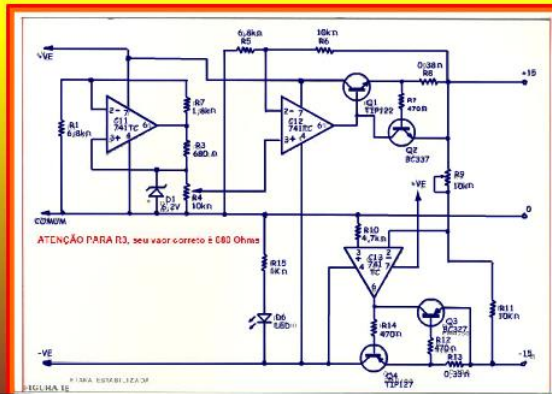


# Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.



Fonte de tensão simétrica com  
AMPOP, a fonte do Amilton.

Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.



The image shows a screenshot of the website [www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com). The website header includes the logo 'bairrospd' and the text 'BAIROS PROJETOS DIDÁTICOS E ELETRÔNICOS'. Below the header, there is a green banner that says 'ESTUDE ELETRÔNICA NO SITE WWW.BAIROSPD.COM!'. The main content area features a navigation menu with options like 'HOME', 'CURSOS', 'BIBLIOTECA', 'TUTORIAIS', 'VOCÊ SABIA?', and 'CONTATO'. A prominent yellow banner reads 'APRENDA A LER RESISTORES'. Below this, there is an illustration of a man working on a circuit board, with a search bar and a search result titled 'O QUE SIGNIFICA GASTAR ENERGIA ELÉTRICA: Uma questão de Potência.'. At the bottom of the screenshot, a blue banner asks 'AULAS OU ACESSORIA COM O ENGENHEIRO E PROFESSOR ROBERTO BAIROS?' and includes a 'CLIQUE AQUI!' button.

**VISITE  
O NOSSO  
SITE e  
CANAL  
YOUTUBE**

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

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

[https://www.youtube.com/channel/UC\\_tfxnYdBh4IbiR9twtpPA](https://www.youtube.com/channel/UC_tfxnYdBh4IbiR9twtpPA)

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.  
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

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

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

**Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.**

## Sumário

1	Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.....	3
1.1	O circuito. ....	5
1.2	Vídeo. ....	48
1.3	Conclusão. ....	49
1.4	Créditos .....	50

Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

# 1 FONTE DE TENSÃO SIMÉTRICA COM AMPOP, A FONTE DO AMILTON.

---

Simmmm, eu sou o professor Bairros e no tutorial de hoje nós vamos ver....

Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

YOUTUBE: <https://youtu.be/gMvQ5bIb6oE>

Hoje vou mostrar o circuito de uma fonte simétrica para você montar e ter no seu laboratório, a fonte enviada pelo seguidor Amilton Jr..

Vamos lá!



Figura 1

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Assuntos relacionados.

Fonte de tensão ajustável com amplificador operacional não inversor.

Youtube: <https://youtu.be/37OUVh-Ug3Y>

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)

Fonte de tensão para laboratório, faça você mesmo uma fonte de tensão para laboratório, fonte de tensão simétrica, faça você mesmo uma fonte de tensão simétrica para laboratório, fonte de tensão ajustável, fonte de tensão ajustável com controle de corrente, fonte com controle de corrente,

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.


### 1.1 O CIRCUITO.

Esse circuito foi retirado duma revista antiga a Eletrônica Popular de 1978, mas que continua muito atual, uma aplicação prática de uma fonte de tensão com amplificador operacional.

**O CIRCUITO.**

**Fonte simétrica  
regulável +15, -15 volts,  
2A**

- Regulável para -15 e +15 volts
- Capacidade de fornecimento de corrente: 2 A
- Opção de uso como fonte de 30V, 1A
- Proteção contra curto-circuito
- Estabilidade melhor que 0,5%
- **Ripple:** 300  $\mu$ V s/carga, 2 mV à máxima carga

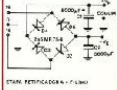


Normalmente quando trabalhamos com amplificadores operacionais integrados, nos deparamos com a necessidade de utilizar duas tensões de alimentação simétricas, ou seja, de mesmo valor absoluto, sendo uma positiva e outra negativa.

A obtenção destas tensões pode ser feita a partir de duas fontes simétricas simples ou de uma única fonte simétrica ajustável. A segunda opção nos parece a mais prática e econômica, mas nem sempre é possível realizá-la, devido à escassez de fontes deste tipo de fonte no nosso mercado.

É para suprir esta lacuna que passamos a apresentar uma fonte simétrica -15 - 0 - +15, que você mesmo poderá montar, complementando um pouco mais o seu laboratório. Obviamente ela se presta também as aplicações das fontes comuns, com opções de 15 e 30 volts.

**Funcionamento básico:**  
O circuito do título com uma etapa em classe AB opera em 150 Hz e fornece 2A de corrente de carga, com um ripple de 300  $\mu$ V s/carga. A escala do controle de tensão do transformador varia por um fator de 10 em relação à escala de tensão de saída de um transformador comum.



NOTA: ELETRÔNICA 4-1

Figura 2

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Essa é a imagem do circuito original muito linda.

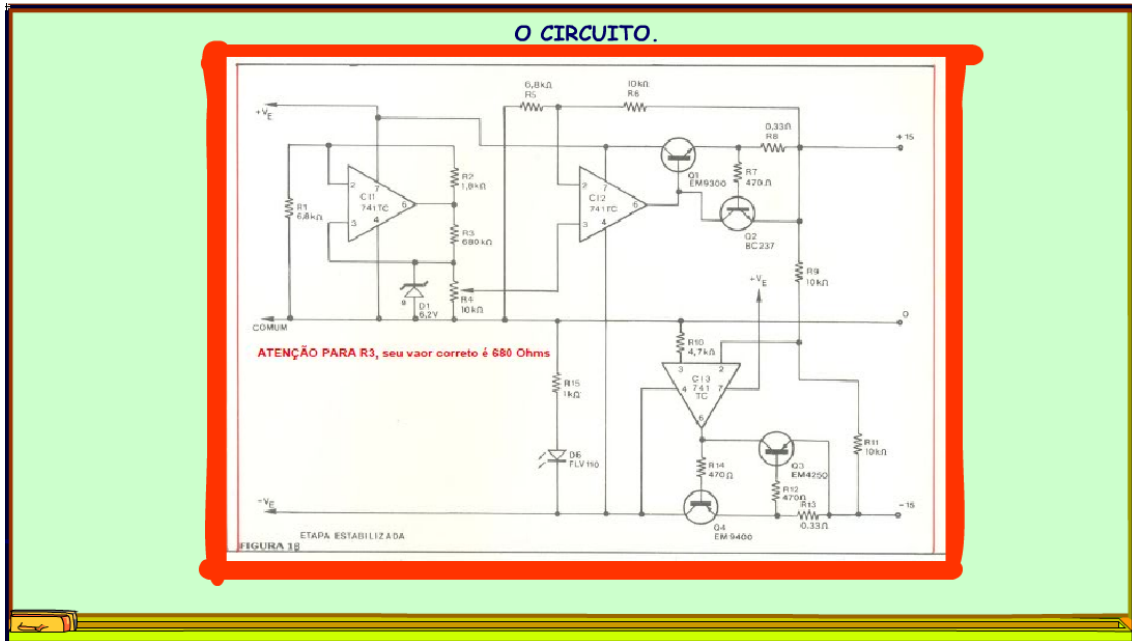


Figura 3

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Por isso vou manter esse mesmo layout, vou até corrigir a revista, a resistência R3 é 680 OHM.

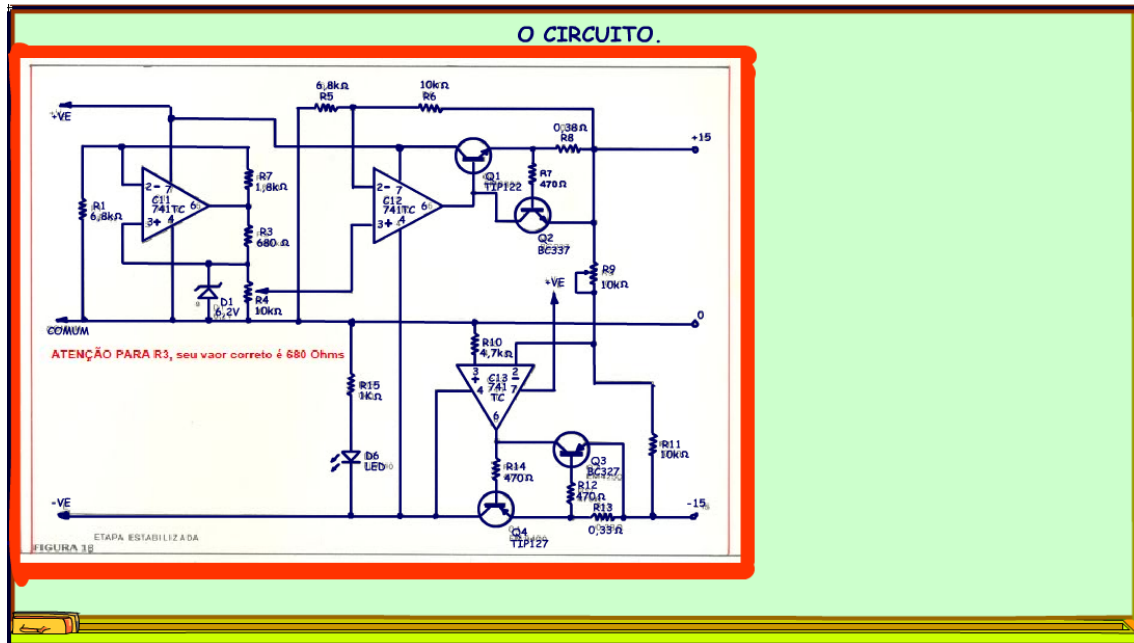


Figura 4



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

O fantástico circuito atualizado é mostrado na figura.

Na verdade, esse é o controle, tem o retificador no próximo slide.

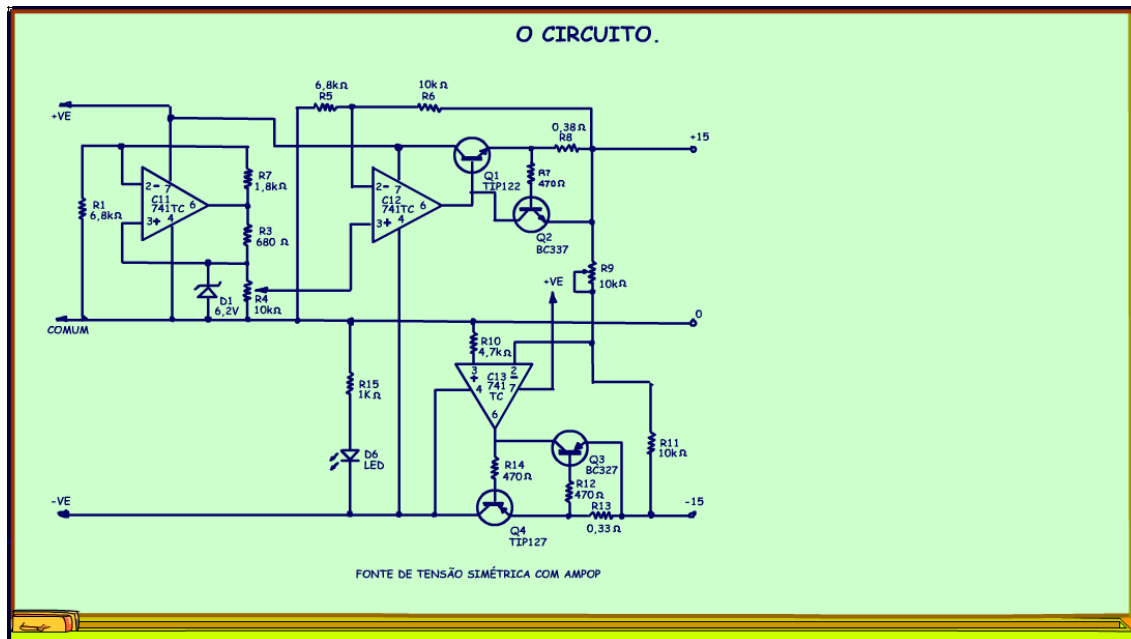


Figura 5

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse é o retificador que gera a tensão simétrica retificada, vou começar explicando como ele funciona, é muito interessante.

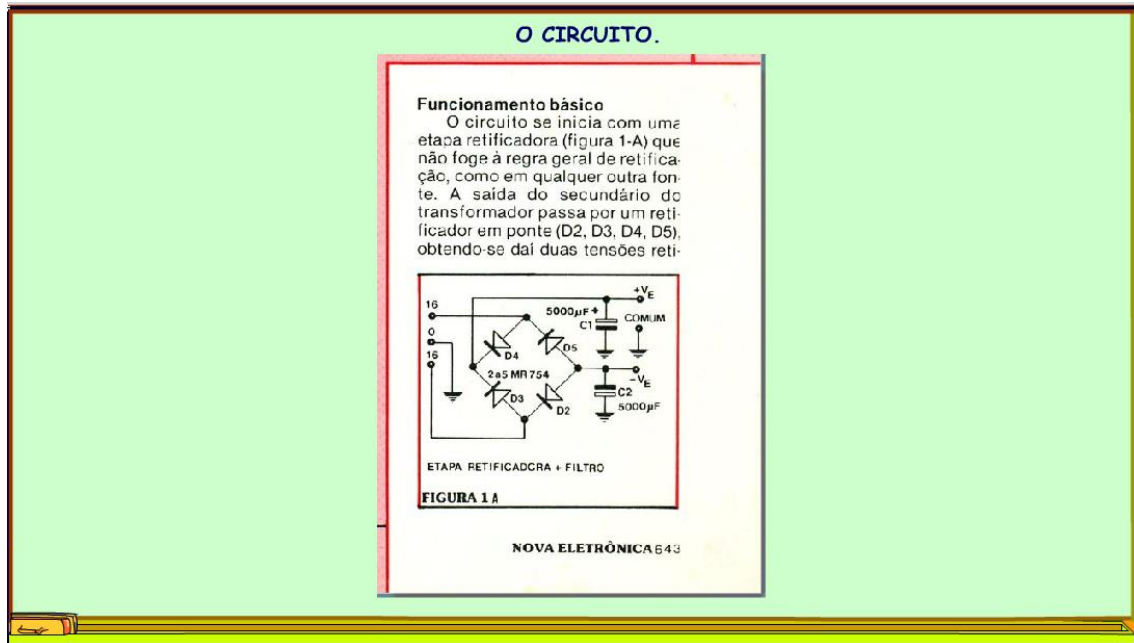


Figura 6

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse é um circuito muito prático para gerar uma tensão simétrica usando o retificador em ponte.

