©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bestimmung der Capacität mit der Wage

V. v. Lang,
w. M. k. Akad.

1. Die im Nachfolgenden gegebene Methode ist wohl nur zur Bestimmung der Capacität von Condensatoren geeignet, und da nur, wenn es sich nicht um sehr grosse Genauigkeit handelt. Sie bietet aber vielleicht Vortheile für die Praxis, die ja Condensatoren immer mehr in Verwendung nimmt. Auch dürfte der Versuch, auf welchem die zu beschreibende Methode fusst und die eine viel erörterte Erscheinung bei Wechselströmen illustrirt, für die Schule nicht ohne Interesse sein.

An dem einen Arm einer Wage wird eine Drahtspule II so aufgehängt, dass ihre Windungen horizontal sind. Darunter kommt eine ähnliche Spule I, durch welche unter Anwendung von Vorschaltwiderständen der auf 100 *V* transformirte Wechselstrom der hiesigen Internationalen Elektricitäts-Gesellschaft geleitet wird. Ist die aufgehängte Spule kurzgeschlossen, so werden dann in ihr ebenfalls Wechselströme inducirt mit einer um 90° verschiedenen Phase, da ja die Maxima derselben zu Zeiten eintreten, wann die Ströme in der fixen Spule die grössten Intensitätsänderungen aufweisen. Zu dieser Phasenverschiebung der Ströme in Spule II kommt aber noch eine weitere durch die Selbstinduction dieser Spule, wobei der Maximalwerth dieser Phasenverschiebung 90° beträgt. Die Wechselströme in den Spulen I und II sind also in nahezu entgegengesetzter Phase und in Folge dieses Umstandes findet zwischen der fixen und der aufgehängten Spule eine Abstossung statt, deren Betrag durch die Wage ermittelt werden könnte.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Anders jedoch, wenn man die Enden der aufgehängten Spule auf passende Weise (Spiralen aus dünnen Drahte) mit den Belegungen eines Condensators verbindet. Die in Spule II inducirten Ströme erreichen dann allerdings keine beträchtliche Stärke, sind aber in der Phase vorgeschoben, so dass die Phasendifferenz zwischen den Strömen in I und II jetzt zwischen 90° und Null liegt, woraus eine Anziehung G der beiden Spulen resultirt.

Da diese Anziehung jedenfalls proportional der Producte der Stromstärken in beiden Spulen ist, so findet man für dieselbe leicht den Ausdruck

$$G = MJ^2b^2wC\,\frac{1-b^2LC}{1-2b^2LC+(w^2+b^2L^2)b^2C^2} \qquad 1)$$

Hierin ist M ein Proportionalitätsfactor, J die Amplitude und $\tau = 2\pi/b$ die Periode des Wechselstromes in der Spule I, ferner sind w und L der Widerstand und die Selbstinduction der Spule II und C die Capacität des mit dieser Spule verbundenen Condensators.

Da in meinen Versuchen C immer sehr klein war (einige Mikrofarad), so kann man in dem vorhergehenden Bruche zweite und höhere Potenzen dieser Grösse vernachlässigen, wodurch der Ausdruck für G übergeht in

$$G = MJ^2b^2wC(1+b^2LC), \qquad 2)$$

wofür wir kurz

$$G = PC(1+\alpha C) \qquad 3)$$

setzen. Im Folgenden benützen wir für die Capacität das Mikrofarad als Einheit, in der letzten Gleichung ist daher

$$\alpha = b^2L10^{-6}. \qquad 4)$$

Hiernach lässt sich der Werth von α berechnen. Da für die bewegliche Spule $bL = 9{\cdot}1$ ist und der Wechselstrom der hiesigen Lichtcentrale ungefähr 5000 Polwechsel in der Minute ausführt, so erhält man aus der letzten Gleichung $\alpha = 0{\cdot}00241$. Es ist aber klar, dass die Berechnung der Beobachtungen nach der Formel 3) einen Werth für α ergeben kann, der möglicherweise sehr von dem berechneten abweicht.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Die Messungen der Anziehung G wurden mit einer Standwage für Vorlesungszwecke ausgeführt, die bei einer einseitigen Belastung von 1 *kg* nur 1 bis 3 *cg* erkennen liess. Die aufgehängte Spule wurde aus Pappe verfertigt, um sie möglichst leicht zu machen und dazu mit Seide umsponnener Draht genommen (Gesammtgewicht 1090 *g*). Die fixe Spule dagegen war auf Holz gewickelt und bestand aus Draht, der doppelt mit Baumwolle umsponnen war. Die Dimensionen beider Spulen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen.

