



SEMÁFORO INTELIGENTE

Guilherme Moreira*¹, Pedro Ivo de Oliveira Tironi¹, Paulo Raimundo Gomes de Lima¹, Carlos Renato Borges dos Santos¹, Ana Flávia Peixoto de Camargos¹ e Felipe de Sousa Silva¹

¹IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Formiga

Resumo - A mobilidade urbana é um tema em pauta no mundo atual, pois os centros urbanos estão cada vez mais com problemas relacionados à grande quantidade de veículos circulando, bem como à quantidade de pessoas. Esses problemas afetam diretamente o tráfego nas cidades e a falta de espaço nas vias podem causar acidentes, sendo os pedestres os mais afetados. Deste modo, este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo de um semáforo de trânsito microcontrolado pelo Arduino, em escala reduzida, de duas vias em um cruzamento, para melhorar a organização do tráfego de vias. Sendo assim, foi desenvolvido um protótipo que minimiza o congestionamento do trânsito, potencializa o fluxo de automóveis e pedestres, prioriza a ação de veículos de resgate ou atendimento urgente, bem como otimiza a circulação de pedestres de forma mais segura. Foram realizados vários testes, nos quais o modelo proposto foi exposto a várias situações reais com simulações computacionais, bem como com simulações no protótipo desenvolvido.

Palavras-Chave - Arduino, Computação, Microeletrônica, Semáforo Inteligente.

SMART TRAFFIC LIGHT

Abstract - The urban mobility is a subject matter in the current world, because the urban centers are increasingly problems related to the large number of vehicles circulating, as well as to the number of people. These problems affect directly the flow of traffic in cities and the lack of space on the roads can provide accidents, where the pedestrians are most affected. Thus, this article aims to present the development of a prototype of a microcontroller traffic light controlled by the Arduino, in a reduced scale, two-way traffic at an intersection, to improve the organization of road traffic. Therefore, a prototype has been developed that minimizes traffic congestion, that to be better the flow of cars and pedestrians, that prioritizes the action of rescue vehicles or urgent care, as well as optimizes pedestrian circulation more safely. Several tests were carried out, in which the proposed model was exposed to several real situations with computational simulations, as well as with simulations in the developed prototype.

Keywords - Arduino, Computation, Microelectronic,

*guimoreira1205@gmail.com

Smart Traffic Light.

I. INTRODUÇÃO

O objetivo dos sinais de trânsito é organizar o tráfego para evitar acidentes, sendo utilizado mundialmente [1]. É fato que o trânsito em grandes metrópoles e capitais, com um volume grande de veículos circulando, é gerador de caos e estresse para a grande maioria da população. Por estes fatores muitas pesquisas estão sendo realizadas nesta área de semáforos inteligentes, as quais tem como objetivo controlar o tráfego em vias através de sensores que organizam e otimizam de forma inteligente o trânsito de veículos [2].

Os sinais de trânsito inteligentes possuem os seguintes objetivos:

- reduzir significativamente o congestionamento diário, diminuindo assim o fluxo de veículos;
- reduzir a poluição, visto que a condução com parada é ineficiente e poluente;
- dar prioridade a alguns veículos oficiais, bem como com atendimentos de urgência.

Entretanto, para a implementação desses sistemas inteligentes algumas barreiras dificultam o desenvolvimento, pois demandam muitos estudos e investimentos governamentais. No Brasil, esse sistema de tráfego é regulamentado pelo Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Além disso, é necessário um estudo mais aprofundado sobre as redes de comunicação que controlam os sinais, o sistema de sensoriamento e as atualizações periódicas [3].

Empresas como a Audi já estudam essa tecnologia de semáforos inteligentes, por meio da tecnologia V2I (*Vehicle to Infrastructure*), no qual o veículo troca informações em tempo real com uma central de trânsito. Essa central verifica a localização do carro e informa quando o semáforo à sua frente vai fechar ou abrir [4]. Esse mesmo sistema pode ser remodelado nos casos em que uma ambulância esteja trafegando com uma sirene acionada, sendo que neste caso os sinais se fecham permitindo a definição de prioridade do sistema.

