



# UNIDADE I

---

## Ciência da Computação Integrada

Prof. Me. Álvaro Prado

# Introdução à disciplina – Ciência da Computação Integrada

- Introduzir os estudantes dos cursos da área da Computação nos principais conceitos da Eletrônica, tendo em vista os componentes eletrônicos: indutores, transformadores, diodos e componentes ativos.
- Fornecer subsídios teóricos e práticos para a compreensão dos circuitos eletrônicos e sua construção, abordando técnicas construtivas diversas e sua implementação na prática de forma simplificada.
  - Proporcionar conhecimento e maior segurança aos estudantes quando necessitarem produzir algum protótipo com circuitos eletrônicos, placas controladoras e implementá-los com segurança e êxito, tanto em um projeto de TCC quanto em outras aplicações.

# Apresentação do professor

Prof. Me. Álvaro A. Colombero Prado

- Bacharel em Sistemas de Informação.
- Mestre em Engenharia de Produção.
- Professor em tempo integral.
- Fotógrafo, radioamador e músico nas horas vagas.



# Agenda

## Bloco I:

- Eletricidade, magnetismo e os indutores;
- Reatância indutiva.

## Bloco II:

- Tipos principais de indutores;
- Indutores em série e em paralelo.

# Agenda

## Bloco III:

- Indutância mútua – os transformadores;
- Circuitos com indutores: os filtros.

## Bloco IV:

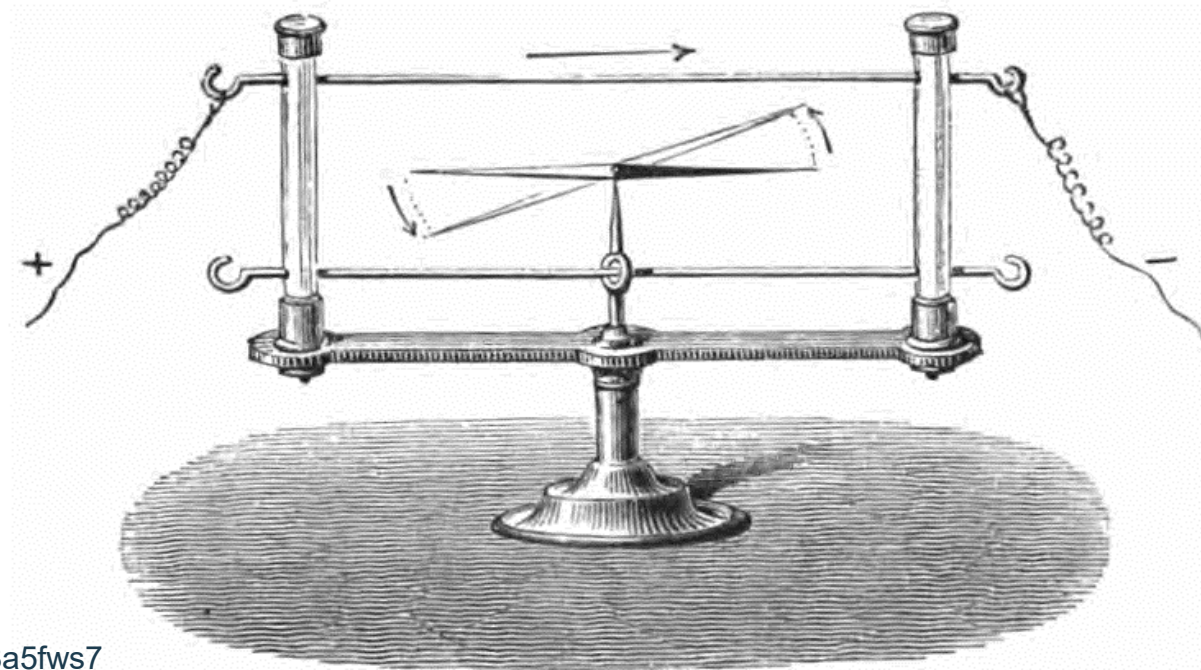
- Os relês;
- Circuitos lógicos com relês.

# Apresentando os componentes: os indutores

- São componentes eletrônicos de grande importância, presentes em grande parte dos circuitos que utilizamos no dia a dia.
- Um indutor é essencialmente composto por um fio enrolado várias vezes ao redor de uma forma que pode ser feita de diversos materiais: cartão, plástico ou até de metal.
- O fio enrolado forma um enrolamento ou simplesmente uma bobina, com características elétricas particulares.

