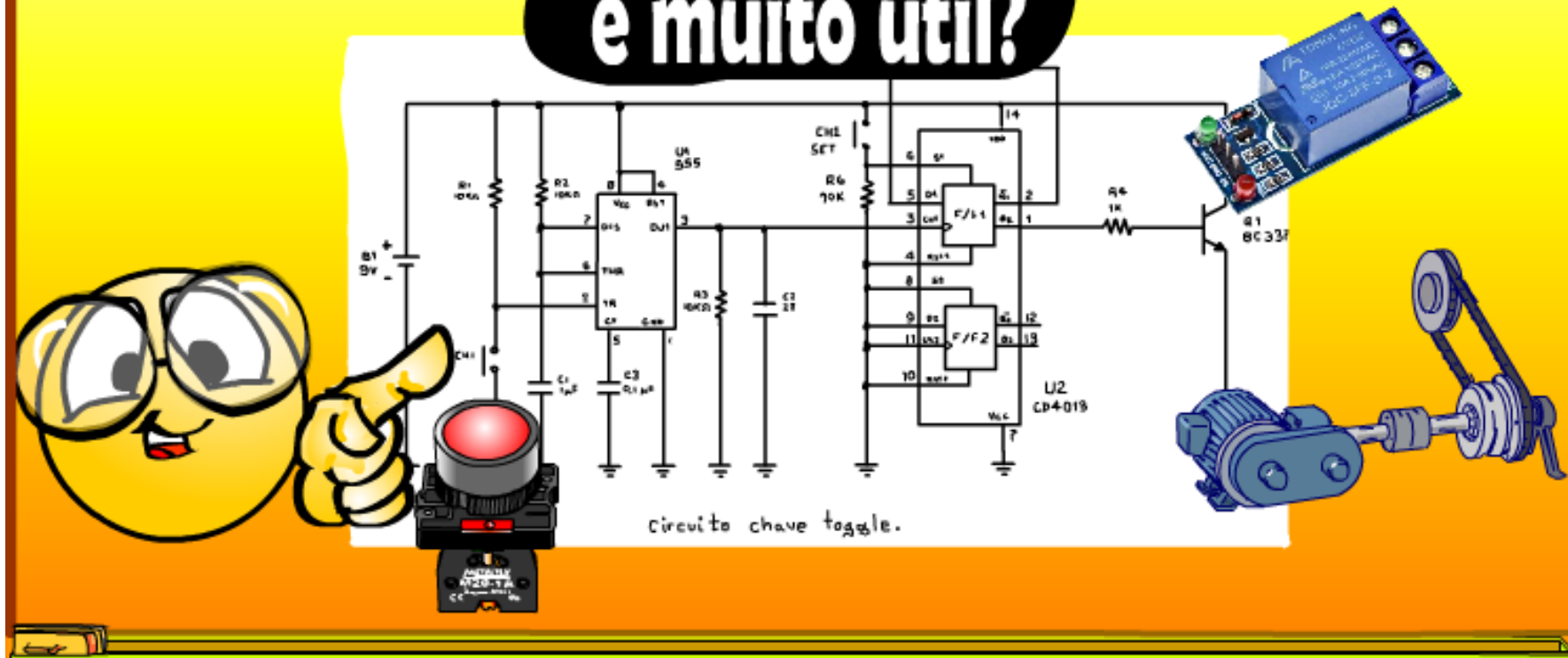


Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

# Você sabe por que esse circuito é muito útil?



@ProfessorBairros- [www.BairrosPD.com](http://www.BairrosPD.com) (31/03/2023)



VISITE  
O NOSSO  
SITE e  
CANAL  
YOUTUBE

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)  
Professor Bairros

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIRROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

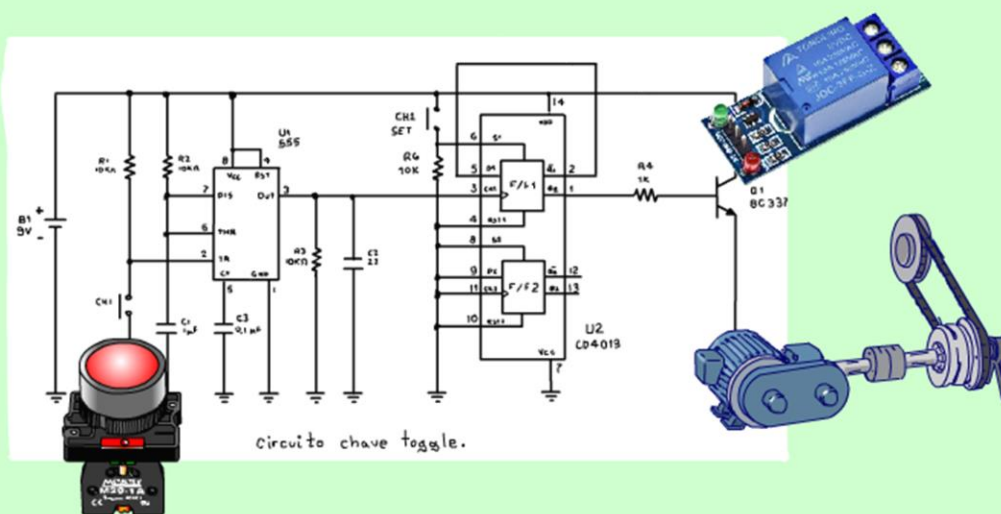
### Sumário

Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital.....	3
A chave toggle.....	4
O Flip-Flop tipo D.....	5
O circuito da chave TOGGLE. ....	6
Desabilitando as entradas. ....	7
O datasheet do FLIP-FLOP TIPO D.....	8
O “No change”. ....	9
O dont care. ....	10
O SET e RESET do FLIP-FLOP TIPO D.....	11
Como funciona a função TOGGLE. ....	12
Nova transição.....	14
A função toggle é uma função troca. ....	15
A corrida lógica. ....	16
O tempo de atraso.....	17
O circuito. ....	19
Conclusão. ....	20
Créditos .....	21

