



Desenvolvimento de um Sistema Microcontrolado para Gerência de Malha Viária Urbana

Geziene Alexandre de Lima¹, Josefa Gilliane de Oliveira Mariano², Samuel Alves da Silva³, Valnir Vasconcelos Lira³

¹Graduando do C.S.T. em Automação Industrial- IFPB - Campus Cajazeiras, e-mail: gezienesjp@hotmail.com

²Graduanda do C.S.T. em Automação Industrial- IFPB - Campus Cajazeiras, e-mail: gilymariano@hotmail.com

³Professor do IFPB - Campus Cajazeiras e-mail: samuel@ifpb.edu.br

³Professor do IFPB - Campus Cajazeiras e-mail: valnir@ifpb.edu.br

Resumo: Atualmente é inegável a importância que o transporte exerce perante a civilização humana. Em contrapartida, os sistemas de transportes de um modo em geral influenciam na economia de uma nação, principalmente se esta possuir dimensões continentais como é o caso do Brasil. Observa-se que uma das características da sociedade brasileira é claramente a demanda por mobilidade, especialmente no caso do transporte veicular. Pode-se agregar também problemas de acessibilidade, segurança e o uso do controle de tráfego semafórico atuado pelo tráfego não é disseminado no Brasil. No presente artigo é apresentada uma proposta para obtenção de um sistema de controle rodoviário controlado local e remotamente de baixo custo e fácil implementação. O principal objetivo deste trabalho é propor um hardware capaz de comunica-se com uma central remota (Interface Humano Máquina), todavia o hardware possui autonomia parcial, isto é, em uma eventual falha na comunicação o hardware pode dirigir-se por sua própria vontade. Com controle baseado na plataforma Arduino, esta proposta surge como uma alternativa a extensão da malha viária urbana e a otimização do fluxo de tráfego na malha existente.

Palavras-chave: controle de tráfego, demanda de fluxo, arduino, semáforo

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) a população brasileira em 1950 era de aproximadamente de 52 milhões de pessoas, das quais 63,8% habitavam nas áreas rurais. Em 1995, o número total de habitantes já era de cerca de 152 milhões de pessoas, dentre as quais 120 milhões (79%) residiam em áreas urbanas, ou seja, percebe-se um contínuo crescimento populacional na região urbana. Atualmente, de acordo com o último censo realizado (2010), o Brasil possui uma população em média de 190 milhões de pessoas (quinta maior população do mundo, atrás somente de China, Índia, Estados Unidos e Indonésia) com 84% dos brasileiros vivendo em áreas urbanas. Observa-se uma urbanização acelerada e consequentemente desorganizada, isto é, quanto mais as cidades crescem, mais o homem quer conforto e comodidade. Para tanto, usa cada vez mais os sistemas de transportes. Esse ciclo vicioso gera cada vez mais problemas no trânsito.

Verifica-se então que, em função deste grande crescimento, graves problemas afligem o trânsito dos principais centros urbanos. Os congestionamentos constantes, os desvios de tráfego, a poluição do ar e sonora, a segurança do motorista, demora às respostas de emergências, entre outros repercutem seriamente na economia como um todo. Logo, se exige um controle de tráfego que atenda as mais variadas necessidades, é neste cenário que surgem os estudos relacionados ao controle de tráfego urbano, ou seja, como fazer o trânsito - de pessoas, veículos e mercadorias- fluir de maneira harmoniosa?

Na maioria das cidades do mundo moderno, independentemente de padrões culturais e econômicos, o problema de otimização do controle de tráfego urbano é constante. Isto é, a gerência do trânsito nas cidades é um problema cada vez mais grave, seja pelo crescente número de veículos e



pessoas ou pela falta de infraestrutura dos órgãos responsáveis. Tal efeito ocorre tanto em países desenvolvidos, com expressiva frota de veículos como naqueles com menor frota, pois nesses a rede viária também é menor.

Conforme estatísticas atuais o Brasil ainda é um país que apresenta um alto índice de acidentes de trânsito. Dentre as causas podemos citar: sinalização inadequada, ausência de agentes de trânsito, excesso de velocidade, imprudência do motorista, entre outros. O estudo apresentado fundamenta-se nos dois primeiros pontos citados, visando a obtenção de um sistema de controle rodoviário controlado local e remotamente de baixo custo e fácil implementação.

Vale salientar, os transportes e o desenvolvimento econômico de uma nação estão estritamente ligados. Para o constante desenvolvimento é necessário que condições de segurança e bem estar de uma sociedade sejam analisadas e estas condições diretamente de um sistema de transporte que permita o rápido e eficiente transporte de pessoas e veículos.

