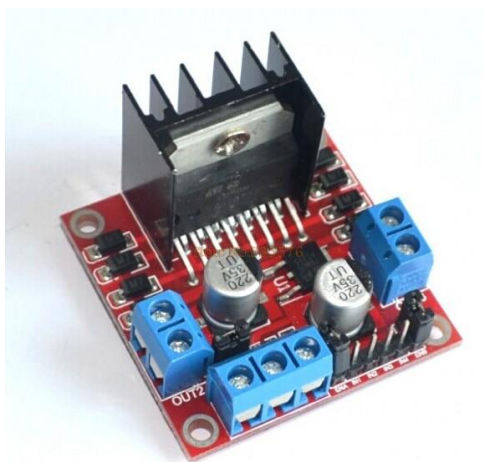


Figura 7 – Ilustração do módulo ponte H L298N

4.6 SENSOR DE COR

Para cumprir os objetivos do projeto, foi utilizado o módulo TCS230 (Figura 9), um sensor de cor RGB. O módulo possui no centro um chip com uma cadeia de fotodiodos, com 16 sensíveis à frequência da cor vermelha, 16 à frequência da cor azul, 16 à da cor verde e 16 sem filtro, sendo que cada um desses tipos será verificado separadamente. O resultado é convertido

em uma onda quadrada com frequência inversamente proporcional à intensidade da cor que está sendo verificada (Figura 8).

A partir da explicação acima, conclui-se que a cor que retornar a menor frequência enquanto estiver sendo lida será a cor predominante.

Os Leds ao redor do sensor servem para facilitar e melhorar a precisão da leitura dos photodiodos. Os pinos S0 e S1 selecionam a escala da frequência do sinal, sendo que o valor usual é 20% (S1 em nível alto e S2 em nível baixo). A cor que será verificada é selecionada pelos pinos S2 e S3.

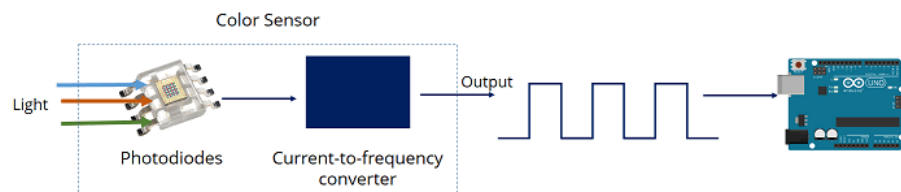


Figura 8 – Esquema de codificação da leitura do sensor



Figura 9 – Ilustração do módulo TCS230

4.7 LASER

Para efeitos visuais e ajudar na orientação da garra e do robô, foi utilizado o modulo KY-008 (Figura 10), com um diodo laser vermelho.

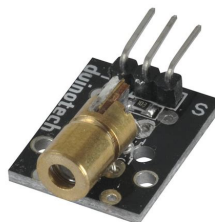


Figura 10 – Ilustração do módulo KY-008

4.8 SENSORES ULTRASÔNICOS

Foram utilizados 2 sensores de distância ultrassônicos (HC-SR04, Figura 12) para medir as distâncias dianteira e traseira, que são mostrados pelo LCD. Ele funciona emitindo pulsos ultrassônicos (de 40kHz) quando o pino TRIGGER é ativado e, a partir do tempo que leva até que o sinal seja refletido, retorne ao módulo (Figura 11), seja lido e indicado pelo pino ECHO, é feito um cálculo para que seja calculada a distância.