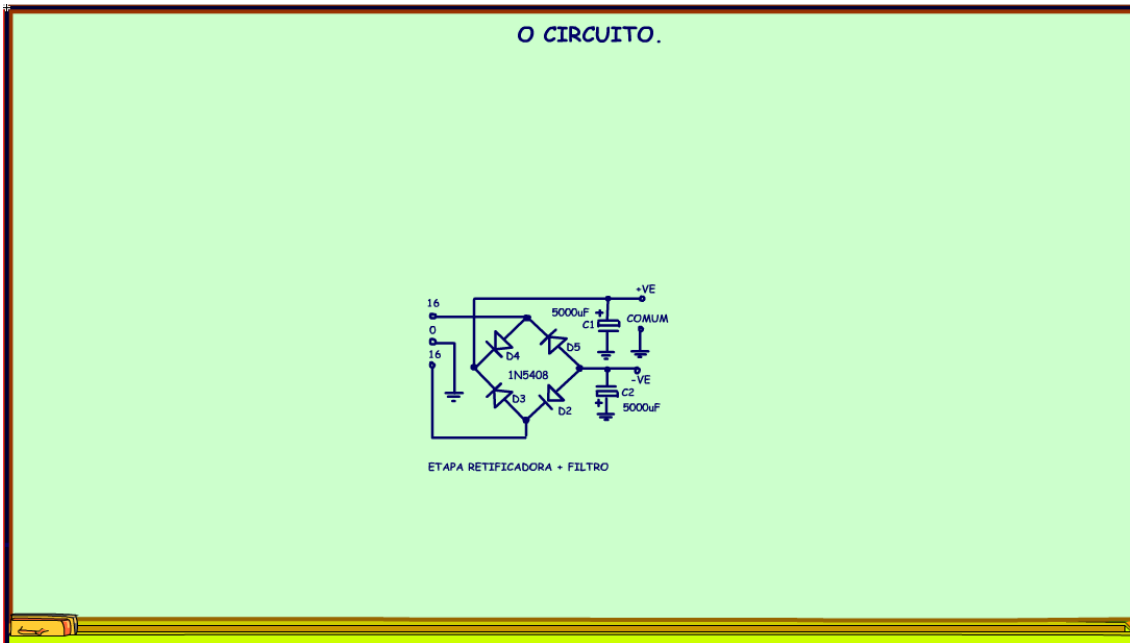


Figura 7

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

O circuito não tem segredo é um retificador em ponte usado como dobrador de tensão, eu já falei sobre esse circuito aqui nesse canal amalucado.

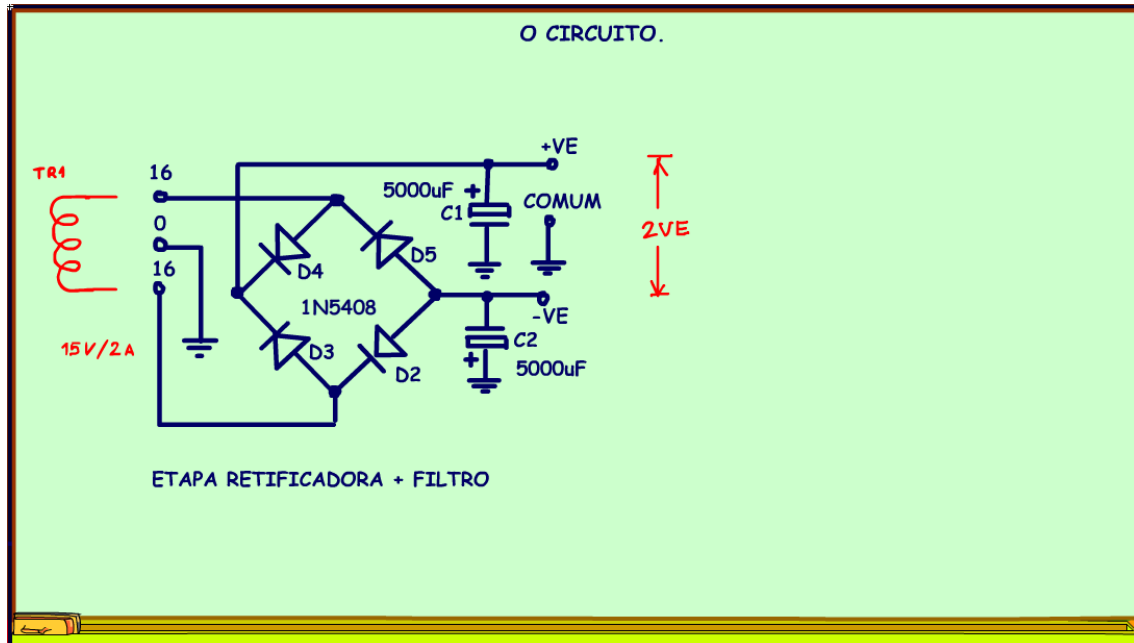


Figura 8

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Mas, com o um transformador com center tape, esse dobrador se transforma na fonte simétrica retificada.

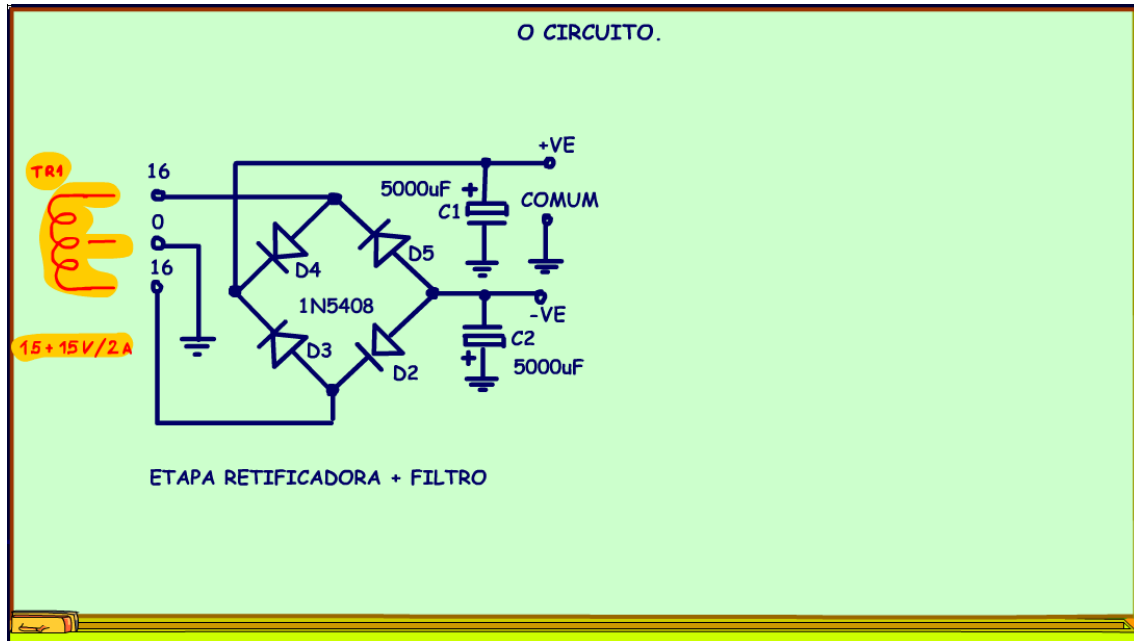


Figura 9

**Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.**

Cuidado com a polaridade dos capacitores, para C1 o negativo vai para o terra, tudo normal, mas para C2 é o positivo que vai para o terra, não erre!

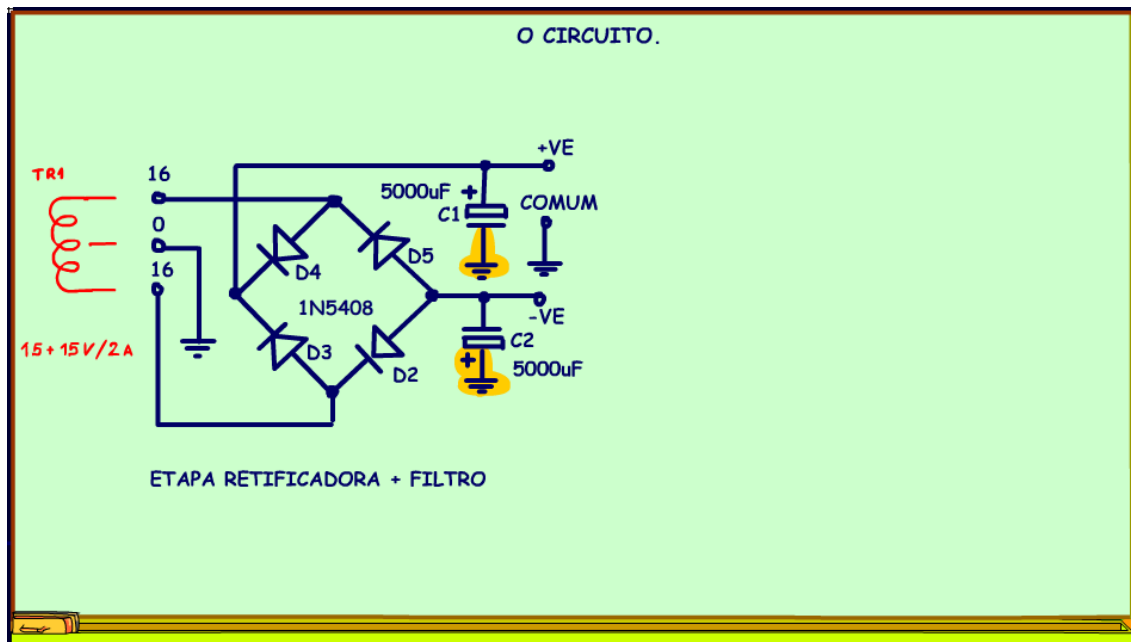


Figura 10

### Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

A tensão do transformador deverá ser de 15V, pois depois de retificado irá para 15V vezes raiz de dois e tirando 0,7V do diodo, sobra para a saída em torno de 20V.

Isso tanto para tensão positiva quanto para a negativa.

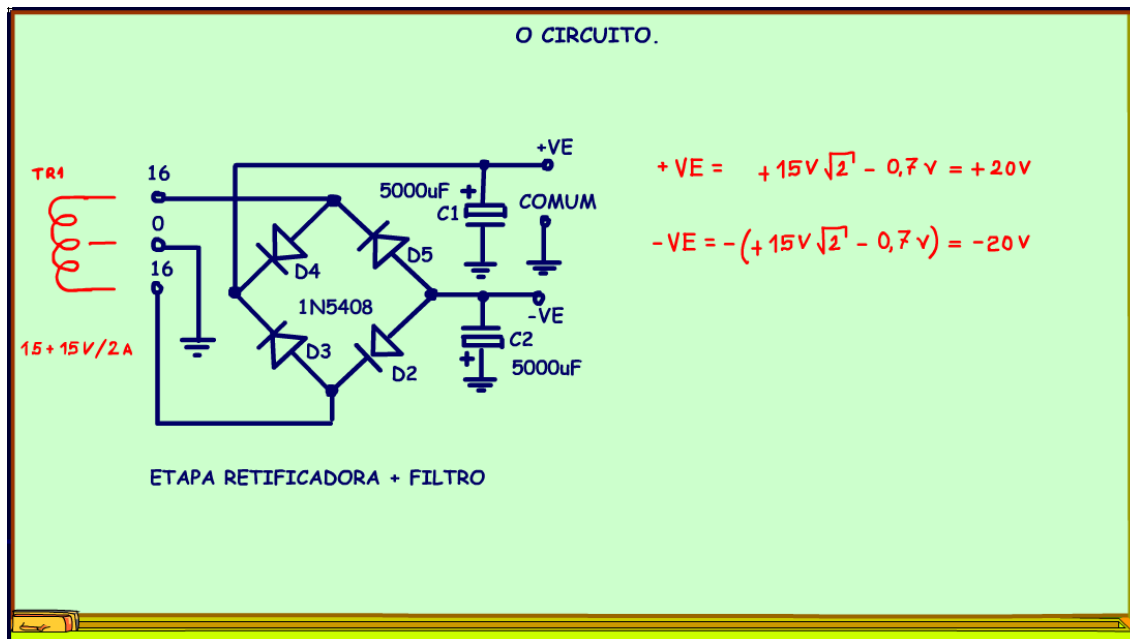


Figura 11

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Essa é a tensão ideal para a entrada da fonte, você lembra do dropout, a tensão de entrada tem que ser ao redor de 4V maior do que a tensão de saída, como essa fonte vai gerar 15V, então 20 é o ideal.

Para um transformador de 12+12V a tensão ficaria ao redor de 17V.

