

ANNALES SCIENTIFIQUES
DE
L'UNIVERSITÉ DE JASSY

1926:304

Mesure absolue d'une résistance en unités électrostatiques

par Dr. Hurmuzescu

Professeur à l'Université de Jassy.

La notion de résistance électrique est rencontrée pour la première fois dans le chapitre de l'électricité en mouvement, due à la décharge. Elle fait son apparition en même temps que l'idée du courant électrique, et cela d'une manière très naturelle, puisque la valeur du courant dépend de la nature et des dimensions du canal-circuit, qu'il parcourt.

Cette notion de résistance reste pourtant bien abstraite, tant qu'elle n'est pas appuyée par une expérience.

Dans les cours classiques d'électricité il y a bien l'indication des méthodes théoriquement imaginées, mais il n'y a aucune pratiquement réalisable.

Il y a donc une certaine difficulté à se familiariser avec une notion purement abstraite, à se représenter son sens physique et ses dimensions, tant qu'en ne peut la mesurer par une expérience.

Nous croyons être utile à l'enseignement en donnant la méthode suivante facile à réaliser pour la démonstration et même pour les mesures. Le principe en est le suivant : un système électrique chargé à un potentiel V , sa capacité étant C , la quantité d'électricité qu'il possède est $Q=CV$, déchargeons-le à travers une résistance R ; le courant qui se forme ainsi, enlève dans un temps dt , la quantité d'électricité dQ , mais pendant le même temps, faisons diminuer la capacité de dC , de sorte que le potentiel V , reste constant, alors.

$$dQ = VdC$$

I étant l'intensité du courant ainsi formé

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

la loi d'Ohm nous donne : $I = \frac{V}{R}$; d'où $\frac{V}{R} = \frac{dQ}{dt} = \frac{VdQ}{dt}$

$$\frac{1}{R} = \frac{dC}{dt}$$

On peut obtenir la valeur de R dans tout système qui nous donnera la variation de la capacité par rapport au temps, en valeur absolue.

Un système pratique qui se prête bien à l'expérience, c'est un condensateur cylindrique formé par deux cylindres circulaires concentriques. — Soient le cylindre intérieur C , bien isolé et chargé au potentiel V , et le cylindre extérieur en communication avec le sol et pouvant se déplacer suivant la direction de l'axe commun.—

La capacité d'un tel système pour une longueur commune est :

$$C = \frac{1}{2 \text{ Log } \frac{D}{d}}$$

D et d étant les rayons des cercles des deux cylindres.

Pour un déplacement relatif dl des cylindres, suivant l'axe commun, la capacité varie de $dC = \frac{dl}{2 \text{ Log } \frac{D}{d}}$

On a la valeur de R , en introduisant cette relation dans

l'équation précédente: $R = \frac{D}{\frac{dC}{dt}}$; or $\frac{dC}{dt} = \frac{dl}{dt} \frac{1}{2 \text{ Log } \frac{D}{d}}$

$2 \text{ Log } \frac{D}{d}$ est sans dimensions; $\frac{dl}{dt}$ une vitesse, donc R a les dimensions de l'inverse d'une vitesse.

On a réalisé expérimentalement cette méthode de la manière suivante: un cylindre circulaire c en laiton disposé horizontalement et suspendu en port-à-faux, par un pied de verre isolé à la diélectrine, en communication avec un électroscope, monté directement à l'extrémité libre de ce corps.

constater un même potentiel invariable,—un cylindre extérieur de même concentrique du premier, mis à la terre, peut glisser sur une espèce de rail, suivant l'axe commun et parallèlement à lui même.—

Faisant agir les rayons X , seulement sur l'espace annulaire entre les deux cylindres (en ayant soin de protéger toutes les autres parties, par des écrans en plomb), l'air devient conducteur, le cylindre intérieur se décharge; en déplaçant le cylindre extérieur d'une manière continue et appropriée, le potentiel reste constant, ce que l'on constate en maintenant le même angle de divergence à l'électromètre.

Pour éliminer toute action des rayons X , ailleurs que sur l'espace utile, l'appareil se trouve abrité à l'intérieur d'une cage en plomb épais, 4 m.m. et les rayons X , sont dirigés d'une cage à l'autre par des tubes en plomb.

Les seules mesures à effectuer sont: la longueur dl et le temps dt . Or en prenant le même déplacement dl , commun dans toutes les expériences, il reste à mesurer seulement dans chaque cas, le temps. — Pour une résistance constante, le courant lui même est constant, et la vitesse du déplacement est constante, on peut donc prendre pour sa valeur, le rapport du déplacement total vers le temps total.

Suivant l'intensité des rayons X employés, la résistance électrique, du diélectrique, air, varie.

Les temps mesurés avec un chronomètre donnant $\frac{1}{5}$ de seconde, et pour des intensités décroissantes des rayons X , on a obtenu les valeurs suivantes pour t : = 17,3... 27... 60,6 correspondant à un même déplacement de 31, 52 c.m.

