

Iniciação às radiocomunicações

(Radioamadores)

ELECTRICIDADE

Introdução

- Electricidade, é uma forma de energia presente em muitas situações do dia a dia. (iluminação, funcionamento de electrodomésticos, comunicações, informática...)
- No curto espaço de tempo disponível será feita uma abordagem superficial da Electricidade focando a perspectiva da realização do exame para a obtenção da “licença básica de radioamador”

Conteúdos a abordar no tema Electricidade:

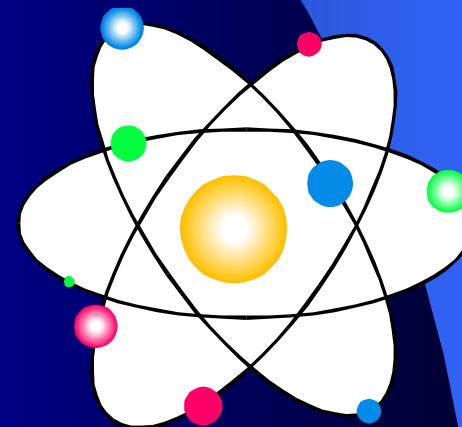
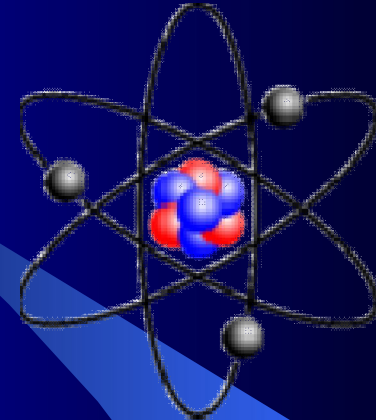
- Definição das grandezas eléctricas básicas e respectivos unidades e símbolos.
- Lei de Ohm. Aplicação na resolução de Problemas.
- Corrente contínua e corrente alternada. Amplitude, frequência e fase de uma corrente alternada.
- Indutância e Capacidade.
- Circuitos em corrente alternada.
- Transformadores. Constituição e funcionamento.

1.1 Constituição da matéria

Toda a substância é divisível em pequenas unidades elementares, as moléculas, que ainda conservam as suas propriedades

A molécula é ainda divisíveis nos seus componentes ,os átomos.

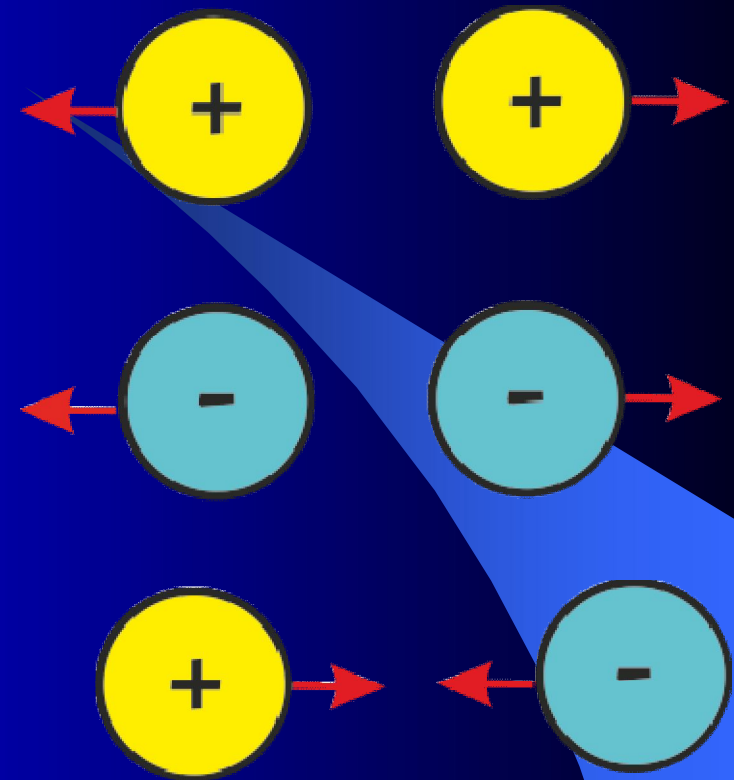
- O átomo é basicamente constituído por 2 partes e três tipos de partículas :
- O núcleo com os protões e neutrões e a nuvem electrónica com os electrões.
- Os protões têm carga eléctrica positiva.
- Os electrões têm carga eléctrica negativa
- Geralmente o átomo está em equilíbrio; (é electricamente neutro)
- n° de protões = n° de electrões.



1.1 Carga eléctrica

Existem 2 tipos de cargas eléctricas:
cargas positivas e cargas negativas e
Distinguem-se pelos seus efeitos:

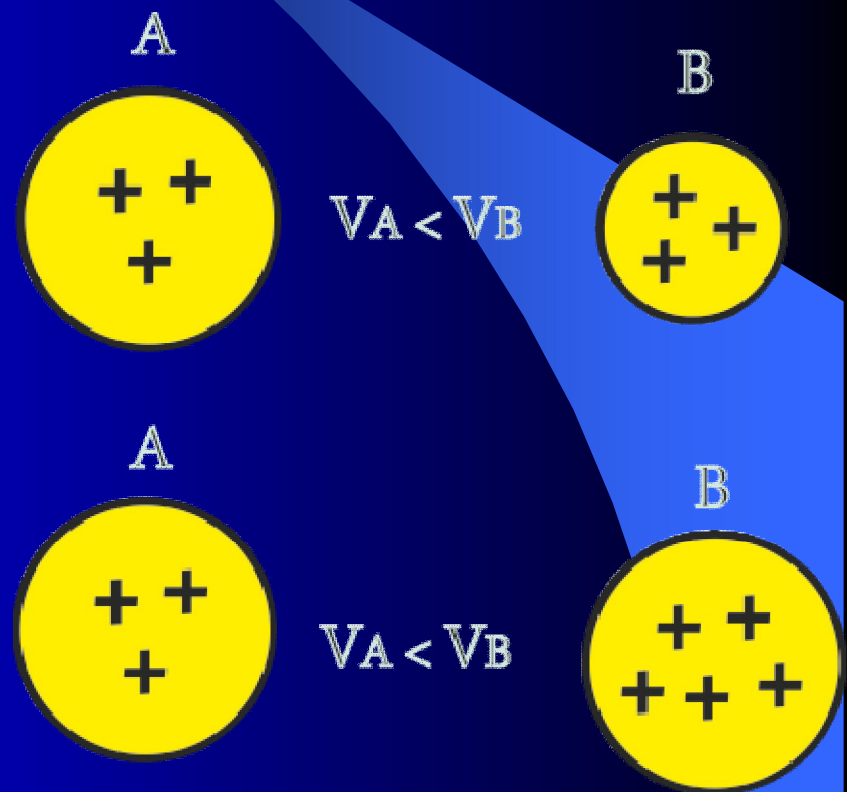
- Cargas do mesmo sinal repelem-se
- Cargas de sinal contrário atraem-se.
- A intensidade da força é directamente proporcional à carga
- A carga é uma grandeza mensurável, representa-se pela letra q e mede-se em Coulombs (C)



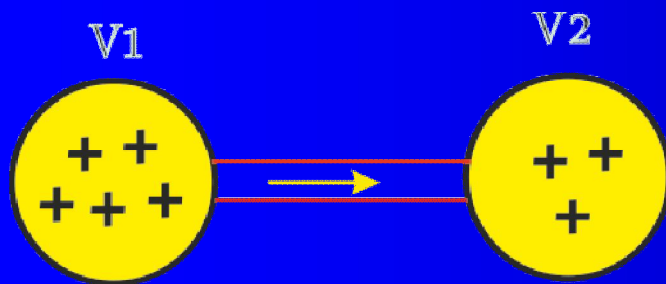
1.2 Potencial e diferença de potencial eléctrico

O Potencial eléctrico é a medida do nível de electrização de um corpo (densidade de distribuição das cargas).

- Representa-se pela letra V e mede-se em Volts (V).
- Entre dois corpos A e B com níveis de electrização diferentes V_A e V_B pode-se definir a ***Diferença de Potencial (ddp) ou Tensão***, como a diferença entre os potenciais de A e B. Representa-se pela letra U e mede-se em Volts (V).

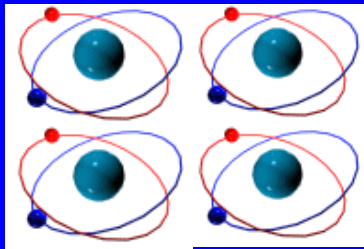


1.3 Corrente eléctrica



- Entre dois corpos a potenciais diferentes (V_1 e V_2) ligados por um condutor estabelece-se um fluxo orientado de cargas eléctricas (corrente eléctrica) cuja intensidade é proporcional à diferença de potencial entre eles.

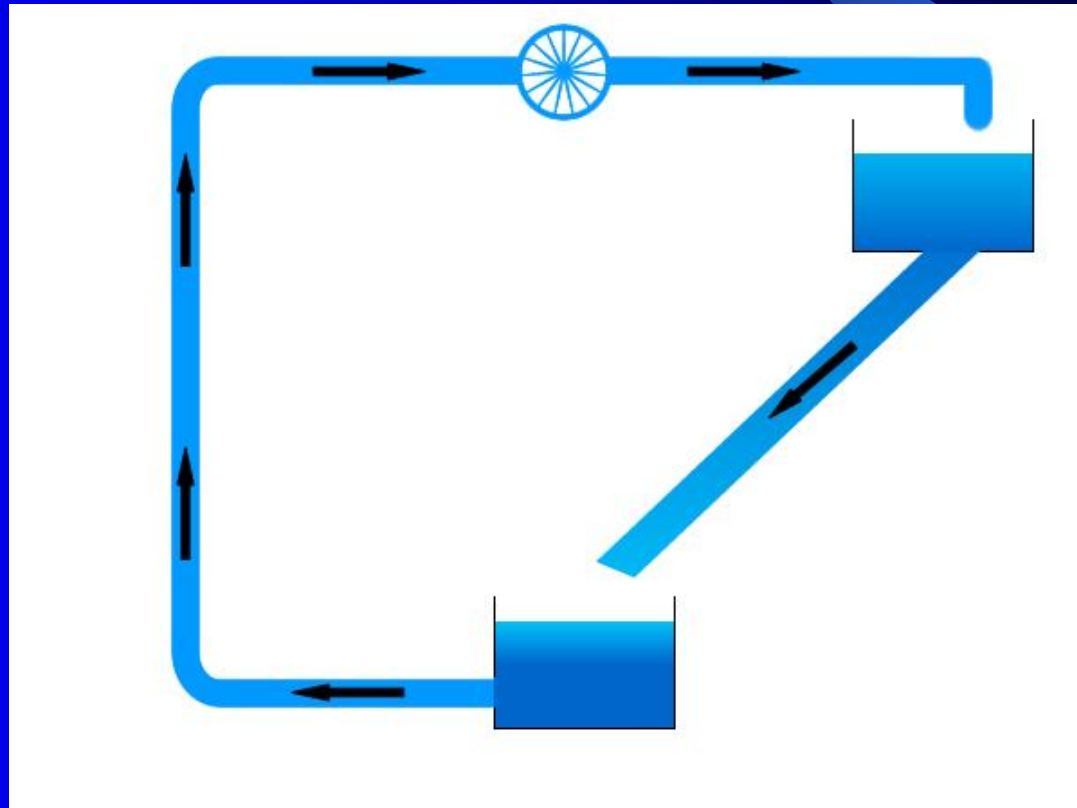
Nos condutores metálicos as cargas eléctricas são os electrões livres



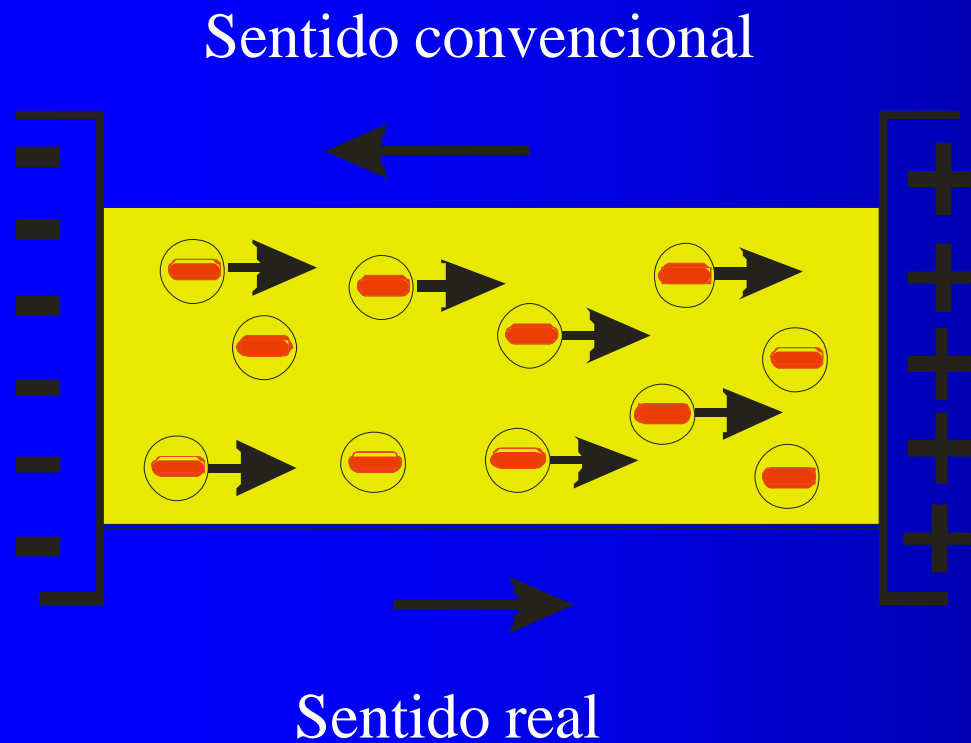
- **Intensidade de corrente** mede a quantidade de cargas eléctricas que passam numa secção do circuito em cada unidade de tempo. Representa-se pela letra I e mede-se em Amperes (A)

1.3 Analogia hidráulica

- A diferença de nível entre os dois depósitos corresponde à diferença de potencial entre eles .A interligação entre eles com um tubo condutor origina a circulação da água.



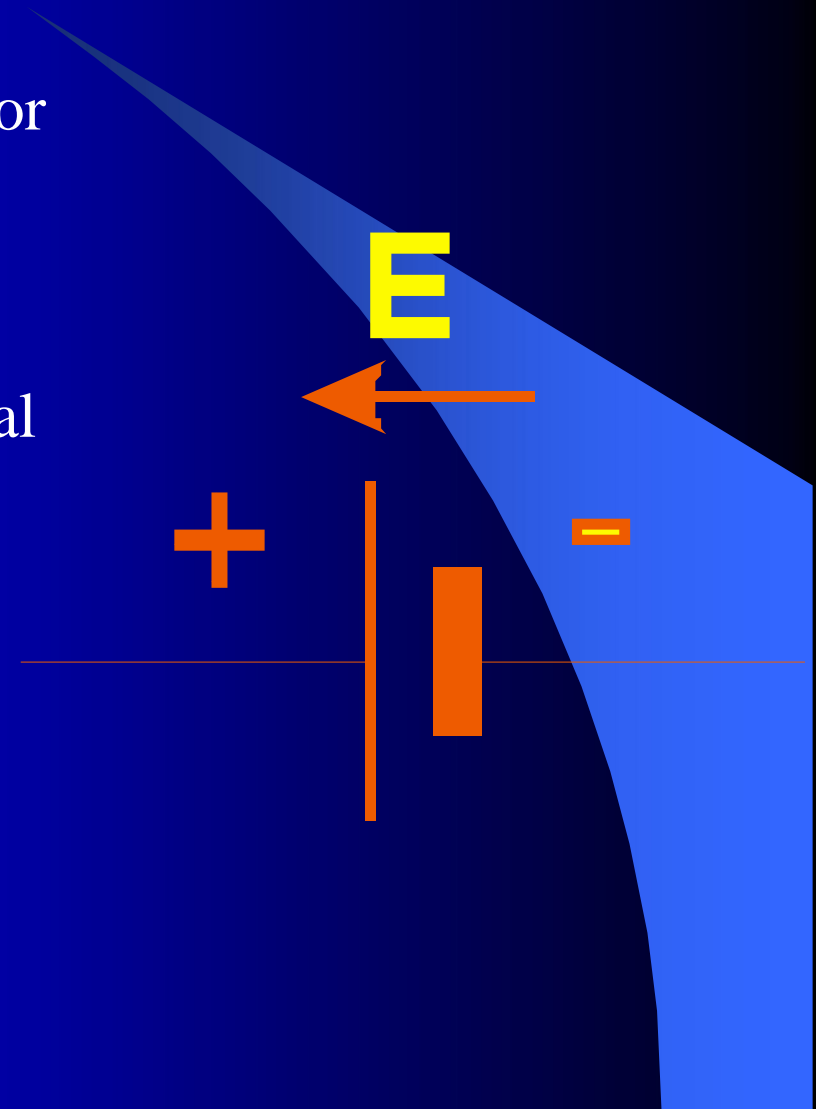
1.3.1 Sentido da corrente eléctrica



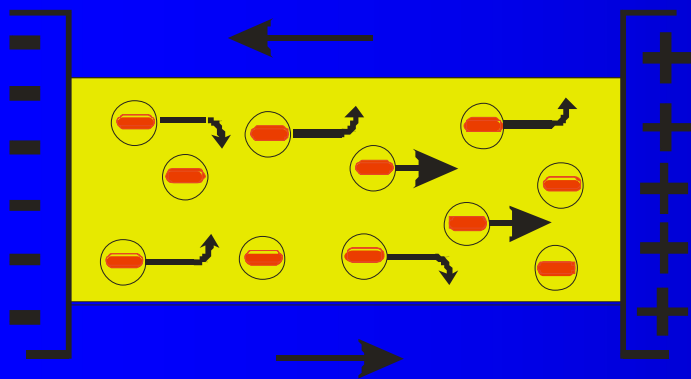
- Os electrões deslocam-se de um ponto onde existem em excesso (potencial negativo) para outro ponto onde existem em falta (potencial positivo). Este é o *sentido real* da corrente eléctrica.
- O *sentido convencional* da corrente é do pólo com potencial positivo para o pólo a potencial negativo

1.4 Força electromotriz

- *Força electromotriz* é uma característica própria de cada gerador eléctrico.
- É a acção que cria e mantém constante uma diferença de potencial entre os terminais do gerador .
- Representa-se por E e mede-se em volts.



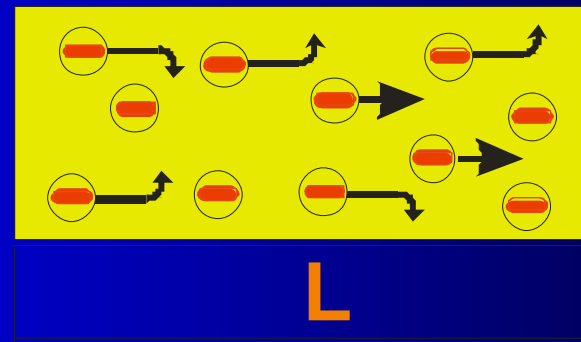
1.5 Resistência eléctrica



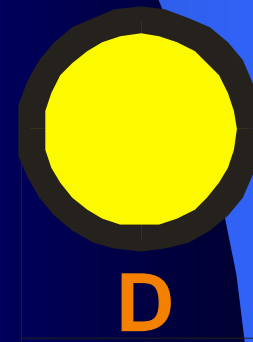
- No trajecto das cargas eléctricas ao longo dum meio condutor verificam-se colisões que originam emissões de energia sobre a forma de calor e outras.
- A *Resistência Eléctrica* mede o grau de oposição dum substância à passagem da corrente eléctrica.
- Representa-se pela letra R e mede-se em ohm (Ω)

1.5 Resistividade

- É uma característica própria de cada substância.
- *Resistividade* de uma substância mede a resistência de um troço cilíndrico dessa substância com comprimento de 1 m e secção de 1mm^2 .
- Representa-se pela letra ρ e mede-se em $\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$
- $R = \rho \times L/S$
- L (comprimento em m),
S (secção em mm^2)



$$S = \pi \cdot D^2 / 4$$

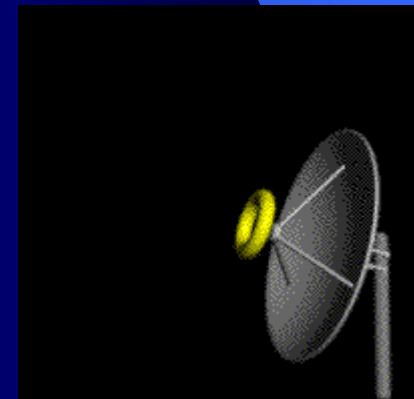


1.6 Energia eléctrica

- Energia mede a capacidade de produzir trabalho
- Efeito de Joule é processo de libertação de calor devido á passagem da corrente eléctrica.
- Lei de Joule: $W = U \times I \times t$.
- A *Energia eléctrica* Representa-se pela letra W e mede-se em Joules (J) ou Watt-hora (Wh).

