

SISTEMA ANTI-ROUBO VEICULAR

John Lima ¹, Marcelo Santos², Renato Silva ³, Victor Santos⁴,
Marcel Tavares⁵, Luis Quintino⁶

RESUMO

A proposta do projeto é montar um bloqueador veicular como forma de segurança para evitar roubo ou furto de um automóvel sem colocar a segurança do condutor em risco. Para isso foi utilizado circuitos eletrônicos analógicos como o circuito RC e componentes digitais como o oscilador chimitrigger e o contador de 16 bits. O projeto consiste na utilização de um circuito que é capaz de interromper o funcionamento do veículo depois de um determinado tempo após a abertura da porta ou ainda através de um sinal disparado via celular. Assim o condutor sendo vítima de assalto consegue chamar a polícia antes que o veículo tenha seu funcionamento interrompido e os ladrões percebam a existência do bloqueador.

PALAVRA CHAVE: Bloqueador, veículo, eletrônica.

¹Graduando em Engenharia Eletrônica pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade – Tatuapé – SP, johnjkpl@hotmail.com.

²Graduando em Engenharia Eletrônica pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade – Tatuapé – SP, Marcelomcl23@hotmail.com.

³Graduando em Engenharia Eletrônica pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade – Tatuapé – SP, renatoflores2013@gmail.com.

⁴Graduando em Engenharia Eletrônica pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade – Tatuapé – SP, victor_95santos@yahoo.com.br.

⁵Professor Orientador do curso de Graduando em Engenharia Eletrônica pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade – Tatuapé – SP, marceltc@uol.com.br

⁶Professor Orientador do curso de Graduando em Engenharia Eletrônica pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade – Tatuapé – SP, luis.quintino@drummond.com.br

1. Introdução

Nos últimos anos o roubo de carros tem disparado por conta da má segurança em um modo geral. De janeiro a abril de 2016, mais de 27 mil carros foram roubados ou furtados na cidade de São Paulo, segundo dados obtidos pela reportagem do SPTV. De acordo com relatórios da polícia militar do estado de São Paulo, foram recuperados cerca de 11 mil veículos. O restante, pouco mais de 16 mil, não foram encontrados. Em muitos casos, estes veículos têm como destino desmanches de veículos para suprir o mercado ilegal de venda de peças de veículos roubados (G1, 2016).

Cada dia que passa o sentimento de segurança se reduz, constantemente ouvimos relatos de vítimas que deixam o carro estacionado e quando retornam ao local, se dão conta que o veículo não está mais lá. Por conta desses fatos existem diversos tipos de alarmes, bloqueadores, travas ou algum artifício para inibir esses criminosos e garantir a segurança do patrimônio dos cidadãos.

O bloqueador veicular se torna um grande aliado pois como será demonstrado seu custo é muito baixo em relação ao cobrado por seguradoras e acaba se tornando mais acessível ao mercado.

Para a construção do bloqueador e entender o funcionamento dos componentes utilizados neste projeto tais como circuito oscilador, SCR, Fotodiodos, dentre outros foi fundamental para a inicialização do projeto e com isso este artigo apresentará os passos para a construção do bloqueador veicular capaz de interromper o funcionamento do motor de um veículo após a abertura de qualquer porta ou através de um sinal disparado via celular em um determinado tempo. O objetivo desse projeto é montar um bloqueador eficiente e com baixo custo de fabricação sem reduzir a segurança ao proprietário do veículo. A inovação do projeto será bloquear o veículo a distância, usando um celular através de uma ligação tendo a mesma função de bloqueio. Foi estipulado o tempo de acionamento de 60 segundos através de simulações, com o intuito de maior segurança dos ocupantes do veículo, para que os mesmo tenha tempo de evadir do local e não sofra qualquer tipo de retaliação dos assaltantes.

1. SCR MCR106-8

Para realização desse projeto foi utilizado o SRC MCR 106 da família dos tiristores que são dispositivos semicondutores de potência que possuem quatro camadas PNPN, utilizados comumente como chave eletrônica. A principal vantagem que oferecem é converter e controlar grandes quantidades de potência em sistemas AC ou DC, utilizando apenas uma pequena potência para o controle que varia de acordo com cada componente. Essa potência de acionamento foi possível calcular através da lei de ohm juntamente com os dados do componente pesquisado em sua folha de dados (AHMED; 2013).

O SRC quando polarizado corretamente, será acionado com apenas 1 pulso positivo na porta Gate (BOYLESTAD; 2004). Por conta dessa característica, o componente foi necessário tanto para o circuito de acionamento do contador como também para o circuito de interrupção do motor do veículo.

