



# Relatório de Atividade

## DRAWDIO

AMANDA A. C. MORAES, ARTHUR H. D. NUNES, ARY V. R. PORTES, ISABELA B. SILVA, ISRAEL F. S. AMARAL, THAIS A. MORATO

Petianos responsáveis pelo projeto, em ordem alfabética

---

### Resumo

*O projeto é inspirado em outro desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT). O nome é uma junção das palavras draw e audio, desenhar sons, em tradução livre. O Drawdio é um projeto de eletrônica, sendo um circuito montado em um lápis que, quando é fechado o contato elétrico da parte sobre a carcaça do lápis e da ponta de seu grafite, um som é emitido pelo aparelho. A frequência do som muda de acordo com a resistência elétrica encontrada neste caminho do contato elétrico.*

---

### CONTEÚDO

<b>I</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>Materiais e Métodos</b>	<b>2</b>
<b>III</b>	<b>Resultados</b>	<b>7</b>
<b>IV</b>	<b>Discussão</b>	<b>9</b>

#### I. INTRODUÇÃO

O Drawdio foi feito como Projeto Calouro dos seis petianos responsáveis por ele. Uma das motivações do projeto era procurar algum que fosse diferente dos vários projetos de carrinhos robôs que o PETEE já possui para que ampliassem as áreas, conhecimentos e protótipos do grupo.

Com isso, depois da avaliação de algumas opções foi decidido fazer o Drawdio em conjunto com outros dois módulos que estão comentados no final deste documento nas perspectivas para trabalhos futuros.



Figura 1: Criança usando o Drawdio

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

### Materiais e Protótipos

Materiais para a construção do Drawdio:

- CI NE555
- socket para CIs
- Speaker 3-8 $\Omega$
- Capacitor eletrolítico 100  $\mu$ F
- Capacitor cerâmico 570 pF
- Capacitor cerâmico 0.1 $\mu$ F
- Resistor de Potência de 10W e 10 $\Omega$
- Resistor de 10k $\Omega$
- Resistor de 10M $\Omega$
- Transistor BC327
- Bateria 9V
- Chave on/off
- Potenciômetro
- Lápis de carpinteiro

## II MATERIAIS E MÉTODOS

- Tarraxa
- Placa de cobre furada
- Jumpers

Materiais usados para prototipagem e montagem:

- Ferro de solda
- Protoboard
- Resistores variados
- Placa de cobre lisa
- Cabos variados
- 4X Baterias 18650 de 3.7V cada

Todos os materiais usados na montagem possuem baixo custo, tornando o equipamento mais acessível, factível e simples de ser replicado.

Vários protótipos foram montados, usando circuitos ligeiramente diferentes, inspirados na Fig. 2. Os dois primeiros foram construídos em uma protoboard com funcionamento satisfatório.

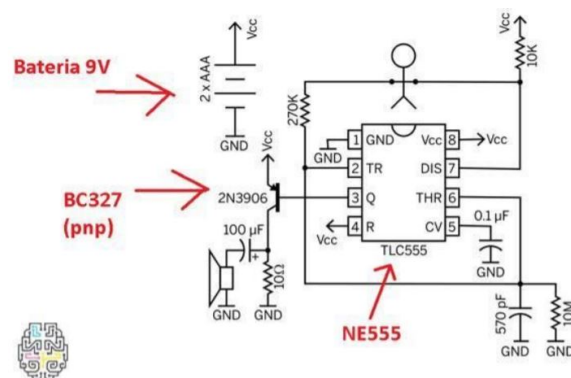


Figura 2: Circuito Modelo

Para o terceiro protótipo foi feito um circuito impresso em placa de cobre lisa, no entanto o circuito não funcionou, mesmo depois de remontado em uma protoboard.

