

# Circuitos Eletrônicos

## Aula 05 - Introdução aos Transistores

# Apresentação

---

Nesta aula, estudaremos um dos mais famosos dispositivos eletrônicos, o transistor. De forma mais específica, conheceremos os transistores bipolares, responsáveis por revolucionar a tecnologia, e ainda a sua formação e as simbologias que os representam.



## **Vídeo 01** - Apresentação

## Objetivos

Ao final desta aula, você será capaz de:

- Identificar os tipos básicos de transistores de junção (bipolares) e sua formação;
- Conhecer alguns dos principais encapsulamentos desses transistores;
- Iniciar o estudo dos modos de operação.

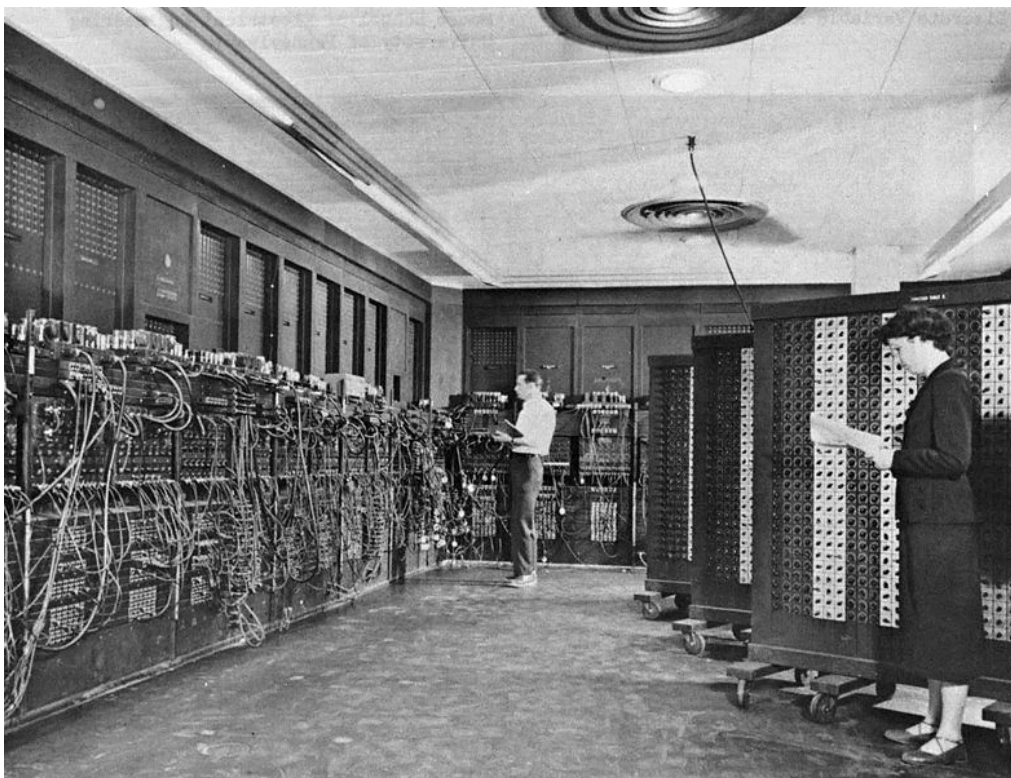
# Os transistores

---

O transistor é, possivelmente, o componente eletrônico mais famoso que vamos estudar. Talvez você já tenha ouvido menções ao nome “transistor” em diversos filmes de ficção científica! O transistor se popularizou na década de 1950 e muitos dizem que a sua invenção foi o gatilho para impulsionar a revolução tecnológica moderna.

O transistor veio substituir as famosas válvulas que eram empregadas nos circuitos eletrônicos até a década de 1960. Entretanto, por terem mais partes móveis, elas eram muito mais difíceis de serem miniaturizadas. Você já viu fotos de computadores realmente antigos? Eles usavam válvulas e eram enormes! Veja a seguir na figura 1.