Portanto, com o controle de semáforos em tempo real podemos obter: Economia no tempo perdido pelos veículos nas filas dos semáforos (otimização do fluxo veicular / pedestre); gerenciamento do tráfego mais eficiente (controle de malha viária); melhoria das condições do tráfego, das condições de segurança; das condições ambientais; redução do consumo de energia e existem ainda, outros benefícios indiretos, como por exemplo, a poluição sonora. Sem falar na diminuição do estresse dos motoristas que são obrigados a enfrentar diariamente as contrariedades do trânsito.

A próxima seção aborda as características da plataforma Arduino, assim como, a integração entre os principais dispositivos, seguido da metodologia referente a solução proposta para a gerência de malha viária urbana existente. Na última seção são tecidas algumas conclusões e considerações sobre o trabalho.

2. PLATAFORMA ARDUINO E A INTEGRAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES

O controle semafórico, isto é, o controle em tempo real segundo [NOGUEIRAFILHO, 2009] surge como uma alternativa ao sistema de planos fixos, em que os tempos dos semáforos são programados de acordo com a hora do dia, com base em contagens manuais do tráfego. Esta solução tradicional limita o desempenho da operação viária, já que as condições de trânsito não dependem somente do horário, mas também de fatores como o crescimento da frota e condições meteorológicas, acidentes e eventos, situações que não são previstas nesses planos. Além disso, os dados obtidos nas contagens se tornam obsoletos com o tempo, sendo necessárias constantes atualizações.

Para obtenção da proposta apresentada, é utilizado controle baseado na plataforma Arduino. Arduino é uma plataforma *open source hardware* composta em duas partes: a placa Arduino, que é o componente físico (*hardware*), e o IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino, que é o *software* utilizado no computador para desenvolver os programas que serão executados na placa Arduino. [8]

Por ser *open source hardware* o Arduino oferece um *hardware* e *software* bem flexíveis, ou seja, os códigos fonte do Arduino ou os esquemáticos ficam disponíveis para que qualquer pessoa possa modificá-lo de acordo com sua problemática, sem nenhuma cobrança de direitos autorais. Isso permite a criação de outros modelos mais focados em uma situação (como uma conexão sem-fio, por exemplo).[8]

O Arduino foi escolhido para esta solução pela facilidade e agilidade que a plataforma oferece para o desenvolvimento das aplicações. Por possibilitar a programação de circuitos em um nível mais alto, o Arduino faz a computação física ficar mais semelhante ao desenvolvimento de softwares aplicativos, que está mais presente no nosso dia-a-dia. [8] Isto é, uma série de vantagens fazem do Arduino a escolha para ser utilizada neste projeto, dentre eles estão seu preço atrativo, programação descomplicada e fácil manuseio.

Segundo [GIOPPO, 2009] o Arduino é baseado em um microcontrolador que se conecta ao computador pessoal através de uma porta serial ou USB, dependendo do modelo utilizado. Ele possui uma linguagem de programação própria, baseada em *Wiring*, que é implementada em um ambiente de desenvolvimento (IDE), também próprio, baseado em *Processing*, e que pode ser utilizada em vários



sistemas operacionais. Através desta plataforma pode-se montar uma variedade de circuitos de forma fácil e ágil, como, por exemplo, um sistema de sensores, cujos dados podem ser interpretados e utilizados pelo próprio Arduino ou repassados para um PC (*personal computer*, ou computador pessoal). A sua alimentação se dá pela porta USB conectada ao PC ou por uma fonte externa de até 25V.

O Arduino pode ser usado para desenvolver objetos interativos, tomando entradas de vários *switches* ou sensores, e controlando uma variedade de luzes, motores, mecanismos, entre outras saídas. Os projetos do Arduino podem tanto ser autônomos, como se comunicar com *softwares*. [4]

Tabela 1: Especificações técnicas da plataforma Arduino. [7]

Microcontrolador	ATmega328
Tensão de funcionamento	5 V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20 V
Pinos E/S digitais	14 (dos quais 6 são saídas PWM)
Pinos de entrada analógicos	6
Corrente DC por pino E/S	40mA
Corrente DC por pino 3.3V	50mA
Memória Flash	32KB, sendo 2KB utilizados pelos bootloader
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Velocidade de Clock	16 MHz

É possível conectar em cima do PCI (Placa de Circuito Impresso) Arduino estendendo a sua capacidade placas denominadas *Shields*. São “Escudos”, extensões do Arduino que permitem interagirem com tecnologias diversas facilmente [7]. Conecta-se sobre o Arduino quantas se quiser, ou seja, elas são fáceis de montar e baratas de construir.