Portanto, o projeto visa desenvolver um protótipo de semáforo inteligente em que os sinais e sensores de tráfego sejam controlados por um microcontrolador conhecido como Arduino [5]. Assim, será implementado um sistema que regula o

fluxo de tráfego para aumentar a segurança dos pedestres (com a instalação de botoeiras), bem como para otimizar o trânsito no momento de passagem das ambulâncias nas vias.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA

A. Arduino

O Arduino utilizado foi o MEGA 2560, tal como ilustrado na Figura 1. Ele é uma pequena placa de microcontrolador que contém uma conexão USB, tornando possível a ligação com um computador. É uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída [5].

Figura 1: Microcontrolador Arduino.



No Arduino MEGA existem 6 pinos de interrupções externa [6]. As interrupções externas são pinos para disparo de interrupção tanto na borda de subida ou descida, ou em níveis lógicos alto ou baixo e tem como funcionalidade ler sem pausas o estado de uma determinada porta [5].

As portas de interrupção tem dois pontos chaves, são eles:

1. condição de interrupção: é a condição que indica uma interrupção e é indicada no *loop* do código e sinaliza ao programa para executar função extraordinária (diferente do funcionamento convencional) referente àquela interrupção;
2. função a ser executada: é quando a interrupção é ativada e uma lista de tarefas referentes a essa interrupção deve ser executada.

Além do Arduino, foi utilizado o *software* Proteus que é um programa composto por várias ferramentas, incluindo captura esquemática, simulação e módulos para projeto de construção de placas de circuito impresso. O *software* é usado principalmente para projetos eletrônicos com a finalidade de criar circuitos esquemáticos e impressões eletrônicas para a manufatura de placas impressas [7].

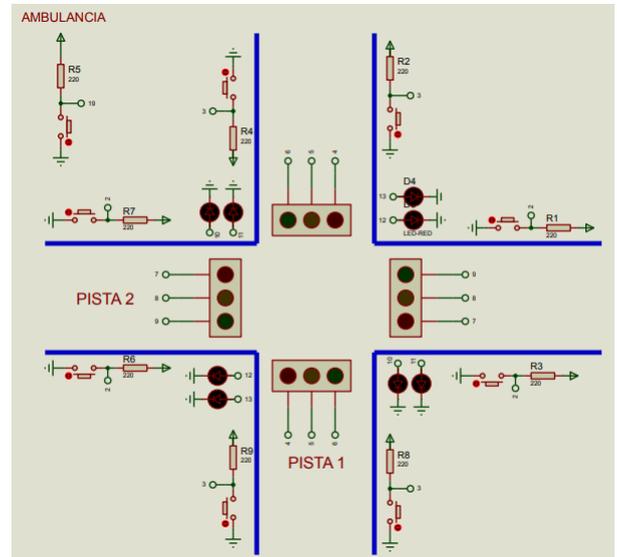
B. Implementação

Para montagem do protótipo em escala reduzida foi utilizado o Arduino MEGA 2560, escolhido pelo número de portas de interrupção que devem ser utilizadas. Os LEDs indicativos e botões para atuação foram conectados ao microcontrolador para execução do programa.

Inicialmente procurou-se adquirir conhecimentos sobre o funcionamento dos semáforos inteligentes, para deste modo poder definir suas funcionalidades.

Para isto elaborou-se um modelo a fim de representar o funcionamento no *software* Proteus, conforme a Figura 2.

Figura 2: Simulação inicial do semáforo no *software* Proteus.



Ao montar o protótipo foi definido que o sistema tem como principal função dar prioridade para o atendimento de urgência (que simula uma ambulância), carro de polícia ou corpo de bombeiros. Essas funcionalidades foram implementadas pelo acionamento de um botão dentro do veículo, o qual foi representado no protótipo por um *pushbutton*.