**Figura 01** - Computador a válvulas.



Fonte: <http://www.baboo.com.br/hardware/hardware-tecnologia/historia-dos-computadores-do-abaco-aos-terabytes-2/>.

Acesso em: 28 dez. 2015.

Essas duas pessoas estão literalmente dentro do computador! Isso porque ele era tão grande que ocupava salas enormes. Além de maiores, as válvulas queimavam facilmente, parando o funcionamento do computador de tempos em tempos. Isso sem falar que gastavam enormes quantidades de energia e eram menos velozes que os transistores.

Sendo assim, os transistores forneceram as ferramentas corretas para impulsionar a revolução da eletrônica e, conseqüentemente, dos computadores e da informação nas décadas seguintes. Vamos estudá-los com mais detalhes a partir desta aula.

## Do que é formado o transistor?

---

Do que você acha que é formado esse importante dispositivo? Uma dica: eles são formados pelo mesmo material que forma os diodos. Se você respondeu semicondutores, acertou! Como deve se lembrar, os diodos são formados pela junção de dois tipos de semicondutores: um do tipo N e outro do tipo P.

O semicondutor do tipo N é aquele que foi dopado de uma forma tal que contém elétrons livres, mesmo sendo eletricamente neutro. Os portadores majoritários são então os elétrons.

O semicondutor do tipo P, por sua vez, foi dopado de forma a, mesmo que eletricamente neutro, apresentar lacunas, ou seja, regiões com um alto potencial para receber um elétron. As tais lacunas são seus portadores majoritários.

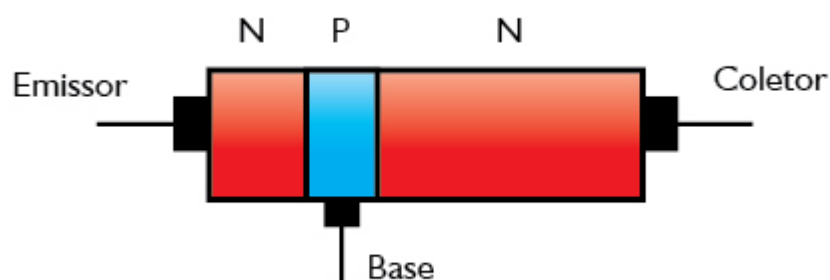
Se você tem alguma dúvida com relação a isso, é só voltar para as primeiras aulas e revisá-las.

## A construção de um transistor

---

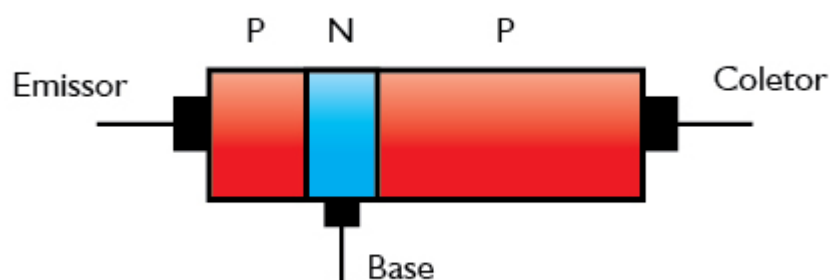
Os transistores são feitos a partir de um “sanduíche” de semicondutores tipo N e tipo P. Veja os exemplos a seguir, nas figuras 2 e 3.

**Figura 02** - Transistor do tipo NPN.



Essa é uma representação de um transistor chamado NPN. Isso porque ele é formado por um “sanduíche”, em que o recheio é de semicondutor do tipo P e o “pão” é feito por semicondutores do tipo N.

**Figura 03** - Transistor do tipo PNP.



Já o transistor mostrado acima é dito do tipo PNP. Ele é exatamente o oposto do transistor NPN. Aqui o “recheio” é feito de semicondutor tipo N e o “pão” é feito por semicondutores tipo P.



