

MOSFET x TRANSISTOR DE JUNÇÃO

Resumo da LIVE:

The diagram illustrates two circuit configurations. On the left, a BJT (Bipolar Junction Transistor) is connected to a 12V DC source. The BJT symbol is highlighted in yellow. A large 'X' is drawn over this circuit. On the right, a MOSFET is connected to a 12V DC source. The MOSFET symbol is highlighted in yellow. A cartoon scientist in a white lab coat stands to the right of the MOSFET circuit, gesturing towards it.

Professor Bairros (17/11/2023)



**VISITE
O NOSSO
SITE e
CANAL
YOUTUBE**
www.bairrospd.com
Professor Bairos

www.bairrospd.com

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

www.bairrospd.com

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

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

Sumário

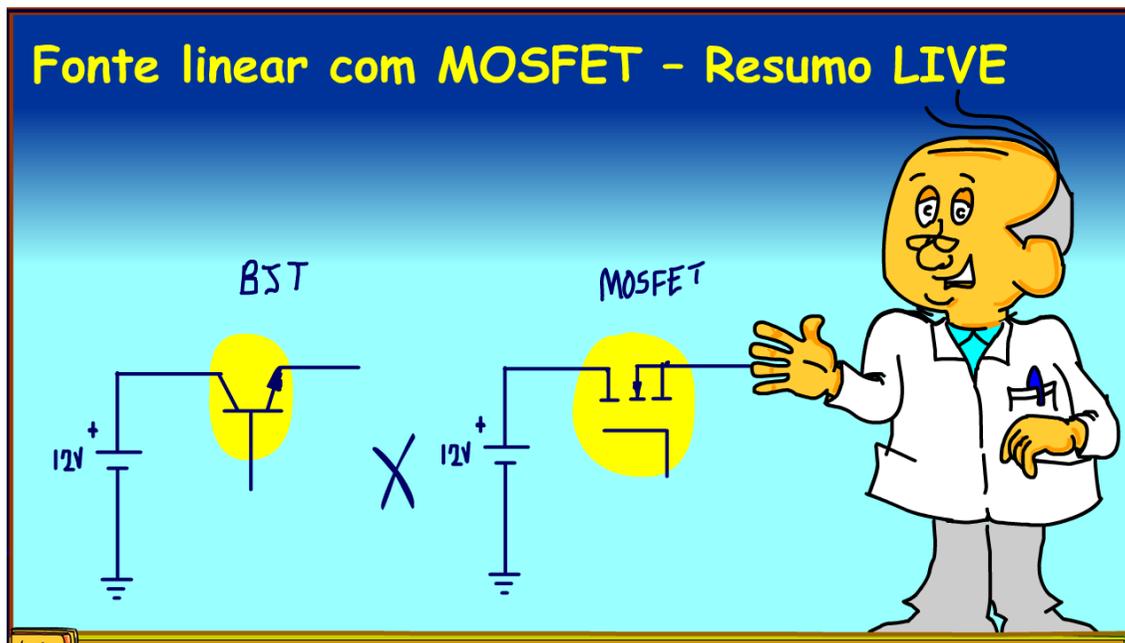
1. Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE.....	4
2. O circuito.....	5
3. A tensão de saída.	6
4. A tensão de GATE de threshold.	7
5. Equação da tensão de saída.	8
6. Exemplo.	9
7. A tensão de referência.	10
8. O valor das resistências.	11
9. O circuito final da fonte mais simples do mundo com MOSFET.	12
10. Um potenciômetro de potência.	13
11. O circuito com ZENER.....	14
12. O circuito com realimentação.	15
13. A tensão de referência.	16
14. A equação da tensão de saída.	17
15. A resistência R3.....	18
16. A tensão máxima sobre resistência R4.	19
17. O valor da resistência R4.....	20

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

18.	A tensão mínima na saída.	21
19.	As resistências R1 e R2.....	22
20.	A resistência R1.....	23
21.	A resistência R2.....	24
22.	A tensão de GATE.	25
23.	A potência no MOSFET	26
24.	O circuito final.....	27
25.	Conclusão.....	28
26.	Créditos.....	29

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

1. FONTE LINEAR COM MOSFET - RESUMO LIVE



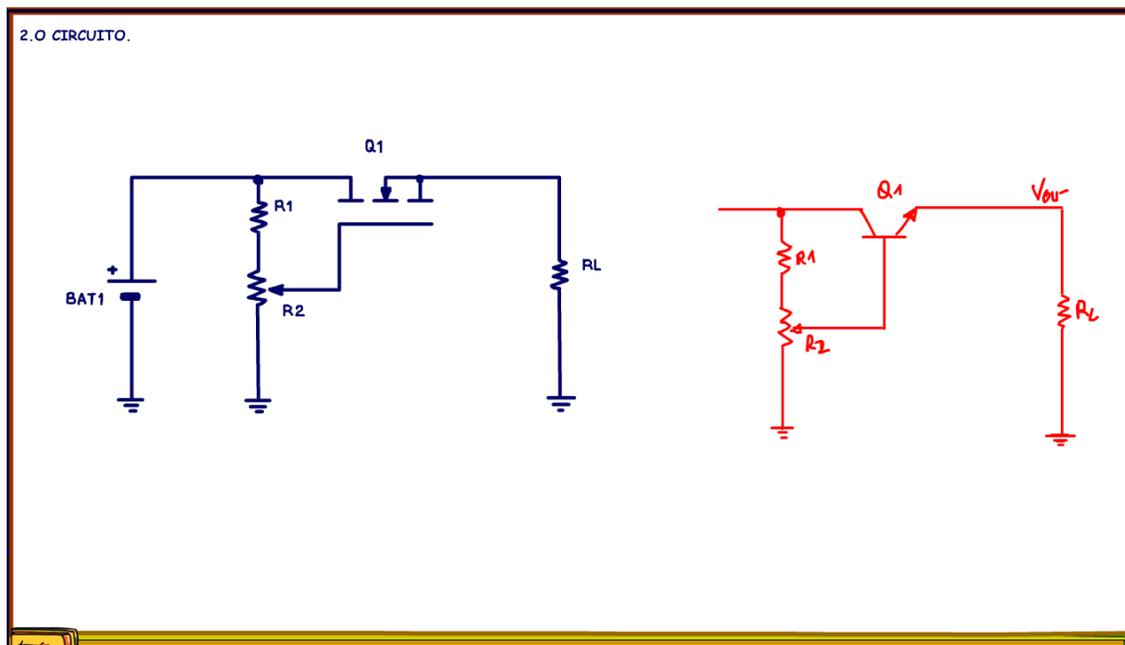
Nesse tutorial eu vou mostrar o conceito básico para montar uma fonte de tensão linear com MOSFET, a pergunta é: Será melhor montar a fonte linear com MOSFET ou transistor de junção.

Esse foi o tema da última live, se você não assistiu, o link está na descrição desse vídeo.

Vamos lá.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

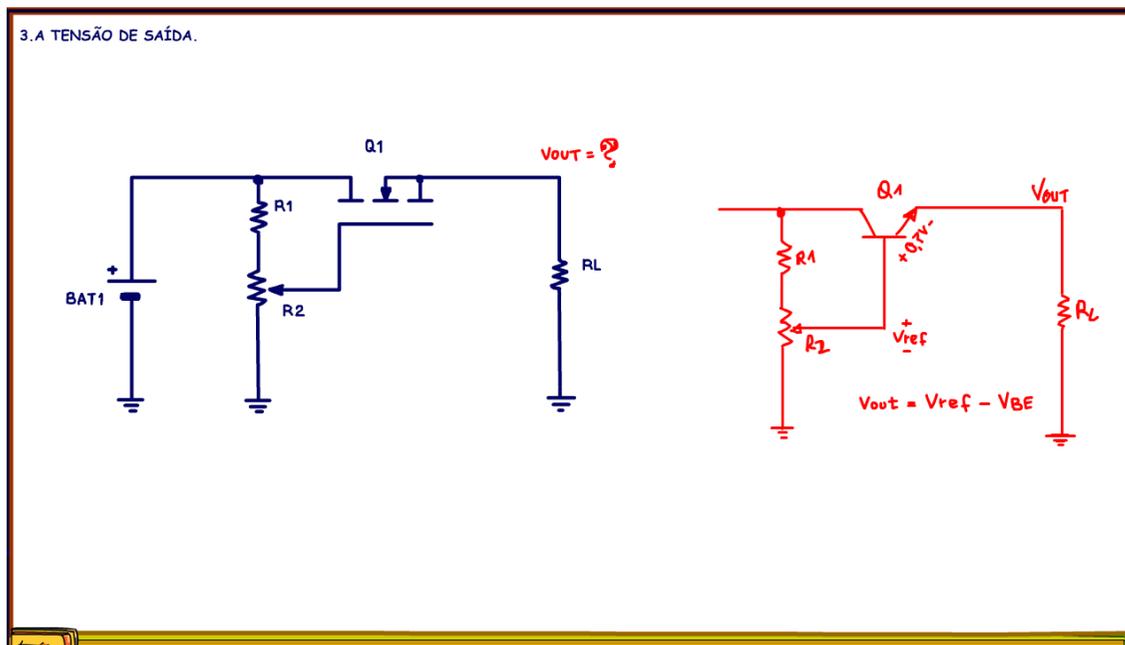
2. O CIRCUITO.



