

Sistema de controle de semáforo baseado na densidade de tráfego

Rosana Cibely B. Rego¹, Rodrigo S. Semente¹

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Pau dos Ferros – RN – Brasil

rosanacibely@gmail.com, rodrigo.semente@ufersa.edu.br

Abstract. *One of the biggest problems facing cities is traffic congestion. A form effective to traffic control is use an intelligent urban traffic control system. Using computer engineering knowledge in traffic engineering, it is proposed to traffic control system that controls the flow of the vehicle and performs the detection of people who wish to cross the pedestrian range, in order to reduce the waiting time of the vehicles. Closing the vehicular traffic in a shorter period of time. In this paper is presented the prototype, schematized with Proteus software, at circuit level for simulation.*

Resumo. *Um dos maiores problemas enfrentados pelas cidades é o congestionamento no tráfego. Uma forma de controlar o tráfego de modo eficaz, é utilizando um sistema atuado de controle de tráfego urbano. Utilizando os conhecimentos da engenharia de computação na engenharia de tráfego, propõe-se um sistema de controle de tráfego que controle o fluxo de veículo e realize a detecção de pessoas que desejam atravessar a faixa de pedestre, de modo a diminuir o tempo de espera das mesmas, fechando o trânsito de veículos em um menor espaço de tempo. E ao final é apresentado o protótipo, realizado com o software Proteus, em nível de circuito do esquema utilizado para simulação.*

Introdução

Atualmente o número de carros não para de crescer no país, e está ficando cada vez mais difícil trafegar devido à quantidade de veículos. De acordo com os dados do DENATRAN entre 2001 e 2012 a frota brasileira passou de 24 milhões em 2001 para 50 milhões de veículos [Rodrigues 2013].

Devido a variações no sentido do fluxo de veículos e pedestres nos horários de pico, o uso de semáforos com tempo fixo pode não ser o ideal. Este problema pode ser resolvido ou amenizado utilizando semáforos inteligentes. Já que o semáforo é um bom controlador de trânsito que permite diminuir os conflitos entre os veículos e aumentar a capacidade de escoamento, além de organizar o trânsito [Araújo 2006].

As avenidas e ruas são o meio físico de circulação dos veículos, portanto, elas devem ser projetadas para se adaptar ao volume de tráfego passante diariamente. Em um cruzamento entre duas ou mais vias existem movimentos que não podem ser realizados simultaneamente, pois são conflitantes entre si [Denatran 1984]. Para evitar os conflitos é necessário estabelecer normas de controle do direito de passagem, tanto para veículos como para pedestres.

Os conflitos entre veículos são facilmente resolvidos pela regra do primeiro a chegar é o primeiro a atravessar, em vias que apresentam baixo fluxo de tráfego. Porém nas ruas muito movimentadas essas regras não são validas. Assim é necessário estabelecer novas regras de prioridade entre as aproximações do cruzamento para permitir a travessia da interseção. E um bom equipamento para estabelecer regras de autorização e proibição de movimentos em uma interseção é o semáforo [Denatran 1984].

Chama-se semáforo inteligente, o semáforo que possui um tempo de ciclo não fixo, isto é, a alternância das luzes do semáforo se dá de acordo com a quantidade de veículos presente. Trabalhos recentes que utilizam outras técnicas são: [Kumaar et al. 2016] que faz o uso do GSM, já [Tanwar et al. 2016] faz o uso de GPS e [Sousa 2005] que utiliza a lógica fuzzy para realizar o controle. A diferença deste trabalho para os demais citados é a técnica de controle e o adicional de detecção automática de pedestres que este trabalho propõe.

Existem dois tipos de semáforos, os veiculares e os de pedestres. O principal objetivo do semáforo veicular é autorizar ou proibir o movimento de veículos em uma via. E os dos pedestres é autorizar ou proibir a passagem das pessoas. O foco deste trabalho é nos semáforos veiculares, onde é apresentado uma alternativa para detecção de pessoas que desejam atravessar a faixa de pedestres e, portanto, possibilitar a travessia delas em um menor período de tempo possível.

Portanto, este trabalho apresenta um sistema de controle isolado do cruzamento para um semáforo, em que este controle é realizado com base na quantidade de veículos existentes. A quantidade de veículos existentes é determinado por sensores, onde estes enviam a informação ao controlador e ele realiza os cálculos e o gerenciamento de tempo, comutando as luz do semáforo. Ainda neste sistema foi adicionado sensores para permitir a detecção de pessoas que querem atravessar a faixa de pedestre, diferentes dos demais trabalhos que não possui essa opção.