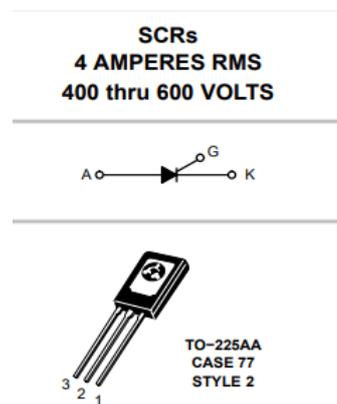


Figura 1: SCR MCR 106 Fonte: Datasheet SRC MCR106-8

No protótipo foi utilizado o SCR MCR106, que é facilmente encontrado no comércio, seu preço é acessível e principalmente sua corrente total I_t de 4A é alta o suficiente para acionar os demais componentes do circuito sem o danificar ou aquecer como será visto mais adiante, sua I_H (corrente de sustentação) que é o valor mais baixo da corrente, que ocorre exatamente antes de o SCR passar para o estado desligado, ou seja, a corrente que circula pelo SCR tem que obrigatoriamente maior que a I_H para que o SCR não desligue sozinho após o pulso no Gate ser interrompido. Essa corrente é dada pelo datasheet do componente, no caso, a corrente do SCR 106 é baixa o suficiente para que o componente não desligue quando o circuito estiver operando (AHMED; 2013).

1.1 Polarização do SCR

Pode-se representar o SCR como dois transistores, um NPN e outro PNP, portanto iremos polarizá-los (AHMED; 2000).

“Polarizar um transistor é fixá-lo num ponto de operação em corrente contínua, dentro das curvas características” (MARQUES A; 2014).

2.1.1 Cálculo de Polarização, IH corrente de sustentação.

O cálculo a seguir resultará na resistência máxima no anodo para que a IH corrente de sustentação não ultrapasse o valor mínimo fazendo com que o SCR não se desligue logo após a retirada do pulso no Gate, colocando uma resistência menor a da calculada vai assegurar a condução do SCR no circuito.

Aplicando a primeira Lei de Ohm.

Dados datasheet $I_H = 0,005A$

Tensão do circuito $V_S = 5V$

Resistência máxima no anodo R_L

$$R_L = \frac{V_S}{I_H} \quad (1)$$

$$R_L = \frac{5}{5 \cdot 10^{-3}} = 1000 \text{ Ohms} \quad (2)$$

Ou seja, a resistência máxima para que o SRC permaneça em condução no circuito e de 1K Ohms.

2.1.2 Calculo de acionamento do SCR

Para acionar o SCR e necessário um pequeno pulso no Gate, o SCR utilizado necessita para ser acionado de uma corrente máxima IGT (Corrente no Gate) que segundo seu datasheet é de $500 \cdot 10^{-6}A$. Para polarizar o SCR foi utilizar o valor de corrente típica que segundo seu datasheet e de $200 \cdot 10^{-6}A$, pois teria uma margem de segurança caso a tensão oscile, fazendo com que o componente não seja danificado ou sobrecarregado.

Resistência no Gate - R_G

Corrente no Gate (valor típico) $I_{GT} = 200 \cdot 10^{-6} \text{ A}$

Tensão da fonte $V_S = 5 \text{ V}$

$$R_G = \frac{V_S}{I_{GT}} \quad (3)$$

$$R_G = \frac{5}{200 \cdot 10^{-6}} = 25000 \text{ Ohm} \quad (4)$$

O valor de R_G é o valor da resistência no Gate tendo o circuito alimentado por 5 Volts.

A Corrente máxima RMS que o SCR suporta e de 4A e a tensão máxima e de 600V e mais que suficiente para componente operar no circuito.

2.2 Oscilador 4093: Schmitt-trigger

A configuração básica de um 4093 ligado como oscilador é mostrado na fig. 2. A frequência na qual o clock oscilará depende da constante de tempo RC de carga e descarga, ou seja, o tempo em que a saída fica no nível alto depende do tempo de carga do capacitor através de R até o ponto de disparo (T_1) e o tempo em que a saída permanece no nível baixo depende da descarga até o ponto de desligamento (T_2) (BIGNELL; 1995).

Um clock é um oscilador ou, como às vezes ele é chamado, um multivibrador astável e é usado em circuitos digitais. Como T_2 e T_1 são diferentes o sinal é retangular com um ciclo ativo próximo de 50% (BIGNELL; 1995).

As seguintes fórmulas são usadas para calcular o funcionamento deste circuito.

