

## Campo elétrico em capacitor de placas

### MEDIÇÃO DO CAMPO ELÉTRICO EM UM CAPACITOR DE PLACAS COM O MEDIDOR DE CAMPO E.

- Medida do Campo Elétrico em um capacitor de placas em função da distância das placas.
- Medida do campo elétrico em um capacitor de placas em função da tensão aplicada.

UE3010700

11/16 JöS/UD



Fig. 1: Ordem da medição

### FUNDAMENTOS GERAIS

Com o medidor de campo, os campos elétricos podem ser medidos diretamente: Ante uma placa de indução com quatro setores radiais, rotaciona-se uma placa de mesma forma. Ela desenergiza permanentemente o fluxo elétrico e atrai cargas de indução, que descarregam sobre uma alta resistência ôhmica. Então, os impulsos de tensão gerados serão adicionados a Tensão de saída e retificados, cuja magnitude é proporcional ao campo elétrico  $E$  ativo.

No experimento, a Força elétrica é medida

$$(1) \quad E = \frac{U}{d}$$

em um capacitor de placas com o medidor de campo. Então por um lado, o campo fica dependente a tensão aplicada  $U$  e por outro lado da distância  $d$  das placas.

Pelo uso da equação 1 é pra se considerar, que a placa de indução em oposição aos condensadores plano-paralelos posicionados é deslocada para baixo cerca de 1 mm. Então, a eq. 1 deve ser substituída pela equação

$$(2) \quad E = \frac{U}{d_{\text{eff}}} = \frac{U}{d + 1 \text{ mm}}$$

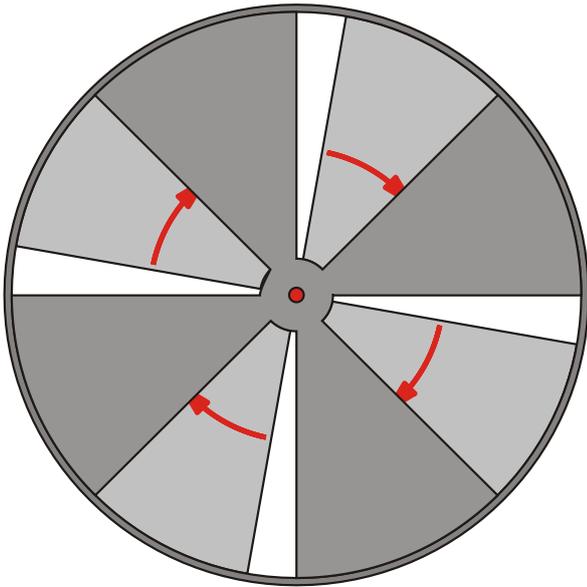


Fig. 2: Disco de aletas giratório do medidor de campo E.

## MONTAGEM E REALIZAÇÃO

### Informações gerais

- Sempre que possível fazer experiências com tensão não perigosa ao contato.
- Mediante emprego de fontes de rede, que forneçam uma tensão perigosa ao contato, empregar a resistência 300 kΩ (1000690) para limitação da corrente.
- Para todas as medições conectar o bastão com a ligação à massa no cilindro protetor e segurá-lo na mão para que o experimentador esteja no mesmo potencial.
- Antes de cada série de medições deve ser feita uma calibração do ponto zero do Medidor de Campo E para cada faixa de medição.
- Após conectar o plug da rede na tomada, esperar alguns minutos até que o aparelho tenha atingido a temperatura de funcionamento.
- Para evitar de danificar o Medidor de Intensidade de Campo E, não tocar na hélice girando!
- Manter limpas as peças isolantes no aparelho e nas placas de medição (não tocar) e mediante alta umidade do ar eventualmente secar com uma corrente de ar quente (pistola de ar quente ou secador de cabelo).

