

---

## 1. Círcuito interessante LED como referência para acionamento de LED



---

### Descrição

Nesse tutorial eu mostro como usar as leis básicas para analisar um circuito eletrônico, a base da eletrônica.

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

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

PARA AULAS ONLINE CONTAE VIA SITE.

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

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



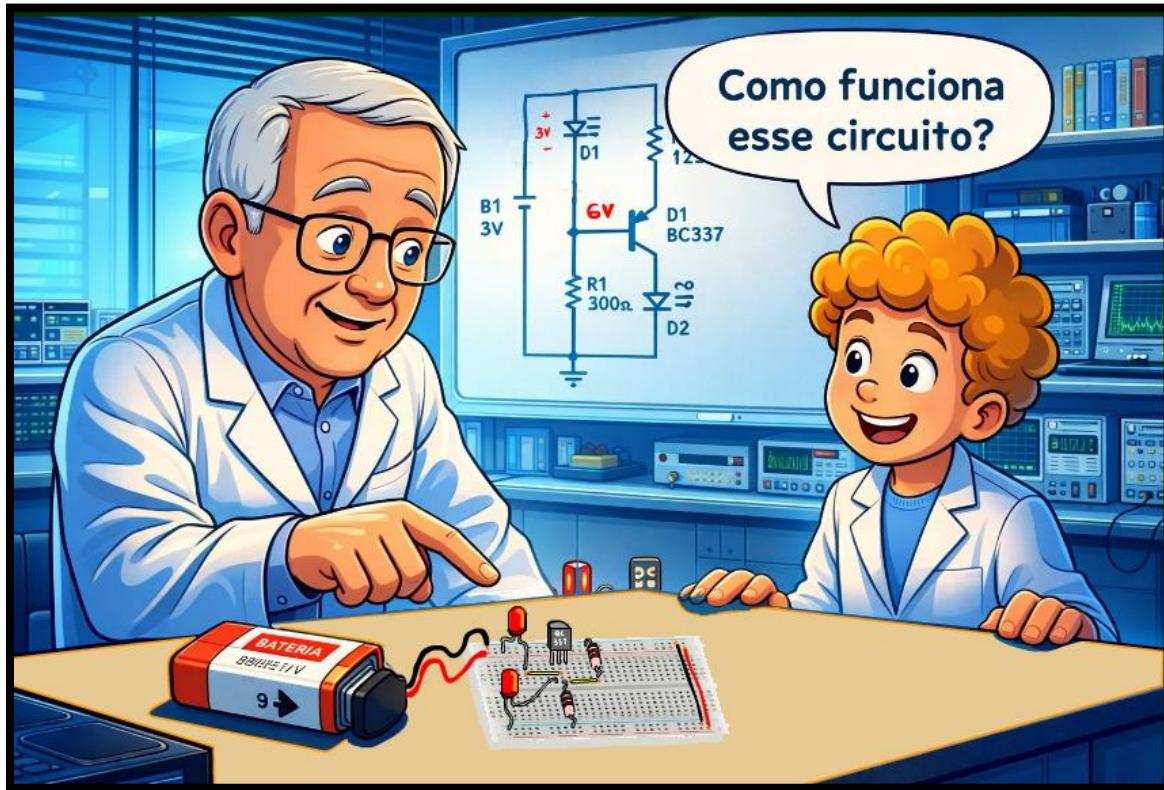
**VISITE  
O NOSSO  
SITE e  
CANAL  
YOUTUBE**

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

## Sumário

1.	Círcito interessante LED como referência para acionamento de LED .....	1
1.1.	Introdução.....	3
1.2.	O círcito. .....	4
1.3.	Os componentes eletrônicos e os modelos. .....	5
1.4.	Modelo do LED .....	6
1.5.	Modelo do transistor? .....	7
1.6.	Analizando o círcito do diodo LED D1. .....	8
1.7.	Levantando a equação.....	9
1.8.	O desenho da tensão. ....	10
1.9.	A tensão no emissor do transistor. ....	11
1.10.	A tensão na resistência de emissor. ....	12
1.11.	A corrente na resistência R2.....	13
1.12.	A corrente na resistência R1.....	14
1.13.	A corrente no LED D2. ....	15
1.14.	A fonte de corrente. ....	16
1.15.	A análise na prática. ....	17
1.16.	Conclusão:.....	18
1.17.	Referências .....	19