O circuito da fonte mais simples com MOSFET é mostrado na figura, se parece muito com a versão usando transistor de junção, a diferença é que não tem a corrente de base para complicar, essa é a grande vantagem do MOSFET, para controlar a corrente de DRENO só precisa conhecer a tensão GATE SOURCE, não tem corrente entrando o GATE, assim o circuito de controle formado pelas resistências R1 e o potenciômetro não precisa levar em conta a corrente do GATE, isso representa uma grande simplificação e simplificar sempre é bom.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

3. A TENSÃO DE SAÍDA.



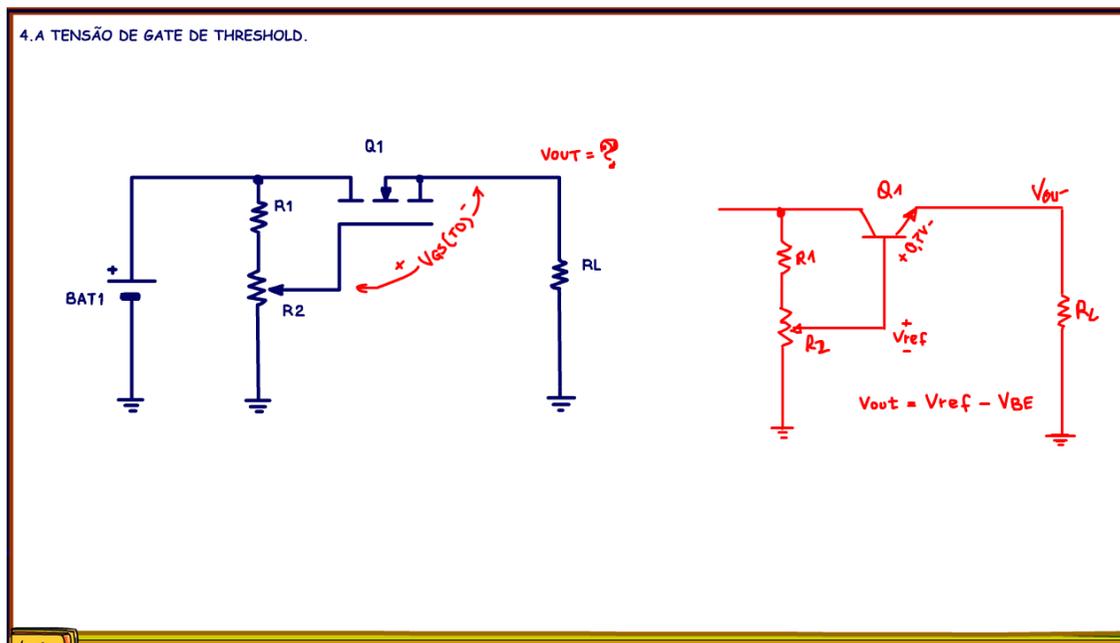
Mas, como determinar a tensão de saída se a gente não sabe a tensão GATE SOURCE, no transistor a gente conhece a tensão base emissor, o famoso 0,7V.

No circuito da figura com o transistor a tensão de saída V_{out} é igual a tensão de referência menos a tensão VBE de 0,7V, bem fácil.

Mas, no caso do MOSFET como fica?

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

4. A TENSÃO DE GATE DE THRESHOLD.



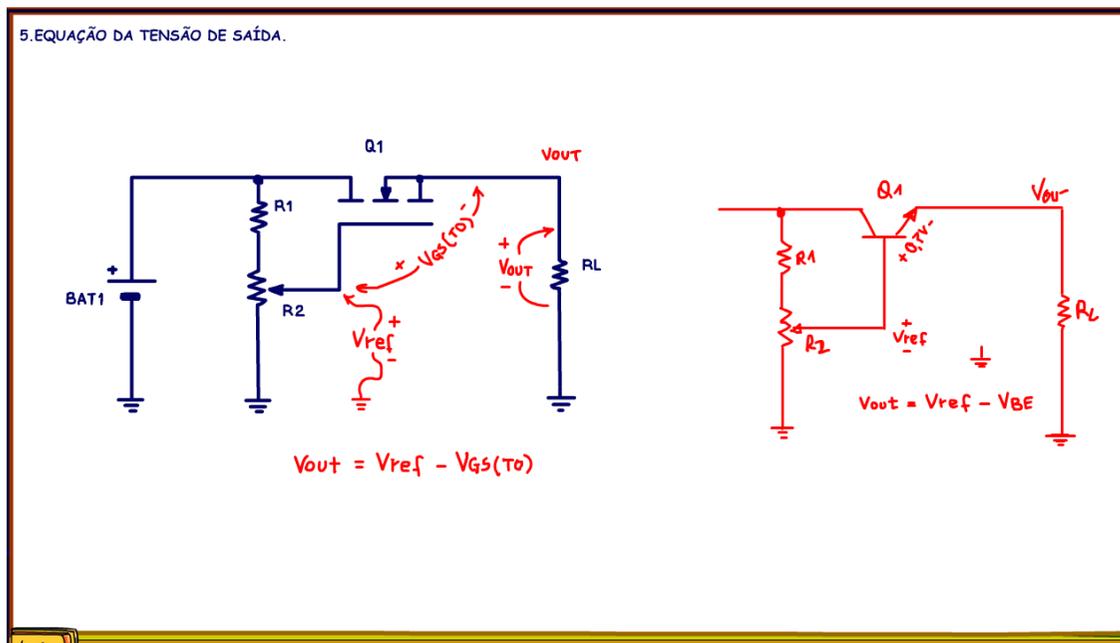
Simple, você deve usar a tensão de threshold, que é a tensão GATE SOURCE que faz o MOSFET começar a conduzir, essa tensão para os MOSFETs de potências como o IRF540 fica ao redor de 3,5V, mas o valor muda conforme o tipo do MOSFET, então é bom você conferir no datasheet.

Nesse tutorial vou usar o MOSFET IRF540 com uma tensão de threshold de 3,5V.

A referência para a tensão de threshold é V_{GSO} .

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

5. EQUAÇÃO DA TENSÃO DE SAÍDA.

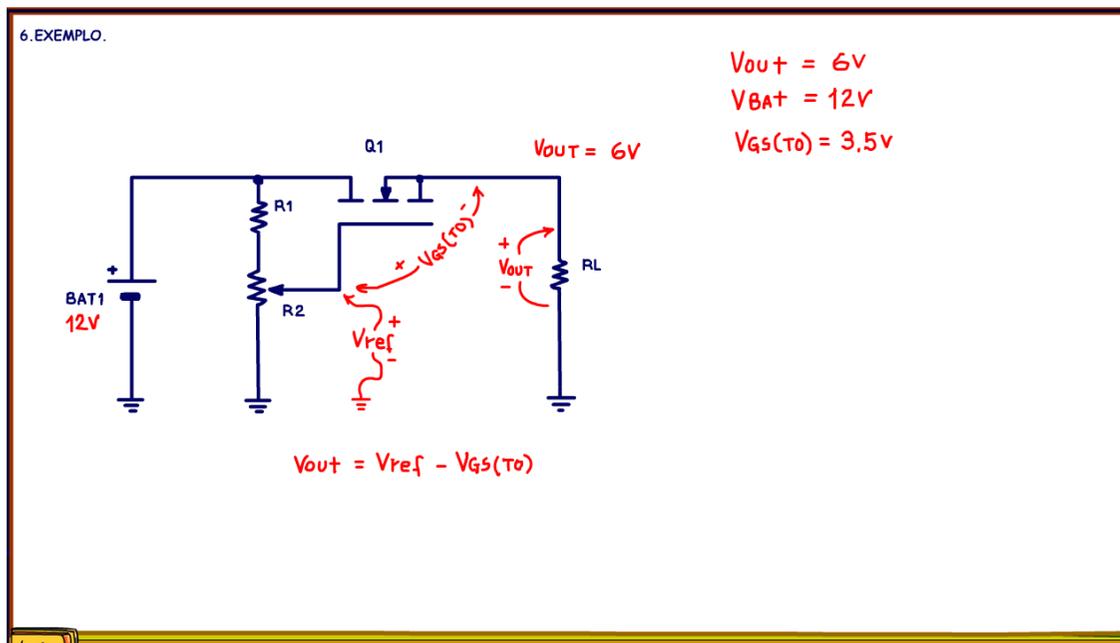


Agora fica fácil determinar a tensão na carga, a tensão de saída.