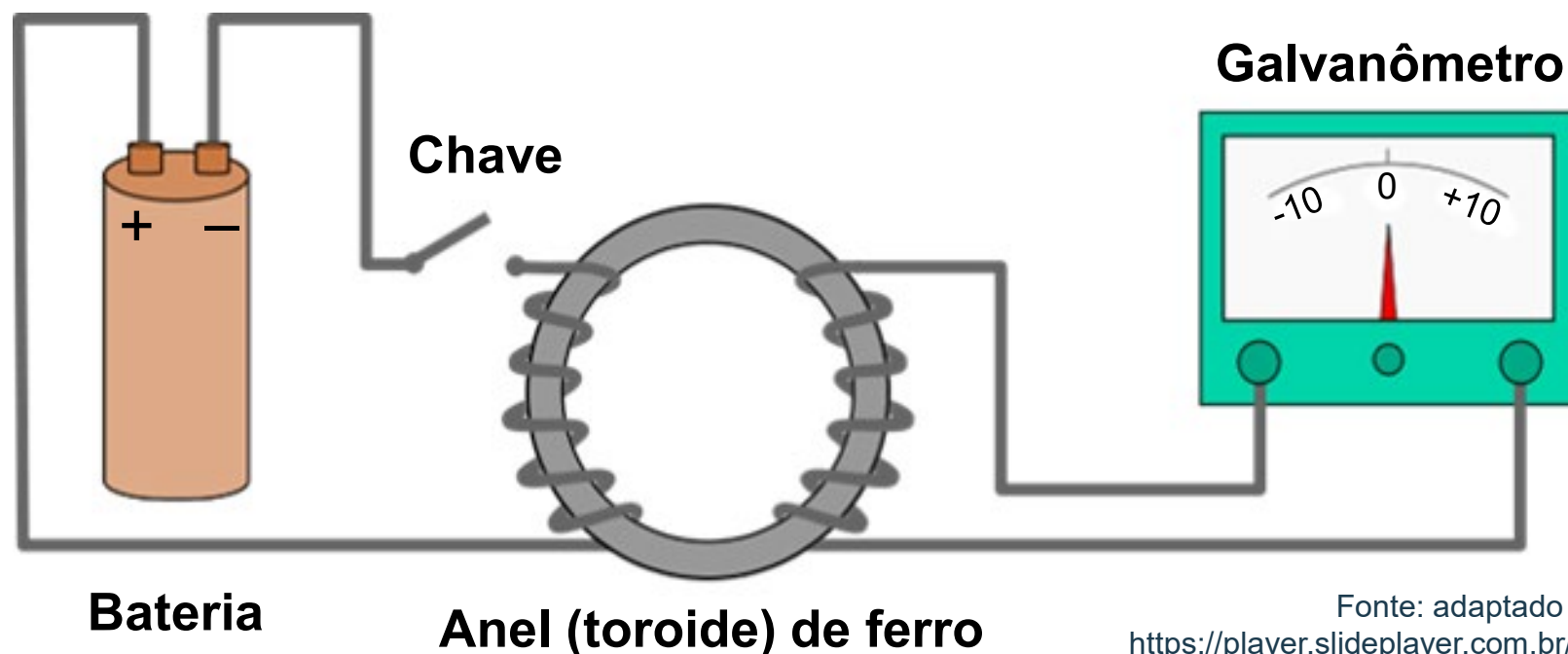
## Breve histórico

- Em 1819, o físico dinamarquês Hans Christian Ørsted observou que, ao posicionar uma bússola nas proximidades de um fio elétrico pelo qual circulava uma corrente elétrica, notava-se um desvio de sua agulha que, em vez de apontar no sentido norte-sul, como normalmente faria, passava a se posicionar perpendicularmente ao fio, voltando à posição inicial, uma vez que a corrente elétrica era interrompida, conforme imagem.
- Esse experimento demonstrou que a eletricidade e o magnetismo eram fenômenos relacionados e que, ao permitir a passagem de uma corrente elétrica por um condutor, ela produzia um campo magnético a seu redor.



## Breve histórico

- Em 1831, o cientista inglês Michael Faraday enrolou dois fios elétricos em lados opostos de um anel de ferro. Nas pontas de um dos fios, ele conectou um galvanômetro (dispositivo com uma agulha, capaz de indicar a presença de correntes elétricas), enquanto, nas pontas do outro fio, conectou uma bateria.
- Ao ligar a bateria, ele observou um movimento na agulha do galvanômetro indicando um pulso de corrente elétrica e, ao desligá-la, verificou outro movimento, o que evidenciava um transiente ocasionado pela mudança no fluxo magnético quando a bateria era ligada ou desligada.



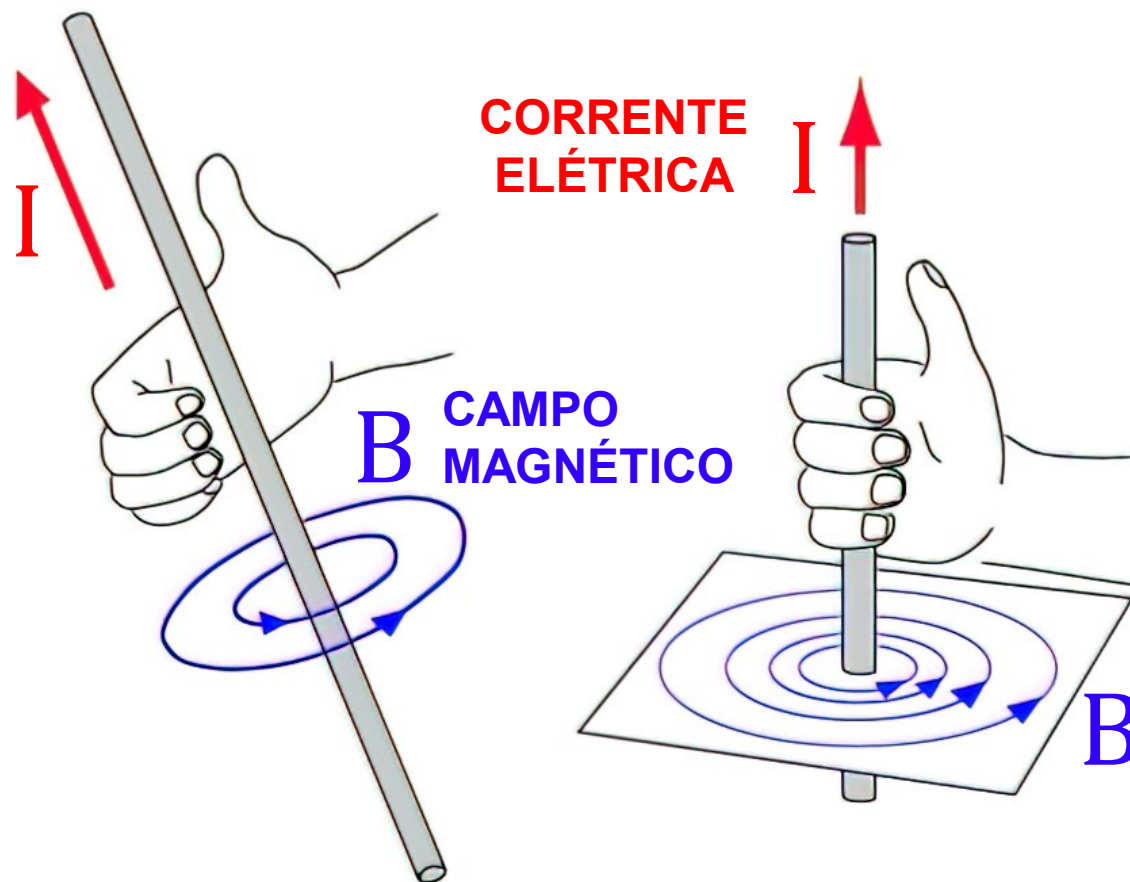


# Eletricidade, magnetismo e os indutores

- Um indutor é todo componente elétrico constituído por um condutor elétrico enrolado, dando voltas no entorno de um núcleo, que pode ser feito de algum material com características ferromagnéticas ou não.
- Ele é um componente passivo – que não produz energia nem necessita dela para funcionar – e que não amplifica sinais ou controla circuitos, mas que armazena energia em forma de campo magnético.
  - Se o condutor for retilíneo, ou seja, estiver disposto de forma esticada, o campo se manifestará em forma de linhas de força concêntricas ao fio condutor.

# Regra da mão direita

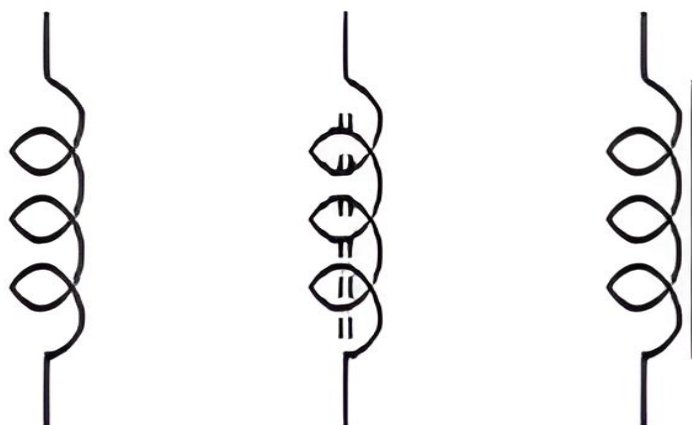
O sentido dessas linhas de força pode ser determinado pelo uso da chamada regra da mão direita: coloque o dedo polegar apontado no sentido da corrente elétrica, com os demais dedos envolvendo o condutor e apontando o sentido das linhas de indução do campo magnético, conforme figura:



# Bobina ou solenoide

- Se o fio condutor possuir diversas voltas de fio, as linhas de indução irão se concentrar em seu interior, criando um campo magnético de maior intensidade.
- Quanto mais voltas de fio houver e quanto maior for o diâmetro de sua circunferência, maior será o campo magnético gerado.
- Esse efeito pode ser potencializado em muitas vezes se o fio for enrolado em torno de um núcleo de material magnetizável, como o ferro ou similar.

