

SISTEMA DE ALERTA SEMAFÓRICO COM ARDUINO E ANDROID UTILIZANDO TONS DTMF¹

Alexandre Alves Gomes²

Jair José Ferronato³

RESUMO

Esta pesquisa apresenta o protótipo de um sistema de controle para semáforos via telefonia celular para ser utilizado em viaturas oficiais sob situação de emergência. O controlador foi construído com um módulo Arduino UNO em conjunto com um módulo DTMF 8870 e um telefone celular. Ao receber uma chamada telefônica, no controlador ocorre a conversão dos sinais DTMF em dados binários, permitindo o reconhecimento do comando através de um teste condicional dentro do algoritmo executado no Arduino, alterando a função onde encontram-se as informações de sincronização do semáforo. Por meio da alteração do tempo e da alteração do modo alerta, na cor amarela. O projeto foi desenvolvido com interface para o Sistema Operacional Android utilizando o editor de código AndroidStudio com o objetivo de simplificar e agilizar o envio do sinal de alerta aos semáforos em uma rota pré-determinada. Essa interface é composta por telas chamadas de Activitys, as quais permitem selecionar determinadas rotas de alerta dos semáforos e enviar um comando para alterar o estado destes de aberto (verde) ou fechado (vermelho) para o estado de alerta (amarelo). O mecanismo também permite alterar o cruzamento transversal, agilizando o fluxo de veículos na rota escolhida. Os testes executados demonstraram a viabilidade do sistema para controlar os semáforos de um cruzamento remotamente utilizando tons DTMF enviados através de uma ligação telefônica via telefone celular. A utilização do padrão DTMF foi devido a facilidade de

¹ Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet, campus Passo Fundo, em 2017.

² Graduando em Tecnologia de Sistemas para Internet pelo IFSUL campus Passo Fundo. E-mail: alexandre.algomes@gmail.com

³ Orientador, professor do IFSUL. E-mail: jair.ferronato@passofundo.ifsul.edu.br.

acesso às linhas telefônicas em localizações urbanas e rurais, e uma instalação fácil, rápida e de baixo custo do sistema.

Palavras-chave: Semáforo. Arduino. DTMF. Android.

1 INTRODUÇÃO

Conforme o DETRAN-CE, em semáforos “muitos motoristas não abrem passagem para carros em serviço de urgência com medo de acabar cometendo algum tipo de infração de trânsito e receber uma multa”, baseado nesses fatos, percebe-se a necessidade de um sistema de controle de semáforos acessado remotamente pelas viaturas em atendimento de ocorrências com o objetivo de agilizar o fluxo de trânsito em determinados locais.

De acordo com o DETRAN-RJ, “o semáforo é um dispositivo de controle e segurança tanto de veículos como de pedestres”, também informa que, “devido à sua característica de intervir no direito de passagem para os diferentes movimentos de veículos ou de pedestres, em interseções ou em outros locais ao longo das vias, o semáforo exerce uma profunda influência sobre o fluxo de trânsito”.

Muitas pessoas temem abrir passagem ou ultrapassar o sinal vermelho e acabar recebendo algum tipo de multa depois. “Os locais mais críticos é onde tem foto sensor. As pessoas costumam não dar passagem e a gente acaba tendo mais dificuldade. É o mecanismo de notificação que faz com que as pessoas não queiram ceder”, afirma Messias Simões, diretor do Núcleo de Ensino do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (Samu).

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) em seu artigo 29, permite algumas infrações em casos especiais, tal como, quando uma viatura oficial em serviço de urgência e devidamente identificados por dispositivos regulamentares de alarme sonoro e iluminação vermelha intermitente, todos os condutores deverão deixar livre a passagem pela faixa da esquerda, indo para a direita da via e parando, se necessário.

Como proposta de solução para o problema de motoristas não permitirem a passagem de viaturas em ocorrências de urgência, o estudo propõe um sistema para controle de semáforo com acesso via linha telefônica utilizando tons DTMF,

com o objetivo de permitir uma mudança de status do semáforo através de uma interface desenvolvida para o sistema operacional Android.

O protótipo do sistema foi desenvolvido com um Arduino UNO, um módulo DTMF⁴ 8870, um aparelho celular, uma *proto-board* e um conjunto de *Leds* 5mm, formando o ambiente de teste simulando o ambiente real composto por semáforos, unidade controladora e a via de trânsito.

A utilização de um sistema de controle de semáforo utilizando a rede de telefonia celular permitiu criar um ambiente simulado para testes de controle do fluxo do trânsito e uma possível redução no tempo de atendimento de ocorrências por parte das viaturas, ambulâncias ou bombeiros.

Esse sistema possibilita a criação de uma sequência de alerta nos semáforos em vias urbanas com o objetivo de diminuir o tempo de atendimento em chamados de emergência ao possibilitar um meio de controlar remotamente a sinalização, escolhendo uma determinada rota e o semáforo para emitir o sinal de alerta, podendo escolher um semáforo para efetuar a chamada e ao término da chamada poderá escolher outro dentro da rota escolhida, simplesmente marcando uma caixa de seleção correspondendo ao semáforo escolhido. O aplicativo Android efetua a chamada e o envio do tom DTMF automaticamente, devido ao fato de possuir incluído em seu algoritmo o número de acesso e o código de alerta de cada semáforo da rota escolhida.

