

pouvant affecter la capacité ne donne qu'une variation de un millionième environ de cette capacité".

La phase suivante dans le développement du concept consistait à modifier le condensateur de telle manière qu'il puisse servir à mesurer des angles. On a donc ménagé des espaces isolants en coupant les tores à 0° et à 180° ce qui a eu pour effet de donner deux paires de condensateurs semi-circulaires (figure 2). Un écran isolant semi-circulaire a été placé entre les tores supérieurs et inférieurs et monté sur un roulement à air pour supprimer tout frottement. Sur la figure, le bord de cet écran forme un angle α avec le diamètre passant par le milieu des espaces séparant les armatures semi-circulaires. Cet écran étant mis à la masse la capacité de la portion de tore ouverte par lui est annulée. Seules les parties non couvertes par l'écran et indiquées par $C_1 = C \alpha$ et $C_2 = C(\pi - \alpha)$ peuvent jouer le rôle d'un condensateur (C est la capacité par unité d'angle).

Les deux capacités ont alors été placées en série dans un circuit à pont et à courant alternatif comme on peut le voir sur la figure 3. Un condensateur offrant une résistance à un courant alternatif, il y a une différence de potentiel entre les bornes de chacun des condensateurs. La loi d'Ohms permet de démontrer que le rapport des tensions V_0/V_i est égal au rapport des capacités $C_2/(C_1 + C_2)$, et est proportionnel à l'angle α . Pour mesurer un angle avec précision, il suffit donc de mesurer ce rapport ce qui est possible en utilisant un montage en pont.

Supposons que l'on fasse tourner l'écran ce qui donne une variation de C_1 et de C_2 et provoque le passage d'un courant dans le détecteur de zéro du pont (signal d'erreur). En faisant glisser la réglette du montage en pont on rétablit l'équilibre, c'est-à-dire que l'aiguille de l'indicateur de zéro retourne au zéro. On obtient donc le nouveau rapport des tensions et ainsi le nouvel angle formé par l'écran.

Le Dr Makow nous a dit: "L'avantage de la méthode se trouve dans le fait que l'on mesure un rapport pour déterminer un angle; ainsi on est beaucoup moins importuné par les variations de la tension à la source, de la température et de l'humidité puisque ces variations sont presque sans effet sur le rapport".

Des mesures d'angles très précises ont été faites en coopération avec le Dr George Chapman, de la section de mécanique de la Division de physique; on a trouvé que le CIRCAP a une précision d'environ 0.1 seconde d'arc ce qui représente $1/6\,500\,000$ du demi-cercle. Pour mieux "visualiser" ce que représente cette précision on peut considérer qu'elle correspond à celle que l'on obtiendrait en mesurant la distance séparant Ottawa de Montréal à plus ou moins la largeur de votre pouce près!

Le Dr Makow a continué: "Nous espérons faire encore mieux. La limite de la précision est déterminée par la combinaison de certains facteurs touchant notamment l'influence du champ autour des bords de l'écran, l'erreur aléatoire de concentricité des roulements à air et la précision du circuit à pont".

En dehors de son utilisation pour mesurer des angles, le CIRCAP peut également servir de dispositif de positionnement angulaire. On y parvient en reliant la sortie du détecteur de zéro à un servomoteur entraînant l'écran.

Le Dr Makow a ajouté: "Supposons que le "transformeur" de tension soit réglé selon un rapport différent du rapport d'équilibrage; il en résulte une déflexion de l'aiguille de

l'indicateur de zéro puisque le courant passe dans le pont. C'est ce courant qui commande le servomoteur qui, à son tour, fait tourner l'écran jusqu'à rétablissement de l'équilibre du pont. La nouvelle position de l'écran reflète ainsi la valeur affichée du rapport des tensions, c'est-à-dire la mesure de l'angle de l'écran".

Ainsi le CIRCAP sert à deux fins: il peut servir à mesurer des angles ou à positionner l'écran selon un angle choisi.

L'arc sous-tendu par les armatures n'étant que de 180° et des champs électriques perturbateurs se trouvant dans l'espace isolant, le CIRCAP ne peut mesurer que les angles inférieurs à 180° . Pour éviter cet inconvénient, on met deux CIRCAP l'un sur l'autre de sorte que les écrans semi-circulaires fassent un angle de 90° entre eux. En passant tout simplement de l'un à l'autre, lorsque l'un des écrans arrive dans la région de l'espace isolant, on peut faire des mesures précises jusqu'à 360° . Le Dr Makow a été aidé dans ces travaux par M. A. Zuidhof qui a construit les circuits à ponts et par M. M. Paulun qui a étudié les aspects mécaniques du système.

Le Dr Makow a continué: "Il y a bien des domaines scientifiques et techniques où l'on a besoin de faire des mesures précises d'angles et des réglages. Comme exemple, citons l'astronomie, la géodésie, la technologie spatiale et la mécanique de précision. Bien des instruments couramment utilisés de nos jours sont basés sur la lecture de graduations circulaires de précision, lecture qui est optique ou électronique". Un bon instrument dans cette catégorie ne peut toutefois donner une précision supérieure à une ou deux secondes d'arc.

Le Dr Blachut, chef de la section de photogrammétrie, nous a dit: "Le CIRCAP est un instrument unique en ce sens qu'il mesure des angles continuellement sans avoir besoin de graduations sur un cercle. Les deux seules graduations que nous trouvons sont celles du zéro et du 180° degré et la droite qui les relie est le bord droit de l'écran".

Le CIRCAP peut être appliqué dans bien des domaines. Si un télescope est monté sur l'axe du CIRCAP, par exemple, on peut s'en servir comme théodolite de très haute précision pour faire des relevés en géodésie par satellites ou pour mesurer des angles entre les étoiles. En conjonction avec un laser le CIRCAP peut permettre de poursuivre des vaisseaux spatiaux. Il peut aussi servir dans l'industrie où des références angulaires de précision sont souhaitées pour étalonner les unités utilisées dans les usines de production en série. On n'a pas toujours besoin d'une aussi grande précision de sorte que l'on peut en construire de plus simples, de plus robustes et, de ce fait, de moins coûteux en vue d'une exploitation commerciale concurrentielle. Actuellement, la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée a accordé des licences à deux compagnies au Canada pour construire le CIRCAP; il s'agit de Rab-Dedesco, à Ottawa, et de Valeriot Electronics, à Guelph, dans l'Ontario.

L'importance d'un instrument comme CIRCAP dépasse le domaine de la détermination des angles. Toute réduction de l'incertitude lors de mesures, que ce soit d'angles, de distances, de temps ou de masse, donne une base plus solide pour accepter ou rejeter certaines idées scientifiques actuelles. Puisque les théories fondamentales des sciences doivent être vérifiées expérimentalement, elles seront acceptées d'autant plus facilement que l'on aura confiance dans les mesures. Finalement, ce sont sur ces mesures que reposent les théories à la base de l'idée que nous nous faisons de l'Univers.