## 1.1. Introdução



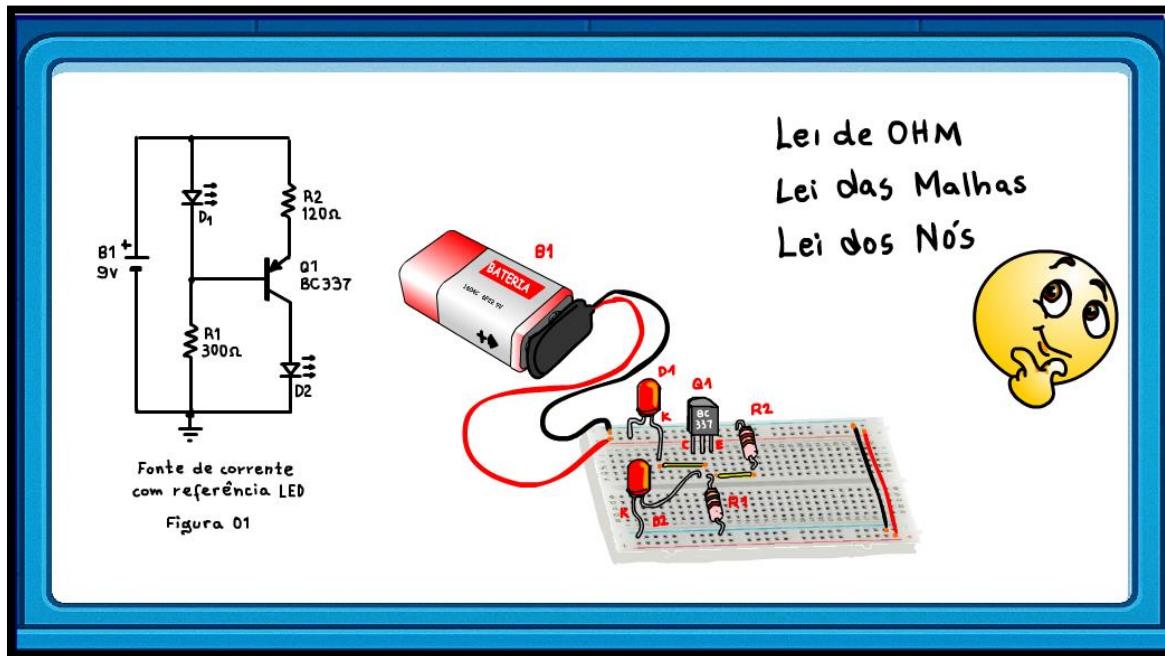
Arthurzinho perguntando (Balão): “Como funciona esse circuito?”

Professor Bairros responde.

Uma das coisas que me faz ser apaixonado pela eletrônica, é que ela não se cansa de nos surpreender, veja esse circuito, você consegue entender como ele funciona, assim num relance, eu posso dizer que é uma fonte de corrente para acionamento de um LED, o surpreendente é que esse circuito tem dois LEDs!

Então vamos ver como ele funciona?

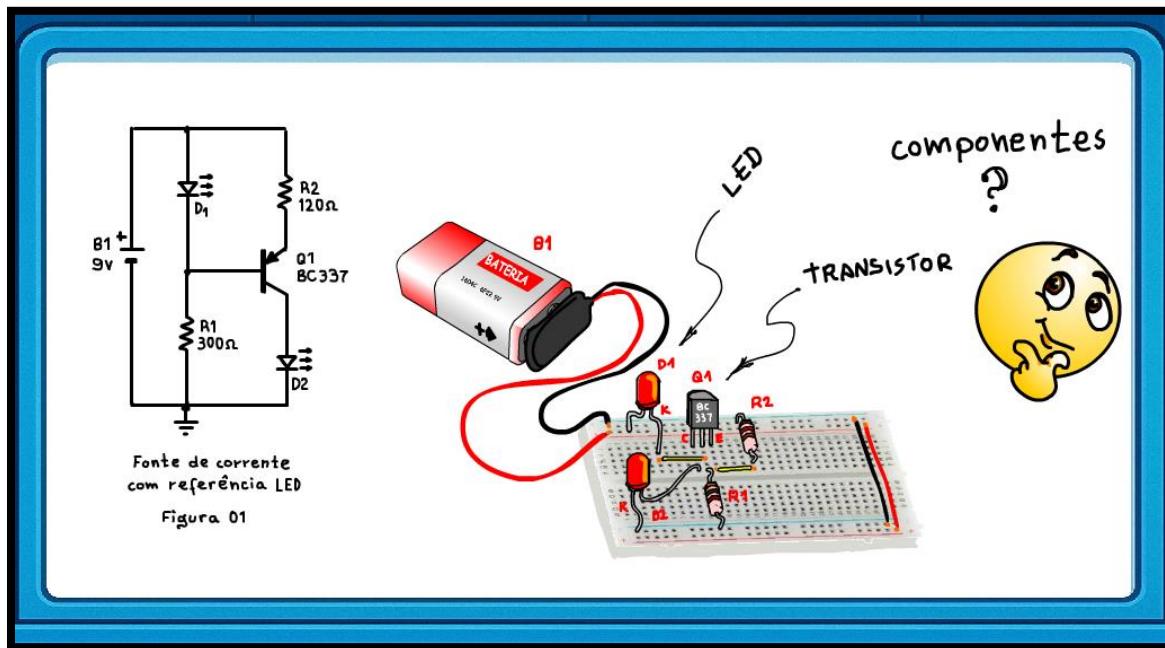
## 1.2. O circuito.



Quando você é chamado para analisar um circuito, você logo vai pensando, que mágica eu tenho que fazer, ou que truque usar, e aí está o melhor de tudo, na eletrônica raiz não tem truque algum, nem magia, é pura tecnologia, e como eu sempre digo, para analisar qualquer circuito você só precisa saber três Leis básicas da eletrônica, A LEI DAS MALHAS, a LEI DE OHM e a LEI DOS NÓS, e pronto tudo fica bem claro, será?

Claro e vou mostrar analisando o circuito da figura.