1.1. PROBLEMA

Como controlar semáforos remotamente via comandos de celular utilizando tons DTMF enviados em uma chamada telefônica através de um aplicativo desenvolvido para o sistema operacional Android e recebidos por um telefone celular ligado via cabo de áudio à um módulo DTMF 8870 em conjunto com um kit Arduino UNO.

1.2. JUSTIFICATIVA

⁴ “Dual-Tone Multi-Frequency” – “Multi-Frequência de Dois Tons”.

A utilização de um sistema de automação semafórico com suporte a recursos de mobilidade através da rede de telefonia celular, terá inicialmente uma maior acessibilidade ao controle de fluxo nos semáforos, e maior agilidade nas tomadas de decisão. Também devido ao baixo custo de implantação reduzirá gastos com equipes de manutenção.

Conforme os testes realizados em um protótipo, simulando situações hipotéticas de trânsito congestionado, demonstrou que possui relevância, pois permitiu um controle do semáforo no sentido desejado com o uso do controle automatizado de sincronização, permitindo de forma remota alterar a sinalização do semáforo e controlar o fluxo de veículos no sentido desejado.

A utilização do celular em conjunto com um kit arduino permitem a mobilidade do acesso para a sincronização do semáforo em um simulador através da digitação de um código via teclado do celular utilizando o as frequências DTMF.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Para a montagem do protótipo foram utilizados elementos discutidos em diversos trabalhos, nos quais, descrevem suas características e aplicações em variados projetos, tal como no artigo de [BEZERRA, Rodrigo R. 2014] em que apresenta o módulo Arduino UNO como uma plataforma de código aberto para implementar sistemas eletrônicos de forma flexível, o módulo GPRS/GSM que é um dispositivo que funciona de forma semelhante a um telefone celular e que juntos permitem ao Arduino estabelecer uma conexão com a rede celular para transferência de voz e conceitos sobre recepção e decodificação de sinais DTMF.

No artigo de [ESPÍN TOASA, Fausto Rubén, SALTOS BANDA, Juan Gabriel. 2010] apresentam estudos sobre o controle e reprogramação de um controlador de tráfego por meio da rede de telefonia móvel, onde foram encontrados resultados satisfatórios para evidenciar grandes benefícios sociais, psicológicos, institucionais, ambientais e econômicos com a implementação do projeto proposto.

Para maiores conhecimentos sobre a utilização de um módulo DTMF no projeto, foram encontradas informações úteis para suas aplicações no de [VIEIRA, João Ricardo. COLOMBO, Ricardo. 2010] que abordam uma tecnologia em

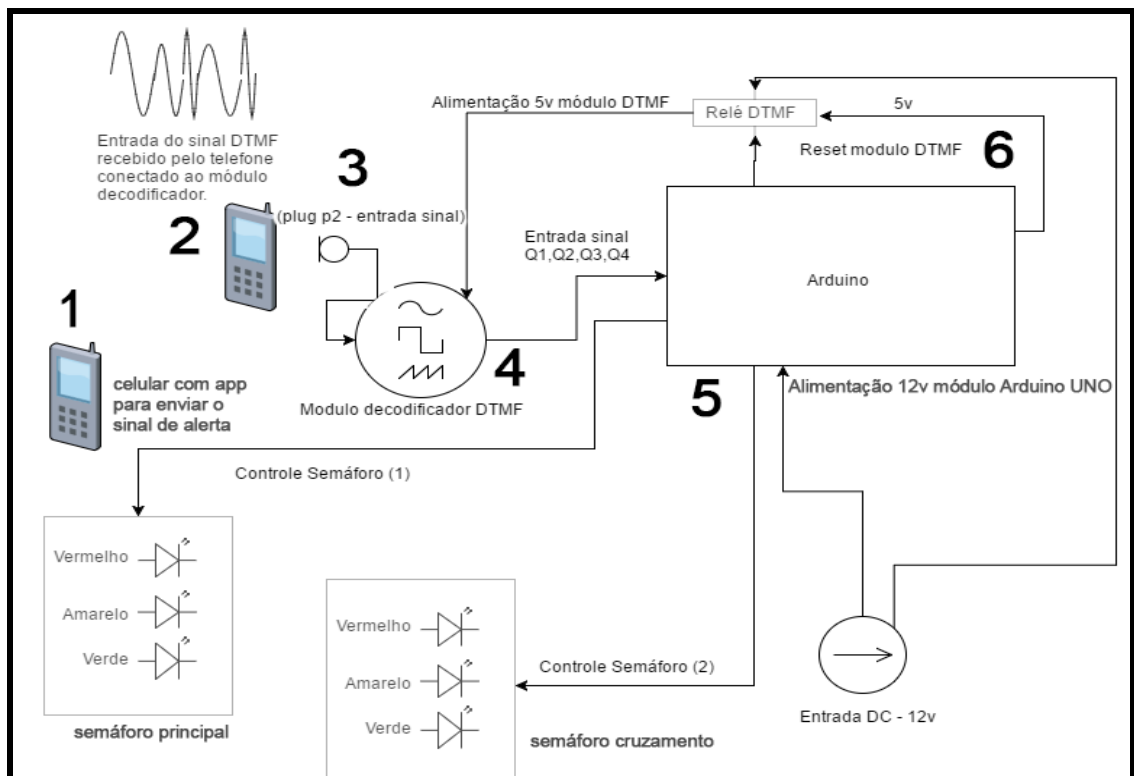
automação residencial à distância, usando as comunicações telefônicas pelo protocolo DTMF.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Durante o desenvolvimento do projeto de um sistema de controle de semáforos via celular para uso em viaturas oficiais foi necessário o desenvolvimento de um protótipo, e para isso foi necessário a utilização de determinados materiais, onde os principais são: um módulo Arduino UNO, um módulo DTMF 8870, uma proto-board e um telefone celular dual-chip.

