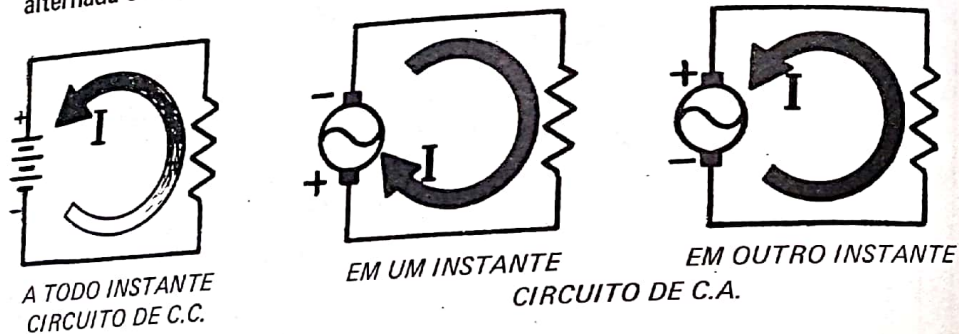


TEMA 1

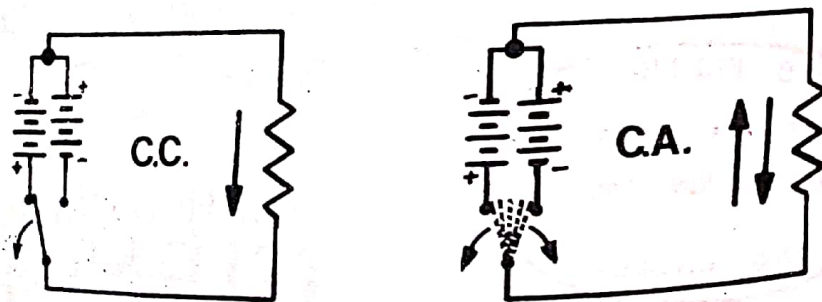
Corrente Alternada

Descrevemos a corrente elétrica como um movimento de elétrons livres ao longo de um condutor, onde se aplicou uma diferença de potencial elétrico. Já que a polaridade da tensão aplicada ao circuito não varia, o fluxo de corrente tenderá sempre para a mesma direção. A este tipo de corrente, dá-se o nome de corrente contínua, C.C. — ou corrente direta, c.d.. A C.C. e seus circuitos associados, têm sido estudados, com todos os seus detalhes, em lições anteriores.

Existe outro tipo de corrente, que muda constantemente de direção. Isto é, durante um determinado instante desloca-se em um sentido, e logo se inverte e desloca em sentido contrário. A este tipo de corrente se dá o nome de corrente alternada ou C.A..



Como já foi dito, em todo circuito, a corrente do terminal negativo da fonte para o positivo, e tornando-se evidente que para o fluxo se alternar ou mudar de direção, a polaridade da fonte também deve alternar ou trocar de polaridade constantemente. Estas fontes são conhecidas como **fontes de C.A.** e seus circuitos associados, como circuitos de C.A., e de forma semelhante, a potência consumida nestes circuitos, se chama **potência alternada**.



TEMA 2

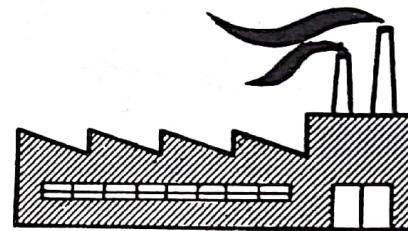
Utilidade da Corrente Alternada

Em um circuito qualquer, os elétrons em si não efetuam trabalho útil, o que realmente interessa, é o **efeito** que produzem nas cargas por onde fluem. Este **efeito** é o mesmo, qualquer que seja a direção da corrente. Assim, por exemplo, em uma resistência se produz calor, quando é percorrida por uma corrente. O calor produzido será sempre o mesmo, independente se a corrente fluir sempre em um sentido ou em outro, ou se muda constantemente de sentido.

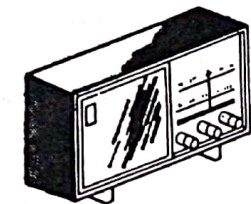
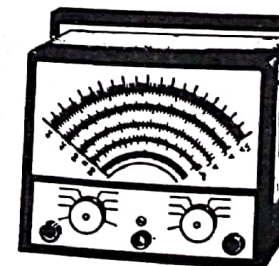
Nos primeiros tempos da eletricidade, as fontes de energia elétrica mais amplamente usadas, foram as de C.C.. Posteriormente, a corrente alternada foi substituindo paulatinamente a contínua, à medida que se foi conhecendo melhor suas características e tornando evidente suas vantagens.

Atualmente, cerca de 90% da energia elétrica total que se consome no mundo, é alternada.

Duas razões fundamentais existem para que se prefira a C.A., em geral, a C.A. tem as mesmas aplicações que a C.C., e torna-se mais fácil e barato transportar a C.A. de um lugar onde seja produzida, até os lugares de consumo. A outra razão, é que a C.A. tem outras aplicações para as quais não tem utilidade a C.C.



No entanto, existem muitas aplicações onde somente a C.C. serve para cumprir determinadas funções, especialmente no interior de equipamentos eletrônicos.



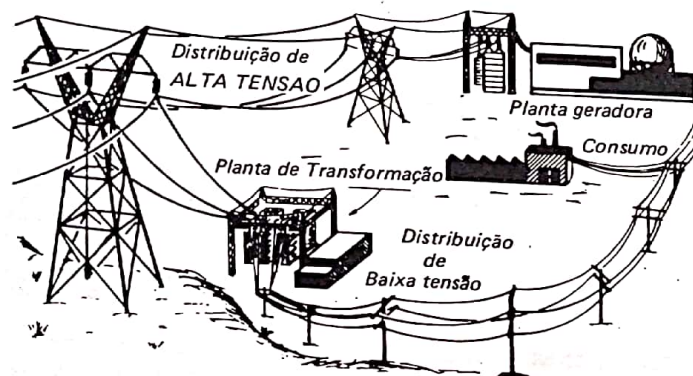
TEMA 3

Transmissão da Energia Elétrica

Em todo circuito elétrico, é inevitável que sempre se produza uma perda de potência elétrica nos condutores e na resistência interna da fonte. Esta perda de energia fora da carga, foi chamada anteriormente, de **potência perdida ou dissipada**, e foi dito ainda, que por todos os meios, devia ser mantida em valor mais baixo possível.

Estas perdas de potência se manifestam, geralmente, em forma de calor, produzido quando a corrente flui pela resistência do fio e pela resistência interna da fonte.

Na maioria dos casos, esta resistência tem um valor muito baixo para ser levada em conta. No entanto, existe uma exceção importantíssima, que ocorre quando os condutores que ligam a fonte à carga, são demasiadamente largos. Isto é o que acontece no caso da transmissão da energia elétrica, desde as plantas geradoras, até os lugares de consumo.



Embora as linhas de transmissão da energia elétrica, que nos são familiares, estão construídas com condutores de cobre de grande diâmetro, cuja a resistência é muito baixa, a resistência total, torna-se considerável, quando sua extensão é de muitos quilômetros. O uso de condutores de outro material, tal como a prata, aumentaria consideravelmente o custo e não reduziria a resistência mais que uma pequena porcentagem.

Aqui é onde se apresenta a grande vantagem da C.A. sobre a C.C.: torna-se relativamente fácil, transmitir a C.A. a grandes distâncias, sem grandes perdas nas linhas; o que não é possível conseguir com a C.C.

TEMA 4

Perdas nas Linhas de Transmissão

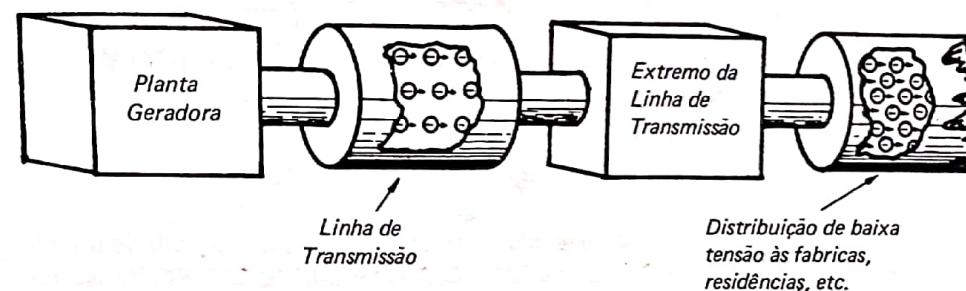
Do que foi estudado anteriormente, pode-se recordar que as perdas em forma de calor, ao longo de um condutor, são diretamente proporcionais à resistência e ao quadrado da corrente, de acordo com a equação:

$$P = I^2 \times R$$

É evidente, que as perdas de potência em forma de calor poderiam ser rebaixadas diminuindo a resistência dos condutores, diminui-se a quantidade de corrente que circula por eles, ou ambas as coisas.

No entanto, como se deduz da fórmula, a resistência tem muito menos efeito sobre o valor das perdas, do que a corrente; já que ao se duplicar a resistência de uma linha de transmissão, as perdas aumentam o dobro; mas ao se duplicar o valor da corrente, as perdas de potência se quadruplicam.

Logo, a melhor maneira de reduzir as perdas de potência é **diminuir a corrente**.



Porém, os consumidores necessitam ter uma grande quantidade de corrente ao final da linha de transmissão. Deve-se utilizar, então, um método que seja possível transmitir uma corrente de baixo valor através da linha, mas que seja de um valor elevado ao final da linha. Este método, pode ser aplicado graças à C.A.. As linhas conduzem correntes relativamente baixas, que ao final convertem em correntes elevadas.

TEMA 5

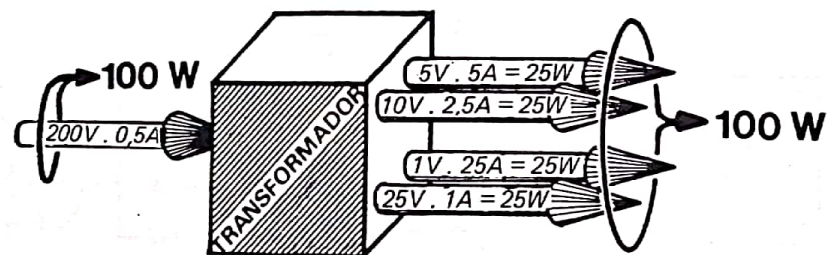
Transmissão de Energia Elétrica de C.A.