A representação esquemática de um indutor pode ser vista na figura abaixo:



# A indutância

- Chamamos de indutância a capacidade de um indutor produzir, a partir de uma corrente circulante por ele, um campo magnético.
- A unidade de medida correspondente, determinada pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), é o henry, cujo símbolo é dado pela letra H.
- Quando a corrente circulante por uma bobina apresentar um valor constante de 1 ampère durante um período de 1 segundo, apresentando esta última uma tensão de 1 volt sobre seus terminais, a sua indutância será equivalente a 1 henry.
- Usualmente, são empregados submúltiplos do henry, como o micro-henry, o mili-henry e o nano-henry (vide tabela).

Valor em henries	Submúltiplo	Nome	Símbolo
0,001	$10^{-3}$	mili-henry	mH
0,00001	$10^{-6}$	micro-henry	$\mu\text{H}$
0,00000001	$10^{-9}$	nano-henry	nH

# Reatância indutiva

- Os indutores possuem a propriedade de comportarem-se como resistores quando submetidos a uma corrente alternada.
- Quando uma corrente alternada flui por um indutor, ela gera um campo magnético ao seu redor. Esse campo magnético induz uma tensão oposta à variação da corrente que o gerou. Dessa forma, a reatância indutiva se manifesta como uma resistência aparente ao fluxo de corrente alternada, que é diretamente proporcional à taxa de variação dessa corrente.

A reatância indutiva é medida em ohms ( $\Omega$ ) e pode ser calculada mediante o uso da fórmula básica:

$$Xl = 2 \times \pi \times f \times L$$

Em que:

- $Xl$  é o valor da reatância, dado em ohms ( $\Omega$ );
- $\pi$  é uma constante da fórmula, de valor aproximado 3,1416;
- $f$  é a frequência da corrente alternada aplicada à bobina, em hertz (Hz);
- $L$  é a indutância da bobina, em henrys (H).

# Interatividade

A capacidade de um indutor produzir, a partir de uma corrente circulante por ele, um campo magnético é chamada indutância. Considerando-se os conteúdos aprendidos até aqui, qual a unidade de medida para essa grandeza?

- a) Ohm.
- b) Farad.
- c) Gauss.
- d) Henry.
- e) Hertz.

## Resposta

A capacidade de um indutor produzir, a partir de uma corrente circulante por ele, um campo magnético é chamada indutância. Considerando-se os conteúdos aprendidos até aqui, qual a unidade de medida para essa grandeza?

- a) Ohm.
- b) Farad.
- c) Gauss.
- d) Henry.
- e) Hertz.

# Tipos de indutores

- Todos os indutores são constituídos de dois materiais básicos: um fio e uma forma, sobre a qual será enrolado esse fio.
- O material escolhido para essas formas pode variar em suas características, podendo apresentar propriedades magnéticas ou não.
- Normalmente, são utilizados o papelão, o ferro e o ferrite, cujos formatos, propriedades e influência no resultado final do indutor serão abordadas a seguir.



# Indutores com núcleo de ar

- São indutores enrolados com um fio grosso, sendo que suas espiras são autossuportadas.
- No caso de fios mais finos, podem ser enrolados em um tubo de papelão ou plástico.
- Por não possuírem núcleo ferromagnético, seu valor geralmente é baixo.



Fonte: autoria própria.

# Indutores com núcleo de ferro

- O uso de um núcleo de material magnético permite uma maior concentração de fluxo magnético, trazendo maiores valores de indutância por espira.
- Isso permite a construção de indutores menores e também com maiores valores.
- O ferro, contudo, não permite aplicações em frequências muito altas, operando apenas em 50 ou 60Hz ou em áudio.



# Indutores com núcleo de ferrite

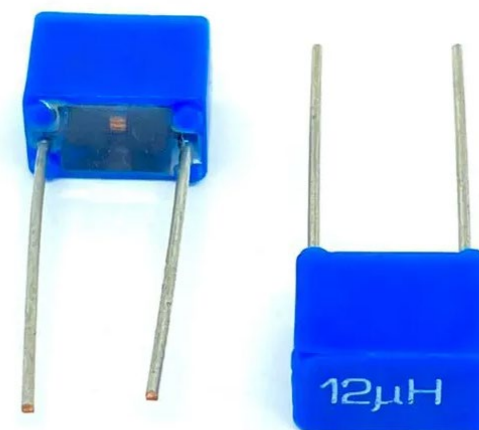
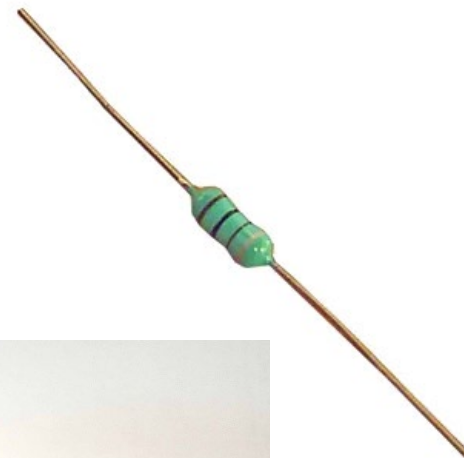
- O ferrite é um material feito à base de pó de ferro, misturado com resina epóxi ou cerâmica, além de outros aditivos, como pó de manganês, cobre, zinco, cobalto ou níquel.
- Essa mistura pode ser moldada em diversos formatos e, assim como o ferro puro, permite maiores valores de indutância por volta do fio.
- Contudo, a principal propriedade do ferrite é a possibilidade de trabalhar em altas frequências.



# Indutores de fabricação comercial

São diversos os tipos de indutores fabricados comercialmente, sendo que entre eles podemos citar:

- Indutores moldados;
- Indutores com encapsulamento plástico/epóxi;
- Indutores tipo “honeycomb”.



# Indutores ajustáveis

- Um indutor pode ter o seu valor ajustável dentro de certo intervalo, adequando-se às necessidades definidas pelo circuito e sendo capaz de compensar suas próprias tolerâncias e as dos demais componentes.
- Nos indutores autossuportados, as espiras podem ser aproximadas ou afastadas entre si, alterando o valor deles.
- Nos indutores com núcleo de ferrite, o núcleo pode ser movimentado para dentro ou para fora da bobina, o que altera sua indutância final.