Inicialmente foi elaborado um projeto do sistema de controle, utilizando a ferramenta de desenvolvimento online draw.io⁵, onde foi definido como seria sua estrutura e descrevendo as etapas e componentes necessários ao processo de controle conforme a Figura 1.

Figura 1 - Diagrama de funcionamento do controlador do semáforo.



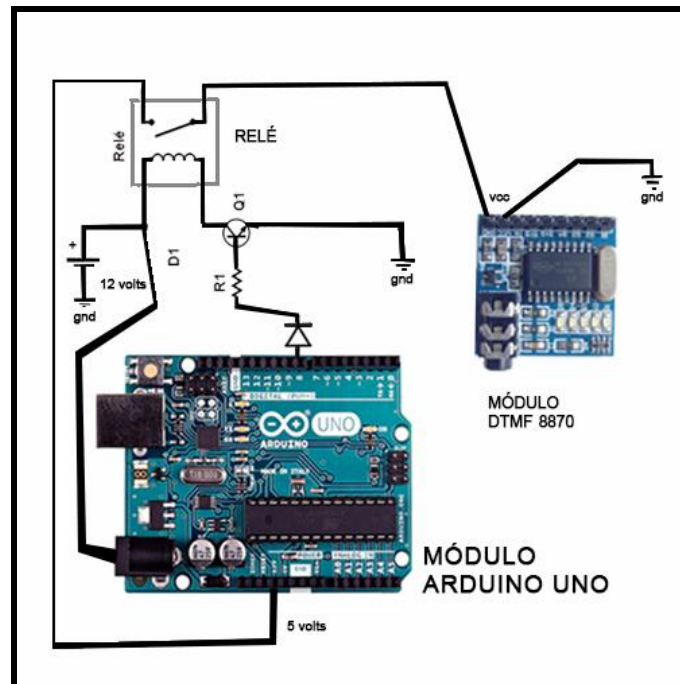
Fonte: Do Autor.

⁵ software de desenvolvimento de diagramas online.

A descrição do funcionamento do sistema conforme a figura 1, inicia no número 1, o qual indica o uso do aplicativo instalado no celular transmissor, onde seu operador escolhe uma rota e dentro dessa rota escolhe o semáforo para enviar o sinal de alerta entre os semáforos disponíveis. Ao selecionar o semáforo, o aplicativo enviará através de uma chamada telefônica um tom DTMF para o celular receptor, indicado com o número 2, esse tom DTMF é enviado através de um cabo do tipo P2, indicado com o número 3, ligado à saída de fone de ouvido do celular receptor para o módulo decodificador DTMF, indicado com o número 4, esse transformará esses tons DTMF em um padrão de sinais binários com nível alto de 5 volts ou um nível baixo de 0 volts nas suas saídas Q1, Q2, Q3 e Q4 ligadas no módulo Arduino UNO, indicado com número 5, o qual efetuará testes em seu algoritmo para confirmar o tom de alerta para o semáforo. Após concluído o ciclo é enviado um sinal de reset, indicado com número 6, para um circuito desenvolvido para desligar e religar a alimentação do módulo DTMF e dessa forma apagar a última informação armazenada, pois esse mantém a última informação até o recebimento de uma nova, e com a utilização de um reset, evita-se que o Arduino UNO interprete a informação binária armazenada no módulo DTMF como um novo sinal de alerta.

A Figura 2 representa o circuito de controle de reset do módulo DTMF, onde um sinal de 5 volts sai do pino 8 do Arduino, passando por um resistor R1 e um diodo D1 de acoplamento até a base de um transistor Q1, o qual aterrada uma extremidade do enrolamento da bobina do relé RY1, que já possui uma tensão de 12 volts na outra extremidade gerando um campo magnético e abrindo sua chave eletronicamente e desligando temporariamente a alimentação de 5 volts do módulo DTMF e desta forma forçando este à excluir o código recebido no comando anterior.

Figura 2 - Circuito de reset do módulo DTMF.