1.6 Energia eléctrica





- Ao ser utilizada a energia eléctrica é transformada noutras formas de energia
- *Calorífica*
- *Luminosa*
- *Magnética*
- *Electromagnética*
- *Mecânica*
- *Química*
- Muitas destas transformações podem ser reversíveis



1.7 Potência eléctrica

- A Potência mede a maior ou menor rapidez com que a energia pode ser utilizada ou fornecida.
- A *Potência eléctrica* mede a energia eléctrica dispendida na unidade de tempo.
- Representa-se pela letra P e mede-se em watt (W).
- $P = W/t$
- $P = U \times I$
- $1 \text{ CV} = 735 \text{ W}$

1.8- Grandezas eléctricas básicas

<i>Grandeza</i>	<i>Simb</i>	<i>Unidade</i>	<i>Simb</i>	<i>Aparelho</i>	<i>Simb</i>
Intensidade	I	Ampere	A	Amperímetro	
Resistência	R	ohm	Ω	Ohmímetro	
Tensão	U	Volt	V	Voltímetro	
Potência	P	Watt	W	Wattímetro	

- U=220V
- R=330 Ω
- I=10A

1.9- Prefixo das unidades para os respectivos múltiplos e submúltiplos

<i>Prefixo</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Factor</i>
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
Mili	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}

➤ $U=12 \text{ mV}$

➤ $U=12 \times 10^{-3} \text{ V}$

➤ $U=0,012 \text{ V}$

➤ $I=65 \mu\text{A}$

➤ $I=65 \times 10^{-6} \text{ A}$

➤ $I=0,000\,065 \text{ A}$

➤ $R=2,2 \text{ M}\Omega$

➤ $R=2,2 \times 10^6 \Omega$

➤ $R=2\,200\,000 \Omega$

1 Exercícios

- *O movimento de cargas eléctricas através de um condutor denomina-se:*
- Linhas de força
- Corrente eléctrica
- Tensão eléctrica
- Fenómeno de histerese



- *Qual a unidade de medida da Força Electromotriz:*
- Ohm
- Ampere
- Volt
- Watt



1 Exercícios

- *Exprima em amperes uma intensidade de corrente de 25mA :*

- 2,5A
- 0,025A
- 0,25A
- 250A



- *Qual das igualdades é verdadeira:*

- $0,1\text{K } \Omega = 10^3 \text{ m}\Omega$
- $0,01\text{K } \Omega = 10^4 \Omega$
- $1\text{K } \Omega = 10^6 \text{ m}\Omega$
- $1\text{K } \Omega = 10^2 \Omega$



1 Exercícios

- *Para medir a resistência de um dado receptor eléctrico deve-se utilizar o :*

- Ohmímetro
- Amperímetro
- Voltímetro
- Wattímetro

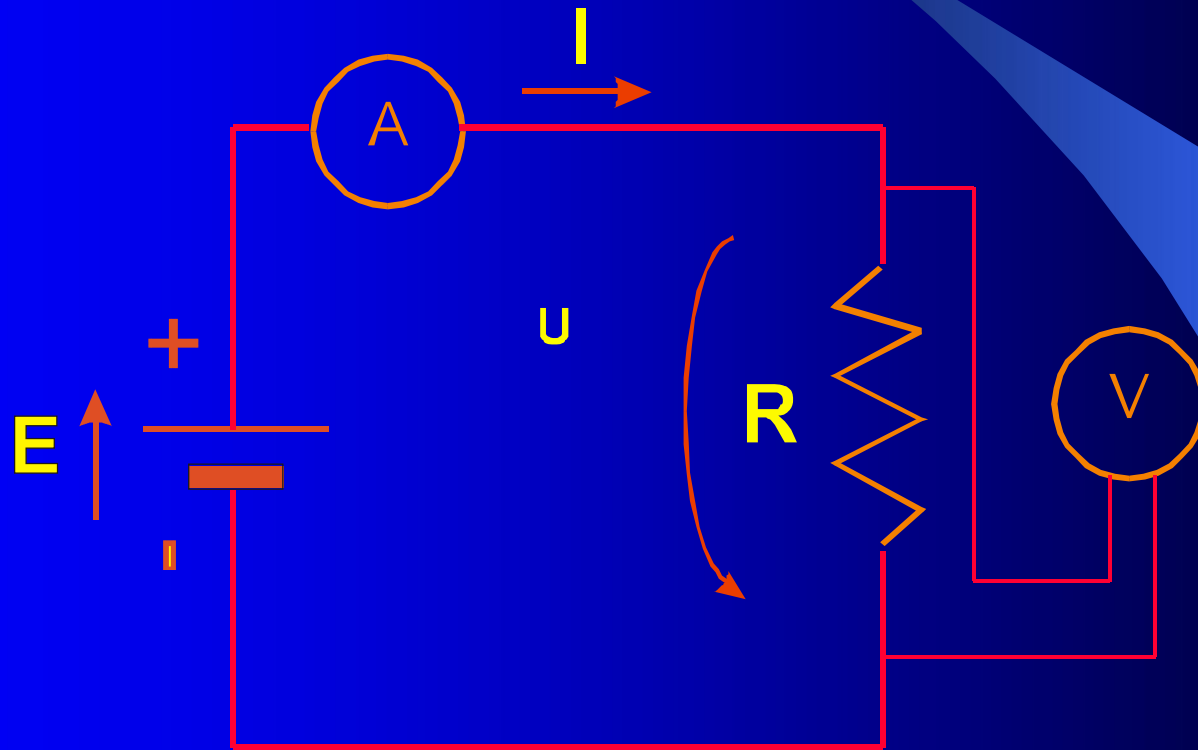
☒☐☐☐

- *Qual a resistência de um fio de cobre de secção= 5mm^2 comprimento= 500m sendo a resistência específica do cobre= $0,0175\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$:*

- $0,0175\text{K}\ \Omega$
- $17,5\ \Omega$
- $1,75\ \Omega$
- $3,5\ \Omega$

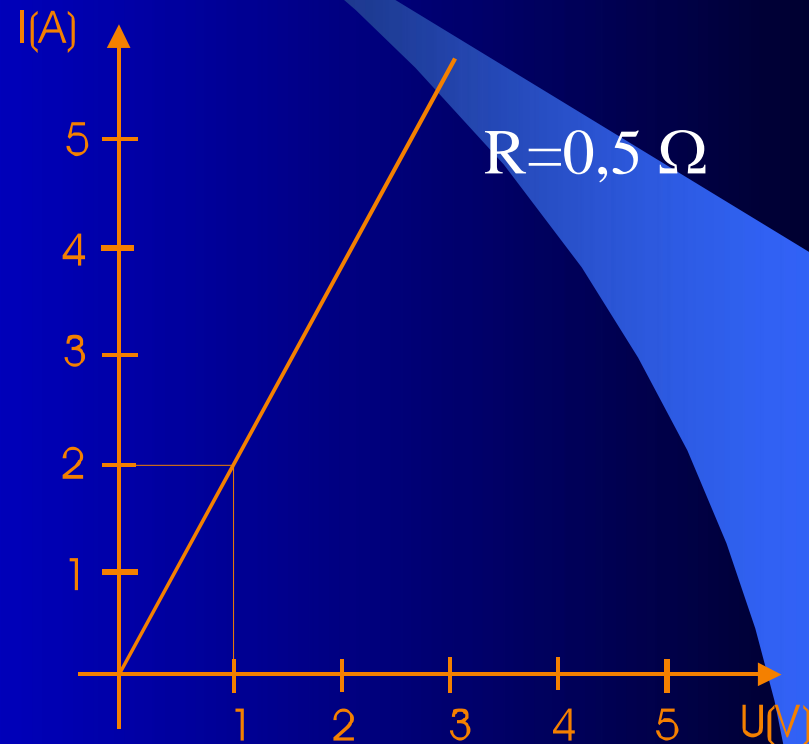
☐☐☒☐

Simbologia e Esquemas Circuito Eléctrico



2.1 Lei de Ohm

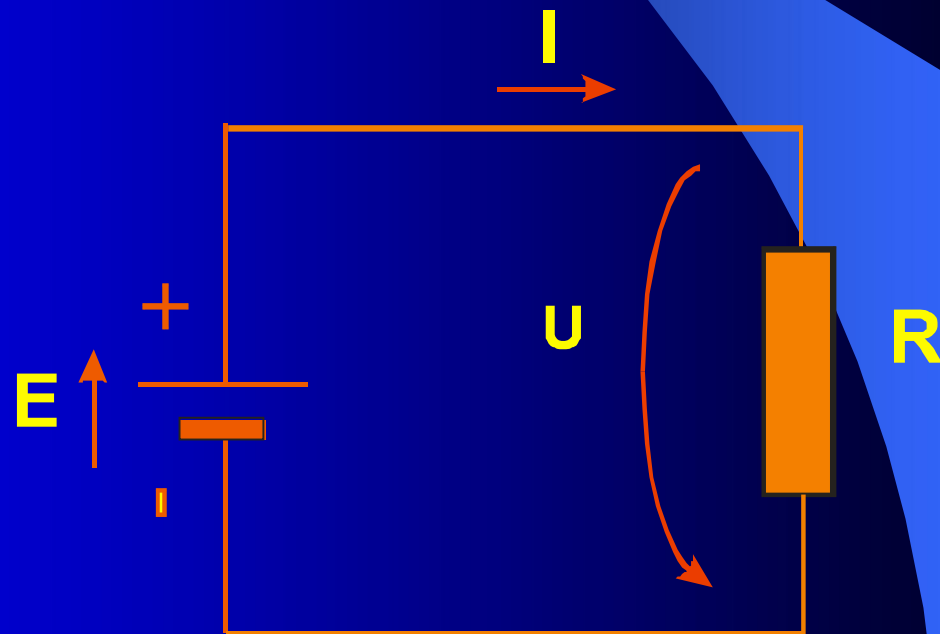
- É constante a razão entre a diferença de potencial nas extremidade de um receptor linear e a intensidade da corrente eléctrica que o atravessa.
- Em corrente contínua (DC) Essa constante é o valor da resistência eléctrica
- *Lei de Ohm*: $R = U / I$



2.2 Lei de Ohm

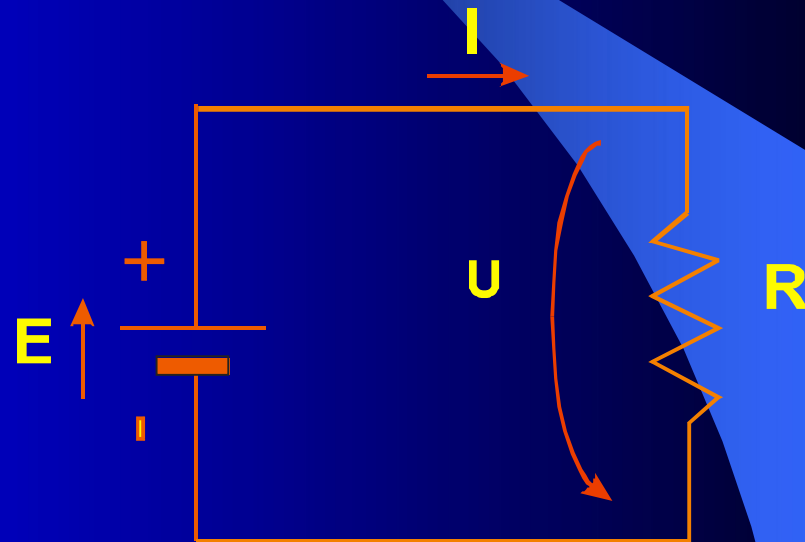
- $E \approx U$
- $U = R \times I$
- $R = U / I$
- $I = U / R$

Esquema de um circuito eléctrico



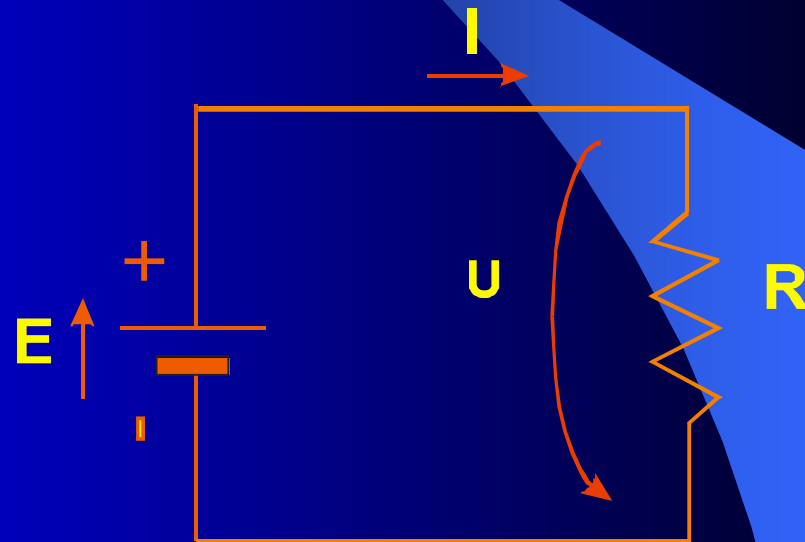
2.3 Lei de Ohm - Aplicações

- Exemplo 1
- Num circuito a tensão aplicada é de 12V e o valor da Intensidade de corrente è de 2 A Qual a é o valor da resistência do circuito?
- $R=U/I$, $U=12V$ e $I=2A$
- $R=12/2$
- $R=6\ \Omega$



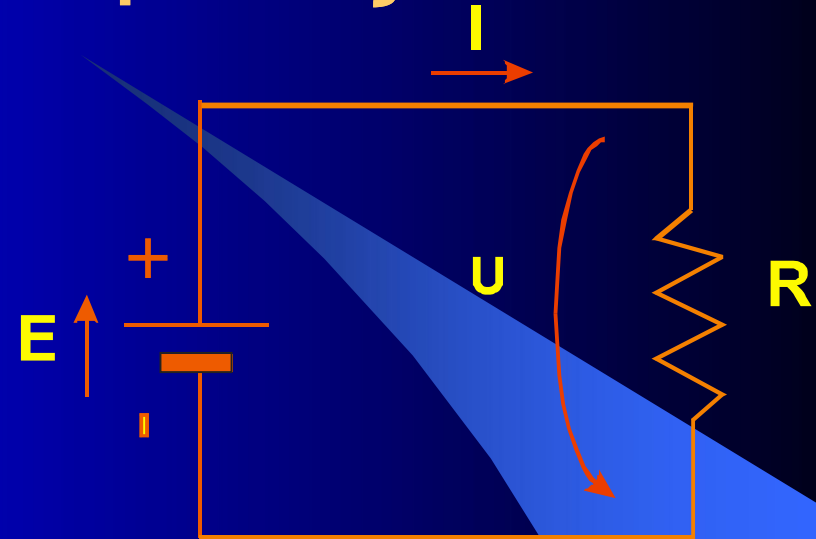
2.3 Lei de Ohm - Aplicações

- Exemplo 2
- Num circuito a tensão aplicada é de 12V e o valor da Resistência é de $1\text{k}\Omega$. Qual a é o valor da Intensidade de corrente?
- $I = U/R$, $U = 12\text{V}$ e $R = 1\text{k}\Omega$
- $I = 12/1000$
- $I = 0,012\text{A} = 12\text{mA}$



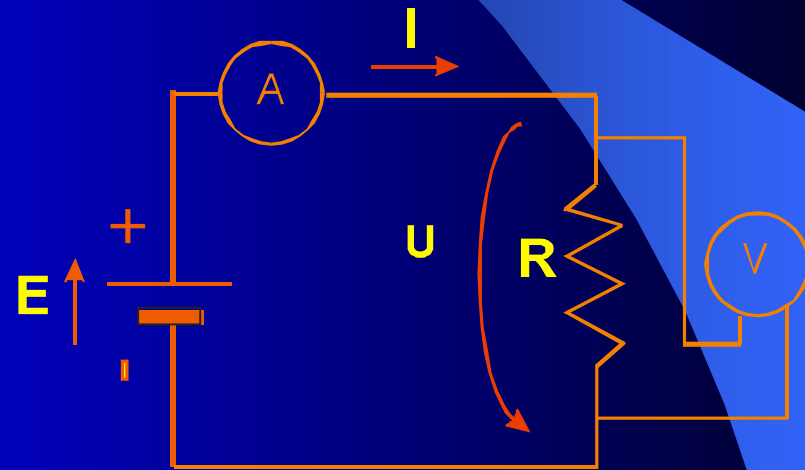
2.3 Lei de Ohm - Aplicações

- Exemplo 3
- Num circuito uma Resistência de $220\text{k}\Omega$ é atravessada por uma corrente cuja Intensidade é de $10\text{ }\mu\text{A}$. Qual é o valor da tensão?
- $U = R \times I$, $I = 10\text{ }\mu\text{A}$ e $R = 220\text{k}\Omega$
- $U = 10 \times 10^{-6}\text{A} \times 220 \times 10^3$
- $U = 2,2\text{V}$



2.4 Ligação dos aparelhos de medida

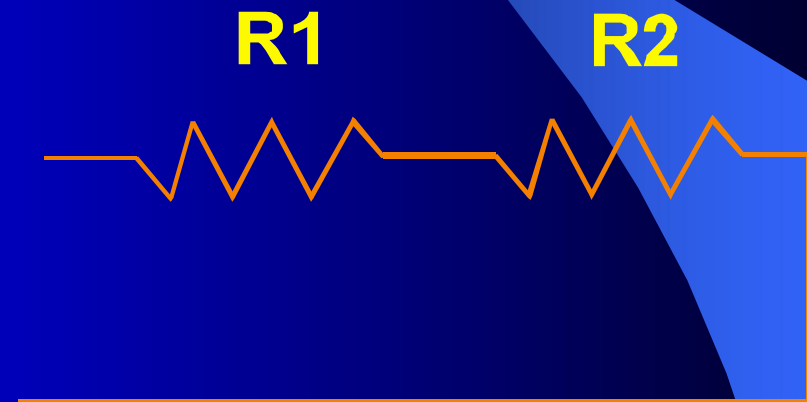
- O Amperímetro é ligado em série no circuito
- O Voltímetro é ligado em paralelo com o receptor onde se pretende medir a tensão.
- O Ohmímetro deve ser ligado com a (s) fonte (s) de energia desligada (s).