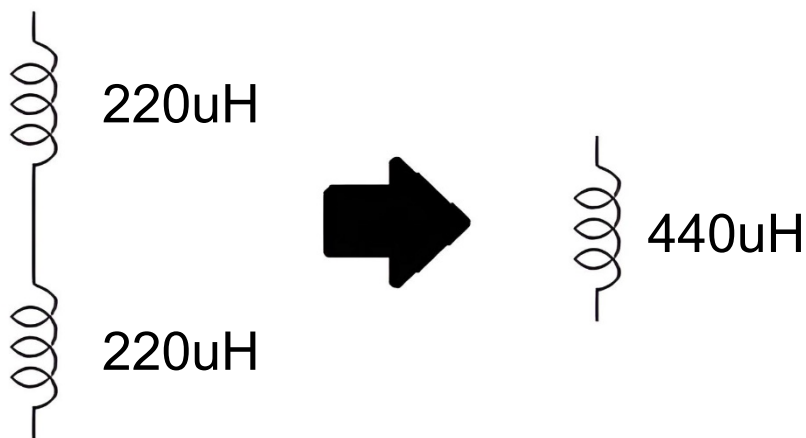


# Indutores em série

- Quando associamos dois indutores em série, a corrente que circula pelo circuito e atravessa os componentes é a mesma. Pode-se dizer que um indutor se comporta como o “prolongamento” do outro, permitindo que seus valores se acumulem.

Dessa forma, o resultado da indutância equivalente dessa malha (ou associação) de indutores será igual à soma de seus valores, de forma que:

$$L_{eq} = L1 + L2 + \dots + L_n$$

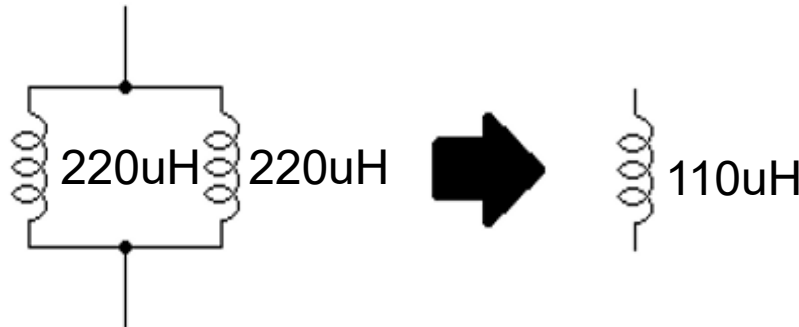




# Indutores em paralelo

- Indutores associados em paralelo têm um comportamento diferente dos indutores associados em série, uma vez que a corrente circulante pelo circuito irá dividir-se entre os indutores associados.
- O cálculo da associação em paralelo será dado pela regra de que o inverso da indutância equivalente da associação será igual à soma dos inversos dos valores das indutâncias associadas em paralelo. Assim,

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$



## Interatividade

Considerando o conteúdo estudado há pouco, considere que temos dois indutores associados em série, com valores de 330 e 270 micro-henries. Qual será o valor da indutância equivalente?

- a) 470 mH.
- b) 220 mH.
- c) 600 mH.
- d) 640 mH.
- e) 620 mH.



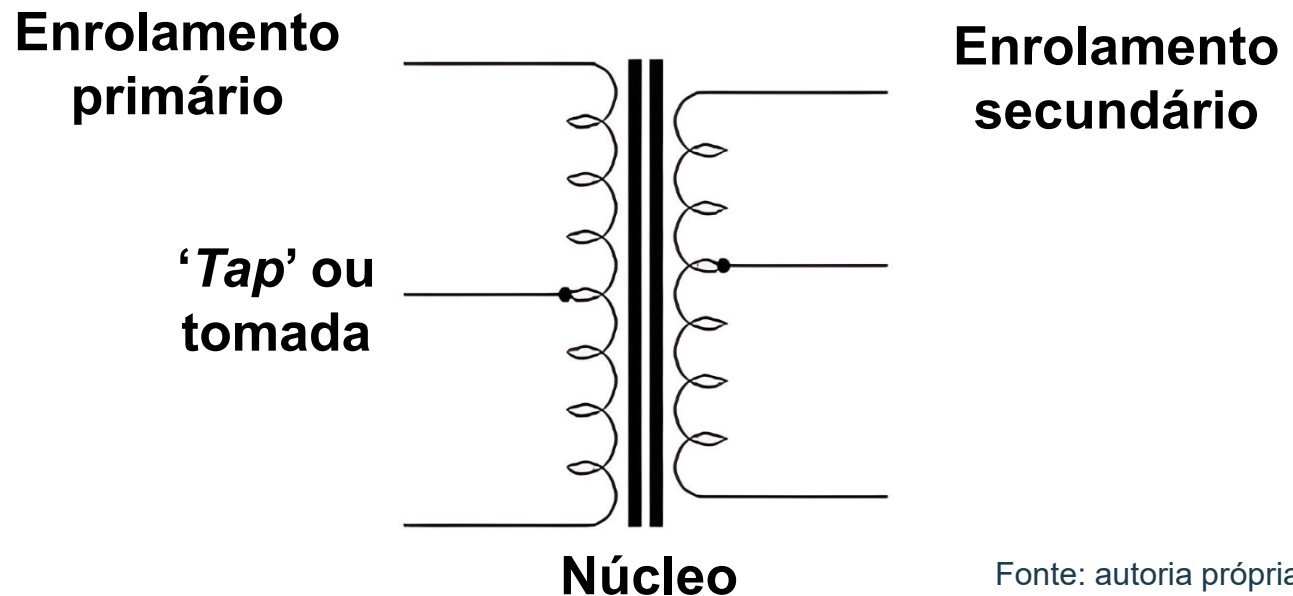
## Resposta

Considerando o conteúdo estudado há pouco, considere que temos dois indutores associados em série, com valores de 330 e 270 micro-henries. Qual será o valor da indutância equivalente?

- a) 470 mH.
- b) 220 mH.
- c) 600 mH.
- d) 640 mH.
- e) 620 mH.

# Os transformadores

- Se duas bobinas estiverem suficientemente próximas e uma variação de corrente for produzida sobre uma delas, a mesma variação poderá ser percebida, medida e também aproveitada na outra bobina.
- Se utilizarmos um núcleo magnético comum a essas duas bobinas, temos um transformador. Como o próprio nome diz, ele destina-se a transformar energia – de elétrica para magnética e novamente para elétrica.



Fonte: autoria própria.

# Os transformadores

- Um transformador apenas irá trabalhar na presença de uma variação de corrente elétrica – sendo, portanto, funcional apenas em corrente alternada, como a presente na rede elétrica.

Um detalhe importante dos transformadores é a relação da quantidade de espiras entre enrolamentos. A tensão que pode ser obtida no enrolamento secundário de um transformador, quando aplicada uma corrente alternada em seu primário, irá depender de alguns fatores principais, a saber:

- A quantidade de espiras no primário;
- A quantidade de espiras no secundário;
- A tensão aplicada no primário.

