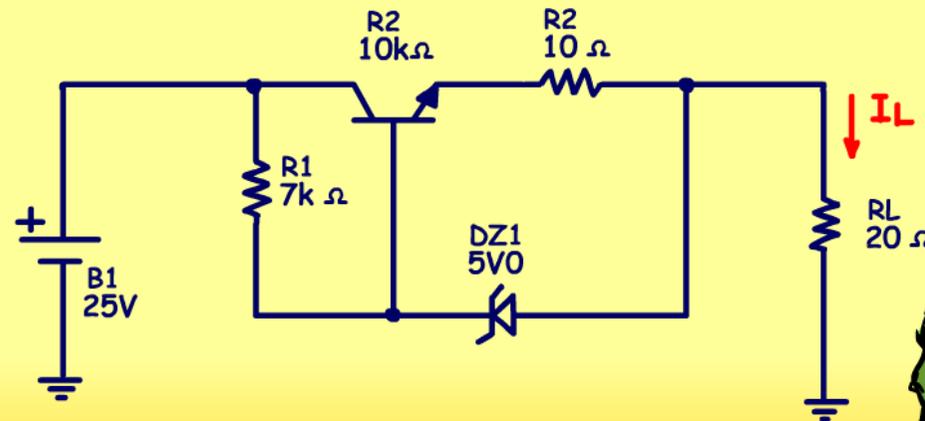


DESAFIO DA ANÁLISE DE CIRCUITO COM TRANSISTOR E ZENER REGULADOR!

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!



CIRCUITO 1



Professor Bairros (21/01/2024)



**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>

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

Sumário

1. Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador	4
1. Introdução	5
2. O desafio.....	6
3. A análise	7
4. O modo de operação como diodo ZENER.....	8
5. Modo de operação como diodo retificador	9
6. Determinando o modo de operação do diodo ZENER.....	10
7. As tensões e correntes conhecidas.....	11
8. A tensão VBE.	12
9. A corrente de base.	13
10. A corrente na resistência R1	14
11. Determinando a corrente de emissor.	15
12. A corrente de base.....	16
13. Determinando as correntes I1 e a corrente no ZENER e a corrente na carga.	17
14. A equação 2.....	18
15. A equação 3.....	19
16. O sistema de equações.	20
17. Substituindo I1 na equação 2.....	21
18. Substituindo IL na equação 2.....	23

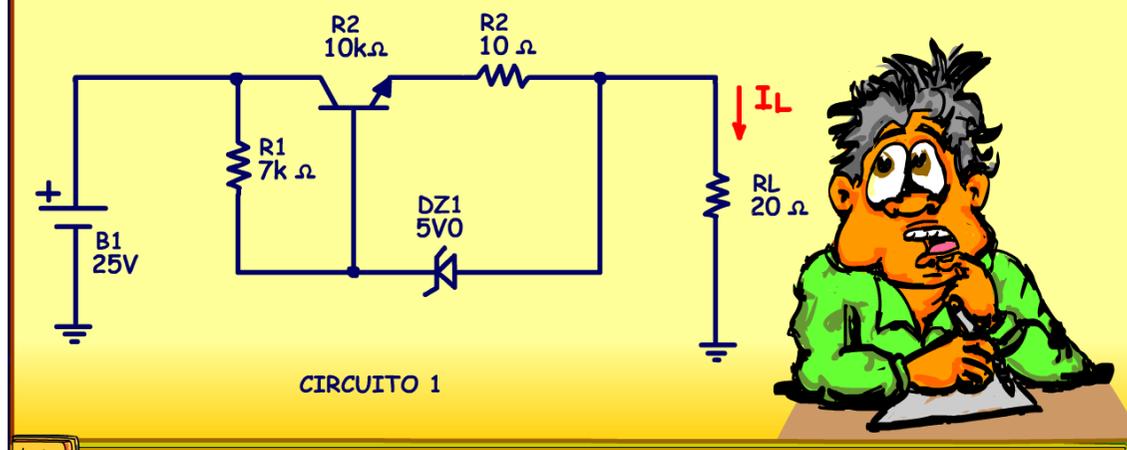
Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

19.	Analisando a corrente no ZENER.	24
20.	Considerando o ZENER aberto.....	25
21.	Analisando o circuito.	26
22.	A corrente na carga e na resistência R1.	27
23.	A equação da malha.	28
24.	Confirmando a hipótese.....	30
25.	Conclusão.	31
26.	Créditos	32

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

1. DESAFIO DA ANÁLISE DE CIRCUITO COM TRANSISTOR E ZENER REGULADOR!

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

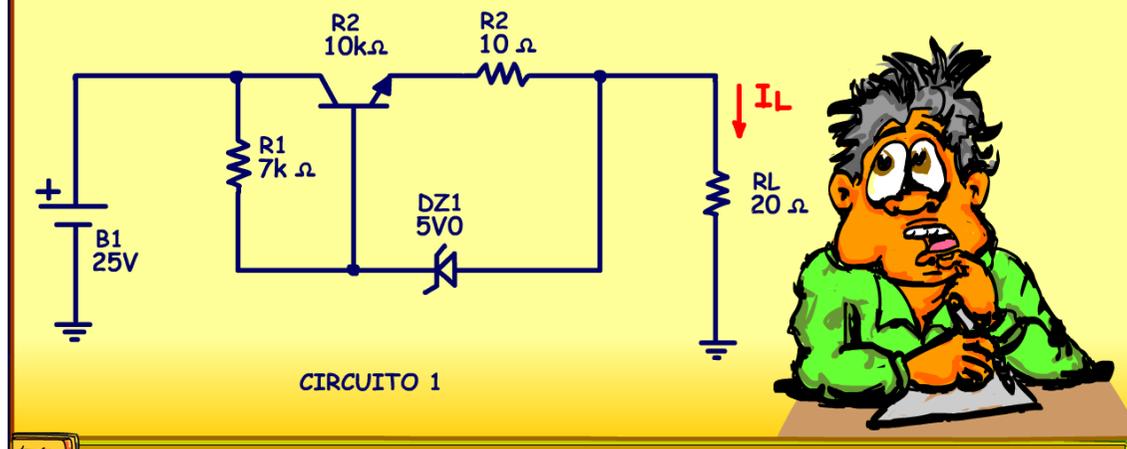


YOUTUBE:

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

1. INTRODUÇÃO

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

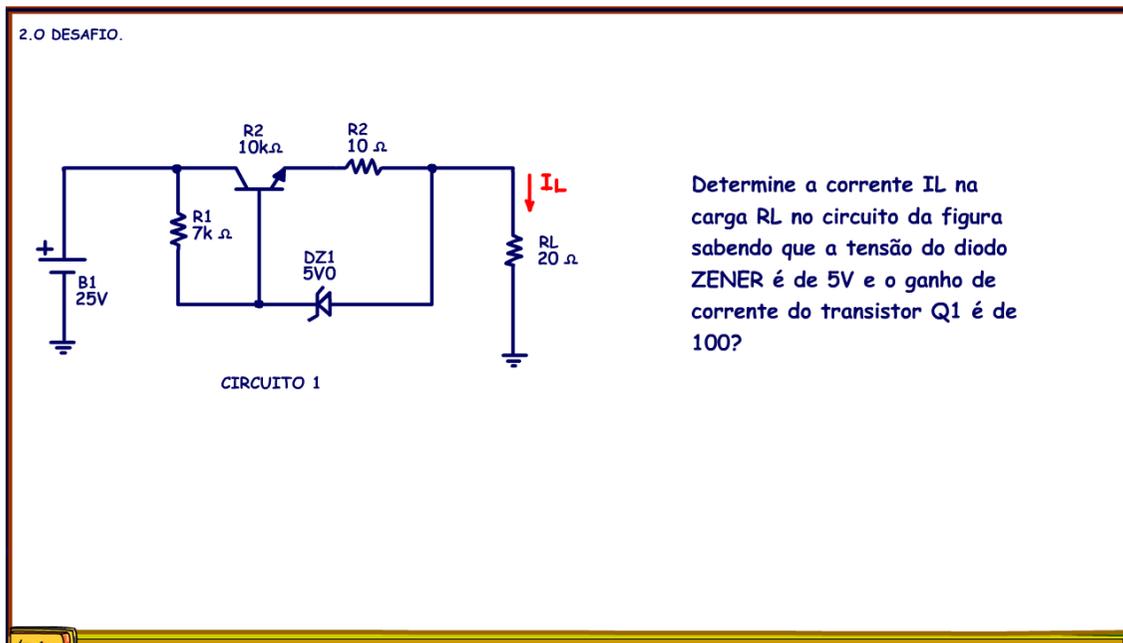


Nesse tutorial eu vou mostrar o desafio que é a análise de circuitos com transistor e diodo ZENER, o desafio é identificar se o diodo está operando com ZENER, como diodo, ou está cortado, saber analisar circuitos com diodos é muito importante.