Ao estudar mais o CI e o circuito do Drawdio, prototipando-o em laboratório com uma fonte CC e com um osciloscópio, notou-se que o resistor de 10Ω não estava aguentando a potência dissipada nele, então foi substituído por outro de potência maior. Ademais, algumas pequenas modificações também foram feitas, chegando no circuito final como na

Fig. 3. O circuito final, depois de testado em uma protoboard foi soldado em uma placa de cobre furada.

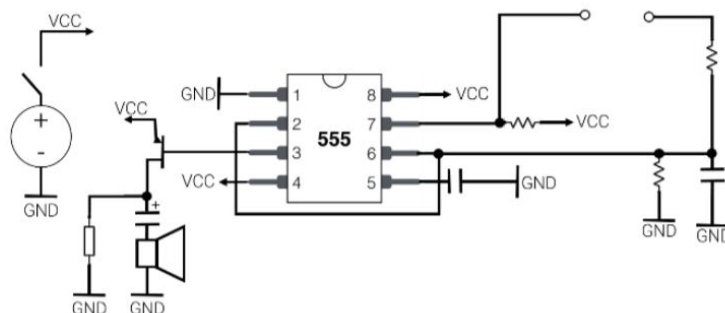


Figura 3: Circuito Final

### Funcionamento do Circuito

O funcionamento do circuito é baseado no CI NE555. Este pode funcionar em três modos. O primeiro deles é o monoestável, em que o CI funciona como um disparador. O segundo é o biestável, em que ele funciona como um flip-flop. O último e o utilizado neste projeto, é o modo de operação astável, em que ele funciona como um oscilador, emitindo pulsos quadrados. Um esquemático interno do CI é mostrado na Fig. 4, e a descrição de cada pino é listada abaixo.

- Pino 1 - Ground: Conectado a 0 V
- Pino 2 - Trigger: aciona a saída apenas quando a tensão fornecida para ele é menor que  $\frac{1}{3}$  do Vcc.
- Pino 3 - Output: saídas de até 200 mA para uma tensão próxima de 1.5 V.
- Pino 4 - Reset: reseta a operação de temporização da saída quando conectado ao ground.
- Pino 5 - Control: controla a temporização da saída independente do circuito RC, quando a tensão fornecida ao pino é maior que  $\frac{2}{3}$  Vcc. Quando não é utilizado, costuma ficar conectado ao ground passando por um capacitor que evita flutuações no processo de temporização do circuito.
- Pino 6 - Threshold: desliga a saída quando a tensão fornecida para ele ultrapassa  $\frac{2}{3}$  do Vcc.
- Pino 7 - Discharge: quando a tensão na output é baixa, descarrega o capacitor do circuito RC até 0 V.