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

COMO FUNCIONA A CHAVE TOGGLE FLIP-FLOP TIPO D CONTADOR DIGITAL

### COMO FUNCIONA A CHAVE TOGGLE FLIP-FLOP TIPO D CONTADOR DIGITAL

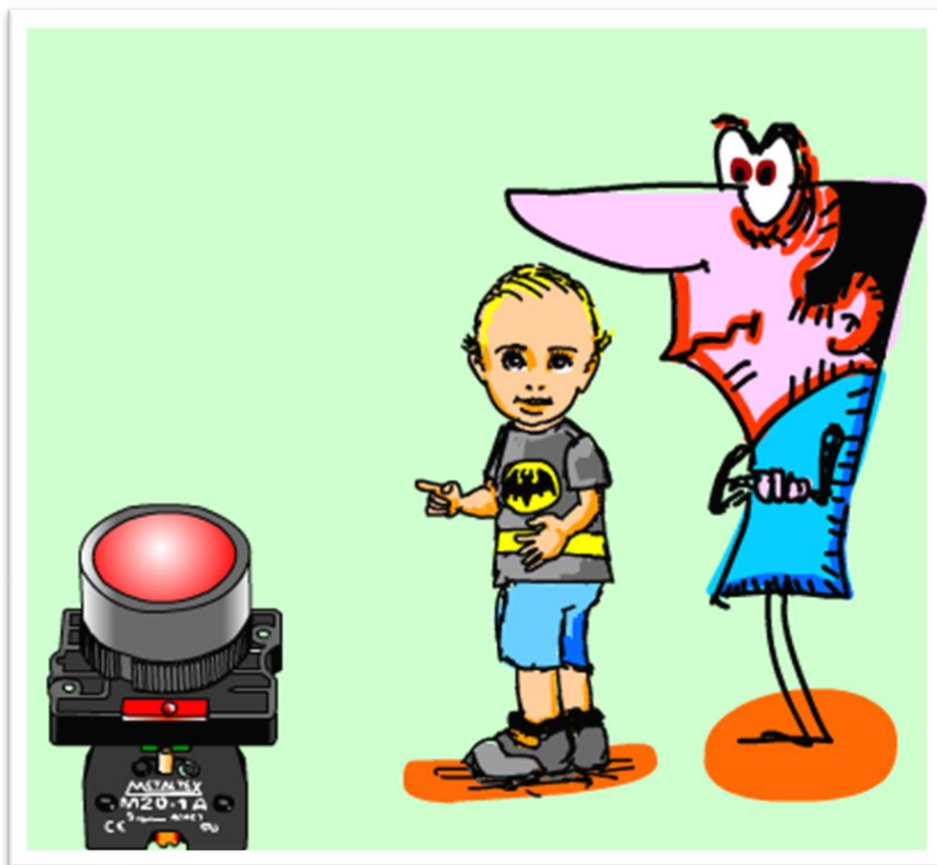


Nesse tutorial eu vou mostrar como implementar uma chave toggle usando flip-flop tipo D, e também vou falar de um conceito importante nos FLIP-FLOPs, o conceito de tempo de propagação, muito importante para os circuitos sequenciais, como os contadores e na chave toggle.

Vamos lá.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### A CHAVE TOGGLE.



Arthurzinho:

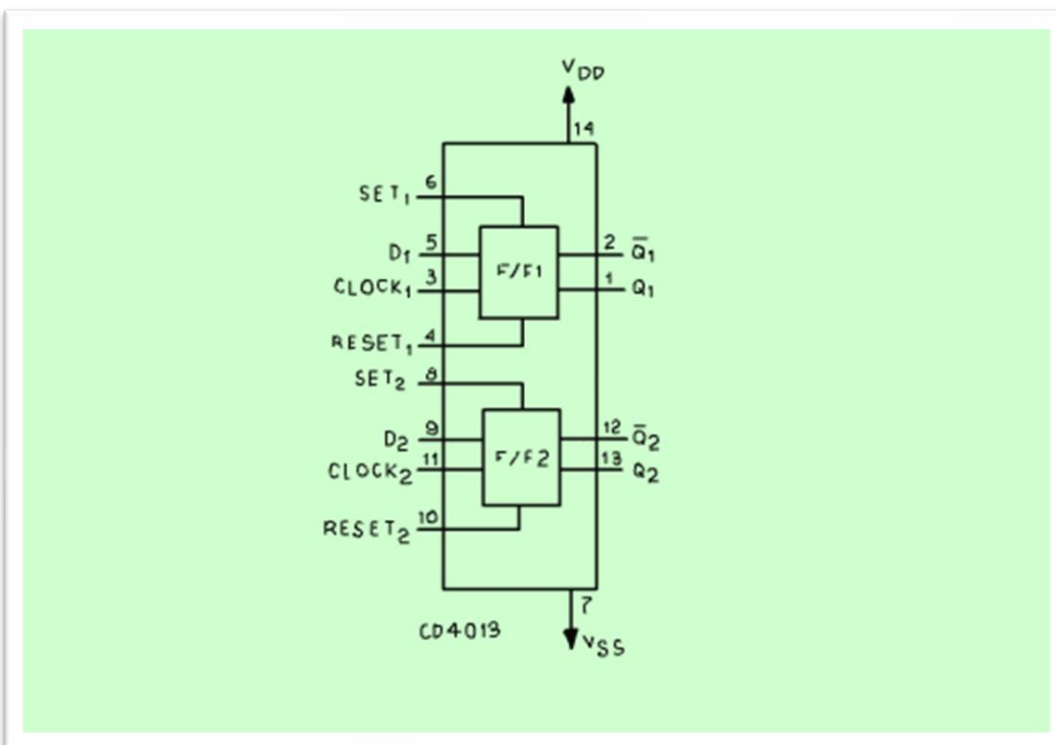
Que chave de nome esquisito é essa?

Bem, a chave TOGGLE não tem uma tradução literal para o português, seria uma chave liga e desliga com um único botão, a chave que mais se assemelha a isso é o botão com retenção, quando pressiona uma vez o botão liga e fica ligado porque fica travado mecanicamente, ao pressionar a segunda vez o mecanismo é liberado e a chave desliga.

Então vou chamar de chave TOGGLE mesmo, ou circuito TOGGLE, ou ainda função TOGGLE.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### O FLIP-FLOP TIPO D



Nesse tutorial eu vou usar o CD4013 o CI com dois FLIP-FLOPs TIPO D, o mais popular do mercado.

Vou dar um refrech na sua memória sobre o FLIP-FLOP TIPO D!

O FLIP-FLOP TIPO D simplesmente transfere o dado presente na entrada para a saída, você lembra quando?

Isso mesmo, na transição do sinal de clock.

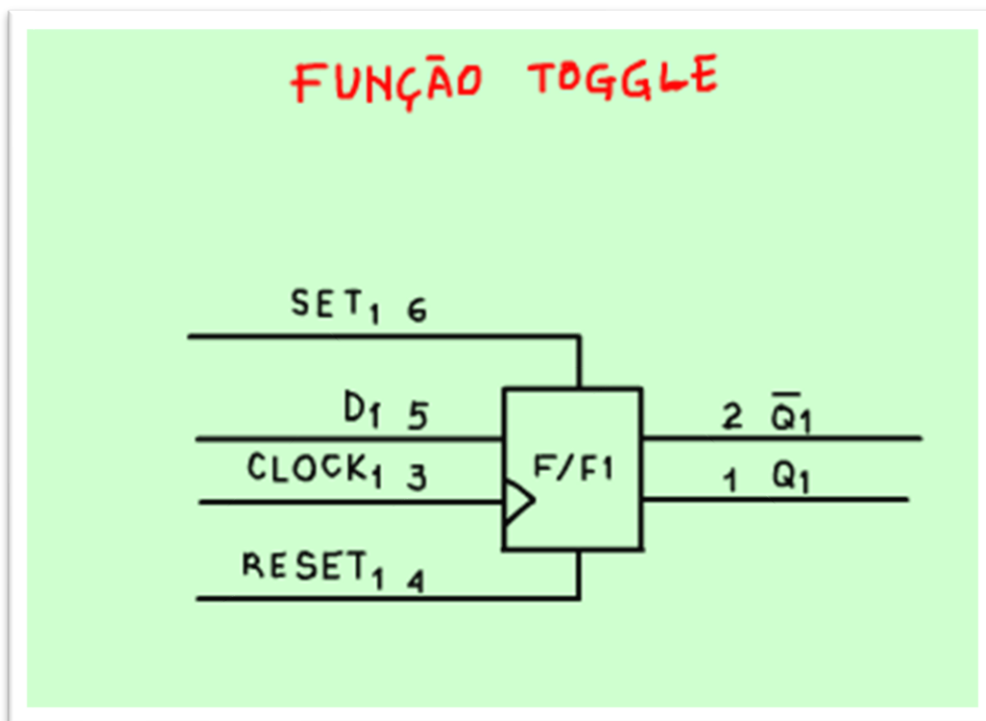
Pode ser na transição de subida do clock, então o triângulo do símbolo não é preenchido ou na transição de descida do sinal de clock, o triângulo do símbolo é preenchido, simples assim.