Vamos lá.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

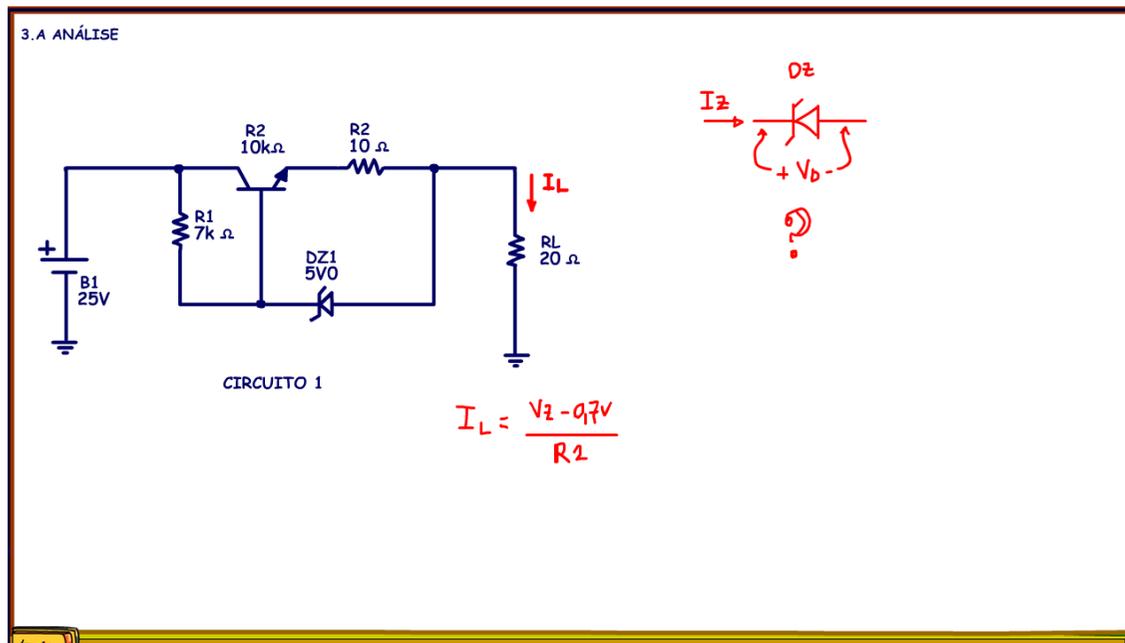
2. O DESAFIO.



Determine a corrente I_L na carga R_L no circuito da figura sabendo que a tensão do diodo ZENER é de 5V e o ganho de corrente do transistor Q_1 é de 100?

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

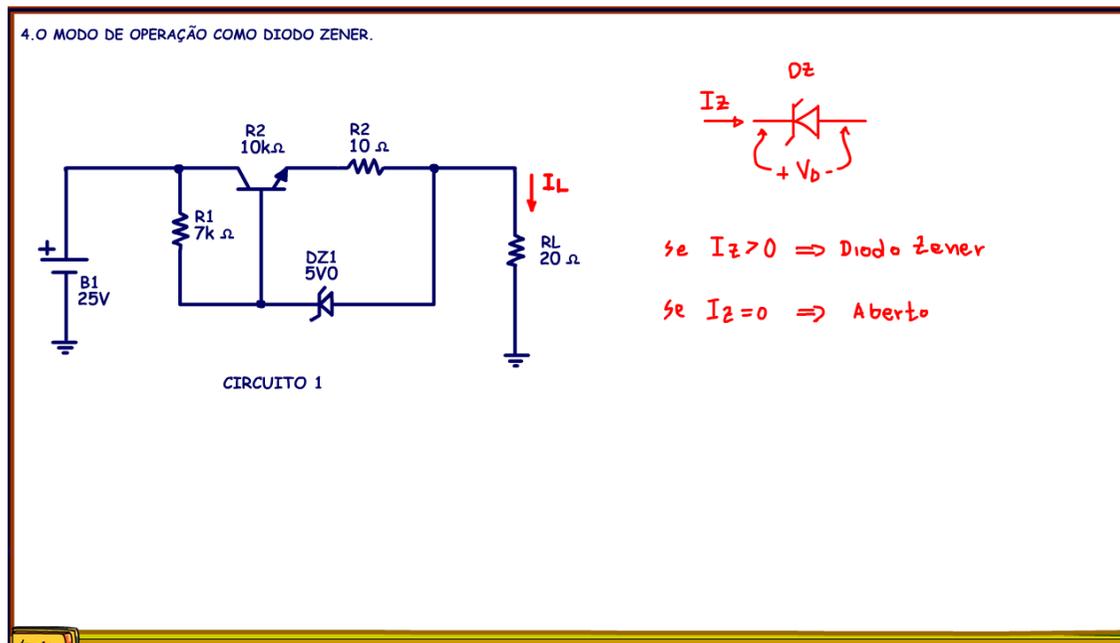
3. A ANÁLISE



Olhando esse circuito parece uma fonte de corrente, a corrente é determinada pela tensão ZENER e a resistência R2, mas para ser uma fonte de corrente o diodo ZENER deve estar operando como diodo ZENER, então a análise desse circuito consiste em determinar o modo de operação do diodo ZENER antes de determinar a corrente na carga.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

4. O MODO DE OPERAÇÃO COMO DIODO ZENER.



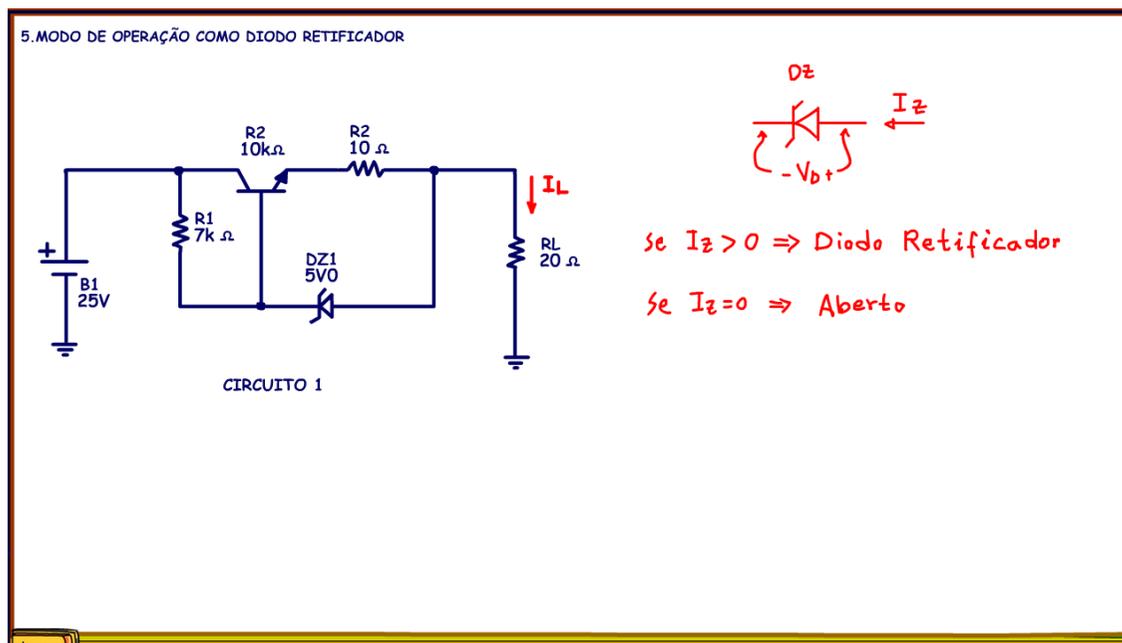
Você determina o modo de operação no diodo ZENER analisando a tensão e a corrente no diodo.

Se a corrente está circulando no sentido do catodo para o anodo como indica a figura, então o diodo ZENER está operando como diodo ZENER.