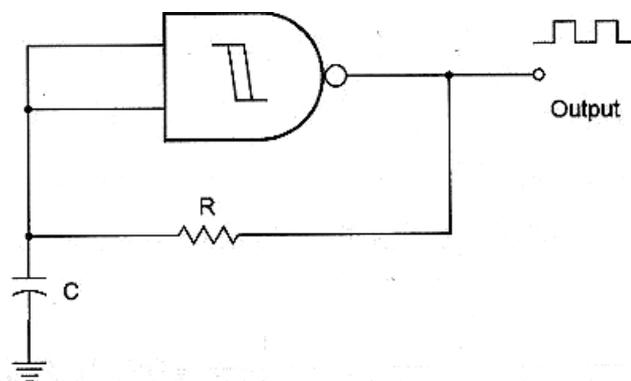


Figura 2: Oscilador 4093-CMOS NAND Schmitt Tringger. Fonte: Datasheet IC 4093

$$T_1 = RxCx \ln \left(\frac{V_{dd} - V_n}{V_{dd} - V_p} \right) \quad (5)$$

$$T2 = RxCx\ln\left(\frac{Vp}{Vn}\right) \quad (6)$$

Onde:

T é o período total em segundos (s)

T1 é o período da saída no nível alto em segundos (s)

T2 é o período da saída no nível baixo em segundos (s)

R é a resistência em ohms (Ω)

C é a capacitância em Farads (F)

Vdd é a tensão de alimentação em volts (V)

Vp é o limiar positivo de tensão em volts (V)

Vn é o limiar negativo de tensão em volts (V)

Para entender os valores a serem adotados como tensões limiares, deve-se seguir as indicações do datasheet do componente. Para tal, foi tomado como referência o padrão de temperatura ambiente de +25°C e a tensão de alimentação de 5V.

Tabela 1: Tensões 4039

Symbol	Parameter	Conditions	-55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
V _T ⁻	Negative-Going Threshold Voltage (Any Input)	I _O < 1 μ A								
		V _{DD} = 5V, V _O = 4.5V	1.3	2.25	1.5	1.8	2.25	1.5	2.3	V
		V _{DD} = 10V, V _O = 9V	2.85	4.5	3.0	4.1	4.5	3.0	4.65	V
		V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	4.35	6.75	4.5	6.3	6.75	4.5	6.9	V
V _T ⁺	Positive-Going Threshold Voltage (Any Input)	I _O < 1 μ A								
		V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V	2.75	3.65	2.75	3.3	3.5	2.65	3.5	V
		V _{DD} = 10V, V _O = 1V	5.5	7.15	5.5	6.2	7.0	5.35	7.0	V
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	8.25	10.65	8.25	9.0	10.5	8.1	10.5	V

Fonte datasheet IC 4093 CMOS

Onde:

V_i⁻ é o limiar negativo de tensão em volts (V), também descrito neste projeto como Vn.

V_i⁺ é o limiar positivo de tensão em volts (V), também descrito neste projeto como Vp.

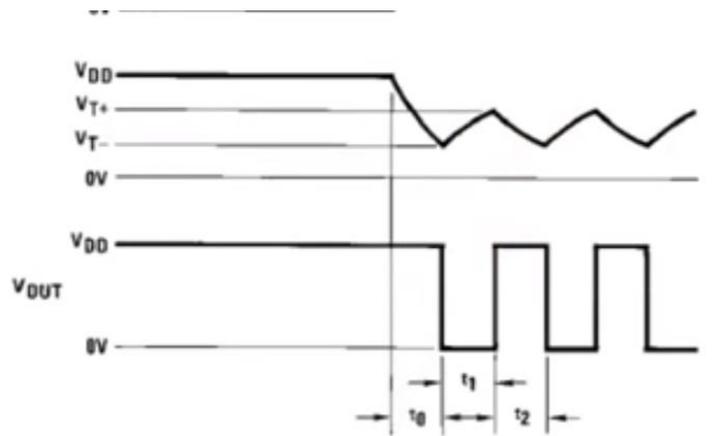


Figura 3: Oscilador Schmitt Trigger. Fonte: Datasheet IC 4093 CMOS

A figura três representa os níveis lógicos obtidos através do oscilador Schmitt Trigger, estas tensões limiaries garantirão que a saída não comutará automaticamente com o ruído, evitando disparo errático, estabilizando o comportamento do circuito na saída.

Tendo como condição o valor de alimentação $V_{dd} = 5V$, neste circuito foi utilizado como valores reais o de 2,24V para V_n e 2,92V para V_p , definidos através de experimento em laboratório conforme figura quatro.