A tensão de saída é igual a tensão de referência menos a tensão de threshold, muito parecido com a equação da fonte com transistor de junção!

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

6. EXEMPLO.



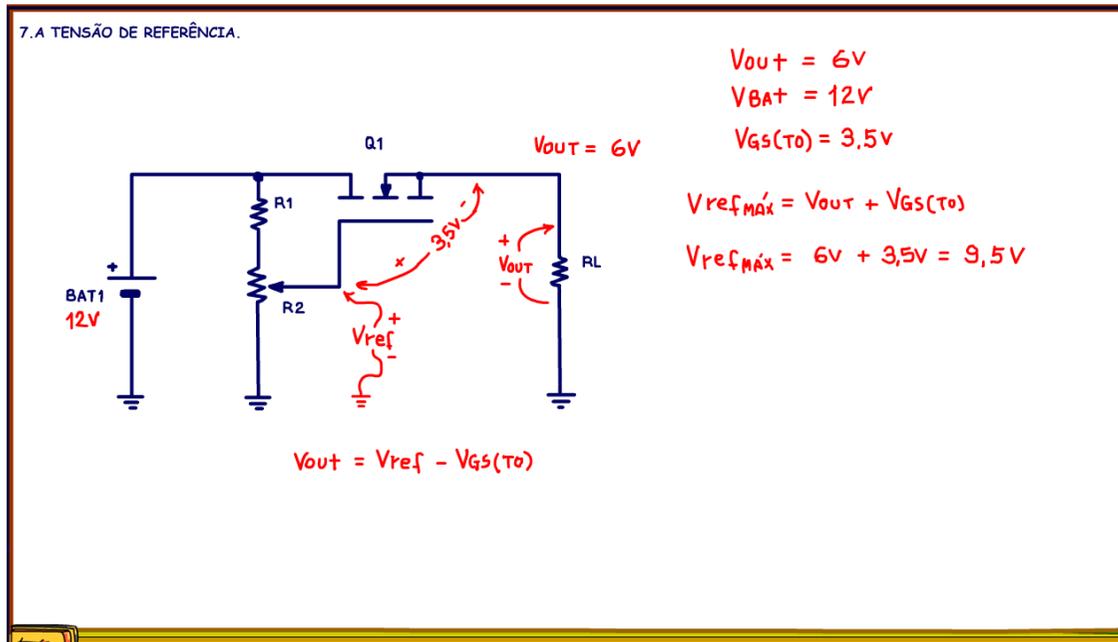
Veja o exemplo:

Nesse exemplo eu quero a tensão de saída de 6V e a tensão de entrada, a tensão da bateria é de 12V, qual seriam os valores da tensão de referência e das resistências?

Eu vou considerar a tensão de GATE de threshold com o valor de 3,5V.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

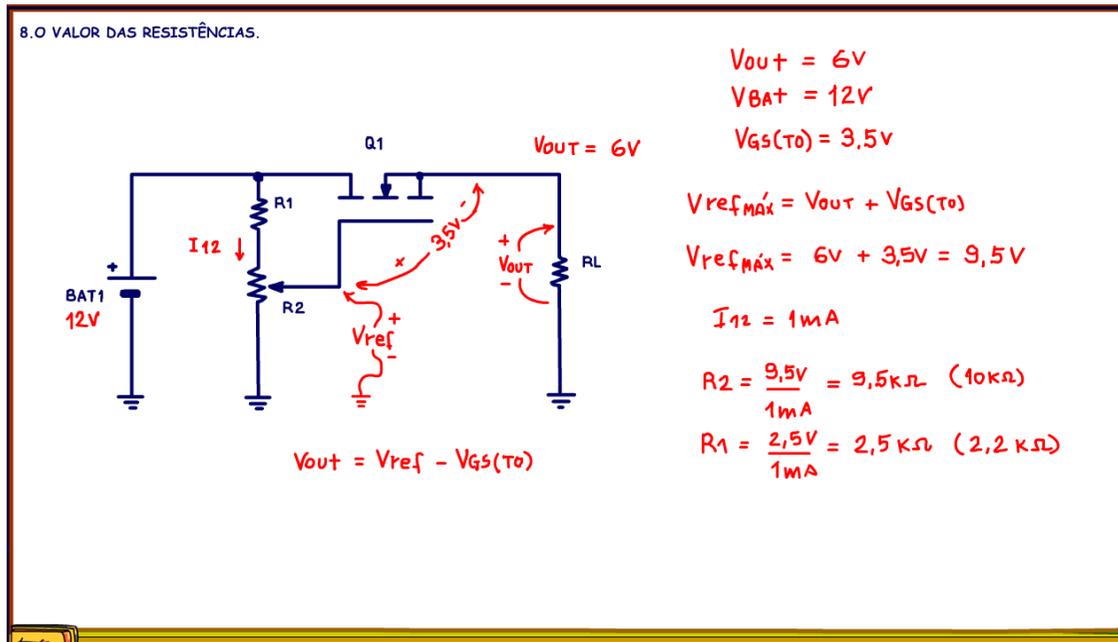
7. A TENSÃO DE REFERÊNCIA.



A tensão de referência máxima é fácil de calcular, é simplesmente a tensão de saída mais a tensão de threshold, substituindo os valores e calculando isso dá 9,5V.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

8. O VALOR DAS RESISTÊNCIAS.



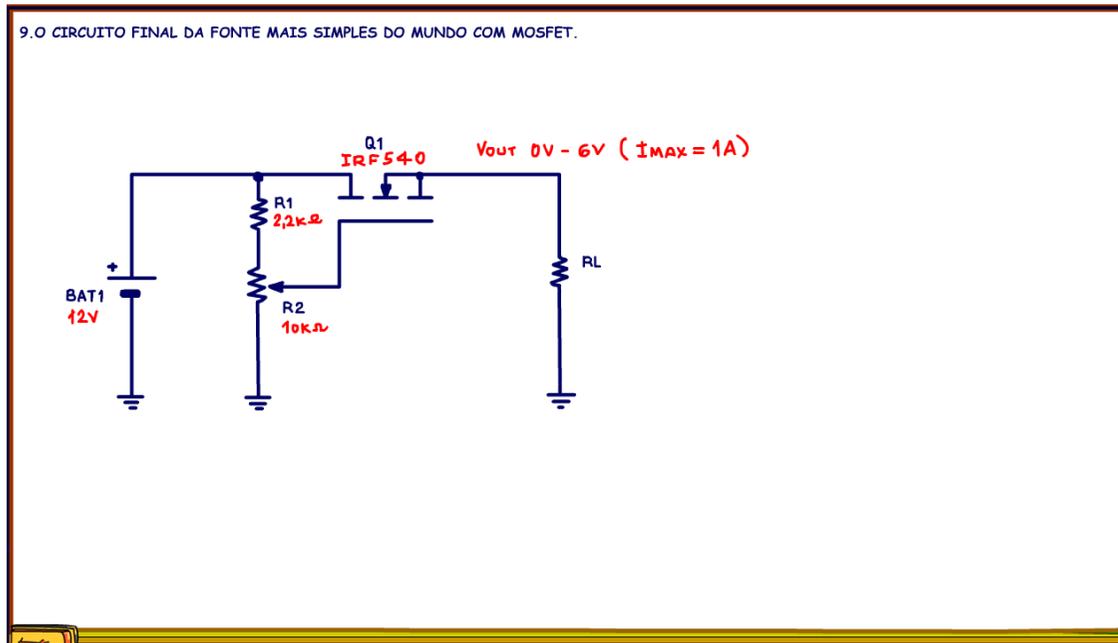
Agora fica fácil calcular o valor das resistências, como não tem corrente sendo desviada pelo GATE eu posso escolher a corrente mais conveniente para o circuito das resistências, que tal 1 mA.

Então a resistência R2 será igual a tensão de referência máxima dividida por 1mA isso dá 9,5 kOHM, vou usar 10 kOHM comercial, foi esse o valor usado na montagem da live.

A tensão na resistência R1 é o que falta para 12V, o valor exato seria 2,5V, então a resistência R1 é igual a 2,5V dividido por 1 mA, isso dá 2,5 kOHM, vou usar 2,2 kOHM comercial.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

9. O CIRCUITO FINAL DA FONTE MAIS SIMPLES DO MUNDO COM MOSFET.



Pronto esse é um circuito real, se você montar vai funcionar, a corrente máxima vai depender do MOSFET, na live eu estipulei 1A.