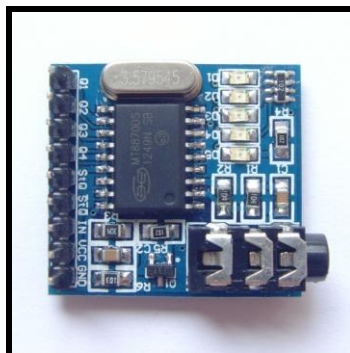
Fonte: Do autor

3.1 MÓDULO DTMF 8870

O módulo DTMF 8870 é um receptor DTMF composto por um filtro de banda e o decodificador digital de funções. O filtro utiliza capacitores comutados para grupos de filtros altos e baixos. O decodificador utiliza um sistema de contagem digital para detectar e decodificar todos os 16 pares de tons DTMF em um código de 4 bits. A sua seção de filtro, separa os grupos de tons altos e baixos, seguido por uma seção de contagem digital que verifica a frequência e a duração dos tons recebidos antes de passar o correspondente código para o barramento de saída Q1, Q2, Q3 e Q4.

O principal componente do circuito do sistema de controle semafórico é o módulo DTMF, demonstrado na figura 3, responsável por identificar os sinais recebidos provenientes do teclado do celular que está enviando os comandos e convertendo-os em sinais binários que serão reconhecidos pelo Arduino e comparados pelo algoritmo controlador do semáforo.

Figura 3 - Módulo DTMF.



Fonte: Do Autor.

Durante uma ligação telefônica, a largura de banda necessária para transmitir um sinal de voz legível é de 300Hz a 3kHz e para enviar tons simultaneamente é utilizado dois tons para cada número, sem relação harmônica entre eles, ao invés de um tom para cada número no qual a voz poderia coincidir com eles com facilidade.

A combinação das frequências que formam os tons DTMF são convertidas em um código binário de 4 bits conforme a Tabela 1, onde, por exemplo, o cruzamento de uma frequência baixa de 697Hz e uma frequência alta de 1209Hz formam o tom DTMF correspondente a tecla 1 e ao código binário 0001.

Tabela 1 - Frequências DTMF em Binário.

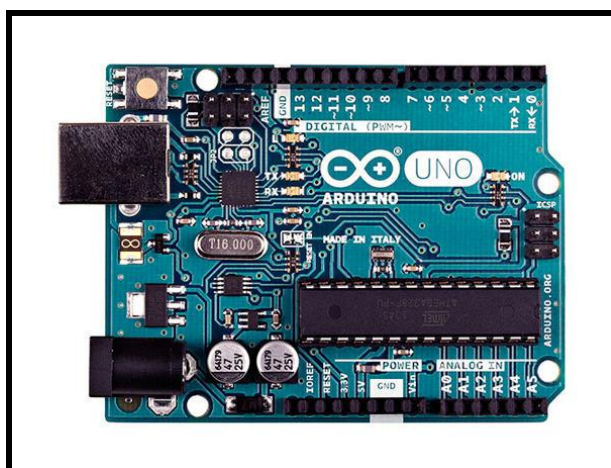
Tecla	Frequências (Hz)		Código binário 4bits de saída			
	Baixa	Alta	Q4	Q3	Q2	Q1
1	697	1209	0	0	0	1
2	697	1336	0	0	1	0
3	697	1477	0	0	1	1
4	770	1209	0	1	0	0
5	770	1336	0	1	0	1
6	770	1477	0	1	1	0
7	852	1209	0	1	1	1
8	852	1336	1	0	0	0
9	852	1477	1	0	0	1
0	941	1336	1	0	1	0
*	941	1209	1	0	1	1
#	941	1477	1	1	0	0

Fonte: datasheet MT8870

3.2 MÓDULO ARDUINO

O módulo Arduino, demonstrado na figura 4, é responsável pelo processamento das requisições recebidas e decodificadas no módulo DTMF e também por controlar o estado do semáforo, determinando o tempo de acendimento de cada led e conseqüentemente o tempo de fluxo em cada via controlada pelo semáforo.

Figura 4 - Arduino UNO.



Fonte: Do Autor

As especificações do módulo Arduino são as seguintes:

Micro controlador ATmega328; Tensão de Operação 5V; Tensão de Entrada 7v a 12V; 14 Portas Digitais (6 podem ser usadas como PWM⁶); 6 Portas Analógicas; 40mA de Corrente nos Pinos I/O (Input/Output); 50mA de Corrente nos Pinos 3,3V; Memória Flash de 32KB (0,5KB usado no bootloader); SRAM⁷ de 2KB; EEPROM⁸ de 1KB; 16MHz de Velocidade do Clock.

⁶ "Pulse Width Modulation" – "Modulação de Largura de Pulso".

⁷ "Static Random Access Memory" – "Memória Estática de Acesso Aleatório".

⁸ "Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory" – "Memória somente leitura programável e apagável eletronicamente".