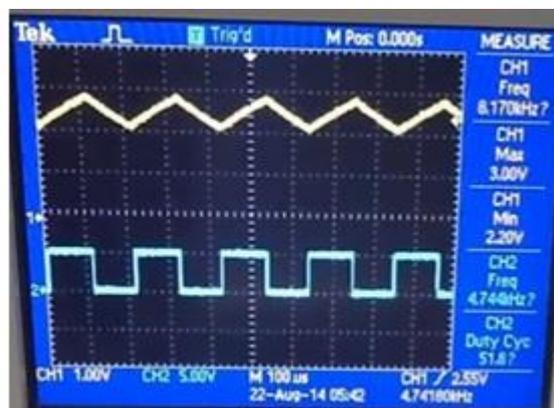


Figura 4: V_p e V_n obtida do capacitor obtida através do osciloscópio. Fonte (AUTOR; 2017).

Para obter a resistência e capacitância necessária ao circuito, estima-se um valor arbitrário de capacitância ou resistência (valor este que poderá ser alterado posteriormente, de acordo com a especificação do circuito e parâmetros necessários).

$$f = \frac{1}{T} \quad (7)$$

$$f = \frac{1}{T_1 + T_2} \quad (8)$$

f é a frequência em hertz (Hz)

T é o período total dado em segundos (s)

T1 e T2 são os períodos calculados pela fórmula anterior em segundos (s)

$$t_{on} = R \ln\left(\frac{5,2,24}{5,2,92}\right) R \ln\left(\frac{2,76}{2,08}\right) = 1,326927077 \quad (9)$$

$$t_{on} = R \ln 1,326927077$$

$$t_{on} = 0,282862786 RC$$

$$t_{off} = R \ln\left(\frac{2,92}{2,24}\right) = R \ln(1,303171429) \quad (10)$$

$$t_{off} = 0,26510775RC$$

Para obtenção da frequência, foi considerado o tempo de clock do contado de 4 bits, que a cada 16 pulsos de entrada no contador, será equivalente ao tempo de um segundo, logo para 60 segundos consideramos as equações abaixo:

$$T = \frac{60}{16} = 3,71 \quad (11)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,71} = 0,269Hz \quad (12)$$

Para obtenção da resistência, arbitra-se um valor de capacitância e adota-se o valor de frequência obtido acima, neste circuito o valor adotado foi de 470µF.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,282862786RC + 0,26510775RC} = \frac{1}{0,547970536RC} = \frac{1,825}{RC} \quad (13)$$

$$R = \frac{1,825}{fC} R = \frac{1,825}{0,267.47010^{-6}} R = 14,542K\Omega \quad (14)$$

2.3 Contador

Contadores são circuitos digitais que variam os seus estados, sob o comando de um clock, síncrono ou assíncrono, de acordo com uma sequência predeterminada. O contador é formado basicamente por flip-flops e, portanto, a velocidade da sequência é determinada pela frequência dos pulsos de clock, este que será gerado neste circuito através do oscilador Schmitt Trigger (LOURENÇO; 2007).

No circuito foi utilizado o contador modelo HCF4029B, que é um contador crescente ou decrescente com 4 bits de saída binária e permite a definição do valor inicial de contagem.

2.4 Relé

O relé é uma chave comandada por uma bobina. Ele é uma chave porque ele liga-desliga um circuito elétrico, permitindo a passagem da corrente elétrica como o resultado do fechamento de contato ou impedindo a passagem da corrente durante o estado de contato aberto. Os relés controlam a corrente elétrica por meio de contatos que podem ser abertos ou fechados. Os contatos apresentam altíssima resistência quando abertos e baixíssima resistência quando fechados (RIBEIRO; 2003).

No projeto o relé foi utilizado para o corte de tensão de um componente essencial no funcionamento do motor, que varia de veículo para veículo. O bloqueador opera com uma tensão de 5V e por isso foi utilizado o relé para que ele desligue ou ligue tensões maiores, podendo desligar tensões de até 125V.

2.5 Transmissor e Receptor

O fotodiodo é um diodo de junção construído de forma especial, de modo a possibilitar a utilização da luz como fator determinante no controle da corrente elétrica. É um dispositivo de junção pn semiconductor cuja região de operação é limitada pela região de polarização reversa e caracteriza-se por ser sensível à luz. Em resumo, podemos dizer que um fotodiodo é um

dispositivo que converte a luz recebida em uma determinada quantidade de corrente elétrica (BOYLESTAD; 2004).