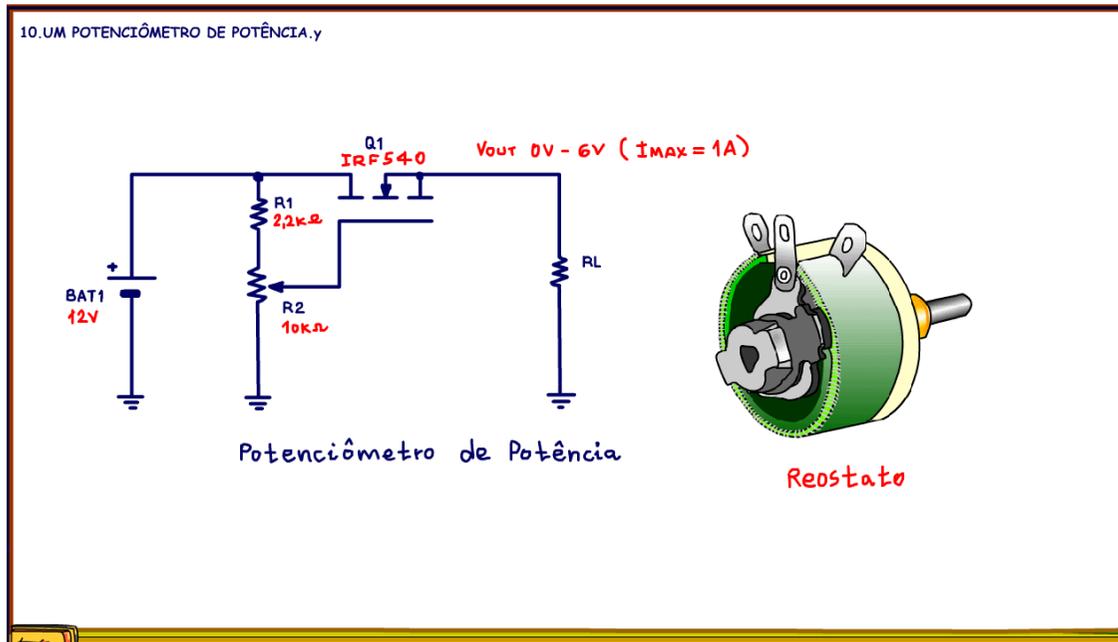
Com esses valores a tensão de saída máxima vai ficar um pouco acima dos 6V.

A grande vantagem é que esse circuito pode variar a tensão de saída de zero volt até 6V, mas a tensão só vai começar a aparecer na saída quando a tensão de referência alcançar a tensão de threshold, então não se desespere se ao começar a girar o potenciômetro a tensão demorar um pouquinho para começar a aparecer na saída.

Esse é um circuito muito simples, tente você mesmo montar, mas cuidado não coloque a saída em curto, esse circuito não tem proteção de sobrecorrente!

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

10. UM POTENCIÔMETRO DE POTÊNCIA.

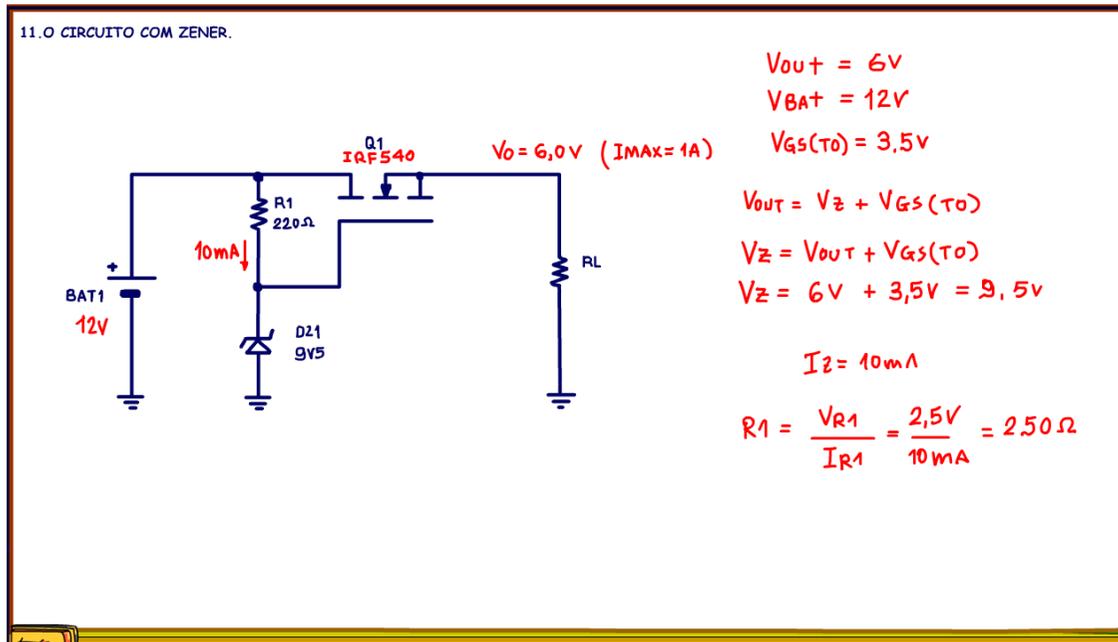


Esse circuito tem o ajuste de tensão, mas não é estabilizado, ele não tem a realimentação, então pode ser considerado um potenciômetro de potência, um reostato.

Esse circuito permite que você controle a tensão sobre um motor de corrente contínua com facilidade, coisa que não é possível só com o potenciômetro, coisa que eu tenho certeza muita gente já tentou fazer e claro que sentiram cheiro de Ampère queimado e o cheiro dos Ampères queimados do potenciômetro é bem desagradável, enche a sala toda, nem dá para disfarçar.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

11.0 CIRCUITO COM ZENER.



Claro que você pode colocar um ZENER como referência, nesse caso a tensão de saída será fixa, a equação para determinar o ZENER é a mesma para a tensão de referência máxima do circuito anterior.

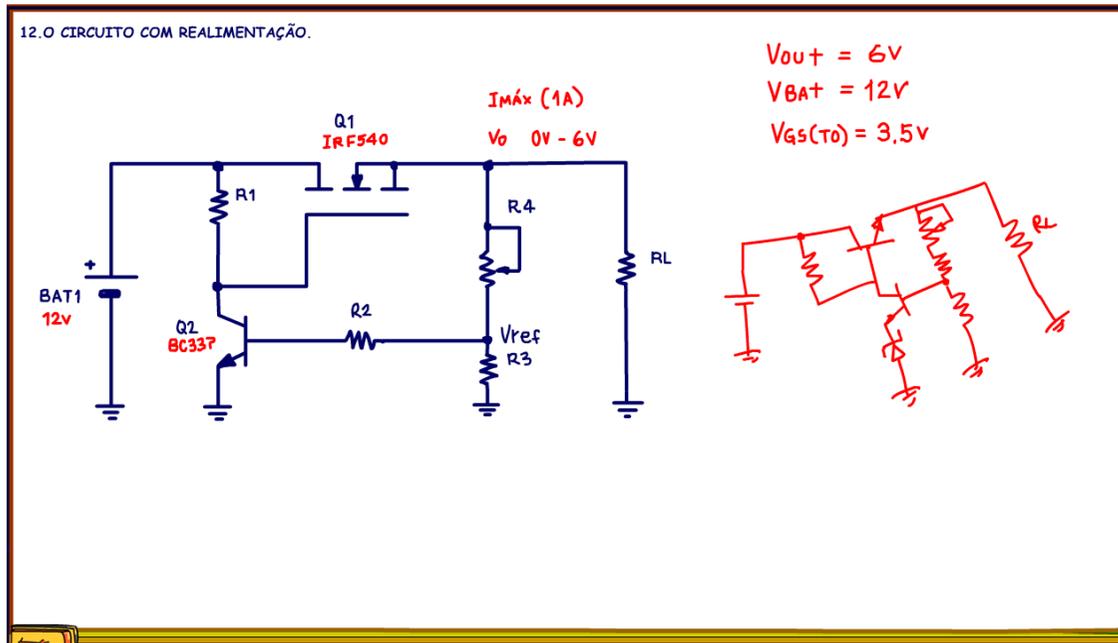
A grande vantagem desse circuito é que você não precisa se preocupar com a corrente do GATE, claro a corrente do GATE é zero, então você deve calcular o circuito pensando na menor corrente possível no ZENER, uma regra simples é considerar 10mA, essa que eu usei nesse exemplo, ou com mais precisão você poderia usar 10% da corrente máxima.

No circuito da figura considerei 10 mA para calcular as resistências, a resistência R1 será de 250 OHM, ou 220

OHM comercial, viu a proporção do circuito anterior se manteve, a equação é a mesma do circuito anterior!

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

12.O CIRCUITO COM REALIMENTAÇÃO.



O circuito da figura é com realimentação, esse é um circuito melhorado.

Nesse circuito a tensão de saída é realimentada pelas resistências R3, e pelo potenciômetro R4.