O 4013 tem duas saídas, isso é comum nos FLIP-FLOPs, a saída Q, é a saída principal e a saída Q barrada, é o inverso da saída Q, esse barrado é porque a letra Q tem aquela barrinha por cima, indicando a inversão.

Para fazer a chave TOGGLE o FLIP-FLOP TIPO D têm que ter as duas saídas!

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### O CIRCUITO DA CHAVE TOGGLE.

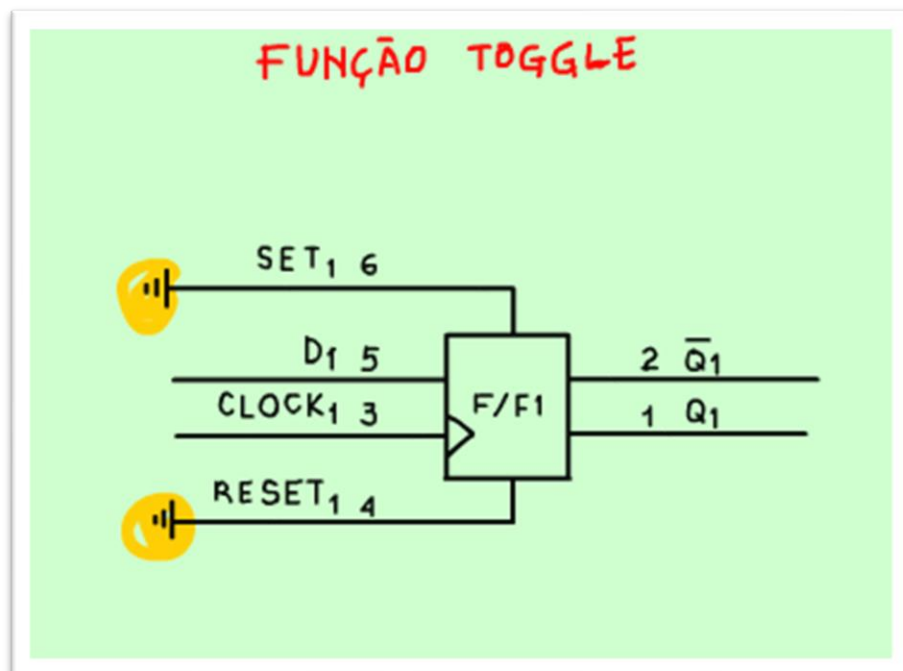


Eu vou começar mostrando o circuito básico da função TOGGLE, para isso vou precisar somente de um FLIP-FLOP TIPO D.

Sim, eu vou chamar de função TOGGLE, porque ela têm muitas aplicações uma delas é na chave TOGGLE!

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### DESABILITANDO AS ENTRADAS.



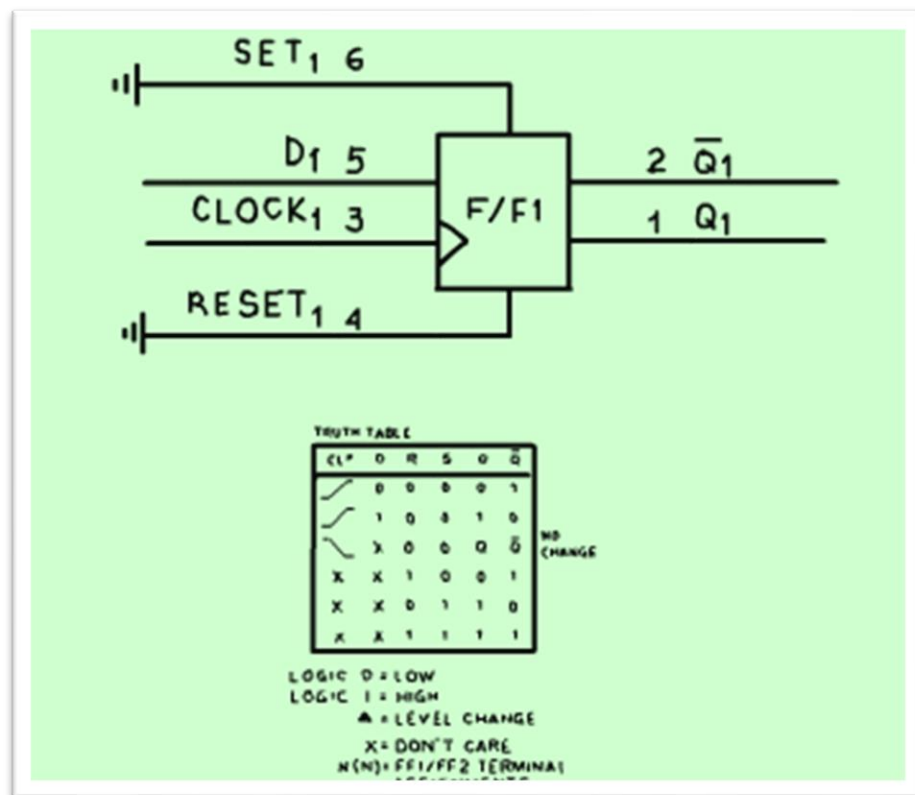
Não vou precisar dos pinos de SET e RESET, por isso vou ligá-los direto no terra, vou desabilitar essas entradas.

Sempre que você não estiver usando uma entrada da família CMOS você deverá ligar no terra se essa entrada é ativa com um, são aquelas entradas que não têm a barrinha sob o nome, se for uma entrada ativa com zero, ligue no terra, isso desabilita a entrada e impede que ruídos elétricos penetrem por essa entrada, é esse o caso do 4013, por isso liguei direto no terra.



## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### O DATASHEET DO FLIP-FLOP TIPO D