**Vídeo 02** - Formação dos Transistores

# Atividade 01

---

1. Cite as vantagens e desvantagens dos transistores e das válvulas.
2. Você deve ter notado, pela figura 2, que a parte da esquerda do semicondutor tipo N é menor do que a parte da direita onde está ligada ao terminal do coletor. Você já consegue responder por que isso ocorre? Pesquise sobre essa característica.



## A construção de um transistor - pt.2

---

Os diodos são formados pela união de dois semicondutores. Logo, eles têm dois terminais, um deles ligado ao semicondutor tipo N, cátodo, e um ligado ao semicondutor tipo P, ânodo. Por serem formados por três semicondutores, os transistores possuem três terminais. As figuras anteriores também destacam os nomes que cada um deles recebe: emissor, base e coletor.

A seguir, a figura 4 mostra três diferentes encapsulamentos encontrados para transistores. Nos dois primeiros, fica aparente cada um dos terminais. Não se preocupe, porque os manuais dizem o que cada “perninha” do transistor é: emissor, base ou coletor.

**Figura 04** - Diferentes encapsulamentos de transistores

Aspecto físico	Encapsulamento
	TO-92
	TO-220
	TO-3

Vamos agora descrever as características de cada terminal, vejamos.

O **emissor** é fortemente dopado. Ele tem esse nome porque sua principal função é emitir portadores de carga para a base. Sendo assim, se for um transistor tipo NPN, ele vai emitir elétrons para a base, já que esses são os portadores majoritários do semicondutor tipo N. Usando a mesma lógica, o emissor do transistor PNP emite lacunas para a base.

Vamos agora falar da **base**. Ela tem esse nome por se encontrar no meio do transistor e possui uma dopagem média além de ser a mais fina das camadas.

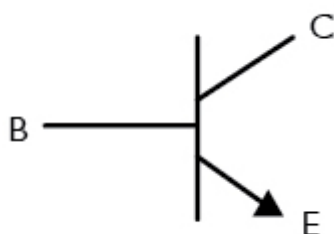
O **coletor**, por sua vez, é levemente dopado. Seu nome também está ligado à sua tarefa, que é coletar os portadores de carga que vêm da base. Perceba que os desenhos mostram que ele é mais comprido do que as demais camadas. Isso porque ele foi projetado para dissipar a maior parte da potência gerada nos circuitos transistorizados.

## Simbologia dos transistores

---

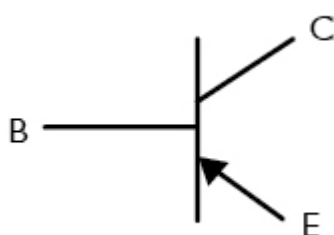
Apresentaremos nesta seção a simbologia utilizada nos circuitos eletrônicos para os transistores.

**Figura 05** - Simbologia utilizada para o transistor NPN.



Essa é a simbologia utilizada para transistores do tipo NPN. Uma forma muito usada para memorizar é associar as letras NPN com a frase: "**N**ão a**P**onta para o tra**N**sistor".

**Figura 06** - Simbologia utilizada para o transistor PNP.



A figura anterior apresenta a simbologia do transistor PNP. Usando o mesmo raciocínio para auxiliar a memorização, podemos ler assim: "**aPoNta Para o transistor**".

Nas duas figuras, B é o terminal da base, C do coletor e E do emissor.





### Vídeo 03 - Simbologia dos Transistores

## Funcionamento

---

De forma extremamente simplificada, podemos dizer que o transistor atua como uma simples torneira! Vamos fazer essa analogia.

No caso do transistor NPN, essa torneira – que seria o terminal base do transistor – controla a quantidade de água que passa entre o coletor e o emissor. Quanto mais eu abrir a torneira – quanto maior for a corrente na base do transistor – maior será a passagem de água entre o coletor e o emissor.