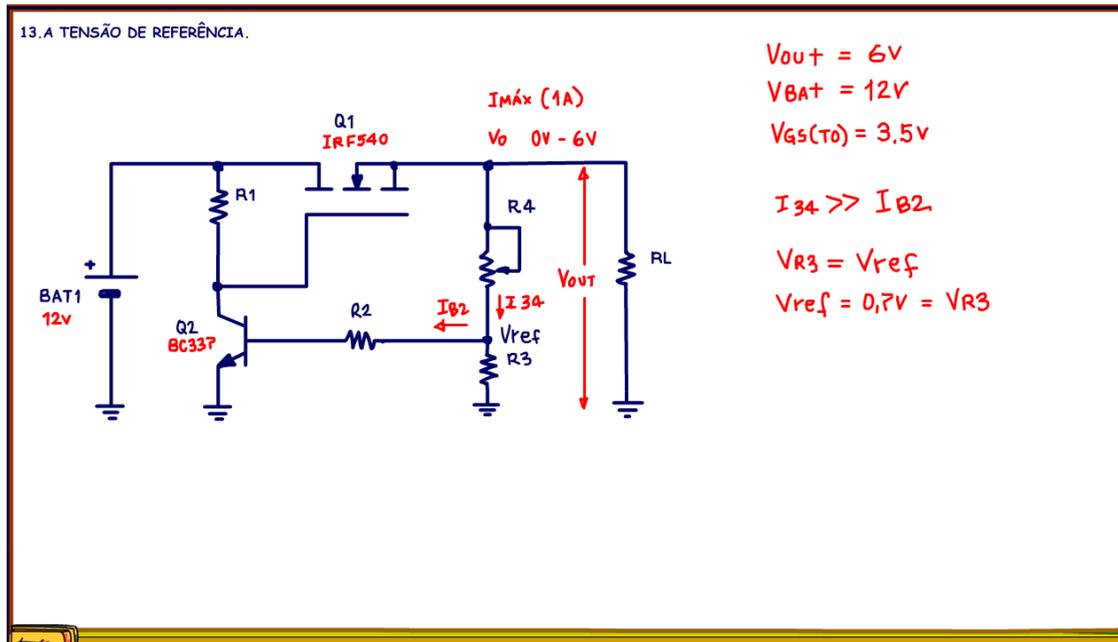
Vou mostrar como calcular o circuito da figura para as mesmas especificações do circuito ajustável anterior e usando o mesmo MOSFET, o IRF540.

Veja que esse é um circuito similar ao circuito já visto com transistor de junção, simplesmente foi trocado o transistor de potência, nesse circuito para o transistor da realimentação vou usar um BC337, o preferido para esse tipo de aplicação, a corrente de coletor máxima é

bem maior do que o BC547, mas se você colocar um BC547 nessa aplicação também vai funcionar!

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

13.A TENSÃO DE REFERÊNCIA.



A equação para a tensão de saída é a mesma usada no circuito com transistor de junção.

A tensão de referência nesse circuito é a tensão sobre a resistência R3, se você fizer a corrente que circula pelas resistências R3 e R4 muito maior do que a corrente que circula na base do transistor Q2, então as tensões sobre essas resistências vão determinar a tensão de saída.

A tensão sobre a resistência R3 vai ser a tensão de referência.

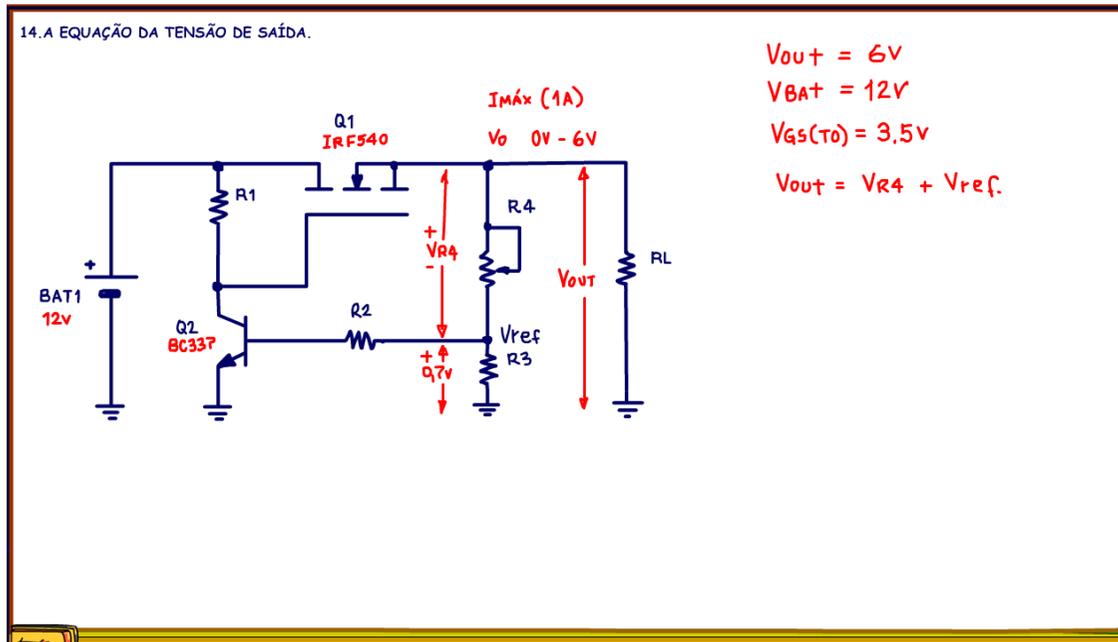
Se a queda de tensão na resistência R2 for desconsiderada a tensão sobre R3 será igual a VBE do

transistor Q2, 0,7V.

Esse é um exemplo econômico, não foi preciso usar um ZENER, economizar é bom!

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

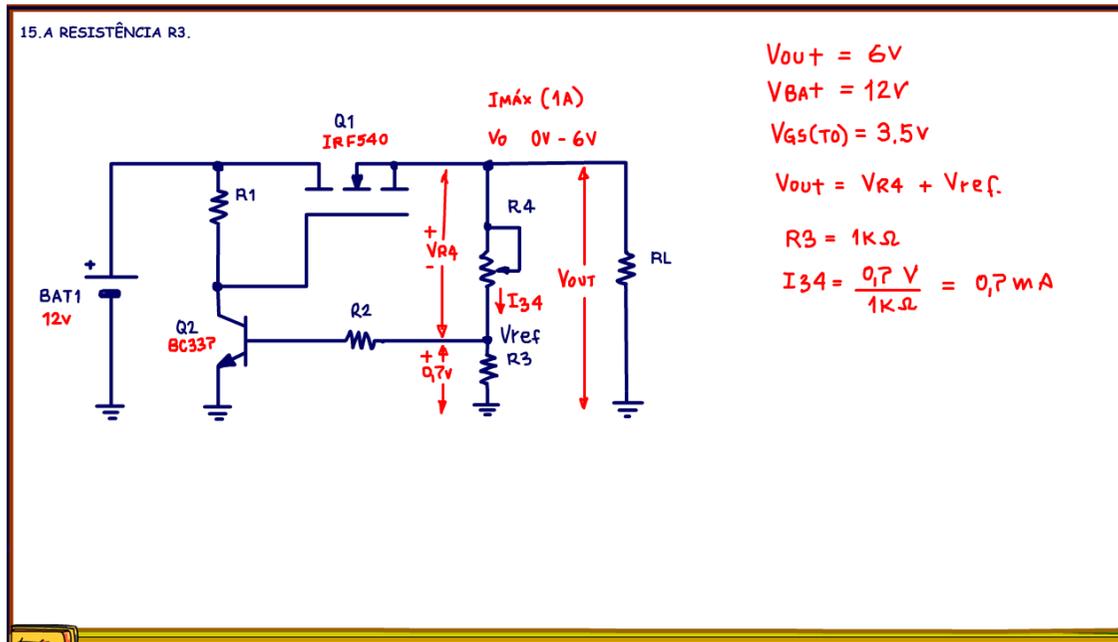
14.A EQUAÇÃO DA TENSÃO DE SAÍDA.



A tensão de saída é a soma da tensão de referência mais a tensão sobre a resistência R4, o potenciômetro, a máxima tensão na saída vai acontecer quando o potenciômetro estiver ajustado para o seu maior valor.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

15.A RESISTÊNCIA R3.



O valor da resistência R3 vai depender da corrente, mas aqui estipular um valor de resistência que simplifica o cálculo é o mais prático, desde que a corrente sobre R3 fique ao redor de 1mA, então eu escolhi uma resistência de 1 kOHM, não pode ter valor mais prático.