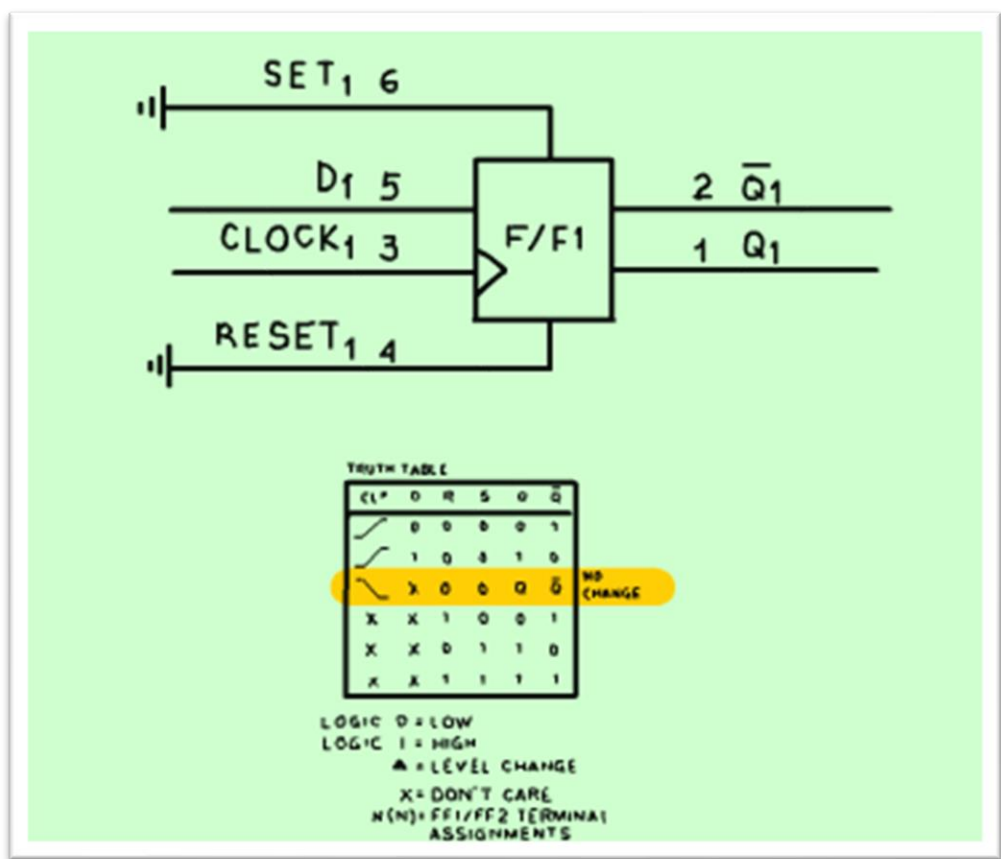


Se você tiver dúvidas se uma entrada é ativa com um ou com zero, dê uma olhadinha no datasheet, observe o gráfico de tempos ou a tabela verdade, nesse caso o datasheet do 4013 mostra a sua tabela verdade, isso mesmo, os FLIP-FLOPs também têm tabelas verdades.

Não esqueça que a tabela verdade conta todos os segredos de um circuito digital, e pode acreditar, afinal a tabela verdade só fala a verdade.

# Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

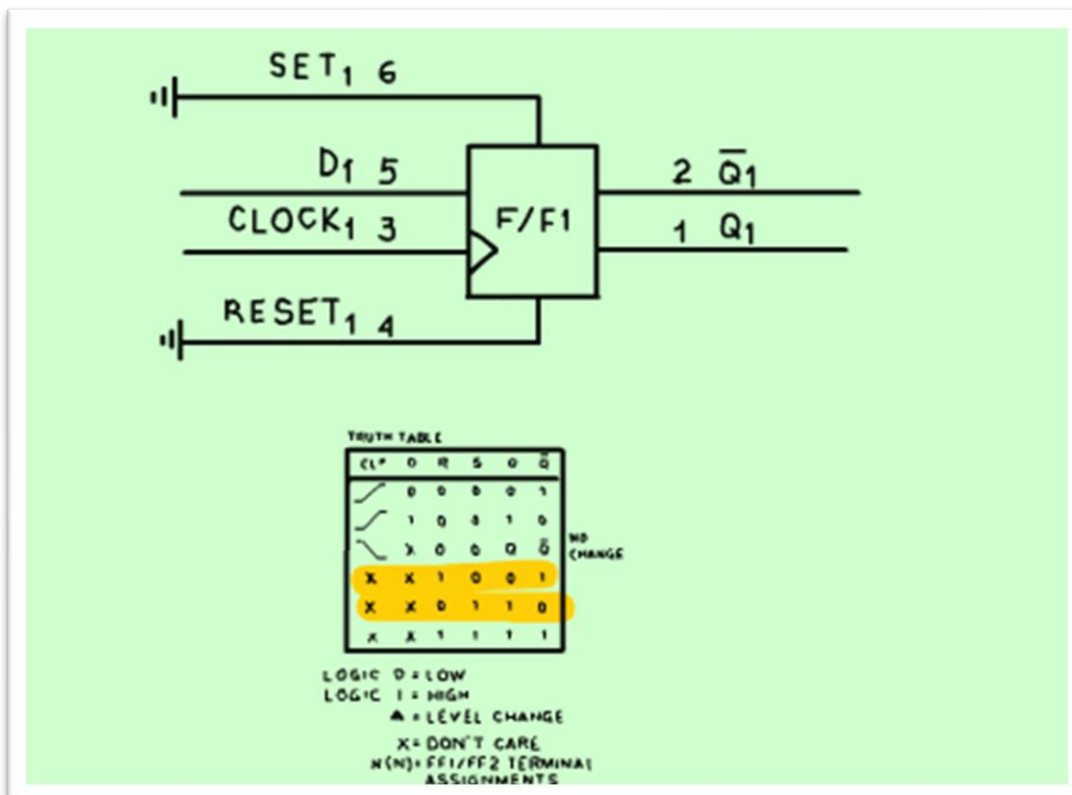
O "NO CHANGE".



Na terceira linha aquele "No change" significa que não muda, isso é, na descida do clock nada muda.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

O DONT CARE.

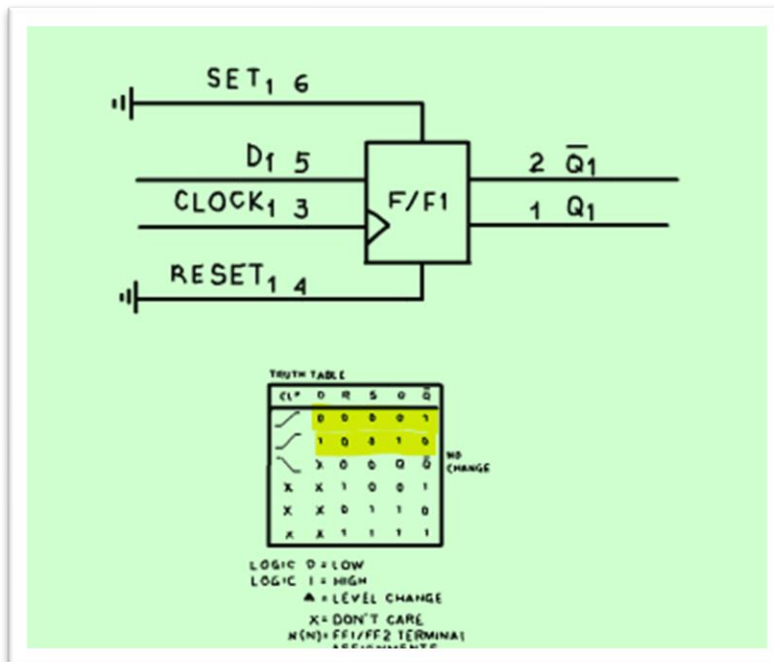


Aquele xis é o dont care, que significa não importa, não importa o nível lógico, pode ser zero ou um que não influencia naquela linha, por exemplo, na quarta linha não importa o valor do clock ou da entrada D, se a entrada de reset for igual a um e a entrada de SET igual a zero, a saída Q é zerada, claro que a saída Q barrada vai para um, ela é sempre o inverso da saída Q, diz-se que o FLIP-FLOP foi resetado, a saída é forçada a ir para zero.

Na quinta linha o FLIP-FLOP é setado, ligado, a saída é forçada a ir para um, esse forçado é indicado na tabela verdade pelos xizinhos nas outras entradas.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### O SET E RESET DO FLIP-FLOP TIPO D



Na primeira linha quando a entrada D for zero e o clock transitar na subida, a saída Q vai para zero, isso é segue a entrada, e a saída Q barrada apresenta o inverso, vai para o valor um.

Você sabe que é transição de subida, porque está desenhado na tabela verdade.