Se a corrente for zero, então o diodo estará a aberto.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

5. MODO DE OPERAÇÃO COMO DIODO RETIFICADOR

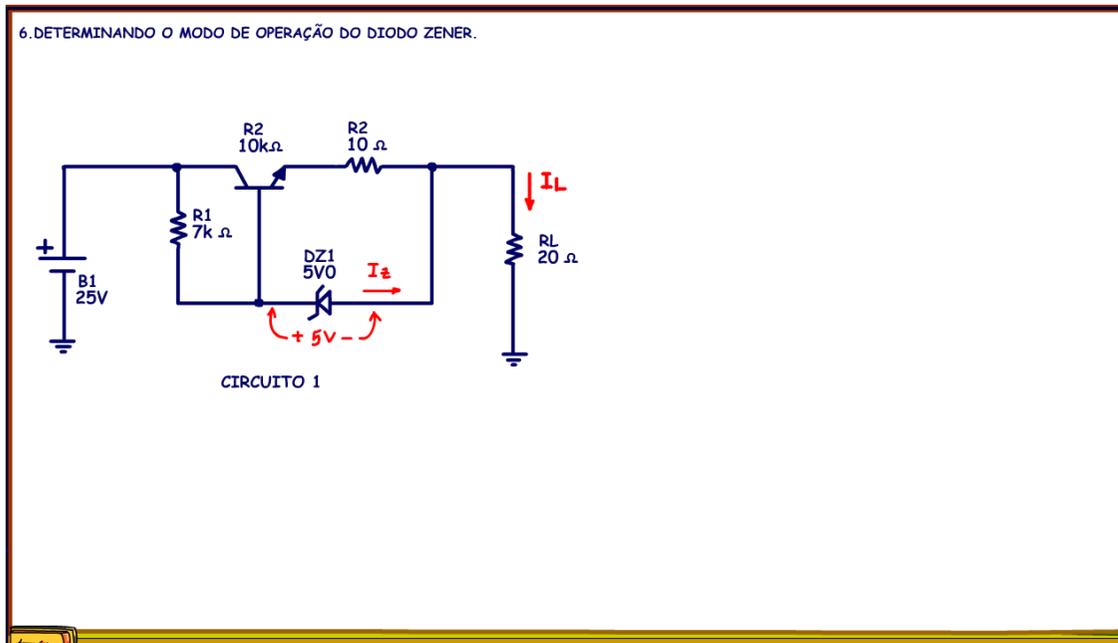


Se a corrente está circulando no sentido do anodo para o catodo como indica a figura, ele poderá estar operando como diodo retificador.

Se a corrente for zero o diodo ZENER estará aberto.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

6. DETERMINANDO O MODO DE OPERAÇÃO DO DIODO ZENER.



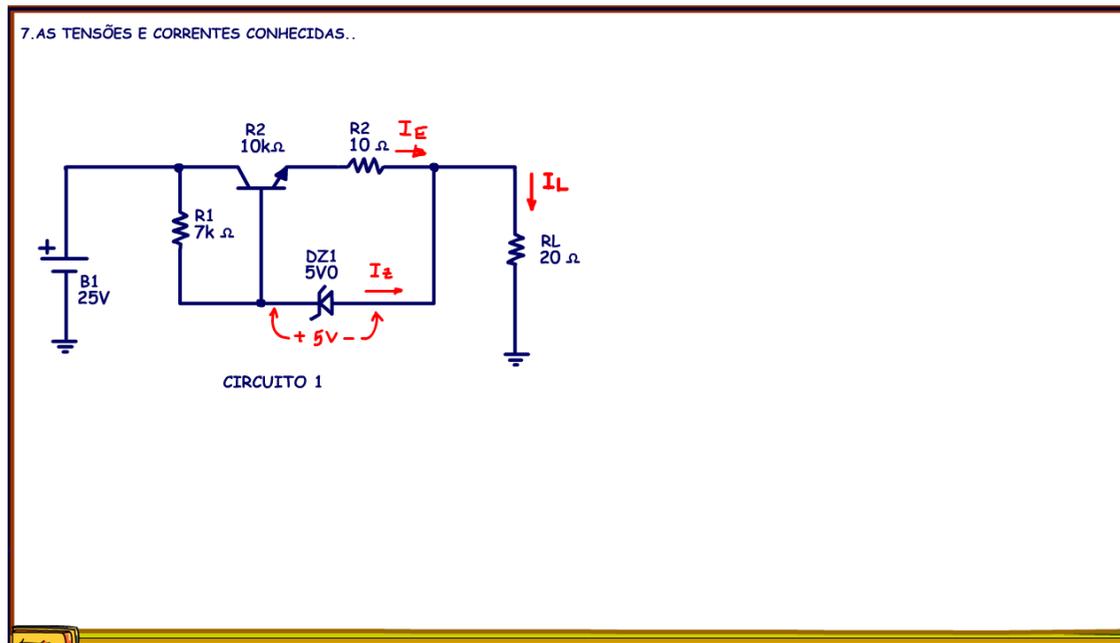
A técnica para determinar o modo de operação do diodo ZENER é chutar que o diodo ZENER está operando em um dos modos e então analisar o circuito e verificar se a corrente e tensão no ZENER estão de acordo com o chute.

Nesse exemplo eu vou começar chutando que o ZENER está operando como diodo ZENER, então eu sei a tensão no ZENER, é a tensão ZENER de 5V com o positivo para o catodo, então vou calcular a corrente no diodo para confirmar se o sentido é do catodo para o anodo e se é maior do que zero, se não for assim, então o diodo não está funcionando como ZENER.

Vamos analisar então.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

7. AS TENSÕES E CORRENTES CONHECIDAS.

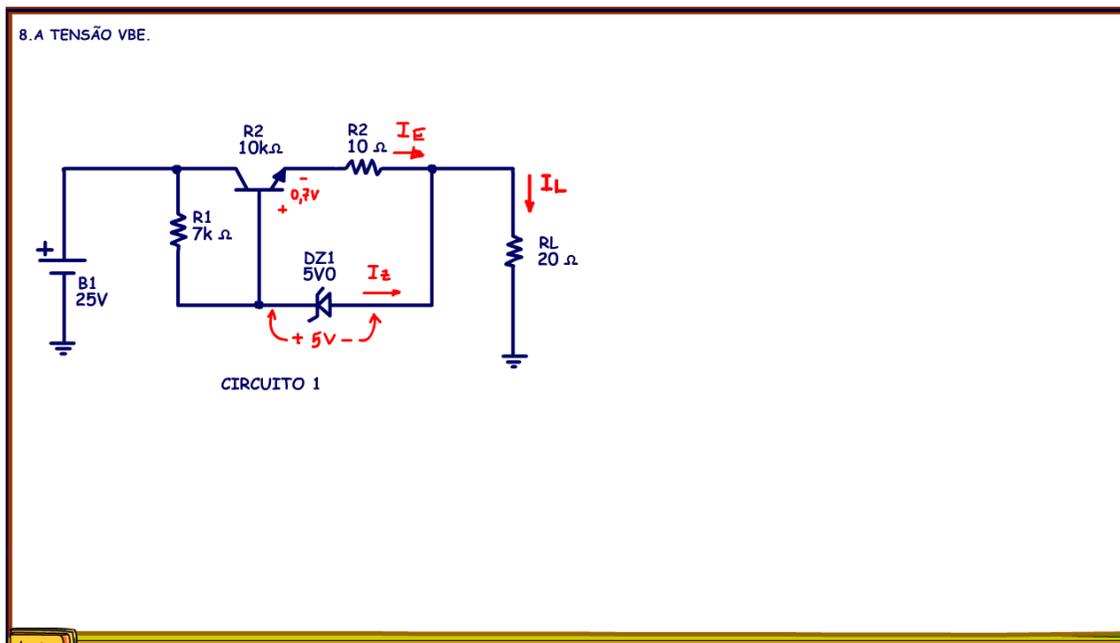


O primeiro passo é escrever todas as tensões e correntes no circuito.

A corrente no emissor do transistor vou chamar de I_E .

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

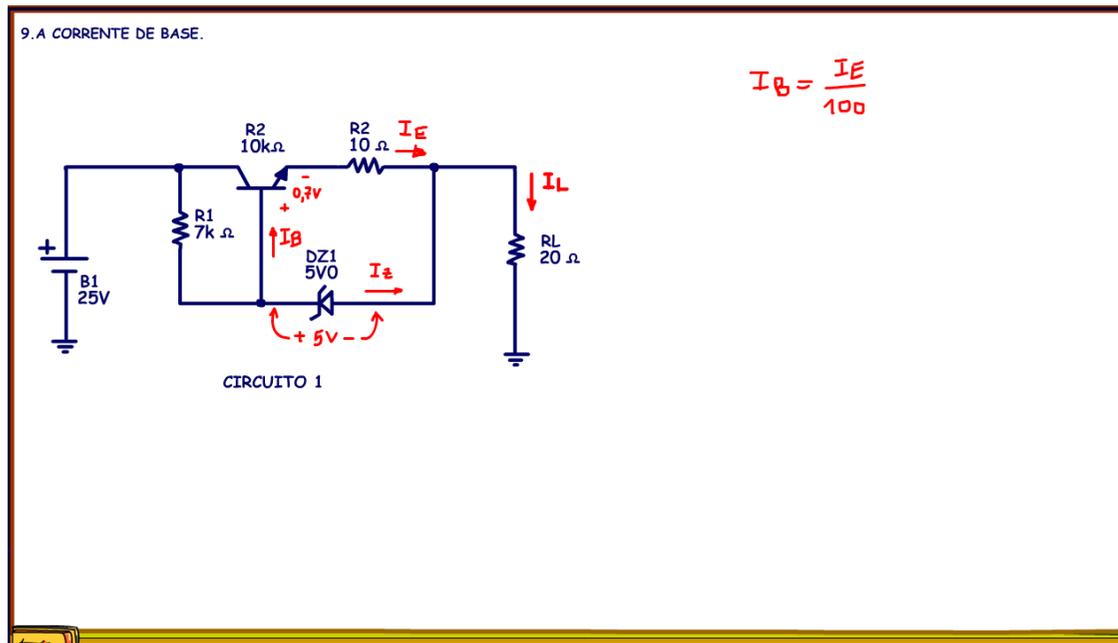
8. A TENSÃO VBE.