A sessão 2 apresenta as características do controle de tráfego para semáforos. Na sessão 3 é discutido o projeto do sistema proposto, na sessão 4 tem-se os resultados e na sessão 5 é apresentado as considerações finais.

Controle de interseções e regulagem dos semáforos

O controle de passagem para os veículos realizar travessia nos cruzamento de vias é dado por meio da indicação luminosa de um semáforo. A comutação das luzes que o semáforo realiza, advêm de um dispositivo denominado controlador de tráfego. Os controladores de tráfegos podem ser divididos em controlador de tempo fixo ou por demanda de tráfego (controlador atuado) [Krauss 2014].

A grande maioria dos controladores são de tempo fixo. Atualmente nas grandes metrópoles veem sendo instalados controladores atuados, que permitem um maior fluxo de veículos. Ele é programado para ajusta-se dinamicamente às flutuações de tráfego que podem ocorrer num cruzamento.

Existem várias formas de estratégia para se efetuar o controle do tráfego com o controlador, essas estratégias segundo [Denatran 1984] baseiam-se em três políticas de controle:

- a) Controle isolado do cruzamento: neste o controle é realizado com base na quanti-

- dade de veículos existente na interseção;
- Controle arterial de cruzamento (rede aberta): operar os semáforos ao longo de uma via arterial para estabelecer um sistema progressivo de tempos de verde, resultando na máxima continuidade de fluxo entre as interseções adjacentes e mínima interrupção do tráfego (Figura 1 a);
 - Controle de cruzamentos em área (rede fechada): os cruzamentos devem ser agrupados e controlados de forma conjunta e coordenada (Figura 1 b).

O controle isolado do cruzamento foi a política de controle utilizada na simulação deste trabalho.

Na Figura 1 (a) tem-se a representação de uma rede aberta com semáforos ao longo de uma via arterial. Já na Figura 1 (b) tem-se a representação de uma rede fechada em que nos pontos que as vias arteriais se cruzam tem-se semáforos.

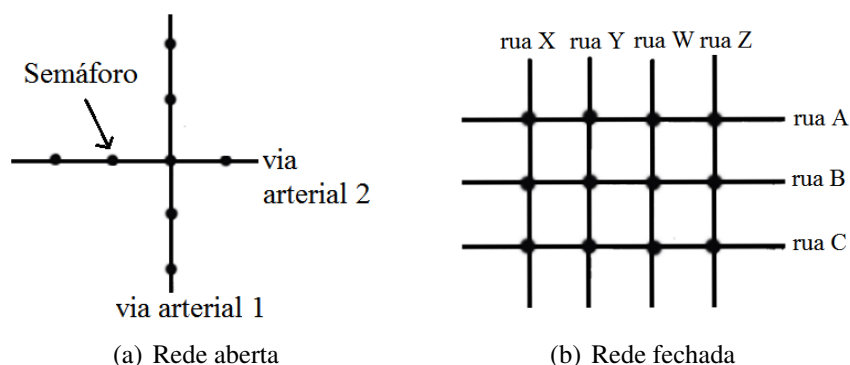


Figura 1. Exemplo de rede aberta e rede fechada.

Fonte: [Denatran 1984].

Regulagem do semáforo

Para realizar o controle das interseções é necessário regular o semáforo, isto significa desenvolver planos de tráfego que realizem um bom controle, baseado por exemplo no mínimo atraso de veículos [Koonce et al. 2008]. A capacidade de uma aproximação sinalizada é definida como sendo o número máximo de veículos capazes de atravessar um cruzamento. Portanto a capacidade de uma via interrompida por um semáforo é determinada pelo fluxo de saturação [Denatran 1984]. Matematicamente a capacidade (c) é dada pela equação

$$c = S \frac{g_{ef}}{C}, \quad (1)$$

em que S é fluxo de saturação, g_{ef} é tempo de verde efetivo e C é o tempo de ciclo.

O tempo verde efetivo é dado por

$$g_{ef} = G + Y + R - (l_1 + l_2) \quad (2)$$

onde G é o tempo de verde normal, Y é tempo de amarelo, R é o tempo de vermelho, e $l_1 - l_2$ é tempo perdido, que é dado pelo tempo perdido inicial (l_1), e o tempo perdido de depuração (l_2), como apresentado na Figura 2. Para simulação considerou-se $Y = 3s$ e $R = 3s$ como recomendado no Manual de Semáforos [Denatran 1984].