Para entender como é possível mandar uma **baixa corrente** por uma linha de transmissão, e obter imediatamente uma **potência** com alta corrente, devemos ter presente a relação entre potência, tensão e corrente, de acordo com a expressão:

$$P = E \times I$$

Do estudo da equação precedente, pode-se concluir que o valor da potência (P) pode manter-se constante, quando se aumenta a tensão (V), e ao mesmo tempo, se diminui proporcionalmente a intensidade da corrente (I). Ou ainda, aumentando a intensidade, diminui na mesma proporção, a tensão.

Por exemplo, uma potência de 100 watts pode ser obtida com uma tensão de 100 volts e uma intensidade de 1 ampère; ou com uma tensão de 200 volts e uma intensidade de 0,5 ampères, ou ainda, com uma tensão de 25 volts e uma intensidade 4 ampères. Como se pode ver, as combinações possíveis, para obter uma potência de 100 watts, são infinitas.



Da mesma forma que no exemplo anterior, para conduzir através de uma linha de transmissão uma potência de 10.000 kilowatts (10.000.000 de watts), pode-se utilizar uma tensão de 10.000 volts, e neste caso, a intensidade da corrente através da linha seria de 1.000 ampères, e as perdas na linha, enormes. Por outro lado, pode-se utilizar uma tensão de um megavolt (1 milhão de volts), assim, a intensidade de corrente seria de somente 10 ampères, tendo consequentemente redução de perdas. Ao final da linha, o produto tensão-corrente pode se converter em qualquer outra combinação de tensão e corrente, para produzir um total de 10 milhões de kilowatts.

Os dispositivos utilizados para modificar uma combinação de tensão-corrente por outra, chamam-se **transformadores**, que serão estudados um pouco mais à frente.

TEMA 6

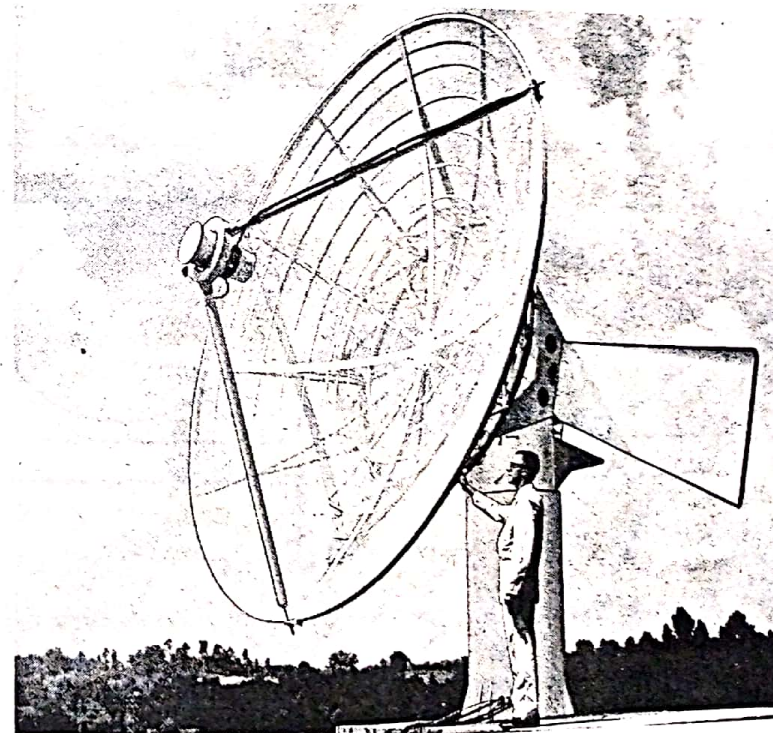
Outras Propriedades da Corrente Alternada

A possibilidade de transmiti-la a grandes distâncias, sem perdas consideráveis, não é a única vantagem da C.A. sobre a C.C..

A C.A. possui outras características que não as tem a C.C., e que fazem a C.A. útil em muitas outras aplicações.

Uma de suas características mais importantes é a troca constante de valor ou magnitude, de forma semelhante às variações de nível das ondas sonoras no ar. Isto faz com que preste serviços inigualáveis no campo das comunicações elétricas, como veremos em outra seção deste curso.

Outra propriedade importantíssima de um circuito de C.A., é que pode emitir **radiações** em forma de ondas eletromagnéticas. Este fenômeno, constitui a base das comunicações radiais e sem a qual não teria sido possível o desenvolvimento da eletrônica. Todos estes fenômenos serão estudados mais adiante em todos os seus detalhes.



TEMA 7

A Fonte de Corrente Alternada

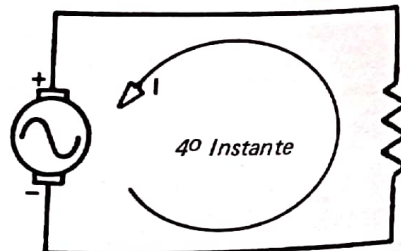
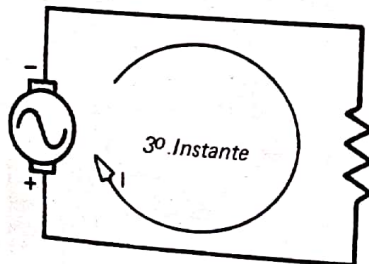
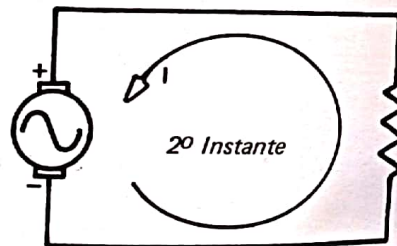
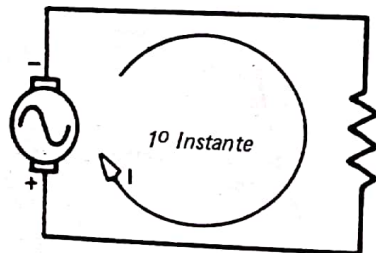
A finalidade de uma fonte qualquer de energia elétrica, é aplicar uma diferença de potencial ou tensão nas extremidades de um circuito, para fazer fluir por ele uma corrente. No caso das fontes de C.C., a polaridade em seus terminais de saída **nunca muda**. Um terminal é sempre negativo, com referência a outro. Portanto, a corrente que flui por um circuito, alimentado por estas fontes, tem sempre a **mesma direção**.

Por outro lado, as fontes de corrente alternada **trocam constantemente de polaridade**, significando que em determinado momento, um terminal é positivo e o outro negativo. Logo depois, o terminal que era negativo torna-se positivo, e o outro negativo. Isto acontece continuamente, e cada vez que ocorre, a corrente que passa pelo circuito muda de direção, já que sempre deve fluir do terminal negativo para o positivo.

As Fontes de C.A. se chamam geradores de C.A. ou alternadores.



ESTE É O SÍMBOLO DE UM
GERADOR OU FONTE DE C.A.

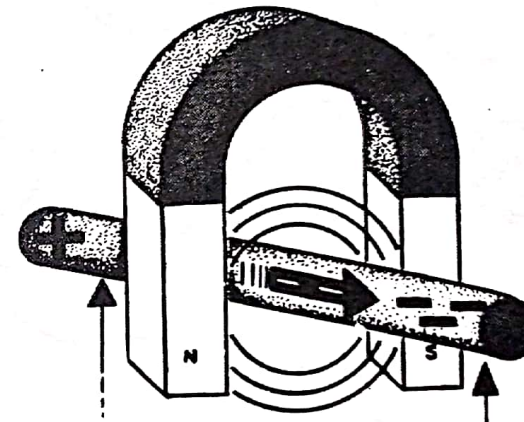


TEMA 8

Gerador Elementar de Corrente Alternada

Os geradores de C.A. baseiam seu funcionamento em uma combinação de energia mecânica e energia magnética, para produzir uma tensão alternada.

Em uma das primeiras lições, se explicou que cada vez que um condutor se move dentro de um campo magnético, de maneira que corte as linhas de força, cria-se entre seus extremos, uma diferença de potencial ou tensão elétrica. Isto se deve ao campo magnético, que exerce uma força sobre os elétrons livres do condutor, fazendo-os mover ao longo do condutor, dando origem a uma tensão.



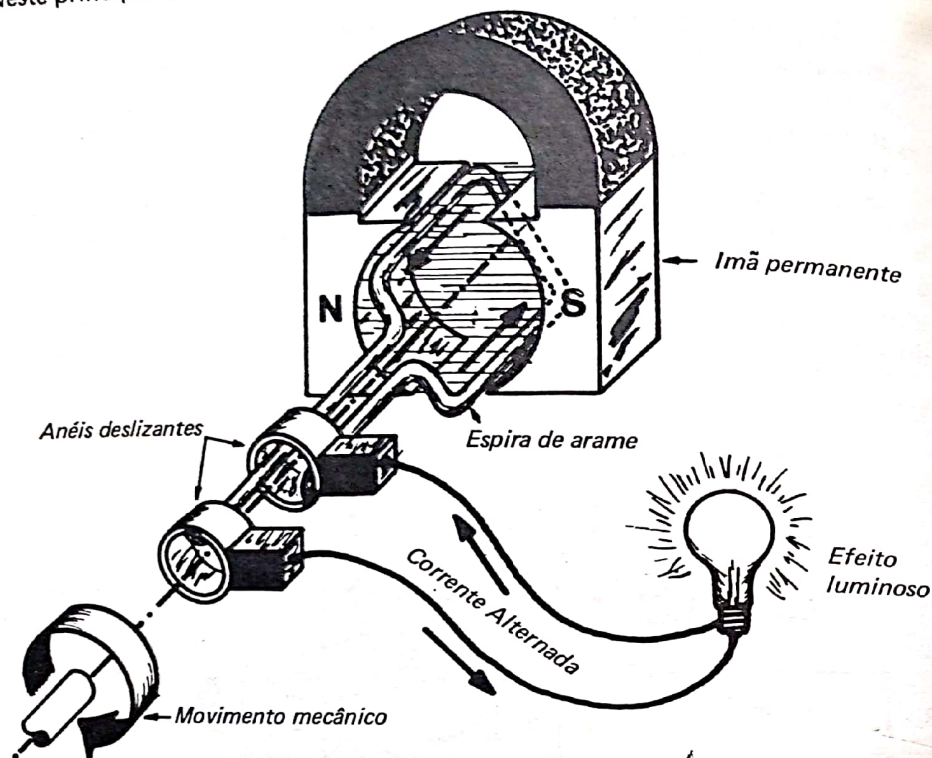
RECORDE
LÍCIA Nº 4

O valor da **tensão induzida** no condutor, depende de quatro fatores, que não devem ser esquecidos:

1. Quantidade de **linhas de fluxo** que cortam o condutor por unidade de tempo.
2. Velocidade com que se move o condutor dentro do campo magnético.
3. Comprimento do condutor.
4. Direção do movimento do condutor em relação à direção das linhas de força.

