

Champ électrique dans un condensateur à plaques

MESURE DU CHAMP ÉLECTRIQUE DANS UN CONDENSATEUR À PLAQUES À L'AIDE DU MESUREUR DE CHAMP ÉLECTRIQUE

- Mesure du champ électrique dans un condensateur à plaques en fonction de la distance entre les plaques.
- Mesure du champ électrique dans un condensateur à plaques en fonction de la tension appliquée.

UE3010700

11/16 Jös/UD



Fig. 1: Agencement de la mesure

NOTIONS DE BASE GENERALES

Le dispositif de mesure du champ électrique permet une mesure directe des champs électriques : un disque à ailettes de forme régulière tourne devant une plaque électrostatique dotée de quatre secteurs en forme d'étoile. Le disque interrompt constamment le flux électrique, provoquant ainsi l'apparition périodique de charges électrostatiques qui se déchargent via une résistance de haute valeur ohmique. Les impulsions de tension ainsi produites sont amplifiées et redressées en une tension de sortie qui est proportionnelle au champ électrique E agissant sur la plaque électrostatique.

Dans le cadre de l'expérience, l'intensité du champ électrique

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

d'un condensateur à plaques est mesurée à l'aide du dispositif de mesure de champ électrique. Pour ce faire, on fait varier d'une part la tension appliquée U et, d'autre part, la distance d entre les plaques du condensateur.

Lors de l'application de l'équation 1, il convient de tenir compte du fait que la plaque électrostatique est décalée d'environ 1 mm vers le bas par rapport à la plaque de condensateur inférieure. L'équation 1 doit donc être remplacée par l'équation

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

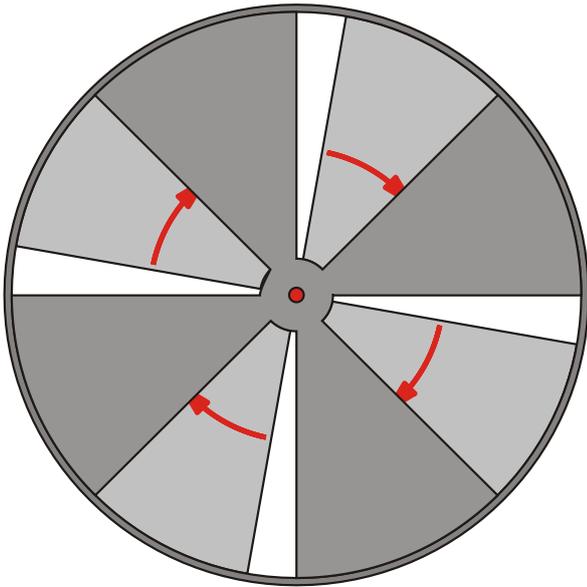


Fig. 2: Rondelle à ailettes en rotation du mesureur de champ électrique.

MONTAGE ET REALISATION

Remarques générales

- Dans la mesure du possible, réalisez les expériences avec une tension inoffensive au contact.
- En cas d'emploi d'alimentations fournissant une tension dangereuse au contact, utilisez la résistance 300 kΩ (1000690) pour limiter le courant.
- Pour toutes les mesures, reliez la barre de contact à la borne de masse du cylindre de blindage et prenez-la dans la main pour que vous ayez le même potentiel.
- Avant de procéder à une série de mesures, calibrez le point zéro du mesureur de champ électrique pour chaque calibre.
- Après avoir inséré la fiche secteur, patientez quelques minutes, jusqu'à ce que l'appareil ait atteint la température de service.
- Pour éviter d'endommager le mesureur de champ électrique, ne touchez pas la rondelle à ailettes en rotation !
- Maintenez les pièces isolantes de l'appareil et des plaques de mesure bien propres (ne pas les toucher) et, si l'humidité d'air est élevée, séchez-les éventuellement avec un courant d'air chaud (sèche-cheveux).