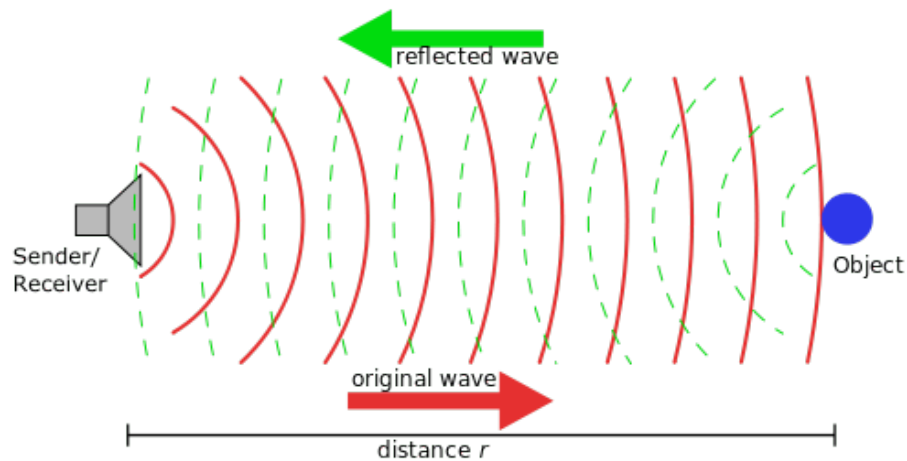


Figura 11 – Ilustração do princípio de funcionamento do sensor HC-SR04



Figura 12 – Ilustração do módulo HC-SR04

4.9 LCD 16X2 COM MÓDULO I2C

O LCD (Figura 13) foi usado para mostrar informações como a distância frontal e traseira, se uma mina foi detectada e qual cor está sendo lida. Ele se comunica com o arduino através do módulo I2C (Figura 13).

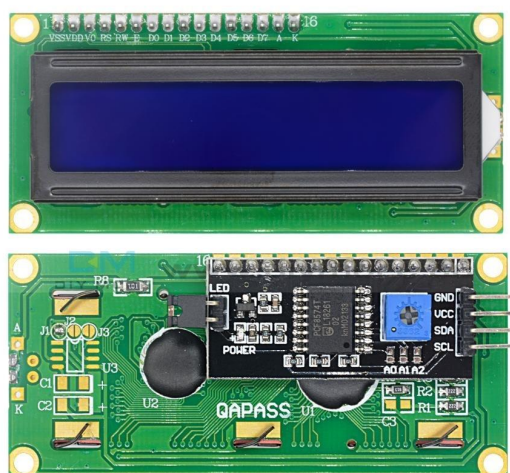


Figura 13 – Ilustração do LCD 16x2 com o módulo I2C

4.10 SENSOR MAGNÉTICO

Foi utilizado o módulo KY-003(Figura 14), com um sensor magnético de efeito Hall para indicar se há ou não uma mina (imã) na direção do robô. O sensor funciona como uma chave que retorna um sinal em nível baixo na presença de um campo magnético significativo.

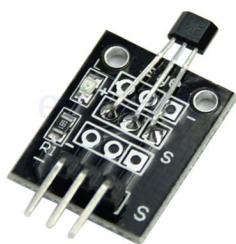


Figura 14 – Ilustração do módulo KY-003

4.11 PLACA

Foi feita uma placa de circuito impresso a fim de que a mesma concentrasse a alimentação dos módulos e suportasse o módulo bluetooth. O esquemático da placa (Figura 15), o roteamento da placa (Figura 16) e o modelo para visualização em 3D da placa (Figura 17) estão ilustrados abaixo.