Destes quatro fatores, resulta que a tensão induzida em um condutor, quando corta as linhas de fluxo, é diretamente proporcional à quantidade de linhas que cortam por unidade de tempo.

Neste princípio elementar, baseia-se o funcionamento dos geradores de C.A..



O gerador elementar é ilustrado na figura precedente. Está formado por uma espira de fio que gira entre os polos de um ímã permanente. Ao produzir-se o movimento de giro, as partes laterais da espira cortam as linhas do campo magnético e se origina a tensão nas extremidades dela. Cada extremo da espira está ligado a anéis coletores que giram junto com ela. Desta maneira, a tensão que produz o gerador, aparece entre os dois anéis deslizantes. Duas escovinhas ou carvões estão em contato com os anéis e permitem levar a tensão até o circuito externo. Os carvões permanecem fixos, enquanto o resto do conjunto gira, movido por algum meio mecânico que pode ser um motor de combustão, a vapor ou uma turbina hidráulica.

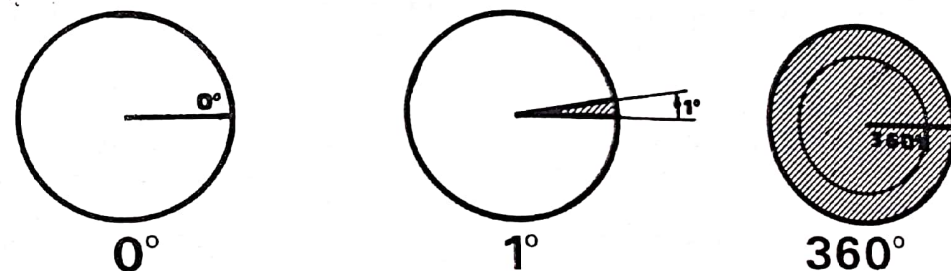
Mais adiante, conheceremos mais detalhes sobre as tensões induzidas por meios magnéticos.

TEMA 9

O Movimento Angular

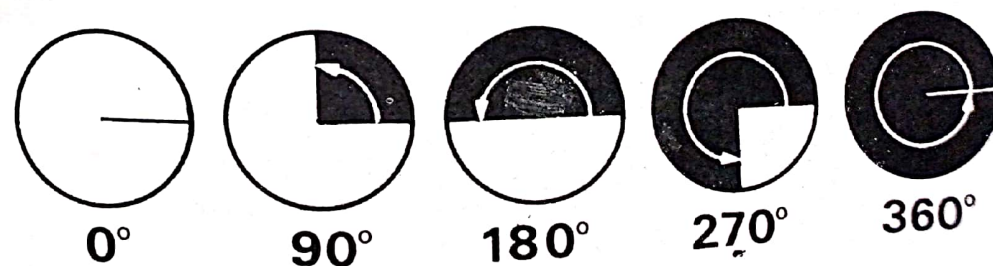
Dissemos que a espira de fio do gerador elementar girava dentro do campo magnético. Um movimento giratório ou de rotação, é um movimento em círculo. Mais adiante falaremos com freqüência da tensão induzida em cada posição que toma a espira à medida que gira. Por este motivo, é muito importante entender o significado de movimento angular e a forma de expressá-lo.

Um movimento rotatório ou em círculo, é um movimento angular e para descrevê-lo se utiliza o grau ($^{\circ}$). O grau é uma magnitude utilizada em Geometria e equivale a 360 avos da circunferência. Isto é, se a circunferência do círculo é dividida em 360 partes iguais, cada parte se chama grau.



Uma linha traçada desde a linha da circunferência até o centro do círculo chama-se raio. Ao se traçar vários raios em um círculo, a distância, ou o ângulo formado entre eles, mede-se em graus: Um objeto que gira ao redor do centro, toma sucessivas posições radiais, em relação ao centro. Logo, a distância entre uma e outra posição, é medida em graus, e por este motivo, o movimento rotatório chama-se movimento angular.

O movimento angular é medido sempre em sentido contrário ao movimento dos ponteiros do relógio (sentido antihorário).



TEMA 10

Forma da Onda de Corrente Alternada

Quando se fecha o interruptor em um circuito de corrente alternada, a corrente não alcança de forma instantânea um valor determinado, antes de inverter seu sentido. As trocas de valor e de direção se realizam em forma gradual, à medida que transcorra o tempo.

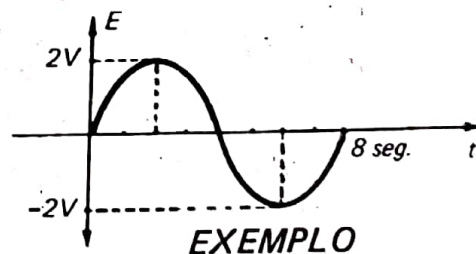
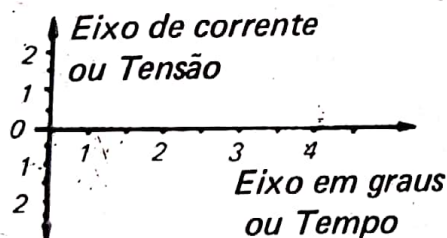
Este fenômeno, quando traçado em um gráfico, pode ser observado com clareza em sua forma e velocidade, com as quais se produzem as variações de tensão e a corrente alternada.

Este gráfico deve ser desenhado sobre papel milimetrado, por meio de uma linha que representa as variações de tensão e de corrente com referência ao tempo. A forma que toma essa linha é o que se chama **forma de onda**.

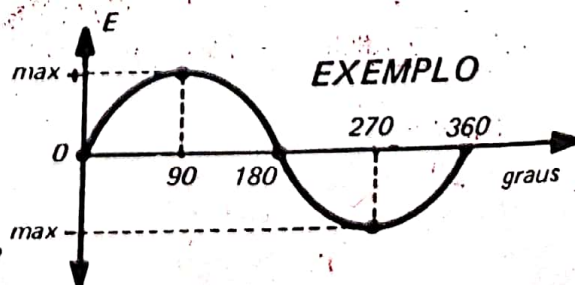
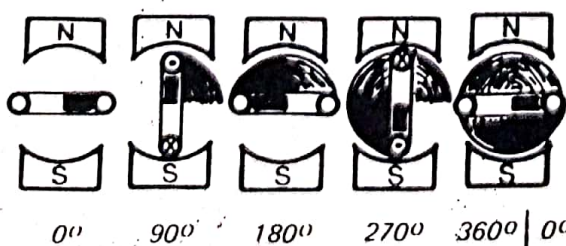
Para traçar a forma da onda da C.A., o eixo vertical do gráfico representa os valores de tensão ou de corrente, portanto, assinala-se em volts ou ampères. O eixo horizontal, é então, o eixo do tempo e se marca em unidades de tempo, geralmente segundos ou frações de segundo.

Identificamos os dois eixos do gráfico, sobre eles marcam-se pontos que indicam o valor da tensão ou da corrente, à medida que vai transcorrendo o tempo.

Logo depois, unem-se todos os pontos por meio de uma linha contínua, e a figura resultante é a forma da onda.



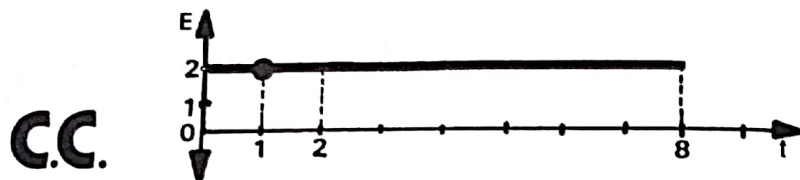
Muitas vezes, é necessário saber como oscila a tensão ou a corrente alternada de um gerador, à medida que sua armadura muda de posição durante seu movimento angular. Neste caso, no lugar de marcar o eixo horizontal em segundos (tempo), marca-se em graus (rotação). Logo, a forma da onda indicará o valor da tensão em função da posição da armadura em cada instante.



TEMA 1

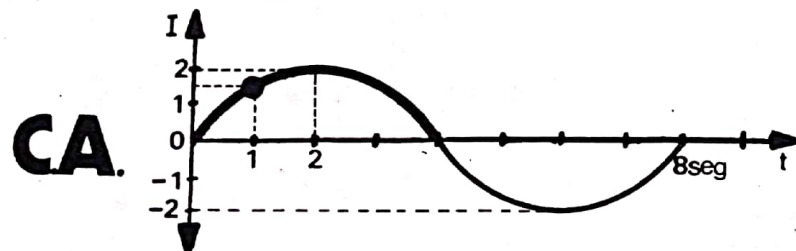
Forma da Onda da Corrente Alternada e Contínua

Já sabemos que a polaridade e o valor de uma tensão contínua nunca muda, portanto, a forma da onda de uma tensão contínua de qualquer magnitude, dois volts por exemplo, será uma linha reta.



Pelo contrário, uma tensão ou uma corrente alternada muda constantemente, tanto de valor como de polaridade.

Observando a onda de uma corrente alternada, observa-se que quando a onda está por cima da linha de zero, a corrente flui no sentido chamado positivo; quando a onda passa por baixo da linha de zero, como mostra a curva desenhada com linhas mais finas, a corrente inverteu seu sentido e circula agora na direção que se considera negativa.



Pode-se notar na ilustração, que no primeiro limite a corrente flui em uma direção e logo inverte seu sentido para circular na direção contrária. Estas inversões continuam repetindo-se em forma indefinida. De acordo como que é apresentado no gráfico, as duas primeiras inversões se realizam quando transcorre um tempo de 8 segundos.