2.5 Associação de Resistências

Associação série

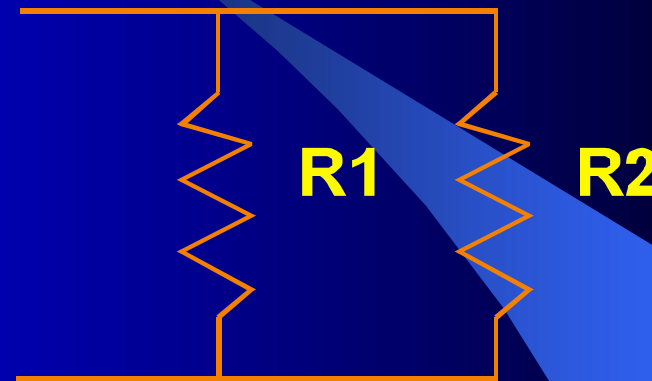
- R – Resistência equivalente
- $I = I_1 = I_2$
- $U = U_1 + U_2$
- $R = R_1 + R_2$



2.5 Associação de Resistências

Associação paralelo

- R – Resistência equivalente
- $U=U_1=U_2$
- $I=I_1+I_2$
- $1/R= 1/R_1 + 1/R_2$

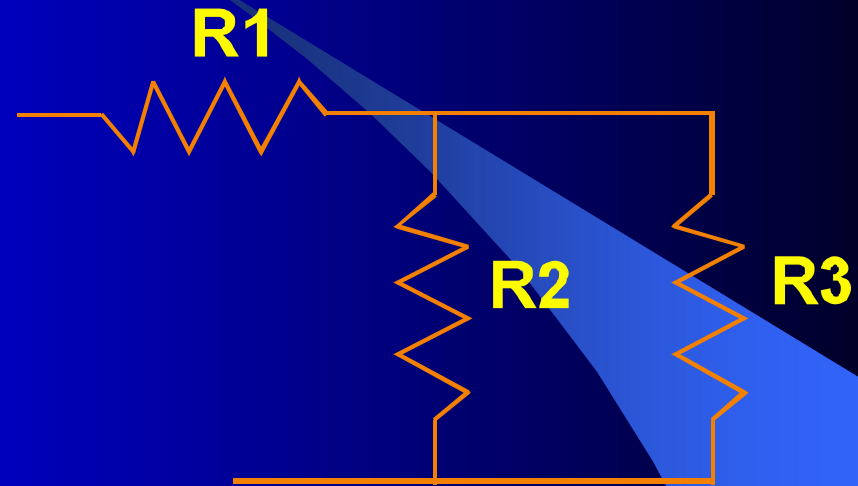


$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

2.5 Associação de Resistências

Associação Mista

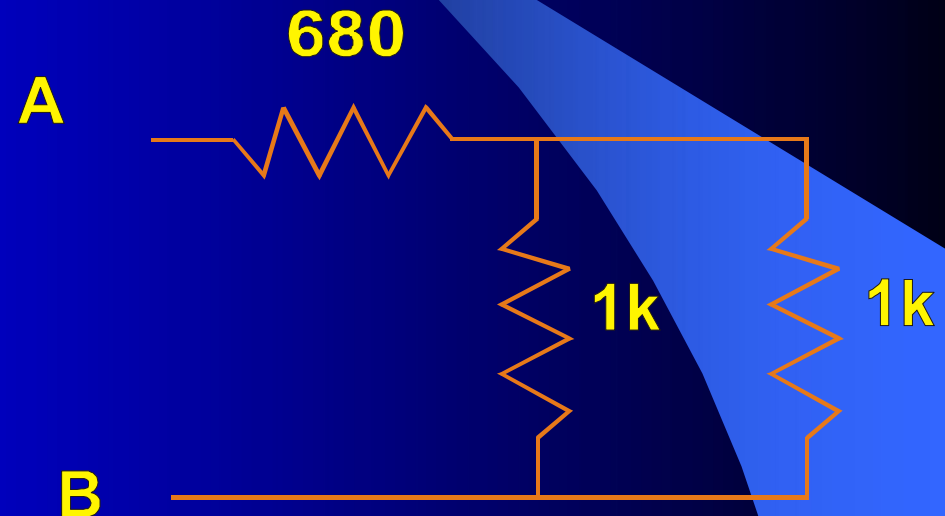
- R – Resistência equivalente



$$R = R1 + \frac{R2 \times R3}{R2 + R3}$$

2.5 Associação de Resistências

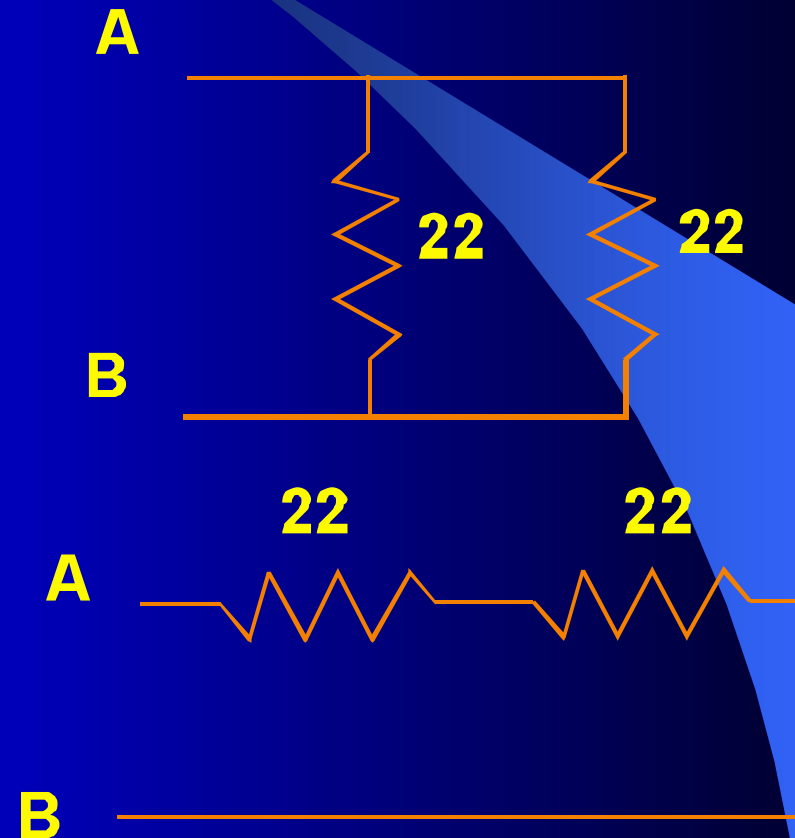
- Exemplo2
- Calcular R (resistência equivalente entre A e B)
- $R = 1180 \, \Omega = 1,18 \, \text{k}\Omega$



2.5 Associação de Resistências

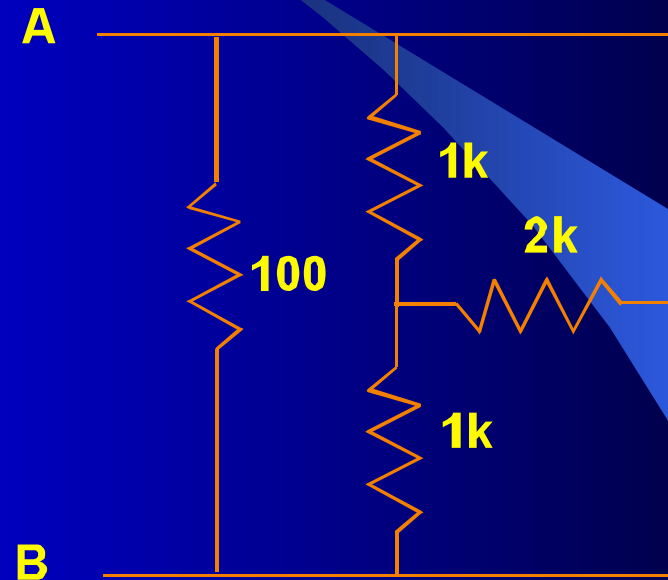
- Exemplo 1
- Calcular R_p (resistência equivalente entre A e B na associação paralelo).
- Calcular R_s (resistência equivalente entre A e B na associação série).

- $R_p = 11 \, \Omega$
- $R_s = 44 \, \Omega$



2.5 Associação de Resistências

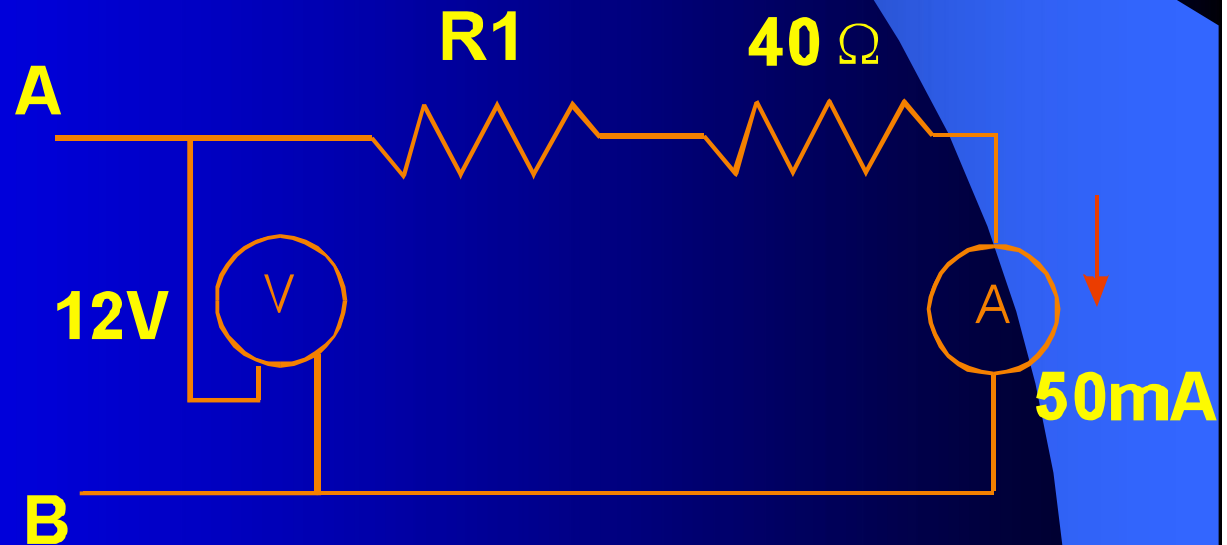
- Exemplo3
- Calcular R (resistência equivalente entre A e B)
- $R=0\ \Omega$



2.6 Aplicação da lei de ohm

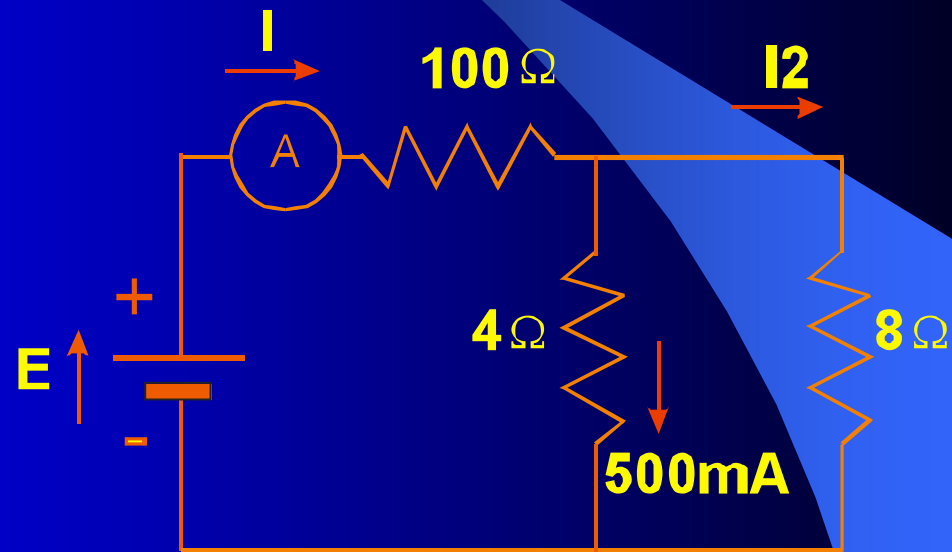
- Exemplo 1
- Calcular o valor de R1

- $R1 = 200\ \Omega$



2.6 Aplicação da lei de ohm em circuitos fechados

- Exemplo 2
- Calcular o valor de I_2 , I e E
- $I_2 = 4\ \Omega \cdot 0,5\text{mA} / 8\ \Omega$
- $I_2 = 0,25\text{A}$
- $I = I_2 + 0,5\text{A} = 0,75\text{A}$
- $E = 100\ \Omega \cdot 0,75\text{A} + 4\ \Omega \cdot 0,5\text{A} = 77\text{ V}$



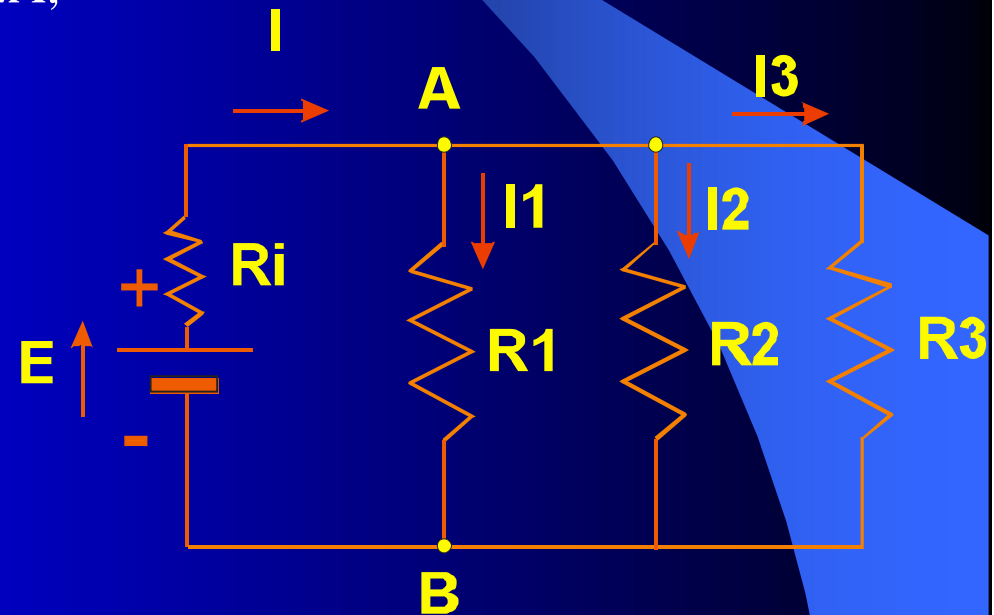
2.6 Aplicação da lei de ohm em circuitos fechados

$$E = R_i \times I + R_{eq} \times I$$

- Exemplo3
- $R_i = 0,1 \Omega$; $R_1 = 20 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $I = 2A$;
 $E = 10,2V$

Calcular U_{R_i} ; U_{AB} ; R_p ;
 I_1 ; I_2 ; I_3 ; R_3 ; I_{cc}

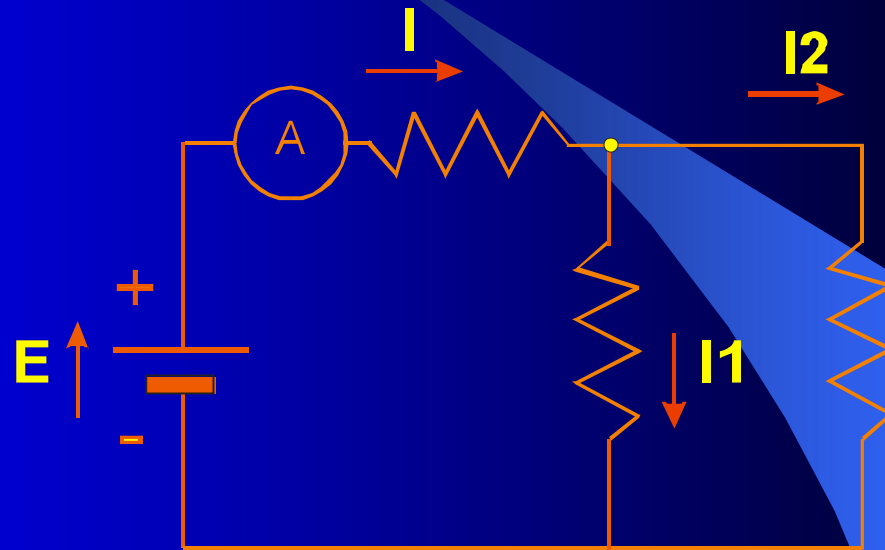
- $U_{R_i} = 0,1 \Omega \times 2A = 0,2V$
- $U_{AB} = E - U_{R_i} = 10,2 - 0,2 = 10V$
- $R_p = U_{AB} / I = 10 / 2 = 5 \Omega$
- $I_1 = I_2 = U_{AB} / R_1 = 0,5A$
- $I_3 = I - (I_1 + I_2) = 1 A$
- $R_3 = U_{AB} / I_3 = 10 \Omega$
- $I_{cc} = E / R_i = 10,2 / 0,1 = 102A$
- I_{cc} (Intensidade de curto circuito)



2.7 Leis de Kirchhoff

Lei dos nós

- Num nó dum circuito eléctrico a soma das correntes que entram é igual a soma das correntes que saem
- $I = I_1 + I_2$

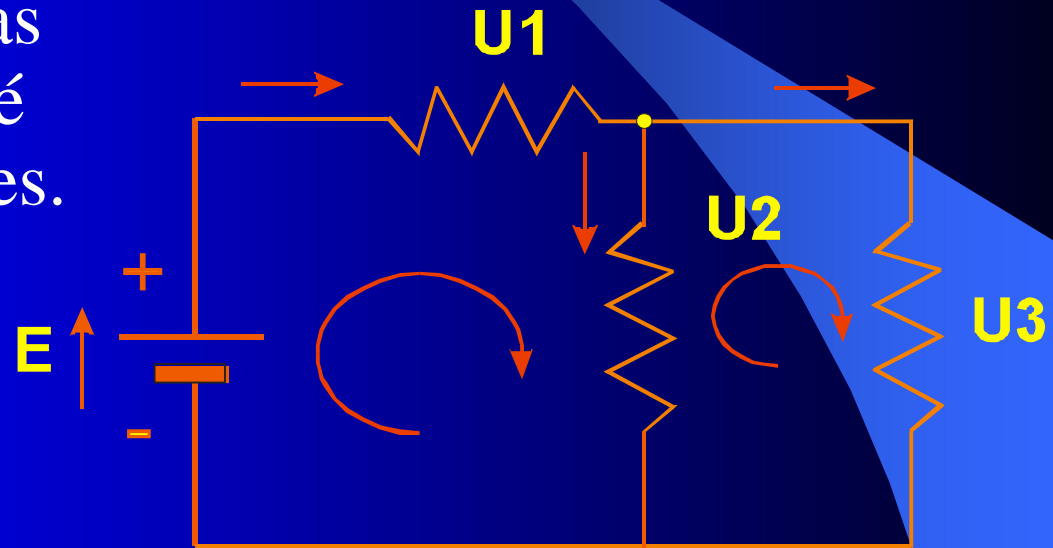


2.7 Leis de Kirchhoff

Lei das malhas

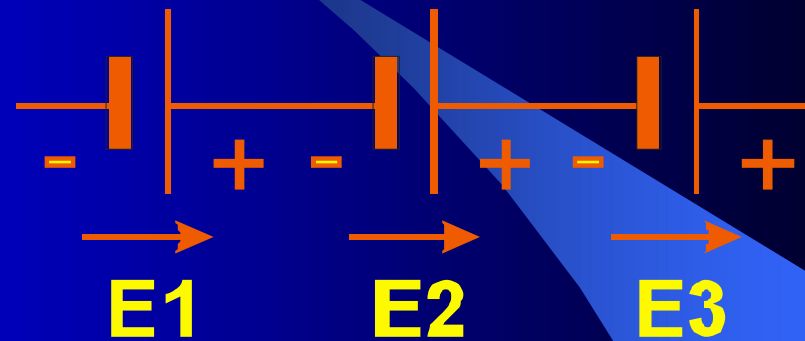
- Numa malha a soma das forças electromotrizes é igual a soma das tensões.