## Relação de espiras

- É possível estabelecer uma relação entre as espiras do primário e do secundário, que pode ser expressa pela seguinte fórmula:

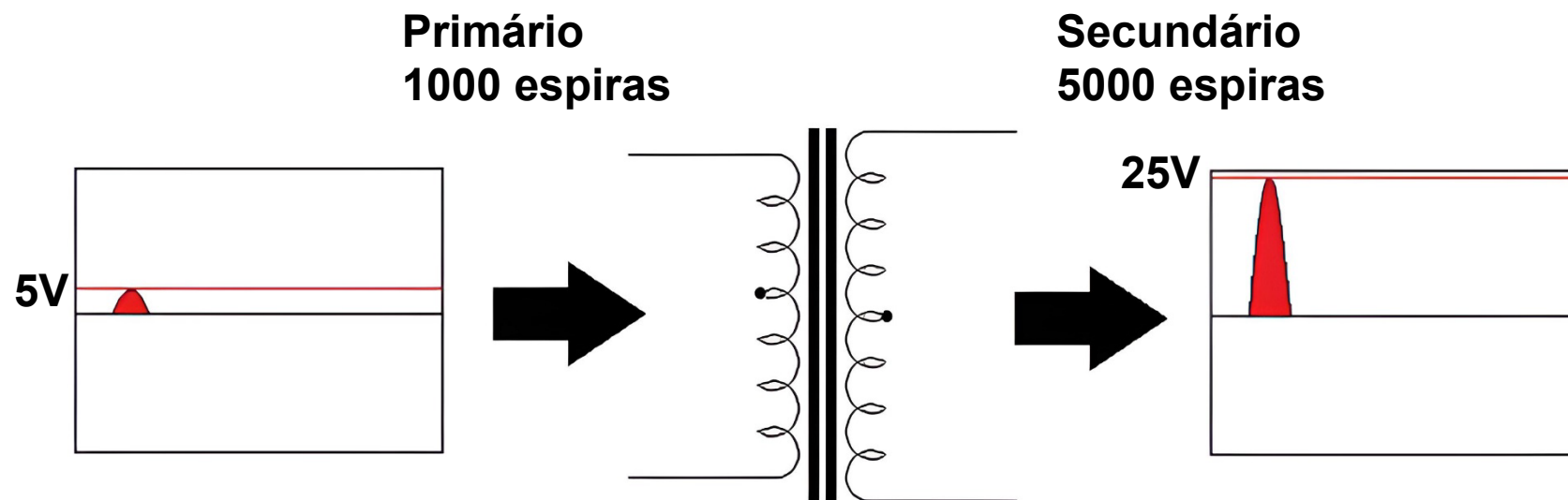
$$\frac{V1}{V2} = \frac{N1}{N2}$$

Em que:

- V1 é a tensão aplicada ao primário do transformador.
- V2 é a tensão medida no secundário do transformador.
- N1 é a quantidade de espiras no enrolamento primário.
- N2 é a quantidade de espiras no enrolamento secundário.

# Relação de espiras

- Se tivermos um transformador com um enrolamento primário com mil espiras de fio e um secundário com 5 mil espiras, podemos dizer que este último terá uma relação de 1 para 5, ou simplesmente 1:5, ou seja, para cada espira no primário, teremos cinco no secundário.
- Assim, se aplicarmos um pulso com uma tensão de 5 volts no enrolamento primário, iremos obter, no secundário, um pulso com amplitude muito maior, de 25 volts.
- Essa tensão foi devidamente "elevada" pela relação entre as espiras do primário e do secundário.



# Tipos de transformadores

De acordo com as aplicações a que se destinam, os transformadores podem ser de diversos tipos, como:

- Transformadores isoladores;
- Autotransformadores;
- Autotransformadores variáveis (ou “Variac”).



Fontes:

<https://br.rsdelivers.com/product/rs-pro/rs-pro-1-phase-36kva-variatic-1-output-240v-15a/8902787>

[https://www.eletopecas.com/\\_uploads/ProdutoDestaque/ProdutoDestaque\\_21417\\_detalhe.jpg](https://www.eletopecas.com/_uploads/ProdutoDestaque/ProdutoDestaque_21417_detalhe.jpg)

# Circuitos com indutores: os filtros

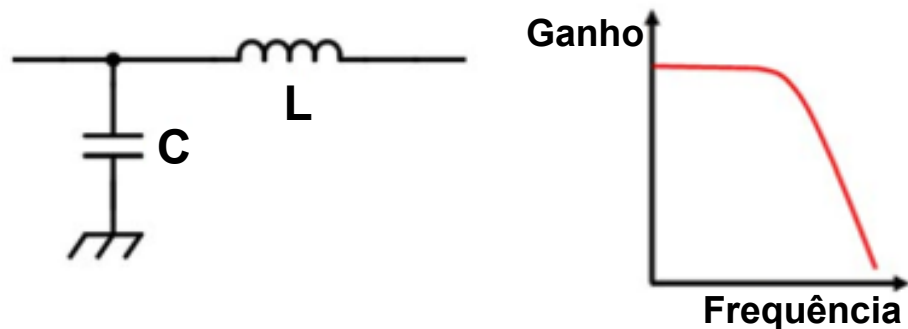
- Filtros são circuitos normalmente construídos com indutores e capacitores que, ao serem percorridos por um sinal (como o áudio proveniente de uma gravação, por exemplo), determinadas frequências (ou sons) são atenuadas ou destacadas.

De acordo com seu comportamento, podem ser classificados em:

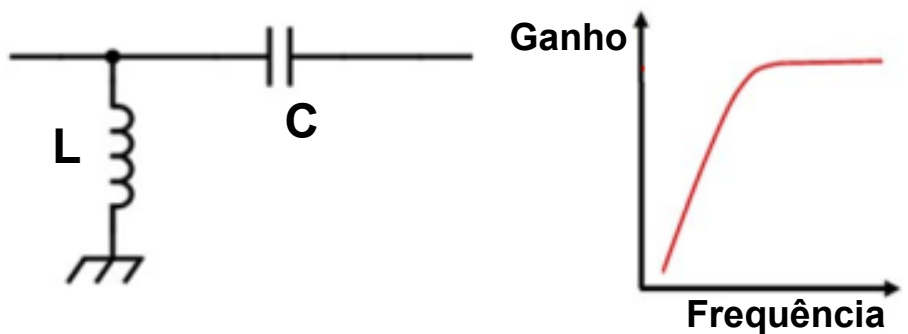
- Filtro passa-baixo;
- Filtro passa-alto;
- Filtro passa-banda;
- Filtros tipo “Pi” ou “L”.

# Filtros passa-baixo e passa-alto

- Os filtros do tipo passa-baixo permitem a passagem livre de sinais de frequências baixas, eliminando ao mesmo tempo todos os sinais de alta frequência.
- Os filtros passa-alto eliminam totalmente as frequências baixas, ao mesmo tempo que permitem a passagem livre de todas as frequências altas.
- Os parâmetros desses filtros podem ser ajustados de acordo com o valor do capacitor (C) e do indutor (L).