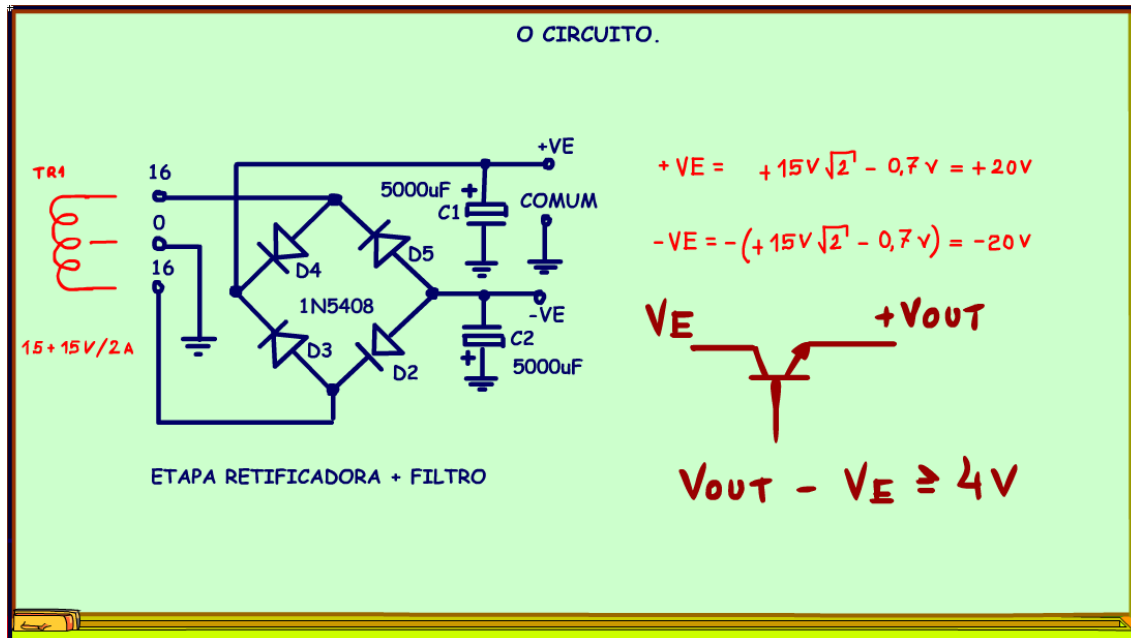


Figura 12



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Veja como funciona esse circuito.

No semiciclo positivo da senoide, a tensão no topo do transformador em relação ao terra é positivo, e será negativo na base.

Tudo em relação center tape que é zero volt.

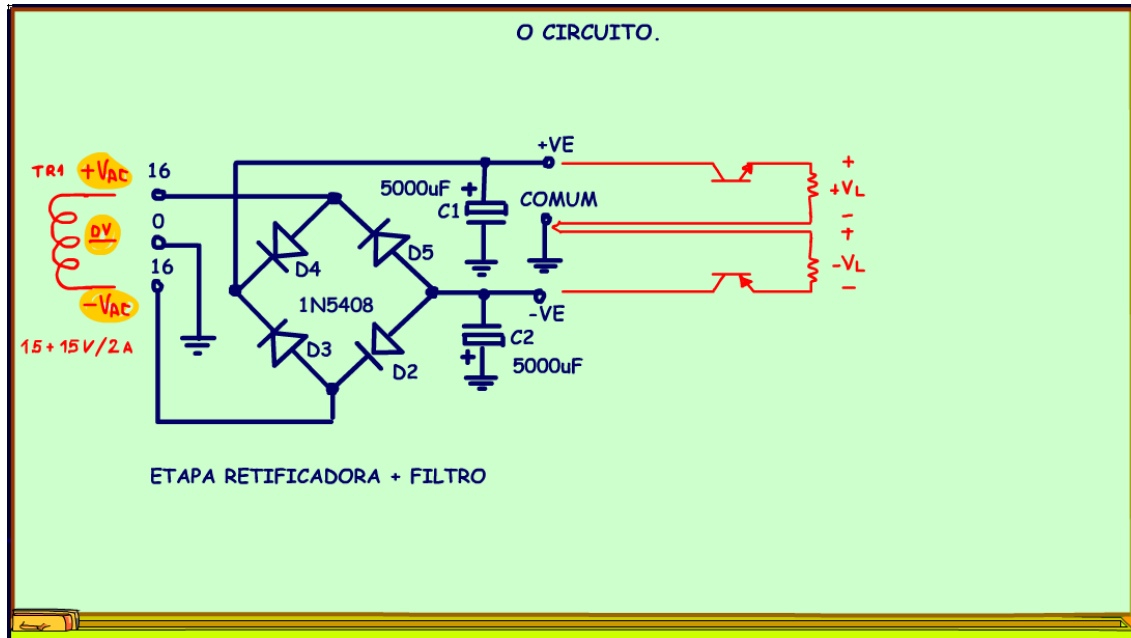


Figura 13

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Nessa condição olhando para o tape superior o diodo D4 conduz, a corrente passa do positivo para o negativo na carga gerando a tensão  $+V_L$ , a tensão positiva na carga.

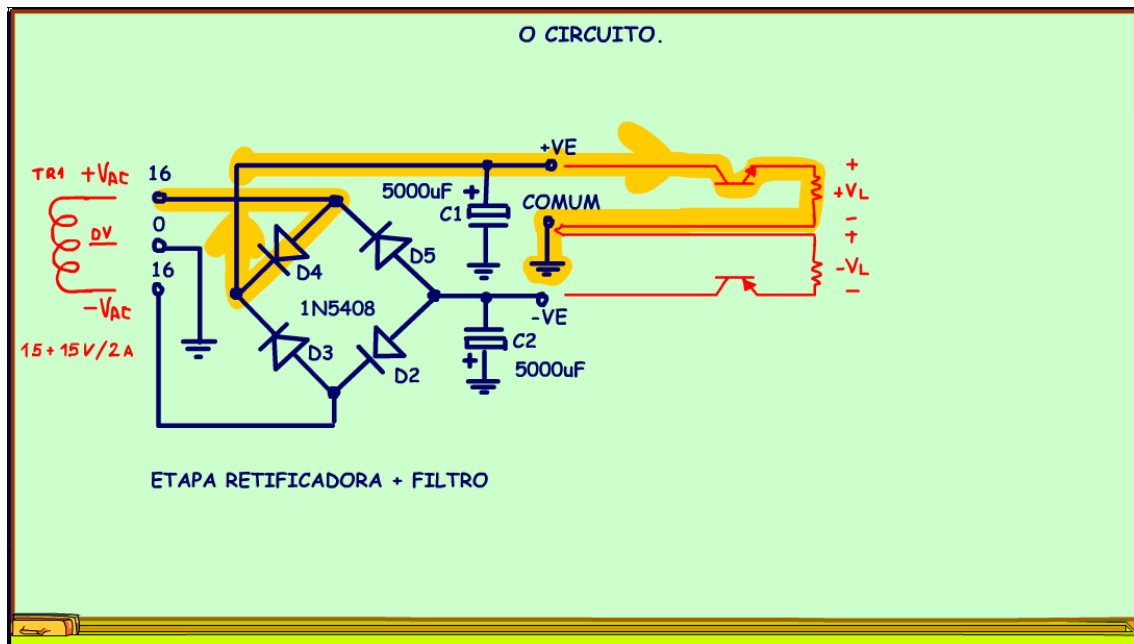


Figura 14

### Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Para o terminal inferior o positivo está no terra, então o caminho da corrente parte do terra.

A corrente passa pela carga do positivo, no terra, em direção ao negativo, gerando a tensão  $-V_L$ , a tensão negativa na carga e retorna por D2 para o terminal inferior do transformador.

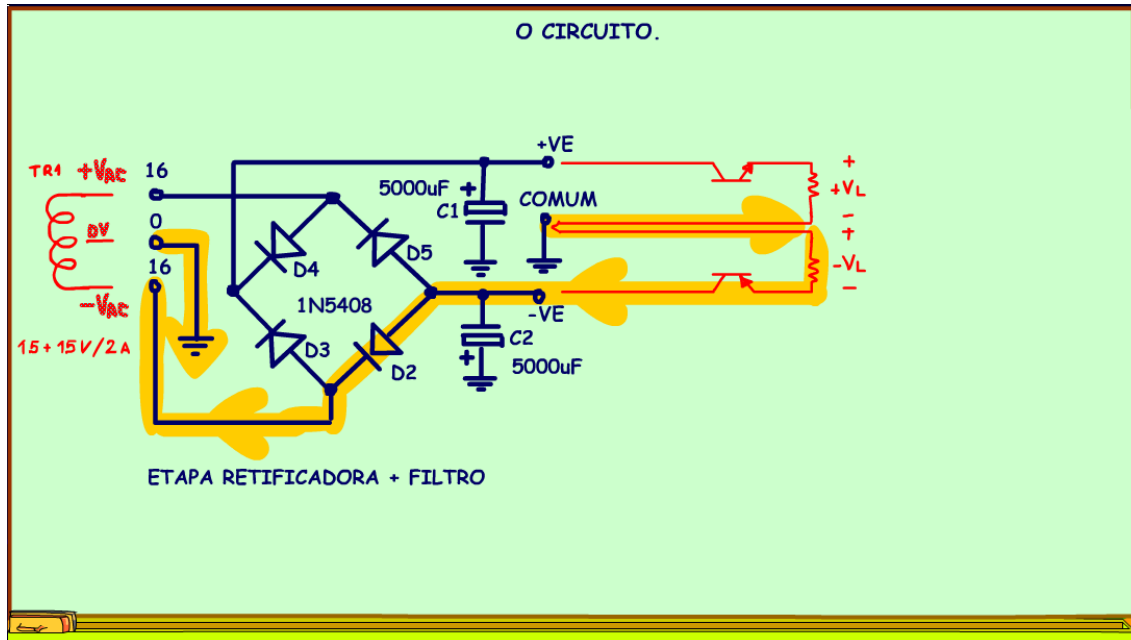


Figura 15

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Quando a polaridade da entrada trocar, o negativo no topo e positivo na base do transformador.

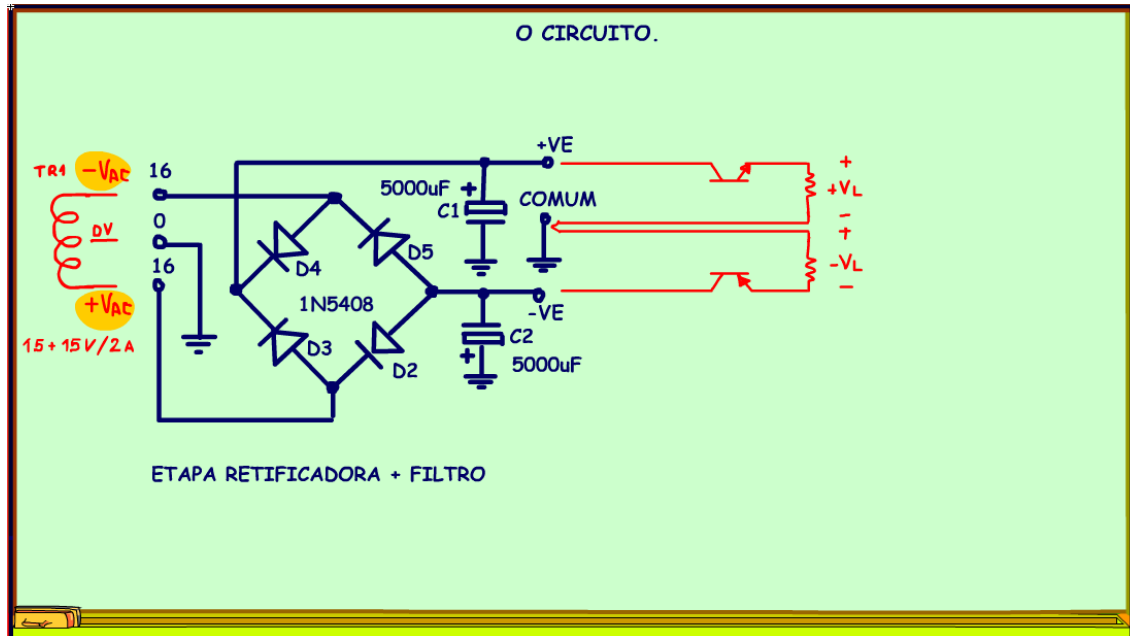


Figura 16

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Agora o caminho da corrente a partir da base positiva, passa por D3, depois, a corrente passa pela carga do positivo para o negativo gerando a tensão +VL.

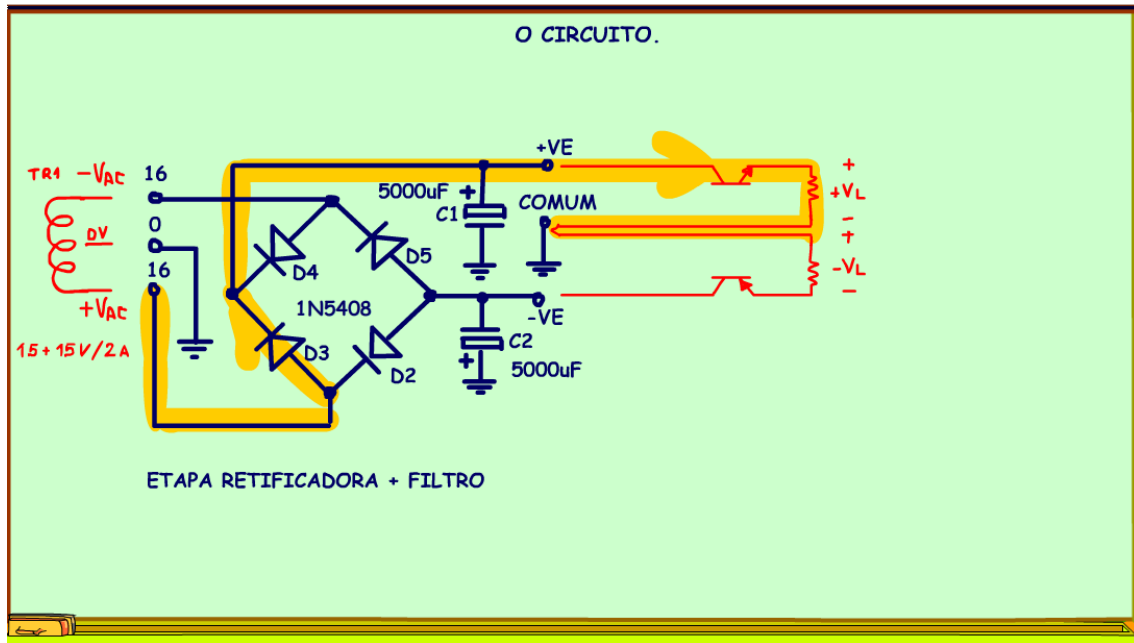


Figura 17

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Para o terminal superior a corrente parte do zero, que é positivo para o terminal superior, segue pela carga circulando do positivo para o negativo gerando a tensão negativa na carga  $-V_L$  e retorna por D5 para o topo do transformador.