- $E = U_1 + U_2$
- $0 = U_3 - U_2$



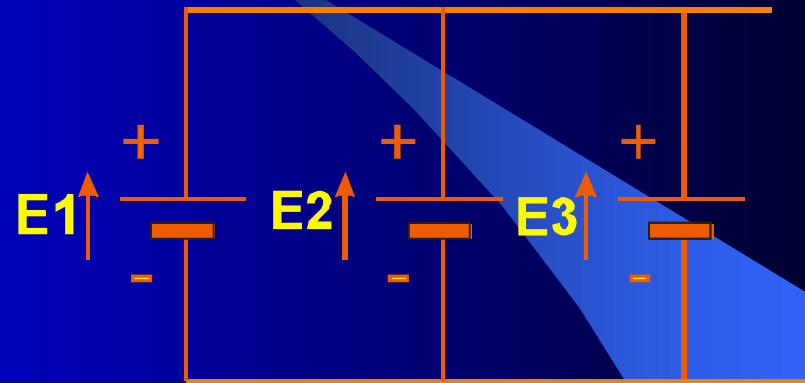
2.8 Associação de Geradores

- Associação série.
- E = força electromotriz do agrupamento
- $E = E_1 + E_2 + E_3$
- $I_{\max} = I$ do gerador de menor intensidade nominal



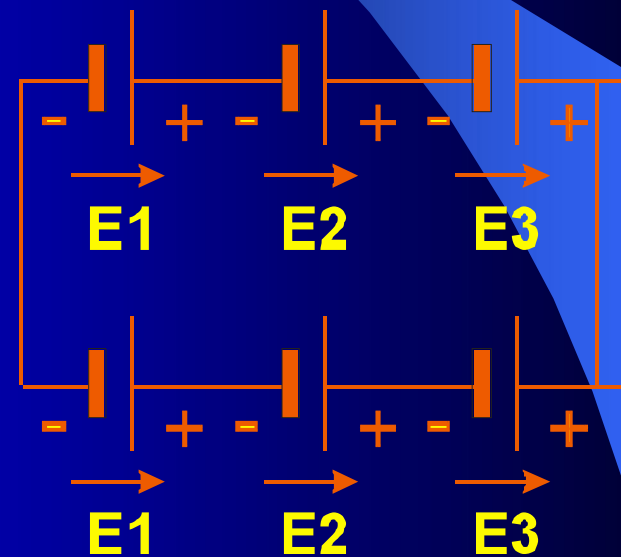
2.8 Associação de Geradores

- Associação paralelo
- E = força electromotriz do agrupamento
- $E = E_1 = E_2 = E_3$
- As f.e.m. de todos os geradores terão de ser iguais
- $I_{\text{max}} =$ soma das intensidades nominais de todos os geradores



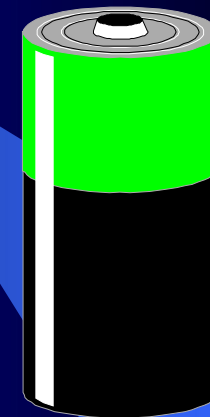
2.8 Associação de Geradores

- Associação mista
- E = força electromotriz do agrupamento
- $E = E_1 + E_2 + E_3$
- $I_{\max} = 2 \times I$ do gerador de menor intensidade nominal
- Associação usada para se obterem simultaneamente maiores Valores de E e de I



2.8 Baterias

- Bateria é uma Associação de Pilhas ou Acumuladores
- Capacidade de uma bateria mede a possibilidade que ela tem de fornecer determinada corrente eléctrica durante um certo tempo.
- Representa-se pela letra Q e mede-se em Amperes-hora (Ah)
- $Q = I \times t$
- Exemplo: Uma bateria com a capacidade de 40 Ah pode fornecer uma Intensidade de corrente permanente de descarga de 8A durante....
- $t = 5h$



2.9 Acumuladores

- São geradores electroquímicos
- En (valores normalizados)=6,12,24 V
- As baterias ácidas são constituídas por agrupamentos de elementos cuja $E=2V$
- A deterioração desta bateria é originada em geral pela sulfatação das placas devido a:
 - Descarga além 1,8 V
 - Longo período de inactividade
 - Cargas e descargas muito espaçadas
 - Placas em contacto com o ar
 - Electrólito muito frio

2 Exercícios

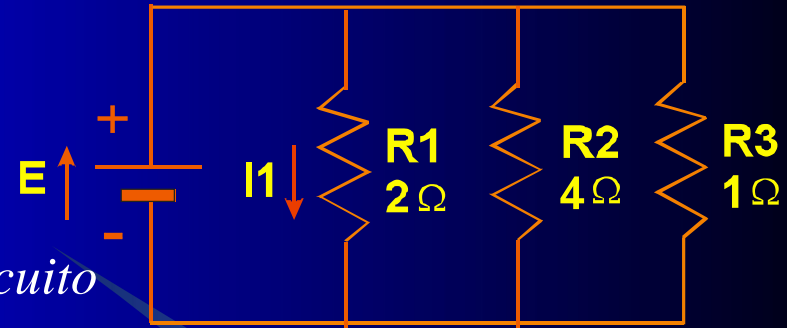
- “A Intensidade de corrente que flui num circuito é directamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência eléctrica”. Esta definição é a lei de:
 - Newton
 - Ohm
 - Coulomb
 - Lenz
- Como se deve ligar um voltímetro num circuito eléctrico:
 - Indiscriminadamente
 - série
 - paralelo
 - Série-paralelo



2 Exercícios

- *Num circuito resistivo de $120\ \Omega$ circula uma corrente de $0,15\text{A}$, quando alimentado por uma tensão de 18V . Se subirmos a tensão para o dobro a intensidade de corrente*
 - ☐
 - ☐
 - ☒
 - ☐
- *Se duas resistências de igual valor estão associadas em paralelo, a resistência total será:*
 - ☐
 - ☐
 - ☐
 - ☒

2 Exercícios



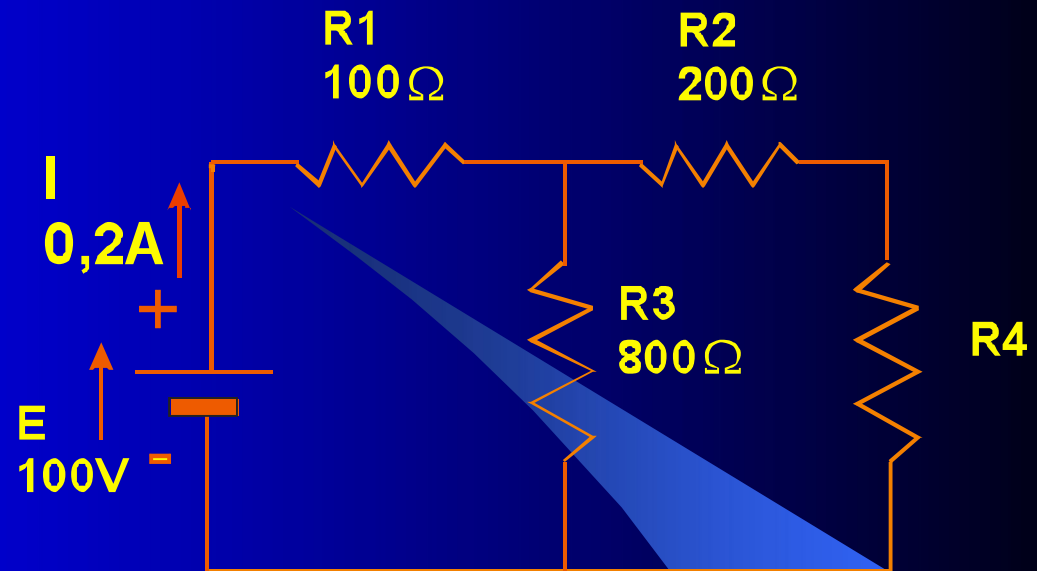
- Qual das afirmações relativas a este circuito são verdadeiras:
 - A corrente é igual em todas as resistências
 - A corrente de R_2 é maior que a de R_3
 - A tensão é a mesma em todas as resistências
 - A tensão em R_2 é maior que em R_1
-
- A resistência equivalente a uma associação de 10 resistências, de $100\ \Omega$ cada, em paralelo, será:
 - $1\ \Omega$
 - $25\ \Omega$
 - $12,5\ \Omega$
 - $10\ \Omega$



2 Exercícios

- *O Valor de R_4 é:*

- $600\ \Omega$
- $200\ \Omega$
- $150\ \Omega$
- $300\ \Omega$



- *Uma associação de n pilhas em que a intensidade de corrente de cada uma delas é $1/n$ da corrente total, diz-se associação em:*

- Série
- Paralelo
- Tensão
- Mista



2 Exercícios

- *Uma bateria de acumuladores com a capacidade de 60Ah pode fornecer uma corrente permanente de descarga de 12A durante:*

- 10h
- 5h
- 8h
- 3h

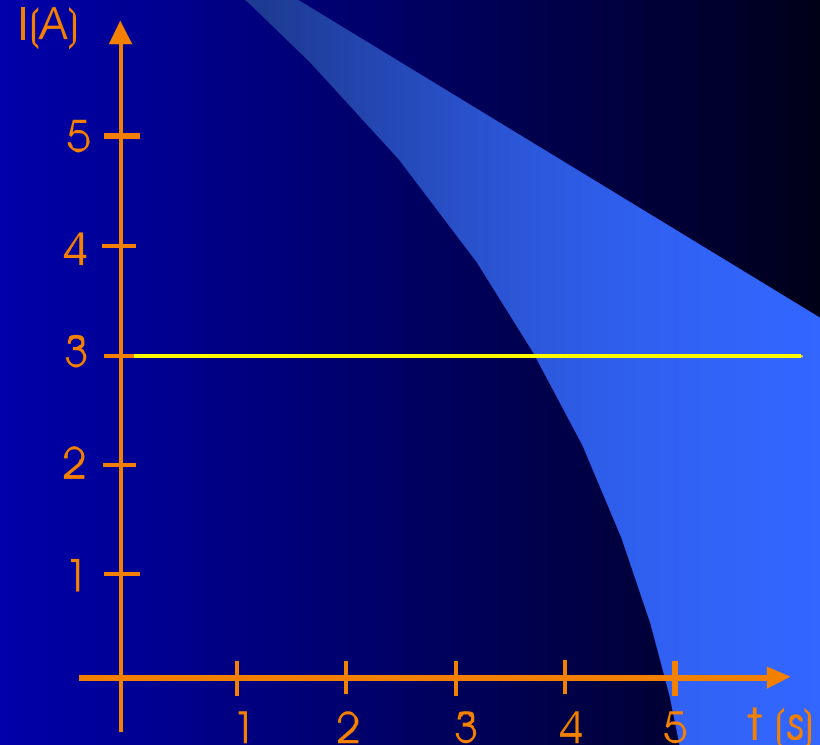


- *Um acumulador de chumbo sulfata-se:*
- Se for carregado com corrente superior à nominal
- Se estiver descarregado durante muito tempo
- Se a temperatura for elevada
- Por todas as razões indicadas



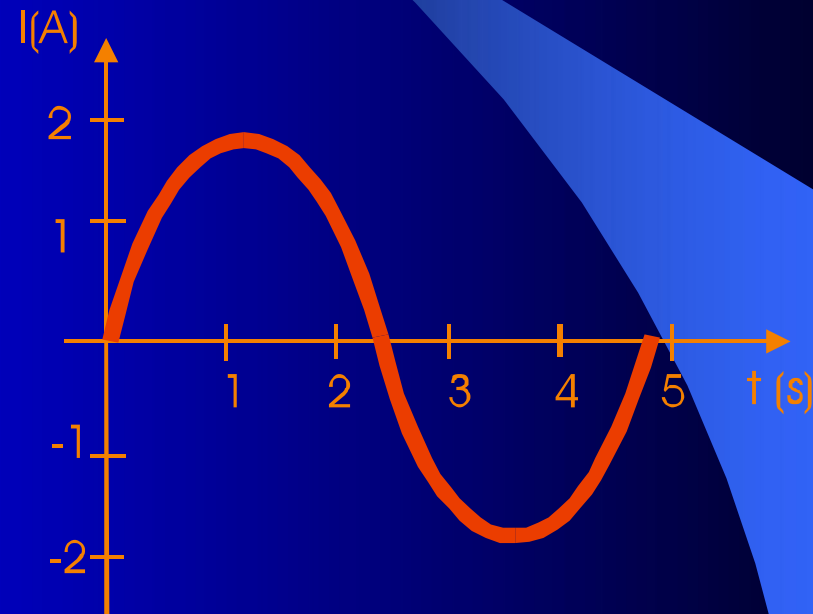
3.1 Corrente contínua e corrente alternada

- *A corrente contínua* flui sempre no mesmo sentido
- Do gráfico conclui-se que $I=3\text{A}$
- *Neste caso a corrente é contínua e é constante*
- Não há alteração de polaridades



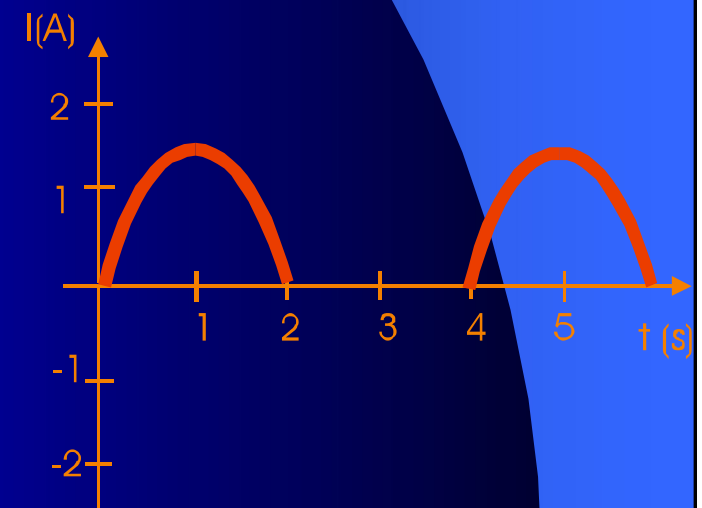
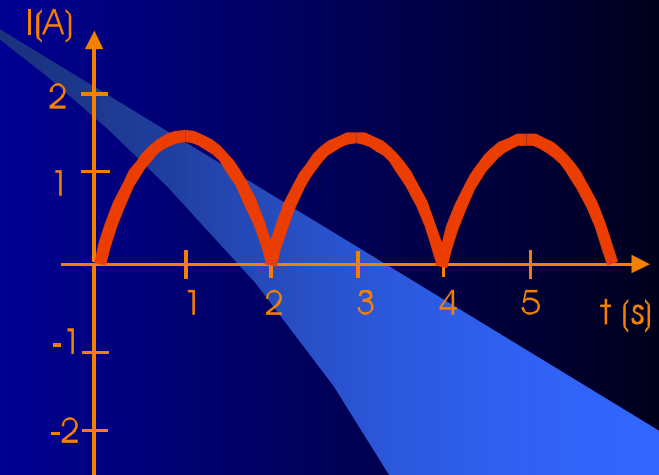
3.1 Corrente contínua e corrente alternada

- *Corrente alternada* sinusoidal
- A corrente flui alternadamente nos dois sentidos
- A valor da intensidade da corrente tem uma variação da forma sinusoidal com o tempo
- *A variação da tensão tem uma evolução análoga.*



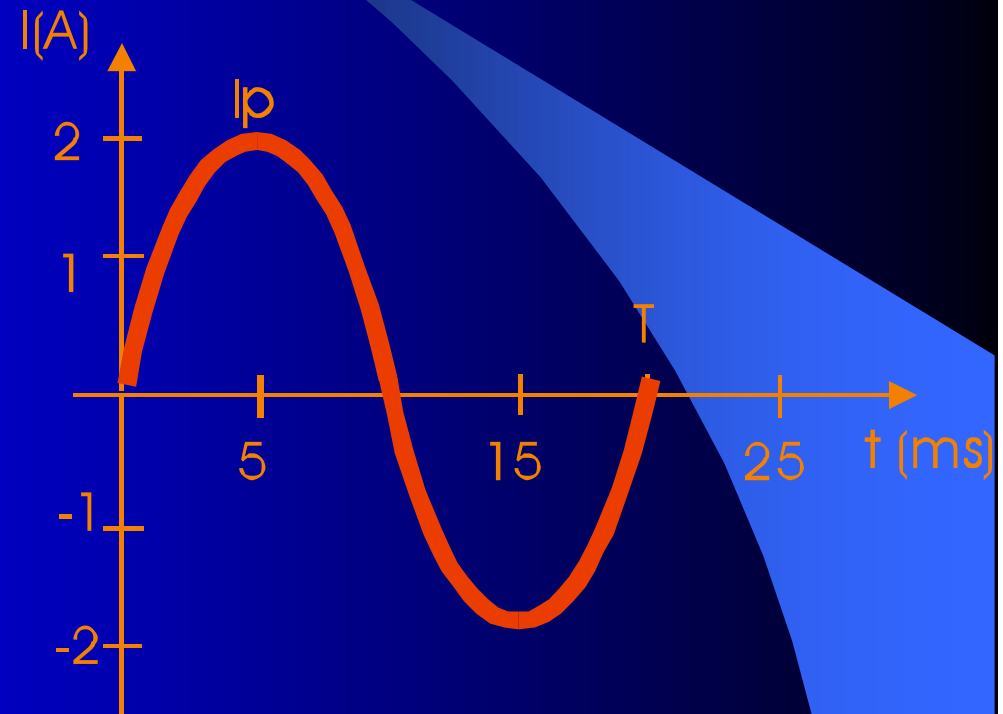
3.1 Corrente contínua e corrente alternada

- *Corrente rectificada*
- Onda completa
- A corrente flui num só sentido
- O valor da Intensidade tem uma variação sinusoidal
- Meia onda



3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

- *Valor máximo,*
- Amplitude ou valor de pico é o valor máximo instantâneo atingido pela corrente.(ou tensão)
- $I_p = I_{max} = 2A$
- *Valor médio*
É o valor duma corrente contínua que em iguais circunstâncias transporta a mesma quantidade de cargas eléctricas.
- $I_{med} = 2/\pi \times I_{max}$
 $I_{med} = 0,637 \times I_{max}$
 $I_{med} = 1,27A$



3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

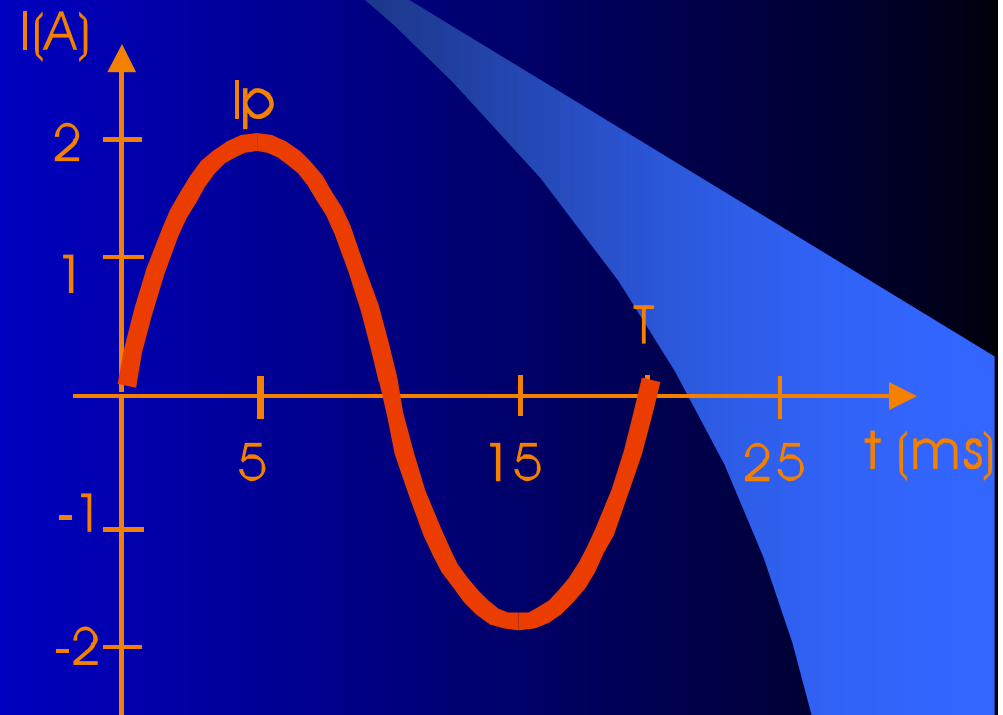
- *Valor eficaz* ou RMS.