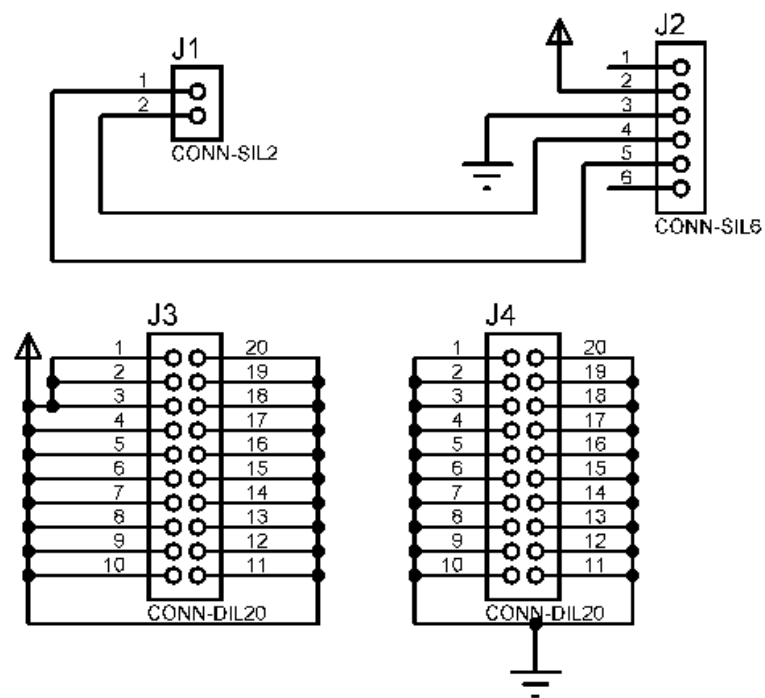


Figura 15 – Esquemático da placa



Figura 16 – Roteamento da placa

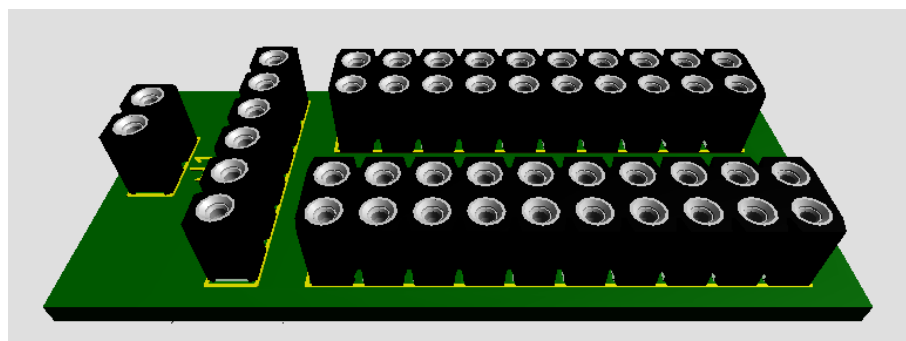


Figura 17 – Modelo 3d da placa

4.12 ESQUEMÁTICO

O esquemático do projeto (Figura 18) foi feito pelo aplicativo *circuito.io*.

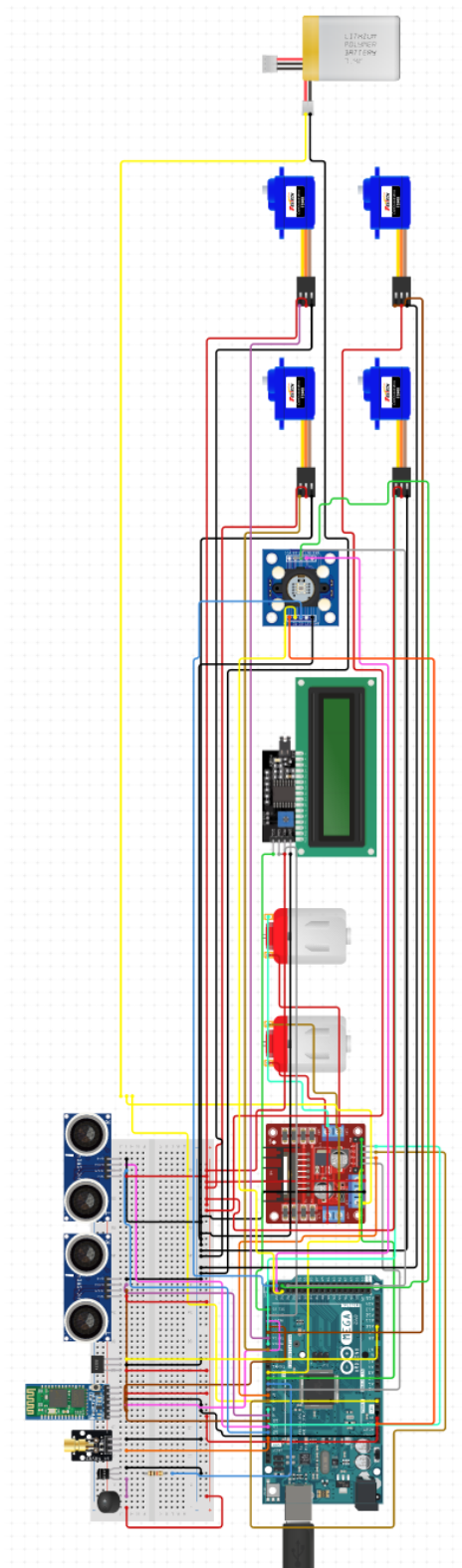


Figura 18 – Visualização do diagrama esquemático do projeto

5 SOFTWARE

Na realização do projeto, dois softwares foram utilizados: a IDE do Arduino e o aplicativo Blynk. A IDE foi utilizada no desenvolvimento do código fonte como um todo, e o Blynk foi utilizado na interface do controle e na comunicação via bluetooth com o veículo. A distribuição dos botões e dos controles deslizantes no controle, assim como as suas funcionalidades estão respresentados na Figura 19.