A tensão base emissor do transistor é igual a 0,7V.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

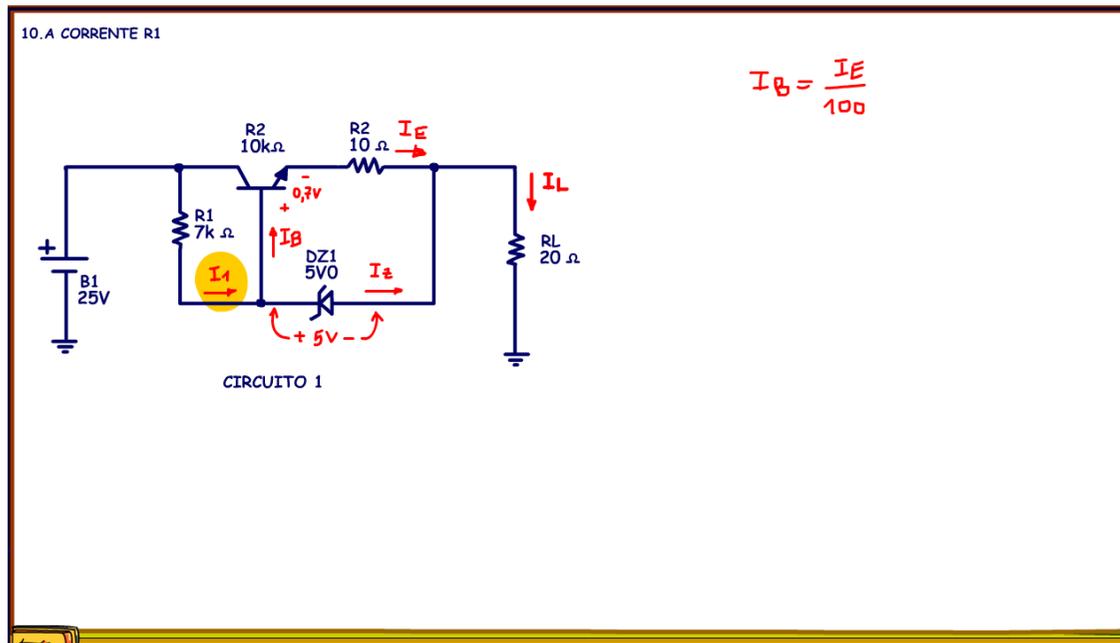
9. A CORRENTE DE BASE.



A corrente de base é igual a corrente de emissor I_E sobre o ganho de corrente 100.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

10. A CORRENTE NA RESISTÊNCIA R1

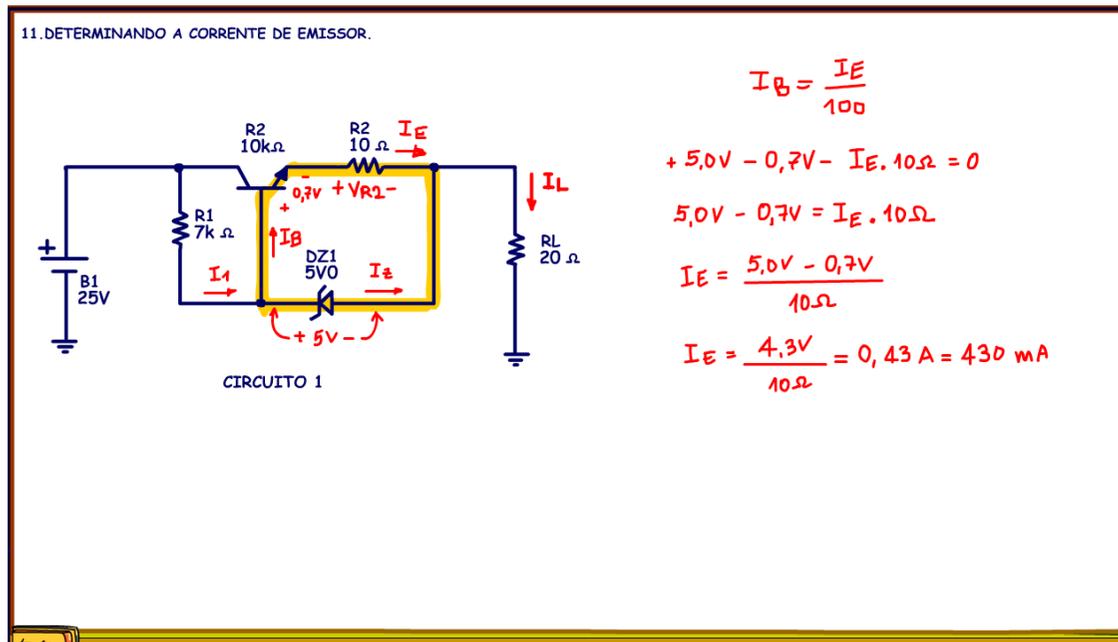


A corrente na resistência R1 vou chamar de I_1 .

O objetivo da análise é determinar a corrente no ZENER.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

11. DETERMINANDO A CORRENTE DE EMISSOR.



4,3V sobre 10 isso dá: 0,43A ou 430 mA.

A corrente de emissor é a mais fácil de determinar, é só levantar a equação da malha da figura.

A gente sabe a polaridade da tensão VR2.

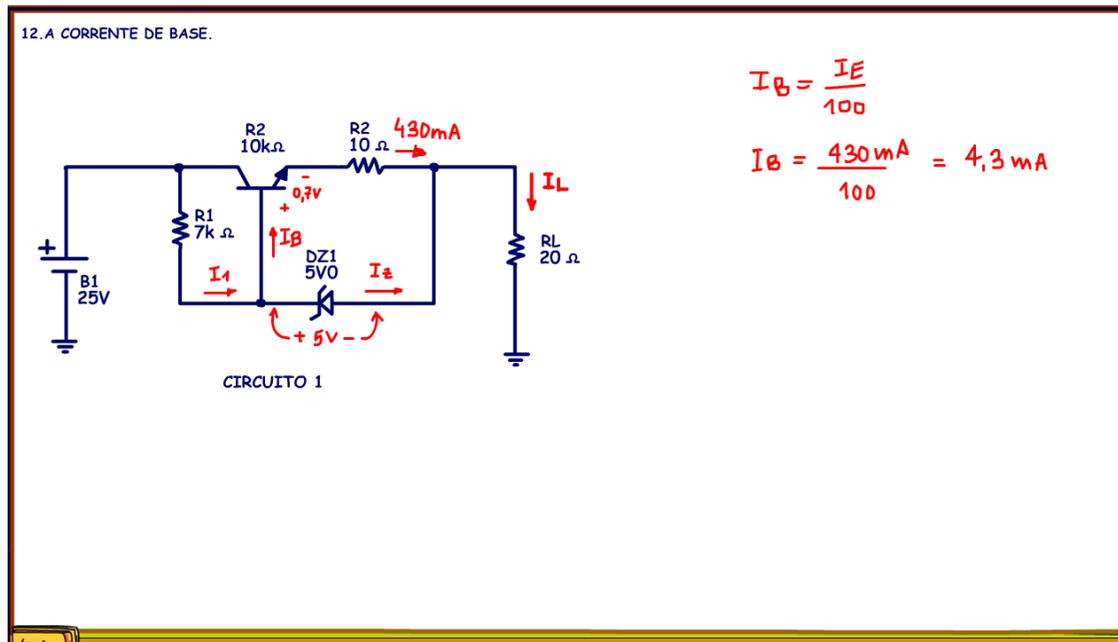
Vou levantar a equação começando pelo ZENER seguindo no sentido horário, então fica:

Mais 5V do ZENER, vou começar pelo ZENER, -0,7V da junção base/emissor, menos VR2 que eu já vou escrever como sendo a corrente de emissor multiplicada por 10 OHM de R2, tudo isso igual a zero.