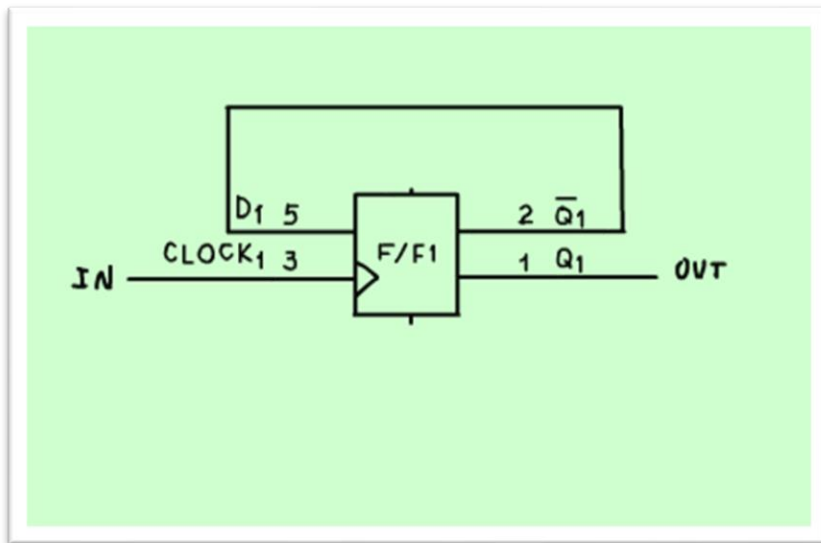
Na segunda linha quando a entrada D for um e o clock transitar na subida, a saída Q vai para um, isso é segue a entrada, e a saída Q barrada apresenta o inverso, valor zero.

Viu, a saída Q seguiu a entrada D.

Pronto, agora você já conhece o FLIP-FLOP TIPO D, nos mínimos detalhes.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### COMO FUNCIONA A FUNÇÃO TOGGLE.



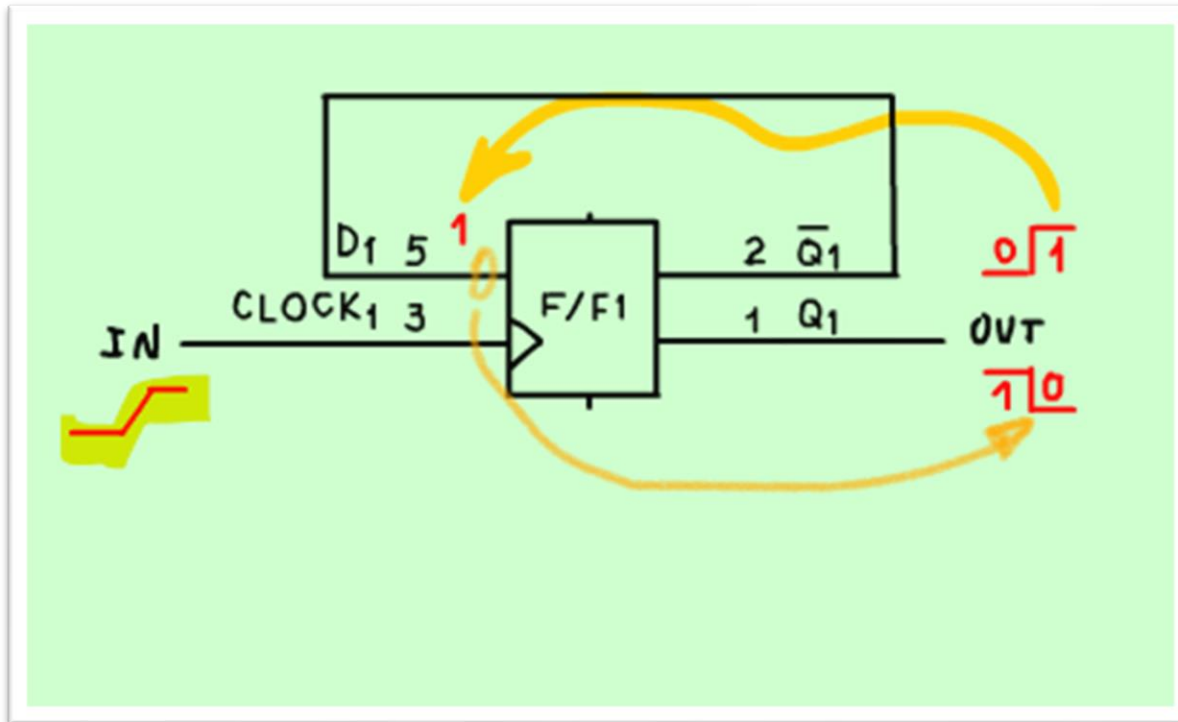
Agora fica fácil analisar o circuito, para deixar mais claro vou apagar os pinos de SET e RESET.

Para um FLIP-FLOP TIPO D implementar uma função TOGGLE basta ligar a saída Q barrada na entrada, e observe que a entrada não está ligada em mais nada.

O sinal de entrada vou chamar de IN, é o sinal aplicado ao clock, e o sinal de saída, vou chamar de out, é retirado da saída Q do FLIP-FLOP TIPO D.

Vamos ver esse circuito funcionando agora.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital



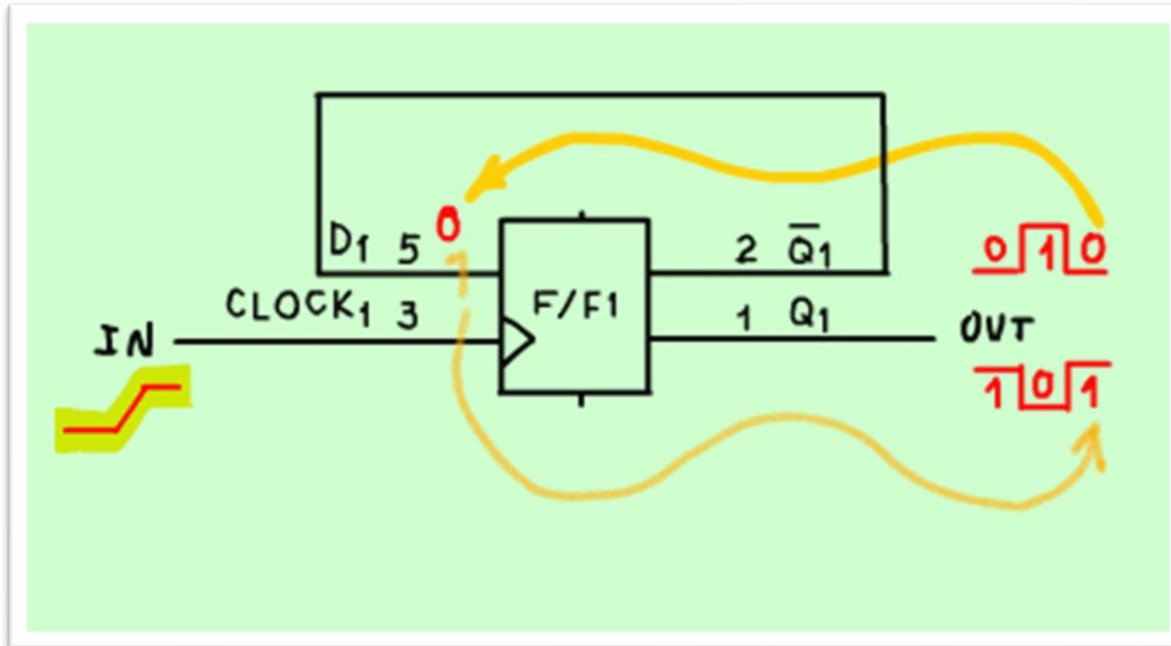
Suponha que a saída Q está com o valor um, então a saída Q barrada está com o valor zero.