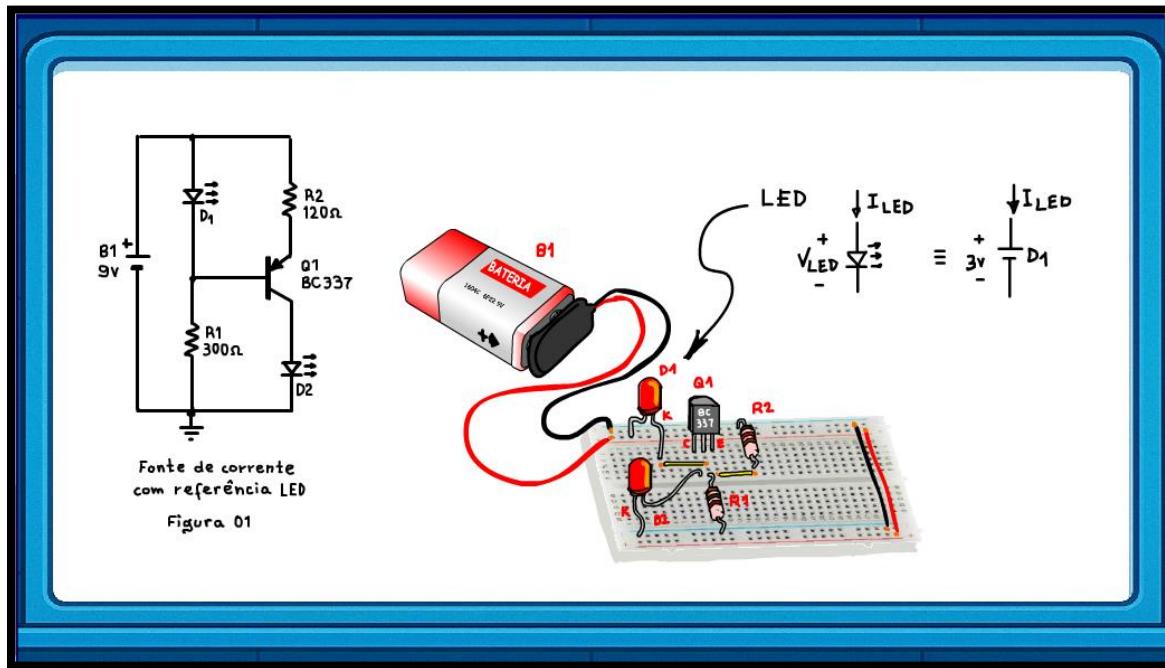
### 1.3. Os componentes eletrônicos e os modelos.



Mas e os componentes eletrônicos?

Os componentes eletrônicos entram na análise pensando nos seus modelos, isso mesmo, cada componente eletrônico tem o seu modelo, as vezes mais de um modelo, isso tudo para tornar um componente complexo, as vezes até não linear, num modelo que representa esse componente de forma simples, linearizando tudo.

## 1.4. Modelo do LED



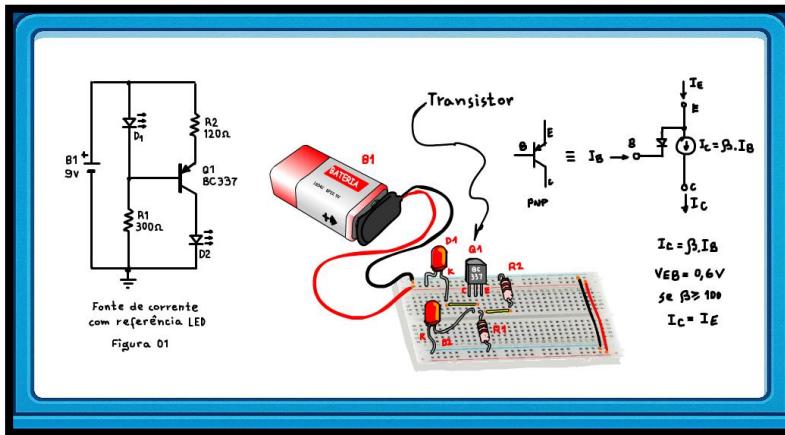
Aqui nós temos dois LEDs, nesse circuito são dois LEDs iguais, o modelo do diodo LED é simples, quando o diodo LED está diretamente polarizado a tensão sobre ele vai ser fixa e vai depender do tipo de diodo LED, no diodo LED usado nesse circuito em particular a tensão é de 3V.

O complexo componente do LED se transforma numa fonte de tensão de 3V e pronto.

E a corrente no LED?

Isso vai depender do circuito, isso a análise vai responder.

## 1.5. Modelo do transistor?



E o transistor?

Vamos usar aqui o modelo do transistor em corrente contínua, o modelo PI-híbrido, nesse modelo o transistor é representado por um diodo entre a base e o emissor, nesse caso como o transistor é

PNP, o emissor é positivo e a base é negativa e o diodo base emissor pode ser representado pelo seu modelo, que é o mesmo do diodo LED, mas aqui não é um LED é um diodo de Silício e a tensão emissor base pode ser considerada igual a 0,6V a 0,7V, o emissor é positivo.

Aqui vamos considerar 0,6V, mas se a corrente no transistor for maior do que 100 mA, então é melhor considerar 0,7V.