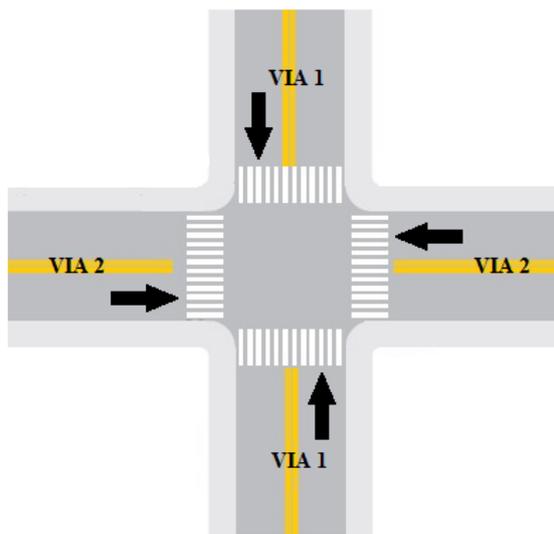
Sua funcionalidade é tal que, quando acionado o botão, é realizado o fechamento de todos os semáforos das vias imediatamente, permitindo assim que a ambulância possa atravessar o cruzamento com maior segurança e agilidade. Isso é importante, pois permite que atendimentos e/ou socorros sejam realizados de forma mais eficiente.

O modelo produzido também tem a função de priorizar a passagem de pedestres. Deste modo, este sistema dispõe de uma botoeira em cada via, para que os pedestres ao acioná-la possam realizar a travessia com segurança. Este caso se justifica, pois o trânsito da via correspondente ao acionamento é interrompido com ação imediata, mas de modo que os carros que circulam na via não fechem o cruzamento, com um sinal indicativo de amarelo intermitente. Porém, para que o trânsito não seja interrompido continuamente existe um tempo de espera exigido, entre um acionamento e outro.

Para melhor visualizar o funcionamento do sistema e de forma conjunta analisar os pontos de falhas, utilizou-se o monitor serial, que possui como função enviar mensagens vinculadas ao estado e funcionamento do semáforo. Esta funcionalidade é verificada tanto nas simulações elaboradas, quanto no modelo do protótipo final.

A Figura 3 ilustra o sentido de fluxo de veículos no cruzamento.

Figura 3: Representação do sentido do fluxo de veículos no cruzamento.



Após o planejamento inicial, o código foi verificado e simulado no TinkerCad (ajusta o circuito para as condições oferecidas pelo simulador) para suprir condições que a primeira simulação não realizou [8]. Esse aplicativo é gratuito e fácil de usar para projetos 3D, componentes eletrônicos e codificação. O código foi compilado e verificou-se o funcionamento adequado de todas as funções, conforme a Figura 4.

Figura 4: Simulação do semáforo inteligente no *software* TinkerCad.

Após a verificação do funcionamento do *software*, confeccionou-se o modelo em escala reduzida que por sua vez contém:

- 4 botões para pedestres, um indicado para cada via;
- 1 botão para veículo de emergência, que representa o botão interno de uma ambulância;
- 4 semáforos de três LEDs, sendo que as vias não possibilitam o usuário virar a esquerda ou direita, como demonstrado pelo direcionamento das setas que indicam

o sentido do fluxo de veículo, conforme a Figura 3, ou seja, as vias possuem dois semáforos com a mesma funcionalidade;

- 4 semáforos de dois LEDs que indicam a ordem para passagem de pedestres;
- 1 microcontrolador que realiza o controle e análise do sistema.

C. Materiais

Para a confecção do protótipo em escala reduzida foram utilizados os seguintes componentes listados a seguir, na Figura 5.

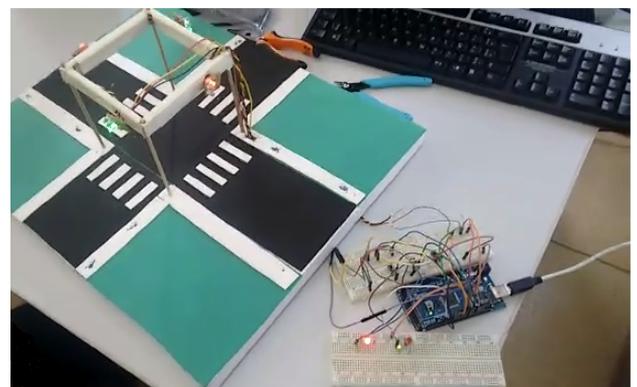
Figura 5: Especificações dos componentes utilizados.

Componente	Especificação	Quant.
Resistor	330 Ω	25
push button	—	5
LED	2 V	20
Arduino Mega 2560	—	1
Placa perfurada	10 x 10 cm	1
Bloco de isopor	60x50cm	1
Papel EVA	Verde, Branco, Preta	3
Fio de cabo de rede	2 m	1
Cola de silicone	—	1

III. RESULTADOS

Com os testes efetuados com as simulações, foram obtidos êxito tanto no *software* Proteus quanto no TinkerCad. Após essas etapas realizadas, foi implementado a montagem em *proto-board* em bancada de teste. Foi montado e aferido o funcionamento do sistema, onde este pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6: Primeira montagem em bancada eletrônica para testes.