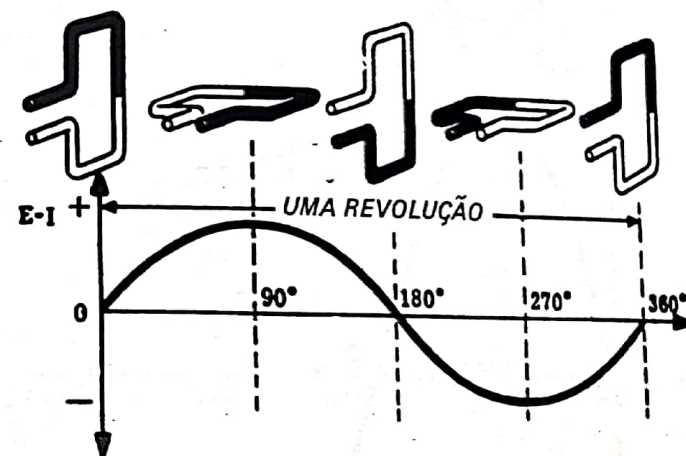
A distância de qualquer ponto da onda até o eixo de zero, representa o valor da corrente nesse instante. Por exemplo, quando transcorreu um segundo, a corrente alcança um valor de 1,4 ampéres, como indica o ponto marcado sobre a onda. Aos 2 segundos, a corrente alcança seu valor máximo no sentido positivo, isto é, 2 ampéres. Aos 4 segundos a corrente retorna a zero. Aumenta rapidamente em sentido negativo e aos 5 segundos seu valor é -1,4 ampéres, aos 6 segundos alcança o máximo em sentido negativo, -2 ampéres e aos 8 segundos seu valor será novamente 0.

TEMA 2

A Onda Senoidal

A tensão produzida pelo gerador elementar explicado anteriormente, tem uma forma de onda característica que tem grande importância no estudo de toda a teoria dos circuitos de C.A. Esta forma de onda representa a tensão de saída do alternador durante uma volta completa da espira ou da armação.

A tensão começa em zero quando os pólos da espira não cortam a linha de força. A medida que a espira vai girando, a tensão vai aumentando de valor até alcançar o *máximo* em uma direção. Logo diminui outra vez, até chegar a zero. Nesse ponto se inverte a polaridade e aumenta a tensão, até chegar ao *máximo* da polaridade oposta à anterior. Em seguida, diminui novamente a zero. Neste instante, a espira completou uma *revolução*.

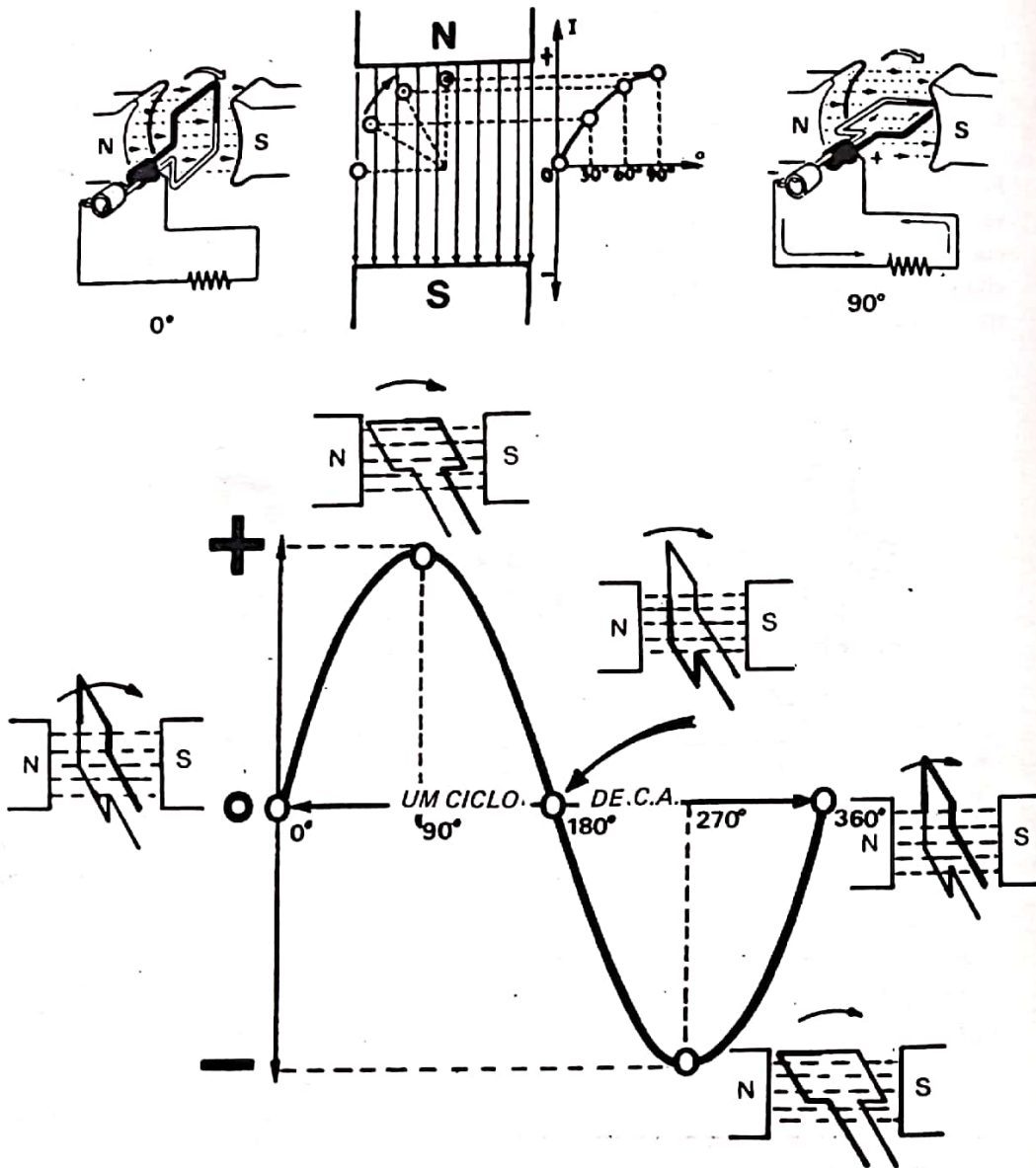


Cada vez que a espira completa uma revolução, a tensão variará da maneira escrita.

A onda que representa as variações da tensão em função do giro da espira, chama-se *onda senoidal*. Recebe este nome, porque a tensão gerada em qualquer ponto da espira, é proporcional ao *seno do ângulo* formado pela direção das linhas de fluxo e a direção do movimento dos pólos da espira.

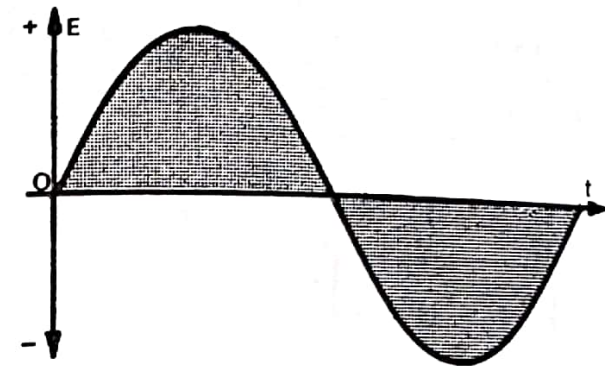
TEMA 3

Geração de uma Onda Senoidal

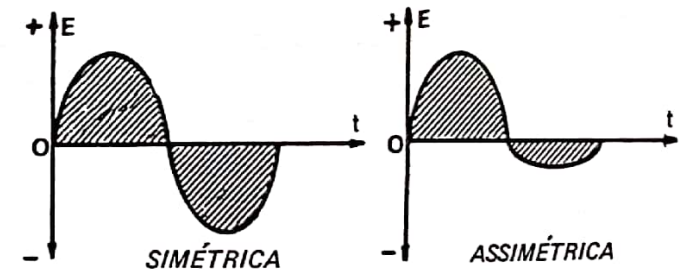


TEMA 4

Simetria da Forma da Onda da C.A.



Com toda segurança, o estudante pode observar na ilustração anterior, que a parte inferior da onda sinusoidal tem exatamente a mesma forma que a parte superior, acima do eixo de zero. Ambas chegam ao mesmo valor máximo absoluto e variam da mesma forma. Esta *simetria* é característica das tensões ou correntes alternadas. Quando uma forma de onda apresenta esta simetria, não representa uma corrente alternada *pura*.



Se calculamos a média de todos os valores que assume a tensão ou a corrente em sentido positivo, e logo calculamos a média dos valores negativos da mesma onda, encontraremos dois valores médios do mesmo valor absoluto, mas com sinais diferentes, isto é, um positivo e outro negativo. Isto significa que a média entre as duas metades da onda é igual a zero.

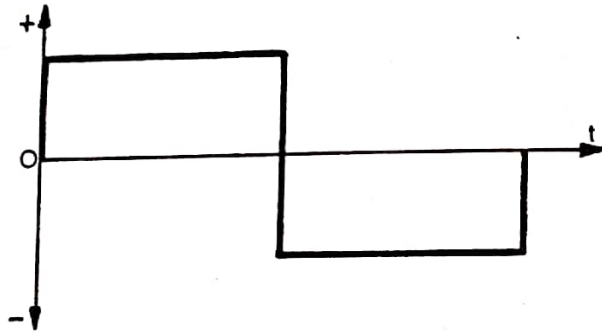
Devido a isto, define-se uma *corrente alternada* como aquela que tem um valor médio igual a 0.

Mais adiante, conheceremos outra forma de onda, além da sinusoidal, como as ondas quadradas e as ondas dente de serra.