Isolando a corrente de emissor; agora é só calcular a corrente de emissor, a corrente de emissor é igual a

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

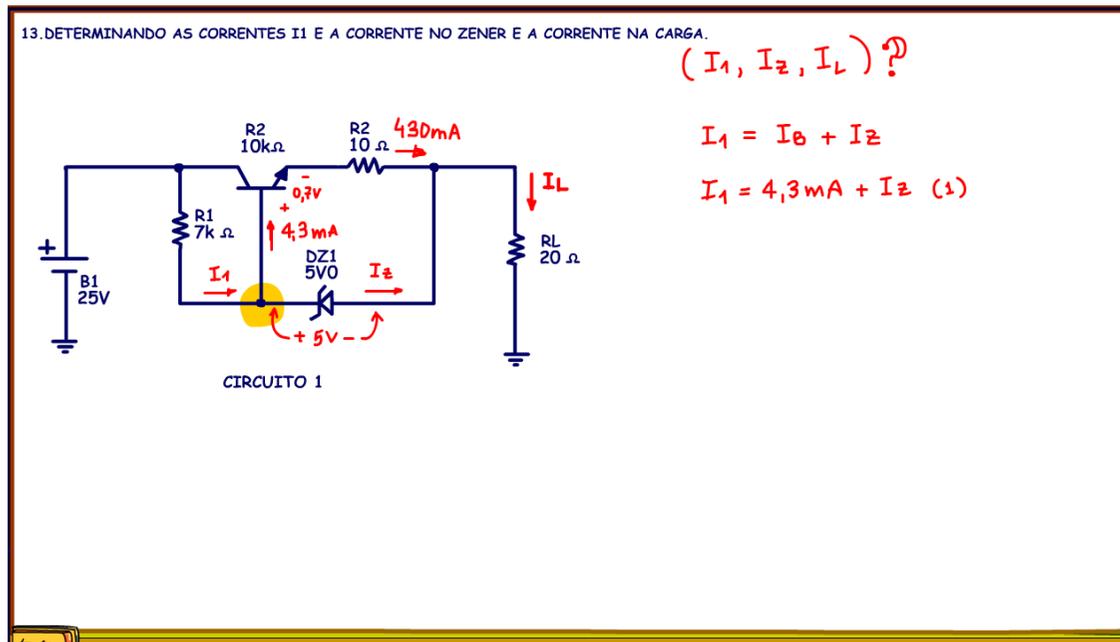
12. A CORRENTE DE BASE.



A corrente de base é bem fácil de determinar é simplesmente a corrente de emissor dividido pelo ganho de corrente 100, então a corrente de base é igual a 4,3mA.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

13. DETERMINANDO AS CORRENTES I1 E A CORRENTE NO ZENER E A CORRENTE NA CARGA.



Para determinar as correntes I1, a corrente no ZENER e a corrente na carga, vamos precisar de três equações, temos três incógnitas!

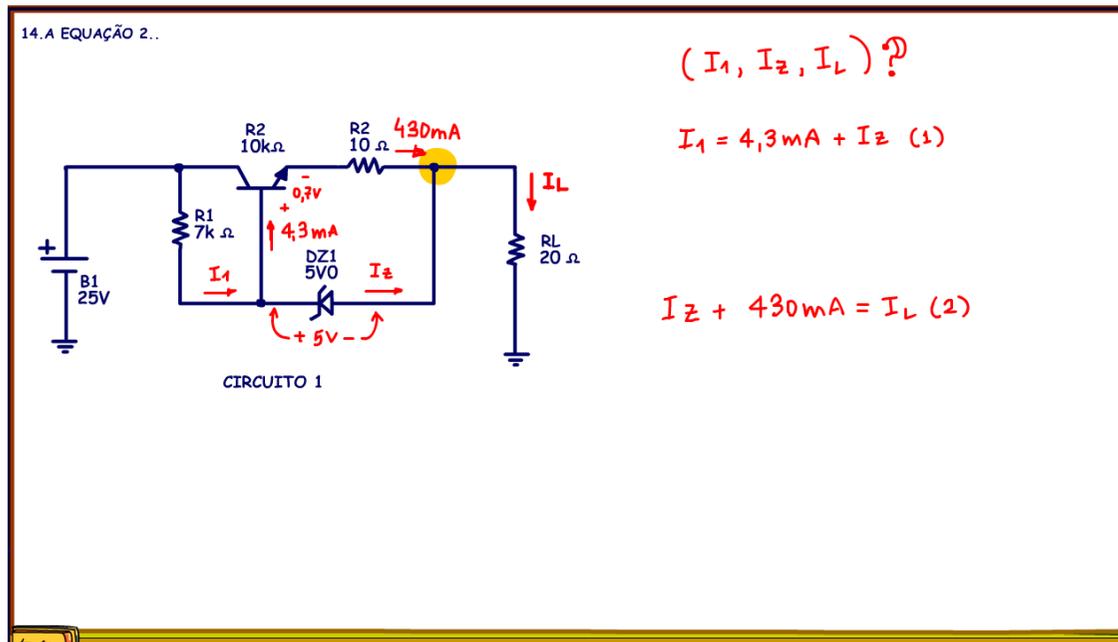
Vou começar levantando as equações dos nós, primeiro do nó na base do transistor.

Só temos uma corrente entrando no nó, a corrente I1 e temos duas correntes saindo, a corrente de base mais a corrente no ZENER.

Como conhecemos a corrente de base, então a corrente I1 é igual a 4,3 mA mais a corrente no ZENER, temos a equação 1, precisamos mais duas equações.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

14. A EQUAÇÃO 2.



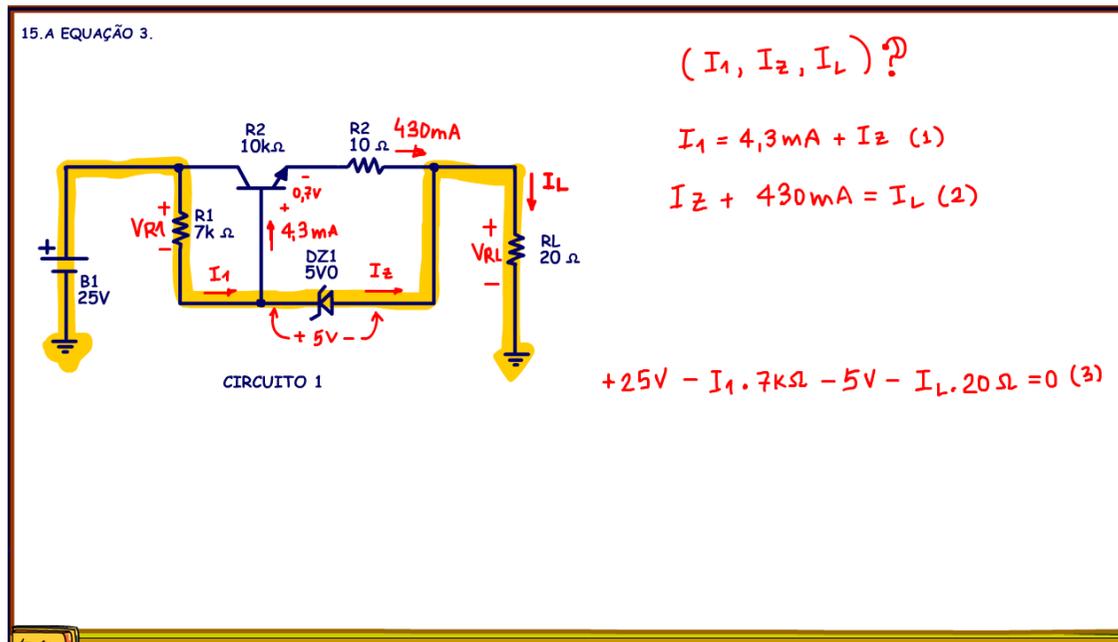
A segunda equação pode ser retirada do nó no anodo do ZENER.

Temos duas correntes entrando no nó, a corrente ZENER mais a corrente de emissor que a gente já conhece, a corrente de emissor é igual a 430 mA, a soma dessas duas correntes é igual a corrente de carga I_L .

Essa é a segunda equação, está faltando só mais uma equação.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

15. A EQUAÇÃO 3.



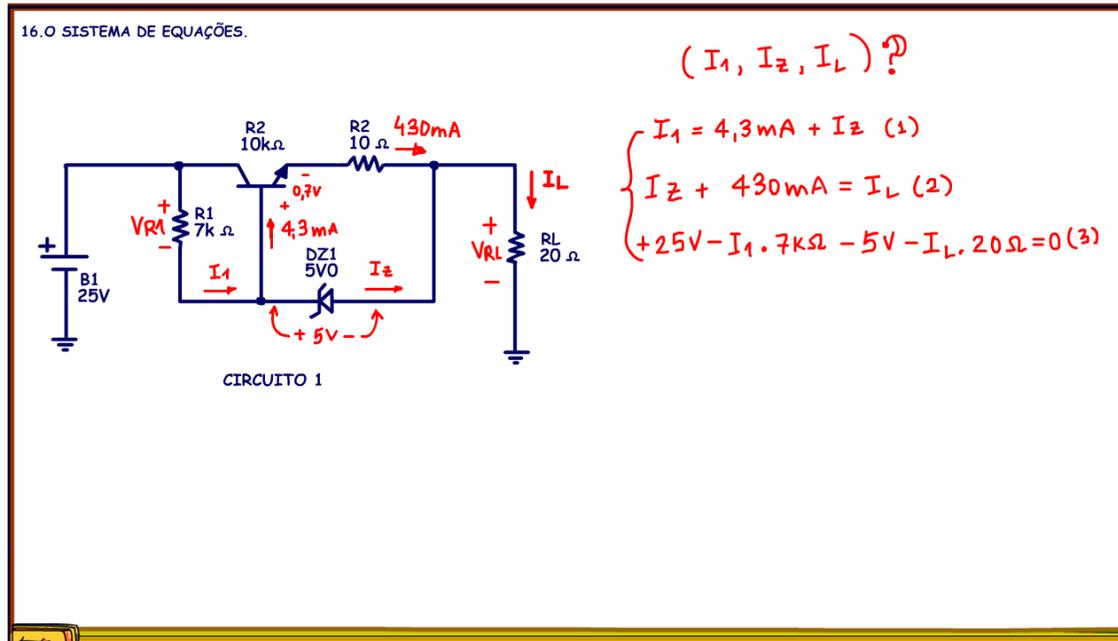
A terceira equação pode ser retirada da malha da figura, se a gente conhece o sentido das correntes então a gente sabe a polaridade nas resistências R1 e RL, sabendo as polaridades fica fácil levantar a equação dessa malha.