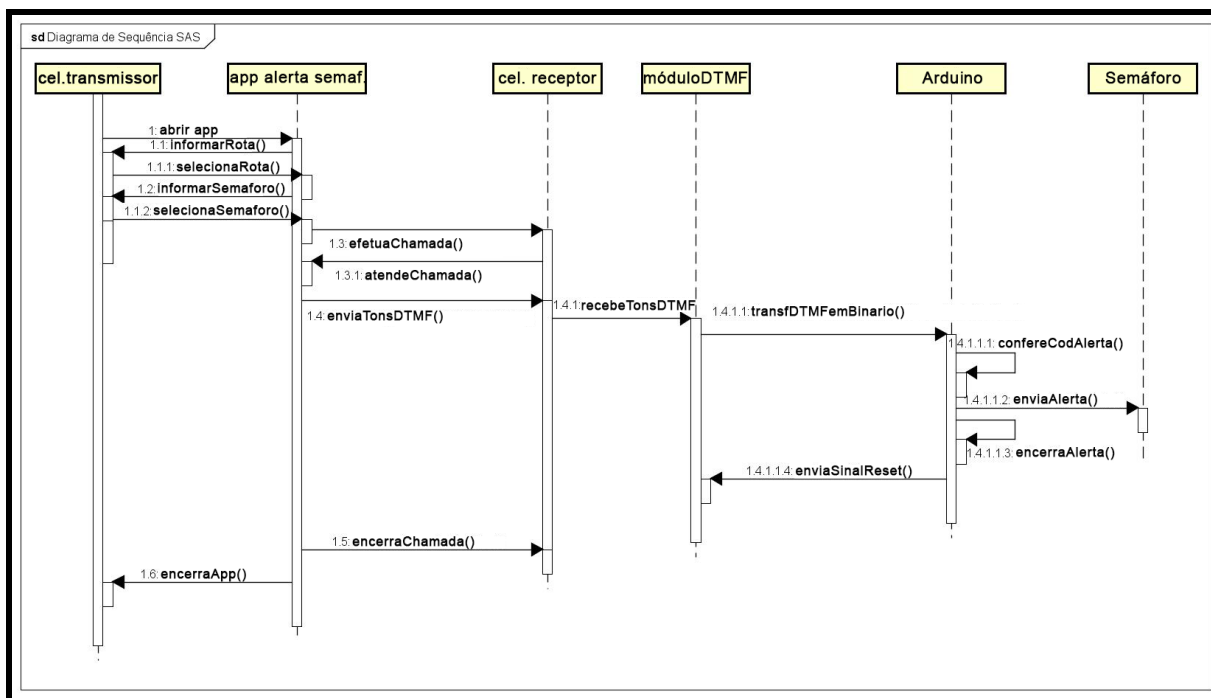
3.3 ALGORITMO DO ARDUINO

O algoritmo de controle semafórico e reconhecimento dos comandos digitados no teclado do celular pelo módulo DTMF foi desenvolvido no editor Arduino IDE. Esse possui dois estados, os quais são, o estado normal e o estado alterado.

No estado normal, a sequência de funcionamento do semáforo é a seguinte: no semáforo principal, o sinal verde permite o fluxo de veículos na via enquanto no semáforo cruzamento, o sinal vermelho interrompe a passagem de veículos, ao encerrar o tempo pré-determinado do sinal verde no semáforo principal, esse sinal passa por um curto espaço de tempo para amarelo, indicando um alerta para a mudança de estado e logo à seguir passando o sinal para vermelho, enquanto no semáforo cruzamento o sinal passa para verde permitindo o fluxo de veículos, e dentro desse algoritmo possui uma função de teste que é checada em um determinado espaço de tempo para verificar se há o recebimento de um sinal de alerta, que é acionado quando o código DTMF é reconhecido e o algoritmo interpreta como um comando válido, dessa forma interrompe imediatamente o ciclo normal e inicia o ciclo alterado.

O estado alterado que consiste em fechar a via transversal (cruzamento) e indicar com amarelo piscante o semáforo da via principal, ou vice-versa, permitindo o fluxo de veículos com atenção por um determinado tempo. Após o encerramento do tempo pré-determinado, o estado alterado é encerrado e volta para o estado normal, conforme demonstrado no diagrama de sequência apresentado na figura 5.

Figura 5 - Diagrama de sequência do sistema.



Fonte: Do Autor.

3.4 ALGORITMO ANDROID

O aplicativo desenvolvido com o editor AndroidStudio teve para acessar o controle semafórico, através de uma sequência de telas chamadas de Activities, onde é selecionada uma rota através de um botão em uma lista de rotas disponíveis.

Ao acionar o checkbox correspondente ao semáforo escolhido a função `onCheckboxClicked()` é acionada e a Intent `ACTION_CALL` é responsável por efetuar a ligação telefônica para o telefone armazenado na String `telefone` e enviar o tom DTMF armazenado na String `dtmf`.