### LISTA DE APARELHOS

- 1 Medidor de campo E @230V 1001030 (U8533015-230)
- ou
- 1 Medidor de campo E @115V 1001029 (U8533015-115)
- 1 Fonte de alimentação DC 450 V @230V 1008535 (U8521400-230)
- ou
- 1 Fonte de alimentação DC 450 V @115V 1008534 (U8521400-115)
- 1 Multímetro digital E 1018832 (U8531051)
- 1 Multímetro analógico Escola 30 1013526 (U8557330)
- 1 Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm 1002843 (U138021)

### Calibração do ponto zero

- Montar a experiência conforme Fig. 1. Ainda não ligar a fonte de alimentação DC.
- Colocar a placa de medição de tensão, faixa de medição 1x (com bucha de 4 mm azul) no cilindro de blindagem, fixar com o parafuso borboleta e conectar ao conector de massa no cilindro de blindagem.
- Fazer a calibração do ponto zero inicialmente no instrumento de indicação (multímetro analógico Escola 30) (veja instrução de operação correspondente).
- Colocar a chave seletora de faixa de medição na posição de seleção „U" na maior faixa de medição.

Tab. 1: Ajuste das distâncias das placas  $d = 1 - 15$  mm por combinação das placas distanciadoras.

	d / mm														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Parafuso borboleta de baixo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Placa distanciadora 2 mm com rosca		X	X	X	X	X	X								
Placa distanciadora 8 mm com rosca								X	X	X	X	X	X	X	X
Placa distanciadora 1 mm	X		X		X		X		X		X		X		X
Placa distanciadora 2 mm				X	X					X	X			X	X
Placa distanciadora 4 mm						X	X					X	X	X	X

- Ligar o medidor de campo E e por meio do regulador de offset ajustar o ponto zero.
- Executar a calibração do ponto zero do mesmo modo nas faixas de medição pequenas.
- No lugar da placa de medição de tensão, colocar agora a placa de medição de capacitor no cilindro de blindagem e fixar com o parafuso borboleta.
- Reduzir a tensão, desligar a fonte de alimentação DC e descarregar a placa do capacitor. Para tanto, conectar a placa do capacitor rapidamente ao cilindro de blindagem.
- Repetir a medição com tensão  $U = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400$  e  $450$  V (Tab. 1) para a mesma distância  $d = 9$  e anotar os campos elétricos medidos com as tensões pertinentes na Tab. 3.

### Ajuste da distância das placas

- Para o ajuste da distância das placas  $d = 1$  mm, colocar as três placas distanciadoras 1 mm em ângulo de cerca de  $120^\circ$  sobre a borda da placa de medição de capacitor e a placa do capacitor sobre as placas distanciadoras.
- Para o ajuste das distâncias das placas  $d = 2 - 7$  mm, parafusar as três placas distanciadoras 2 mm com rosca interna com auxílio dos três parafusos borboleta em ângulo de cerca de  $120^\circ$  na borda da placa de medição de capacitor. Adicionalmente, colocar as três placas distanciadoras 1, 2 e 4 mm conforme Tab. 1 no parafuso borboleta e colocar a placa do capacitor nas placas distanciadoras.
- Para o ajuste das distâncias das placas  $d = 8 - 15$  mm, utilizar as três placas distanciadoras 8 mm com rosca interna ao invés das 2 mm com rosca interna.

### Campo elétrico em dependência da distância das placas

- Ajustar a distância das placas  $d = 2$  mm e anotar a distância efetiva das placas  $d_{\text{eff}} = 3$  mm na Tab. 2.
- Ligar a fonte de alimentação DC e ajustar tensão de  $U = 100$  V
- Na chave seletora da faixa de medição do medidor de campo E, selecionar  $100$  V/cm.

Uma tensão lida no multímetro analógico de  $1$  V corresponde, então a um campo elétrico de  $100$  V/cm =  $1$  V/m.

- Anotar o valor da tensão lido no multímetro analógico como valor para o campo elétrico na unidade V/m na Tab. 2.
- Reduzir a tensão, desligar a fonte de alimentação DC e descarregar a placa do capacitor. Para tanto, conectar a placa do capacitor rapidamente ao cilindro de blindagem.
- Repetir a medição com distâncias das placas  $d = 4, 6, 8, 10$  e  $12$  mm (Tab. 1) para a mesma tensão  $U = 100$  V e anotar os campos elétricos medidos com as distâncias efetivas pertinentes  $d_{\text{eff}}$  na Tab. 2.