LISTE DES APPAREILS

- 1 Mesureur de champ électrique @230V
1001030 (U8533015-230)
- ou
- 1 Mesureur de champ électrique @115V
1001029 (U8533015-115)
- 1 Alimentation CC 450 V@230V 1008535 (U8521400-230)
- ou
- 1 Alimentation CC 450 V@115V 1008534 (U8521400-115)
- 1 Multimètre numérique E 1018832 (U8531051)
- 1 Multimètre analogique Escola 30 1013526 (U8557330)
- 1 Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm 1002843 (U138021)

Calibration du point zéro

- Montez l'expérience comme le montre la fig. 1. Ne mettez pas encore le bloc d'alimentation CC en marche.
- Placez la plaque de mesure de tension, calibre 1x (avec borne bleue 4 mm) sur le cylindre de blindage, fixez-la avec la vis moletée et reliez-la au cylindre de blindage avec la borne de masse.
- Calibrez le point zéro d'abord sur l'instrument d'affichage (multimètre analogique Escola 30) (voir les instructions d'utilisation correspondantes).
- Réglez le sélecteur de calibres en position « U » sur le calibre maximum.
- Allumez le mesureur de champ électrique et réglez le point zéro à l'aide du régulateur d'offset.

Tab. 1: Réglage des écarts de plaques $d = 1 - 15$ mm en combinant les rondelles d'écartement.

	d / mm														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vis moletée par le bas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rondelle d'écartement 2 mm avec filetage		X	X	X	X	X	X								
Rondelle d'écartement 8 mm avec filetage								X	X	X	X	X	X	X	X
Rondelle d'écartement 1 mm	X		X		X		X		X		X		X		X
Rondelle d'écartement 2 mm				X	X					X	X			X	X
Rondelle d'écartement 4 mm						X	X					X	X	X	X

- Calibrez le point zéro de la même manière pour les calibres inférieurs.
- À la place de la plaque de mesure de tension, placez maintenant la plaque de mesure à condensateur sur le cylindre de blindage et fixez-la avec la vis moletée.

Réglage de l'écart des plaques

- Pour régler l'écart des plaques $d = 1$ mm, posez les trois rondelles d'écartement 1 mm dans un angle approximatif de 120° sur le bord de la plaque de mesure à condensateur, puis la plaque à condensateur sur les rondelles d'écartement.
- Pour régler les écarts de plaques $d = 2 - 7$ mm, vissez les trois rondelles d'écartement 2 mm à filet intérieur dans un angle approximatif de 120° sur le bord de la plaque de mesure à condensateur à l'aide des trois vis moletées. Enfichez en plus les trois rondelles d'écartement 1, 2 et 4 mm selon le tableau 1 sur la vis moletée et posez la plaque à condensateur sur les rondelles d'écartement.
- Pour régler les écarts de plaques $d = 8 - 15$ mm, utilisez les trois rondelles d'écartement 8 mm à filet intérieur au lieu des rondelles 2 mm à filet intérieur.

Champ électrique en fonction de l'écart des plaques

- Réglez l'écart de plaques $d = 2$ mm et inscrivez l'écart effectif correspondant $d_{\text{eff}} = 3$ mm dans le tableau 2.
- Allumez le bloc d'alimentation CC et réglez une tension $U = 100$ V.
- Sur le sélecteur de calibre du mesureur de champ électrique, sélectionnez 100 V/cm.

Une tension de 1 V lue sur le multimètre analogique correspond alors à un champ électrique de $100 \text{ V/cm} = 1 \text{ V/m}$.

- Inscrivez la valeur de tension lue sur le multimètre analogique comme valeur pour le champ électrique dans l'unité V/m dans le tableau 2.
- Réduisez la tension, éteignez le bloc d'alimentation CC et déchargez la plaque à condensateur. Pour cela, reliez brièvement la plaque à condensateur au cylindre de blindage.
- Répétez la mesure avec des écarts de plaques $d = 4, 6, 8, 10$ et 12 mm (Tab. 1) pour la même tension $U = 100$ V et inscrivez les intensités de champs électriques mesurées avec les écarts effectifs respectifs d_{eff} dans le tableau 2.