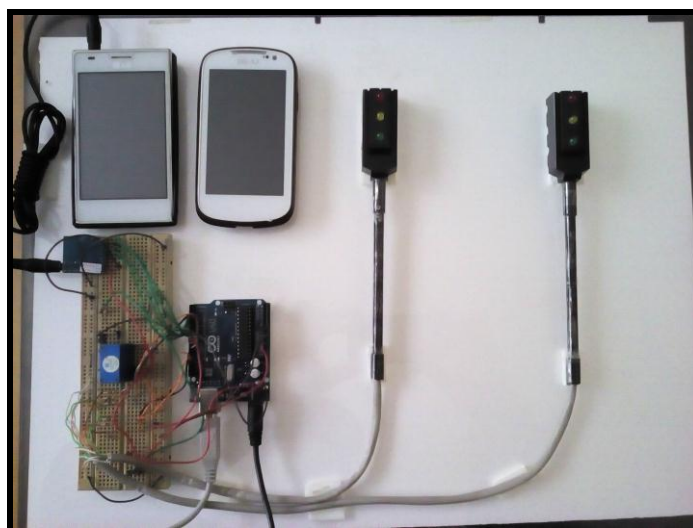
Para utilizar o discador nativo do celular quando efetuar chamadas pelo aplicativo foi necessário incluir as configurações de permissão de acesso no arquivo `AndroidManifest.xml`. A linha `<uses-permission android:name="android.permission.CALL_PHONE"/>` permite que a aplicação inicie uma chamada telefônica sem passar pela interface do discador para confirmar a ligação e a linha `<uses-`

permission android:name="android.permission.CALL_PRIVILEGED"/> permite que a aplicação inicie uma chamada telefônica, incluindo chamadas de emergência, sem passar pela interface do discador para confirmar a ligação.

4 RESULTADOS

A análise da utilização da rede de telefonia celular para comunicação e controle do tempo de semáforos em um protótipo apresentado na figura 6, o qual é composto por um módulo Arduino, um módulo DTMF 8870 e um celular programado para receber chamadas automaticamente, recebeu os comandos enviados pelo celular transmissor através do aplicativo de alerta e obteve os resultados esperados, permitindo o controle total do semáforo através da seleção de códigos pré-estabelecidos neste aplicativo, correspondendo a determinados scripts carregados na memória do Arduino para alterar a sincronização do semáforo e emitir um sinal de alerta na rota escolhida.

Figura 6 - Protótipo.

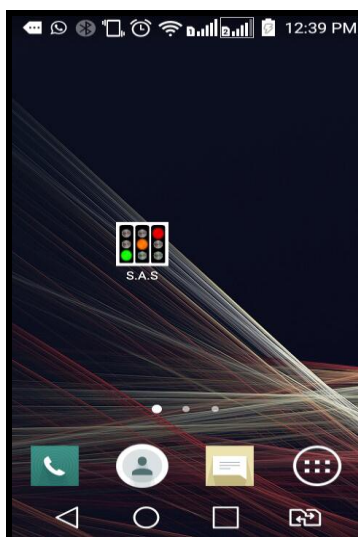


Fonte: Do Autor.

O aplicativo foi desenvolvido para utilização em sistemas Android com o editor AndroidStudio tendo como finalidade, facilitar e agilizar o envio do sinal de alerta para os semáforos através de telas, onde encontram alternativas de Rotas pré-definidas, contendo a relação de semáforos que possuem a interface de controle para acesso via celular.

Na Figura 7, apresenta o ícone de acesso ao aplicativo do sistema de controle semafórico.

Figura 7 - Ícone App



Fonte: Print Screen Tela do Celular

Na figura 8, são apresentadas as rotas disponíveis, nesta tela é permitindo escolher a rota utilizando um botão, o qual vai direcionar para outra tela onde são listados os semáforos disponíveis na rota escolhida.

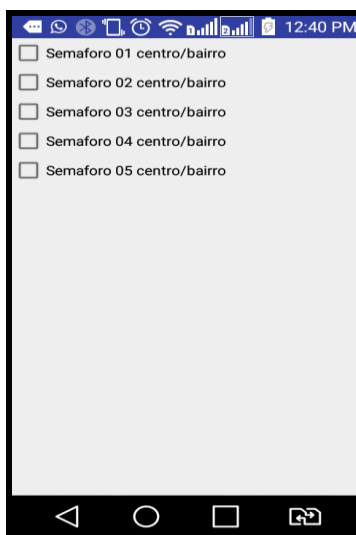
Figura 8 - Escolha de rotas.



Fonte: Print Screen Tela do Aplicativo.

Após a escolha da rota, é direcionado para a lista de semáforos disponíveis na rota selecionada, indicada na figura 9.

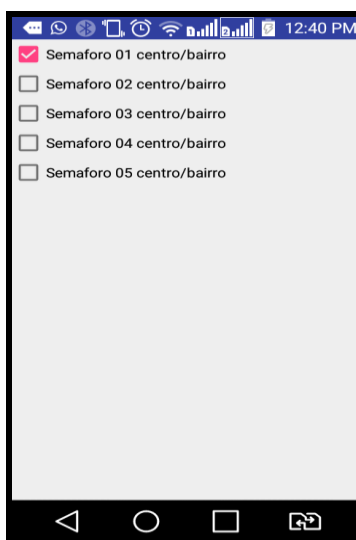
Figura 9 - Lista de semáforos



Fonte: Print Screen Tela do Aplicativo.