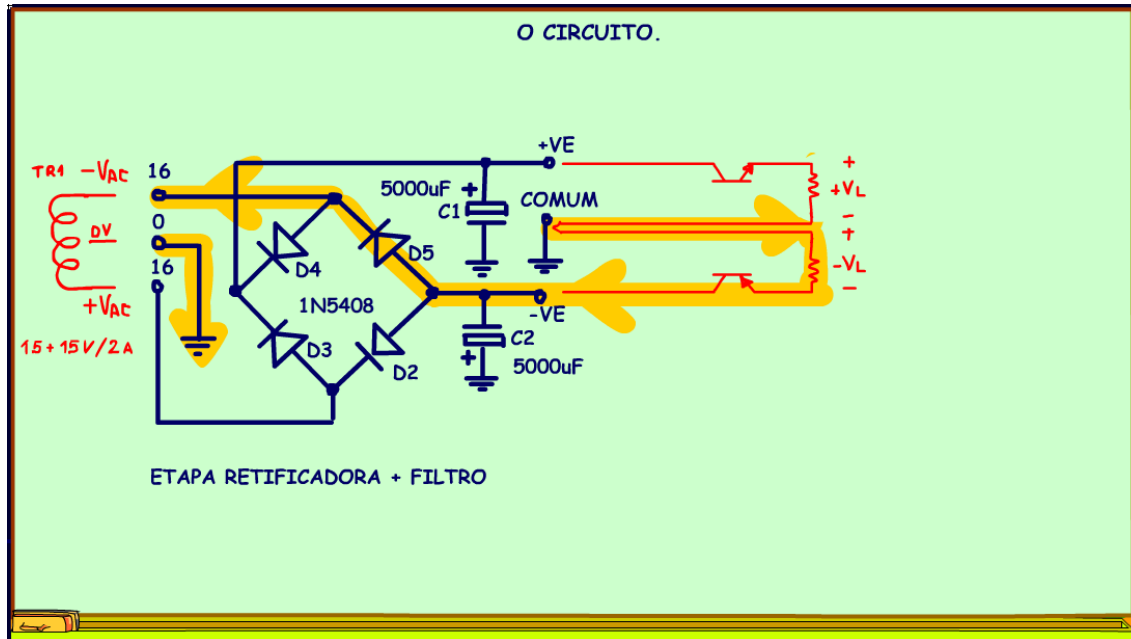


Figura 18

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Eu acho esse circuito fantástico e pode ser visto como duas fontes de onda completa com center tape, uma para gerar a tensão positiva +VE e outra a negativa -VE, tudo em relação ao terra, a famosa fonte simétrica.

Mas não é ajustável, veja agora como funciona o ajuste e controle da tensão de saída.

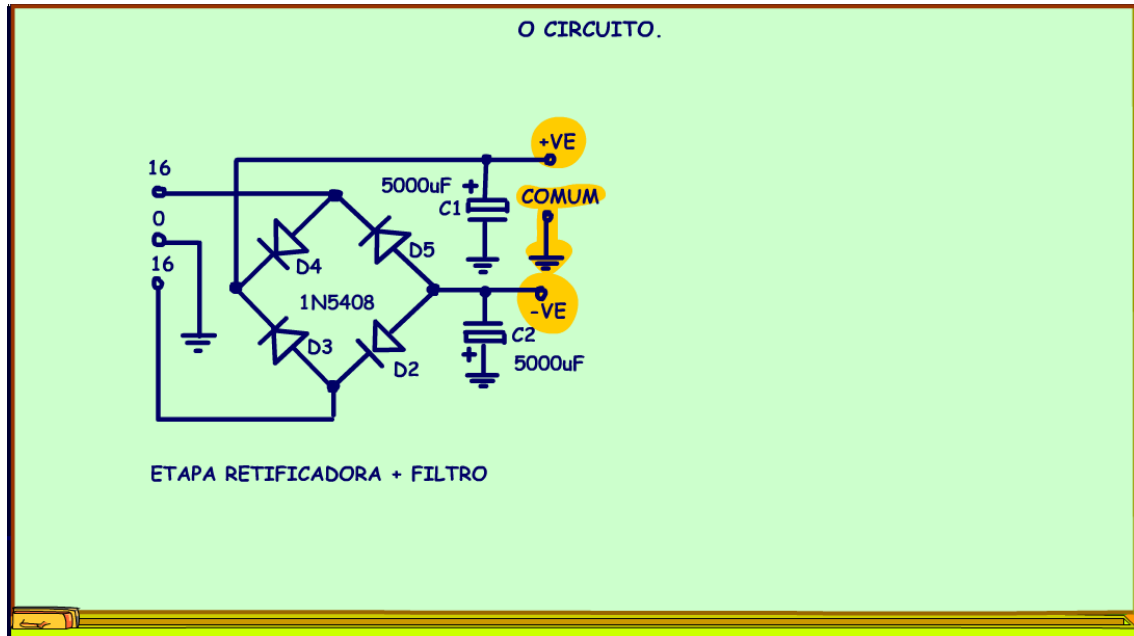


Figura 19

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse é o circuito da fonte estabilizada com operacional e com saída ajustável.

O que tem de diferente?

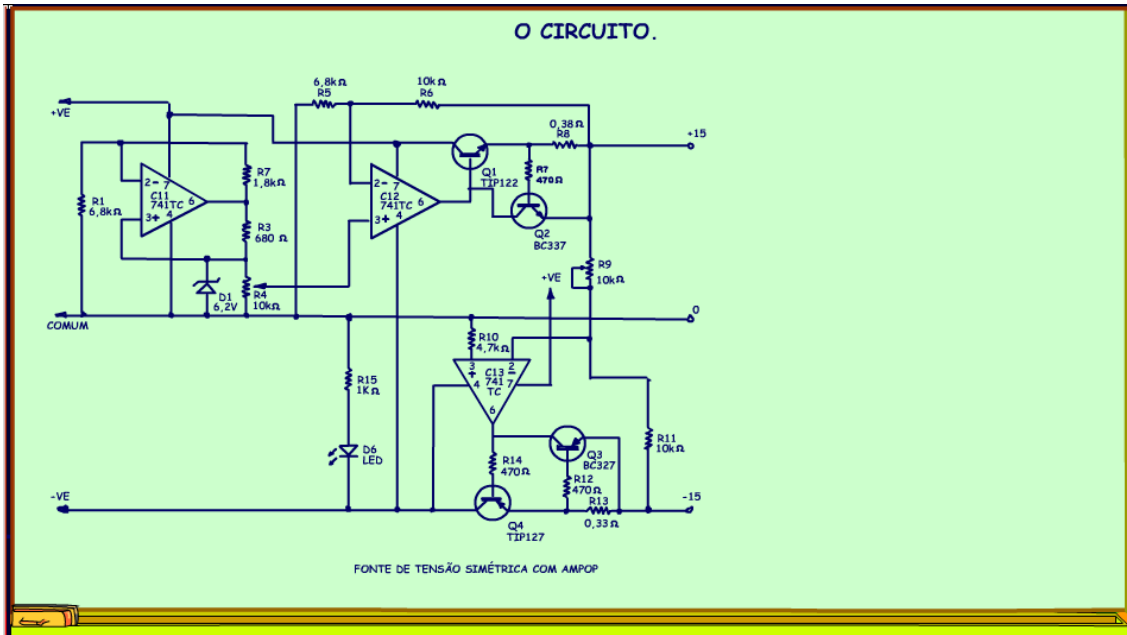


Figura 20



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Na verdade, não tem nada diferente da fonte estudada no último tutorial sobre o tema, exceto que são duas fontes, uma para ajustar a tensão positiva, essa salientada da figura, e outra para o ajuste da tensão negativa.

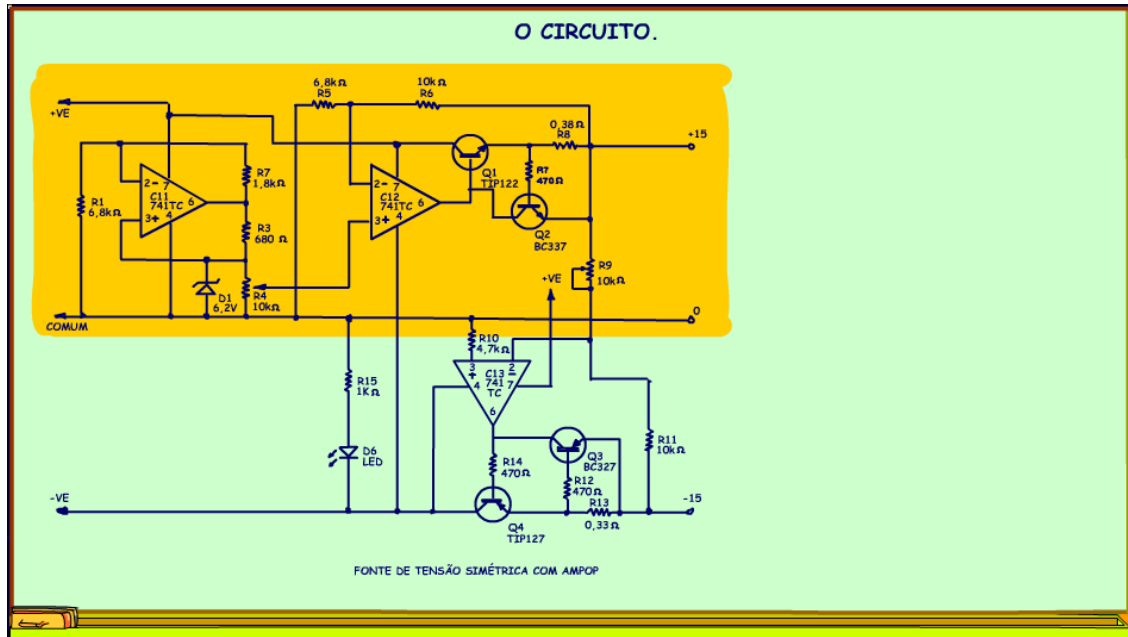


Figura 21

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

No tutorial passado não tinha o C11, você sabe para que ele serve?

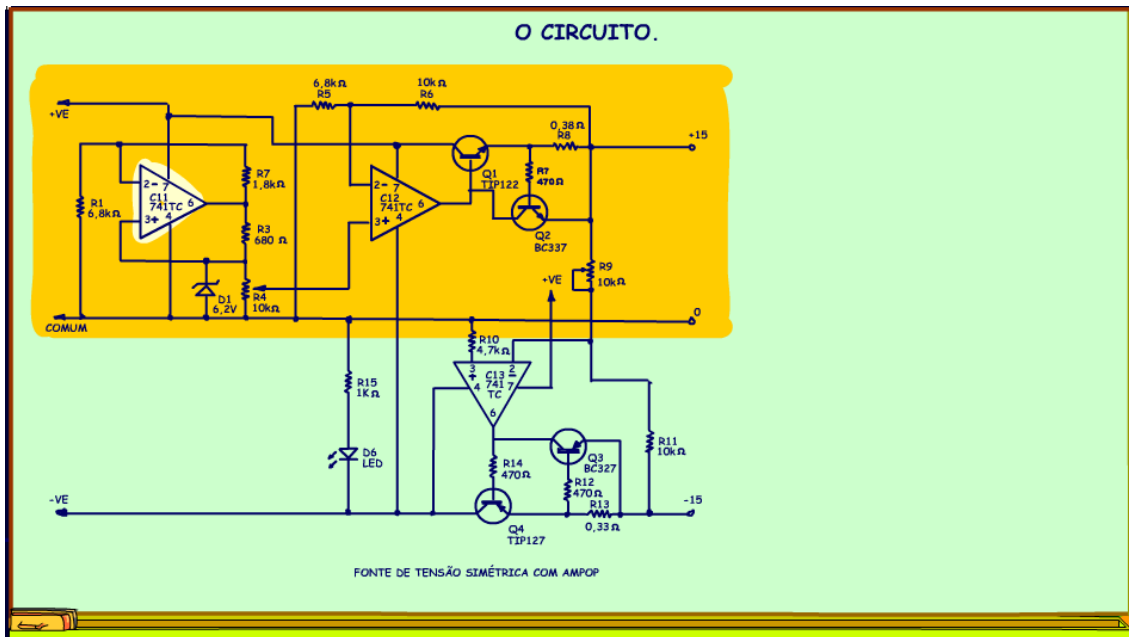


Figura 22

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse circuito é simplesmente uma fonte de corrente para alimentar o ZENER D1, alimentar um ZENER com uma corrente constante é a forma mais precisa para usar um ZENER.

Eu vou analisar esse circuito em outro tutorial, mas no final a corrente  $I_{R3}$  é gerada com grande precisão.