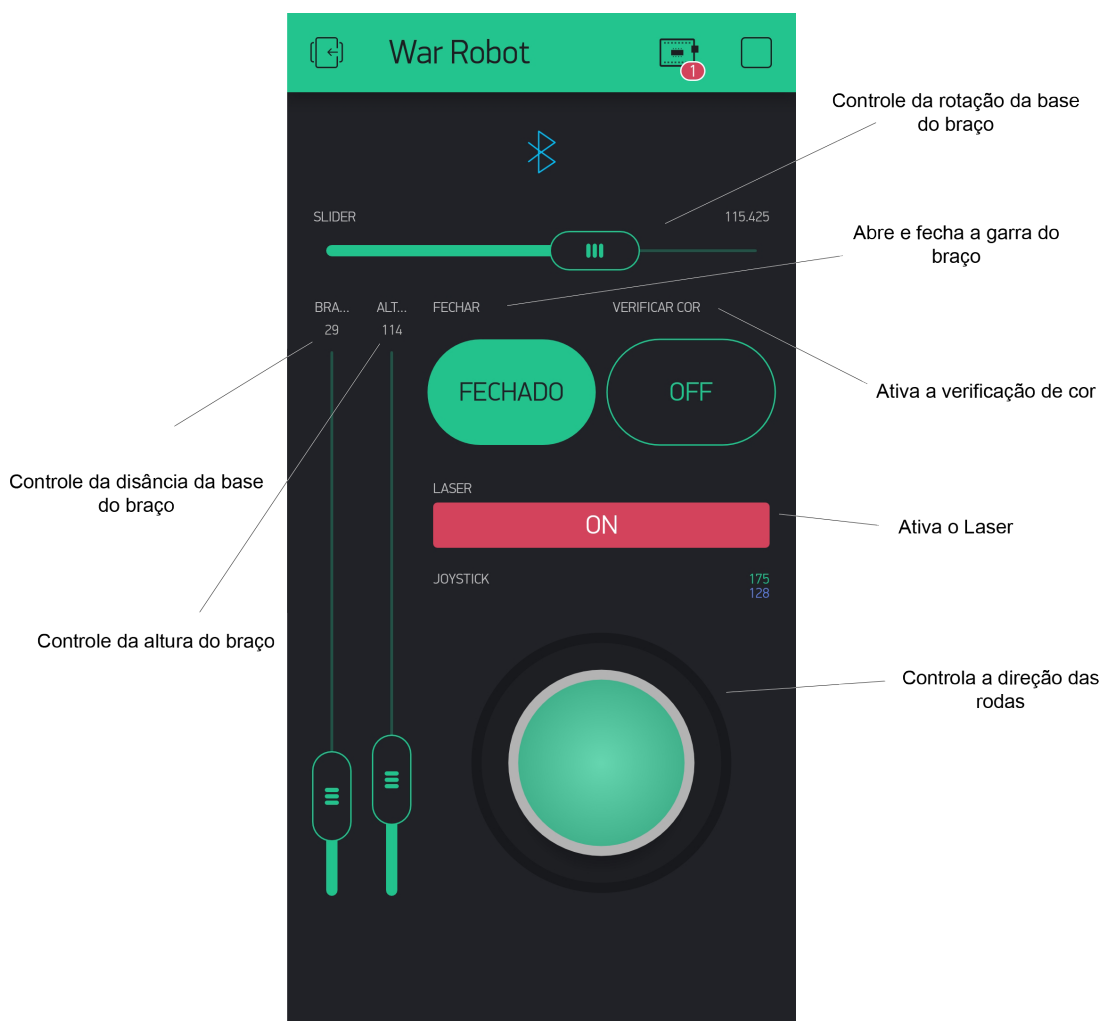


Figura 19 – Interface do controle

Para o desenvolvimento do código, o grupo discutiu constantemente as maneiras corretas de realizar toda a lógica do projeto. Partes específicas, como realizar a movimentação dos motores via ponte H, leitura de cores e de distância, além da ativação da escrita no LCD e no laser, foram todas pesquisadas em sites especializados da internet, tais como o FilipeFlop e usina info.