É descrito abaixo, os componentes para implementação da *shield* para integração do Arduino, a saber:

- **Sensor de Temperatura de Bulbo Seco (TBS) / Umidade Relativa**

É a temperatura indicada por um termômetro comum, não exposto a radiação. É a verdadeira temperatura do ar úmido. É frequentemente denominada apenas temperatura do ar. [3]. Assim como, a obtenção da Umidade Relativa, ou seja, a presença de vapor d’água no ar ou em outro gás.

- **Sensor de Temperatura de Bulbo Úmido (TBU)**

É a temperatura indicada por um termômetro cujo bulbo foi previamente envolto por algodão úmido, tão logo seja atingido o equilíbrio térmico. Nesse tipo de termômetro, a mistura ar seco - vapor d’água sofre um processo de resfriamento adiabático, pela evaporação da água do algodão no ar, mantendo-se a pressão constante. [3]

A temperatura de bulbo seco e a obtida através do sensor que faz a leitura da temperatura do ambiente, e a temperatura de bulbo úmido e coletada através de um sensor coberto por um tecido de algodão, este tecido devera ser imerso em um pote de água. Assim por capilaridade a água vai subindo ate chegar ao sensor fazendo com que o bulbo deste fique recoberto de água, isto fará com que este sensor indique uma temperatura menor ou igual que a temperatura do ambiente. Para o correto funcionamento desta montagem de sensores, o ambiente onde será realizada a medição devera ter o ar em constante movimentação através de um sistema de ventilação Isto se da devido ao fato de que



durante o processo de evaporação da água que envolve o bulbo do sensor, existe uma transferência de energia fazendo que este sensor resfrie-se. [3].

- **Sensor de Luminosidade**

A medida da luminosidade do ambiente (na interseção) é obtida através do sensor LDR (*Light Dependent Resistor* – Resistor Dependente de Luz), isto é, um dispositivo resistivo onde uma variação na luminosidade que incide sobre ele resulta numa variação na sua resistência. Devido a obtenção de sinal pequeno, é necessário a utilização de um amplificador operacional na saída do mesmo para amplificação do sinal do dispositivo.

- **Relógio em Tempo Real (RTC)**

RTC (Real Time Clock): o relógio em tempo real é um relógio/calendário serial que tem por função registrar a data e hora atual, é utilizado como parâmetro para fornecimento de dados, por exemplo, horas de maior congestionamento na interseção. Existem sistemas que permite que planos de tráfego mudem de acordo com a hora do dia e diferentes dias da semana.

Com a descrição dos componentes para implementação da *Shield*, deve-se evidenciar o sistema de obtenção de demanda de fluxo. Isto é, o número de veículos que passam numa determinada seção da via na unidade de tempo, assim como, a velocidade apresentada pelo automóvel. O sistema de identificação de veículos será desenvolvido por Meio de Laços de indução.

O sistema de Identificação de veículos provê dados para caracterização do tráfego e do veículo, tais como, velocidade, direção do fluxo e caracterização do tipo de veículo, por meio de uma transformação conhecida como FFT (Transformada Rápida de Fourier). [1]

A escolha do laço foi feita por trata-se de uma tecnologia amplamente utilizada, tendo precisão insensível as condições climáticas e, principalmente, pelo baixo custo que apresenta em comparação a outros sistemas de detecção. As desvantagens inerentes a esta tecnologia, como a necessidade de interrupção do tráfego para a instalação e para a manutenção, o enfraquecimento do pavimento, a possibilidade da necessidade de reinstalação no caso de recapeamento da via e a sujeição ao estresse do tráfego e da temperatura, são menos significativas que as contribuições oferecidas no controle eficiente de tráfego a um custo mais baixo. [1]

As contagens em interseções são realizadas visando à obtenção de dados necessários à elaboração de seus fluxogramas de tráfego, identificação dos movimentos permitidos, cálculos de capacidade e análise de acidentes.

Atualmente, o controle de tráfego urbano é com certeza uma das ferramentas mais importante para a solução de problemas nas cidades. Especialmente por ser uma solução que tem por objetivo a racionalização e otimização do uso da infraestrutura viária [9].