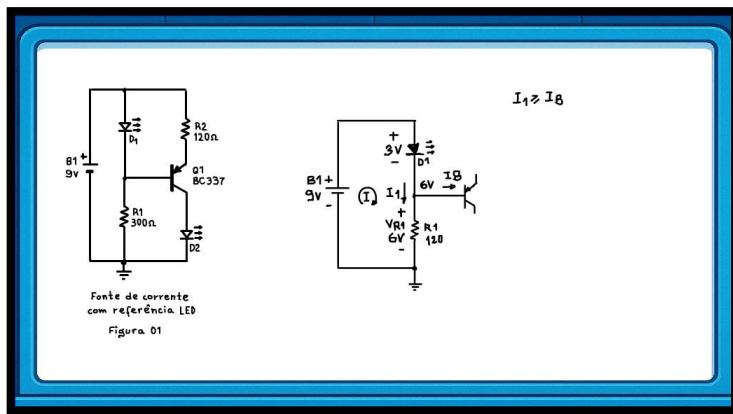
Entre o coletor e o emissor no modelo do transistor tem uma fonte de corrente controlada que é igual a corrente de base multiplicada pelo ganho beta, nesse transistor a única coisa que sabemos é que o beta é muito grande, maior do que 100 e quando isso acontece o modelo nos conduz a uma regrinha importante, se o ganho beta é muito grande podemos considerar a corrente de coletor igual a corrente de emissor, é o caso aqui.

A lição aqui é que na eletrônica você precisa aprender as três leis básicas, isso você aprende no início dos cursos de eletrônica, e depois você vai aprender os modelos dos componentes eletrônicos, e como estão surgindo cada dia novos componentes, a eletrônica está se renovando a cada dia, parece que o estudo nunca vai ter fim, e o que fazer quando aparece um componente novo?

Agora você já sabe, é só aprender como esse componente é modelado.

Viu essa é a sina do técnico eletrônico, mas a base para analisar qualquer circuito é sempre a mesma as três leis básicas.

## 1.6. Analisando o círculo do diodo LED D1.



Vou usar a LEI DAS MALHAS para entender cada partezinha do círculo, então o segredo é descobrir as malhas que nos interessa.

Vou iniciar analisando o círculo do diodo LED D1 e analisar é determinar as correntes e tensões nesse círculo.

Se você olhar a malha que passa pela fonte, pelo diodo LED D1 e pela resistência R1, é possível deduzir que a tensão entre a base e o terra é de 6V, é só levantar a equação da malha.

Vamos levantar a equação completa, sempre lembrando que, para levantar a equação eu devo circular pela malha como se fosse uma espécie de corrente, a corrente da malha, essa é só uma corrente conveniente, virtual, usada para facilitar levantar a equação.

Vou levantar a equação da malha no sentido horário, o objetivo é determinar a tensão entre a base o terra, a tensão sobre a resistência R1, vou chamar de VR1.

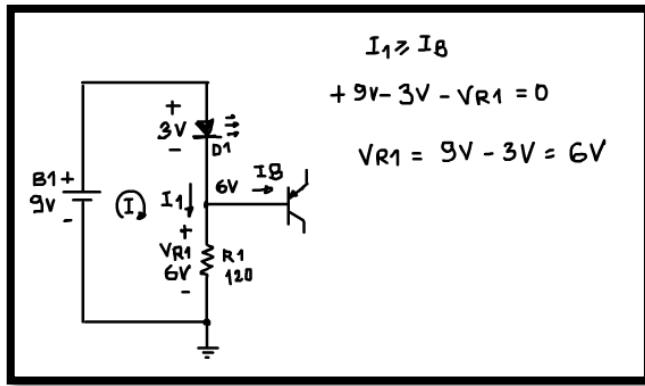
Antes de levantar a equação eu devo dizer o sentido das medições das correntes nesse círculo, isso é fundamental, na teoria você pode escolher o sentido que quiser, na prática é bom escolher o sentido real das correntes, quando tem uma só fonte como aqui, fica fácil determinar esse sentido, é do positivo da bateria para o negativo, aqui as correntes estão descendo.

Então antes de levantar a equação da malha vou desenhar as correntes.

Tem uma corrente descendo pelo LED, vou chamar de I1, aqui vou considerar que a corrente que desce pelo LED segue direto para a resistência R1, isso é uma simplificação, e na eletrônica as vezes a gente simplifica para facilitar, a justificativa aqui é que a corrente para o LED acender é muito maior do que a corrente na base do transistor que é muito pequena se o ganho for alto, viu além de conhecer as leis, os modelos, as vezes a gente ainda tem que usar alguns artifícios, e se você não quiser usar esses artifícios, não precisa usar, mas já vou avisando, vai complicar um pouco mais, então, estudar analisando

muitos circuitos, ajuda e enxergar essas simplificações, essa de desconsiderar a corrente de base é muito usada nos amplificadores.

## 1.7. Levantando a equação.



Uma vez especificado o sentido das correntes eu consigo escrever a polaridade das tensões em cada componente, o positivo vai estar do lado que a corrente está entrando no componente.

No LED será do lado do anodo, por isso ele está conduzindo e se está conduzindo o modelo diz que a tensão nesse LED é de 3,0V.

Vou escrever no diagrama para facilitar, eu gosto muito de ir escrevendo no diagrama os valores que eu vou calculando.

A tensão na resistência R1 vou escrever VR1 com o positivo do lado da base, onde está entrando a corrente, eu ainda não sei o valor da tensão, vou usar a LEI DAS MALHAS para calcular.

Então eu tenho uma malha com todas as tensões menos uma a tensão, a tensão da resistência R1, essa é uma das aplicações mais comuns da LEI DAS MALHAS.

A equação fica:

+9V da tensão da bateria, estou percorrendo o componente do negativo para o positivo, então a energia potencial está aumentando, por isso o positivo.