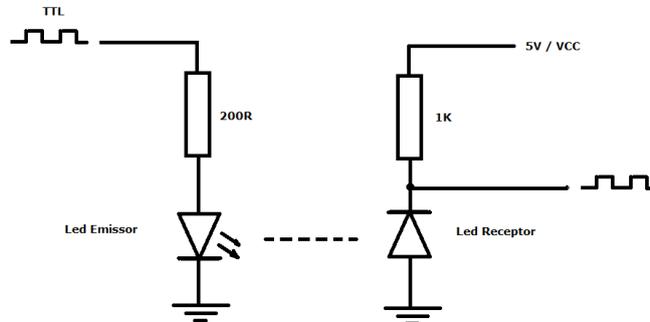


Figura 5: Simbologia do Fotodiodo Fonte: Datasheet Transmissor

2.6 Regulador de Tensão

Os circuitos integrados de três terminais da família 78XX possuem a função, de regular a tensão de alimentação para circuitos de média potência. Sua necessidade se dá pois, no projeto desenvolvido, a tensão de alimentação é de 12V (BOYLESTAD; 2004).

A série de circuitos 78XX, nos instrui que o XX deverá ser substituído por um número que indica a tensão de saída, sua composição física se dá de acordo com a imagem abaixo (BOYLESTAD; 2004):

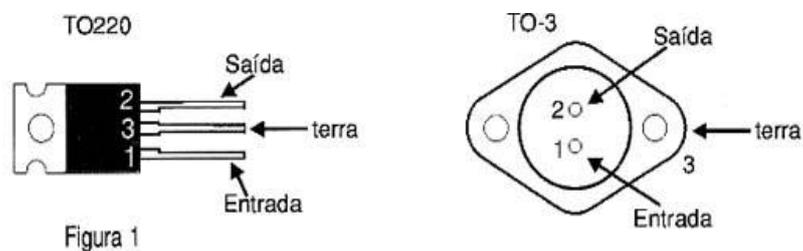


Figura 6. Família 78XX Fonte: Datasheet LM7809

Desta forma, podemos concluir as seguintes informações:

LM7809 - Utilizado para tornar-se uma tensão de 12VCC para 9VCC

LM7805 – Utilizado em série após o circuito do LM7809 para tornar a tensão de 9VCC para 5VCC

2.7 Porta Inversora

A operação NOT (não) simplesmente altera o valor de uma variável de 0 para 1, ou vice-versa. Considere a variável binária A. a operação NOT transforma A em uma saída NOT com o seguinte resultado. (UYEMURA, JOHN P. 1952)

Se $A = 0$, então $\text{NOT}(A) = 1$;

Se $A = 1$, então $\text{NOT}(A) = 0$;

A notação da operação lógica de um Inversor pode ser expressa por:

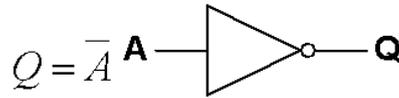


Figura 7. Porta logica. Fonte Datasheet 7404

2.8 Circuito e seu Funcionamento

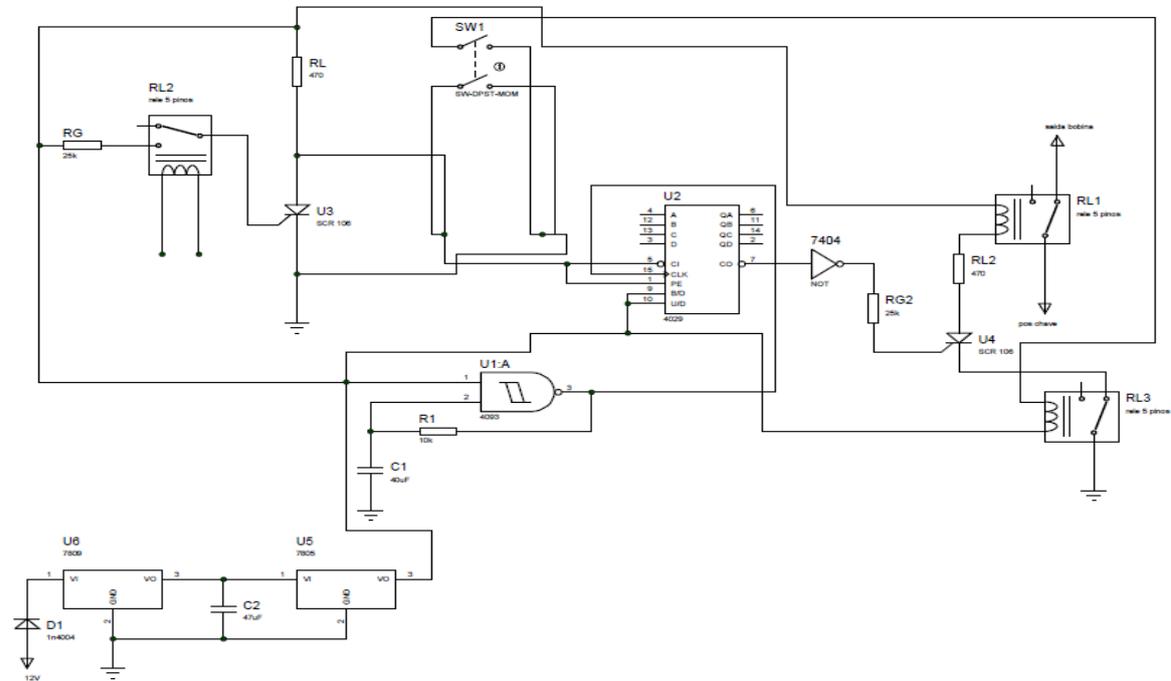


Figura 8: Circuito elétrico no software Isis Proteus, Fonte (AUTOR; 2017).

A figura 8 demonstra o circuito essencial do bloqueador simulado no software.

A primeira etapa do circuito é o regulador de tensão, onde o LM7809 tem a função de baixar a tensão de 12VCC para 9VCC e logo após, o LM7805 baixar a tensão de 9VCC para

5VCC. A utilização destes dois componentes se dá necessária, pois, se a tensão for abaixada diretamente de 12VCC para 5VCC, isto acarretará o superaquecimento do componente, no caso específico, o LM7805. Outra característica importante dos componentes abaixadores de tensão, é que a diferença de potencial deve ser, de no mínimo 2V para que se tenha o pleno funcionamento e estabilidade do componente. Após esta tensão ser abaixada, ela irá alimentar um circuito do tipo Schmidt Trigger, que possui a função de enviar pulsos variáveis parametrizados matematicamente ao longo do tempo (clock) para um contador 4 bits que será acionado quando a porta do veículo é aberta ou um sinal é emitido através de um aparelho de telefonia móvel, sendo este emitido de acordo com o usuário, para esta parte do circuito. Este oscilador alimentará um registrador de com o tempo configurado matematicamente, através do circuito Schmidt Trigger para um overflow (tempo de estouro) de aproximadamente 60 segundos. Com isto, quando o overflow ocorre no contador, é gerado um pulso em nível lógico baixo na saída do contador (carry out) seguido de uma porta inversora ao Gate do SCR, causando o seu acionamento e bloqueando o veículo, através de um relé, que se dá necessário interromper o circuito elétrico de funcionamento do motor, que opera em uma tensão de 12VCC, comumente utilizada em circuitos veiculares.

Em seu estado inicial, o circuito aguarda evento que poderá ser a abertura da porta ou um sinal remoto enviado através de um dispositivo móvel de telecomunicação, caso o segredo seja acionado, o veículo mantém o seu funcionamento normal, caso não seja acionado, o sistema de alimentação de combustível do veículo é interrompido após 60 segundos da abertura da porta ou envio de sinal remoto. Caso o segredo seja acionado posteriormente, o carro retorna ao seu estado normal (início).

O sistema atua quando o celular recebe uma ligação e acionado um LED emissor infravermelho que foi adaptado em seu vibracall, que será recebido pelo fotodiodo este sendo responsável por acionar o SRC e conseqüentemente todo o circuito para o bloqueio do veículo. Esta é uma maneira simples porém muito eficiente no acionamento do circuito, pois com poucas matérias e um baixo custo foi possível realizar os acionamentos nos testes, fazendo com que o produto final tenha um custo menor de produção.

Abaixo veremos de forma simplificada o fluxograma do funcionamento do circuito para um melhor entendimento.

2.9 Fluxograma de Funcionamento

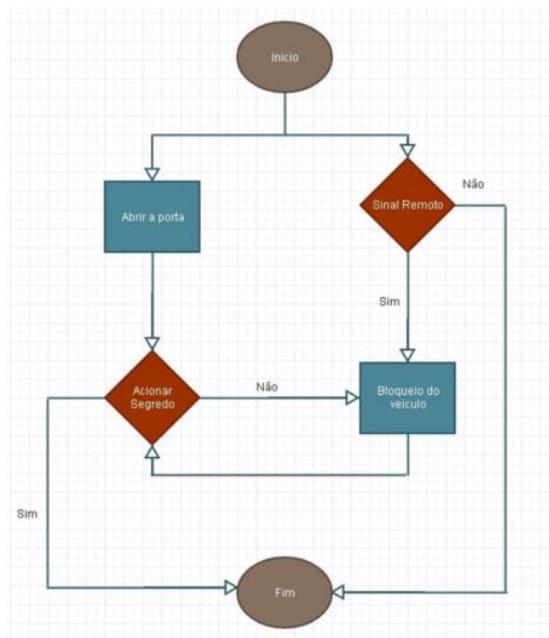


Figura 9. Fluxograma, Fonte (AUTOR; 2017).