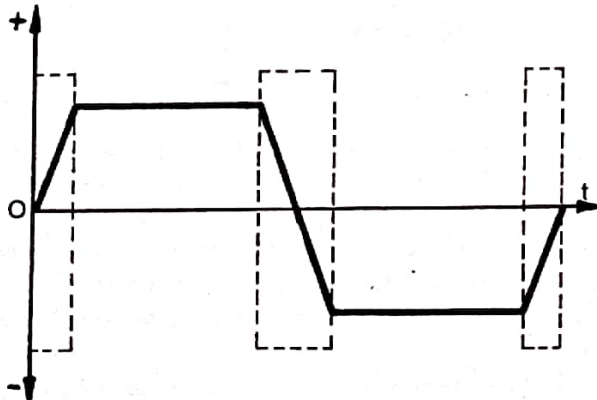
TEMA 5

Ondas Quadradas

Em uma onda quadrada, a tensão ou corrente aumenta instantaneamente de zero a um valor máximo. Mantém este valor máximo durante um determinado período de tempo, realizando simultaneamente três coisas: diminui instantaneamente a zero, inverte o sentido e aumenta até o valor máximo nesse outro sentido. É evidente que esta onda está formada somente por linhas retas e isto pode ser observado na ilustração seguinte:



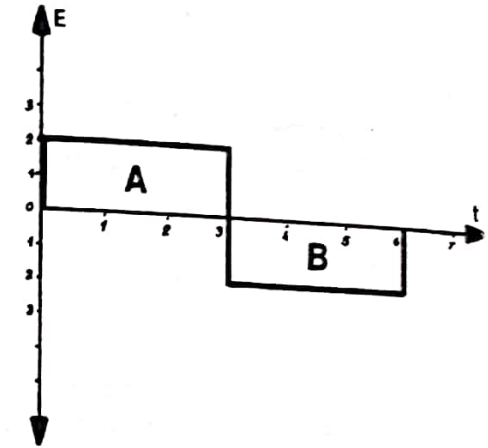
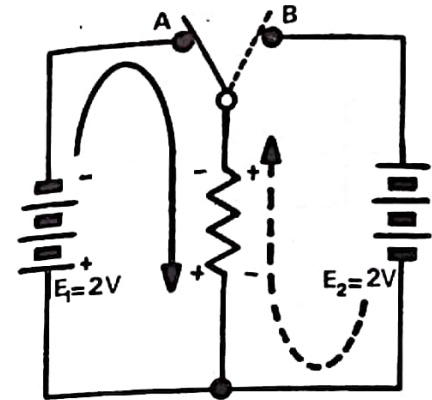
Mesmo que praticamente se considere que as mudanças de valor de uma onda quadrada são instantâneas, isto não é totalmente certo, porque sempre se necessita de algum tempo para que a tensão ou a corrente se desloque do valor zero até o máximo. Porém, esse tempo é tão curto, que se consideram instantâneas essas mudanças de valor, ainda que no sentido restrito não o sejam.



TEMA 6

Geração de Onda Quadrada

Prestemos atenção no circuito mostrado na figura. Se o interruptor de duas posições, que é visto no circuito, muda alternativamente de posição, a tensão sobre a resistência será uma onda quadrada.



Vejamos isto com detalhes:

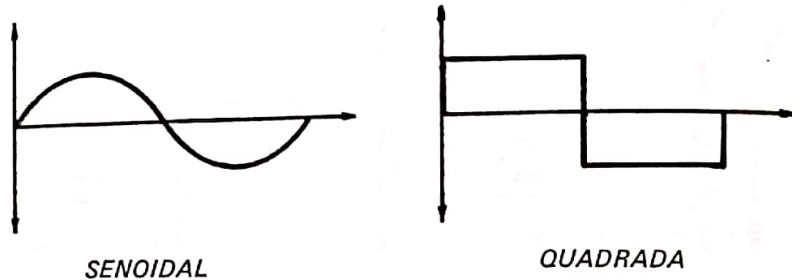
- O interruptor encontra-se na posição A: a corrente da bateria E_1 flui pela resistência e estabelece uma diferença de potencial na mesma de 2 V, com o extremo superior negativo proporcional ao inferior. Esta tensão se mantém, enquanto o interruptor se mantenha em A.
- Depois de três segundos, o interruptor passa rapidamente à posição B; A tensão produzida por E_1 sobre a resistência, desaparece (diminui a zero) e ao mesmo tempo a tensão da bateria E_2 faz fluir uma corrente pela resistência, agora em sentido contrário, de tal modo que a tensão de 2 V tem seu positivo na extremidade superior da resistência.
- Logo depois de transcorridos três segundos, retira-se o interruptor da posição B, desaparecendo a tensão de 2 V da resistência e se completa assim a onda quadrada.

Repetindo o processo completamente, se produzirá uma outra onda quadrada.

TEMA 7

Ondas com Forma de Dente de Serra

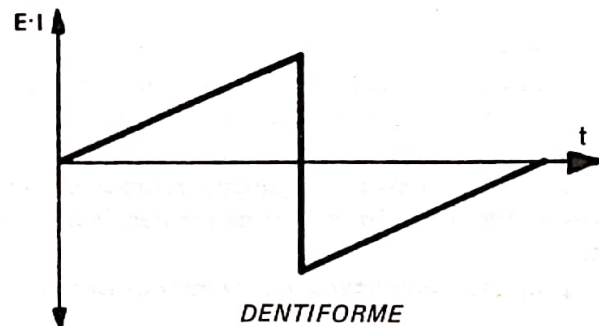
Como se pode notar, cada onda recebe seu nome de acordo com a forma que possui. Desta maneira, uma *onda quadrada* tem essa forma ou provavelmente seja retangular, uma *onda sinusoidal ou senoidal*, tem a forma de uma curva que representa as variações do seno trigonométrico.



Outra onda, que tem extensa aplicação em eletrônica, é a *onda dentiforme* (forma de dente de serra). É denominada desta maneira porque sua forma se assemelha à dos dentes de serra.

Uma onda dente de serra, representa uma tensão que aumenta de forma linear até o valor máximo e logo diminui bruscamente a zero, invertendo sua polaridade, alcançando o máximo no outro sentido, com mesma rapidez. A partir desse ponto, começa a diminuir linearmente até chegar a zero.

Observe as características de uma onda dentiforme, na ilustração seguinte:



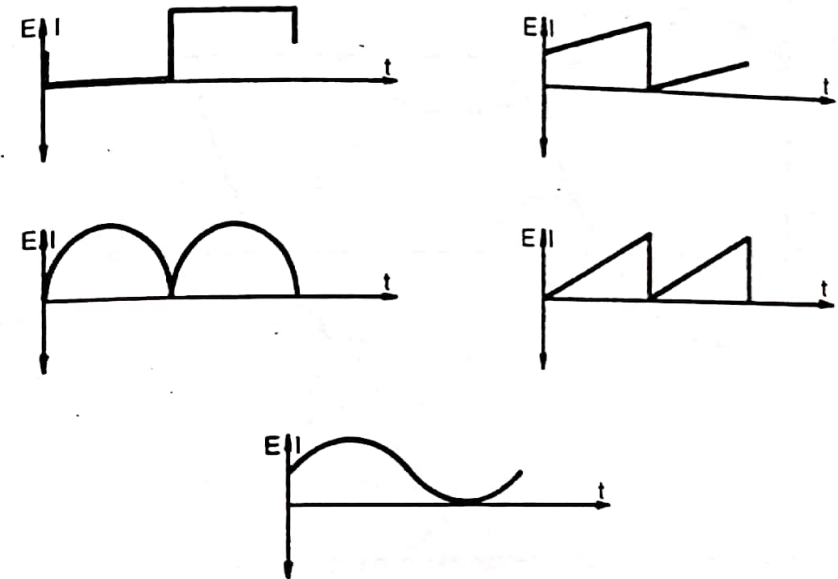
TEMA 8

Corrente Contínua Flutuante

Sabemos que toda corrente tem um valor e uma direção. Na C.C., a magnitude de seu valor e sua direção são constantes. Na C.A., ambas mudam constantemente. A magnitude toma diferentes valores entre zero e o máximo em um sentido; logo inverte a direção e volta a tomar os mesmos valores entre zero e o máximo.

No entanto, existe outro tipo de corrente, na qual a *magnitude varia* constantemente, mas sua *direção não muda* nunca.

Este tipo de corrente denomina-se *C.C. flutuante* ou pulsante, já que é uma corrente direta, cujo valor muda ou flutua no tempo.



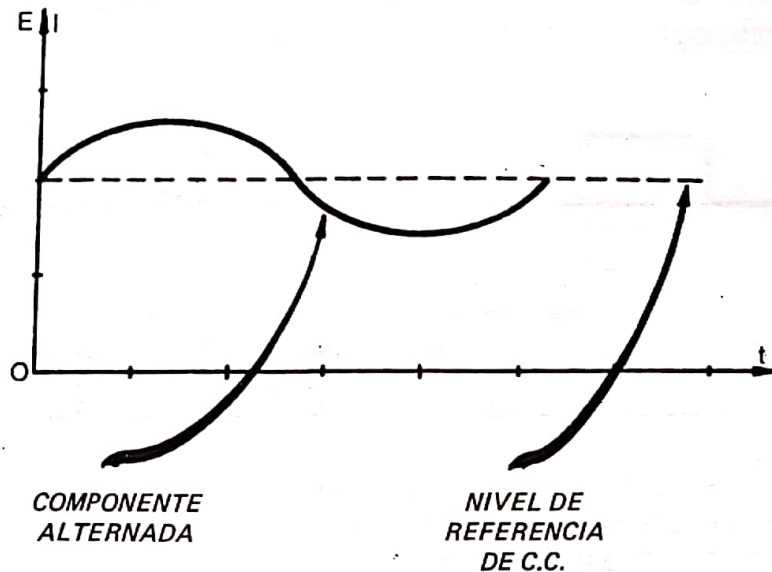
Na ilustração anterior pode-se observar várias ondas que representam C.C. pulsante. Como se pode observar, os valores de tensão ou corrente são sempre representados acima do eixo horizontal (eixo de zero), significando que, mesmo que suas magnitudes mudem constantemente, não mudam nunca de direção.

No entanto, uma C.C. flutuante tem tanta semelhança com uma C.A., que suas características são estudadas juntamente com as desta última.

TEMA 9

A Componente Alternada

Em certos circuitos, considera-se frequentemente à corrente contínua fluente, como uma *combinação* de C.A. e de C.C. Quando isto ocorre, a C.C. varia da mesma forma que a C.A. A variação de C.A. chama-se *componente alternada* e a C.C. é denominada *nível de contínua* ou *nível de referência de C.C.*



A forma da onda de uma tensão ou corrente com estas características, é idêntica a uma onda de C.A., porém, encontra-se completamente por cima do eixo de zero.

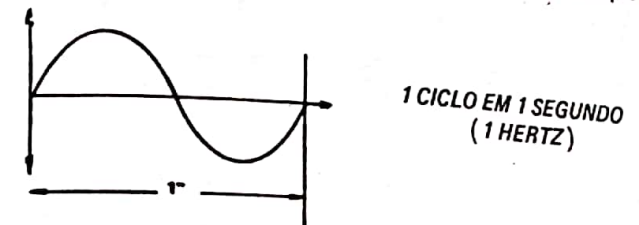
O nível de queda contínua representado pela linha pontilhada, que divide a corrente em duas metades, podendo-se observar que a onda alternada flutua em relação à referência de C.C.