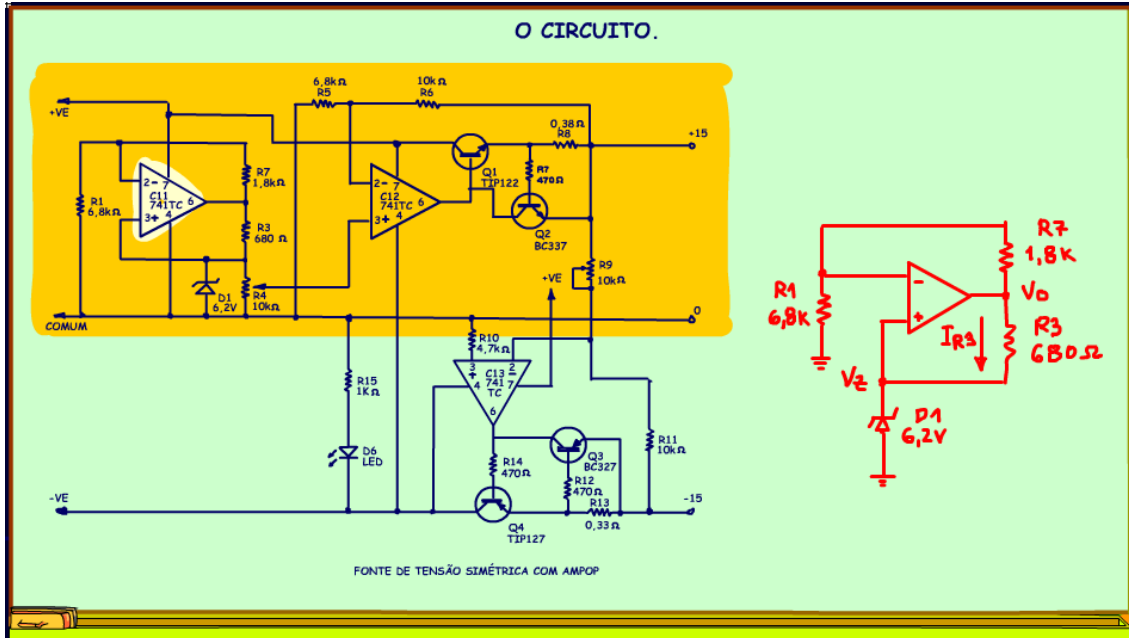


Figura 23

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

O Amilton adotou uma versão mais moderna usando o TL431, veja o diagrama com essa versão, no final eu vou mostrar a fonte do Amilton e ela está montada com o TL431, fica bem mais prático e economiza um operacional.

Vai anotando ai, no final decida qual a versão você prefere montar, isso você só encontra aqui no canal do Professor Bairros.

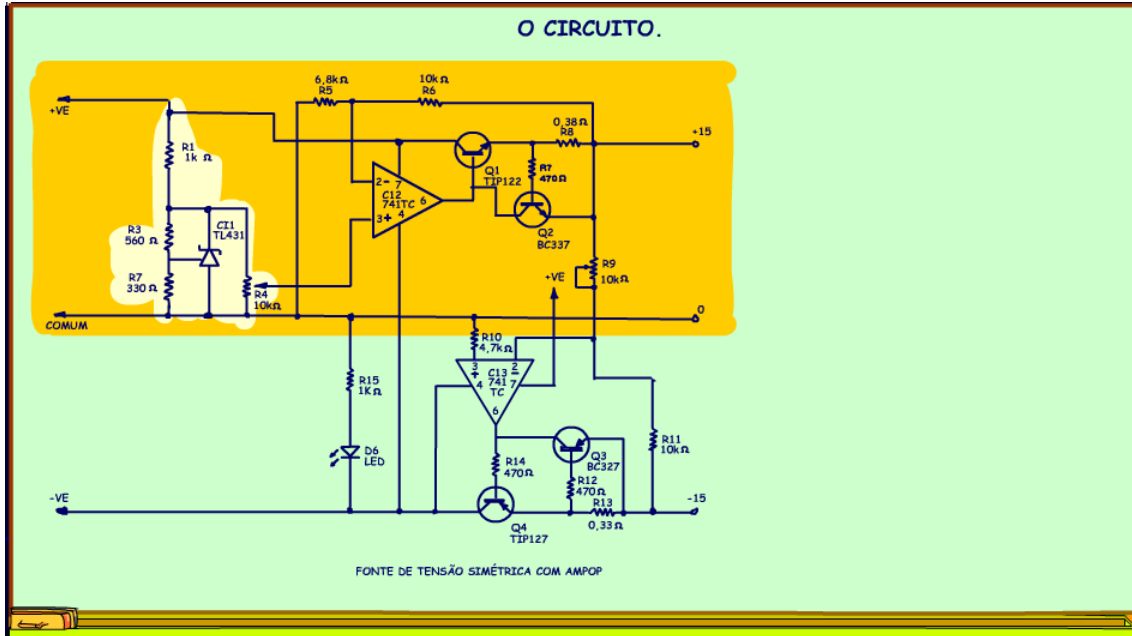


Figura 24

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Se você não é muito exigente pode até montar a versão da figura, que polariza direto o ZENER, é a menos precisa, mas funciona bem.

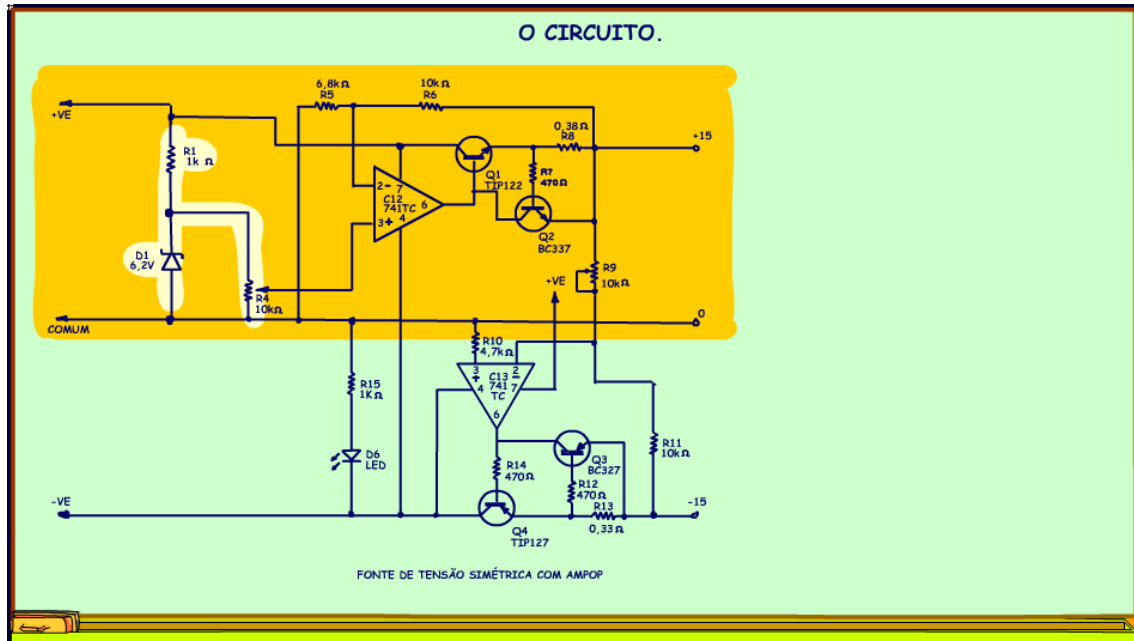


Figura 25

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Vou continuar analisando o circuito usando o TL431, acho que é a montagem mais prática para 2022, mais atual, mas o restante da análise é a mesma para os circuitos.

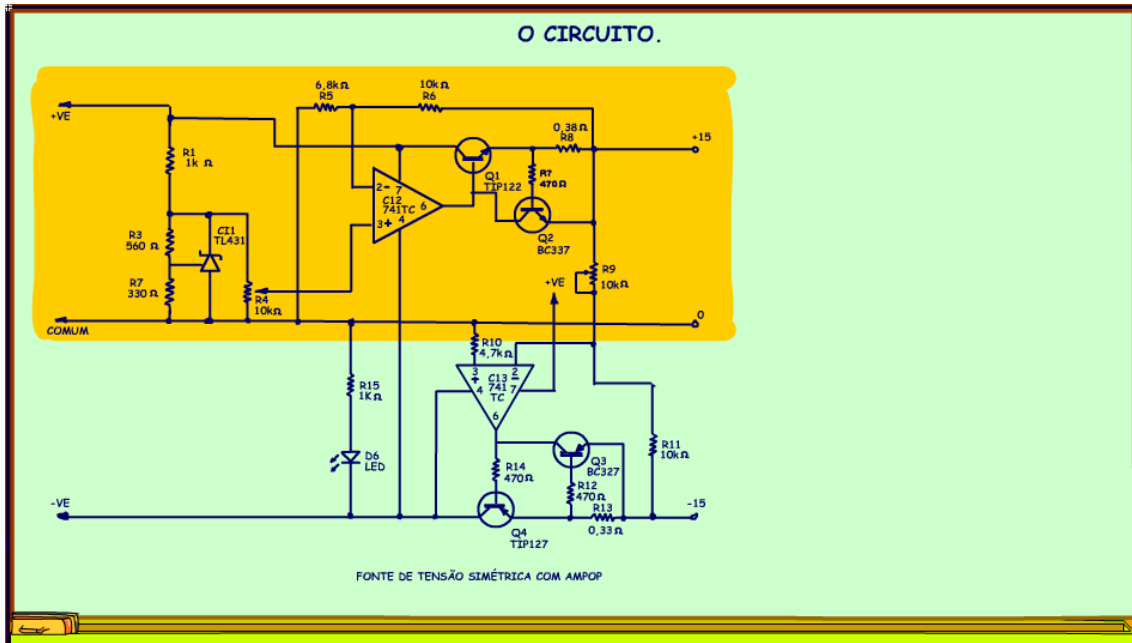


Figura 26

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse é o circuito de realimentação negativa, circuito formado por R6 e R5, não tem segredo.

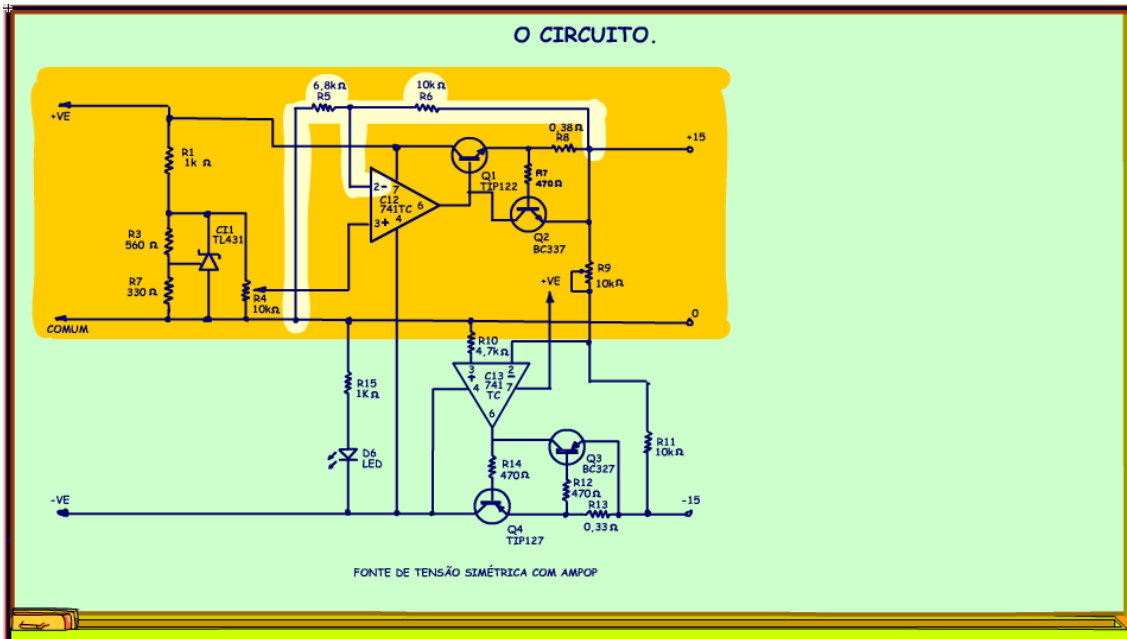


Figura 27

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse é o circuito de controle de corrente para o canal positivo, exatamente o circuito estudado no tutorial passado, inclusive com o código correto do transistor.

Você também pode usar o BC 547, mas tem que ser NPN.

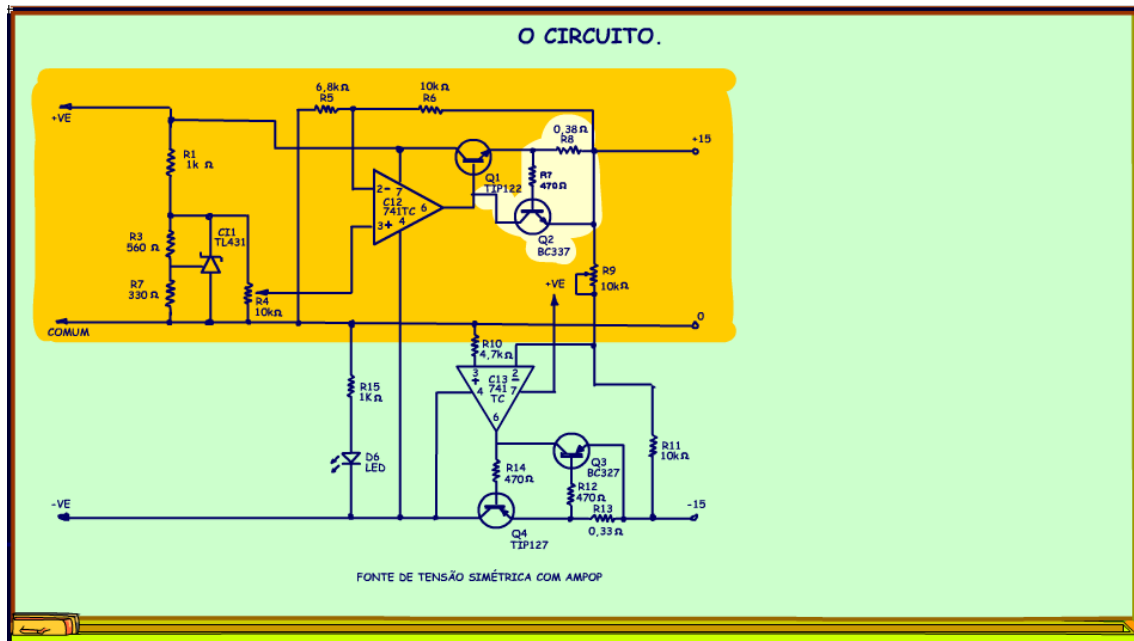


Figura 28



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Essa é a resistência shunt, 0,38 OHM e potência maior do que 2W, a corrente máxima fica ao redor de 1,8A.