Passa-baixo

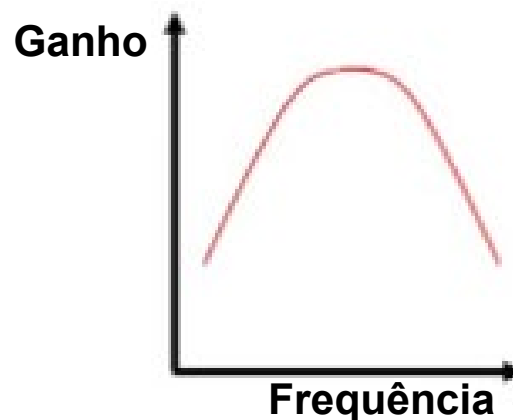
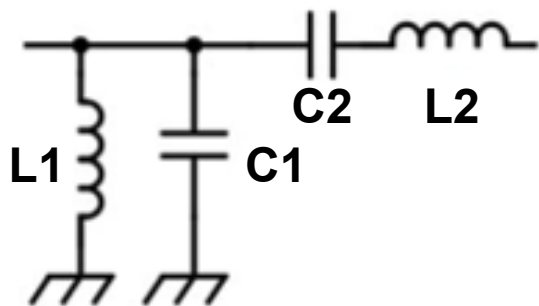


Passa-alto



# Filtros passa-banda

- Os filtros do tipo passa-banda permitem a passagem somente de frequências dentro de uma determinada faixa, enquanto eliminam todas as outras.
- Esses filtros utilizam mais de um indutor e também mais de um capacitor.

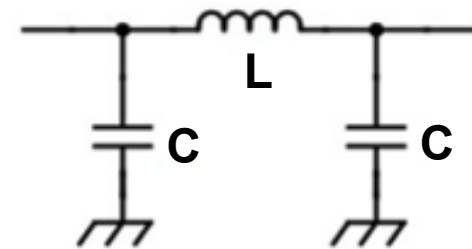
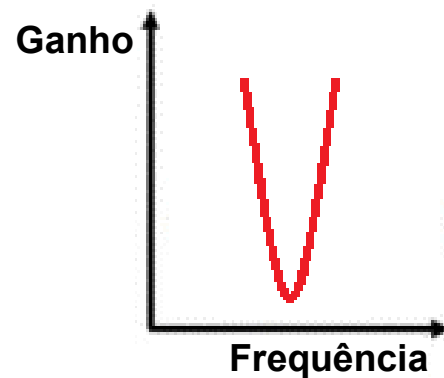


Passa-banda

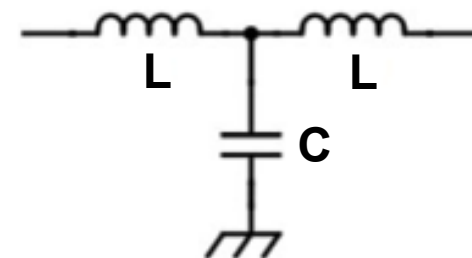
Fonte: adaptado de Panasonic (2020). Disponível em: [https://industrial.panasonic.com/content/data/common/ss-files/lc\\_filter\\_TechnicalInfo\\_e.pdf](https://industrial.panasonic.com/content/data/common/ss-files/lc_filter_TechnicalInfo_e.pdf). Acesso em: 12 nov. 2023.

# Filtros tipo “Pi” e “T”

- O filtro tipo Pi se comporta como um passa-baixo, com alta impedância tanto na entrada quanto na saída. O desenho de seu circuito permite a analogia com a letra grega de mesmo nome, o  $\pi$ . São muito utilizados em circuitos de fontes de alimentação e supressores de harmônicos.
- O filtro tipo T tem comportamento muito similar ao filtro tipo Pi. Ele é capaz de eliminar determinadas frequências de forma bem seletiva, passando a chamar-se filtro trap ou simplesmente notch filter.



Filtro “Pi”



Filtro “T”

# Interatividade

A respeito dos filtros, os valores de quais componentes determinam os parâmetros das frequências que serão atenuadas ou destacadas?

- a) Dos capacitores e dos indutores.
- b) Apenas dos capacitores.
- c) Apenas dos indutores.
- d) Dos indutores e dos resistores.
- e) Apenas dos resistores.

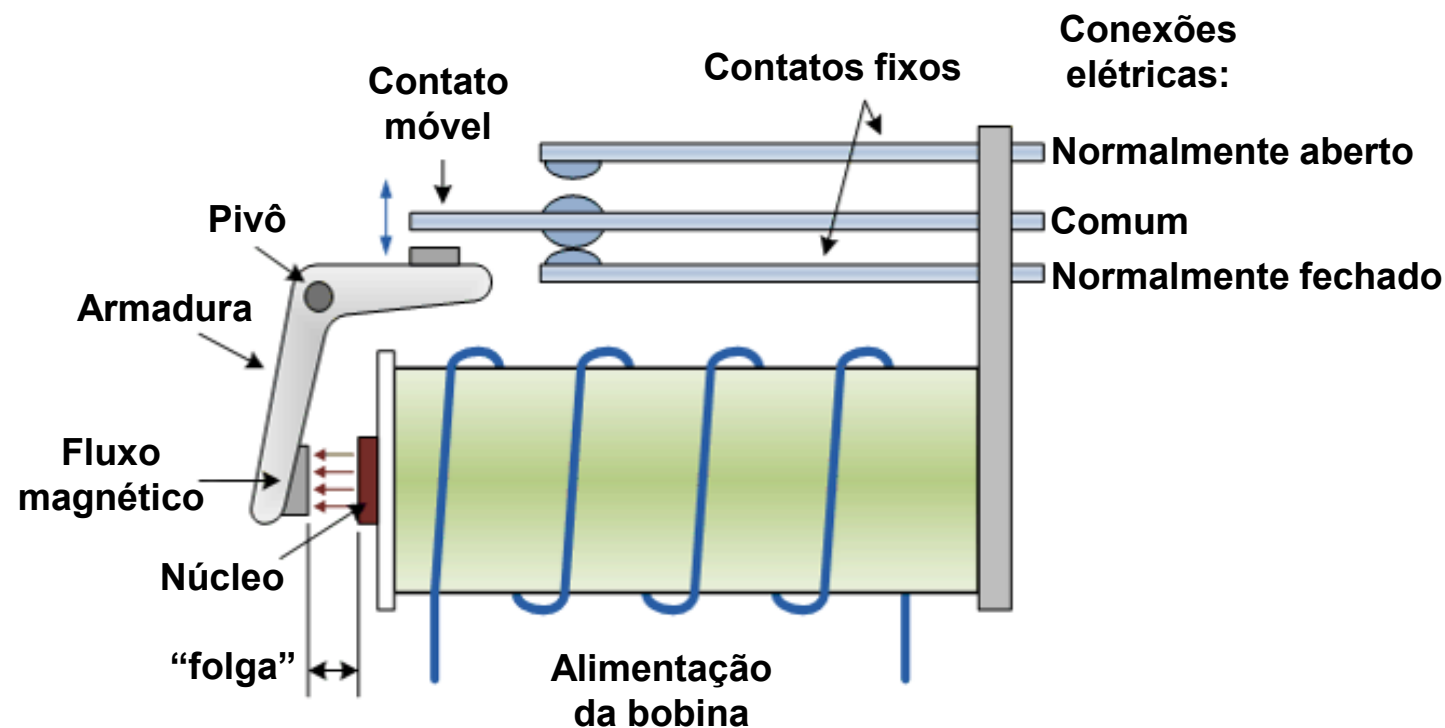
## Resposta

A respeito dos filtros, os valores de quais componentes determinam os parâmetros das frequências que serão atenuadas ou destacadas?