Por meio de dispositivos especiais, que estudaremos oportunamente, é possível separar a componente alternada do nível de contínua, para convertê-la em C.A. pura. Tais dispositivos são os *transformadores* e os *condensadores*.

TEMA 10

A Frequência

Quando uma onda de C.A., varia de zero até alcançar o máximo positivo, retornando a zero e crescendo em sentido negativo, para voltar novamente a zero, onde depois de passar pelo máximo negativo, diz-se que foi completado um *ciclo*.



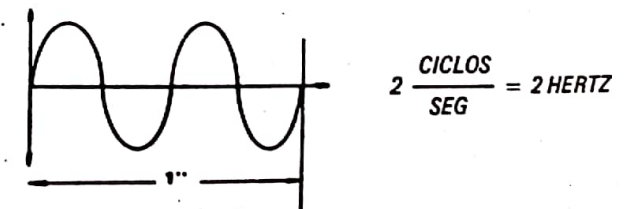
A *frequência* de uma C.A. é o número de ciclos que essa C.A. completa em 1 segundo.

A frequência se expressa em ciclos por segundo e a unidade internacional de frequência é o HERTZ que equivale a 1 ciclo por segundo:

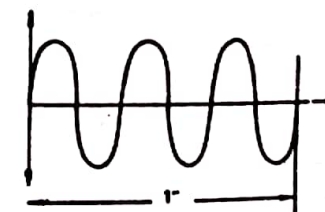
$$1 \text{ HERTZ (HZ)} = 1 \text{ ciclo por seg (C/S)}$$

O conceito de *frequência*, significa que quanto mais rapidamente gire a armação de um gerador, maior número de ciclos por segundo irá gerar, portanto, a frequência da tensão de saída será mais *elevada*.

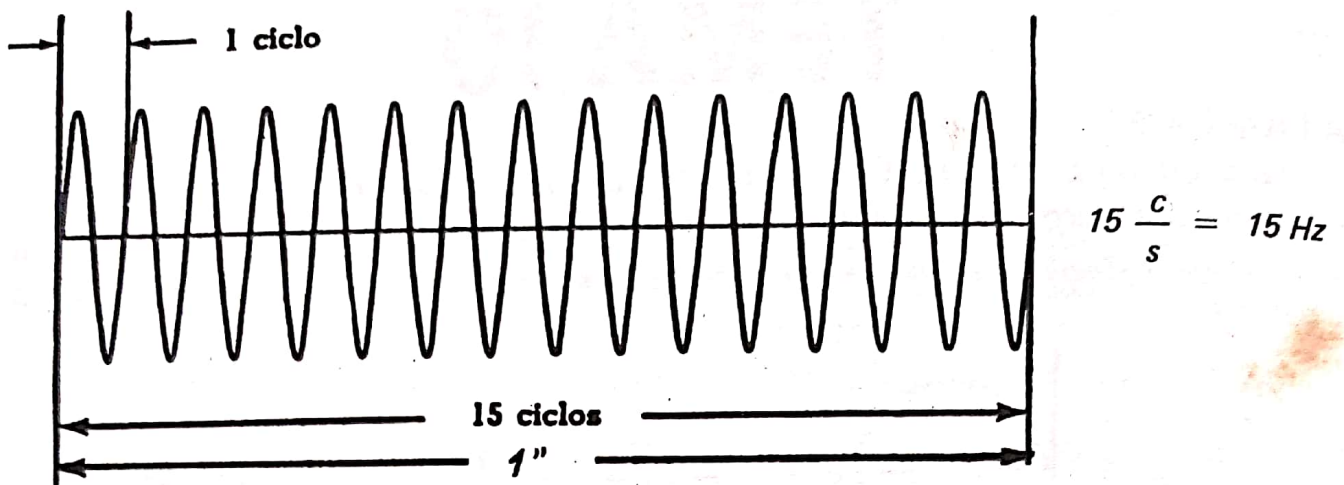
Se o gerador elementar que conhecemos, gira a uma velocidade de 5 revoluções por segundo, a frequência será de 5 Hz (5 c/s). Se girar a 50 revoluções por segundo, a frequência será de 50 Hz (50 c/s).



$$2 \frac{\text{CICLOS}}{\text{SEG}} = 2 \text{ HERTZ}$$



$$3 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 3 \text{ Hz}$$



A frequência da rede de energia elétrica de C.A. no Brasil é de 60 Hz. Em outros países, a frequência tem valores que vão de 25 a 125 Hz.

Em casos especiais, a frequência das fontes de energia elétrica podem ser mais altas, como no caso dos sistemas elétricos dos aviões, onde a frequência utilizada é geralmente de 400 Hz.

Os múltiplos do Hz são:

1 Kiloherztz (Khz) = 1000 Hz

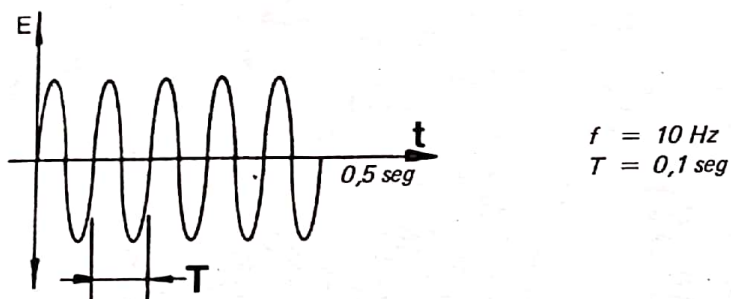
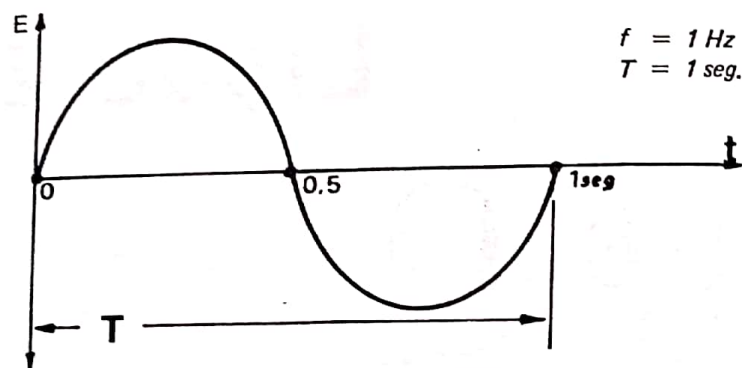
1 megahertz (Mhz) = 1.000.000 Hz



TEMA 1

O Período

O tempo gasto por uma C.A., para cumprir um ciclo completo, se chama *período* e se expressa em segundos. Representa-se geralmente pela letra T.



Se temos, por exemplo uma C.A. cuja frequência é de 10 Hz, significa que em um segundo se completam 10 ciclos, portanto, o período T dessa C.A. será de 0,1 segundo. Se a frequência for de 50 Hz, o período será de $\frac{1}{50}$ de segundo, isto é, 0,02 segundos.

O que foi dito anteriormente, significa que para encontrar o período T de uma C.A. qualquer quando se conhece a frequência, basta dividir a unidade de tempo pela frequência. Assim:

$$T = \frac{1}{f} \text{ (seg)}$$

TEMA 2

Comprimento de Onda

Já que a corrente tem uma velocidade definida, aproximadamente 300.000.000 metros por segundo, só pode percorrer uma determinada distância em determinado tempo. Tendo em vista, que o período determina o tempo de demora para ocorrer um ciclo, pode-se calcular até onde pode chegar a corrente no tempo determinado pelo período dessa C.A.

Esta distância recebe o nome de comprimento de onda.

Anteriormente dissemos que o período de uma C.A. cuja frequência é de 50 Hz, é de 0,02 seg. Logo, a distância que a corrente pode percorrer nesse espaço de tempo será de 6.000 Kilômetros. Isto é, o comprimento de onda é de 6.000 Km.

Tendo-se em vista, que o comprimento de onda de uma C.A. depende do período T e da velocidade com que o impulso elétrico percorre o condutor, pode-se calcular da seguinte maneira:

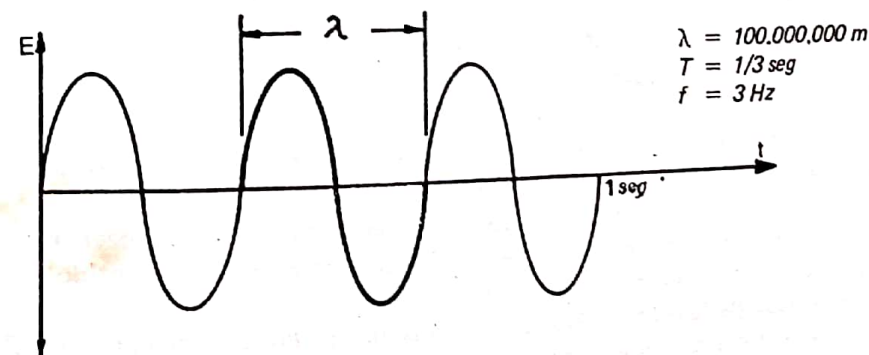
Comprimento de onda = velocidade da corrente X T

Já que a velocidade da corrente é de 300.000.000 metros por segundo e o período $T = 1/f$, então a equação para determinar o comprimento de onda é:

$$\text{comprimento de onda (metros)} = \frac{300.000.000}{\text{frequência}}$$

O conhecimento do comprimento de onda não tem importância nas aplicações de potência de C.A., porém, tem muito, em telecomunicações.