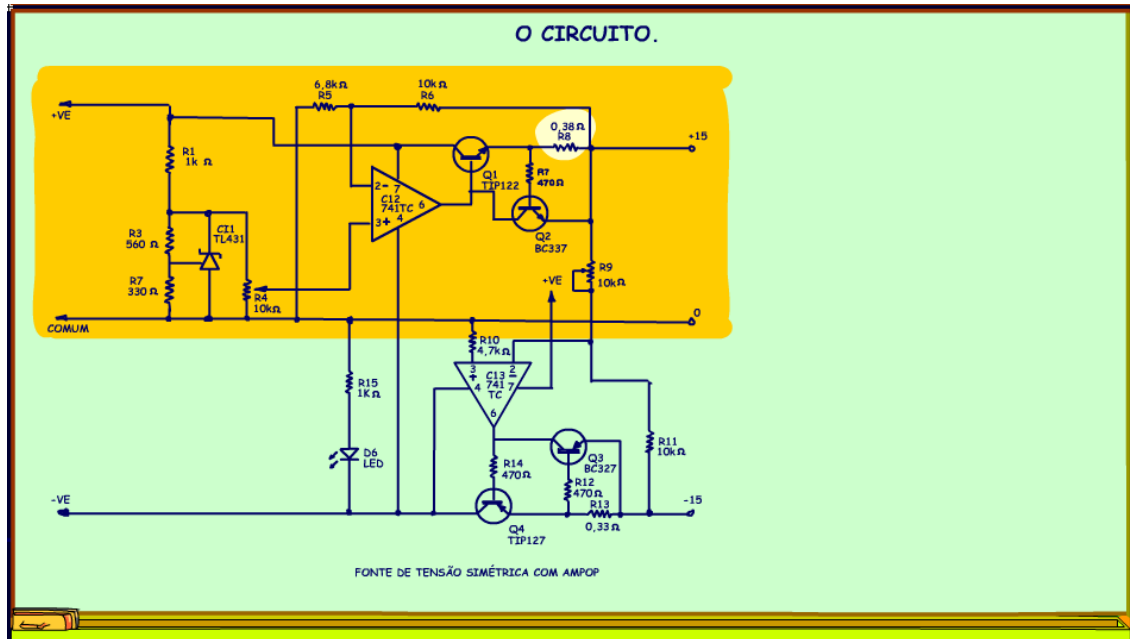


Figura 29

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

O transistor que faz o reforço de corrente e ajusta a tensão de saída é um TIP122, pode ser um TIP120 ou TIP121, todos Darlington NPN e você deverá montar num dissipador de calor.

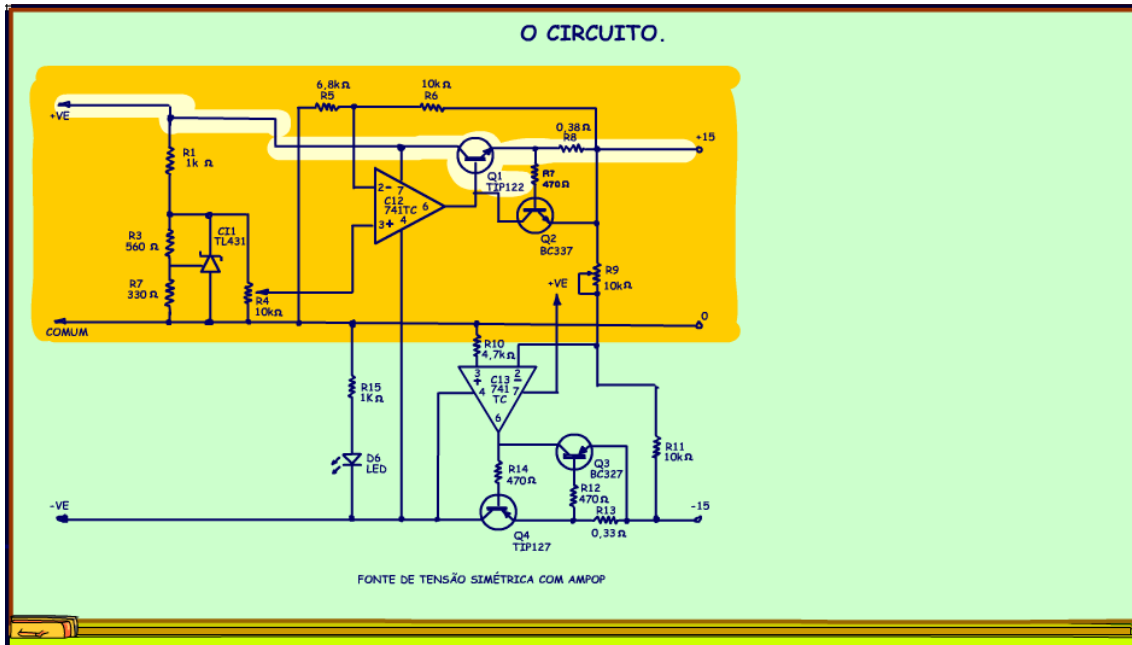


Figura 30

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

E isso é tudo sobre esse canal positivo, agora vou analisar o canal negativo.

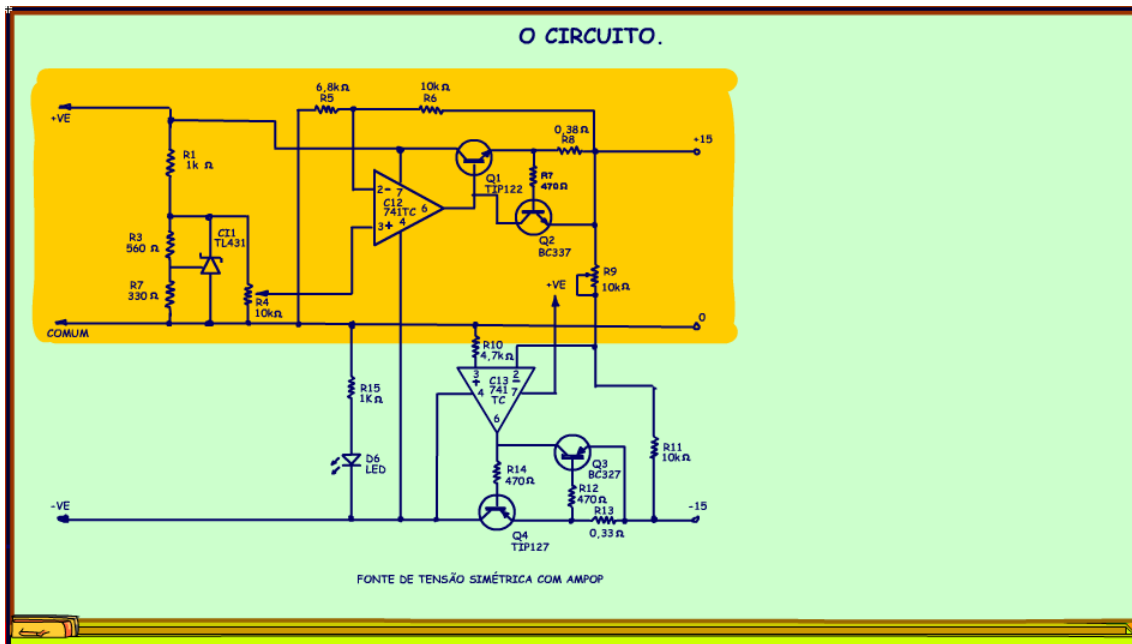


Figura 31

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse é o canal negativo, o desenho do operacional está montado meio diferente.

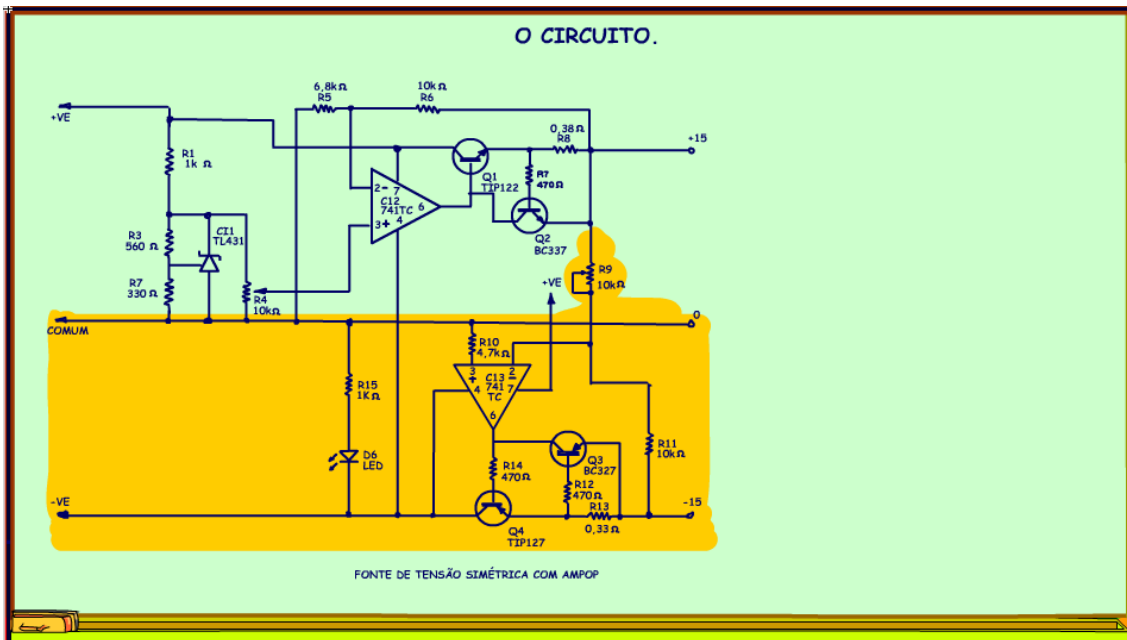


Figura 32



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Aqui a realimentação é feita pelas resistências R11 e R9, onde R9 é um trimpot para ajuste fino, ele será usado para ajustar as tensões dos canais para exatamente o mesmo valor, note que as duas resistências da realimentação têm o mesmo valor 10k OHM.

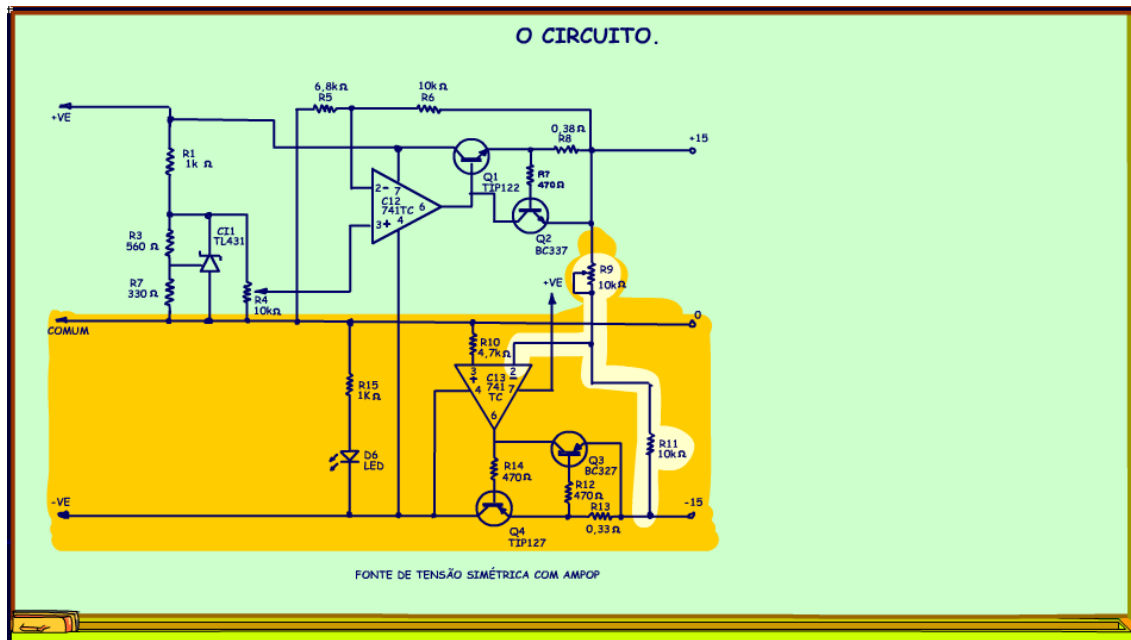


Figura 34

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

A tensão de saída do canal positivo, a tensão +15 vai ser a tensão de entrada do circuito do canal negativo.

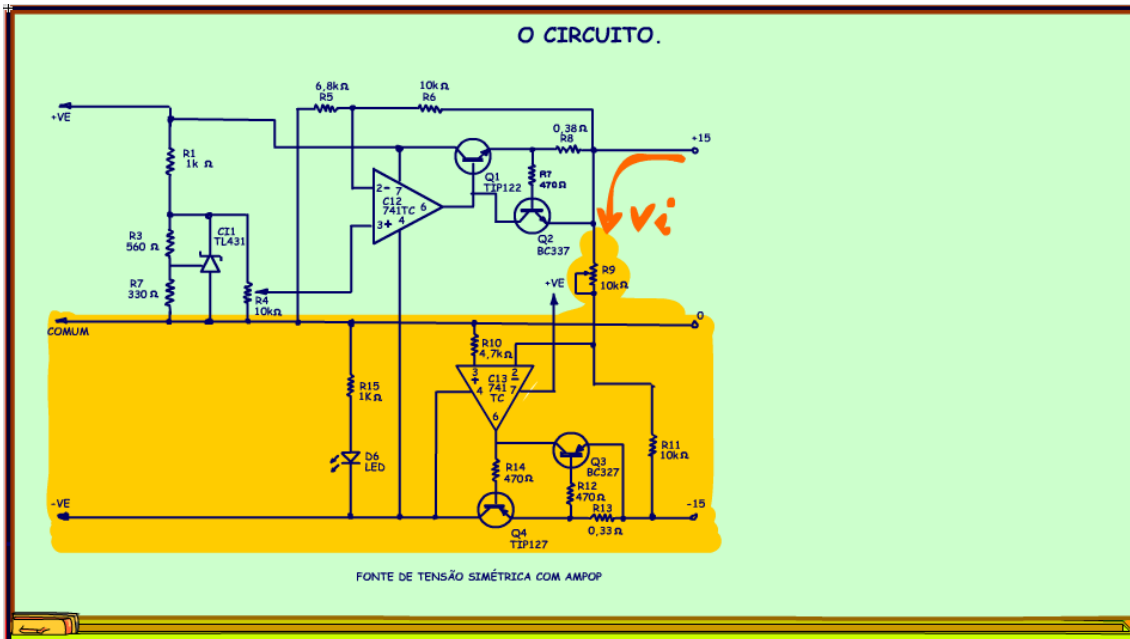


Figura 35

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Como a tensão de entrada está entrando na entrada inversora, esse amplificador operacional está trabalhando com amplificador inversor, tem que ser assim, afinal a polaridade do canal negativo é o inverso da polaridade do canal positivo.