Ao selecionar a caixa de seleção ao lado de cada opção é efetuada a chamada telefônica para o semáforo selecionado e enviado do tom de alerta automaticamente conforme ilustrado na figura 10.

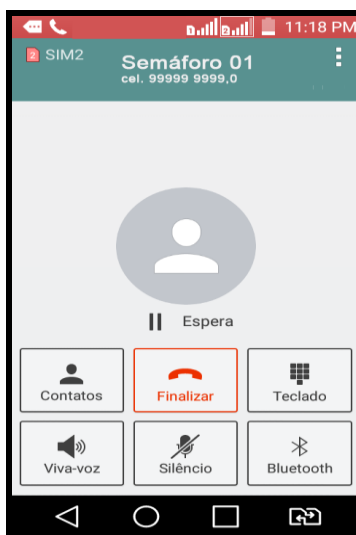
Figura 10 - Seleção de semáforos



Fonte: Print Screen Tela do Aplicativo.

Ao selecionar o semáforo na caixa de seleção é direcionado para a tela nativa do discador Android e automaticamente efetua a chamada conforme a figura 11.

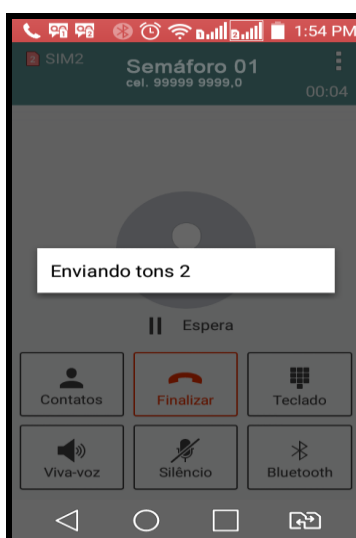
Figura 11 - Efetuando Chamada.



Fonte: Print Screen Tela do Aplicativo.

Quando a chamada é atendida, a tela inicia o envio do tom de alerta conforme demonstrado na figura 12.

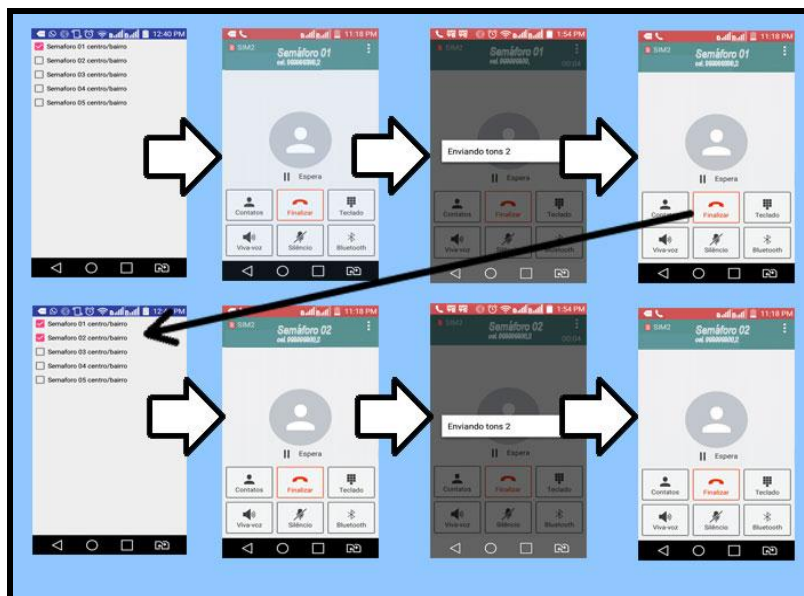
Figura 12 -Envio de tons DTMF.



Fonte: Print Screen Tela do Aplicativo.

Ao encerrar a chamada na tela do discador, o aplicativo retorna para a lista de semáforos conforme demonstra a figura 13, permitindo selecionar um novo semáforo para enviar outro sinal de alerta.

Figura 13 - Sequência de telas para vários alertas.



Fonte: Do autor.

Conforme indicado na sequência de telas do aplicativo apresentada na figura 13, após enviar o tom DTMF de alerta e encerrar a chamada, o aplicativo volta para a lista de semáforos, permitindo enviar um alerta para outro semáforo da rota sem a necessidade de reiniciar o aplicativo. Caso não houver essa necessidade, basta encerrar o aplicativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O semáforo é um dispositivo de controle de tráfego que através de indicações luminosas altera o direito de passagem entre veículos e pedestres, e para simular um cenário de um cruzamento com dois semáforos, foi elaborado um protótipo, o qual utiliza um módulo arduino, que através de uma programação interna, cuja lógica pode ser bastante simples, associado a um módulo DTMF, permitiu alterar a sinalização para um período de amarelo, ou alerta, correspondendo ao tempo necessário para a passagem segura de uma viatura em um atendimento de urgência, enquanto no semáforo do seu respectivo cruzamento altera a sinalização para um período de vermelho, ou fechado.