Vou começar levantando a equação pela bateria B1, seguindo no sentido horário fica:

Mais 25V, menos VR1 que eu vou escrever usando a lei de OHM, -I1 vezes R1, -5V do ZENER, -VRL que é igual a -IL vezes RL tudo isso igual a zero, essa é a equação 3.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

16. O SISTEMA DE EQUAÇÕES.



Pronto, três equações, três incógnitas, um sistema de equações, agora é só resolver, bem que esse só, pode ser um pouco mais para muita gente, mas é só seguir os passos do Professor Bairros e nas próximas é só fazer igual, então, que me sigam os bons.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

17. SUBSTITUINDO I1 NA EQUAÇÃO 2.

17. SUBSTITUINDO I1.

$$\begin{cases} I_1 = 4,3 \text{ mA} + I_Z & (1) \\ I_Z + 430 \text{ mA} = I_L & (2) \\ +25\text{V} - I_1 \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0 & (3) \end{cases}$$

$$25\text{V} - (4,3 \text{ mA} + I_Z) \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0 \quad (3)$$

$$25\text{V} - (30,1\text{V} + I_Z \cdot 7\text{k}\Omega) - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$25\text{V} - 30,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega = I_L \cdot 20\Omega$$

$$\frac{-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega}{20\Omega} = I_L$$

outras agora.

Vou substituir I1 na equação 3, é só lá que tem I1.

Vou tirar os parênteses, multiplicando o 7 kOHM pelas parcelas dentro dos parênteses.

Note que ao multiplicar 7kohm por 4,3mA a unidade agora é volt.

Agora vou multiplicar cada parcela dos parênteses pelo negativo da frente dos parênteses, claro que eu podia fazer isso antes, mas eu gosto de dar um passo de cada vez, para não tropicar, agora sim sem os parênteses fica mais fácil.

Agora vou somar as tensões e cuidando os sinais, então fica:

Vou agora me concentrar somente nas equações, agora é a vez da matemática.

O método que eu vou usar é o da substituição, é um dos mais simples, mas requer muita atenção.

Nesse exercício em particular eu estou interessado somente na corrente no ZENER, então vou deixar essa corrente por último nas substituições.

Como eu já tenho a corrente I1 na equação 1, então vou substituir a corrente I1 na equação 3.

Você só pode usar uma equação somente uma vez, então acabamos de usar a equação 1, vou trabalhar as

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

17. SUBSTITUINDO I1.

$$\begin{cases} I_1 = 4,3 \text{ mA} + I_Z & (1) \\ I_Z + 430 \text{ mA} = I_L & (2) \\ +25\text{V} - I_1 \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0 & (3) \end{cases}$$

$$25\text{V} - (4,3 \text{ mA} + I_Z) \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0 \quad (3)$$

$$25\text{V} - (30,1\text{V} + I_Z \cdot 7\text{k}\Omega) - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$25\text{V} - 30,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega = I_L \cdot 20\Omega$$

$$\frac{-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega}{20\Omega} = I_L$$

Menos 10,01V, menos I_Z vezes 7 kOHM menos I_L vezes 20 OHM, tudo isso igual a zero.

Agora vou isolar a corrente I_L para substituir na equação 2, vou isolar a corrente I_L para deixar só a corrente no ZENER na equação.

Passando o 20 OHM pra o outro lado, pronto, essa é a equação da corrente na carga.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

18. SUBSTITUINDO IL NA EQUAÇÃO 2.

18. SUBSTITUINDO IL NA EQUAÇÃO 2.

$$\begin{cases} I_1 = 4,3 \text{ mA} + I_Z \quad (1) \checkmark \\ I_Z + 430 \text{ mA} = I_L \quad (2) \\ +25\text{V} - I_1 \cdot 7\text{k}\Omega - 5\text{V} - I_L \cdot 10\text{k}\Omega = 0 \quad (3) \checkmark \end{cases}$$

$$\frac{-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega}{20\Omega} = I_L$$

$$I_Z + 430 \text{ mA} = \frac{-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7\text{k}\Omega}{20\Omega} \quad (2)$$

$$I_Z + 0,43\text{A} = \frac{-10,1\text{V} - I_Z \cdot 7000\Omega}{20\Omega}$$

$$(I_Z + 0,43\text{A}) \cdot 20\Omega = -10,1\text{V} - I_Z \cdot 7000\Omega$$

$$I_Z \cdot 20\Omega + 8,6\text{V} = -10,1\text{V} - I_Z \cdot 7000\Omega$$

$$I_Z \cdot 20\Omega + I_Z \cdot 7000\Omega = -10,1\text{V} - 8,6\text{V}$$

$$I_Z \cdot 7020\Omega = -18,7\text{V}$$

$$I_Z = \frac{-18,7\text{V}}{7020\Omega} = -0,0021\text{A}$$

$$I_Z = -2,1 \text{ mA}$$

Agora é só substituir a corrente na carga IL na equação 2.

Note que eu marquei as equações que eu já usei e só sobrou a equação 2.

Note que sobrou somente uma variável IZ.

Existem mais de uma forma de resolver essa equação, aqui tem que ter cuidado com as unidades já que as resistências estão em OHM e quilo ohm, então eu acho melhor passar tudo para OHM e Ampère, vou usar o sistema de unidade volt/OHM/ampère.

Vou passar o 20 OHM para o outro lado da igualdade

multiplicando tudo.

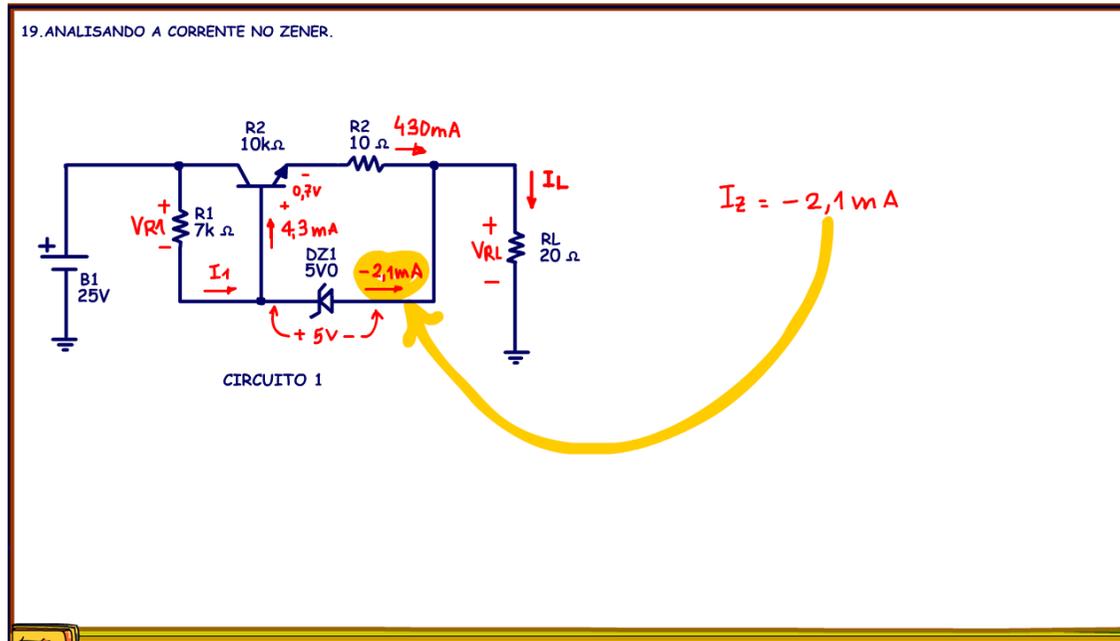
Multiplicando o 20 OHM pelas parcelas dentro dos parênteses, conseguimos eliminar os parênteses, note que ao multiplicar OHM por Ampère ficou volt.

Agora vou passar a corrente IZ da direita para a esquerda da igualdade e a tensão de 8,6V da esquerda para a direita da igualdade.