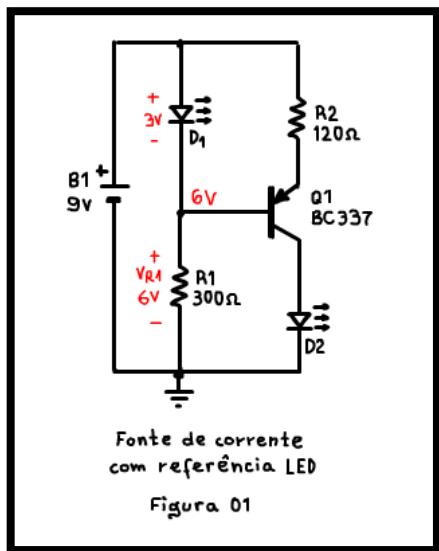
Menos a tensão do LED, aqui estou percorrendo o LED do positivo para o negativo, a energia potencial está diminuindo, claro o LED para acender consome energia.

Menos a tensão na resistência R1, VR1, tudo isso igual a zero.

Lei da amalhas a somas das tensões em uma malha fechada é igual a zero.

Agora é só isolar a tensão na resistência R1, 9V menos 3V, a tensão é 6V.

## 1.8. O desenho da tensão.



Note que posso desenhar a tensão na resistência R1 de duas formas.

A primeira desenhando ao lado da resistência R1 com a polaridade e tudo mais.

Então vou escrever a tensão de 6 V na resistência R1.

A segunda forma, a mais comum nos diagramas, é tendo o terra como referência, tudo se passa como se a ponteira negativa do instrumento estivesse sempre no terra, então uma tensão descrita num ponto do circuito indica a tensão em relação ao terra.

Veja como fica.

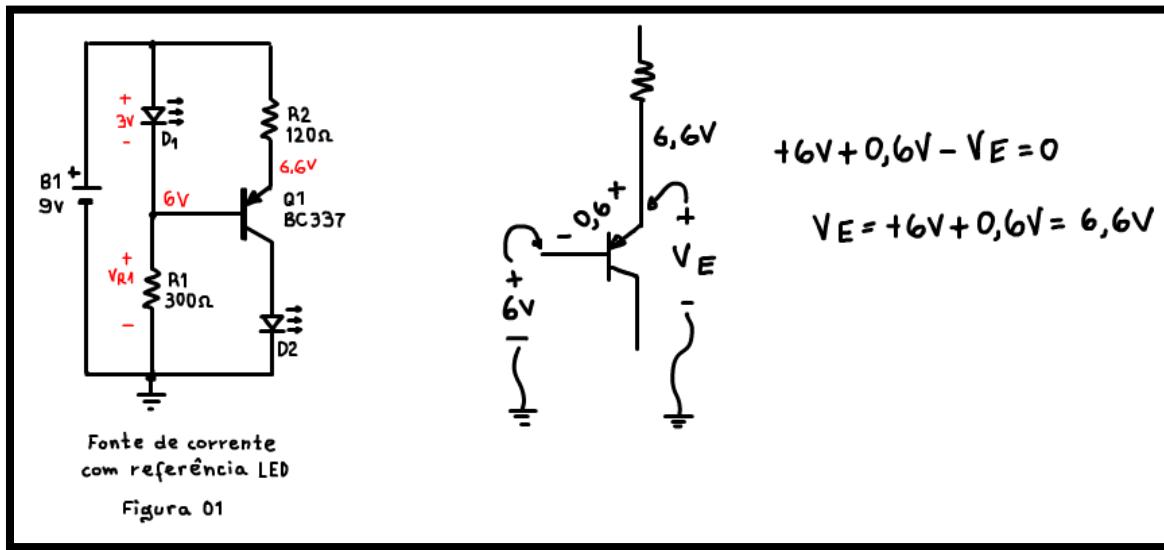
Essa é a forma preferida dos diagramas eletrônicos e equipamentos, como tv, rádios etc.

Isso porque o técnico durante a manutenção, normalmente fixa a ponteira negativa na referência o terra da fonte.

Então nesse círculo basta escrever 6V na base do transistor.

Eu aconselho a escrever todas as tensões e correntes que você vai descobrindo ao longo da análise direto no diagrama, facilita muito, então vou escrever os 3V no diodo LED também, observe o positivo do lado do anodo.

## 1.9. A tensão no emissor do transistor.



Uma forma prática de analisar o circuito usando o terra como referência é que qualquer tensão no circuito pode ser facilmente medida em relação ao terra, assim a tensão no emissor referenciado ao terra fica de determinar olhando a malha que passa pela tensão da base de 6V, mais queda de tensão na junção base emissor igual a 0,6V com o positivo no emissor, e a tensão de emissor  $V_E$  entre o emissor e o terra, eu tenho todas as tensões menos uma.

Na prática é isso que você faz durante a manutenção do circuito.

