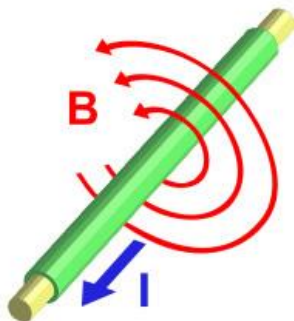




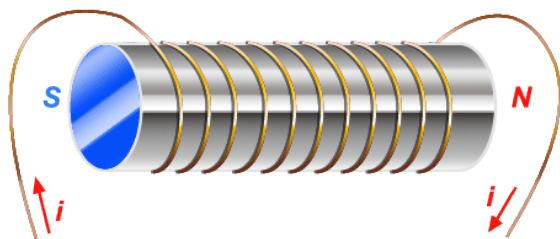
## 1. Eletromagnetismo

É o estudo da relação entre a eletricidade e o magnetismo. Esta relação permite a construção dos eletroímãs, que podem ser ligados e desligados, o que não é possível com os ímãs permanentes.

Ao redor de um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica, forma-se um campo magnético circular ao redor da corrente, quando essa está ligada.



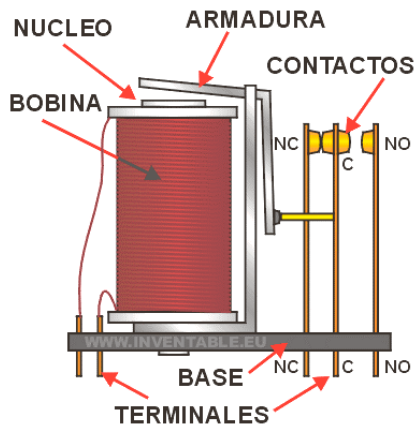
O **eletroímã** possui uma bobina com muitas espiras de fio condutor, para tornar o campo magnético mais forte. A bobina é enrolada sobre um núcleo de ferro concentrando e intensificando o campo magnético.



**Aplicação do eletroímã (principais): o relé e o solenoide**

### Relé

É um interruptor acionado por um eletroímã, utilizado para ligar e desligar dispositivos elétricos. O eletroímã atrai uma lâmina móvel de ferro, a qual aciona os contatos elétricos.



### Solenóide

É um eletroímã com força suficiente para acionar um dispositivo mecânico, através de um deslocamento. Basicamente ao ligar a corrente elétrica, aparece o campo magnético que força o deslocamento de uma peça que aciona então um dispositivo elétrico.

## 3. Indução eletromagnética e Lei de Faraday

A indução eletromagnética é um fenômeno físico utilizado para gerar Força Eletromotriz (FEM) e corrente elétrica através de um campo magnético.

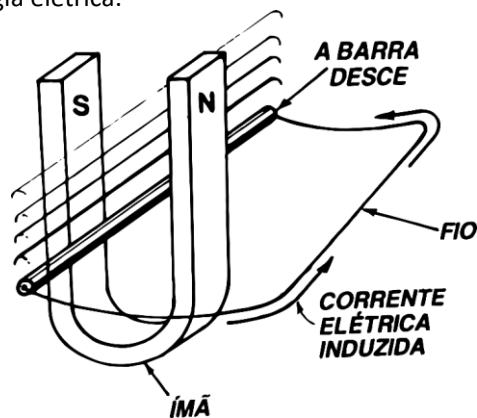
### Indução Eletromagnética

Um condutor elétrico é movimentado dentro do campo magnético de um ímã.

Este movimento gera uma força eletromotriz no condutor, que acendera a lâmpada, se a corrente for suficiente.

Esse fenômeno é a indução eletromagnética, que é aproveitada para construir os geradores de eletricidade.

Os geradores transformam energia mecânica em energia elétrica.



### A Lei de Faraday

A lei de indução magnética de Faraday afirma que a FEM e uma corrente elétrica surgem quando um fluxo magnético varia na área interna de um circuito elétrico.

Ex: O movimento do anel faz surgir a corrente elétrica porque o fluxo magnético está variando (aumentando) na área interna do anel. Se o anel parar a corrente cessará. Se o anel for abaixado, surgirá uma corrente no sentido contrário. Ainda, o movimento não é necessário. Se o anel permanecer parado o fluxo magnético variará por meio qualquer, será gerada uma FEM que será tanto maior quanto mais rápido for a variação do fluxo.