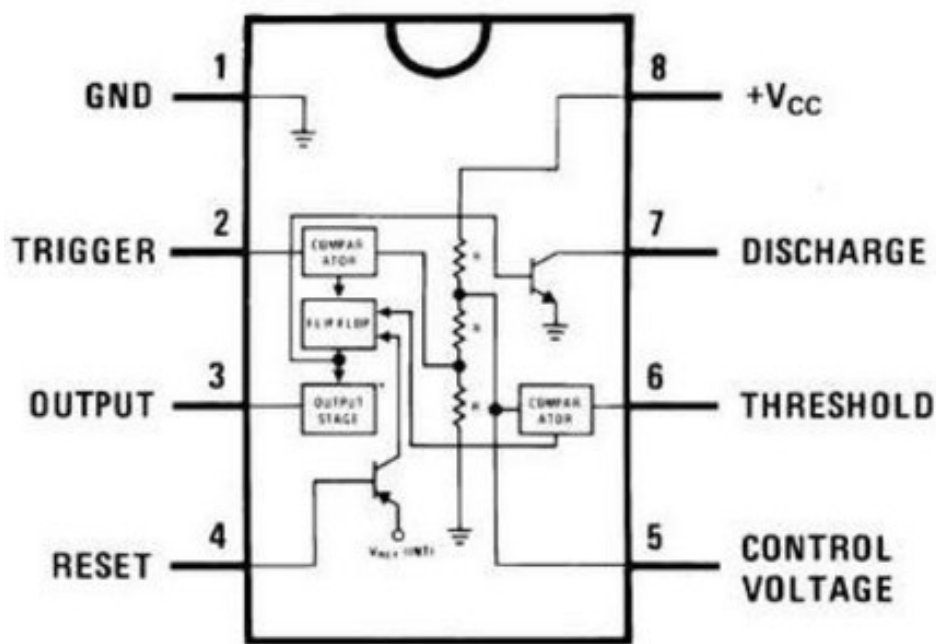


Figura 4: CI NE555

- Pino 8 -  $V_{cc}$ : tensão fornecida, pode variar de 4,5 V a 15 V.

Para a explicação do funcionamento do circuito, é levado em conta a representação da Fig. 5.

No ramo que liga as entradas 8 e 1 há 5 resistores de mesma resistência ( $5k\Omega$ ) em série, fazendo divisores de tensão em que cada resistor tem uma queda de  $\frac{1}{5}$  de  $V_{cc}$ . Desta forma, a tensão que entra no terminal inversor do amp-op comparador de cima é  $\frac{2}{3}$  de  $V_{cc}$  e a que entra no terminal não inversos do amp-op comparador de baixo é  $\frac{1}{3}$  de  $V_{cc}$ . Esses comparadores acionam, respectivamente, o reset e um set de um Latch SR.

O Capacitor C1 que possui uma tensão V. Esta tensão V entrará nos outros terminais dos dois comparadores, ou seja, nas portas 6 e 2 do CI. Quando V é menor que  $\frac{1}{3}$  de  $V_{cc}$ , o comparador de cima estará inativo e o de baixo dará um set no Latch SR, que fará com que a saída (Q), na porta 3, esteja em nível alto. A saída Q estando em nível alto, então not(Q) estará em nível baixo, não habilitando o transistor próximo a porta 1.

Quando a tensão V está maior que  $\frac{1}{3}$  de  $V_{cc}$  e menor que  $\frac{2}{3}$  de  $V_{cc}$ , ambos os comparadores ficam inativos e não há set ou reset no Latch SR, mantendo o último nível. Quando V ultrapassa  $\frac{2}{3}$  de  $V_{cc}$ , há um reset no Latch, fazendo com que a saída Q na porta 3 vá para o nível baixo, com isso, not(Q) irá para o nível alto, habilitando o transistor e fazendo com que o capacitor descarregue através da porta 7 até a porta 1. Quando o capacitor descarregar, ele passará novamente por uma tensão entre  $\frac{2}{3}$  e  $\frac{1}{3}$  de  $V_{cc}$ , mantendo o último nível da saída e descarregará até ser inferior a  $\frac{1}{3}$  de  $V_{cc}$ . Neste ponto, o ciclo irá se repetir, fazendo com