Somando as correntes do ZENER na esquerda e as tensões na direita, agora isolando a corrente ZENER e calculando dá: menos 2,1 mA!

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

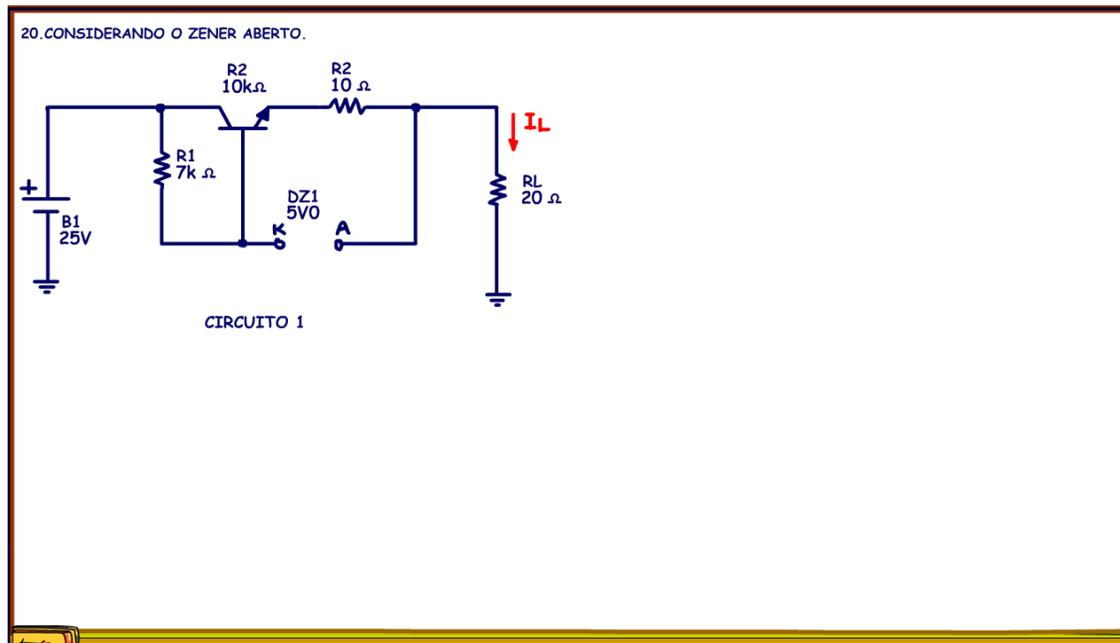
19. ANALISANDO A CORRENTE NO ZENER.



Observe que a corrente é maior do que zero, mas está com o valor negativo, isso indica que a corrente real deveria estar circulando no sentido contrário, mas isso é impossível, já que só tem uma fonte alimentando todo o circuito, é a fonte B1 que empurra a corrente no sentido do terra, isso indica que o chute de que o ZENER está operando com ZENER está errado!

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

20. CONSIDERANDO O ZENER ABERTO.

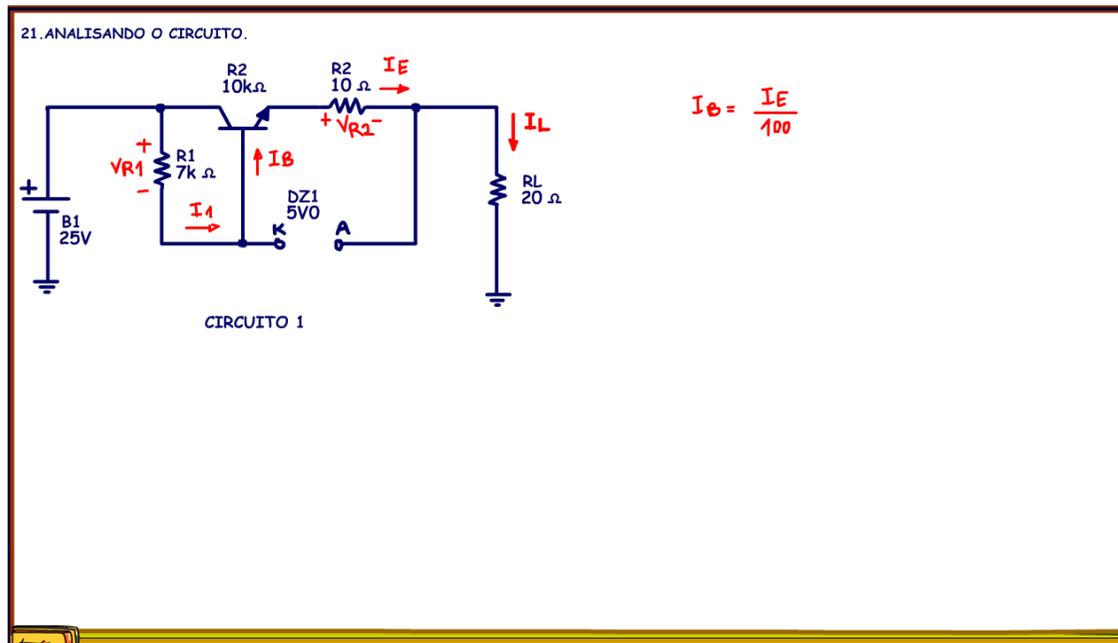


Temos que lançar outra hipótese, fazer novo chute, como montado dessa forma o ZENER não pode funcionar como diodo, então o ZENER está aberto, a tensão sobre o ZENER não alcançou a tensão ZENER, o que fazer?

Testar essa hipótese montando novo circuito, agora com o ZENER aberto, sem o ZENER no circuito, vamos analisar e determinar a tensão sobre o ZENER, se essa tensão for menor do que a tensão ZENER, então essa hipótese está correta, vamos lá.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

21. ANALISANDO O CIRCUITO.

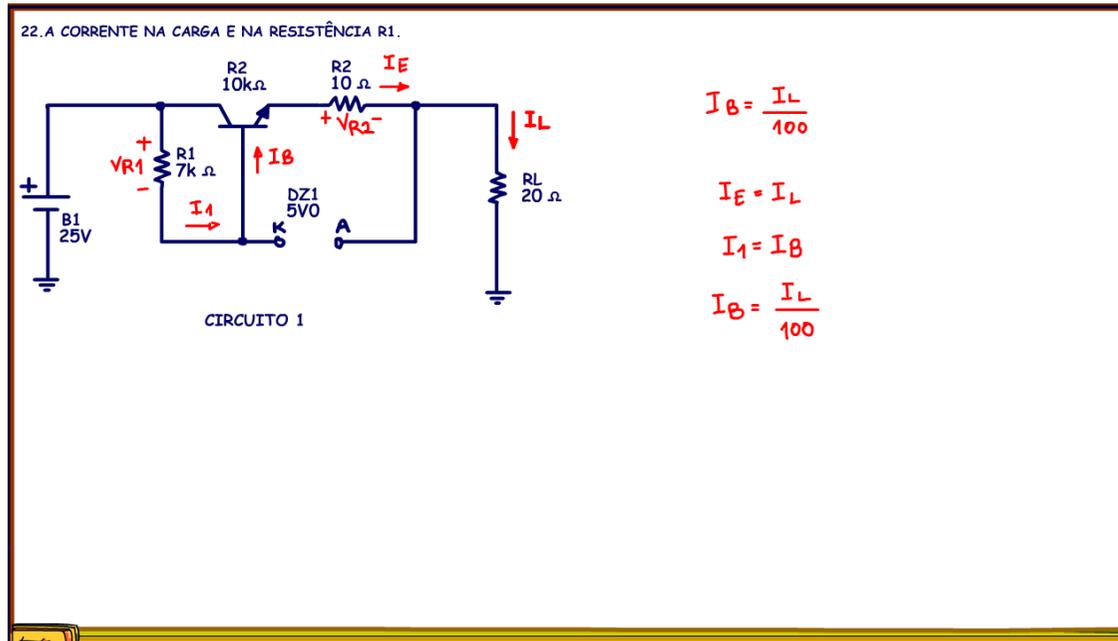


Vou reescrever o que a gente sabe nesse novo circuito, com o ZENER aberto.

A gente sabe que a corrente de base é igual a corrente de emissor sobre o ganho de 100.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

22. A CORRENTE NA CARGA E NA RESISTÊNCIA R1.



Com o ZENER aberto a corrente de emissor é igual a corrente na carga e a corrente na resistência R1 é igual a corrente de base, vou escrever no lugar da corrente de emissor só a corrente de carga I_L e no lugar da corrente sobre a resistência R1 só a corrente de base.