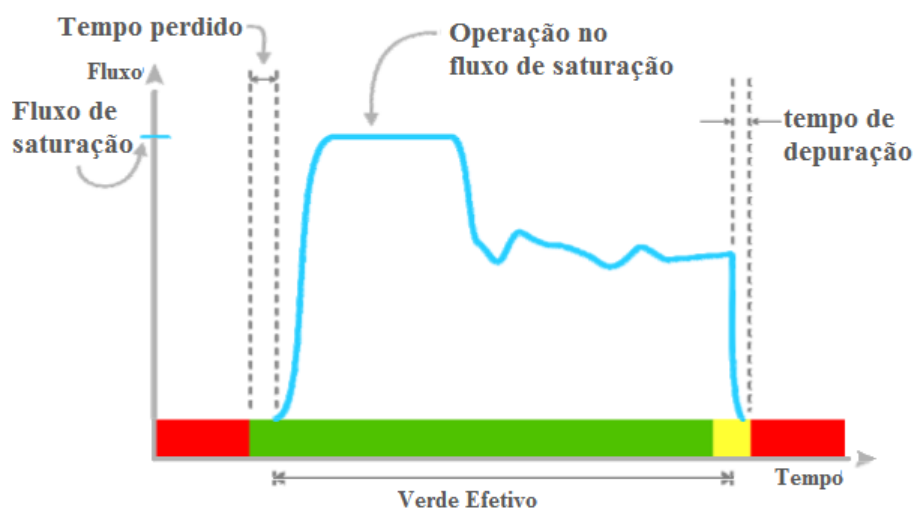


Figura 2. Taxas de fluxo típicas em um movimento sinalizado.

Fonte: Adaptado de [Koonce et al. 2008].

O tempo verde mínimo para o pedestre é dado por

$$g_p = pw + pc, \quad (3)$$

em que pw é a duração do intervalo de caminhada e pc é o intervalo de depuração para o pedestre. A cada 30s o controlador colhe informações da quantidade de veículos que trafegam na via e determina a demanda. Em seguida calcula-se a taxa de ocupação das aproximações. Na ausência de pedestres o tempo de verde calculado permanece o mesmo até o tempo de ciclo de 30s. Os intervalos associados a cada fase de sinal incluem: o intervalo de tempo verde veicular efetivo; os intervalos de mudança e liberação de veículos e os intervalos para passagem dos pedestres.

A ideia aqui para temporização do sinal, é quando o pedestre for detectado o semáforo veicular deve realizar a transição de estado do verde para amarelo, e do amarelo para o vermelho, possibilitando a passagem do pedestre no menor período de tempo possível.

Projeto do sistema do sinal de tráfego

A Figura 3 apresenta os componentes físico do sistema de controle atuado do semáforo, aqui proposto. Para realizar o controle totalmente atuado é necessário utilizar sensores de presença para detecção do veículo e pedestre.

A detecção de pedestres é limitada na maioria dos casos a botões de pressão. Esses botões são acionados manualmente pelo pedestre para que sua presença seja detectada. Como esses botões são constantemente pressionados, com o passar do tempo eles acabam desgastando-se. Para evitar isso, neste trabalho propõe a utilização de sensores para detecção de pedestre (Figura 3).

A utilização de sensores de presença promove a acessibilidade no caso de deficientes visuais que não conseguem ter acesso ao botão. Esses sensores enviam o sinal ao controlador, que faz o uso dessa informação e envia o comando ao semáforo e emitem um efeito sonoros para informar ao pedestre que ele foi detectado.

Os sensores aqui utilizado são: Infravermelho para detecção de veículos e ultrassônicos para detecção de pedestres.

A principal vantagem em se usar o sistema de trafego totalmente atuado é que ele responde aos padrões de mudança de tráfego, possui uma alocação eficiente do tempo verde, atraso reduzido e uma melhor segurança. E a principal desvantagem do controle totalmente atuado é seu custo inicial e de manutenção, que é maior do que outros tipos de controle devido à quantidade de detecção necessária [Koonce et al. 2008].