Após verificar o funcionamento em *protoboard* do sistema, foi possível identificar alguns erros lógicos no modelo inicial e que foram corrigidos para obter o melhor funcionamento possível, de acordo com o objetivo da pesquisa. Estes erros consistiram em:

- funcionamento individualizado de cada *pushbutton* sem que outro pudesse ser acionado durante o funcionamento;
- temporizador em relação ao intervalo de utilização do *push button* pelo pedestre, para não ser acionado a todo momento;
- temporizador em relação ao acionamento do botão de pedestre, visto que ele não pode ser acionado instantaneamente após o sinal ser aberto, já que existem carros que já poderiam ter começado a circular pela via no momento.

Diante disso, efetuou-se as devidas correções na lógica do código e, novamente, os testes foram implementados, entretanto agora no modelo de protótipo final. A Figura 7 ilustra o funcionamento do sistema em que uma das vias está com sinal aberto e a outra com sinal fechado.

Figura 7: Representação do funcionamento normal.



Já a Figura 8 ilustra a preferência pela passagem da ambulância ou polícia ou corpo de bombeiro, com todos os sinais fechados durante um certo período de tempo.

Figura 8: Representação da passagem da ambulância.



O código elaborado encontra-se disponível na plataforma de repositório GitHub para incentivar outras pesquisas na área e para que o *software* atual seja ainda otimizado [9].

IV. CONCLUSÕES

A implementação do sistema automatizado para controle do fluxo de automóveis e pedestres através do semáforo propor-

ciona um controle inteligente do fluxo de veículos, por meio da contagem de veículos em cada faixa das vias. A partir desses dados, modifica-se o tempo de acionamento dos semáforos. Adicionalmente, foi inserida a possibilidade de uma ambulância passar pelo cruzamento, tomando-se ações que permitam à viatura passar com mais rapidez. Todavia, embora a lógica desenvolvida permita a maior fluência de veículos, a utilização de sensores, como os utilizados na maquete, não permitiu a implementação física em escala real. Para tal implementação, poderia ser necessária a utilização de câmeras e algoritmos de reconhecimento de imagens, que possibilitem quantificar o número de veículos de cada via. De qualquer forma, o ensaio realizado permitiu criar uma solução para problemas de tráfego, em formato de maquete.

REFERÊNCIAS

- [1] Agência Aracaju. *Entenda o sistema de semáforos inteligentes que está sendo implantado*. 2018. Disponível em: [//bit.ly/307o7Bk](https://bit.ly/307o7Bk). Acesso em: 29 abril de 2019.
- [2] SMART Traffic Light. Disponível em: [//bit.ly/307e040](https://bit.ly/307e040). Acedido em: 29 de abril de 2019.
- [3] U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Next-Generation Smart Traffic Signals*. 04/08-09. Disponível em: [//bit.ly/2V6b9Qw](https://bit.ly/2V6b9Qw). Acedido em: 07 de maio de 2019.
- [4] A Sage. *Audi vehicles to talk to U.S. traffic signals in first for industry*. 2016. Disponível em: <https://reut.rs/2VVvqfQ>. Acedido em: 29 de abril de 2019.
- [5] S. Monk. *Programação com Arduino II: Passos avançados com sketches*. Bookman Editora, 2015. (Tekne). ISBN 9788582602973.
- [6] Arduino. *Interrupções Externas*. 2019. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/external-interrupts/attachinterrupt/>. Acedido em: 27 de abril de 2019.
- [7] Proteus. *Printed Circuit Board Software & Circuit Simulation Software - Proteus*. 2019. Disponível em: <https://www.labcenter.com/>. Acedido em: 19 Julho de 2019.
- [8] Autodesk Tinkercad. *Create 3D digital designs with online CAD*. 2019. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 25 de julho de 2019.
- [9] P.I.D.O. Tironi. *Semáforo Inteligente*. 2019. Disponível em: <https://github.com/pedrotironi/Semaforo-inteligente/issues>. Acedido em: 05 de maio de 2019.