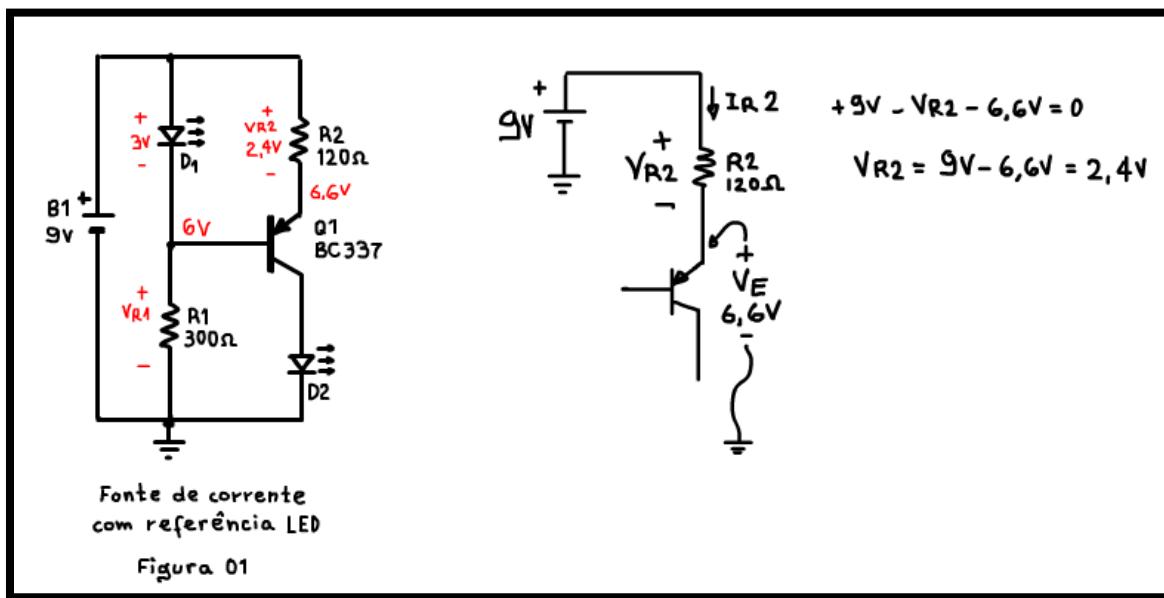
Levantando a equação no sentido horário fica:

+6V da tensão na base, mais 0,6 V da queda de tensão base emissor, note o positivo no emissor porque aqui é um transistor PNP, menos a tensão de emissor  $V_E$ , cuidado estou levantando a equação no sentido horário, então eu estou passando do positivo para o negativo da tensão no emissor  $V_E$ , tudo isso igual a zero.

Isolando a tensão de emissor, temos 6,6V.

Vou escrever essa tensão no emissor.

## 1.10. A tensão na resistência de emissor.



A tensão na resistência de emissor R2 pode ser determinada facilmente pela malha que passa pela fonte, tensão VR2 da resistência R2, e tensão no emissor.

Antes de resolver vamos analisar o sentido da corrente na resistência R2, aqui a corrente está descendo por R2, então o positivo está do lado da fonte,

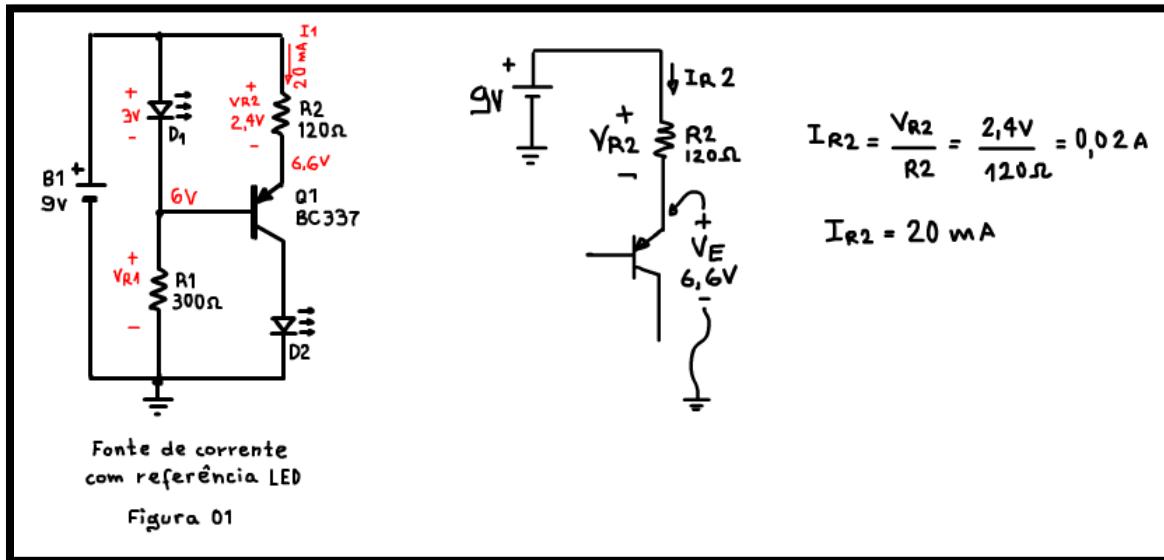
Levantando a equação fica:

+9V a tensão na fonte, menos a tensão na resistência R2, essa é a pergunta, menos a tensão de 6,6V no emissor, tudo isso igual a zero.

Isolando a tensão na resistência R2 fica 2,4V.

Aqui a tensão tem que ser desenhada sobre a resistência R2 com o positivo do lado da fonte.