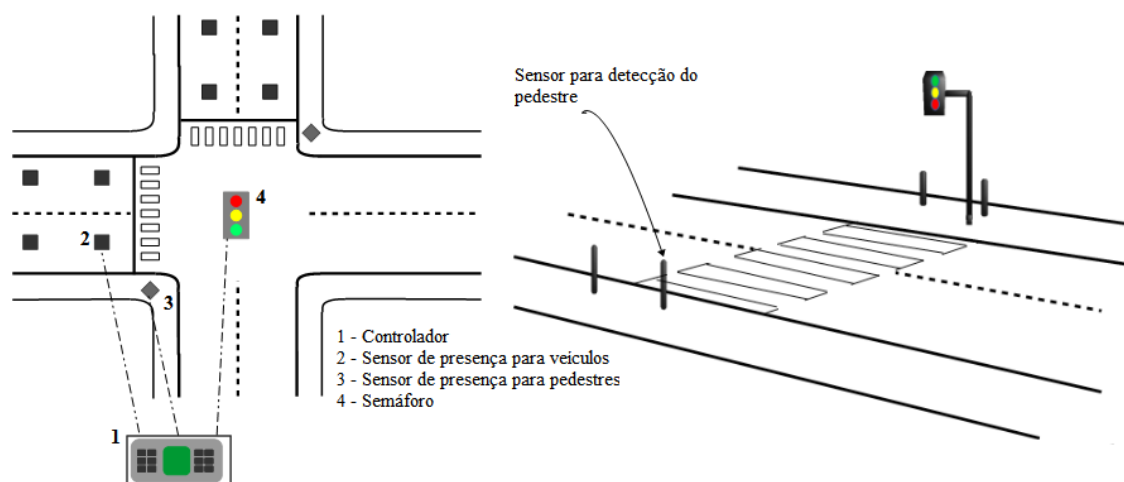


Figura 3. Componentes físicos do sistema.

Fonte: Autor.

Simulação e resultados

Para simulação do circuito fez-se o uso do *software* Proteus (Figura 4). Para realizar o controle, foi utilizado o microcontrolador Atmega328. Em que ele foi programado para verificar a demanda a cada 30s e portanto calcular o tempo de verde (g_{ef}) da via simulada (Figura 5).

Os dados de densidade de tráfego são detectados por meio dos sensores que realizam a contagem dos veículos e envia os dados para o microcontrolador. O microcontrolador realiza os cálculos e o gerenciamento de tempo, comutando as luz do semáforo. Para simular as luzes do semáforo fez-se o uso de LEDs (Figura 6).

A Figura 5 apresenta o fluxograma do código implementado. A demanda é calculada a cada 30s, e caso seja detectado algum pedestre a permissão de tempo de verde dos veículos é retirada, e é realizado um novo calculo para o tempo de verde, onde este é decrementado.

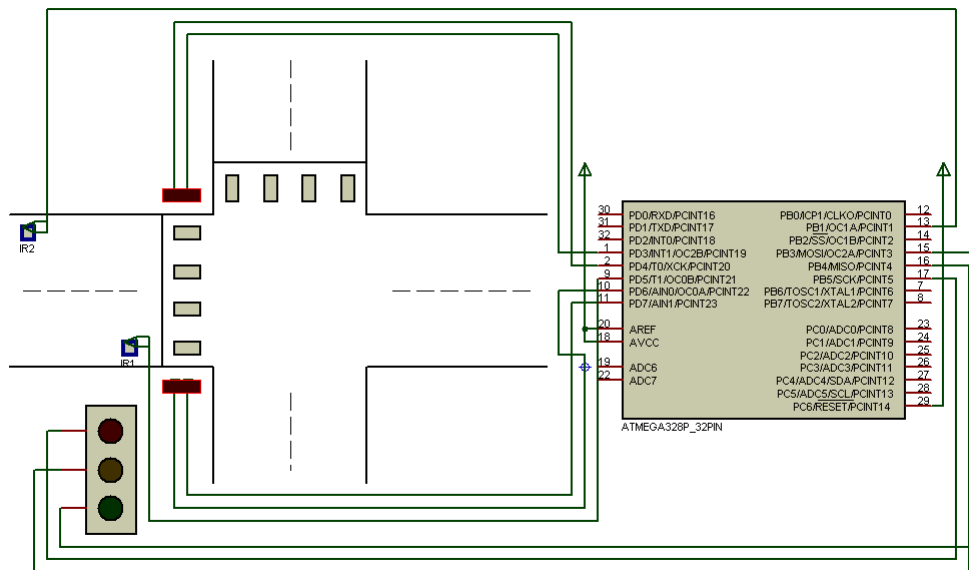


Figura 4. Esquema utilizado.

Fonte: Autor.