Intensidade de corrente eficaz é o valor duma corrente contínua que em iguais circunstâncias liberta a mesma quantidade de calor

- $I_{ef} = I_{max}/\sqrt{2}$
- $I_{ef} = 0,707 \times I_{max} = 1,41A$

- *Valor pico pico*

- $I_{pp} = 2 \times I_{max} = 4A$



3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

- *Período*

Mede o tempo de duração de um ciclo

Representa-se por T e mede-se em s

- $T = 20 \text{ ms} = 20 \times 10^{-3} \text{ s}$

- *Frequência*

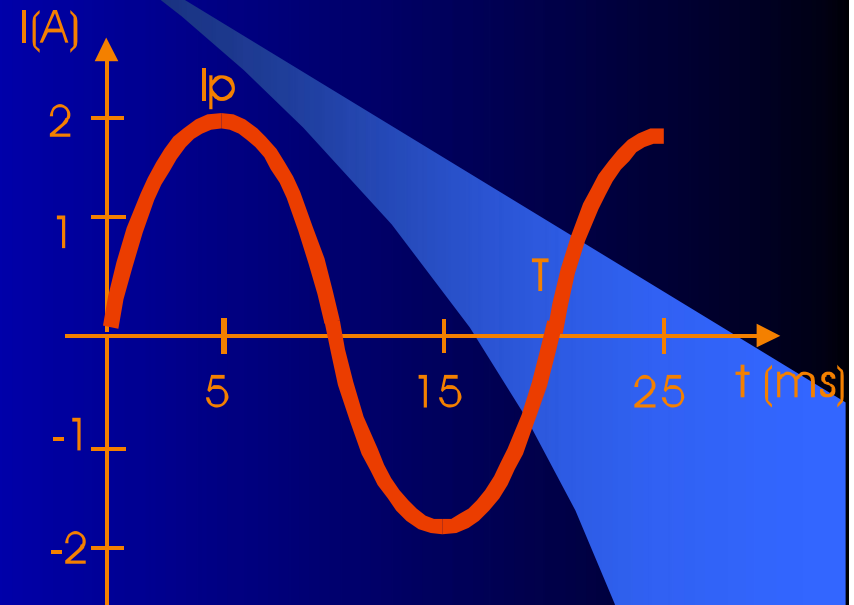
- Mede o número de ciclos que se repetem em cada segundo

- Representa-se por f e mede-se em hertz (Hz)

- $f = 1 / T$

- $f = 1 / (20 \times 10^{-3} \text{ s})$

- $f = 50 \text{ Hz}$

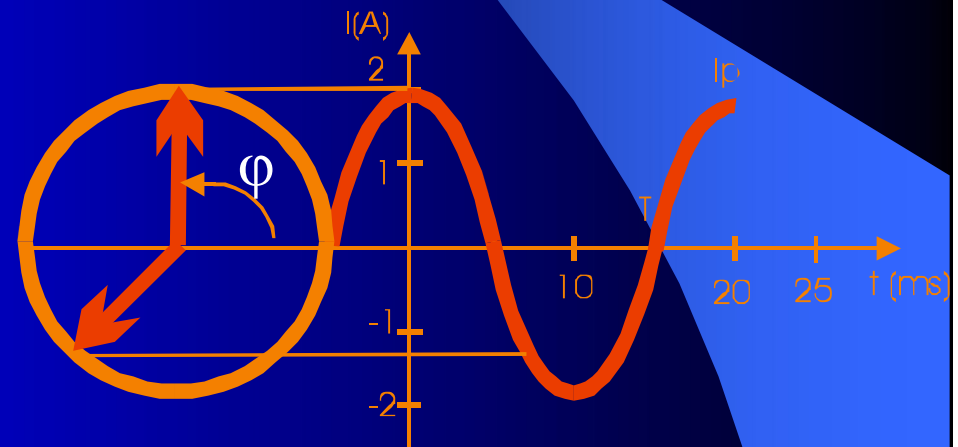


3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

- Representação vectorial
- Estas grandezas também podem ser representadas por um vector girando a velocidade $\omega = 2.\pi.f$
- Ou $\omega = 2.\pi/T$
- Comprimento de onda: λ
- $\lambda = V/f$

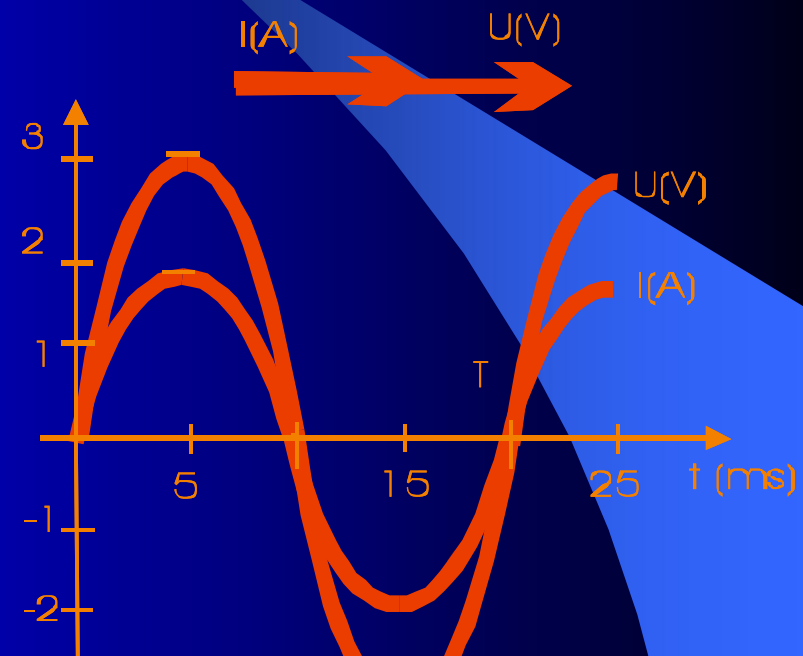
V- velocidade de propagação da onda

Ondas electromagnéticas $V=C=300.000\text{Km/s}$



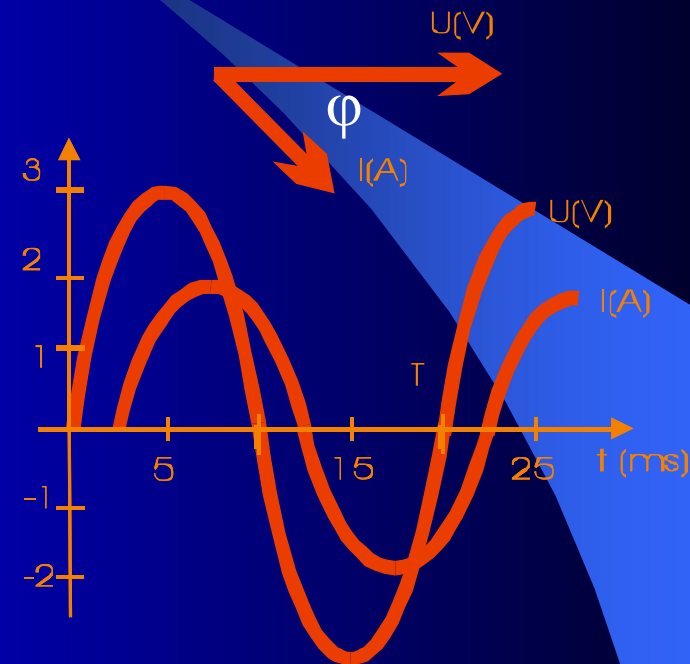
3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

- *Fase*
- duas grandezas estão em fase quando passam simultaneamente pelo valor zero bem como pelos seus valores máximos positivos e negativos: $\varphi = 0^\circ$
- I e U estão em fase
- O *circuito é resistivo*



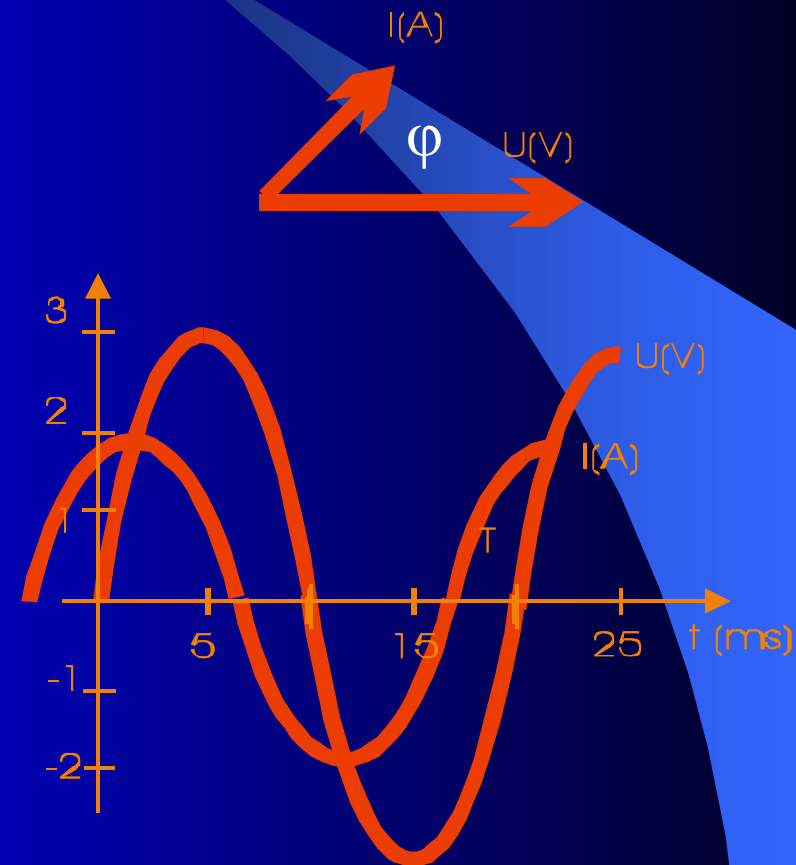
3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

- Desfasamento
- A tensão atinge primeiro o valor máximo: $\varphi < 0^\circ$
- I está em atraso de fase relativamente à tensão
- O *circuito é indutivo*



3.2 Características das grandezas eléctricas alternadas sinusoidais

- Desfasamento2
- A corrente atinge primeiro o valor máximo: $\varphi > 0^\circ$
- I está em avanço de fase relativamente à tensão
- O *circuito é capacitivo*



3 Exercícios

- *O Valor RMS duma tensão sinusoidal é de 100V. O valor máximo desta tensão é aproximadamente:*

- 110V
- 141V
- 163V
- 200V



- *Analisando-se uma onda sinusoidal conclui-se que:*

- A tensão eficaz é maior que a tensão média
- A tensão eficaz é maior que a tensão de pico
- A tensão média é maior que a tensão de pico
- A tensão máxima é maior que a tensão de pico-pico



3 Exercícios

• *Qual é o valor da frequência de uma corrente contínua:*

- 10Hz
- 50Hz
- 0Hz
- 100Hz



• *Qual será o desfasamento entre duas grandezas alternadas para que o máximo positivo de uma corresponda ao máximo negativo da outra:*

- 0°
- 90°
- 270°
- 180°



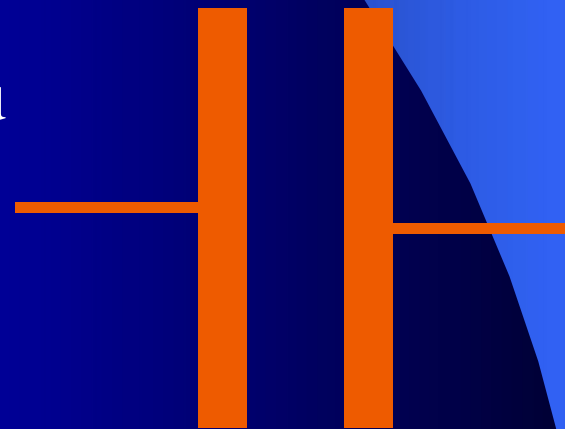
3 Exercícios

- *A intensidade de corrente AC medida por um amperímetro é o respectivo valor:*
 - ☐
 - ☐
 - ☒ V
 - ☐
- *Um emissor funciona na frequência fundamental de 3.750KHz. Qual é o comprimento de onda correspondente:*
 - ☐
 - ☐
 - ☒ V
 - ☐

4.1 Condensador e capacidade

- *Condensador* é constituído por um conjunto de 2 placas condutoras (armaduras) separadas por um isolante (dielétrico)
- *Capacidade* mede a maior ou menor disponibilidade de um condensador armazenar energia eléctrica.
- Representa-se pela letra C e mede-se em Farads (F)

$$C = Q/U$$



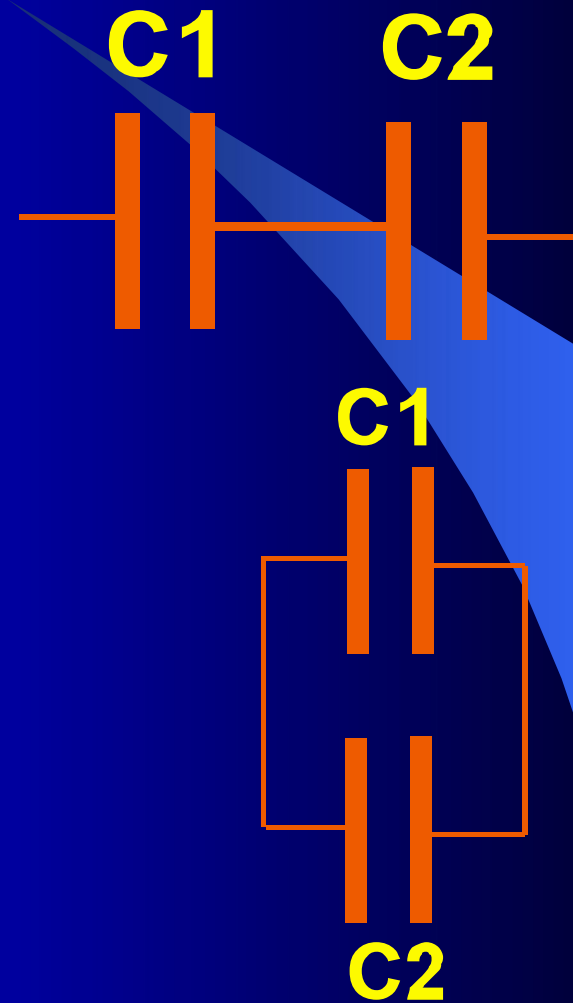
4.1 Condensador e capacidade

- Capacidade de um condensador plano: $C = \epsilon * A/e$
- A- Área activa de cada placa (m^2)
- e- Espessura do dieléctrico (m)
- ϵ — constante dieléctrica do meio (F/m)
- Farad é uma unidade muito grande pelo que na prática se usam os submúltiplos: μF , nF, pF



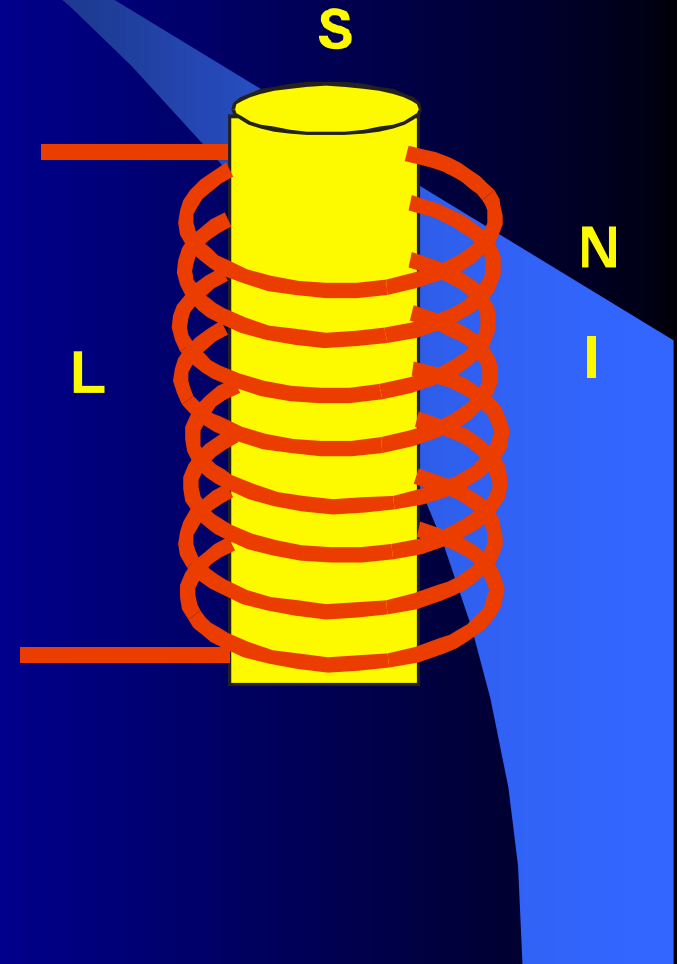
4.2 Associação de condensadores

- Associação de condensadores
- Série
- $C = (C1 \times C2) / (C1 + C2)$
- Paralelo
- $C = C1 + C2$



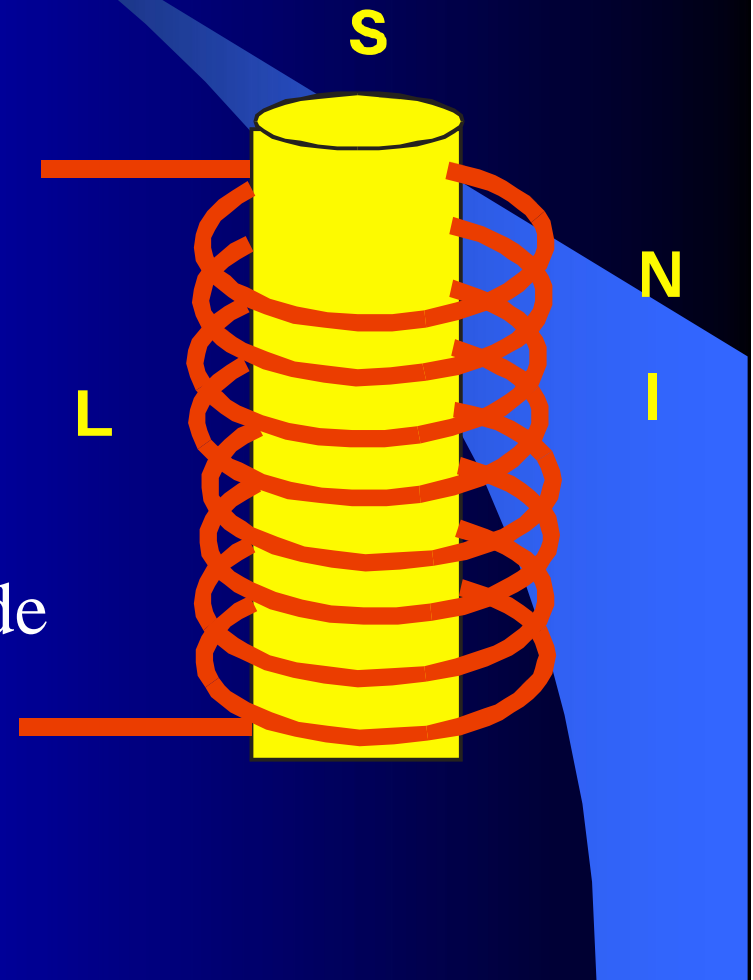
4.3 Bobine e Indutância

- *Bobine* é constituída por um Enrolamento de fio condutor com N espiras, secção S comprimento L e colocada num meio de permeabilidade magnética μ
- A Bobine é caracterizada por um valor de *Indutância* ou coeficiente de auto-indução que traduz o grau de oposição à variação de corrente.
- Representa-se pela letra L e mede-se em Henry (H)



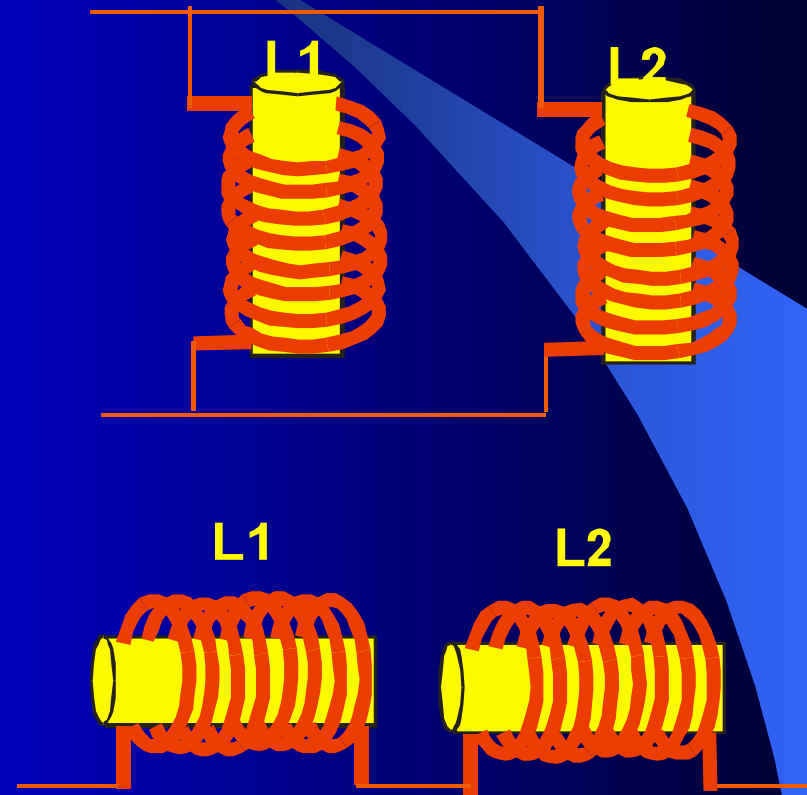
4.3 Bobine e Indutância

- $L = \mu \times N^2 \times S / l$
- N - N° de espiras
- S - Secção transversal (m^2)
- l - Comprimento (m)
- μ - Permeabilidade magnética do meio (H/m)
- L - Indutância (H)
- Henry é uma unidade muito grande pelo que na prática se usam os submúltiplos: μH , mH