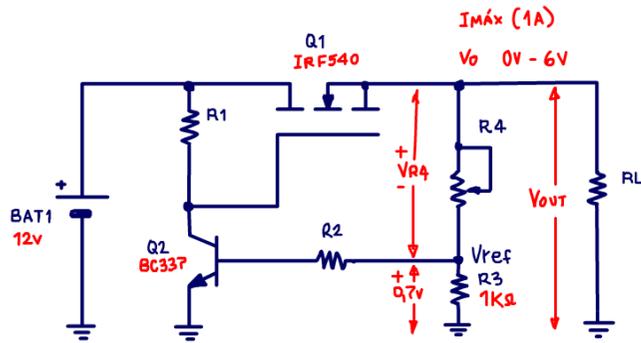
A corrente na resistência R3 será de 0,7V sobre 1 kOHM, isso dá 0,7 mA ficou bem próximo de 1 mA, então está bom.

Essa também será a corrente em R4, esse é o pulo do gato desse circuito.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

16.A TENSÃO MÁXIMA SOBRE RESISTÊNCIA R4.

16.A TENSÃO MÁXIMA SOBRE RESISTÊNCIA R4.



$$V_{out} = 6V$$

$$V_{BAT} = 12V$$

$$V_{GS(T0)} = 3.5V$$

$$V_{out} = V_{R4} + V_{ref}$$

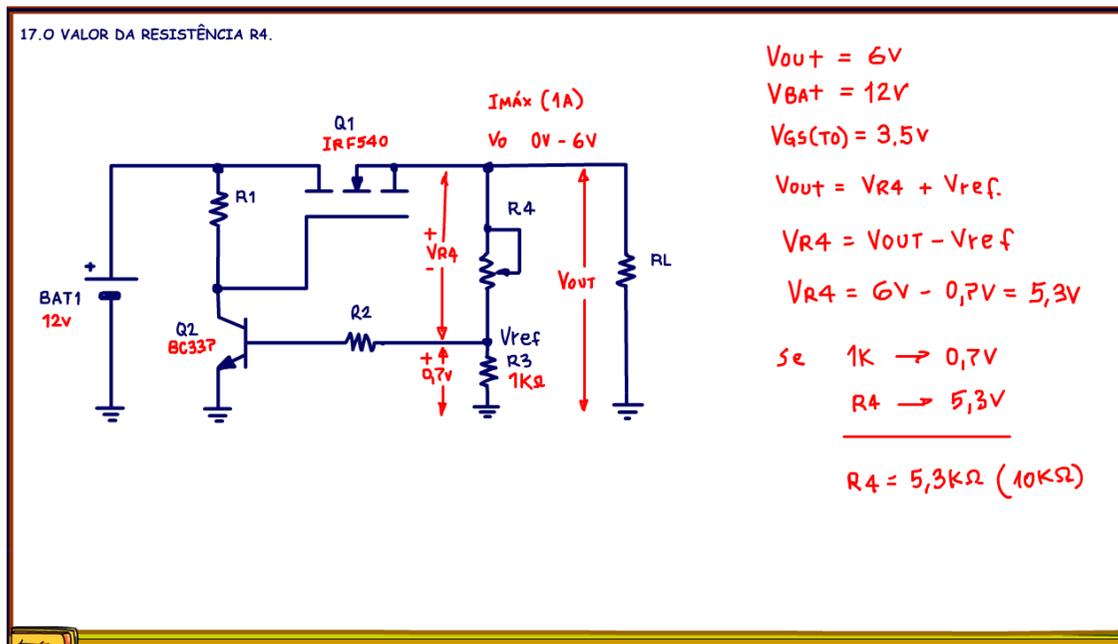
$$V_{R4} = V_{out} - V_{ref}$$

$$V_{R4} = 6V - 0,7V = 5,3V$$

A tensão máxima sobre a resistência R4 é o que falta para 6V, simples assim, então será 5,3V.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

17.O VALOR DA RESISTÊNCIA R4.



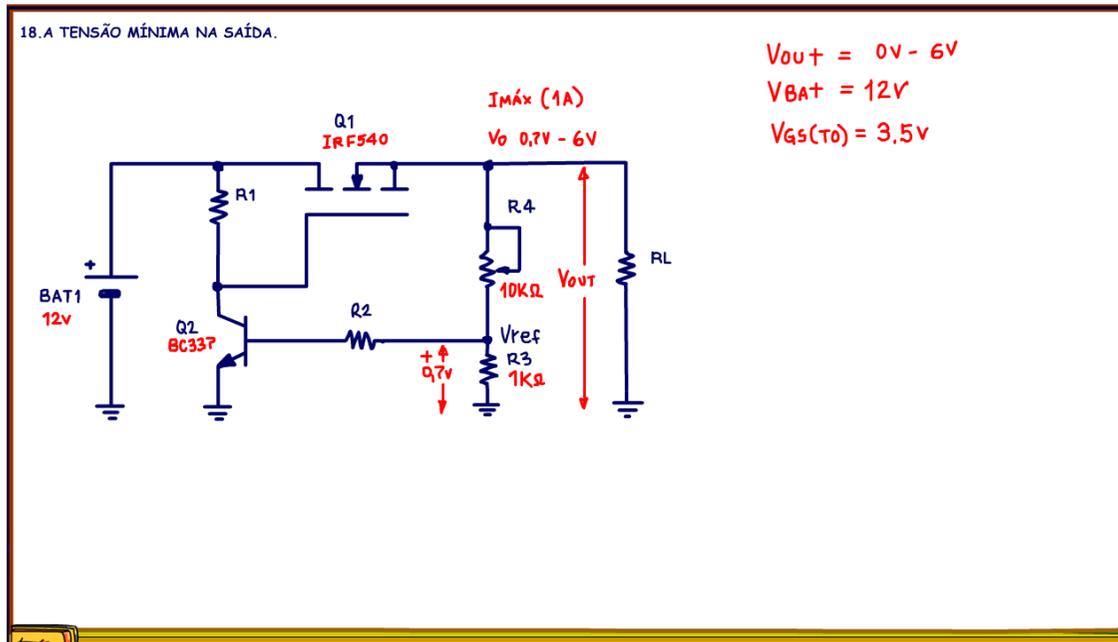
Para calcular a resistência R4 é só usar uma regra de três simples, claro a corrente é a mesma nas duas resistências!

Se 1 kOHM gerou 0,7V, qual o valor da resistência R4 para gerar 5,3V, isso mesmo 5,3 kOHM, por isso é bom usar uma resistência de 1Kohm em paralelo com a referência.

O valor do potenciômetro deverá ser de 5,3 kOHM, na live eu usei 10 kOHM, ao ajustar o potenciômetro a tensão em algum momento vai passar por 6 V.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

18.A TENSÃO MÍNIMA NA SAÍDA.

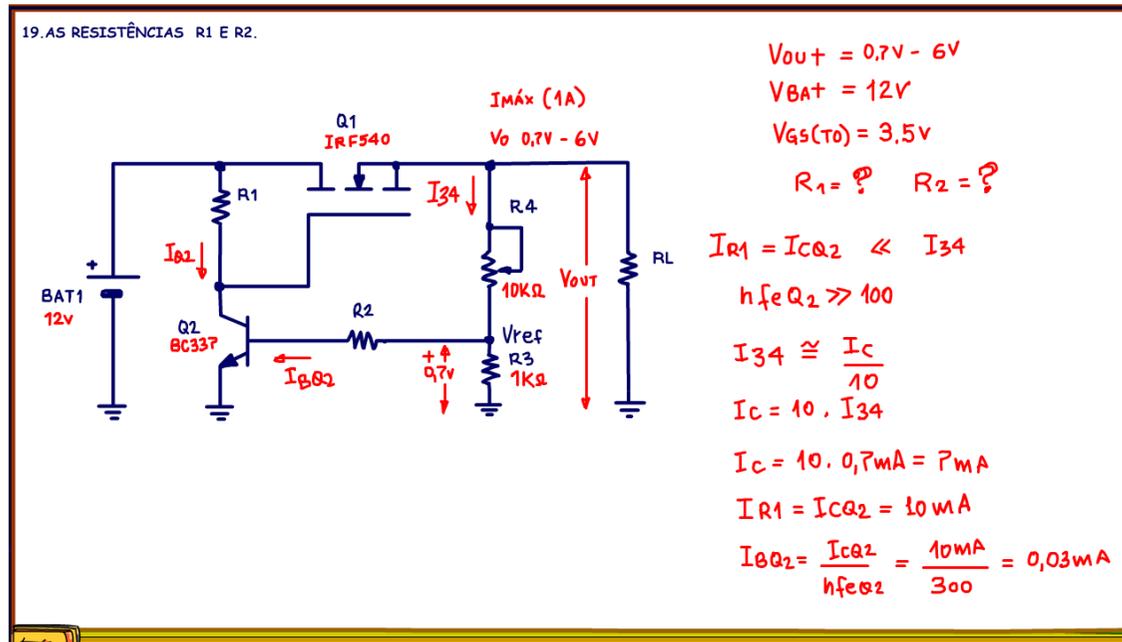


Na especificação está escrito que a tensão de saída deverá variar de zero até 6V, mas esse circuito não consegue a tensão mínima de zero, a menor tensão possível é a tensão de referência, nesse caso 0,7V, então vamos corrigir a especificação.