A característica comum e mais importante que nos leva a ressaltar a importância desses sistemas é o modo dinâmico como eles operam, decidindo as estatísticas de controle ideais à rede semafórica de acordo com a demanda de fluxo de veículos de cada via da malha. A rapidez entre o reconhecimento de um problema e a implementação da solução correspondente é o que caracteriza efetivamente o controle em tempo real. Constata-se que existe na literatura e no mercado varias estratégias de controle de tráfego veicular urbano, todavia os modelos são sistemas com custos financeiros extremamente elevados.

No próximo tópico veremos detalhadamente a descrição da solução proposta para o projeto.

3.0 PROJETO

A proposta apresentada aborda a obtenção de um hardware para controle de malha viária urbana existente. Na Figura 1 é ilustrado um esquema com a integração entre todos os componentes.



Observa-se um cruzamento, isto é, a interseção entre duas ou mais vias. Onde temos, representado os semáforos veiculares e pedestres que diferem entre si nas indicações luminosas e, portanto, nas mensagens que transmitem. Os elementos básicos do tráfego, isto é, os componentes das redes viárias são: faixa de trânsito, pista, vias, interseção ou cruzamento, veículos, entre outros. Na Figura 1, os semáforos veiculares são representados por S1 a S4 e os de pedestres de P1 a P4. As setas maiores no esquema apresentado indicam quais os movimentos são permitidos, evitando, portanto, movimentos conflitantes (aqueles que se cruzam na mesma interseção).

O estudo proposto tem controle baseado na plataforma Arduino. Com a implementação da *Shield* (contendo os dispositivos para receber informações provenientes da interseção, ou seja, Temperatura de Bulbo Seco e Umidade Relativa, Temperatura de Bulbo Úmido, Luminosidade, data e hora atual, conseqüentemente os semáforos se encontrarão interligados a PCI) a mesma é integrada ao Arduino.

Com o sistema de demanda de fluxo, é obtido a quantidade de veículos, assim como, a velocidade apresentada pelos mesmos no cruzamento. Uma vez, que todos os dispositivos foram lidos, o microcontrolador tem as informações necessárias para decidir como reagir. O principal objetivo do hardware é estabelecer comunicação com uma central de comando remota, isto é, uma Interface Humano Máquina (IHM) via protocolo de comunicação, onde será realizado todos os cálculos e métodos para implementação dos semáforos na via visando a fluidez, segurança e conforto no trânsito, por exemplo, o cálculo dos períodos de verde necessário pra determinado cruzamento adequando as variações de demanda no tráfego, o tempo de ciclo ótimo, entre outros.

Em contrapartida em uma eventual falha na comunicação do hardware com a IHM o mesmo pode dirigir-se por sua própria vontade, pois terá autonomia parcial. Pode ocorrer a interferência manual através da utilização de teclado remoto.

Em síntese, todas essas aplicações utilizam três elementos básicos para realizar suas atividades: aquisição, processamento e disseminação de dados, conseqüentemente suas configurações serão implementadas a partir das características particulares de cada via.