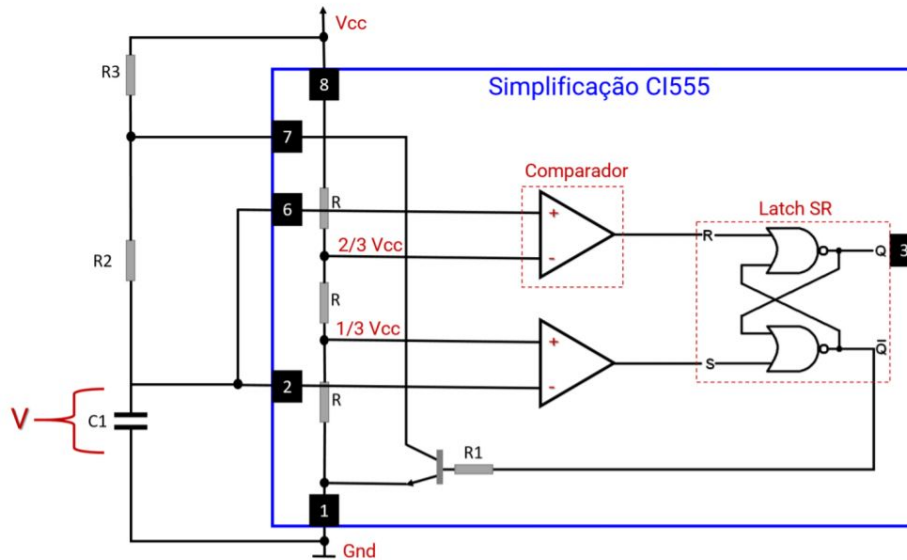


Figura 5: Funcionamento do Circuito

que a saída do CI seja uma onda quadrada.

O contato elétrico que é fechado para que o circuito funcione está no resistor R2, que representa a resistência deste contato. O tempo em que a saída ficará em nível alto e baixo é determinado pelo tempo de carga e descarga do capacitor C1. Sabe-se que a carga e descarga de um capacitor, para circuitos RC, é da forma exponencial:

$$e^{-\frac{t}{\tau}}, \tau = RC$$

Logo, ao se aumentar a resistência, o tempo de carga e descarga fica maior, diminuindo a frequência do pulso emitido. O pulso emitido pelo CI é passado por um transistor para que o sinal seja amplificado antes de chegar ao speaker.

Os capacitores ligados em paralelo e que têm saídas para o GND, são chamados de capacitores de desacoplamento. Eles possuem a função de agir como um filtro passa-baixa, eliminando quaisquer ruídos de AC que possam estar presentes no sinal DC fornecido pela bateria. O capacitor oferece impedância altíssima para sinais de baixa frequência (como DC). Logo, ele não afeta o circuito e a faixa contínua de corrente irá circular normalmente. Por outro lado, ele oferece impedância baixíssima para sinais de alta frequência (como AC). Logo, essa faixa alternada indesejada da corrente fornecida pela fonte irá passar por esse capacitor ao invés de circular pelo circuito, e irá para o GND. Essa correção é desejada pois obviamente não queremos alimentações indesejadas em nosso circuito que contém um transistor BJT e um oscilador 555. Isso poderia comprometer o funcionamento do mesmo.

Por outro lado, o capacitor polarizado ligado em série com o speaker funciona como um capacitor de acoplamento, exercendo o papel de um filtro passa-alta. Isso porque não queremos baixas frequências no alto-falante - afinal, temos que colocar frequências

## III RESULTADOS

operacionais para que o instrumento reproduza sons. Frequências muito baixas poderiam inclusive comprometer a integridade do som ou do próprio alto-falante. Como já explicado, quando a frequência é baixa, o capacitor não permite que a corrente chegue no speaker (pois funciona como circuito aberto, impedância altíssima). Logo, o speaker só reproduz sons em alta frequência.

### III. RESULTADOS

#### Positivos

O Drawdio necessita que passe uma corrente pela pessoa para seu funcionamento. Sabe-se, no entanto, que isto é extremamente perigoso, uma vez que correntes da ordem de mA são capazes de matar. No entanto, segundo simulações e medidas, a corrente que passa por uma pessoa quando o equipamento está funcionando é segura, com um valor eficaz de cerca de  $16\mu\text{A}$ . A tabela 1 mostra alguns prováveis efeitos de um choque em um corpo humano.

**Tabela 1:** *Prováveis efeitos de uma corrente elétrica em um indivíduo, considerando um choque entre mão e pé de uma fonte de 60Hz*

Intensidade	Efeito
1 mA	Formigamento
1-5 mA	Sensação de choque não dolorosa
5-15 mA	Perda do controle muscular
15-100 mA	Dor extrema, parada respiratória
0.1-2 A	Fibrilação ventricular, lesão nos nervos
>2 A	Parada cardíaca

Além disso, o protótipo se mostrou bastante satisfatório. Funcionou apropriadamente e é chamativo, atraindo a atenção do público pelo seu ruído alto. O que é útil ao PETEE, devido aos vários festivais e mostras que participa. O Drawdio encanta as crianças por ser lúdico, fácil e acessível.