2.10 Instalação no veículo

Para o bloqueador funcionar de maneira efetiva é necessário instalá-lo corretamente.



Figura 10: Protótipo, Fonte (AUTOR; 2017).

A instalação do bloqueador se dá na seguinte forma, a entrada E1 e a saída S2 são as responsáveis pela interrupção da corrente elétrica dos componentes essenciais para o funcionamento do veículo, recomendamos que, em veículos antigos seja ligado na bobina e em

veículos mais novos que utilizem injeção eletrônica seja ligado na bomba de combustível elétrica, conforme a ilustração abaixo.

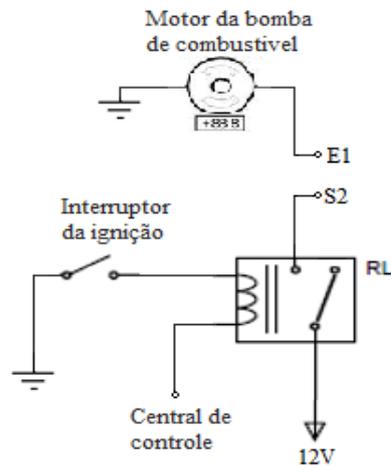


Figura 11: Circuito de ligações do bloqueador, Fonte (AUTOR; 2017).

As entradas E3 e E4 são os sensores responsáveis pelo acionamento do circuito de bloqueio, onde terá o tempo de 60 segundos para desativá-las pelos botões denominado segredo. A entrada E3 é ligada ao interruptor de ignição e a entrada E4 é ligada no sensor da porta do veículo na qual tem uma tensão de $-12V$.

Temos as entradas E5 e E6 que são ligadas na própria bateria do carro, onde E5 é positivo e E6 negativo, por elas também será alimentado o celular após passar pelo circuito abaixador de tensão da família 78XX, para que não seja necessário carregá-lo manualmente.

Esconder o bloqueador no veículo é fundamental para que os ladrões não descubram a existência do mesmo, a localização fica a critério do instalador, porém recomendamos escondê-lo embaixo do painel ou bancos onde o acesso é dificultado.

Por fim os botões segredo que recomendamos deixá-los em fácil acesso, porém não visível, recomendamos deixá-los embaixo de forros, carpetes ou coifas, pois, o motorista do veículo consegue acioná-lo facilmente mesmo não estando visível.

2.11 Custos e Viabilidade

O protótipo teve um custo estimado de R\$ 50,00 dos seguintes componentes:

SCR TIC 106

Oscilador 4093 Schmitt Trigger
Contador HCF 4029
Relé
Fotodiodo e LED infravermelho
Regulador LM 7809, 7805
Porta Inversora 7404
Botão, Capacitor, LED, Resistor e Diodo.

A viabilidade se dá por conta da alta demanda de consumo para sistemas de proteção veicular, tendo em vista que de acordo com os estudos apresentado nesse artigo o número de roubos e furtos cresce exponencialmente e com um sistema de baixo custo é possível com que pessoas proteja o seu patrimônio evitando assim um ônus maior com a perda do veículo e principalmente a perda da vida.

3 Resultados e Discussões.

A tecnologia veio definitivamente para tentar solucionar problemas do cotidiano, a fim de tornar a vida da sociedade muito melhor, e diante de tantos casos de roubos e furto o bloqueador se torna um meio eficiente e de baixo custo.

Ao término da montagem do circuito, o seu funcionamento ocorreu de forma perfeita, onde o sinal abaixo (em amarelo) representa a aberta da porta ou envio de sinal remoto para interromper o funcionamento do carro, após cerca de 60 segundos, o sinal acima (azul) apresenta uma queda em seu sinal, se tornando nível 0. Ao pressionar o botão de reativação, conhecido como segredo, seu nível lógico volta ao estado 1, retomando o funcionamento do sistema, logo o carro volta a funcionar.

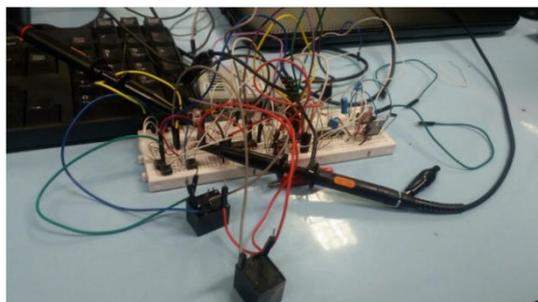


Figura 12: Medição do funcionamento (níveis lógicos) do circuito Fonte: (AUTOR; 2017).

