

**Uniube**

UNIUBE – CAMPUS VIA CENTRO – Uberlândia/MG

Cursos de Engenharia Elétrica

Disciplina: Materiais Elétricos

## Aula 4 Dielétricos

Revisão 1, de 22/04/2024

Prof. João Paulo Seno

[joao.seno@uniube.br](mailto:joao.seno@uniube.br)

1

**Uniube**

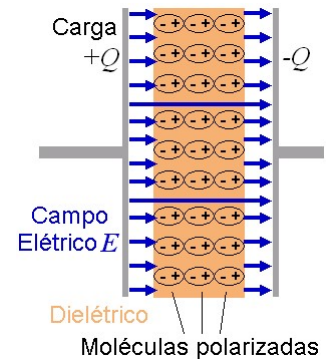
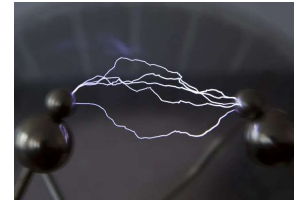
## Referência para esta aula

- Capítulo 4, “Dielétricos”, páginas 65 a 74, do livro ROCHA, M.F. et al. Materiais Elétricos. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Disponível na Biblioteca A, acessível via AVA.

2

## Introdução

- Dielétrico é o nome dado aos materiais que têm propriedades isolantes (então, pode-se dizer que são materiais isolantes);
- Geralmente são meios que dificultam a formação de correntes elétricas;
- A polarização de suas partículas elementares é uma propriedade fundamental de todos os dielétricos;
- Os dielétricos polarizam-se quando sujeitos a um campo elétrico externo, essa propriedade permite a esses materiais diversas aplicações tecnológicas nas áreas de eletrônica, óptica, biofísica etc.



3

## Introdução

- Os dielétricos ou materiais isolantes se caracterizam por oferecer uma considerável resistência à passagem da corrente elétrica quando comparados a um material condutor.
- Outra definição considera como dielétrico todo material isolante na presença de um campo elétrico.
- A propriedade de polarização de suas moléculas, como foi dito, torna alguns materiais especialmente úteis para a utilização em componentes ou dispositivos, como os capacitores.

4

## Os dielétricos e os capacitores

- Para que são utilizados nos capacitores?
  - Manter as duas placas separadas por uma pequena distância;
  - Para tornar possível aumentar a diferença de potencial máxima entre as duas placas;
  - Para aumentar a capacitância do capacitor;
- Propriedades comuns aos materiais dielétricos:
  - Constante dielétrica;
  - Rigidez dielétrica;
  - Fator de perda.

5

## Tipos de capacitores, de acordo com o dielétrico utilizado



Mica



Cerâmicos



Eletrolíticos



Papel



Poliéster



Capacitor variável



Ar (variáveis)

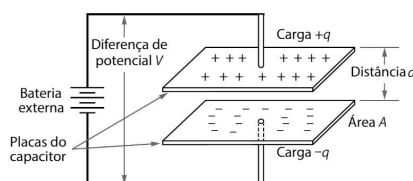


Óleo

6

## Constante dielétrica

- Veja a figura abaixo, que apresenta o diagrama esquemático de um capacitor de placas paralelas:



- A carga  $q$  é diretamente proporcional à tensão aplicada  $V$ . Tem-se:  $q = C \cdot V$ .
- Onde:  $C$  — é a constante de proporcionalidade denominada capacitância do capacitor, expressa em Farad (F);  
 $q$  — é a carga elétrica das placas, expressa em Coulombs (C);  
 $V$  — é a tensão aplicada às placas, expressa em Volts (V).

7

## Constante dielétrica

- Quanto maior a capacitância, maior a capacidade do dispositivo de armazenar carga. Também, quanto maior a tensão  $V$ , maior a carga armazenada.
- Considerando as características construtivas, se um capacitor de placas paralelas possui as placas com dimensões muito maiores do que a distância que as separa, sua capacitância é dada por:

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

- Onde:  $C$  — Capacitância, expressa em Farad (F);  
 $\epsilon_0$  — Permissividade do vácuo =  $8,854 \times 10^{-12}$ , expressa em Farad por metro (F/m);  
 $A$  — Área das placas, expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);  
 $d$  — Distância entre as placas, expressa em metros (m).

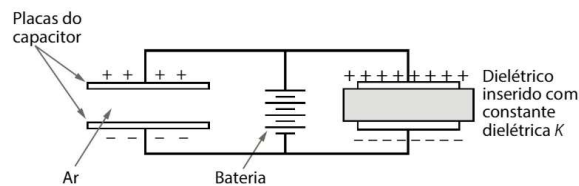
8

## Constante dielétrica

- Agora, finalmente, se inserirmos um dielétrico entre as placas, a capacitância é aumentada de um fator  $k$ , chamado de constante dielétrica do material. Então, teremos:

$$C = k \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

- Com a utilização dos dielétricos, pode-se obter capacitores pequenos, com alto valor de capacitância! De forma ilustrativa, temos:



9

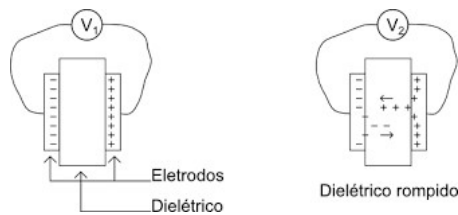
Material	Resistividade volumétrica ( $\Omega \cdot m$ )	Rigidez dielétrica		Constante dielétrica, $k$		Fator de perda	
		V/ mil	kV/ mm	60 Hz	$10^6$ Hz	60 Hz	$10^6$ Hz
Isolantes elétricos de porcelana	$10^1 - 10^3$	55–300	2–12	6	...	0,06	
Isolantes de esteatite	$10^2$	145–280	6–11	6	6	0,008–0,090	0,007–0,025
Isolantes de fosterita	$10^2$	250	9,8	...	6	...	0,001–0,002
Isolantes de alumina	$10^2$	250	9,8	...	9	...	0,0008–0,009
Vidro sodo-cáustico			...	...	7,2	...	0,009
Sílica fundida		8	...	...	3,8	...	0,00004

Fonte: Adaptada de Smith e Hashemi (2012, p. 570).