Champ électrique en fonction de la tension appliquée

- Réglez l'écart de plaques $d = 9$ mm ($d_{\text{eff}} = 10$ mm).
- Allumez le bloc d'alimentation CC et réglez une tension $U = 50$ V.
- Sur le sélecteur de calibre du mesureur de champ électrique, sélectionnez 100 V/cm.

Une tension de 1 V lue sur le multimètre analogique correspond alors à un champ électrique de $100 \text{ V/cm} = 1 \text{ V/m}$.

- Inscrivez la valeur de tension lue sur le multimètre analogique comme valeur pour le champ électrique dans l'unité V/m dans le tableau 3.

- Réduisez la tension, éteignez le bloc d'alimentation CC et déchargez la plaque à condensateur. Pour cela, reliez brièvement la plaque à condensateur au cylindre de blindage.
- Répétez la mesure avec les tensions $U = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400$ et 450 V pour le même écart $d = 9$ mm et inscrivez les intensités de champ électriques mesurées avec les tensions respectives dans le tableau 3.

EXEMPLE DE MESURE

Tab. 2: Intensité de champ électrique en fonction de l'écart de plaques pour $U = 100$ 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: Intensité de champ électrique en fonction de la tension appliquée U pour $d_{\text{eff}} = 10$ mm.

U / 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

ÉVALUATION

- Représentez dans un graphique les intensités de champ électriques mesurées E en fonction de l'écart de plaques effectif d_{eff} (Tab. 2) et de la tension appliquée U (Tab. 3) (Fig. 3, 4).
- Le rapport hyperbolique entre l'intensité de champ électrique et l'écart de plaques effectif (Fig. 3) et le rapport linéaire avec la tension appliquée (Fig. 4) selon l'équation (2) sont confirmés.

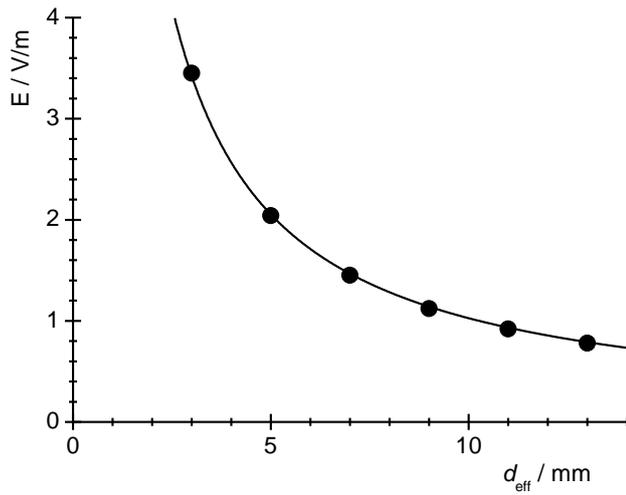


Fig. 3: Champ électrique dans le condensateur à plaques en fonction de l'écart de plaques effectif pour $U = 100 \text{ V}$.

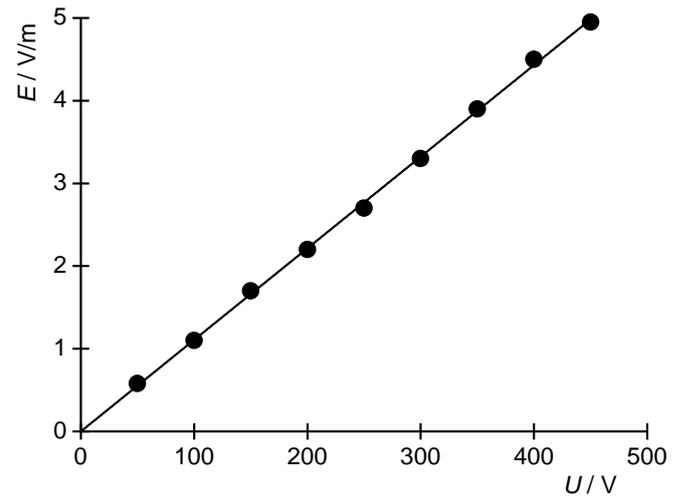


Fig. 4: Champ électrique dans le condensateur à plaques en fonction de la tension appliquée U pour $d_{\text{eff}} = 10 \text{ mm}$.