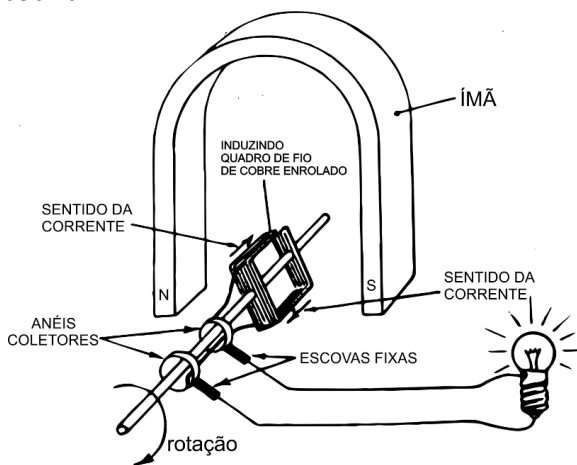


#### 4. Alternador

É um gerador elétrico que produz corrente alternada. Seu funcionamento é baseado no princípio da indução eletromagnética de Faraday.

No alternador esquemático, a corrente é gerada numa bobina feita com um fio enrolado em forma de um quadrado retangular. O fluxo magnético através da bobina retangular varia devido a rotação gerando uma corrente elétrica alternada.

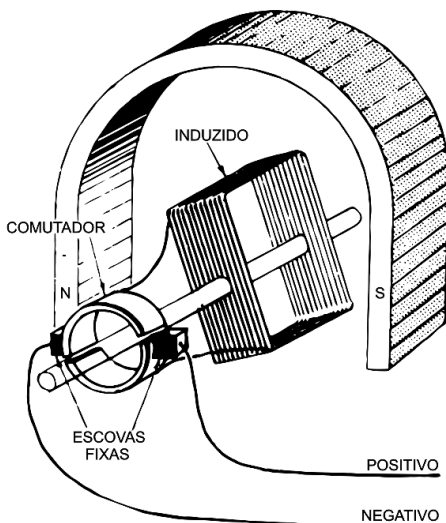
Esta corrente é coletada por duas escovas em contato com dois anéis que giram juntos com a bobina.



#### 5. Dínamo

É um gerador que produz corrente contínua. Seu funcionamento é baseado na indução eletromagnética de Faraday. É construído de forma similar ao alternador, porém os anéis coletores são substituídos por comutadores ou coletores, cuja função é retificar a corrente alternada da bobina rotativa, tornando-a contínua.

No dínamo teórico, a corrente não é exatamente contínua, mas pulsante.



No dínamo real, o rotor possui várias bobinas em diferentes ângulos, para atenuar os pulsos e torna a corrente praticamente contínua.

Para evitar que o campo magnético se disperse no ar, os rotores e os polos dos dínamos reais são feitos de ferro, que é um material ferromagnético, que concentra e reforça o campo magnético.

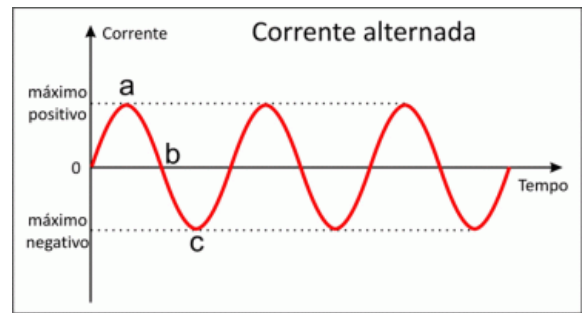
Os polos do dínamo real são eletroímãs e possuem enrolamentos de campo.

#### Gráficos das tensões no alternados e no dínamo.

##### • Corrente alternada

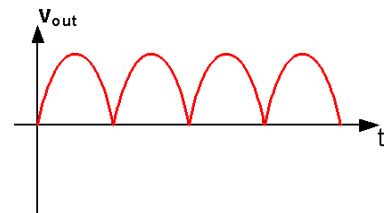
No alternador, a tensão varia mudando o sentido. A frequência é o número de variações por segundo.

Ex: uma frequência de 60 Hz (hertz) indica 60 variações por segundo.