4.3 Associação de Bobines

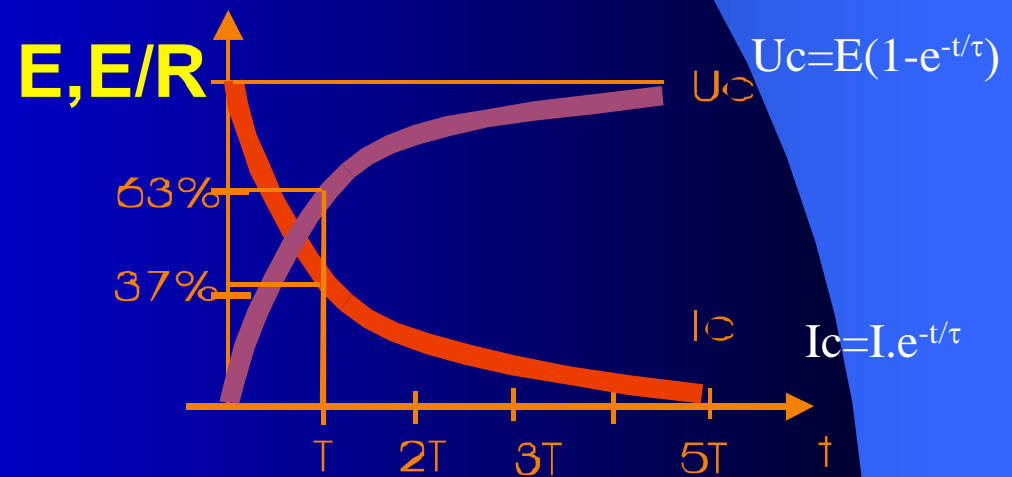
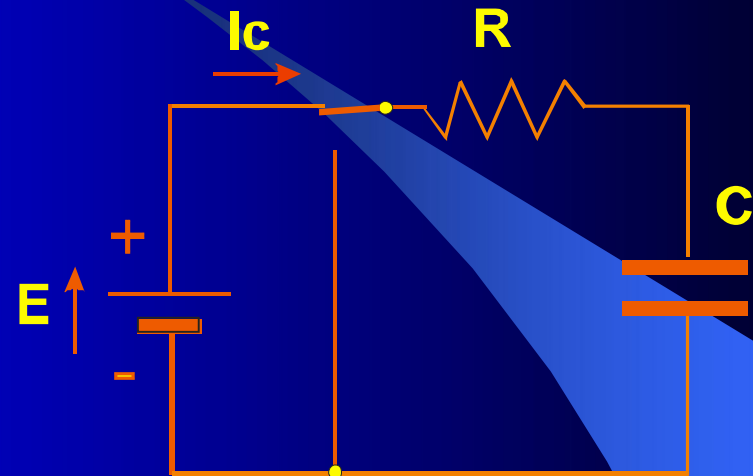
- Paralelo
- $L = (L1 \times L2) / (L1 + L2)$
- Série
- $L = L1 + L2$



4.4 Condensador

RC integrador ou passa baixo

- *Carga do condensador*
- Constante de tempo
- $\tau = R \times C$
- É o tempo que o condensador leva a atingir 63,2% da carga máxima.
- τ (s); $R(\Omega)$; C (F)

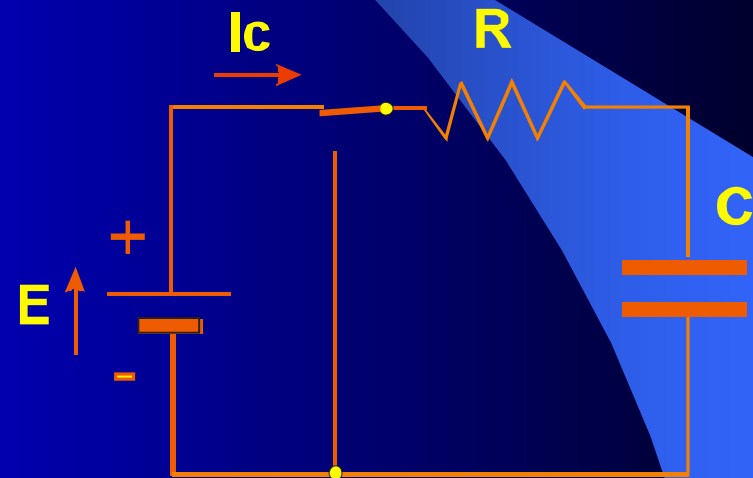


e – n° de Nepper = 2,7183...

4.4 Condensador

RC integrador ou passa baixo

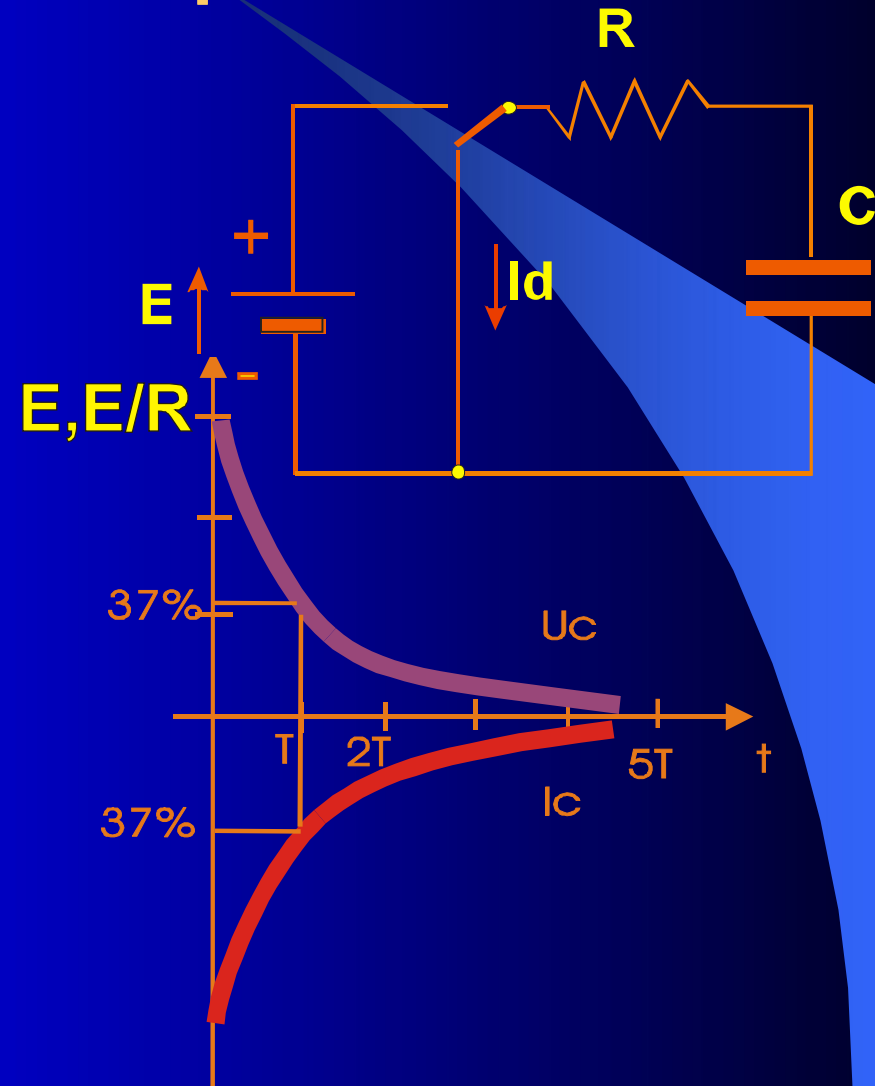
- Ex1: Se $C=4700\ \mu\text{F}$ e $R=10\text{K}\Omega$ calcular τ
- $\tau = R \times C = 10 \times 10^3 \times 4700 \times 10^{-6}$
- $\tau=47\text{s}$
- Ex2: Se $C=1000\ \mu\text{F}$ e $\tau=1\text{s}$ calcular R
- $R = \tau / C = 1 / 1000 \times 10^{-6}$
- $R = 1000\Omega = 1\text{k}\Omega$



4.4 Condensador

RC integrador ou passa baixo

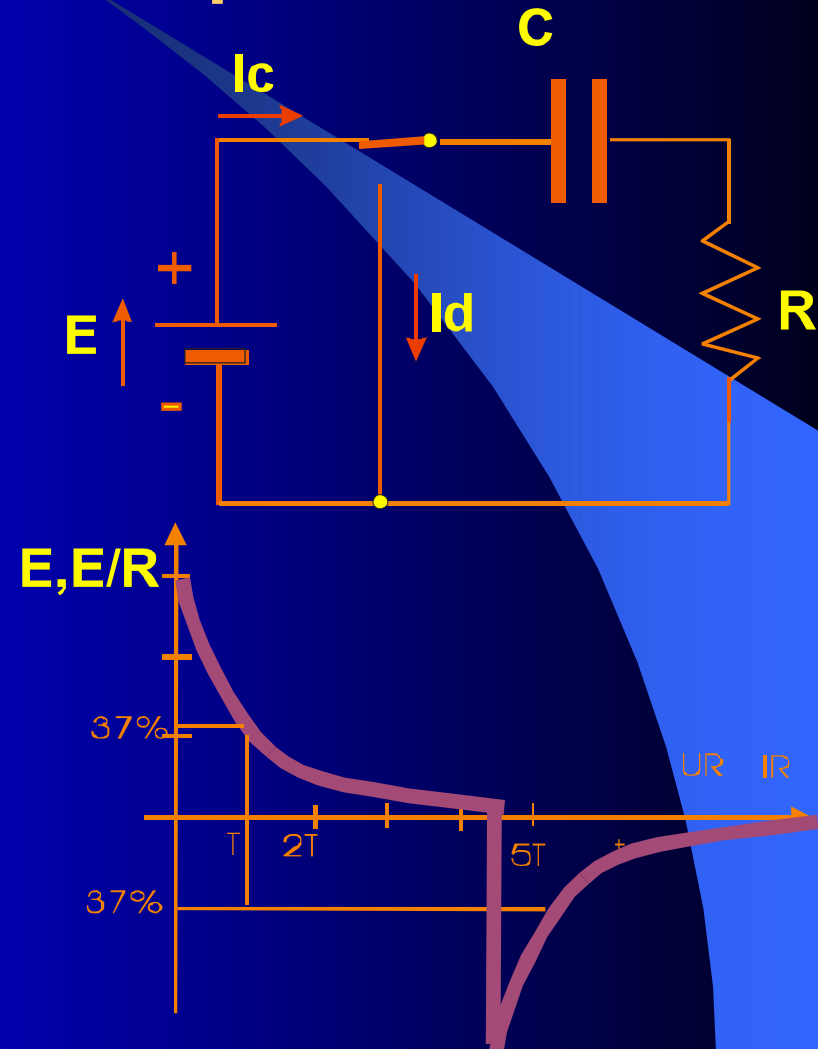
- *Descarga do condensador*
- τ é o tempo que o condensador leva a descarregar 63% da carga máxima, ou seja ficar com 37% dessa carga.



4.4 Condensador

RC diferenciador ou passa alto

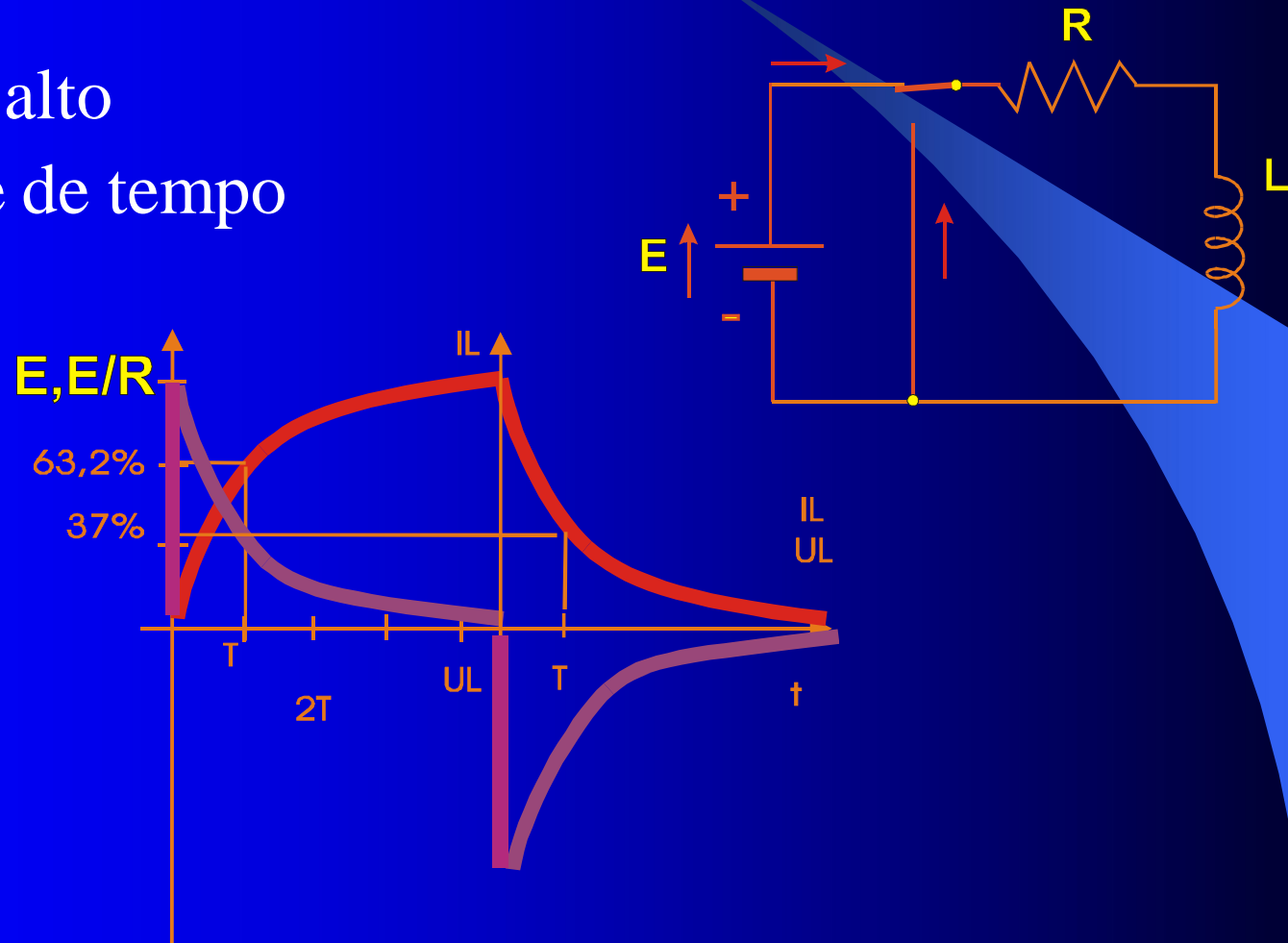
- *Carga e Descarga do condensador*
- No instante inicial o condensador comporta-se como um curto circuito e portanto o valor da tensão de saída é igual a E .
- A Intensidade de corrente e tensão variam de igual modo
- Apenas deixa passar as altas frequências



4.5 Bobine

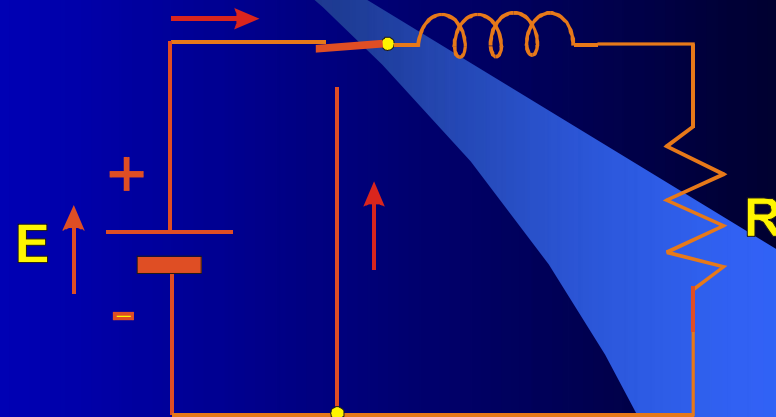
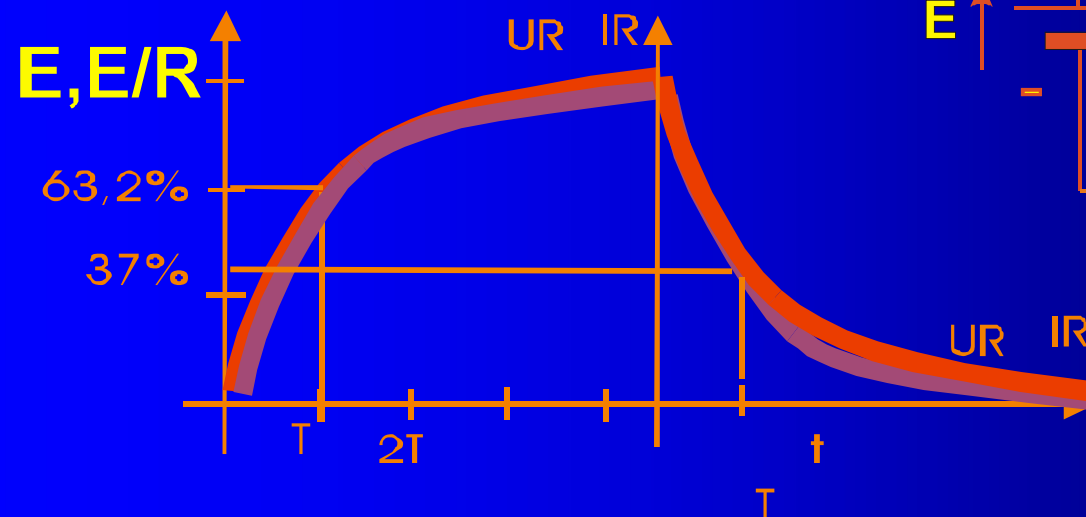
RL: circuito passa alto