Ganhamos aqui, perdemos ali.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

19. AS RESISTÊNCIAS R1 E R2.



Agora vou calcular os valores das resistências R1 e R2

O valor das resistências R1 e R2 e a corrente no divisor estão relacionados.

A corrente na resistência R1, a corrente de coletor do transistor Q2, deverá ser muito menor do que a corrente do divisor, para alcançar esse objetivo primeiro teremos que escolher o transistor Q2 com ganho de corrente alto, o hfe deverá ser maior do que 100, o hfe do BC337 é de 300 então está muito bom.

O truque aqui é o mesmo usado na polarização do amplificador de emissor comum com divisor de tensão, a ideia exatamente a mesma, então a corrente no

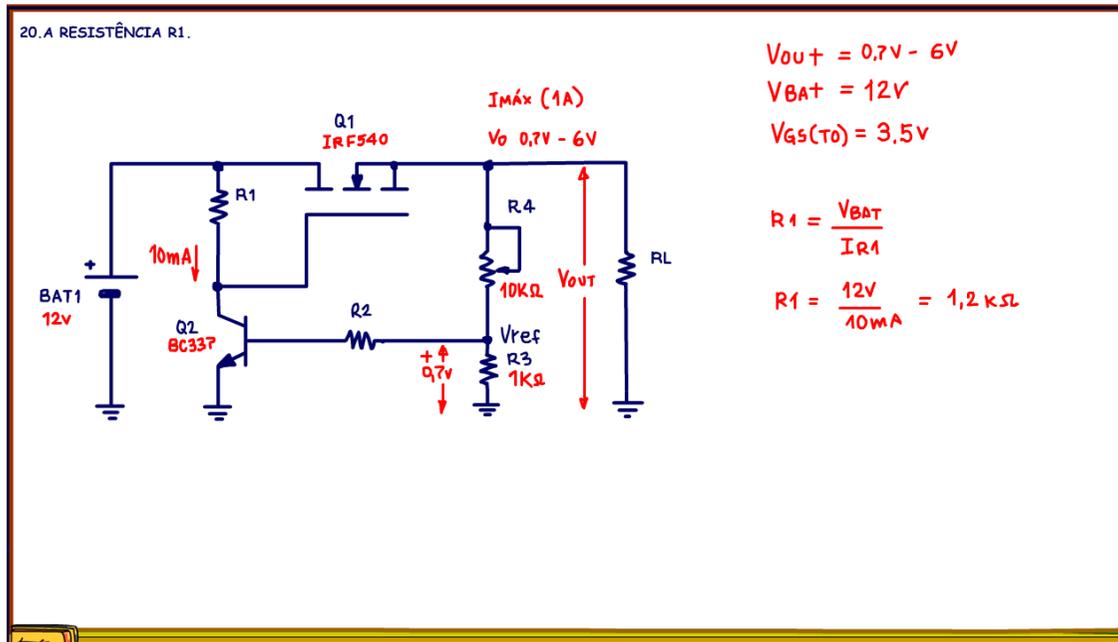
divisor deverá ser 10% da corrente de coletor.

Nesse circuito eu sei que a corrente no divisor é de 0,7mA, então a corrente de coletor do transistor Q2 deverá ficar ao redor de 7 mA, vou arredondar para 10mA.

No circuito real e considerando um ganho de 300, a corrente na base seria de 0,03 mA, bem menor do que a corrente do divisor que é de 0,7mA, viu o objetivo foi alcançado!

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

20.A RESISTÊNCIA R1.

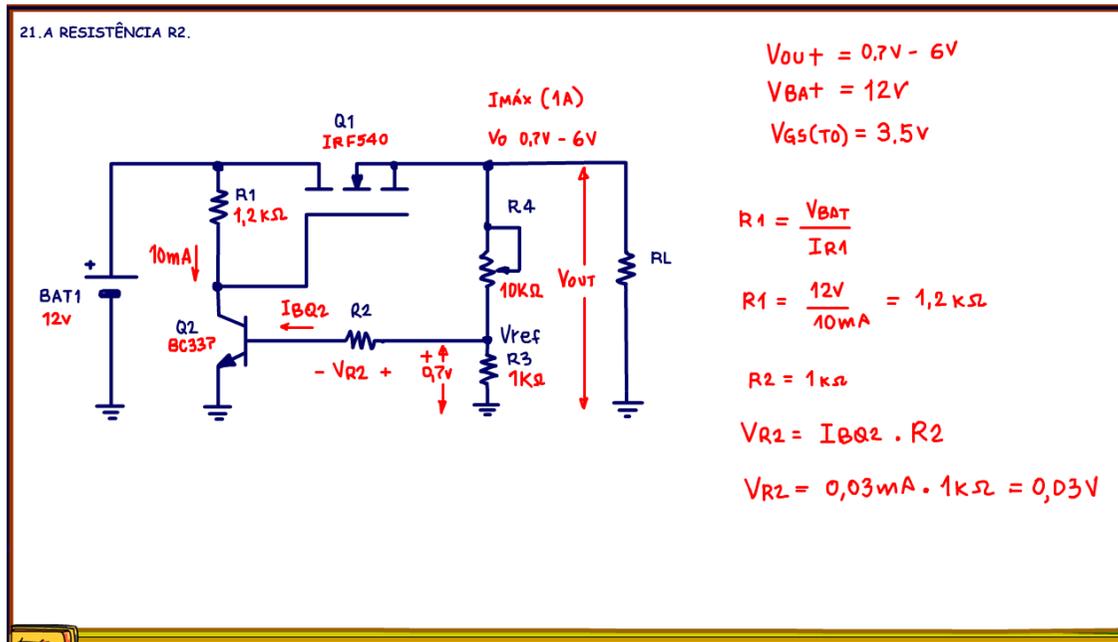


Agora fica fácil calcular a resistência R1, é só considerar que o transistor Q2 estará saturado no pior caso, então toda a tensão de 12 V está sobre a resistência R1.

A resistência R1 é igual a 12V dividido por 10 mA, isso dá 1,2 kOHM, mas qualquer resistência ao redor desse valor poderia ser usado até mesmo 1 kOHM.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

21.A RESISTÊNCIA R2.



A função da resistência R2 é limitar a corrente máxima na base do transistor Q2 quando o cursor do potenciômetro estiver na posição de zero OHM, eu usei uma resistência de 1 kOHM, a corrente na base para 10 mA no coletor será de 0,03mA como vimos antes, então para 1 kOHM na base a queda de tensão na resistência será de somente 0,03V, viu praticamente zero, tá muito bom.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

22.A TENSÃO DE GATE.

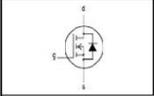
22.A TENSÃO DE GATE.

N-channel TrenchMOS™ transistor IRF540, IRF540S

FEATURES

- Trench™ technology
- Low on-state resistance
- Fast switching
- Low thermal resistance

SYMBOL



QUICK REFERENCE DATA

$V_{DS} = 100\text{ V}$
 $I_D = 23\text{ A}$
 $R_{DS(on)} \leq 77\text{ m}\Omega$

GENERAL DESCRIPTION
 N-channel enhancement mode field-effect power transistor in a plastic envelope using 'trench' technology.

Applications:

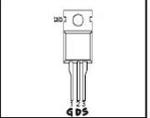
- d.c. to d.c. converters
- switched mode power supplies
- T.V. and computer monitor power supplies

The IRF540 is supplied in the SOT78 (TO220AB) conventional leaded package.
 The IRF540S is supplied in the SOT464 (DPAK) surface mounting package.