Quando a entrada transitar de zero para um, o zero da entrada D é transferido para a saída Q que troca de um para zero, então a saída Q barrada também troca de zero para um e aí acontece a mágica, esse será o novo valor na entrada D.

Observe que a saída trocou de valor: era zero antes do sinal de entrada transitar, depois passou para um, e vai ficar assim até que nova transição ocorra.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

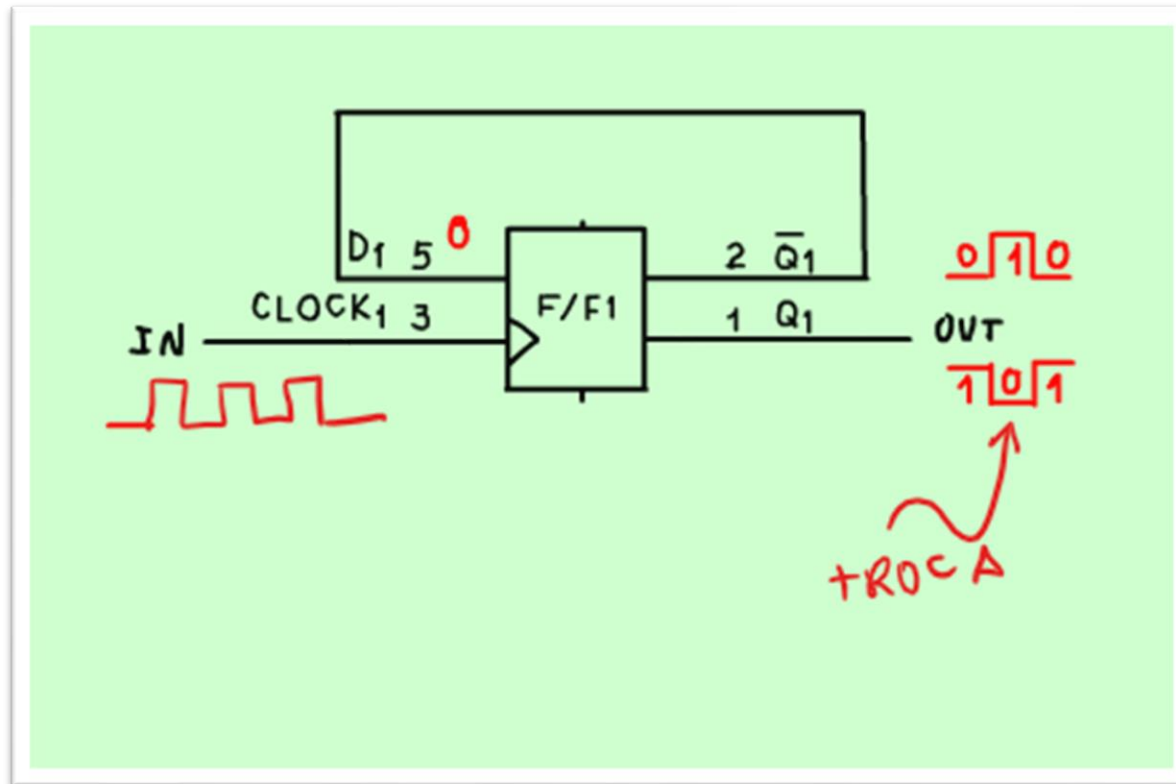
### NOVA TRANSIÇÃO



E quando ocorrer a nova transição, o um da entrada D é transferido para a saída Q que troca de zero para um, então a saída Q barrada também troca de um para zero e aí a mágica acontece novamente, esse será o novo valor na entrada D, o mesmo valor do início do ciclo.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

A FUNÇÃO TOGGLE É UMA FUNÇÃO TROCA.

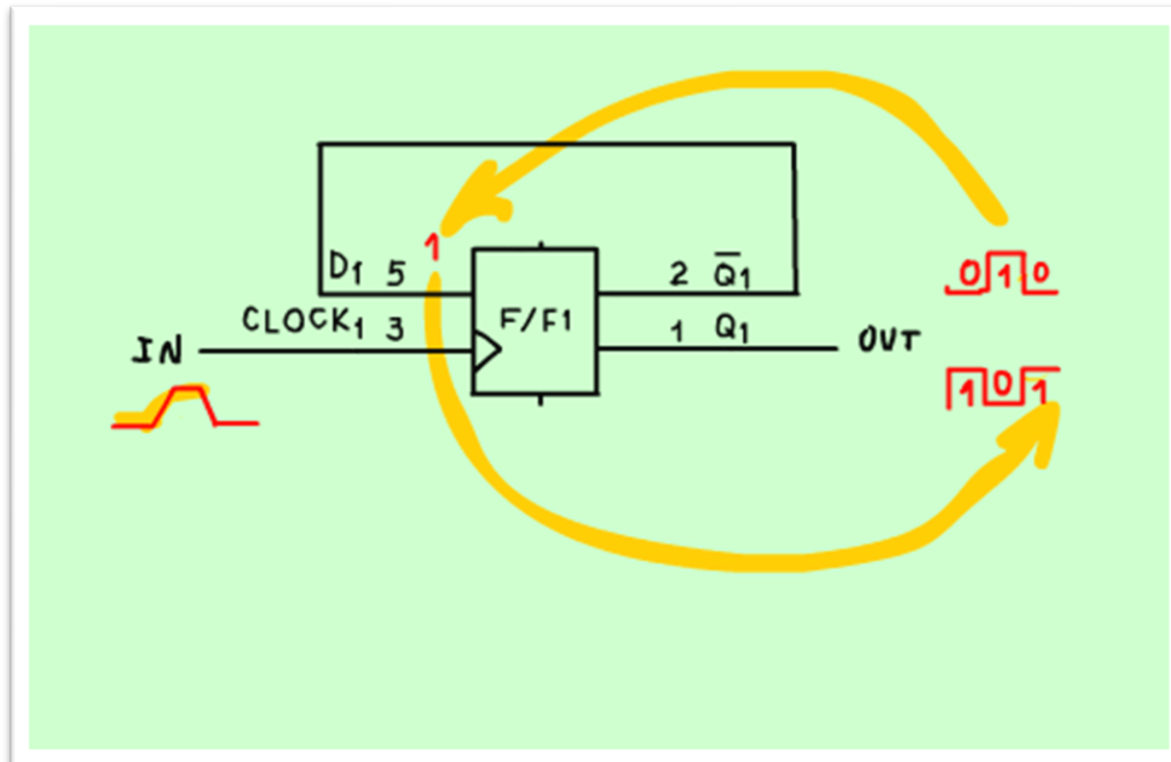


Então podemos dizer que a função TOGGLE é uma função de troca, sempre que a entrada transitar a saída troca, não podia ficar mais simples.



## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### A CORRIDA LÓGICA.



eletricidade anda na velocidade da luz.

Como solucionar?

Mas essa mágica tem um truque, então eu vou contar esse truque agora.

Veja o problemão primeiro.