10

## Rigidez dielétrica

- É a propriedade do material de reter energias à altas voltagens;
- Determina o valor máximo do campo elétrico que o dielétrico consegue suportar, sem que haja ruptura do material isolante;
- É medida em Volts/milímetro ou kVolts/milímetro (veja o quadro mostrado anteriormente);
- Acima da rigidez dielétrica, os elétrons podem atravessar o material!



11

## Fator de perda

- O fator de perda é dado por:

$$\text{Fator de Perda} = k \cdot \tan \delta$$

- Onde: K — constante dielétrica do material (é uma medida adimensional);  
 $\delta$  — ângulo de perda dielétrica expresso em graus (°);
- Diz respeito à um consumo de energia que se apresenta sob a forma de calor, aparece tanto em corrente contínua quanto em corrente alternada, causado pela circulação de uma correntes elétrica transversal, pelo material isolante;
- Perdas dielétricas acima dos suportáveis geram um aquecimento do isolante.

12

## Tipo de dielétrico e utilização

- Dielétricos gasosos

O isolante gasoso de maior uso é sem dúvida o ar. Ele é amplamente utilizado para isolar condutores pelo simples afastamento, o ar ao redor deles se torna um isolante gasoso, por exemplo, nas redes elétricas de transmissão e eventualmente de distribuição, onde os condutores são fixados a certa altura através de cruzetas, ou de braços, os quais, fixos a postes ou torres, são equipados com isoladores (de porcelana, vidro ou resina com borracha).

13

## Tipo de dielétrico e utilização

- Dielétricos líquidos

Segundo Schmidt (2010), os isolantes líquidos atuam geralmente em duas áreas, ou seja, a refrigeração e a isolação. Seu efeito refrigerante é o de retirar o calor gerado internamente no elemento condutor, transferindo-o aos radiadores de calor, mantendo, assim, dentro de níveis admissíveis, o aquecimento do equipamento.

Podemos destacar os óleos como os principais dielétricos líquidos, utilizados para isolamentos e refrigeração de transformadores e cabos elétricos, entre outras utilizações.

14

## Tipo de dielétrico e utilização

- Dielétricos pastosos e ceras

As pastas ou ceras utilizadas eletricamente caracterizam-se por um baixo ponto de fusão, podendo ter uma estrutura cristalina, baixa resistência mecânica e baixa higroscopia. Podemos destacar:

- Parafina: altamente anti-higroscópico ou repelente à água, o que mantém elevada sua rigidez dielétrica e a resistividade superficial e transversal e o recomenda como material de recobrimento de outros isolantes.
- Pasta de silicone: com uma estrutura molecular semelhante à dos óleos de silicone, é usada mais com finalidades lubrificantes do que elétricas, mas quando usada em eletricidade protege as partes nas quais se deve reduzir a oxidação, tal como nas peças de contato, em articulações condutoras.

15

## Tipo de dielétrico e utilização

- Materiais isolantes sólidos

- Mica: a mica isolante é derivada de uma classe de mineral que possui uma estrutura laminada muito fina e facilmente suscetível a rachaduras, os flocos são flexíveis e consistentes e extremamente resistentes ao calor, muito utilizado para o isolamento em resistências de aquecimento de diversos equipamentos elétricos, como exemplo o ferro de passar roupa.
- Papel: desde há muito tempo (1920-1925) o papel representa um material indicado para isolamento elétrico, tendo substituído a proteção de algodão nos enrolamentos dos transformadores. Além de ser um material relativamente barato, sua estrutura permite-lhe ser facilmente impregnado e sua associação com um impregnante bem escolhido confere-lhe ótimas propriedades. O impregnante atualmente associado ao papel é, mais frequentemente, um óleo mineral.


16

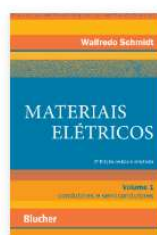


## Tipo de dielétrico e utilização

- Materiais isolantes sólidos (continuação)
  - Fenolite: é formado de conjuntos de lâminas de papel kraft aglutinado com resina fenólica, prensado sob condições específicas de pressão e temperatura e, posteriormente, curado. Possui ótimas qualidades mecânicas e elétricas, além de ser de fácil transformação. É usado em corpos de anéis estáticos, na estrutura de comutadores lineares, em cunhas do núcleo e em alguns calços.

17

Para conhecer mais, visite:  biblioteca virtual



★★★★★ (6)

Materiais elétricos: condutores  
e ...

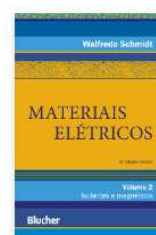
Walfredo Schmidt



★★★★★ (2)

Materiais elétricos: aplicações

Walfredo Schmidt



★★★★★ (7)

Materiais elétricos: isolantes e  
m...

Walfredo Schmidt

18



Fim