- LR Passa alto
- Constante de tempo
- $\tau = L/R$



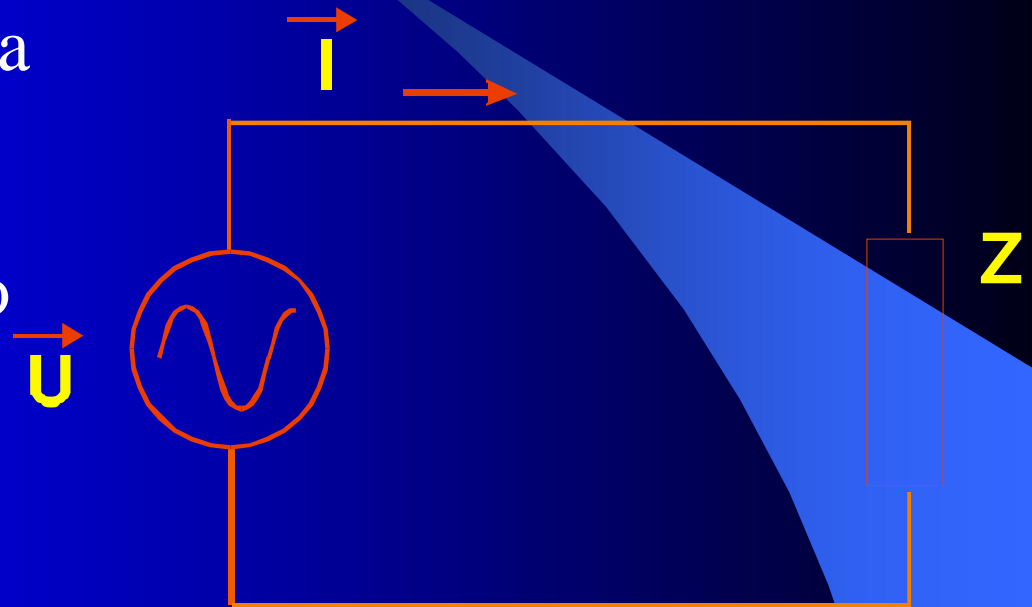
4.5 Bobine Circuito LR

- LR Passa Baixo



5.1 Impedância

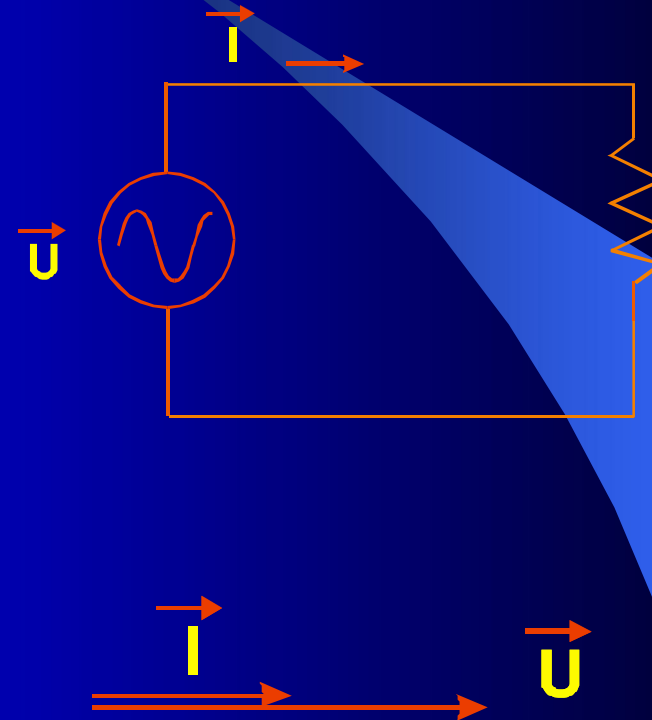
- *Impedância* mede a Oposição oferecida por qualquer elemento do circuito à passagem da corrente alternada.
- Representa-se por Z e mede-se em Ω



5.1 Impedância

Circuito puramente resistivo

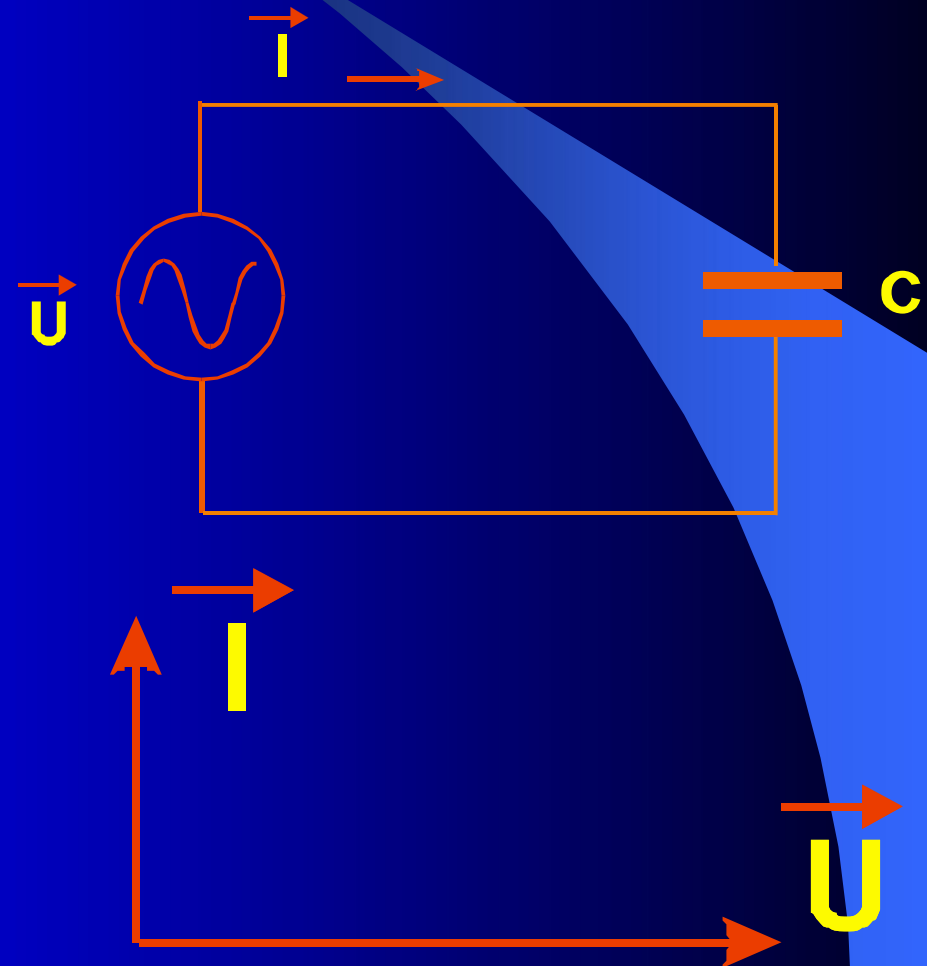
- $Z = R$.
- U e I estão em fase



5.1 Impedância

Circuito puramente capacitivo

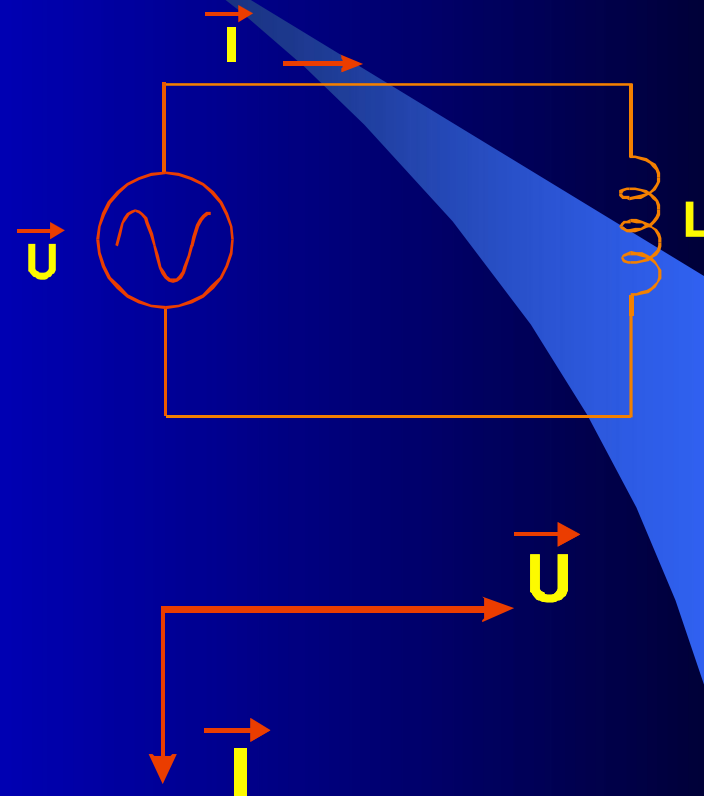
- Reactância Capacitiva X_c
- $X_c = 1 / (2.\pi.f.C)$
- $Z = X_c$
- I está em avanço de fase em relação a U em 90°



5.1 Impedância

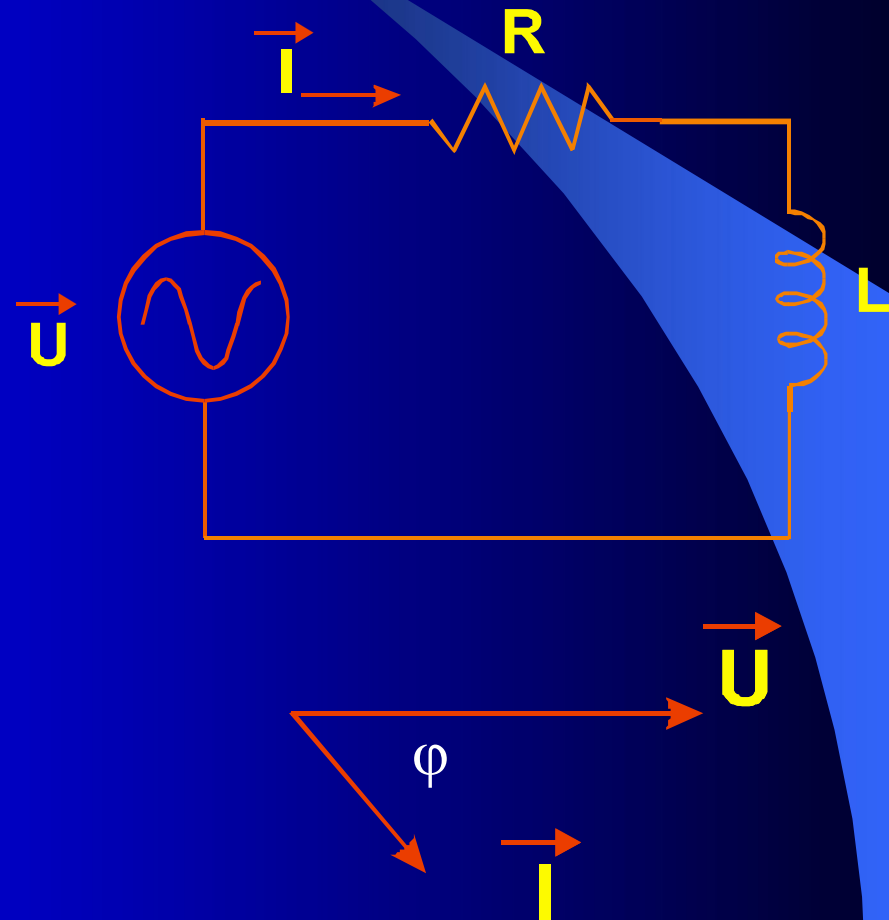
Circuito puramente indutivo

- Reactância indutiva X_L
- $X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$
- $Z = X_L$
- I está em atraso de fase em relação a U em 90°



5.2 Impedância Indutiva

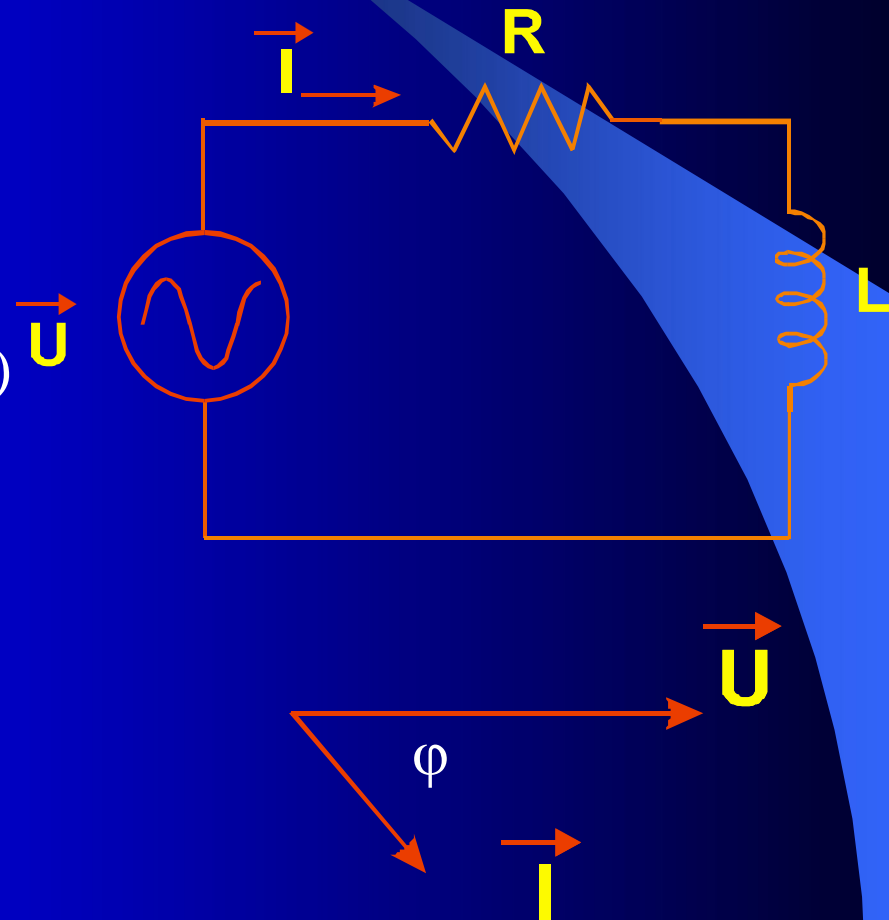
- $Z^2 = R^2 + X_L^2$
- $U = Z \times I$
- $U_R = R \times I$
- $U_{XL} = X_L \times I$
- $\cos\varphi = R/Z = U_R/U$
- I está em atraso de fase em relação a U
 $\varphi < 90^\circ$



5.2 Impedância Indutiva

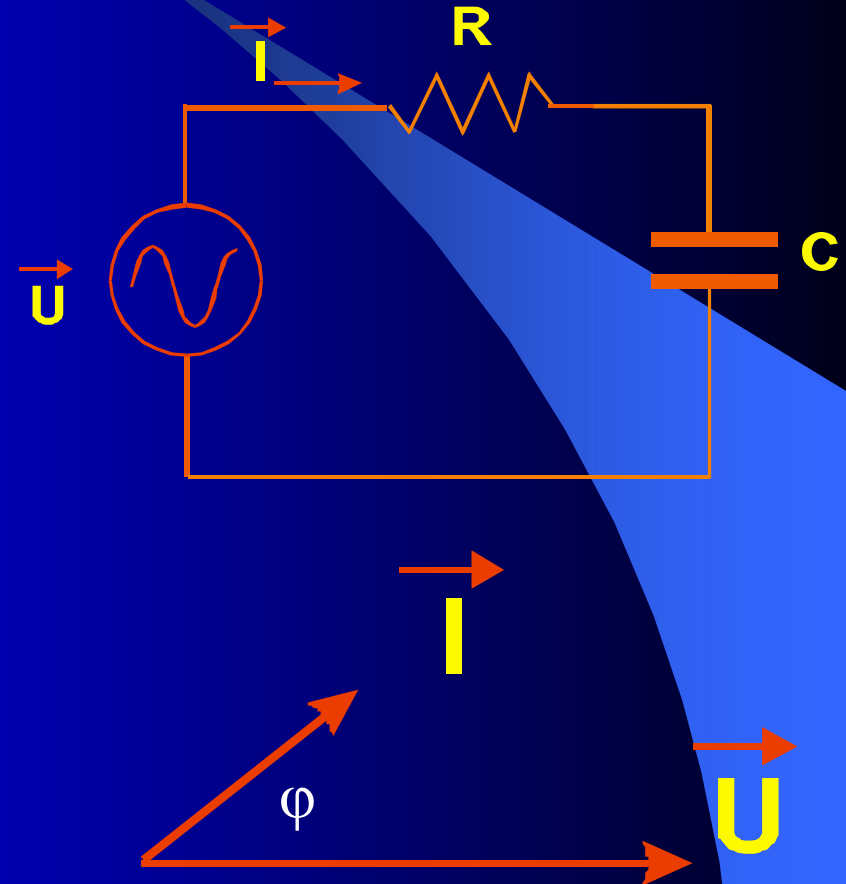
Cálculo de Potências

- *Potência activa*
- $P = U_R \times I = R \times I^2$
- *Potência reactiva*
- $Q = U_{XL} \times I = X_L \times I^2$
- Q (Volt-Ampere reactivo-VAr)
- *Potência Aparente*
- $S = U \times I = Z \times I^2$
- S (volt-ampere (VA))
- $\cos\varphi = P / S$



5.3 Impedância Capacitiva

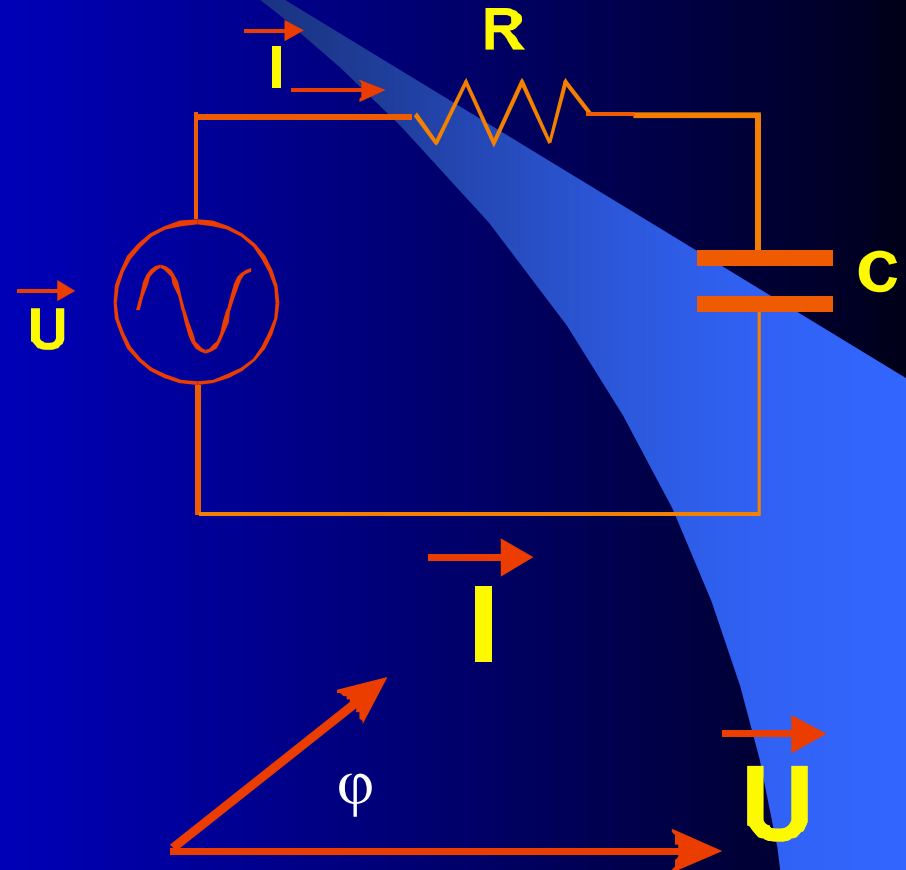
- $Z^2 = R^2 + X_c^2$
- $U = Z \times I$
- $U_R = R \times I$
- $U_{X_c} = Z_c \times I$
- $\cos \varphi = R/Z = U_R/U$
- I está em avanço de fase em relação a U
 $\varphi < 90^\circ$



5.3 Impedância Capacitiva

Cálculo de Potências

- *Potência activa*
- $P = U_R \times I = R \times I^2$
- *Potência reactiva*
- $Q = U_{X_c} \times I = X_c \times I^2$
- Q (Volt-Ampere reactivo-VAr)
- *Potência Aparente*
- $S = U \times I = Z \times I^2$
- S (volt-ampere (VA))
- $\cos\varphi = P / S$



3 Exercícios

- *Num circuito de C.A. RC-série a tensão no condensador em relação à corrente fica:*

- Atrasada 90°
- Atrasada 180°
- Adiantada 90°
- Adiantada 180°

V

- *Num circuito de C.A. RL-série a corrente na bobine em relação à tensão fica:*

Atrasada 180°

Atrasada 90°

Adiantada 180°

Adiantada 90°

V

3 Exercícios

- *A medida do grau de dificuldade que 1 condensador oferece à passagem da corrente alternada denomina-se:*

- Resistência
- Reactância indutiva
- Reactância capacitiva
- Ressonância



- *Um condensador de $2,5\mu F$ é submetido a uma tensão de 5V/60Hz. Qual é o valor da intensidade de corrente que o atravessa:*