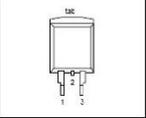
PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	gate
2	drain ¹
3	source
tab	drain

SOT78 (TO220AB)



SOT464 (DPAK)



LIMITING VALUES
 Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{DS}	Drain-source voltage	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ to $175\text{ }^\circ\text{C}$	-	100	V
V_{DGR}	Drain-gate voltage	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ to $175\text{ }^\circ\text{C}$; $R_{GS} = 20\text{ k}\Omega$	-	100	V
V_{GS}	Gate-source voltage		-	± 20	V
I_D	Continuous drain current	$T_{mc} = 25\text{ }^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10\text{ V}$ $T_{mc} = 100\text{ }^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10\text{ V}$	-	23	A
I_{DM}	Pulsed drain current	$T_{mc} = 25\text{ }^\circ\text{C}$	-	16	A
P_D	Total power dissipation	$T_{mc} = 25\text{ }^\circ\text{C}$	-	100	W
T_J, T_{stg}	Operating junction and storage temperature		-55	175	$^\circ\text{C}$

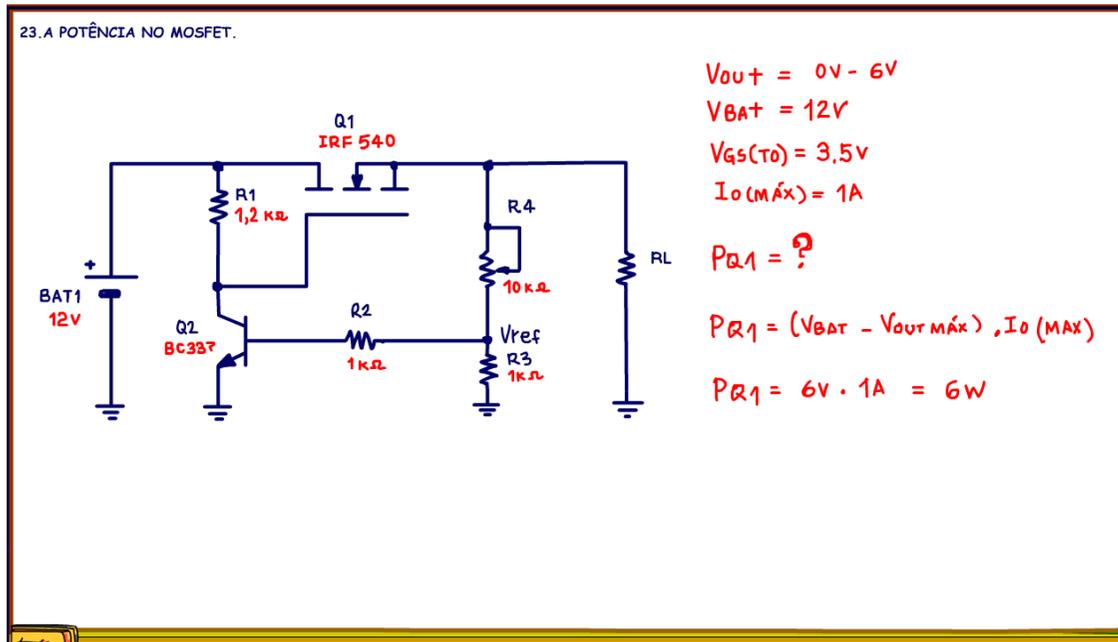
Um detalhe importante, principalmente na versão do potenciômetro de potência é que a tensão GATE SOURCE tem um valor máximo,

Na maioria dos MOSFETs é de 15V, no IRF540 é 20V, esse valor está lá, no datasheet, então no circuito do potenciômetro a tensão de entrada máxima deverá ser 20V, a tensão VGS máxima.

Alguns circuitos usam um ZENER em paralelo com o GATE SOURCE de valor igual ou um pouco abaixo da tensão máxima de GATE, isso para garantir que a tensão nunca ultrapasse essa tensão máxima.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

23.A POTÊNCIA NO MOSFET



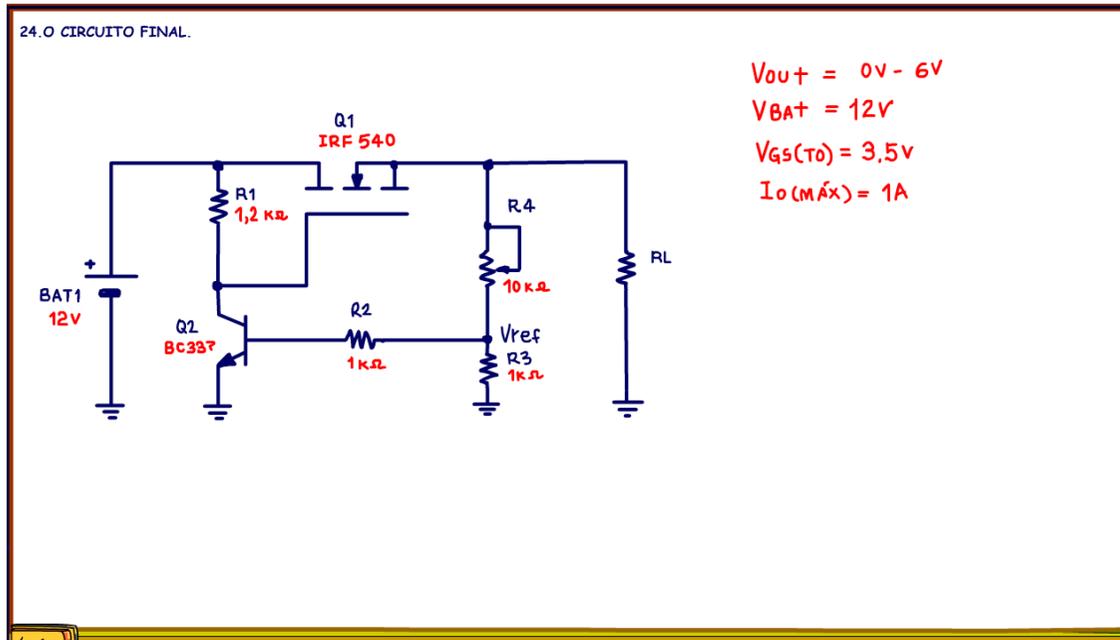
A última consideração é quanto a potência perdida no MOSFET, esse é um circuito linear, então a potência sobre o MOSFET é perdida, O rendimento desse circuito é baixo, nesse aspecto não tem vantagem alguma em relação ao transistor de junção.

A potência no MOSFET é igual a tensão de entrada menos a tensão de saída, tudo multiplicado pela máxima corrente de saída, substituindo os valores e calculando dá 6W.

Nesse circuito 6W serão jogados fora e claro o MOSFET deverá suportar essa potência.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

24.O CIRCUITO FINAL.

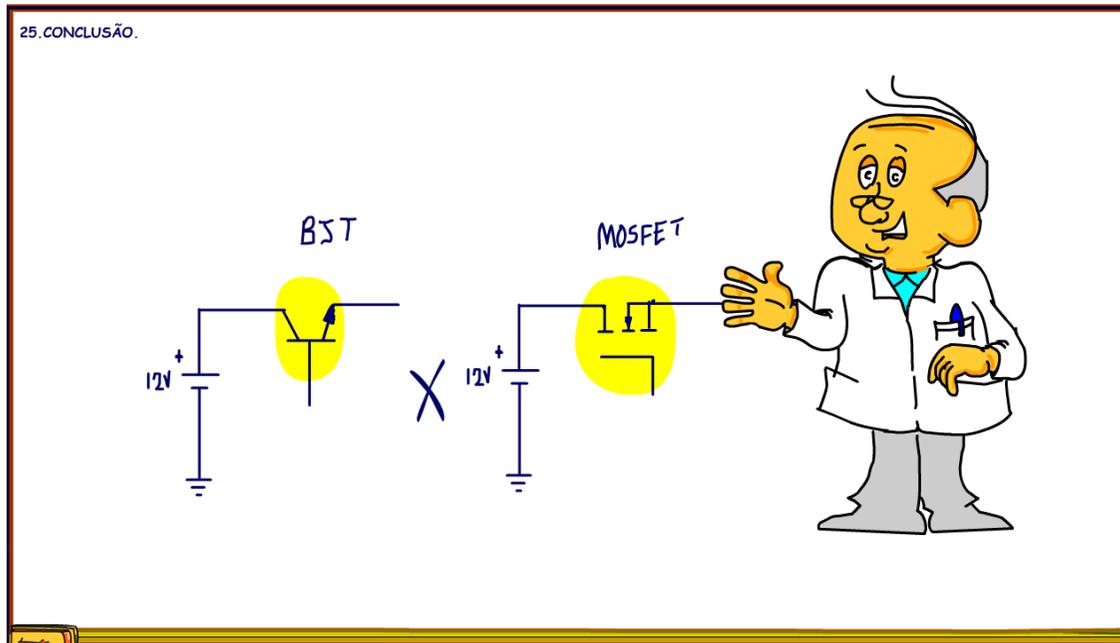


Esse é o circuito final, esse é o circuito que eu testei na live, o link para a live está na descrição desse vídeo.

Uma fonte linear com MOSFET, muito simples e prática, agora é só montar a sua.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

25. CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial como um MOSFET pode ser usado para montar uma fonte linear, agora você tem mais uma opção para fazer suas fontes lineares, a escolha é sua, bom proveito.

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

26. 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 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

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

20231115 Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

Fonte linear com MOSFET - Resumo LIVE

Nesse tutorial eu vou mostrar o conceito básico para montar uma fonte de tensão linear com MOSFET, a pergunta é: Será melhor montar a fonte linear com MOSFET ou transistor de junção.

Assuntos relacionados.

LIVE: <https://youtube.com/live/6NOcMhGhm4c?feature=share>

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

SEO: fonte linear, fonte linear com MOSFET, como fazer uma fonte linear com MOSFET, como funciona uma fonte linear com MOSFET,

YOUTUBE: <https://youtu.be/4tquQlrsolQ>

MOSFET x TRANSISTOR DE JUNÇÃO