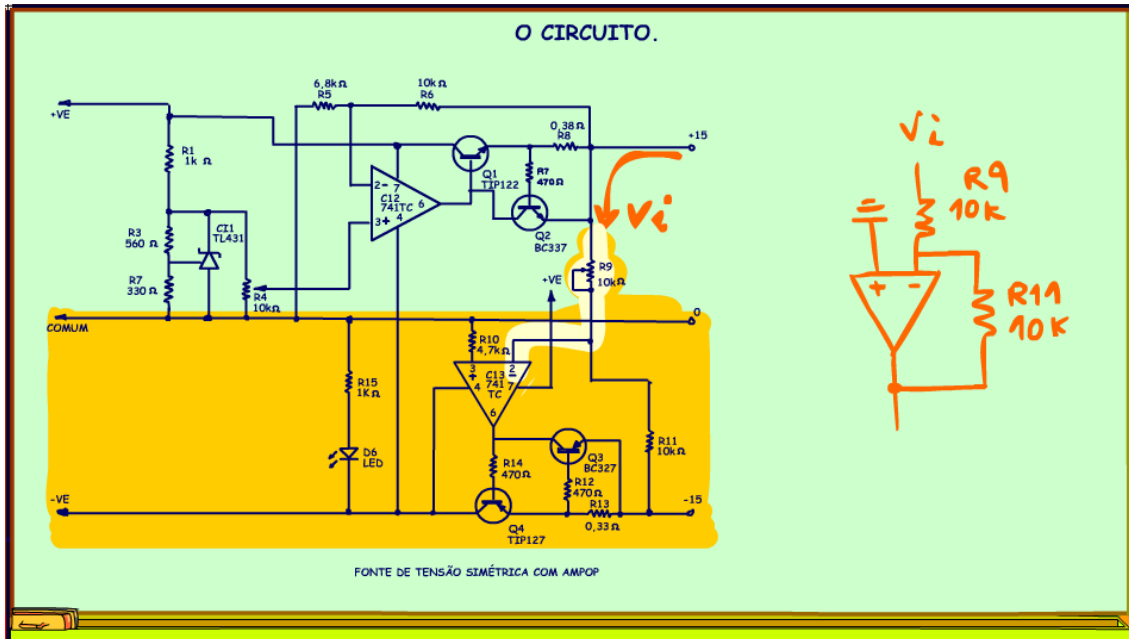


Figura 36



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

A entrada não inversora do operacional está ligada no terra através da resistência R10, essa resistência serve para compensar o erro de offset do operacional, eu já falei disso nesse canal amalucado, como corrigir o erro de offset.

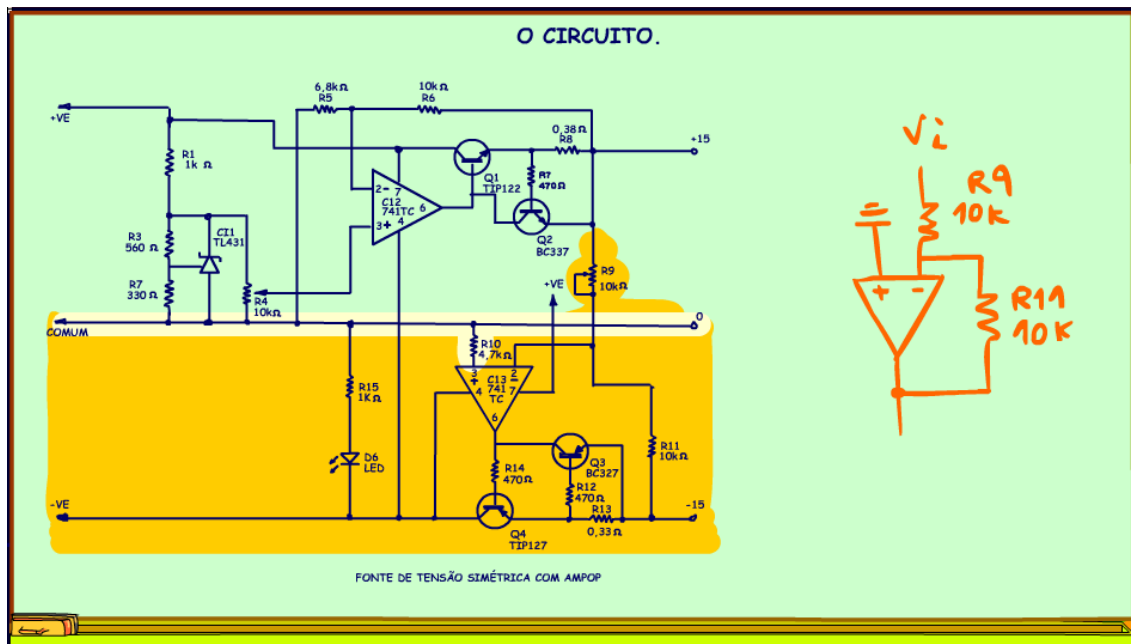


Figura 37

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Como as duas resistências da realimentação tem o mesmo valor o ganho será um, a tensão no canal positivo vai se refletir no canal negativo com a polaridade invertida, essa é uma ideia fantástica, assim você pode ter somente um potenciômetro de ajuste.

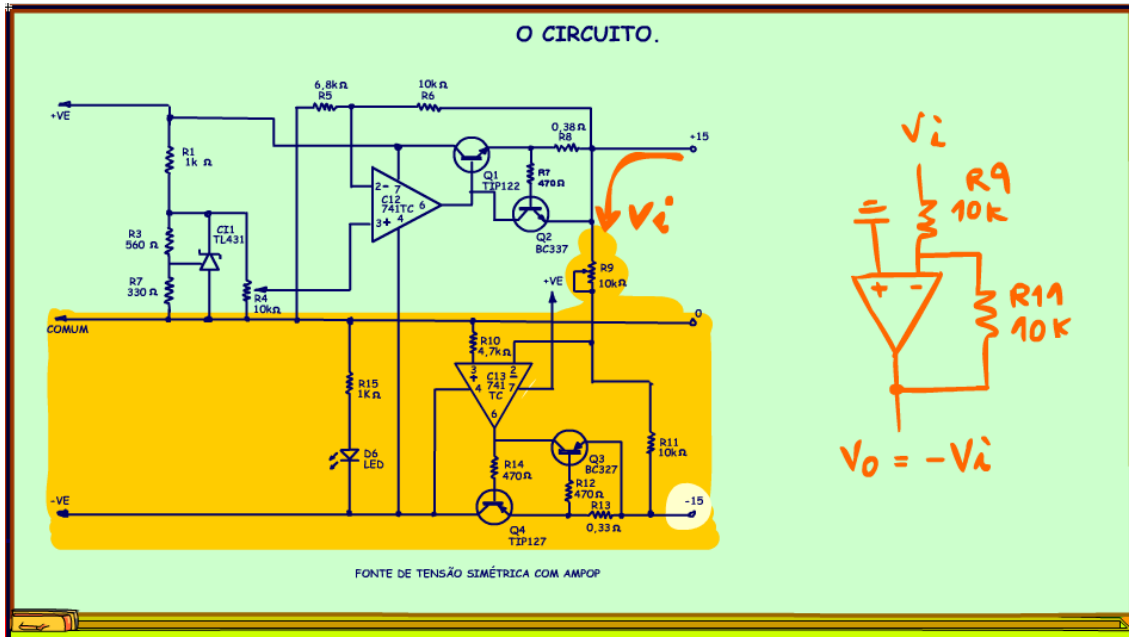


Figura 38

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Nesse canal o transistor de potência é PNP, a corrente circula no caminho inverso do canal positivo.

O transistor usado é um TIP127, mas também pode ser um TIP125 ou TIP126.

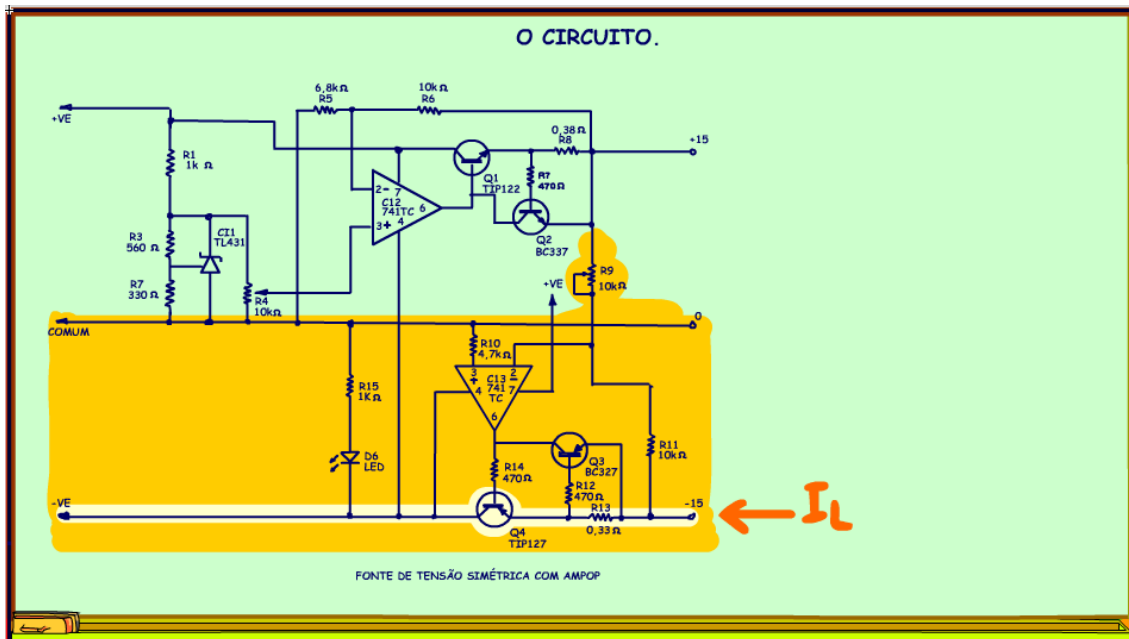


Figura 39

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Esse canal também tem um controle de corrente, mas observe o transistor é PNP, inverteu tudo, é um BC327, mas você pode usar um BC557 também.

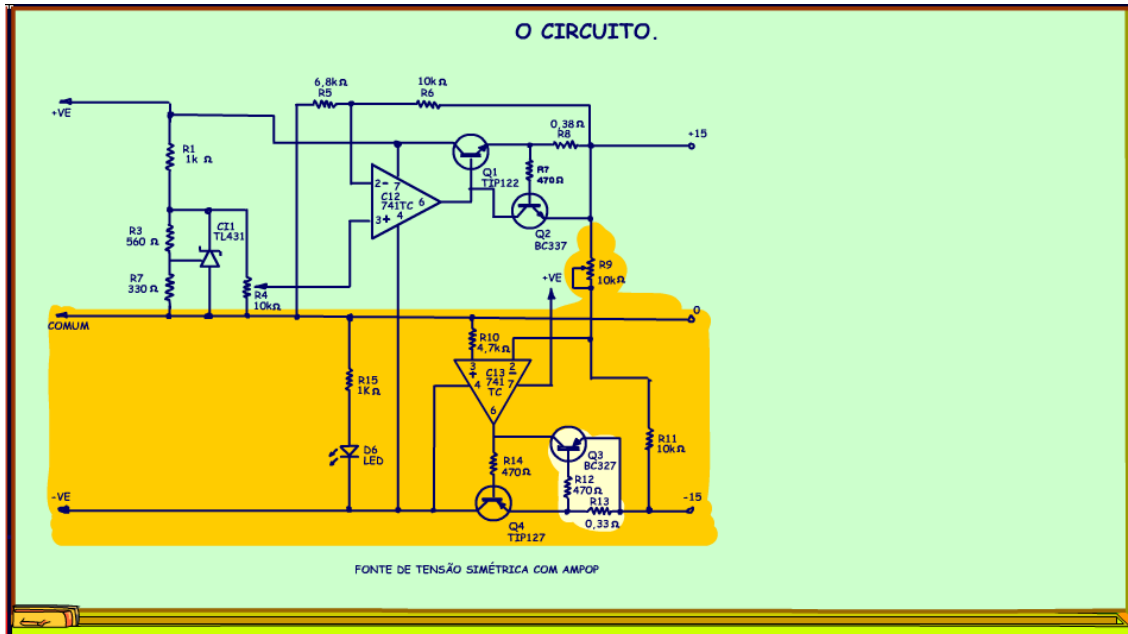


Figura 40



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Pronto, essa é a fantástica fonte simétrica de laboratório, todo o técnico deve ter uma.

As saídas poderão variar entre 0 a +15V no canal positivo, referenciado por +15, e de 0 a -15V no canal negativo, referenciado por -15.