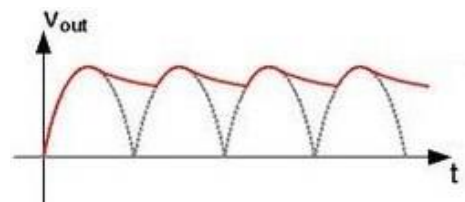
##### • Corrente pulsante

No dínamo teórico, os ciclos negativos da corrente alternada são invertidos pelo comutador e a corrente torna-se positiva pulsante.

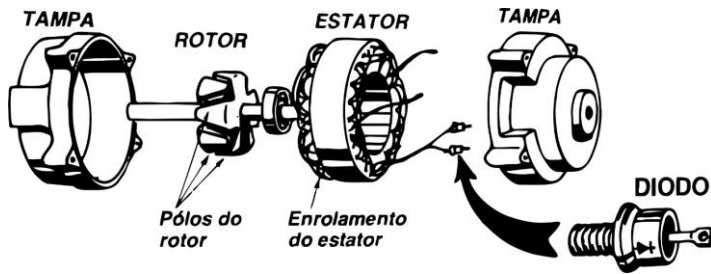


##### • Corrente (praticamente contínua)

No dínamo real, os pulsos são atenuados e a corrente torna-se praticamente contínua.



O alternador do tipo automotivo, muito usado em aviões leves, é na verdade um dínamo, porque possui diodos retificadores que fazem o mesmo papel de um comutador.



## 6. Reguladores de voltagem

Serve para manter constante a voltagem do gerador, em qualquer rotação do motor e também impede a geração de corrente excessiva. Imagine se durante a redução da rotação do motor, houvesse a redução da carga do sistema elétrico? Para evitar essa oscilação, existem os reguladores.

A voltagem fornecida pelos alternadores e dínamos variam com a rotação do motor, porém o Regulador de voltagem controla o gerador, evitando a variação da voltagem.

Para maior proteção do sistema usa-se também os disjuntores de corrente reversa (RCCB Reverse Current Circuit Break) para evitar com que a bateria se descarregue através do gerador, se estiver não estiver funcionando.

## 7. Sistema elétrico de corrente alternada

Os sistemas de corrente alternadas (CA) dos aviões, usam geralmente tensões de 115 ou 120 volts e uma frequência de 400 hertz.

Nos aviões de grande porte, usando sistema com CA reduz o peso dos condutores e dos acessórios elétricos. Nos aviões de pequeno porte esta vantagem não existe, usando somente sistema de corrente contínua (CC).

## 8. Transformadores

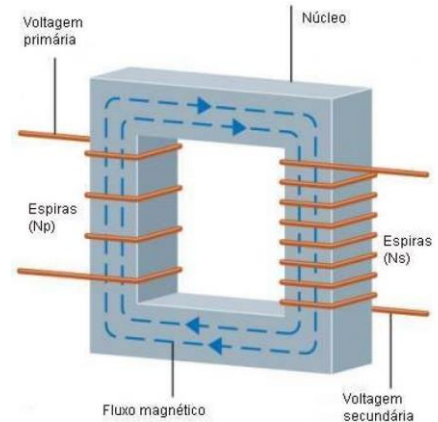
É um conversor CA-CA, usado para transformar voltagens. Seu funcionamento baseia-se na indução eletromagnética.

O transformador possui duas bobinas enroladas num mesmo núcleo, para que o fluxo magnético seja o mesmo em ambas.

O enrolamento primário recebe CA e produz um fluxo magnético.

De acordo com a lei de Faraday, este fluxo gerará CA no enrolamento secundário.

A tensão gerada no secundário depende da primeira espira, se for igual ao número de espira do primário a voltagem será igual, se for maior a voltagem também será maior e se for menor a voltagem também será menor.



## 9. Conversores:

São usados no sistema elétrico para mudar o tipo de corrente (CC ou CA), ou a voltagem, ou a frequência. Nos aviões, são mais comuns os seguintes tipos:

- Conversores CA – CA

São usados geralmente para aumentar ou diminuir a voltagem da corrente alternada. Ex: transformadores

- Conversores CA-CC

Convertem corrente alternada em corrente contínua, denominados como retificadores

- Conversores de CC-CC

Utilizados para mudar a voltagem da corrente contínua, são componentes formados por vários componentes como chaveadores, retificadores, transformadores e etc.