### 1.11. A corrente na resistência R2.

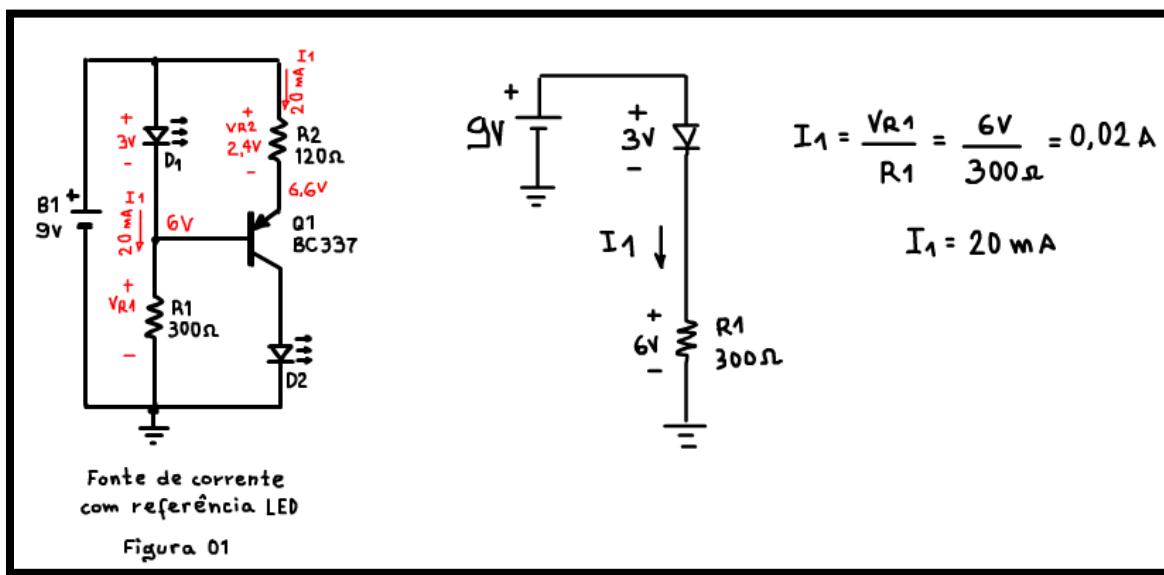


Agora que temos as tensões nas resistências podemos determinar as correntes nessas resistências.

A corrente na resistência R2 é simplesmente a tensão de 2,4V dividido por 120 OHM, isso dá 0,02A ou 20 mA.

Foi só aplicar a lei de OHM!

## 1.12. A corrente na resistência R1

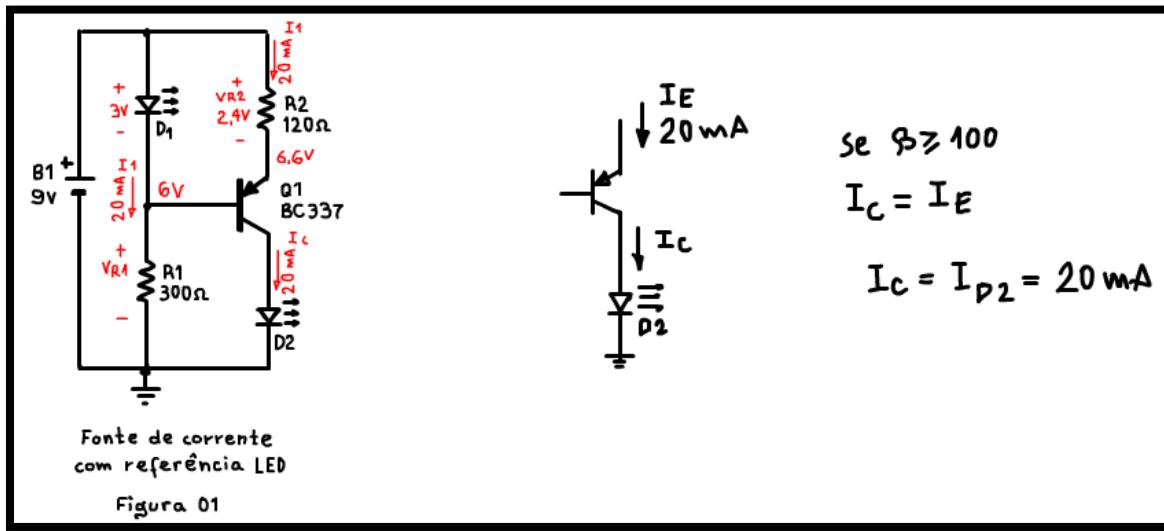


A corrente na resistência R1 vai ser 6V sobre 300 OHM, isso dá 0,02A, 20 mA também, essa vai ser a corrente no LED D1, mas foi só coincidência.

Viu como tudo vai se repetindo, aqui foi usada a LEI DE OHM.

Vou desenhar essa corrente no diagrama.

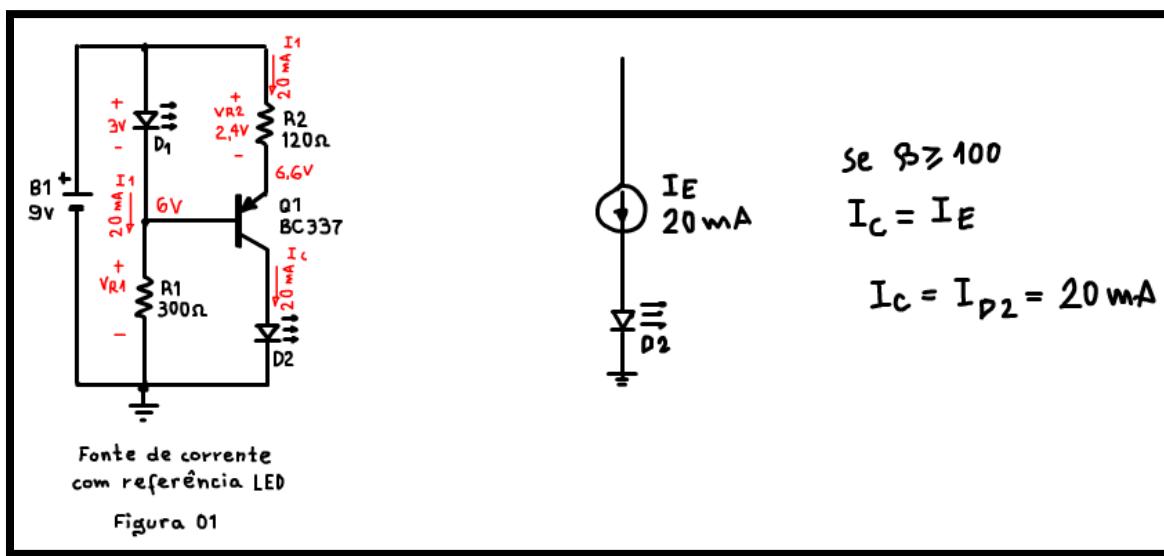
### 1.13. A corrente no LED D2.