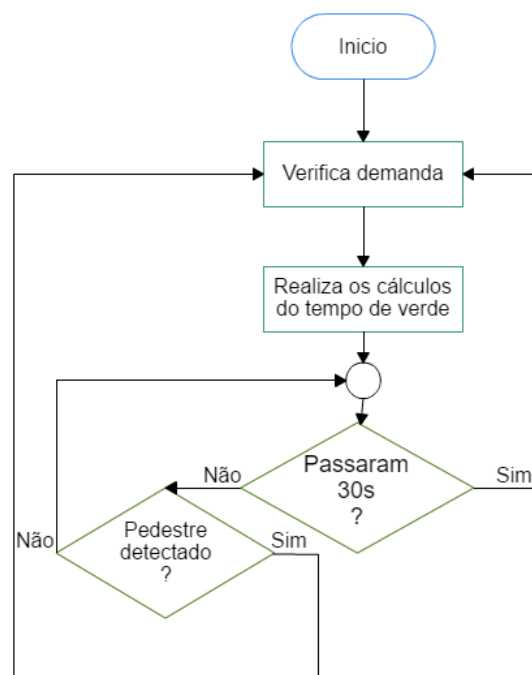


Figura 5. Fluxograma simplificado do cálculo do tempo de verde.

Fonte: Autor.

As Figuras 6 apresenta o circuito de LEDs que simula as luzes do semáforo. E a Figura 7 apresenta os sensores infravermelho utilizado para simulação.

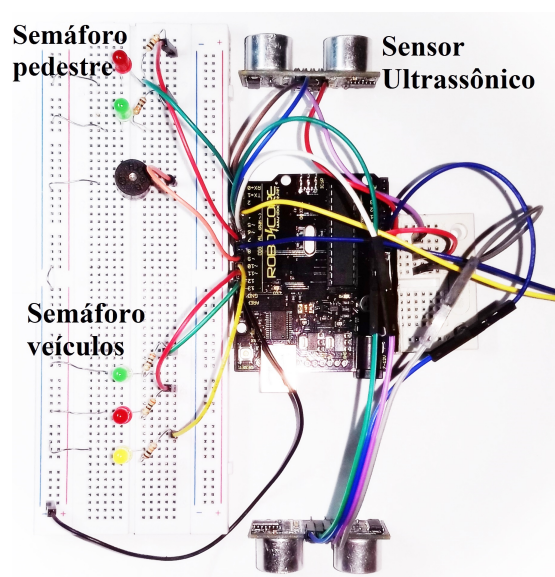


Figura 6. Circuito de LEDs.

Fonte: Autor.



(a)



(b)

Figura 7. Sensores Infravermelho.

Fonte: Autor.

Conclusão

Este artigo apresentou um sistema de controle dinâmico de tempo das luzes do semáforo, baseado na demanda de veículos presentes. Em que o sistema ainda conta com uma detecção de pedestres, de modo que quando o pedestre é detectado deve-se realizar as comutações das luzes do semáforo em um menor período de tempo, possibilitando assim a passagem do pedestre em um menor tempo possível.

A implementação aqui apresentada é um protótipo de sistema de controle isolado para uma via do cruzamento, que é uma visão simplificada se comparado com o controle de cruzamentos interligados. No entanto a ideia é tornar o controle da comutação das luzes do semáforo sob demanda.

Como próximos trabalhos, será realizado o controle de todos os semáforos presentes na interseção, rua ou avenida. De forma a otimizar não apenas o fluxo de veículos

na interseção, mas também em toda uma avenida.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a UFERSA que através da pró-reitoria de extensão e cultura fornece os recursos para o projeto Cidades Inteligentes onde está sendo desenvolvido o sistema apresentado aqui.

Referências

- Araújo, S. C. (2006). Controlador de tráfego: semáforo inteligente.
- Denatran (1984). Coleção serviços de engenharia - manual de semáforos. 4.
- Koonce, P., Rodegerdts, L., Lee, K., Quayle, S., Beaird, S., Braud, C., Bonneson, J., Tarnoff, P., and Urbanik, T. (2008). Traffic signal timing manual. Technical report.
- Krauss, M. (2014). Automação de sistema semaforico. B.S. tese, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Kumaar, M. A., Kumar, G. A., and Shyni, S. (2016). Advanced traffic light control system using barrier gate and gsm. In *Computation of Power, Energy Information and Commuincation (ICCPEIC), 2016 International Conference on*, pages 291–294. IEEE.
- Rodrigues, J. M. (2013). Evolução da frota de automóveis e motos no brasil 2001-2012.
- Sousa, J. N. P. (2005). Aplicação de lógica fuzzy em sistemas de controle de tráfego metropolitano em rodovias dotafas em faixas exclusivas para ônibus. B.S. tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Tanwar, R., Majumdar, R., Sidhu, G. S., and Srivastava, A. (2016). Removing traffic congestion at traffic lights using gps technology. In *Cloud System and Big Data Engineering (Confluence), 2016 6th International Conference*, pages 575–579. IEEE.