Então podemos dizer que a corrente de base é igual a corrente na carga sobre 100.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

23. A EQUAÇÃO DA MALHA.

23. A EQUAÇÃO DA MALHA.

CIRCUITO 1

$$+25V - I_B \cdot 7000\Omega - 0,7V - I_L \cdot 10\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$+25V - \frac{I_L \cdot 7000\Omega}{100} - 0,7V - I_L \cdot 10\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$+25V - I_L \cdot 70\Omega - 0,7V - I_L \cdot 10\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$+25V - I_L \cdot 100\Omega - 0,7 = 0$$

$$I_B = \frac{I_L}{100}$$

$$\Rightarrow 24,3V - I_L \cdot 100\Omega = 0$$

$$24,3V = I_L \cdot 100\Omega$$

$$I_L = \frac{24,3V}{100\Omega} = 0,243A$$

$$I_L = 243mA$$

Agora vou escrever a equação da malha da figura para determinar a corrente na carga, que aliás é a nossa pergunta e depois vou determinar a tensão sobre o ZENER, preciso saber essa tensão para confirmar a hipótese, essa tensão tem que ser menor do que a tensão ZENER.

Vou levantar a equação iniciando na bateria B1, seguindo no sentido horário fica:

Mais 25V, menos IB vezes 7000 OHM de R1, vou escrever todas as resistências em OHM, menos 0,7V da junção base emissor, menos a corrente na carga vezes 10 OHM de R2, menos a corrente na carga vezes 20 OHM de RL, tudo isso igual a zero.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

23. A EQUAÇÃO DA MALHA.

CIRCUITO 1

$$+25V - I_B \cdot 7000\Omega - 0,7V - I_L \cdot 10\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$+25V - \frac{I_L \cdot 7000\Omega}{100} - 0,7V - I_L \cdot 10\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$+25V - I_L \cdot 70\Omega - 0,7V - I_L \cdot 10\Omega - I_L \cdot 20\Omega = 0$$

$$+25V - I_L \cdot 100\Omega - 0,7 = 0$$

$$I_B = \frac{I_L}{100}$$

$$\Rightarrow 24,3V - I_L \cdot 100\Omega = 0$$

$$24,3V = I_L \cdot 100\Omega$$

$$I_L = \frac{24,3V}{100\Omega} = 0,243A$$

$$I_L = 243mA$$

confirmar a hipótese.

Vou substituir a corrente de base por corrente de carga sobre 100, agora vai ficar só uma incógnita, a corrente de carga.

Vou fazer a divisão 7000 por 100 isso dá 70.

Vou somar as parcelas com a corrente de carga I_L .

Vou somar o menos 25 com o menos 0,7V.

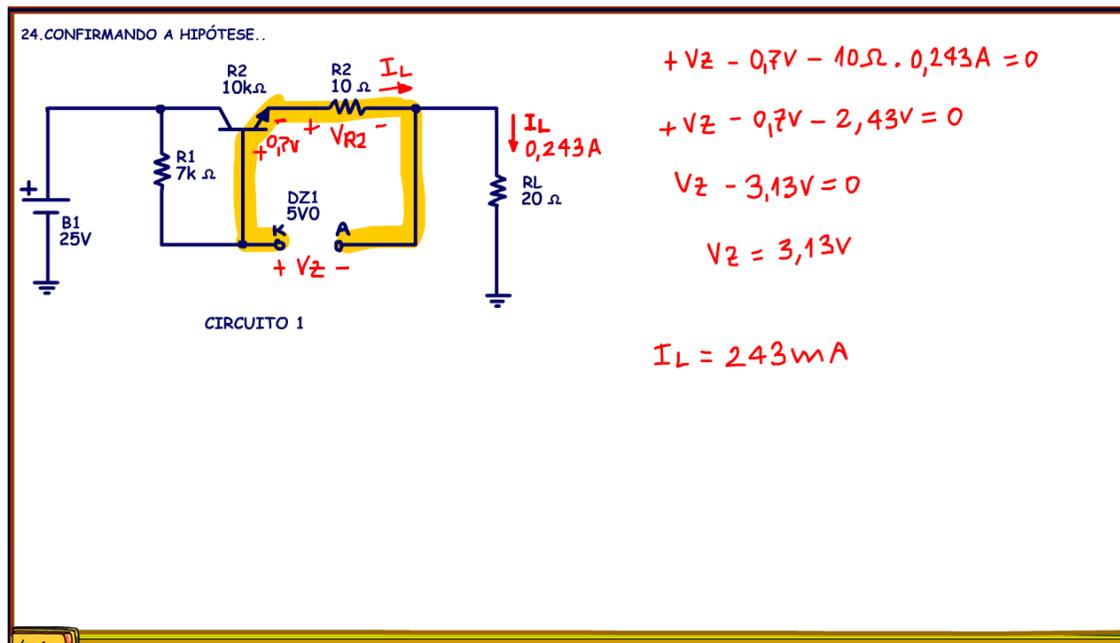
Vou isolar o I_L passando para o outro lado da igualdade, depois passando o 100 para o outro lado da igualdade, dividindo tudo e pronto, temos a corrente na carga.

A corrente na carga é igual a 0,243 A ou 243 mA.

Essa será a resposta do exercício, mas antes temos que

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

24. CONFIRMANDO A HIPÓTESE.



Para confirmar a hipótese vou usar a malha da figura para determinar a tensão sobre o ZENER, com a polaridade descrita na figura, note que agora eu já sei o valor da corrente de carga que passa pela resistência R2.

Vou levantar a equação começando pela tensão ZENER, seguindo no sentido horário fica:

Mais a tensão ZENER, que é a minha pergunta, menos 0,7V da junção base emissor, menos a corrente na carga vezes a resistência R2, como eu tenho a corrente na carga, então fica 10 OHM vezes 0,243A, tudo isso igual a zero.

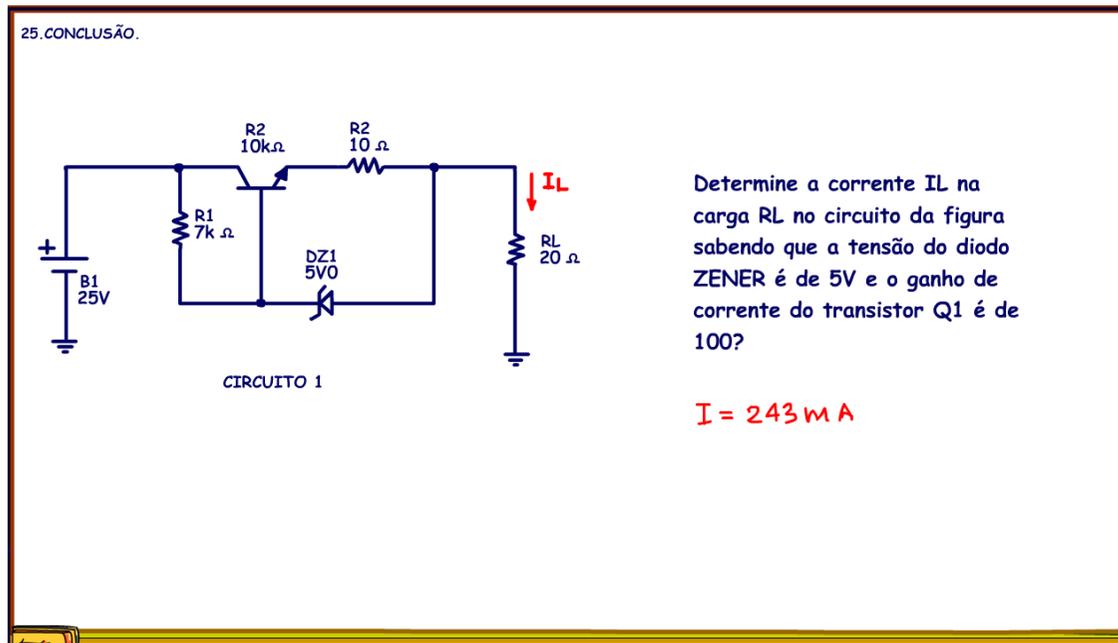
Fazendo o produto, a tensão sobre a resistência R2 é de 2,43V.

Somando as tensões e isolando a tensão sobre o ZENER temos que: a Tensão sobre o ZENER é de 3,13V, menor do que a tensão ZENER e positiva, então a hipótese está correta e a resposta do exercício é:

A corrente na carga é igual a 243 mA!

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

25. CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial com analisar um circuito com diodo, nesse caso com diodo ZENER, mas se tiver um diodo retificador comum a técnica é a mesma, você deve considerar uma hipótese para o modo de operação do diodo, um chute na verdade e então, confirmar se o a hipótese está correta, enfim analisar circuitos com diodos não é tão simples assim.

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

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)

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

20240116 Desafio da Análise de circuito com transistor ZENER regulador

Desafio da Análise de circuito com transistor e ZENER regulador!

Nesse tutorial eu vou mostrar o desafio que é a análise de circuitos com transistor e diodo ZENER, o desafio é identificar se o diodo está operando com ZENER, como diodo, se está conduzindo ou cortado, saber analisar circuitos com diodos é muito importante.

Assuntos relacionados.

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

SEO:

YOUTUBE: <https://youtu.be/dhT70RFB6dE>

Análise de circuitos com transistor, análise de circuitos com ZENER, transistor, ZENER, análise de circuitos,