### Campo elétrico em dependência da tensão aplicada

- Ajustar distância das placas  $d = 9$  mm ( $d_{\text{eff}} = 10$  mm).
- Ligar a fonte de alimentação DC e ajustar tensão de  $U = 50$  V.
- Na chave seletora da faixa de medição do medidor de campo E, selecionar  $100$  V/cm.

Uma tensão lida no multímetro analógico de  $1$  V corresponde, então a um campo elétrico de  $100$  V/cm =  $1$  V/m.

- Anotar o valor da tensão lido no multímetro analógico como valor para o campo elétrico na unidade V/m na Tab. 3.

### EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Tab. 2: Campo elétrico em dependência da distância das placas para  $U = 100$  V.

$d_{\text{eff}} / \text{mm}$	$E / \text{V/m}$
3	3,45
5	2,04
7	1,45
9	1,12
11	0,92
13	0,78

Tab. 3: Campo elétrico no capacitor de placas em dependência da tensão aplicada  $U$  para  $d_{\text{eff}} = 10$  mm.

$U / \text{V}$	$E / \text{V/m}$
50	0,58
100	1,10
150	1,70
200	2,20
250	2,70
300	3,30
350	3,90
400	4,50
450	4,95

### AValiação

- Representar graficamente os campos elétricos medidos  $E$  em dependência da distância efetiva das placas  $d_{\text{eff}}$  (Tab. 2) e da tensão aplicada  $U$  (Tab. 3) (Fig. 3, 4).
- A dependência hiperbólica dos campos elétricos da distância efetiva das placas (Fig. 3) e a dependência linear da tensão aplicada (Fig. 4) conforme a equação (2) são confirmadas.

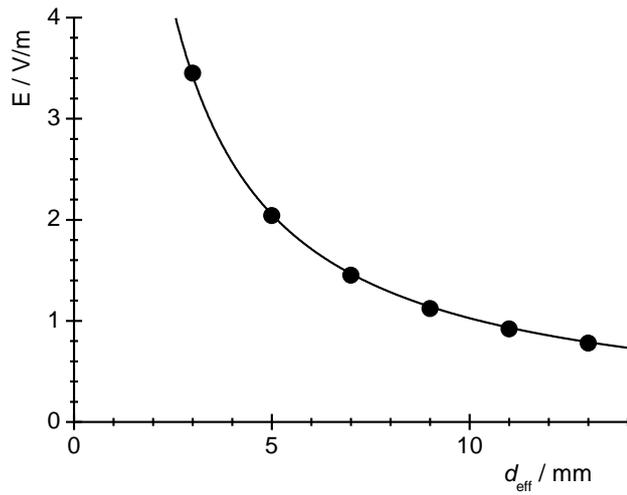


Fig. 3: Campo elétrico no capacitor de placas em dependência da distância efetiva das placas para  $U = 100 \text{ V}$ .

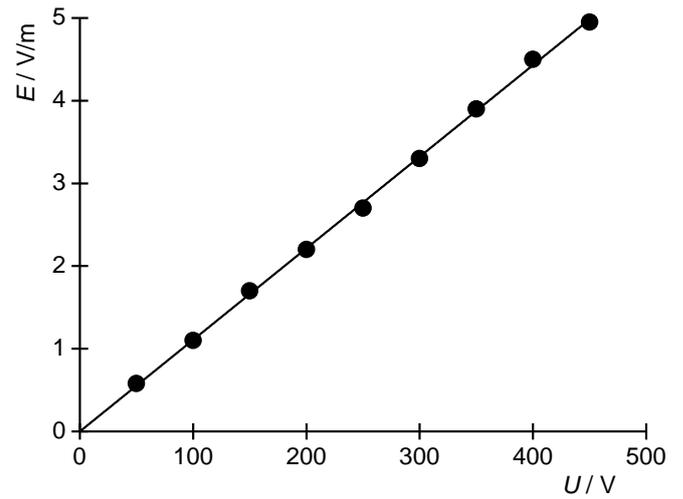


Fig. 4: Campo elétrico no capacitor de placas em dependência da tensão aplicada  $U$  para  $d_{\text{eff}} = 10 \text{ mm}$ .