Les constantes de l'appareil étant: $D=4,39$; $d=2,81$ $L=31,52$; ces mesures étant faites au dixième de millimètre,

$$R = \frac{2 \text{ Log } \frac{4,93}{2,81}}{31,52} t$$

a) La résistance de l'air rendu conducteur par les rayons X ,

$$t = 17,4 \text{ secondes}$$

$$17,0$$

$$17,6$$

Un jour avant, on avait obtenu dans les mêmes conditions.

$$t=18,"$$

$$17,$$

$$17,$$

$$18,$$

$$M=17,5 \quad R=0,625 \text{ U. E. S.}$$

La différence entre les deux valeurs peut provenir de la variation même des rayons X , lesquels varient beaucoup d'après ce que l'on sait, avec leurs conditions de productions.

En diminuant l'intensité des rayons on a eu, dans une autre série, pour une moyenne de six déterminations,

$$t=27," \quad R=0,964 \text{ U. E. S.}$$

pour des rayons encore plus faibles,

$$t=60,4 \quad R=2,156 \text{ U. E. S.}$$

b) La résistance des corps mauvais conducteurs:

On peut employer la même méthode pour la mesure des résistances des corps solides de grande résistance. Pour cela on n'a qu'à produire la décharge, à la terre, à travers ce corps, qui lie le cylindre électrisé au sol; et de composer ce courant par le déplacement du cylindre extérieur.

Un fil de coton rouge a donné par compensation

$$t=25'' \dots 26'' \dots 25,2'' \dots \quad M=25,4 \dots$$

$$R=0,907 \text{ U. E. S.}$$

Un brin de papier, à donné comme moyenne de cinq mesures

$$t=50,3 \quad R=1,796 \text{ U. E. S.}$$

Le même dispositif m'a donné le lendemain, comme moyenne de quatre mesures

$$t=46,8 \quad R=1,670 \text{ U. E. S.}$$

Pendant ces dernières expériences le temps étant plus humide, cette différence tient certainement à l'état hygrométrique du papier.

Le même papier plus sec,

$$t=86,2 \quad R=3,077 \text{ U. E. S.}$$

Une fibre de bois de sapin prismatique de 1m.m. carré de section et 10 c.m. de longueur,

$$t=76,"$$

$$77,$$

$$77,$$

$$78,$$

transformé en unités électromagnétiques pratiques:

$$R=24,74.10^9 \text{ mégohms}$$

et pour la résistivité..... 2474 mégohms.

Ces exemples ne peuvent pas être présentés pour modèle de précision, car l'on sait que la résistance des ces corps médiocrement conducteurs dépend de l'état de chaque échantillon et varie avec le potentiel.

Pour trouver des nombres plus précis il faut appliquer cette méthode à des conducteurs métalliques, en mesurant les temps par les vibration d'un diapason, par exemple, et en faisant les constatation de l'invariabilité du potentiel au moyen d'une électromètre sensible.

On peut mesurer la résistance d'un filet de mercure, dans le système électrostatique par la variante ci-dessous.

Disposons le système des deux cylindres verticalement et supposons le cylindre intérieur remplacé par un cylindre de mercure présentant en bas un orifice par où puisse s'écouler le mercure en gouttelettes; chacune de ces gouttelettes en tombant, emporte une quantité d'électricité,

$$dq=4\pi r^2\sigma$$

dans l'unité de temps, comme il tombe n gouttelettes, on a

$$\frac{dq}{dt} = I = n4\pi r^2\sigma$$

pendant le même temps la longueur commune des deux cylindres a varié de dl' , en compensant encore par le déplacement du cylindre extérieur de dl''

$$\frac{dQ}{dt} = V \frac{dC}{dt} = V \frac{dl}{dt} \frac{1}{2 \text{ Log } \frac{D}{d}}$$

Chaque gouttelette qui s'en détache a une forme sphérique de même rayon r , sa capacité électrostatique, possède une quantité d'électricité égale au produit de r par le potentiel constant V

$$\text{ou,} \quad dq=rV$$

$$\text{donc} \quad I=nrV$$

dl se compose $dl'+dl''$; dl' étant le déplacement par l'écoulement du mercure, dl'' étant le déplacement du cylindre extérieur vers le haut. Connaissant la section du cylindre de

mercure écoulé; d'un autre côté, déterminant le rayon de la gouttelette sphérique par les dimension de l'orifice et de la constante capillaire du mercure, on a la possibilité d'obtenir le nombre des gouttelettes, qu'on peut obtenir du reste directement par une méthode stroboscopique.

La mesure de la résistance d'un fil métallique demanderait la mesure des vitesses beaucoup plus grandes, il faudrait donc des instruments plus sensibles et plus délicats aussi.