A corrente no LED D2 vai ser igual a 20 mA, a mesma corrente na resistência R2, a corrente de emissor do transistor, essa corrente no LED D2 é tirada do modelo do transistor que diz que a corrente de coletor é igual a corrente de emissor se o ganho beta for grande, é esse caso.

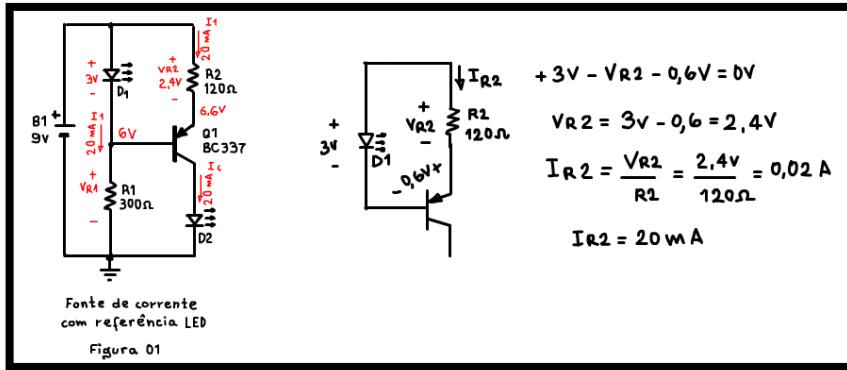
Vamos desenhar no diagrama esse importante corrente.

### 1.14. A fonte de corrente.



Note que o transistor Q1 é quem determina a corrente no LED D2, e que a corrente no emissor do transistor Q1 vai depender da tensão da base e da resistência R2, a corrente não depende da carga, o LED D2, isso significa que o transistor Q1 está operando com uma fonte de corrente constante forçando uma corrente de 20 mA pelo diodo LED D2, e aqui algo importante, não importa o tipo do LED D2, a corrente vai ser sempre a mesma.

## 1.15. A análise na prática.



Claro que aqui eu analisei mostrando os mínimos detalhes, analisei todo o circuito, mas com o tempo você vai fazer isso direto.

Você vai perceber de cara que a corrente no LED2 vai ser dada

pela corrente na resistência de emissor que é a corrente na resistência R2, então o segredo do circuito é determinar a queda de tensão na resistência R2.

Agora a pergunta, qual a melhor malha para determinar essa tensão?

Na maioria das vezes que você estiver analisando um circuito essa vai ser a pergunta chave.

Existem mais de uma malha que passam pela resistência R2, mas parece que a melhor malha é aquela que passa pelo LED1 e a junção base emissor.

A equação fica:  $+3V$ , menos a tensão  $VR2$ , menos  $0,6V$  da junção base-emissor, tudo isso igual a zero.

A queda tensão na resistência R2 é igual a tensão 3V no LED menos 0,6 da junção base emissor, isso é 2,4V.

Então a corrente na resistência R2 vai ser igual a 2,4V dividido por 120 OHM, lei de OHM e pronto temos a corrente na resistência R2 que é a mesma no emissor do transistor, 20 mA, por isso, essa vai ser a corrente no coletor onde está ligado o LED2.

Olhando sob esse ponto de vista fica claro que a corrente no LED2 vai depender da tensão do LED1, ela vai ser a referência nesse circuito.

Essa função é normalmente reservada ao sofisticado diodo ZENER.

Mas, claro que para chegar nesse ponto da análise, você tem que praticar muito.

## 1.16. Conclusão:



Arthurzinho: Esse LED nasceu para brilhar!

Professor Bairros completa:

Exatamente Arthurzinho, e se você acha que isso é só um círcuito curioso, saiba que não, essa é uma configuração muito usada, mesmo em amplificadores caríssimos, porque o LED além de ser bem estável quanto a tensão de condução, ele ainda brilha no circuito indicando que tudo está funcionando.

Nesse tutorial você viu como analisar um círcuito eletrônico, e vai ser sempre assim, usando as três leis básicas e os modelos dos componentes.

Mas, não esqueça tem que praticar e aí é só continuar seguindo o Professor Bairros.

Bom proveito.

## 1.17. Referências

20251223 Círculo interessante LED como referência para acionamento de LED

Círculo interessante LED como referência para acionamento de LED

Descrição:

Nesse tutorial eu mostro como usar as leis básicas para analisar um círculo eletrônico, a base da eletrônica.

**YOUTUBE:** <https://youtu.be/Y9xCouq5-Sk>