- a) Dos capacitores e dos indutores.
- b) Apenas dos capacitores.
- c) Apenas dos indutores.
- d) Dos indutores e dos resistores.
- e) Apenas dos resistores.

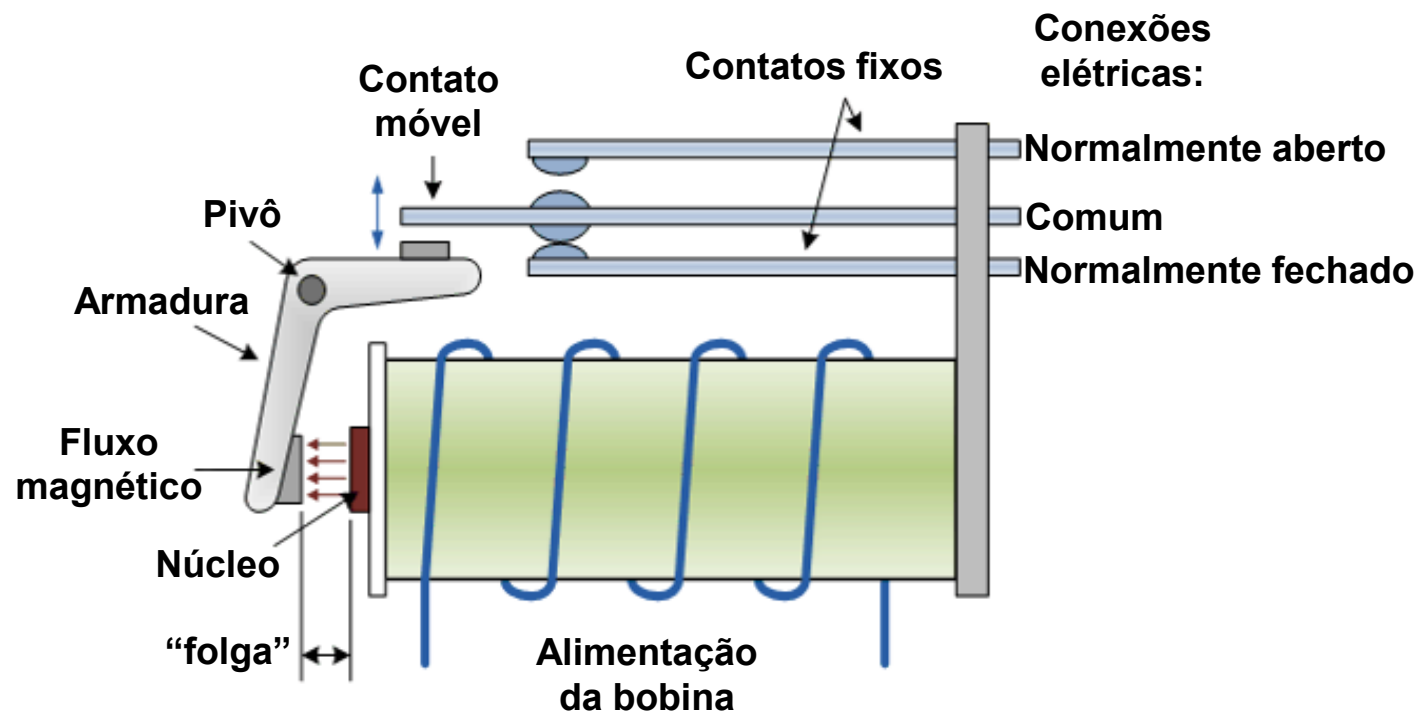
# Os relês

- São dispositivos eletromagnéticos baseados na atuação de um indutor solenoide (ou eletroímã), e são largamente utilizados em sistemas elétricos e eletrônicos para controlar, comutar ou isolar circuitos.
- Sua principal função é atuar como interruptores controlados por uma corrente elétrica ou um sinal, permitindo o controle remoto de dispositivos elétricos sem a necessidade de intervenção direta.



# Relês

- A estrutura de um relê com um conjunto de três contatos, sendo dois fixos e um móvel.
- O contato móvel do relê é denominado comum, já que provê ligação com qualquer um dos outros dois contatos. Estes, por sua vez, são denominados "normalmente aberto" e "normalmente fechado".
- O contato normalmente fechado ficará "ligado" mesmo quando a bobina estiver desligada, e o normalmente aberto apenas se ligará ao ser energizada a bobina, permanecendo desligado a maior parte do tempo.

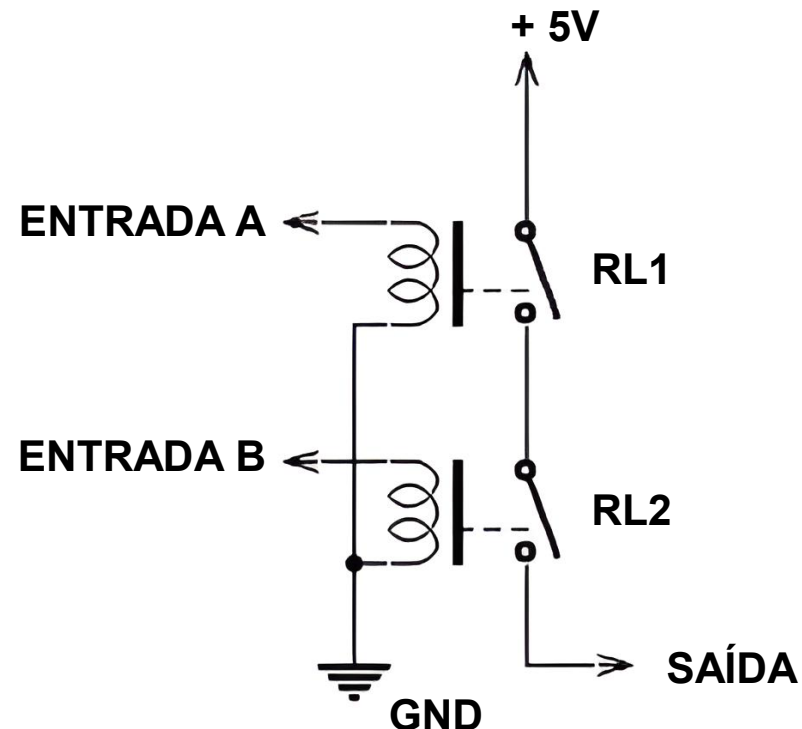


# Funções lógicas com relês

- É possível implementar as funções lógicas AND e OR, assim como de inversores NOT, com o uso de relês. Assim, é possível construir portas lógicas eficientes, rápidas e também circuitos digitais complexos.
- Os relês foram muito usados nos primeiros tempos da computação, em centrais telefônicas e em alguns computadores, como o Z3 (desenvolvido pelo engenheiro alemão Konrad Zuse nos anos 1940) e os FACOM, desenvolvidos pela companhia japonesa Fujitsu nos anos 1950.