Completamos a analogia imaginando que a água são os portadores de cargas do semicondutor dopado no coletor, sejam eles elétrons ou lacunas. Então, o que não podemos esquecer é que o transistor bipolar controla a corrente que flui através dele. Mais especificamente, através do terminal **base** você consegue controlar a corrente que flui do **coletor** para o **emissor**, no caso do transistor tipo **NPN**, ou a corrente que flui do **emissor** para o **coletor**, no caso do transistor **PNP**. Detalharemos mais estas situações nas próximas aulas.

## Atividade 02

---

1. Você acha que a estrutura física de um transistor NPN ou PNP é a mesma apresentada nas figuras 2 e 3? Pesquise sobre esse assunto e compare com as estruturas apresentadas nas figuras.
2. Descreva, com suas palavras, a principal característica de um transistor e, a partir dessa característica, liste algumas possíveis aplicações para esse componente.

# Aplicações dos transistores

---



## **Vídeo 04** - Aplicações dos Transistores

Você sabia que tudo o que fazemos é controlado por sinais elétricos fluindo em nossos corpos? Claro, certo? Porém, você conhece a ordem de grandeza desses sinais?

Para termos uma ideia, a amplitude dos sinais de tensão de um eletrocardiograma (ECG) está numa faixa de 0.5 mV a 4 mV (mili Volt equivale a  $10^{-3}$  Volt). Muito pequeno, não é?

No geral, sinais biomédicos possuem amplitudes muito pequenas. Logo, para que se possa realizar algum processamento com esses sinais é preciso aumentar a sua amplitude. Aqui, chegamos a uma das principais aplicações dos transistores, o amplificador. Para realizar o aumento (amplificação) da amplitude desses sinais, faz-se uso dos transistores. Sinais biomédicos são apenas exemplos, podemos incluir também o som, o sinal telefônico, etc. Você consegue pensar em outras aplicações que necessitam de amplificadores?

Os transistores são utilizados basicamente em duas funções: como amplificador ou como chave eletrônica. Dependendo de como seus terminais são polarizados e montados no circuito, o transistor vai operar de uma forma diferente.

Vale salientar que a amplificação que o transistor vai realizar pode ser de tensão, corrente ou até potência. Nas próximas aulas, veremos como realizar tais configurações.

Hoje em dia, praticamente todos os dispositivos eletrônicos usam um grande número de transistores.

## Leitura Complementar

---

Se você quiser saber mais sobre as válvulas, pode fazer uma rápida pesquisa na internet. Está cheio de informações lá! Veja este site, por exemplo: <[http://www.mspsc.eng.br/eletrn/vterm\\_110.shtml](http://www.mspsc.eng.br/eletrn/vterm_110.shtml)>.

## Resumo

---

Nesta aula, vimos que o transistor surgiu como substituto da válvula em diversas aplicações. Estudamos a sua construção a partir da junção de semicondutores dopados, tais como no diodo de junção, e com isso os dois tipos encontrados no mercado, NPN e PNP. Além disso, foi apresentada a simbologia, o funcionamento e as aplicações para esse tão importante dispositivo.

## Autoavaliação

---

1. Detalhe as possíveis construções de um transistor bipolar de junção.
2. Desenhe a simbologia de cada um dos tipos de transistores, identificando os seus terminais.
3. Cite aplicações em que um transistor pode ser utilizado.
4. Qual componente eletrônico o transistor veio substituir?
5. Por que os coletores são mais robustos que os demais terminais?

## Referências

---

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

FERREIRA, Aitan Póvoas. **Curso básico de Eletrônica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca técnica Freitas Bastos, 1987.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade básica**. 2. ed. [s.l.]: McGraw-Hill, 1997.

MARQUES, Angelo Eduardo B.; CHOURERI JUNIOR, Salomao; CRUZ, Eduarod Cesar Alves. **Dispositivos semicondutores: Diodos e Transistores**. 13. ed. rev. São Paulo: editora Érica, 2012.