De maneira concisa, o grupo tentou seguir as boas práticas de programação, escrevendo

o código de maneira clara, prezando pela organização. Diante disso, foram separadas funções para cada funcionalidade específica, deixando na função principal (chamada de loop), apenas as chamadas delas de maneira organizada. A utilização de comentários foi fundamental para facilitar o entendimento.

Duas funções em específico merecem um destaque: Setup e Loop. Essas duas funções já pré-definidas já são padrão da IDE do arduino. A primeira consiste na "inicialização" e na definição das entradas e saídas. É ali que é informado quais os pinos que serão utilizados. Ela é chamada por *default* no início da execução do programa. Já a segunda, é a que ficara repetindo enquanto a aplicação estiver sendo executada. Dentro desta, as funções são chamadas e organizadas.

O Blynk fornece uma opção de leitura, que quando determinado botão é ativado, o código reconhece isso automaticamente, e já executa algum código definido pelo programador. Dessa maneira, algumas funções, como ligar o laser, executar a leitura de cor, executar os comandos da garra são feitas dessa maneira, visando a coesão e o desacoplamento no código.

Segue uma breve explicação das funções criadas:

BLYNK_WRITE(CONTROLE_ANALOGICO): recebe os parâmetros que comandam a movimentação do robô

BLYNK_WRITE(in_base): recebe o valor do slider que comanda a distância do braço mecânico em relação à sua base. Após isso, seta o ângulo do servo responsável por essa função.

BLYNK_WRITE(in_braco): recebe o valor do slider que comanda a altura do braço mecânico. Após isso, seta o ângulo do servo responsável por essa função.

BLYNK_WRITE(in_altura): recebe o valor do slider que comanda o ângulo do braço mecânico em relação à sua base. Após isso, seta o ângulo do servo responsável por essa função.

BLYNK_WRITE(in_garra): recebe do blynk se a garra deve estar aberta ou fechada. Após isso, seta o ângulo do servo responsável por essa função.

BLYNK_WRITE(VERIFICA_COR): verifica se deve ou não ser ativada a verificação de cor.

void movimentar(): realiza a movimentação do carro, ativando em níveis altos e baixos os motores de acordo com a leitura vinda do aplicativo.

void verifica_distancia(): realiza a verificação da distância nos dois sensores, frontal e traseiro.

void escrever_distancia(): escreve a distância lida no LCD, a cada período de tempo pré-determinado.

void desarmar(): se a cor do fio for azul, ativa rotina de desarme.

void rotina_desarme(): liga o buzzer.

bool verificaMina(): verifica se o sensor magnético está detectando uma mina

void rotinaMina(): indica no display que uma mina foi detectada, bloqueia o movimento

para a frente e ativa o buzzer.

void color(): faz a leitura do sensor de cor, pegando os 3(três parametros fundamentais):
R (red), G(green), B(blue);

int verificaCor(): utiliza os valores lidos na função color para identificar a cor que está sendo lida.

6 RESULTADOS

Após cerca de 3 (três) meses executando o projeto, tanto em sala de aula como em horários extraclasse, o grupo concluiu com êxito os objetivos propostos previamente. Ao final do prazo, o *War Robot* completo (incluindo o carroceria com sensores acoplados e o braço mecânico), funcionaram da maneira esperada, executando as funções necessárias para se cumprir a proposta inicial do projeto. Vale ressaltar inclusive que o objetivo extra proposto pela equipe, da verificação da cor, também foi concluído, sendo que algumas pequenas adaptações físicas foram necessárias, porém nada que pudesse colocar em risco o funcionamento do projeto.