# Funções lógicas com relês – AND

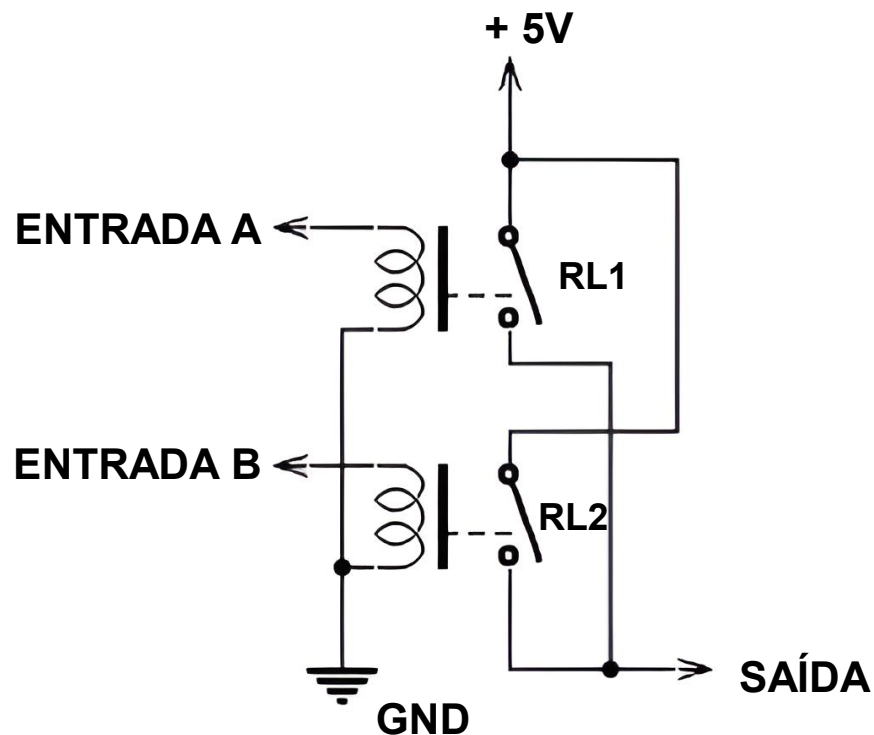
- Uma porta lógica AND (ou E) pode ser implementada com dois relês de contatos simples, ou seja, que apresentam conexões do tipo “normalmente aberto”.
- Como as chaves comandadas pelos dois relês estão em série, a tensão de 5 V de alimentação apenas será disponibilizada na saída caso ambas as chaves estejam acionadas, necessitando, para tanto, que ambas as bobinas estejam energizadas, com uma tensão presente nas entradas A e B.





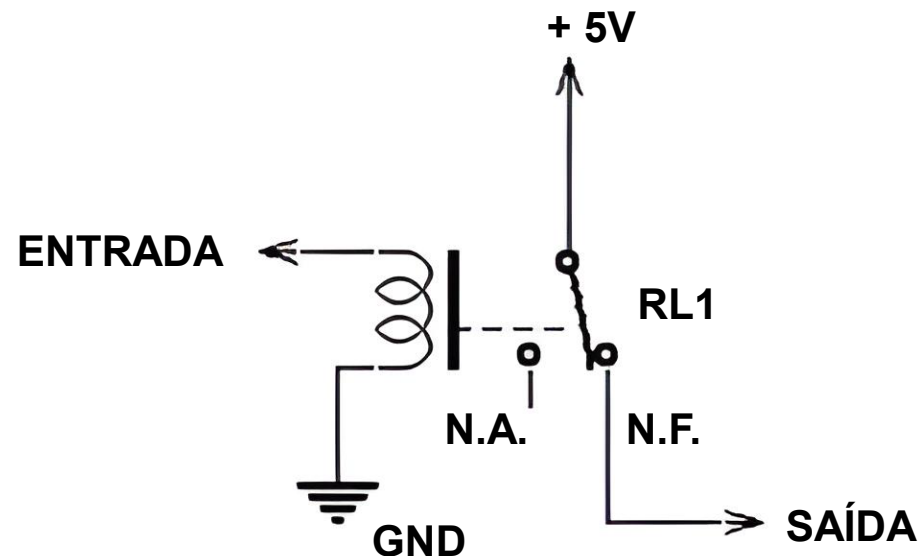
# Funções lógicas com relês – OR

- O mesmo arranjo da função AND, com dois relês, pode ser reorganizado para executar uma função lógica OR (OU), bastando que as chaves comandadas pelos relês sejam ligadas em paralelo.
- Nesse caso, bastará que qualquer uma delas esteja acionada para que a tensão de 5 V de alimentação esteja na saída, bastando, para isso, que qualquer uma das entradas – A ou B – esteja energizada.



# Funções lógicas com relês – NOT

- Um simples inversor lógico (ou porta NOT) pode ser também construído com um relê com dois contatos móveis, conforme figura.
- Nesse caso, a tensão de alimentação de 5 V é fornecida à saída pelo contato normalmente fechado, de forma que, quando a bobina se encontra desenergizada (entrada em nível baixo), a saída se encontra em nível alto e vice-versa.



# Desvantagens dos relês em circuitos lógicos

- Os relês apresentam algumas desvantagens quando utilizados em aplicações lógicas, especialmente no quesito velocidade, uma vez que existe um tempo de atraso no acionamento dos contatos, normalmente pela distância entre eles.
- O consumo de eletricidade também é elevado, já que as bobinas, quando estão energizadas, consomem uma corrente que pode ser bastante alta ao se considerar todos os relês empregados acionados ao mesmo tempo.

# Interatividade

Considere um relê com um par de contatos tipo normalmente fechado e normalmente aberto, além do contato comum. Se a bobina estiver energizada, qual será o contato que estará ligado ao comum?

- a) Normalmente fechado.
- b) Normalmente aberto.
- c) Ambos.
- d) Nenhum contato.
- e) A bobina precisa estar desligada para que haja conexão com o contato comum.

## Resposta

Considere um relê com um par de contatos tipo normalmente fechado e normalmente aberto, além do contato comum. Se a bobina estiver energizada, qual será o contato que estará ligado ao comum?

- a) Normalmente fechado.
- b) Normalmente aberto.**
- c) Ambos.
- d) Nenhum contato.
- e) A bobina precisa estar desligada para que haja conexão com o contato comum.

**ATÉ A PRÓXIMA!**