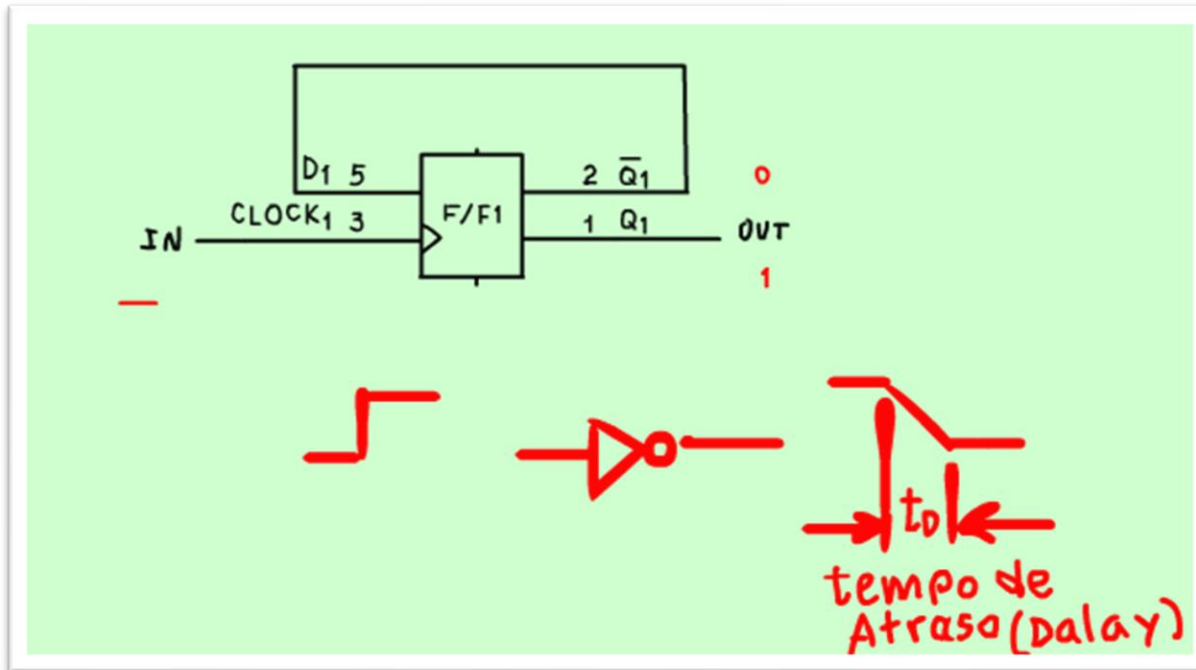
Se considerarmos que o sinal aplicado no FLIP-FLOP TIPO D passa imediatamente para a saída, o circuito deixa de funcionar.

Veja, se durante a transição a saída Q mudar de um para zero e a saída Q barrada mudar de zero para um imediatamente, então a entrada irá mudar imediatamente e imediatamente a saída Q volta para o valor um, e no final no ciclo tudo continua como antes, viu imediatamente apareceu o problema, esse problema é chamado de corrida lógica.

E você pode pensar que tudo isso ocorre porque a

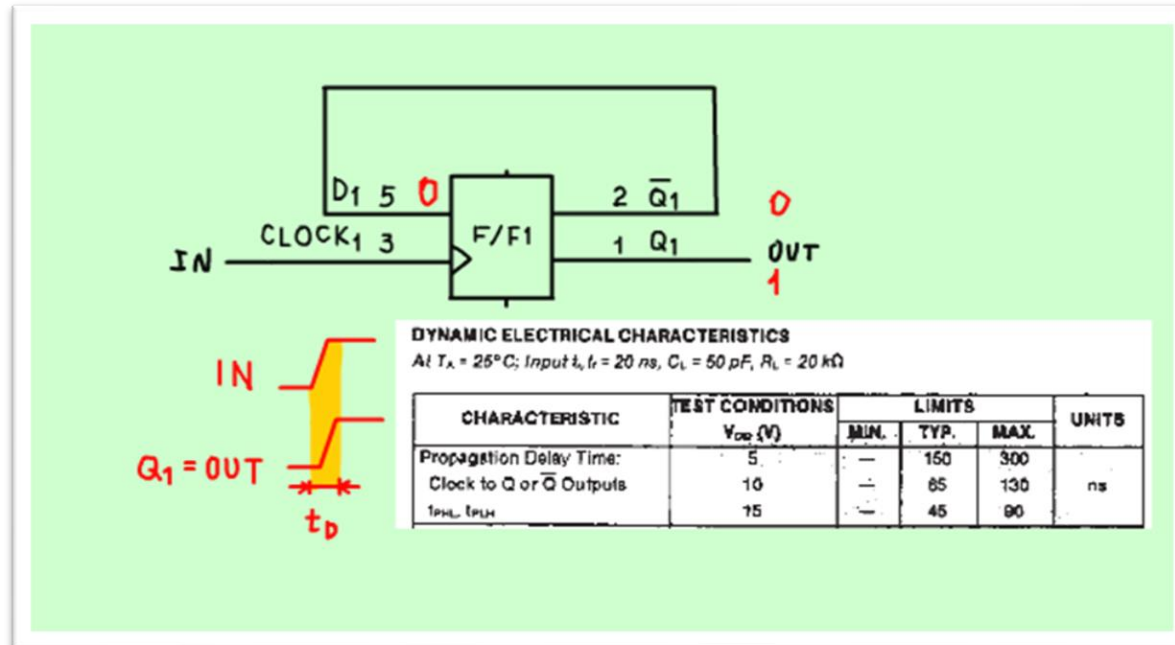
## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### O TEMPO DE ATRASO.



A solução é simples, os semicondutores não trocam de estado na velocidade da luz, felizmente, esse é um fenômeno dos cristais dopados, neles as cargas demoram um tempo para se ajeitarem dentro do cristal, então existe um tempo de atraso entre o sinal trocar na entrada e a saída responder, isso serve para qualquer semicondutor, mas nas portas lógicas é extremamente importante, porque é a solução para a tal corrida lógica.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital



Veja figura, eu coloquei o sinal de entrada e saída juntos.

Quando o sinal de entrada começar a transitar, o sinal de saída Q vai começar a transitar também, e devido ao tempo de atraso esse sinal vai chegar no nível alto quando o sinal do clock já não está mais transitando, então ele não se propaga, o sinal da saída Q barrada também vai atrasar e o sinal da entrada D só vai ter trocado de valor depois que a transição do clock acabou.