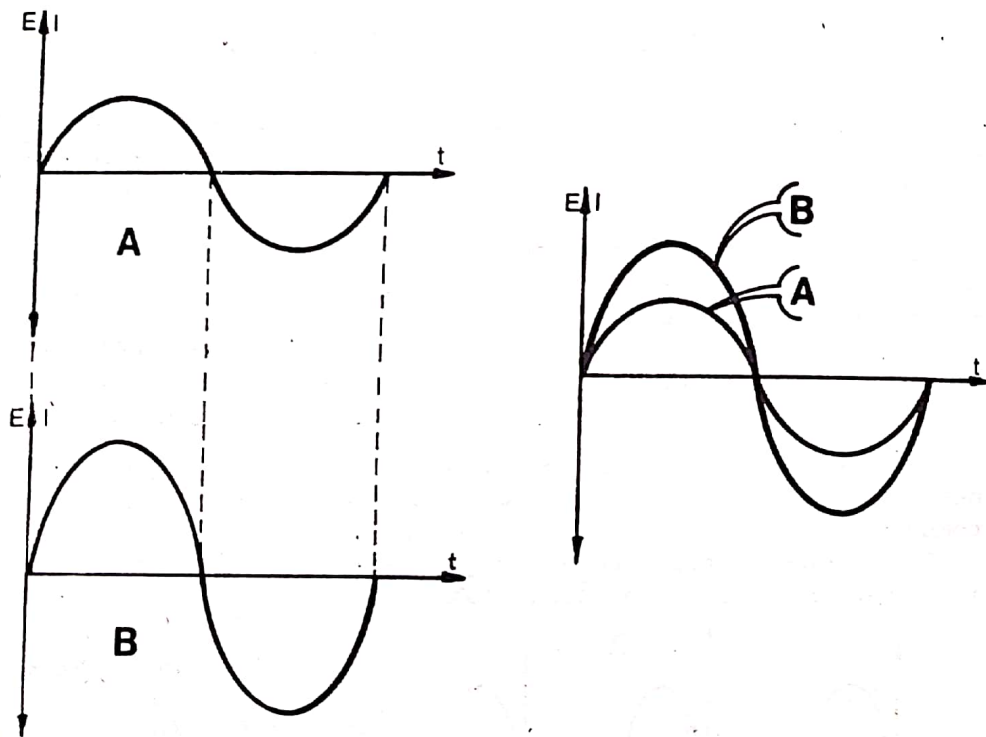
Geralmente se representa o termo comprimento de onda, por intermédio da letra grega lâmbda (λ).



TEMA 3

Fase

Sabemos que a tensão de saída de um gerador de C.A. varia em forma senoidal. Quando se colocam dois geradores de C.A. para funcionar, cada um irá gerar uma tensão senoidal ou ciclo completo, depois de cada revolução. Se ambos funcionam na mesma velocidade e começam a funcionar no mesmo instante, as duas formas de onda começarão e terminarão ao mesmo tempo, passando simultaneamente pelos valores de zero e máximo. Diz-se, então, que as formas de onda coincidem entre si e que as duas tensões *estão em fase*.



Do que foi dito anteriormente, pode-se deduzir que o termo fase se utiliza para expressar *relações de tempo* entre tensão e corrente alternada.

Quando duas correntes ou tensões estão em fase, não quer dizer que seus valores são iguais que os valores de zero e máximos (em um sentido ou em outro), se alcançam no mesmo instante.

A relação de fase entre duas tensões alternadas, entre duas correntes alternadas ou entre a tensão e a corrente correspondente, expressa-se em graus ($^{\circ}$).

TEMA 4

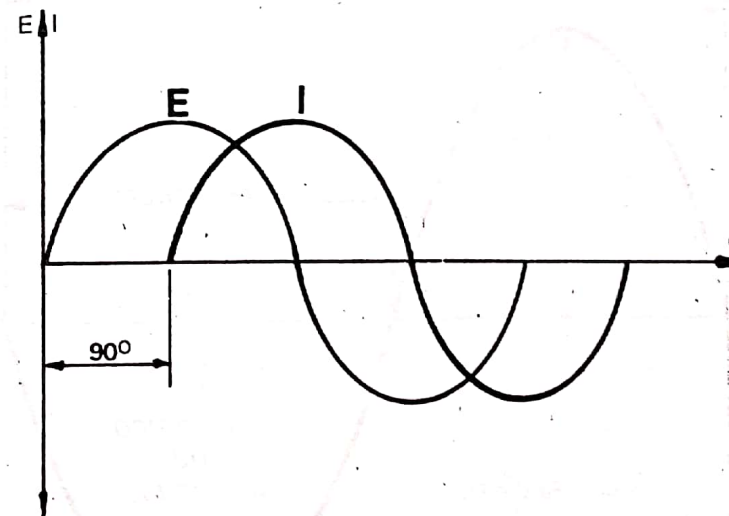
Diferença de Fase ou Defasagem

Se o par de geradores que colocamos antes, como exemplo, não funcionam ao mesmo tempo, ainda que suas velocidades sejam iguais, as formas de suas tensões de saída não passarão de forma simultânea pelos valores zero e máximo. Diz-se então, que ambas tensões estão *defasadas*, ou que existe uma diferença de fase entre elas.

A magnitude da diferença de fase depende do atraso entre uma e outra.

A diferença de fase se mede em graus, e já que um período ou ciclo completo mede 360° , uma diferença de fase, com meio ciclo, terá uma defasagem de 180° e uma diferença de fase de um quarto de ciclo, terá uma defasagem de 90° .

A defasagem pode ser *adiante* ou *atraso*, segundo a posição relativa de uma forma de onda, em outra no gráfico. Assim, por exemplo, diz-se que uma corrente *atrasa* 90° em relação à tensão, quando esta passa por todos os valores do ciclo, um quarto do ciclo antes que a corrente.



A CORRENTE ESTA 90° ATRASADA
EM RELAÇÃO À TENSÃO

TEMA 5

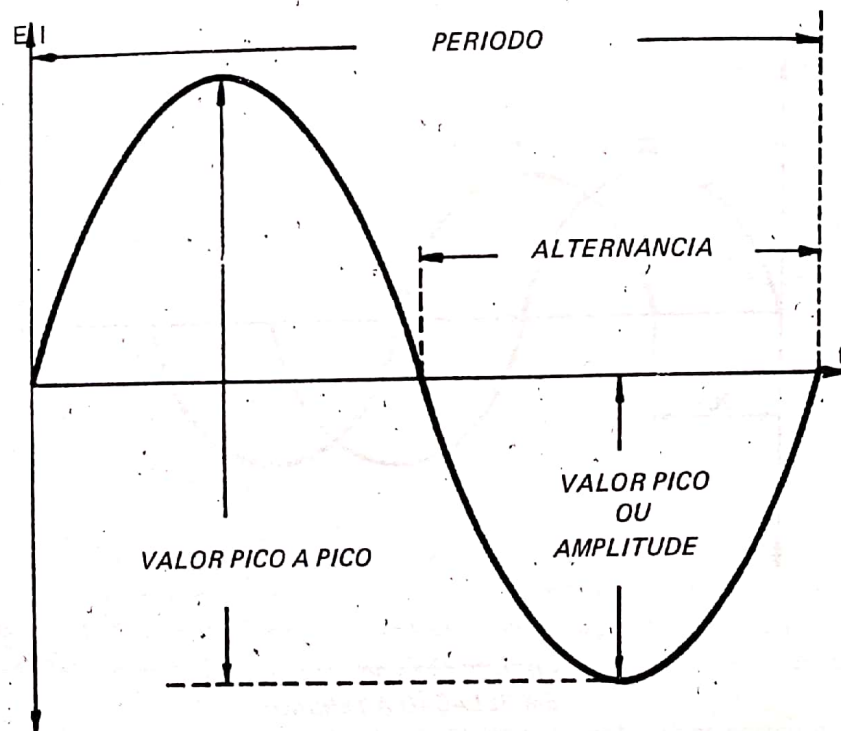
Outros Termos que Caracterizam uma C.A.

A esta altura de nosso estudo a maioria dos termos utilizados na prática, para expressar as características de uma tensão ou uma corrente alternada. No entanto, além das expressões *ciclo*, *período*, *frequência*, *comprimento de onda*, *diferença de fase*, existem outros termos que também se utilizam com muita frequência e que devemos conhecer. Por exemplo, à metade de um ciclo de C.A. pode-se chamar *uma alternância*, *semiciclo*, ou também, *semiperíodo*.

Um termo de grande importância é a amplitude. Utiliza-se para designar o *valor máximo* positivo ou negativo que a C.A. alcança em cada ciclo. Logo, a amplitude de uma C.A. é a distância entre o eixo de zero até o ponto mais alto da onda sobre o eixo.

A amplitude também se conhece como valor *pico* (peak, em inglês).

O valor pico a pico (peak to peak) é a amplitude total da onda de C.A., considerando tanto os valores positivos como os negativos. E evidente que este valor é o dobro do valor pico.



TEMA 6

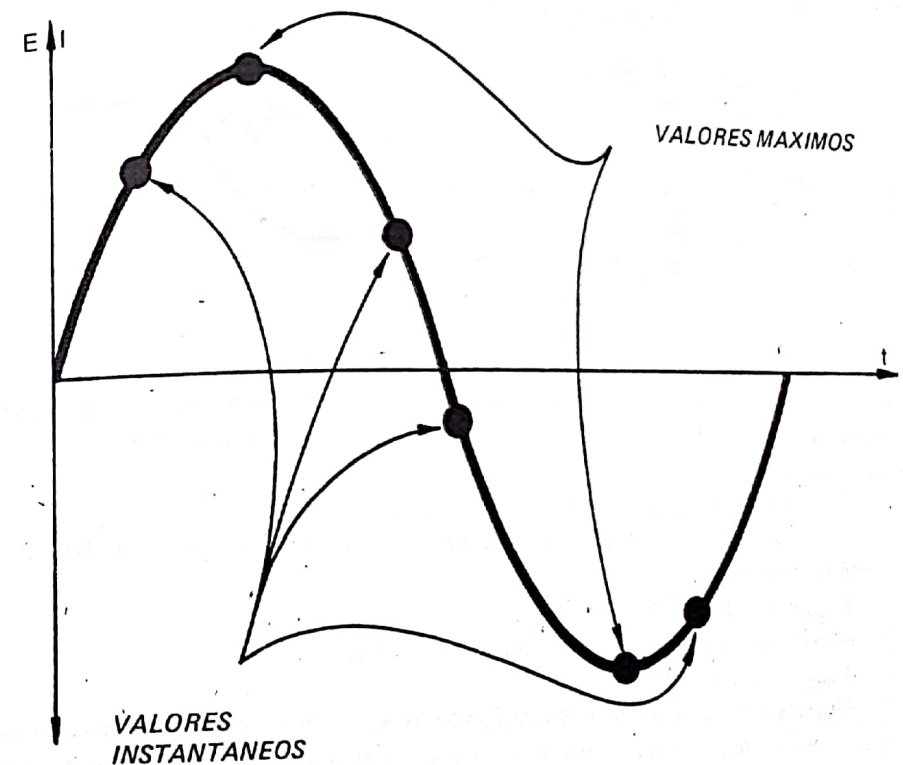
Valores Típicos da C.A.