Com ele, é possível fazer várias práticas:

- Tocar uma música em um piano desenhado com grafite. É necessário que tenha muito grafite na folha, até que brilhe, para poder conduzir a corrente. Fica mais fácil alterando a posição dos dedos do que a posição do lápis.
- Colocar uma pequena poça de água na mesa e usar o drawdio e o dedo para afastar a poça, criando uma linha. Ao afastar o drawdio do dedo, desde que eles estejam sobre o contato da água, é possível observar nitidamente a variação do som produzido.



Figura 6: Drawdio sendo mostrado no Festival da Matemática

- Pedir para que os alunos façam uma roda e deem as mãos e fazer o contato do Drawdio com a primeira e última pessoa da roda, fechando o circuito com todos os envolvidos.

### Negativos

Durante o processo de construção do Drawdio, vários CIs foram queimados e os resistores de  $10\Omega$  que não eram de alta potência foram estragados. Isto revela um possível mal dimensionamento do circuito, sendo necessário projetá-lo melhor. Este circuito consome muita corrente, descarregando a bateria de 9V muito rápido. Por experiência, a bateria dura um período de mostra de festival, cerca de 4hrs, após isso, é recomendado carga. A chave foi instalada, justamente para evitar que a bateria fique ligada sem necessidade. Além disso, a corrente alta ainda pode queimar o CI, por isso foi instalado o socket, para facilitar sua troca.

Portanto, se o Drawdio não funcionar adequadamente, provavelmente é a bateria fraca. Se o funcionamento ainda não estiver apropriado mesmo após a carga da bateria, então provavelmente o CI queimou.

Ademais, a redução do espaço do circuito é desejado para que fique mais compacto e caiba em cima do lápis. Esta restrição dificultou o processo de solda. É necessário que a solda seja precisa, porque o espaçamento entre os componentes é pequeno e qualquer curto indesejado pode queimar o CI muito facilmente.



## REFERÊNCIAS

### IV. DISCUSSÃO

Alguns possíveis erros já foram discutidos na seção anterior.

O Drawdio se mostrou um projeto satisfatório e deve ser replicado. No entanto, um trabalho futuro de redimensionamento do projeto é desejável. Outros trabalhos futuros que também podem ser desenvolvidos são dois módulos que foram idealizados junto com o Drawdio no projeto calouro: O primeiro deles é uma guitarra-drawdio, seu circuito é muito similar ao do drawdio, no entanto no braço da guitarra devem haver contatos abertos de resistências diferentes. Assim, ao se fechar determinado contato, pode-se produzir certa nota na guitarra. É interessante respeitar as frequências das notas da guitarra; o segundo, é um sintetizador, que lê os sinais enviados pelo drawdio e pela guitarra e os converte para sinais mais agradáveis e mais audíveis, podendo distorcê-los e fazê-los parecer com sons mais familiares. Para isso, é interessante que o Drawdio e a guitarra não mais emitam som, mas os transmita para o sintetizador.

## REFERÊNCIAS

Drawdio Tutoriais:

<<https://youtu.be/P4-Wl0W1004>>

<<https://www.instructables.com/id/Drawdio-3/>>

<<https://www.instructables.com/id/Drawdio/>>

<<https://www.facebook.com/TRNDVideos/videos/252834278750467/>>

Entendendo CI NE555:

<<https://www.youtube.com/watch?v=NdJXIulqO98&t=303s>>

<<http://www.newteck-ci.com.br/circuitos-integrados.php>>

<<http://mundoprojetado.com.br/ci-555-o-que-e-e-como-funciona/>>

<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/592-o-circuito-integrado-555-art011>>