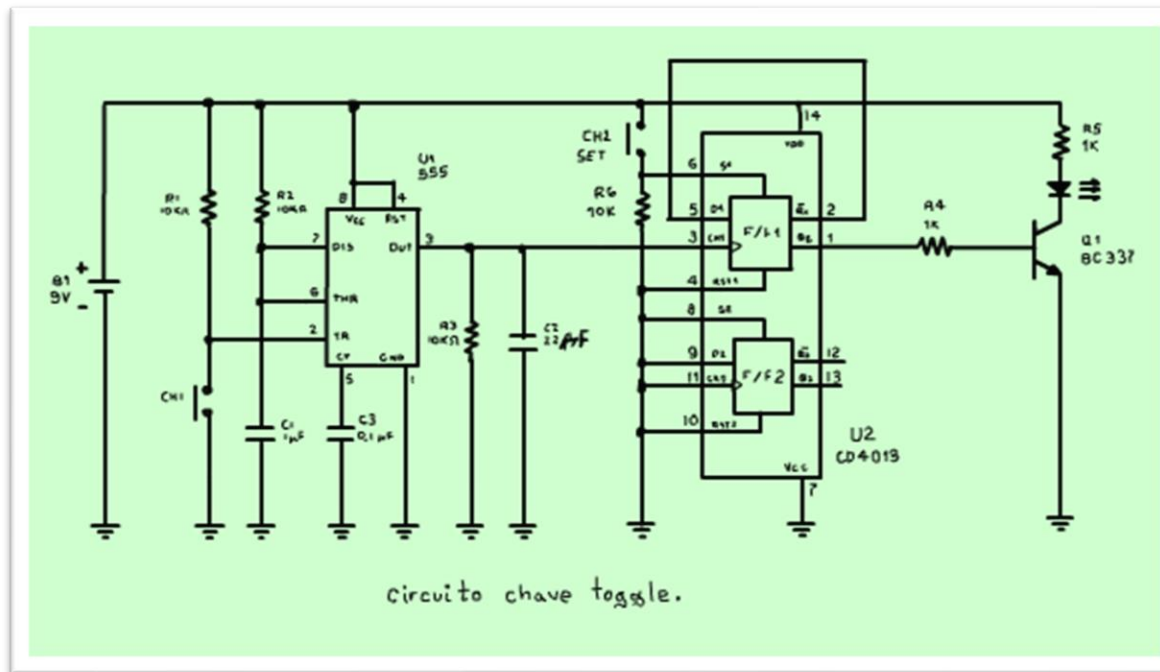
Esse tempo que o sinal de saída leva para trocar de estado em resposta a variação do sinal de entrada é chamado de tempo de atraso, ou DELAY no inglês, ou ainda propagação, mas o

importante é que ele a solução para o circuito da chave TOGGLE, sem ele a chave TOGGLE seria a: chave louca.

No datasheet é chamado de “propagation DELAY time”, agora você sabe o porquê e como ele é importante.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### O CIRCUITO.



Aqui está o circuito de uma chave TOGGLE, se você conhece a teoria o seu funcionamento é muito simples, se o led está apagado, quando a chave é pressionada e liberada o LED acende, se a chave for pressionada e liberada novamente o LED apaga, viu trocou, chave TOGGLE.

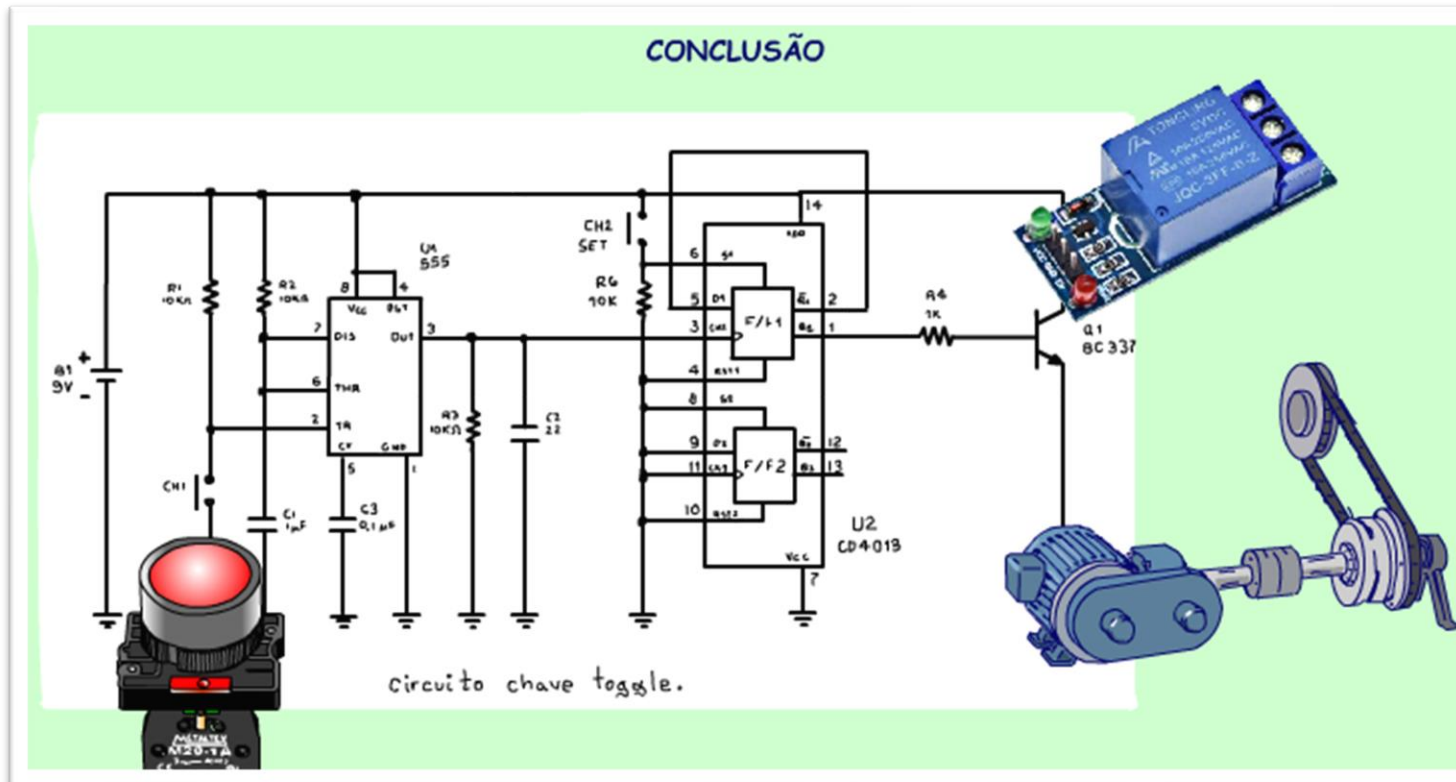
Esse é um circuito muito útil, se no lugar do LED você colocar um relé, e o relé acionar um motor, então um toque liga o motor e outro toque desliga, não precisa de dois botões, então é ou não é muito útil.

Mas, eu vou analisar os detalhes e mostrar funcionando no próximo tutorial.

Enquanto isso vai tentando entender o funcionamento desse circuito.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial o conceito da função TOGGLE, e como construir uma chave TOGGLE, uma chave que troca o estado da saída cada vez que você a pressionar.

No próximo tutorial eu analiso o circuito.

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

### CRÉDITOS

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

**Arthurzinho: E não tem site.**

Tem sim é [www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com) lá você encontra o pdf e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

INSCRIÇÃO YOUTUBE: <https://www.youtube.com/@professorbairros>

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

## Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

20230325 Como funciona a chave Toggle flip flop tipo D contador digital

Como funciona a chave Toggle flip-flop tipo D contador digital

Nesse tutorial eu vou mostrar como implementar uma chave toggle usando flip-flop tipo D, o conceito de tempo de propagação, muito importante para os circuitos contadores.

Assuntos relacionados.

Quanta teoria eu preciso para trabalhar com eletrônica?: <https://youtu.be/-5T6T3sljDo>

SEO:

Chave TOGGLE, função TOGGLE, o que uma função TOGGLE, como fazer uma chave TOGGLE, FLIP-FLOP TIPO D, como fazer uma chave TOGGLE com um FLIP-FLOP TIPO D,

YOUTUBE: <https://youtu.be/dznTbqDsVYw>