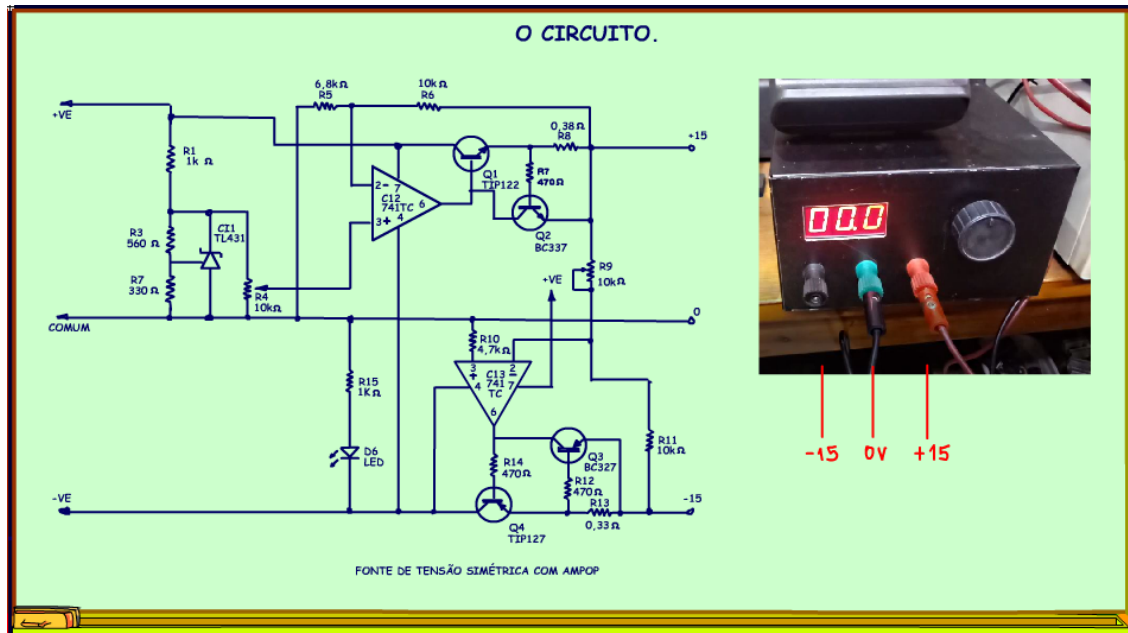


Figura 42

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Claro que você poderá usar essa fonte como fonte simples, basta ligar a carga entre as saídas +15 e -15, nesse caso a tensão de saída será o dobro do valor indicado no voltímetro que não está desenhado no digrama.

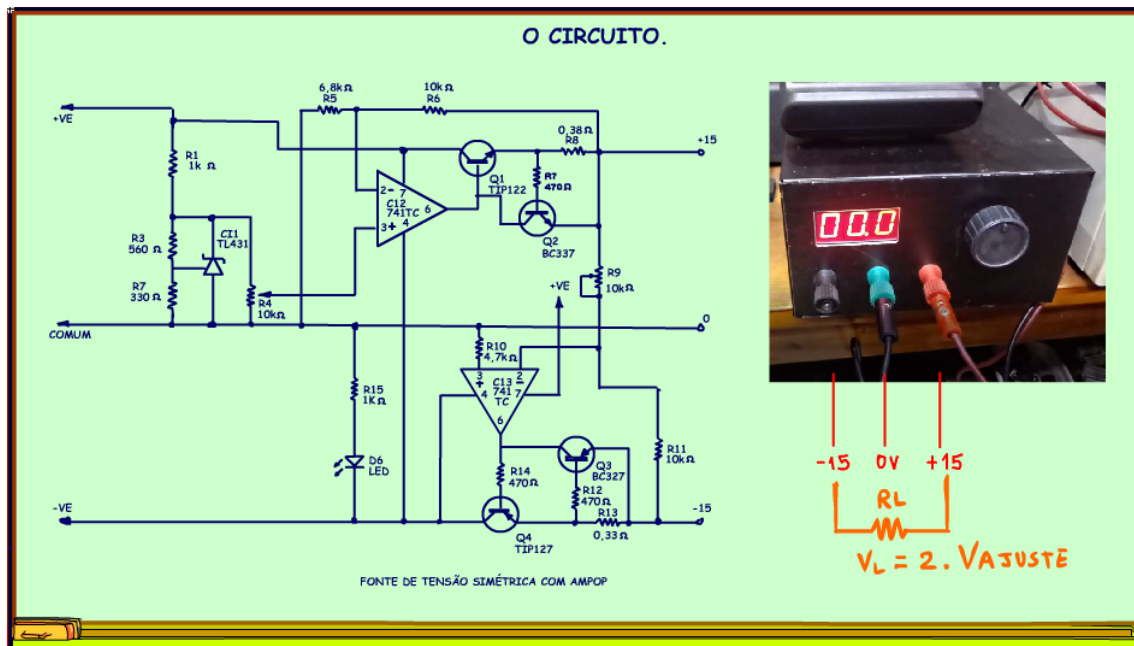


Figura 43

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

Você pode usar outro operacional, mais moderno como o TL082, ou TL084, na fonte do vídeo o Amilton usou o TL082 e para o ZENER usou o TL431.

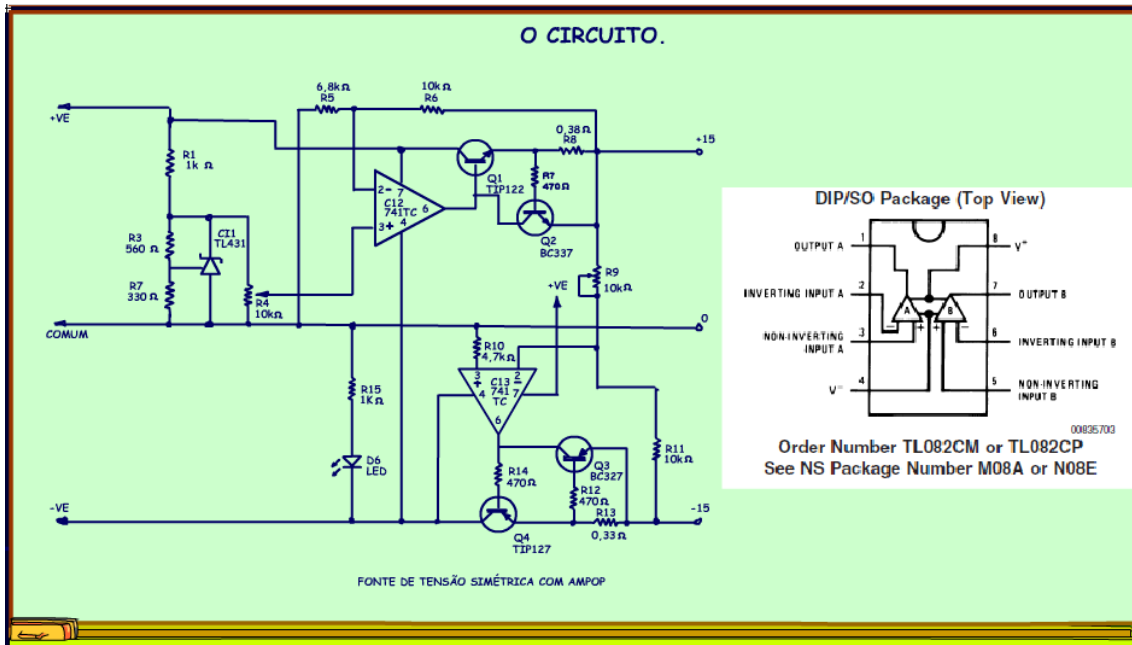


Figura 44



## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

### 1.2 VÍDEO.

Veja o vídeo do Amilton testando a fonte, veja que maravilha o funcionamento.

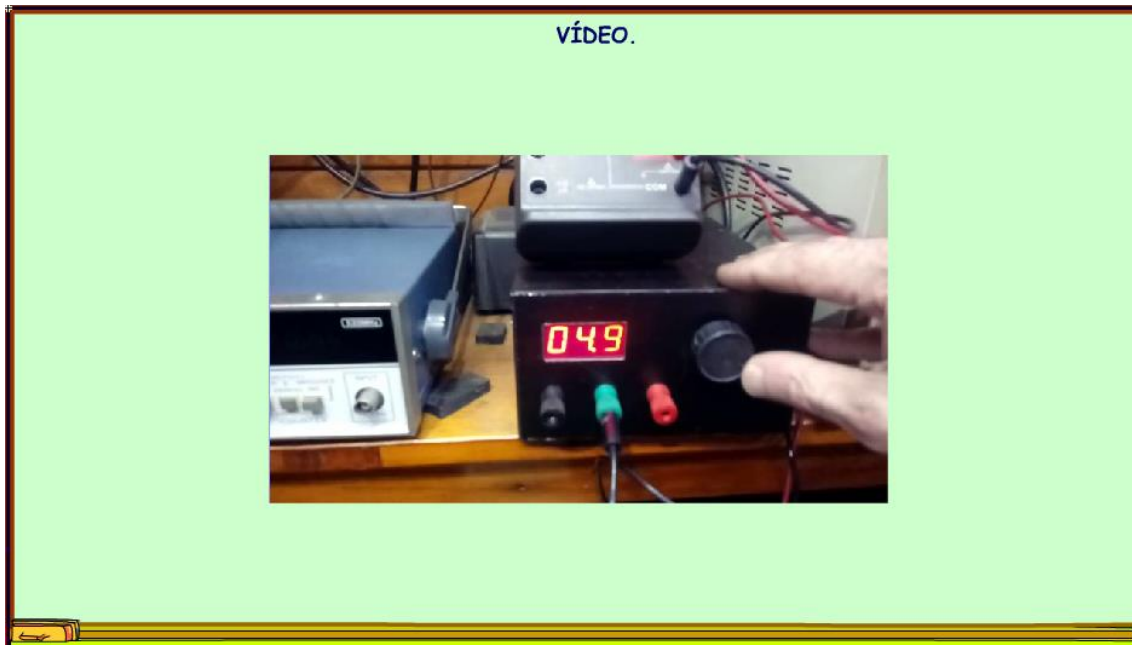


Figura 45

## Fonte de tensão simétrica com AMPOP, a fonte do Amilton.

### 1.3 CONCLUSÃO.

Você viu nesse tutorial como montar uma fonte simétrica muito útil para o seu laboratório, e é claro vamos deixar o nosso agradecimento ao seguidor Amilton JR.

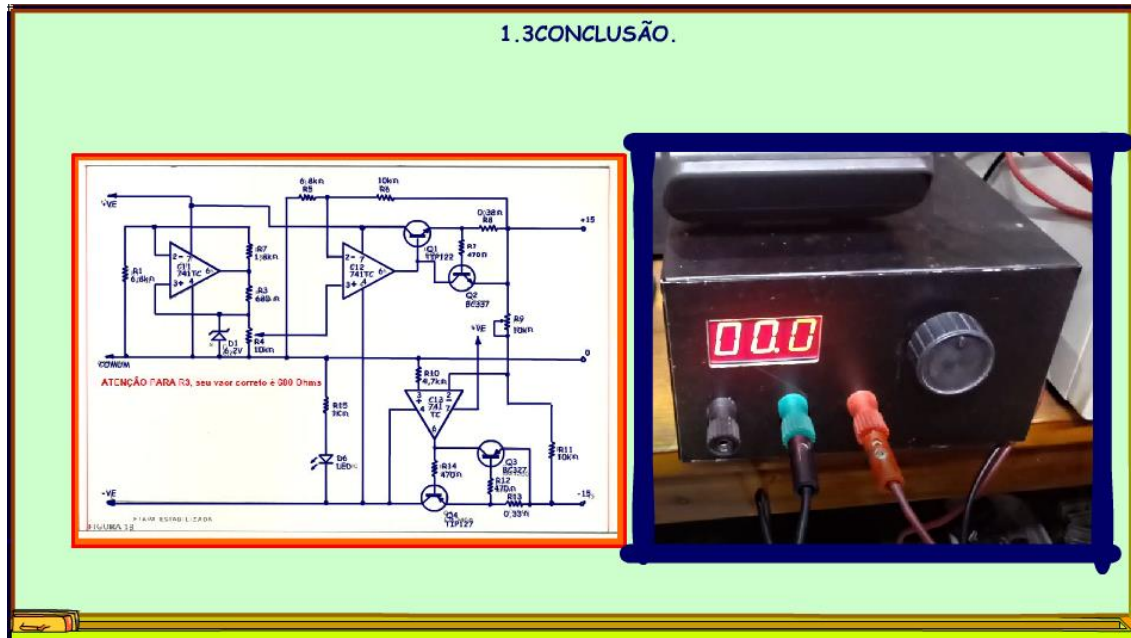


Figura 46

## 1.4 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!



The image shows a screenshot of the website [www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com). The website header includes the logo 'bairrospd' and the text 'BAIROS PROJETOS DIDÁTICOS E ELETRÔNICOS'. A green banner below the header says 'ESTUDE ELETRÔNICA NO SITE WWW.BAIROS.PD.COM!'. The main content area features a navigation menu with links for 'HOME', 'CITAÇÕES', 'BIBLIOTECA', 'TUTORIAIS', 'VOCÊ SABIA?', and 'CONTATO'. A prominent yellow banner reads 'APRENDA A LER RESISTORES' and is accompanied by a cartoon illustration of a man working with a resistor. Below this, there is a search bar and a section titled 'O QUE SIGNIFICA GASTAR ENERGIA ELÉTRICA: Uma questão de Potência.'. At the bottom of the website screenshot, a blue banner says 'AULAS OU ASSESSORIA COM O ENGENHEIRO E PROFESSOR ROBERTO BAIROS?' and a button labeled 'CLIQUE AQUI?'. To the right of the website screenshot, large green text reads 'VISITE O NOSSO SITE e CANAL YOUTUBE' followed by the website URL 'www.bairrospd.com' and the name 'Professor Bairros'.

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

[https://www.youtube.com/channel/UC\\_tfxnYdBh4IbiR9twtPpA](https://www.youtube.com/channel/UC_tfxnYdBh4IbiR9twtPpA)