

Le dixième de seconde d'arc! Le CIRCAP

Un condensateur, ou capacité, permet d'accumuler de l'électricité et, de ce fait, se place parmi les appareils électriques comme les résistances et les voltmètres que l'on trouve dans les circuits électriques. D'un autre côté, un rapporteur est un instrument qui sert à mesurer les angles et qui relève de la géométrie. A première vue, il n'existe aucune relation entre ces deux instruments. Toutefois, des chercheurs du CNRC ont réussi à se servir d'un condensateur circulaire de leur création et appelé CIRCAP pour mesurer des angles avec une très grande précision.

Le Dr David Makow, de la section de photogrammétrie de la Division de physique du Conseil national de recherches du Canada, avait déjà mis au point un instrument permettant de mesurer des longueurs avec précision; il a eu l'idée d'extrapoler cet instrument appelé LINCAP à la mesure des angles. Le principe du LINCAP et du CIRCAP repose sur l'utilisation d'un condensateur spécial à compensation automatique et extrêmement stable.

Le type le plus simple de condensateur est fait de deux plaques parallèles et conductrices séparées l'une de l'autre par un isolant. Cet isolant peut être de l'air, le vide ou tout matériau isolant. Les deux électrodes, c'est-à-dire les plaques, se chargent si elles sont branchées sur un accumulateur ou à une pile; l'une devient positive et l'autre négative. Si l'on débranche les plaques et qu'on les relie par un fil de cuivre, les électrons passent de la plaque négative à la plaque positive jusqu'à ce que la décharge soit totale. Un condensateur placé dans un circuit à courant continu empêche le courant de passer puisque le matériau entre les plaques n'est pas conducteur. Il existe malgré tout un champ électrique d'une certaine intensité dans le matériau isolant. Si l'on travaille en courant alternatif, le condensateur se charge et se décharge à la même fréquence que celle du courant alternatif. (Le condensateur fait fonction de résistance dans le cas du courant continu et il y a une différence de potentiel entre ses bornes).

La capacité (C) d'un condensateur se mesure en unités de capacité et elle est fonction de la nature du matériau isolant, de la surface des plaques appelées aussi armatures et de la distance les séparant. Si l'on augmente la surface des armatures et que l'on diminue la distance, la capacité augmente; l'inverse est également vrai. La capacité d'un condensateur est stable si les dimensions le sont également. Si ces dimensions changent, même d'une très petite quantité, la capacité change également. C'est pourquoi tous les travaux visant à obtenir un étalon de capacité stable ont été centrés sur la recherche de dimensions stables. Tous les matériaux étant affectés jusqu'à un certain point par les variations de température, d'humidité et des contraintes internes, on n'a jamais pu obtenir des dimensions absolument stables.

Pour mesurer des angles avec précision et à l'aide d'un condensateur, le Dr Makow a donc dû trouver d'abord un condensateur de capacité très stable. Il y est parvenu en utilisant une configuration des électrodes pour laquelle la capacité est maintenue stable grâce à une compensation automatique liée aux variations des dimensions.

L'appareil consiste principalement en quatre tores ou anneaux circulaires, montés par paires et concentriques par rapport à un axe vertical (fig. 1). A l'origine, les tores étaient en quartz revêtu d'aluminium; on peut les faire également en métal revêtu d'or pour empêcher la corrosion. Les armatures du condensateur sont représentées par les tores opposés

diagonalement a et b ou c et d; autrement dit, la structure consiste en fait en deux condensateurs. A tout moment, une paire de tores opposés diagonalement forme le condensateur tandis que l'autre paire est mise à la masse pour éviter les interférences. Il suffit d'inverser le branchement pour que le rôle des tores soit aussi inversé. La capacité de la structure ne dépend pas seulement de la distance séparant les armatures opposées diagonalement mais aussi de la grandeur de l'ouverture permise pour qu'un tore "voit" l'autre.

"C'est cette configuration qui donne au système ses propriétés très spéciales d'autocompensation, nous a dit le Dr Makow, car, quoique ni l'un ni l'autre des condensateurs opposés diagonalement ne soit particulièrement constant, la valeur moyenne de la capacité, dans l'ensemble, demeure très stable et grandement indépendante des variations des dimensions. Supposons que le tore "C" de la figure 1 ait été usiné avec un diamètre légèrement plus petit que l'autre ou qu'il soit perturbé de quelque manière que ce soit et se déplace vers le haut; la capacité décroît donc dans cette paire puisque la distance de séparation a augmenté. Même dans le cas où cette variation se produit, l'ouverture grâce à laquelle les tores de l'autre paire peuvent se "voir" augmente et, de ce fait, la capacité augmente. Ainsi la diminution de la capacité de l'un des groupes est compensée par une augmentation de la capacité de l'autre et la capacité moyenne du système demeure presque inchangée. Un autre exemple important d'autocompensation se produit lorsque l'on décentre l'un ou l'autre des tores. Pour une moitié du tore décentré, la distance séparant cette moitié de l'autre tore opposé diagonalement augmente et l'inverse se produit pour l'autre moitié de sorte que le décentrage n'a pas grand effet. En fait, un changement de un millièmètre des valeurs des variables