O valor de uma tensão ou corrente alternada está em mudança constante, por este motivo não é nada fácil explicá-lo.

Existe uma série de valores que podem-se expressar relacionados com uma onda de corrente alternada.

O valor mais evidente é o *valor máximo* ou amplitude da onda, tanto em sentido negativo como positivo.

Em todo caso, um valor qualquer da onda de C.A., tomando em um instante qualquer, será um *valor instantâneo*. Existem vários instantâneos que é interessante conhecer, que iremos descobrindo à medida que avançamos no estudo deste assunto.

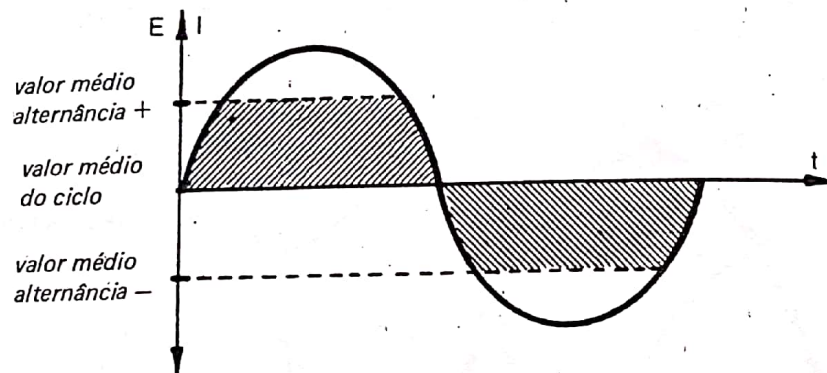


TEMA 7

O Valor Médio

Já foi explicado antes, que o valor médio de uma C.A., é sempre igual a zero. Isto é sempre verdade quando se considera um ciclo completo, isto é, a alternância positiva e a negativa de um ciclo de C.A.

Porém, se fizermos a média de todos os valores instantâneos de uma só alternância, por exemplo, a positiva, o valor obtido não será zero.



Para uma onda senoidal pura, o valor médio de um semiciclo será 0,637 do valor máximo. Para a tensão, esta relação se expressa dessa maneira:

$$E_{\text{med}} = 0,637 E_{\text{max}}$$

Por exemplo, se a tensão máxima em um circuito de C.A. é de 100 V, a tensão média será:

$$E_{\text{med}} = 0,637 \times 100 = 63,7 \text{ volts}$$

A corrente média é calculada da mesma forma.

$$I_{\text{med}} = I_{\text{max}} \times 0,637$$

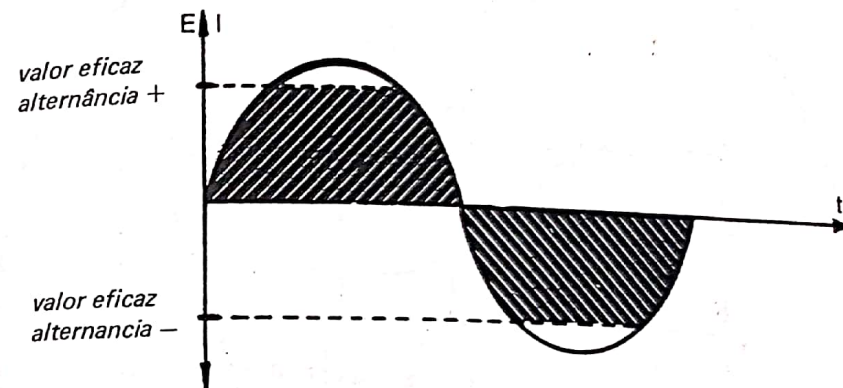
Deve-se ter cuidado de não confundir o valor médio que corresponde ao ciclo médio, que é o que temos calculado, com o *valor médio do ciclo completo*. Já que ambos semiciclos são idênticos, porém de sentido oposto, o valor médio de ambos é o mesmo, exceto que têm sinais opostos, razão pela qual a média de um *ciclo completo* é igual a zero.

TEMA 8

O Valor Eficaz

O *valor eficaz* ou *valor efetivo* de uma corrente alternada, é aquele valor que em um circuito com uma só resistência, produz a mesma quantidade de calor que produziria uma corrente contínua com o mesmo valor.

Suponhamos, por exemplo, uma corrente alternada cujo valor eficaz é de 1 ampère, que flui por uma resistência de 10 ohms. O valor gerado será exatamente o mesmo que o produzido por uma corrente contínua de 1 ampère, ao circular pela mesma resistência.



O valor efetivo ou eficaz também se denomina *raiz média ao quadrado* ou *valor RMS*, devido à forma em que se obtém.

O valor eficaz ou V_{rms} , é a raiz quadrada da média das raízes quadradas de todos os valores instantâneos de meio ciclo de uma onda de C.A.

No caso de uma onda senoidal pura, o valor efetivo é igual a 0,707 vezes o valor máximo. Isto se expressa pela seguinte relação:

$$E_{\text{ef}} = 0,707 E_{\text{max}}$$

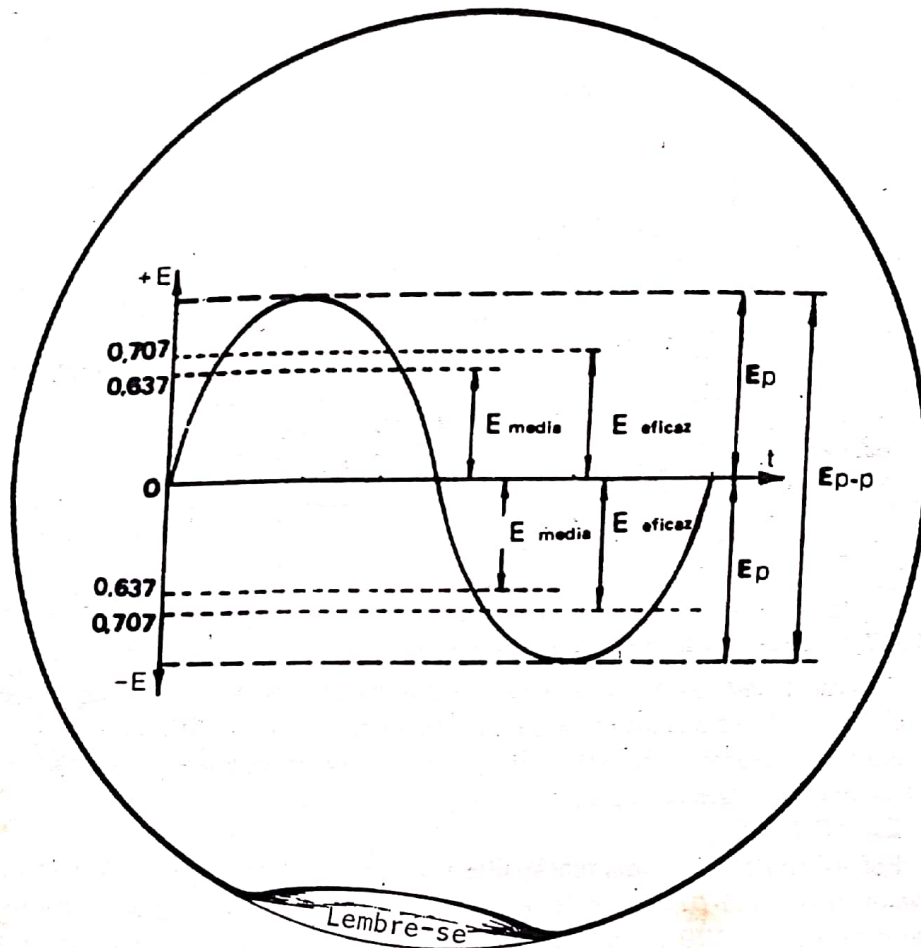
Por exemplo, para uma tensão alternada, cujo valor máximo é de 100 volts, o valor eficaz será 70,7 volts. Isto indica que uma resistência ligada a uma fonte que proporciona 100 volts C.A. max., produzirá a mesma quantidade de calor, quando se liga uma fonte de C.C. de 70,7 volts.

O valor eficaz é o mais utilizado em aplicações de C.A. por exemplo, a tensão da rede de energia elétrica que se utiliza em todos os lugares, é de 220 volts eficazes. Logo, o valor máximo da rede será de $220/0,707$, isto é, 310 volts.

TEMA 9

Conversão de Valores

Quando se trabalha com circuitos de C.A., será necessário, às vezes, converter os valores de tensão ou correntes medidas, em outros valores que nos interessam.



Lembre-se

Por exemplo, os instrumentos comuns de medida indicam o valor eficaz da tensão alternada, portanto, se desejamos conhecer o valor pico ou máximo de uma tensão, teremos que fazer um cálculo aritmético para encontrar o valor que nos interessa.

Logo abaixo, algumas fórmulas que permitem a conversão dos valores típicos da C.A. em outros.

CALCULO DE VALORES DE TENSÃO

$$\begin{aligned} E_{med} &= 0,637 E_{max} \\ E_{ef} &= 0,707 E_{max} \\ E_{max} &= 1,52 E_{med} \\ E_{max} &= 1,41 E_{ef} \end{aligned}$$

CALCULO DE VALORES DE CORRENTE

$$\begin{aligned} I_{med} &= 0,637 I_{max} \\ I_{ef} &= 0,707 I_{max} \\ I_{max} &= 1,52 I_{med} \\ I_{max} &= 1,41 I_{ef} \end{aligned}$$

Para trabalhar com valores pico a pico, deve-se recordar que uma tensão ou corrente, tem um valor pico a pico que é o dobro do valor max ou pico a pico.

Assim:

$$\begin{aligned} E_{pp} &= 2 E_{max} \\ I_{pp} &= 2 I_{max} \end{aligned}$$

TEMA 10

Circuitos Resistivos de Corrente Alternada

O tipo mais simples de C.A., contem somente resistência, e da mesma maneira que nos circuitos C.C., esta resistência inclui a resistência da carga, da fonte de energia e dos condutores.

Mais adiante veremos outros elementos que oferecem outro tipo de oposição à corrente alternada e determinam outras relações entre tensão e corrente.