- Conversores CC-CA

Convertem CC em CA, conhecidos como inversores. Fazem parte dos "no breaks", produzem corrente alternada a partir da corrente contínua de baterias.

## 10. Motores Elétricos:

Baseiam-se nas forças que surgem em condutores percorridos por uma corrente elétrica dentro de um campo magnético.

É praticamente um dínamo funcionando ao contrário, ou seja, transforma energia elétrica em energia mecânica.

Os motores elétricos podem ser usados para dar partida ao motor do avião, recolher trem de pouso, abaixar flaps e etc.



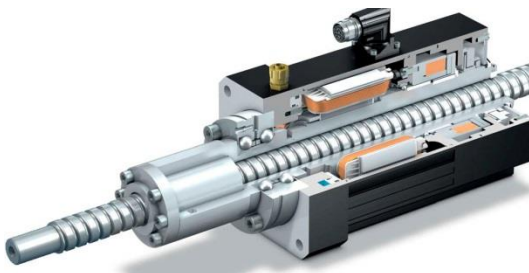
### 11. Atuador:

O atuador elétrico pode ser usado para recolher o trem de pouso, variar o passo da hélice e realizar outras funções (ações mecânicas). É basicamente formado por um motor elétrico e um mecanismo com engrenagens de redução, fusos, hastes, etc.



### 12. Servo:

O servo ou servomecanismo é um atuador especializado, capaz de parar em qualquer posição, obedecendo aos comandos de um computador ou outro dispositivo de controle que funcionam interligados, como músculos e cérebro. São muito utilizados em mecanismos de PA (piloto automático).



### 13. Motor de partida ("Starter")

Esta é uma outra aplicação do motor elétrico no avião. Funciona com a bateria do avião ou uma fonte externa. O acionamento deste motor é feito através da chave de ignição. Alguns motores de partida funcionam também como dínamos, sendo conhecidos como "starter-generators". Nos aviões sem sistema elétrico, a partida deve ser dada manualmente através da hélice, por uma pessoa treinada.



### 14. Dispositivos de proteção:

Os circuitos elétricos são protegidos contra fogo e danos provocados por excesso de corrente.

Os fusíveis são dispositivos descartáveis que possuem um condutor elétrico interno que se funde e desliga o circuito quando há uma corrente em excesso.



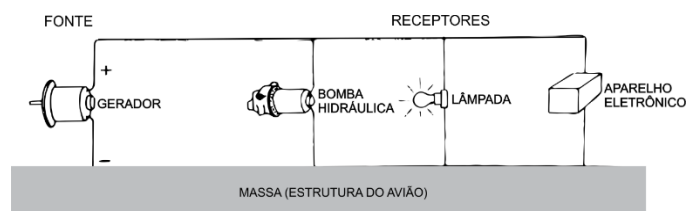
Os disjuntores ("circuitbreakers") desligam quando a corrente excessiva aciona um elemento sensível térmico ou magnético. Eles podem ser ligados e desligados a qualquer momento pelo piloto.



### 15. Distribuição da energia elétrica:

Os aviões possuem muitos acessórios elétricos, a corrente elétrica é distribuída por meio de terminais de ligação denominados barras ou barramentos ("bus bars") e retorna através da massa ou terra.

Nos aviões de grande porte, o sistema de barras é dividido, tendo a barra principal, barra de emergência, barra de avionics, etc. A massa é a própria estrutura da aeronave, formando um grande condutor negativo (negativo geral), que liga eletricamente todas as partes metálicas do avião, incluindo o motor, trem de pouso, as superfícies e hastes de comando, etc.



### 16. Controle do sistema elétrico:

O funcionamento geral do sistema elétrico pode ser monitorado através do voltímetro e do amperímetro.





O amperímetro indica a corrente da bateria. Se a corrente for negativa, a bateria está sendo descarregada. Essa situação é anormal se o motor estiver em funcionamento e deverá ser corrigida antes do voo. Algumas das possíveis causas são as falhas do gerador ou regulador de voltagem.



O voltímetro indica a tensão na barra principal. Tensões acima da faixa verde indicam sobrecarga de bateria, e tensões abaixo indicam carga baixa. Ambas as situações causam deterioração e inutilização da bateria, portanto exigem verificações dos sistemas elétricos.