	Aufgehängte,	fixe Spule
Äusserer Durchmesser	24 *cm*	21 *cm*
Innerer Durchmesser . .	15·5	18
Höhe .	3·5	2
Drahtdurchmesser	1 *mm*	0·8 *mm*
Windungszahl	500	267
Widerstand . . .	5·56 Ω	7·05 Ω

Von den Enden der beweglichen Spule führten zwei Spiralen aus sehr dünnem Kupferdrahte zu einem Stativ mit einem Paare doppelter Klemmen, in welche dann auch die zu den Condensatoren führenden Drähte eingespannt wurden. Als Condensatoren dienten zwei Siemens'sche Originalcondensatoren von je $^1/_2$—5 Mikrofarad und ein selbstverfertigter Condensator, dessen Capacität im Nachfolgenden mit X bezeichnet ist. Diese Apparate kamen theils einzeln, theils parallel gegeschaltet in Verwendung und gaben bei einer effectiven Stromstärke von 1·4 A in der fixen Spule im Mittel aus 3—5 Beobachtungen folgende zusammengehörige Werthe von C und G

	C	G
1. . .	5 μF	0·482 *g*
2. . .	X	0·507
3. .	.10	0·99
4. .	$5+X$	1·02
5. . .	. .$10+X$	1·55

3. Aus der ersten und dritten Beobachtung findet man

$$G = 0\cdot0938\,C(1+0\cdot00554\,C), \qquad 5)$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und man sieht, dass der nur aus zwei Daten berechnete Werth 0·00554 von α wenigstens der Grössenordnung nach mit dem theoretischen stimmt.

Mit Hilfe der letzten Gleichung findet man umgekehrt aus den für K beobachteten Zahlen der zweiten, vierten und fünften Beobachtung:

$$X = 5\ 25$$
$$X = 10 \cdot 29 - 5 = 5 \cdot 29$$
$$X = 15 \cdot 26 - 10 = 5 \cdot 26$$
$$\text{Mittel } X = 5\ 27\ \mu F$$

Hiedurch ist die unbekannte Capacität X bestimmt, und zwar mit einer Genauigkeit, die 1% des gefundenen Werthes bei weitem übersteigt.

4. Hätte man nur eine einzige Vergleichscapacität K zur Verfügung, so könnte man die Werthe von G bei Einschaltung von K, X und $K+X$ bestimmen. Sind diese Werthe etwa a, b, c, so erhält man durch Anwendung der Gleichung 3):

$$X = K \frac{b+c-a}{c+a-b}$$

Mit Hilfe dieser Formel findet man z. B. aus den Beobachtungen 1, 2, 4 sowohl, als aus den Beobachtungen 3, 2, 5 für X den Werth $5 \cdot 25\ \mu F$.

5. Bei den folgenden Messungen wurde der Condensator X in Reihe mit den anderen geschaltet. Mand fand im Mittel:

	G beobachtet	berechnet
$10\ X = 3 \cdot 45\ \mu F$	$0 \cdot 330\ g$	$0 \cdot 330\ g$
$5 \mid X = 2 \cdot 57$	$0 \cdot 237$	$0 \cdot 245$

Die Berechnung dieser Beobachtungen wurde nach Gleichung 5) mit dem früher gefundenen Werth $5 \cdot 27\ \mu F$ für X ausgefürt. Die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ist ziemlich befriedigend.

6. Einige wenige Versuche wurden auch bei höheren Stromstärken ausgeführt, um zu sehen, ob die Anziehung G entsprechend der Formel 1) wirklich dem Quadrate der Stromstärke proportional ist.

Es wurde gefunden bei 2·1 A:

C	G beobachtet	berechnet
5 μF	1·15 g	1·08 g
10	1·88	1·93,

bei 2·8 A aber

5	2·46	2·23
10	3·78	3·96.

Die nicht allzu grossen Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung kommen wohl daher, dass das benützte Ampèremeter eigentlich nur für Vorlesungszwecke bestimmt ist und von dem Umstand, dass bei höheren Stromstärken die Erwärmung der Drähte sich schon störend fühlbar macht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 106_2a

Autor(en)/Author(s): Lang Viktor Edler von

Artikel/Article: Bestimmung der Capacität mit der Wage. 290-294