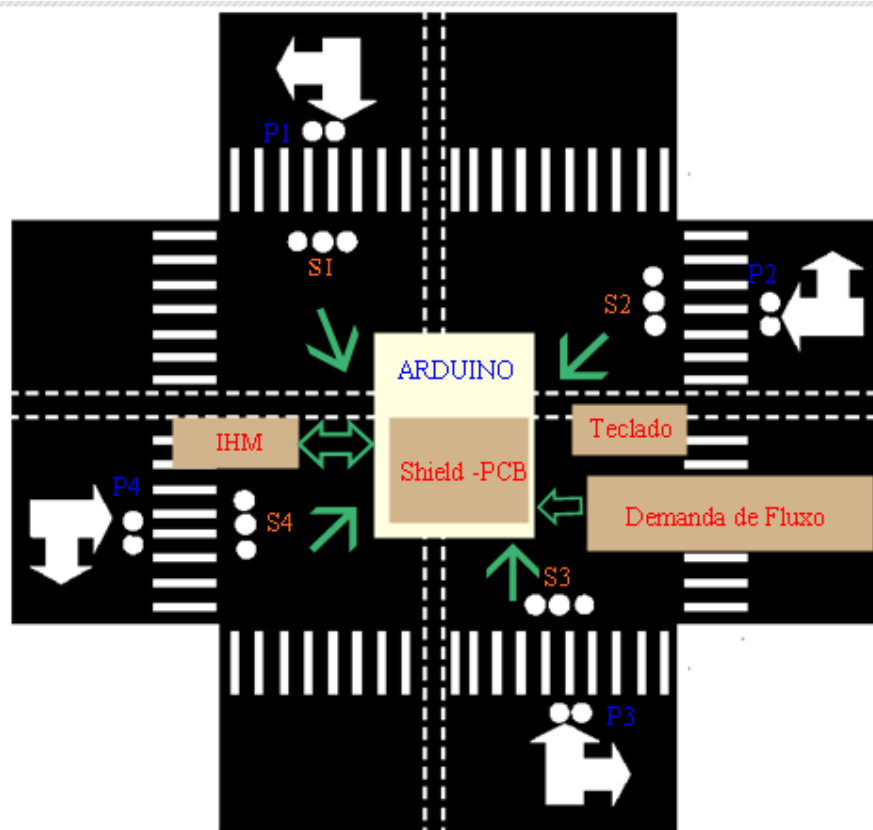


Figura 1: Esquema do Controle de Tráfego.

Com o desenvolvimento de um protótipo de semáforo evidenciando a solução proposta, isto é, a simulação dos cruzamentos adotados é demonstrado a obtenção de um semáforo que atua de acordo com as condições de tráfego no cruzamento, ou seja, se constatado que se numa das vias existe alta demanda de veículos querendo passar e na outra a demanda é pouca, é permitindo então um maior tempo de sinal aberto na via de alta demanda, reduzindo assim o tempo de espera, entre outros.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa elaborada evidenciou a importância do uso do controle semafórico atuado pelo tráfego, tendo em vista, que o mesmo não é amplamente utilizado no Brasil.

O Brasil é um país em desenvolvimento onde podemos verificar graves problemas de mobilidade, acessibilidade, e segurança onde o planejamento da circulação viária se destaca, portanto, como uma etapa relevante no processo de racionalização do espaço urbano e do sistema de transportes.

Em contrapartida, observa-se que o trânsito é uma função urbana estrutural, ou seja, sem a circulação de pessoas e mercadorias não existe vida nas cidades. O conflito entre pessoas e os veículos, no espaço público das vias, através das suas variações e tamanhos, velocidades e destinos gera conflitos e acidentes graves ou até mesmo fatais, além de trazer um alto custo financeiro aos cofres do estado.

A problemática do tráfego tem grandes implicações sócias, ecológicas e econômicas, logo o estudo apresentado proporciona uma alternativa a extensão da malha viária e a otimização do fluxo de tráfego na malha existente, isto é, uma otimização do fluxo veicular/pedestre.



REFERÊNCIAS

- [1] BARBOSA, Heloisa Maria et al. **Sistema de Identificação de Veículos por meio de Laços de Indução: Um Projeto Integrado de Ensino e Desenvolvimento Tecnológico**. Disponível em: Acesso em: 09/Jun.2012.
- [2] GIOPPPO, L.L. et al. Robô Seguidor de Linha.2009.36p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia da Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009. [Orientador: Prof. Dr. João Alberto Fabro].
- [3] HERECH, V.C;PACIÊNCIA, J.S. Controle Automatizado de Umidade relativa em ambientes através da Psicrometria.2008.58p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Positivo, Curitiba, 2008. [Orientador: Prof. Eduardo Torres da Rocha].
- [4] ISERHARDT, M.R. Desenvolvimento de um Gerenciador de Temperatura para Datacenter Utilizando Arduino. 2010.78p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Informática) – Universidade da Região da Campanha , Bagé, 2010.[Orientador: Prof. Abner Guedes].
- [5] Manual de Semáforos. 2º ed., Brasília, **DENATRAM**, 1984. 172p.
- [6] NOGUEIRAFILHO, João. C.F. Semáforo de trânsito operando sobre demanda de fluxo. 2009. 111p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. [Orientador: Prof. Dr. Gláucio Bezerra Brandão].
- [7] PEREIRA, Filipe. Curso sobre Arduino: Arduino Duemilanove. **Eletrônica Industrial**, v .47,n.454, p. 12-15, Jul./Ago. 2011.
- [8] SILVA, B.C.R.; CÂNDIDO, L.A.A. Sistema de controle residencial baseado na plataforma Arduino. 2011.48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo, Goiânia, 2011. [Orientador: Prof. Dr. Antônio Marcos Medeiros].
- [9] TRINDADEFILHO, Hégio. H. *Análise comparativa do potencial ou sistema centralizado para controle de tráfego no Brasil*. 2002. 124p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. [orientadora: Profa.Dra.Helena Beatriz Betella Cybis.