Um dos problemas encontrados foi o fato do módulo DTMF manter a última informação recebida e não possuir um meio de excluir essa informação após sua leitura, exceto ao desligar e religar novamente. Para resolver esse problema e permitir o módulo voltar a um modo padrão foi acrescentado ao protótipo um circuito de Reset, o qual desliga por 500 milissegundos a alimentação do módulo DTMF, dessa forma, apagando a informação armazenada no módulo e evitando entrar em um ciclo sem fim, permitindo sair do modo de alerta e fazendo o sistema ficar apto para receber um novo comando

A utilização do sistema de controle possui uma grande possibilidade de contribuir socialmente ao permitir controlar remotamente os semáforos, auxiliando no deslocamento de viaturas e ambulâncias em situações de emergência, além uma possível evolução deste sistema quando associada a novas tecnologias, as quais poderão convergir para sistemas autônomos, onde uma central inteligente poderá receber através de sensores, os sinais de fluxo de trânsito, sinais de viaturas policiais, bombeiros ou ambulâncias em ocorrências alterando e organizando o fluxo do trânsito automaticamente, ou priorizando o deslocamento de viaturas e veículos especiais sem a necessidade de interferência humana.

ABSTRACT

This research presents the prototype of a control system for traffic lights via mobile phones to use in official cars under emergency. The prototype of the controller was mounted with an Arduino UNO module together with a DTMF 8870 module and a mobile phone. When you receive a phone call, controller occurs the conversion of DTMF signals into binary data, allowing the recognition of command through a conditional test inside the algorithm running on the Arduino, altering the function where there are traffic light synchronization information. Through the change of time and changing the "alert" mode, the yellow color. The project was developed for the Android operating system, using the AndroidStudio editor in order to simplify and expedite the dispatch of the traffic alert signal in a predetermined route. This interface consists of Activitys "screens", which allow you to select certain routes traffic alert and send a command to change the State of these "open" (green) or "closed" (red) to the State of "warning" (yellow). The mechanism also allows you to change the cross intersection, accelerating the flow of vehicles on the route chosen. The tests carried out have demonstrated the feasibility of the system to control traffic lights cross remotely using DTMF tones sent through a telephone call via cell phone. The use of the standard DTMF was due to ease of access to telephone lines in urban and rural locations, and an easy installation, quick and low-cost system. Keywords: traffic light. Arduino. DTMF. Android.

REFERÊNCIAS

ARDUINO BASICS. MT8870 DTMF - Dual Tone Multi Frequency Decoder – Disponível em < <http://arduinoasics.blogspot.com.br/2015/08/mt8870-dtmf-dual-tone-multi-frequency.html/>>; Acesso em: abril 2017.

BEZERRA, Rodrigo Rozário. Sistema de segurança integrado à rede móvel celular. 2014. iii, 45, 5 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Redes de Comunicação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014. disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/13504/>>; Acesso em abril 2017.

Código de Trânsito Brasileiro, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>; Acesso em: março 2017.

DETRAN-CE. Dar passagem a ambulância não pode gerar multa – Disponível em <<http://www.detran.ce.gov.br/consultas/opcao16.asp?id=&pagina=2&idnoticia=1467/>>; Acesso em: Junho 2017.

DETRAN-RJ. Sinalização Luminosa – Disponível em < http://www.detran.rj.gov.br/_documento.asp?cod=1320/>; Acesso em: Junho 2017.

ESPÍN TOASA Fausto Ruben, SALTOS BANDA Juan Gabriel. Control y reprogramación de un control de tráfico por medio de la red de telefonía móvil para su implementación en el área de semaforización de la policía nacional de la zona sur del Distrito Metropolitano de Quito, 2010, Disponível em: <<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4471/>>; Acesso em: março 2017.

LECHETA, Ricardo R. Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2010.

Página oficial do Arduino CC – Tutoriais - Bibliotecas do arduino, disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LibraryExamples/>>; Acesso em: março 2017.

DRAW.IO. Software de diagrama online gratuito – Disponível em < <https://www.draw.io/>>; Acesso em Abril 2017.

TRINDADE, Derick Horrana. Monitoramento de Sistemas de Transporte com Arduino e Shield-GSM, GPS, GPRS, Monografia (Graduação) – Brasília: UnB, 2015. 31 p. : il. ; 2015, disponível em: <<http://docplayer.com.br/8189566-Universidade-de-brasilia-unb-faculdade-unb-gama-fga-curso-de-engenharia-engenharia-eletronica.html/>>; Acesso em: março 2017.

VIEIRA, João Ricardo. COLOMBO, Ricardo. (). DTMF aplicado à automação residencial, Trabalho de conclusão de curso apresentado às Faculdades Integradas Logatti, 2010, disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/dtmf-aplicado-a-automacao-residencial.html/>>; Acesso em abril 2017.

ZELENOVSKY, Ricardo. Sistema de segurança integrado à rede móvel celular, 2014, Disponível em:< <http://bdm.unb.br/handle/10483/13504/>>; Acesso em: março 2017.