2,35 mA

4,71 mA

8 mA

9,4 mA



5.4 Circuito RLC série

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$U = Z \times I$$

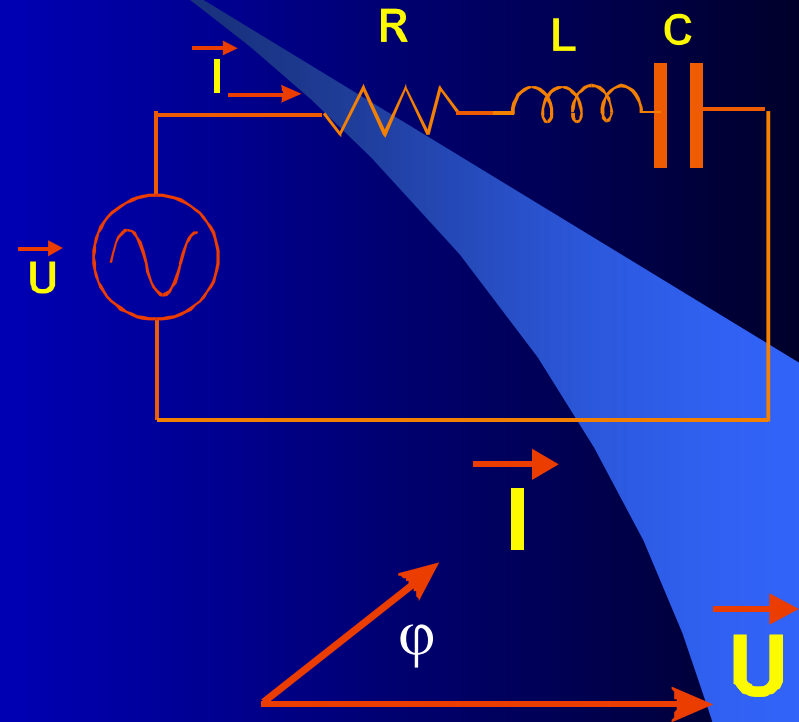
$$U_R = R \times I$$

$$U_{X_C} = Z_C \times I$$

$$U_{X_L} = Z_L \times I$$

$$\cos \varphi = R/Z = U_R/U$$

Se $X_C > X_L$ o circuito é predominantemente capacitivo
I está em avanço de fase em relação a U $\varphi > 0^\circ$



5.4 Circuito RLC série

Se $X_C < X_L$ o circuito é predominantemente Indutivo
I está em atraso de fase em relação a U $\varphi < 0^\circ$

Potência activa

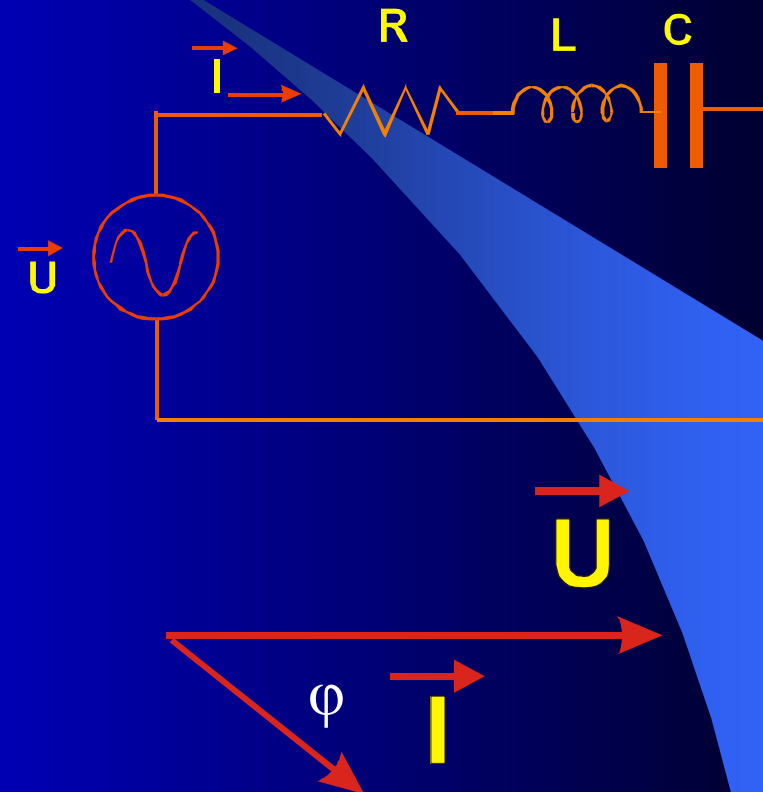
$$P = UI \cos \varphi$$

Potência aparente

$$S = UI$$

Potência Reactiva

$$Q = UI \sin \varphi$$



5.4 Circuito RLC série

$X_L = X_C$ o circuito está em ressonância

$$Z=R$$

f_0 : frequência de ressonância

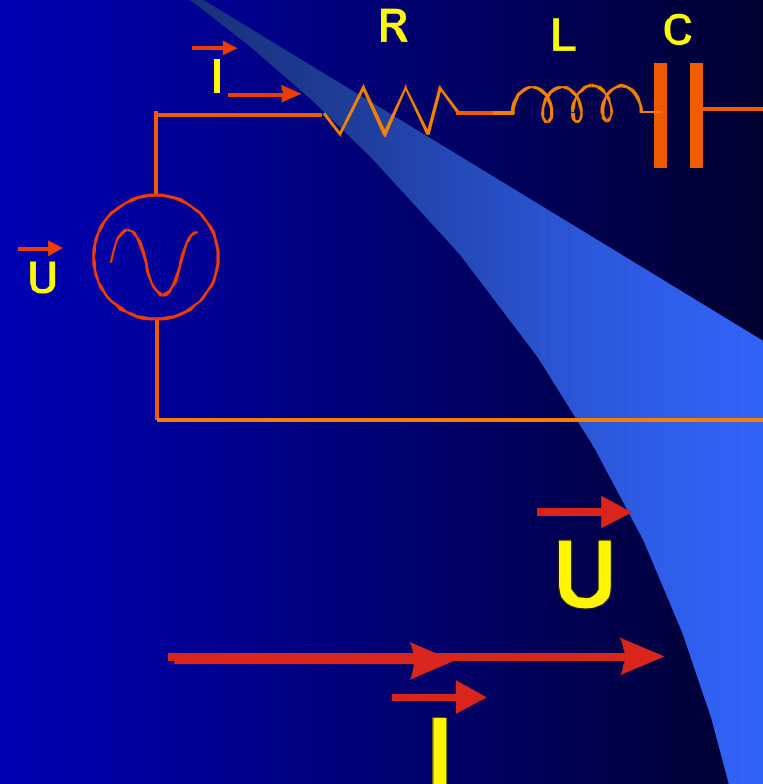
$$f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$

Factor de qualidade ou factor de sobretenção Q :

Relação entre a máxima energia armazenada e dissipada por período

$$Q = X_L/R$$

$$Q_0 = \sqrt{L/C} / R$$



5.4 Circuito RLC série

$X_L = X_C$ o circuito está em ressonância

$$Z=R$$

F_0 : frequência de ressonância

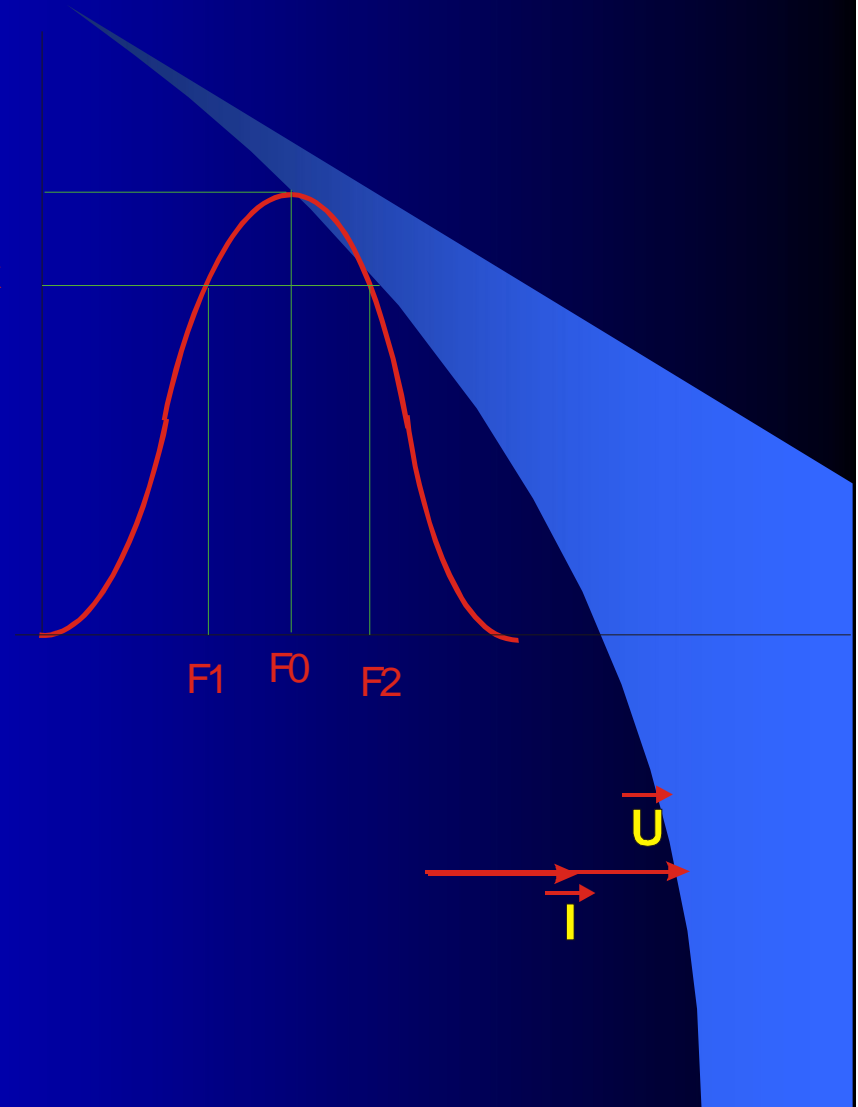
Largura de Banda: B

$$B=f_2-f_1$$

$$B= R/2\pi L$$

$$I_{\max}= U/R$$

$$0,707I_{\max}$$



5.4 Circuito RLC série

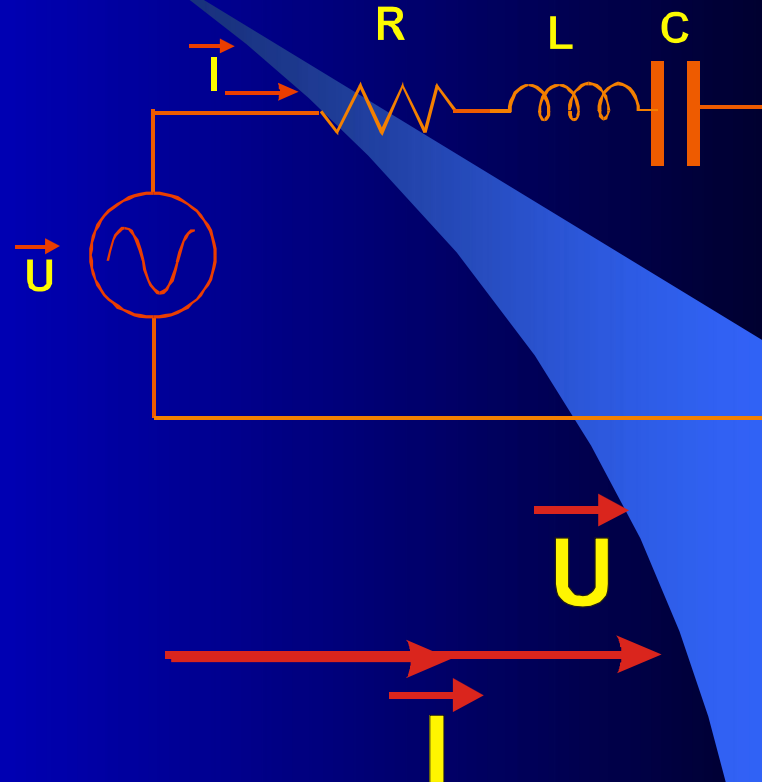
$$X_C = X_L$$

$$f = f_0:$$

$$U = R \cdot I$$

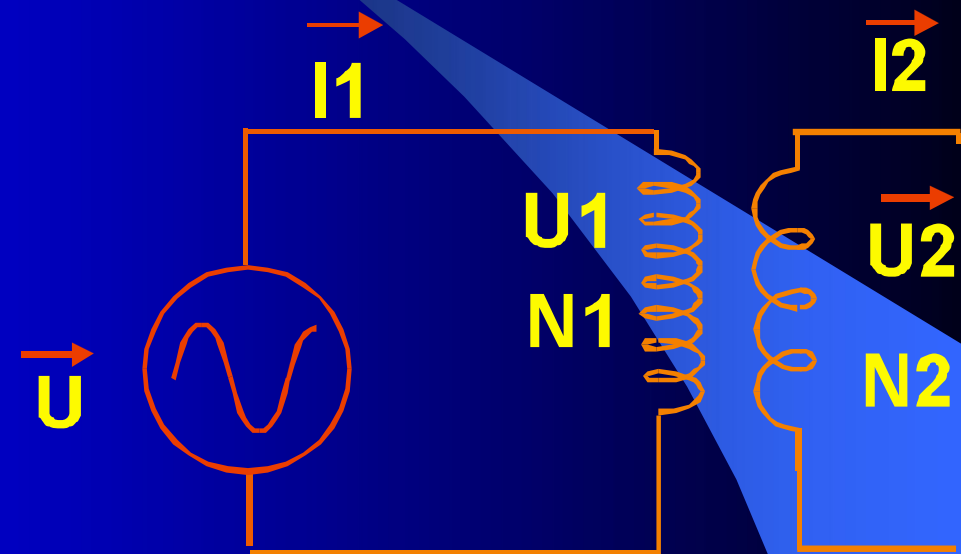
$$U_L = U_C = Q_0 \cdot U$$

$$U_L = X_L \cdot I = X_L \cdot U / R = Q_0 \cdot U$$



6. Transformador

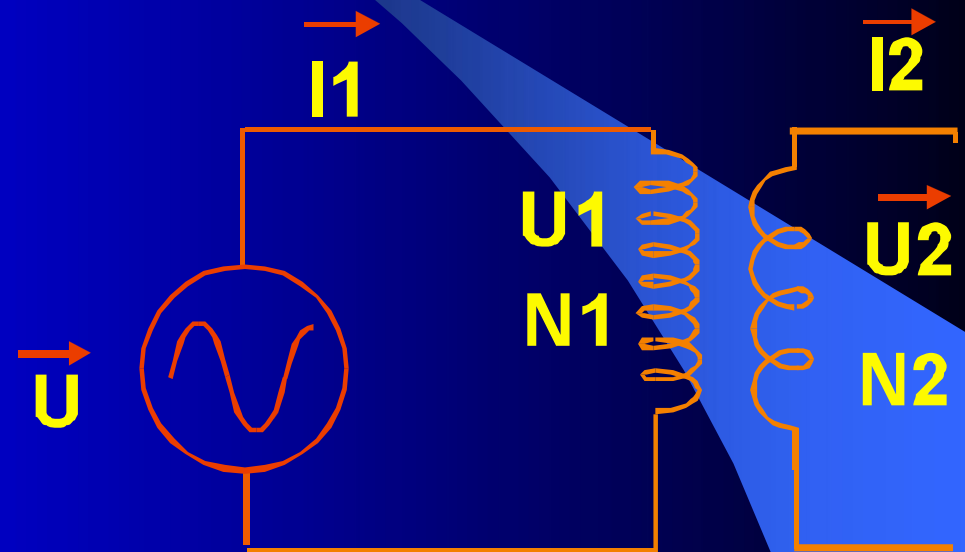
- Máquina eléctrica estática constituída por um *núcleo* de chapas de ferro em volta do qual existem 2 enrolamentos diferentes de fio condutor: o enrolamento do *primário* e o enrolamento do *secundário*.



6. Transformador

Relação de transformação

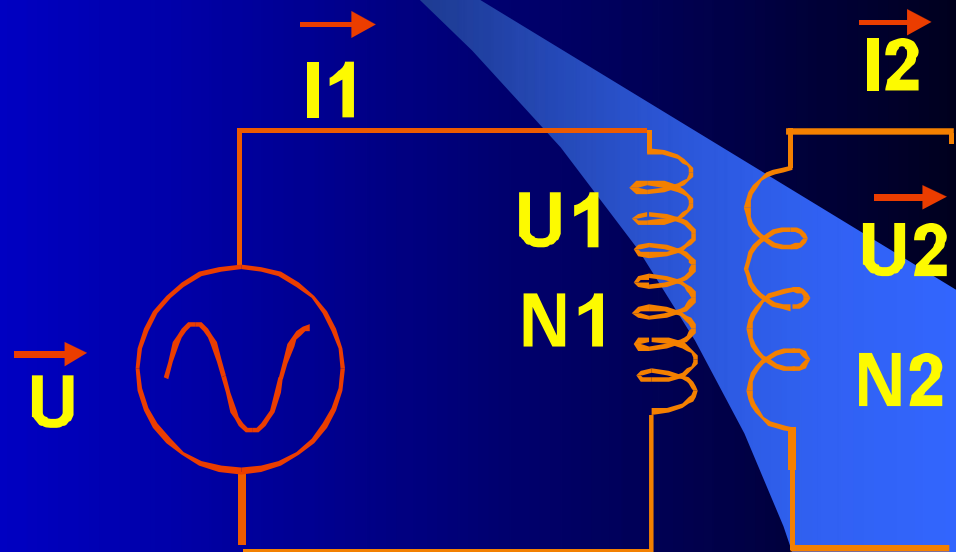
- $R_t = U_1/U_2 = N_1/N_2$
- U_1 - tensão no primário
- U_2 - tensão no secundário
- N_1 -nº espiras do primário
- N_2 -nº espiras do secundário



6. Transformador

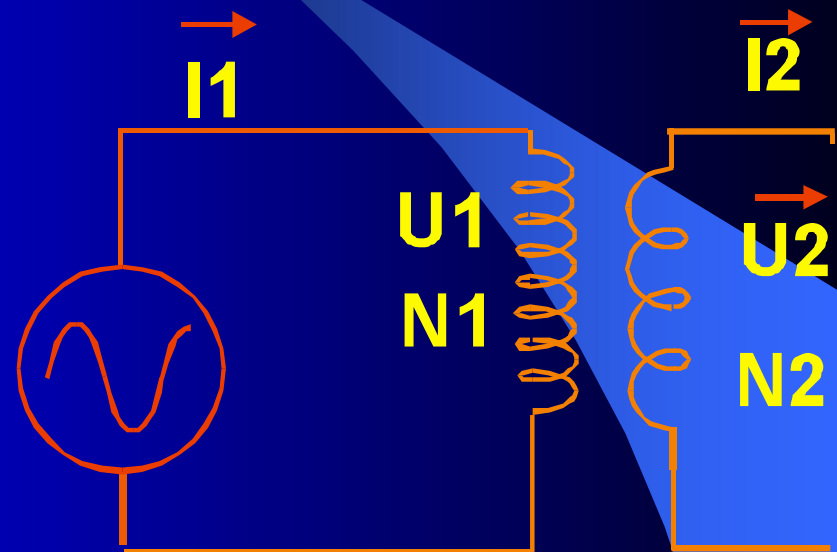
Relação entre correntes e tensões

- $S_1 = S_2$
- $U_1 \times I_1 \approx U_2 \times I_2$
- $I_2/I_1 = N_1/N_2$
- S1- Potência ap. no primário
- S2- Potência ap. no secundário
- I1- Intensidade no primário
- I2- Intensidade no secundário



6. Transformador Características

- É uma máquina reversível
- Transformador abaixador: $N1 > N2$
- Transformador elevador: $N1 < N2$
- Grandezas nominais características: S_n , U_{1n} , U_{2n} , I_{1n} , I_{2n} , e f



Bibliografia

- Pereira, A. Silva e outros. *Electricidade 10º ano -Curso Tecnológico Electrotecnia e Electrónica*. Porto Editora
- Matias, José Vagos. *Electrotecnia 9º ano*. Didáctica Editora.
- www.rep.pt
- www.radioamadores.net
- www.anacom.pt

Apresentação elaborada para sessão de formação sobre radioamadorismo em 17 Março
2008 – Joaquim Matos