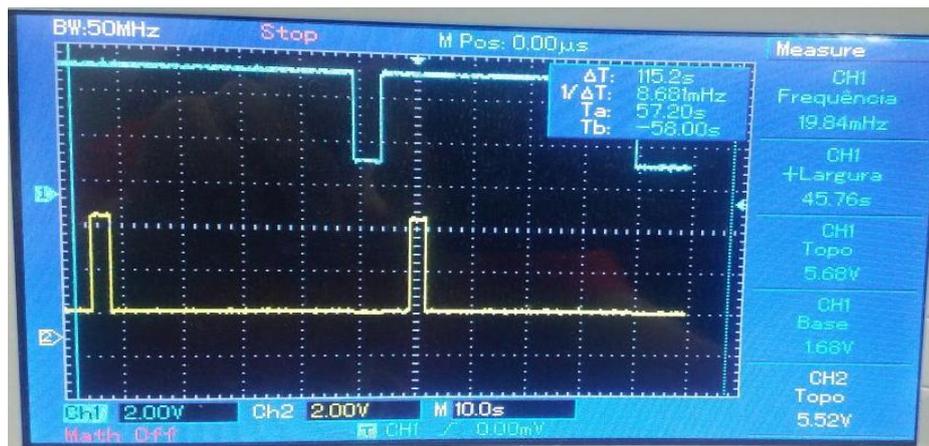


Figura 13: Resultado de temporização e acionamento do alarme Fonte: (AUTOR; 2017).

4 Conclusão

Ao término deste projeto, o bloqueador veicular se torna uma opção muito atraente, uma vez que os índices de roubo só aumentam e com este circuito, pessoas poderão ter acesso de forma acessível diminuindo assim seus gastos com alarme que tem um valor muito elevado em comparação ao bloqueador proposto.

Instalado corretamente o bloqueador se mostrou na simulação bem eficiente na sua proposta inicial que desativa o veículo após um roubo ou furto mantendo a vida dos ocupantes segura na qual era a principal meta do mesmo.

Outra proposta do bloqueador seria a instalação de um celular moderno com Android ou IOS para podermos rastreá-lo, com essa gigantesca variedade de aplicativos se torna possível, sem alterar o circuito do bloqueador rastrear, bloquear, gravar áudio e vídeo de dentro do veículo em tempo real e salvar rotas por onde o veículo passou.

REFERÊNCIAS

- AHMED, Ashfaq. **ELETRÔNICA DE POTÊNCIA**. São Paulo: Pearson, 2000.
- ANTONIO R., Marco; **Fundamentos da Automação**. 1 ed. Salvador verão 2013.
- BIGNELL, James; DONOVAN, Robert. **Eletrônica digital: Lógica sequencial**. 2 ed. Makron Books. São Paulo 1995.
- BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- CARLOS L. A. Circuitos Digitais (et al.) -- 9. Ed. -- São Paulo: Érica 2007.
- G1, **Roubos de veículo**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/06/nove-carros-foram-roubados-por-hora-em-2016-em-sp-aponta-levantamento.html>> Acesso em: 20 março 2017.
- MARQUES, Angelo Eduardo B; CHOUERI JÚNIOR, Salomão; CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Dispositivos semicondutores: diodos e transistores**. 13.ed. São Paulo: Érica, 2014.
- MELLO H. A.; INTRATOR E.; **Dispositivos Semicondutores: diodos, transistores, fotossensíveis, circuitos integrados**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, 1980.
- Regulador, **Dataheet lm78XX**. Disponível em: <<http://www.cedmagic.com/tech-info/data/lm78xx.pdf>> Acesso em: 20 março 2017.
- Oscilador, **Datasheet HCF4093**. Disponível em: <<http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/63/6d/0c/9a/06/85/4d/aa/CD00000398.pdf/files/CD00000398.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000398.pdf>> Acesso em: 20 março 2017.
- Porta Inversora, **Datasheet 7404**. Disponível em: <<http://www.datasheetspdf.com/datasheet/7404.html>> acesso em 06 de junho.
- SCR, **datasheet** disponível em: <<http://html.alldatasheet.com/html-pdf/12344/ONSEMI/MCR106-8/182/1/MCR106-8.html>> acesso em 30 março.
- UYEMURA, John P.; **Sistemas Digitais: Uma abordagem integrada**. 1.ed. Thomson Pioneira. São Paulo 2002.