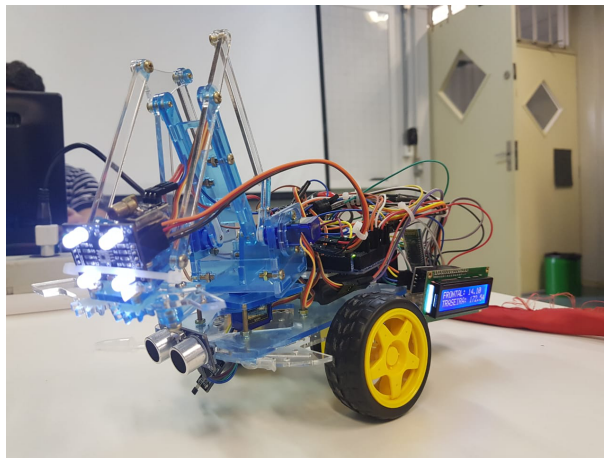


Figura 20 – Robô completo funcionando

Na Figura 20 é possível observar a versão final do robô após a conclusão. Na imagem, ele se encontra ligado, e com todos os componentes ativados. Por se tratar de peças de baixo custo, e com o cunho estudantil e não profissional de mercado, alguns problemas foram encontrados e constatados, dentre os quais é possível citar principalmente as oscilações da conexão bluetooth, que além das próprias limitações técnicas, o fato da maior parte do tempo ele ser testado e desenvolvido em local público com grande número de pessoas, havia diversas conexões bluetooth em paralelo, acentuando ainda mais a oscilação da conexão. O tempo de resposta também foi um ponto de dificuldade encontrado pela equipe, visto que, em diversos momentos, há um tempo de *delay*, entre enviar o comando do celular para o sensor, do sensor para o arduino, e do arduino para o componente específico. Apesar de ser pequeno, em alguns casos, esse tempo acaba prejudicando o funcionamento e a execução de alguma tarefa.

7 CONCLUSÃO

Diante de tudo que foi apresentado acima, pode-se afirmar que o grupo concluiu o objetivo principal de construir um robô voltado para fins bélicos. Além disso, também ressalta-se o grande aprendizado adquirido pelo grupo, diante as desafios que foram encontrados durante a jornada da construção de tal projeto. Foi possível observar a importância do planejamento, e da lucidez necessária na hora da construção de tal, sempre visando um objetivo concreto ao final, sempre sem superestimar a capacidade do grupo, e subestimar as dificuldades que já se previam que aconteceriam.

As duas partes que contemplam o robô, hardware e software foram explicadas de maneira incisiva e satisfatória. Muitos componentes foram utilizados, e a busca pelo conhecimento de cada um, entendendo o funcionamento, ampliou as possibilidades da utilização destes em outros projetos e em outros contextos.

Por fim, foi possível entender como funciona o desenvolvimento de um projeto de porte razoável, nos quais metas e prazos foram estabelecidos. Nestes o planejamento e a coerência de tal são de fundamentais valia para se obter sucesso ao final do período final do qual se é solicitado tal necessidade. O grupo julga que foi uma experiência que certamente será de enorme valiosidade posteriormente, tanto em âmbito universitário, em demais matérias e trabalhos, quanto no mercado de trabalho, no qual o grupo provavelmente será inserido em breve.

REFERÊNCIAS

DIGIKEY **Atmega2560**. Disponível em: <<https://www.digikey.com/product-detail/en/microchip-technology/ATMEGA2560-16AUR/ATMEGA2560-16AURCT-ND/3789436>>. Acesso em: 27 Abril. 2019.

FILIPFLOP. **O que é arduino**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino>>. Acesso em: 05 de Maio de 2019. MAXPHI **Ultrasonic sensor tutorial**. . Disponível em: <<https://www.maxphi.com/ultrasonic-sensor-interfacing-arduino-tutorial> >. Acesso em: 05 Junho 2019.

MICROCHIP. **Atmega2560**. Disponível em: <<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega2560>>. Acesso em: 15 Maio 2019.

RANDOM NERD TUTORIALS **Color sensor TCS 230**. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/arduino-color-sensor-tcs230-tcs3200/>>. Acesso em: 05 Junho 2019.

ROBOSHOT. **Arduino Mega 2560 Datasheet**. Disponível em: <<https://www.robotshop.com/media/files/pdf/arduinomega2560datasheet.pdf>>. Acesso em: 03 Maio 2019.

WIKIPEDIA. **Arduino**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

WIKIPEDIA. **RISC**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>>. Acesso em: 29 Junho 2019.