

1. Testat-Aufgabe CAEE

Berechnung der Kapazität eines Elektrodenpaares

Bearbeitet von


Mtr.Nr.: 7  2


Mtr.Nr.: 7  8

24. März 2021

Erläuternder Text

Die Aufgabe des ersten CAEE Testats bestand darin die Kapazität eines Elektrodenpaares mithilfe der Software Marc Mentat zu berechnen. Lediglich die kleinere der beiden Bogenelektroden des ansonsten bereits vorkonstruierten Kondensators sollte noch um den geometrischen Mittelpunkt des Bauteils unter einem Winkel von Phi φ gedreht werden. Phi φ beschreibt dabei den Winkel zwischen der positiven X-Achse und der Elektrode. Der Winkel setzt sich aus der Endziffer der Matrikelnummer des nach alphabetischer Reihenfolge ersten Studenten der Laborgruppe multipliziert mit 20° zusammen.

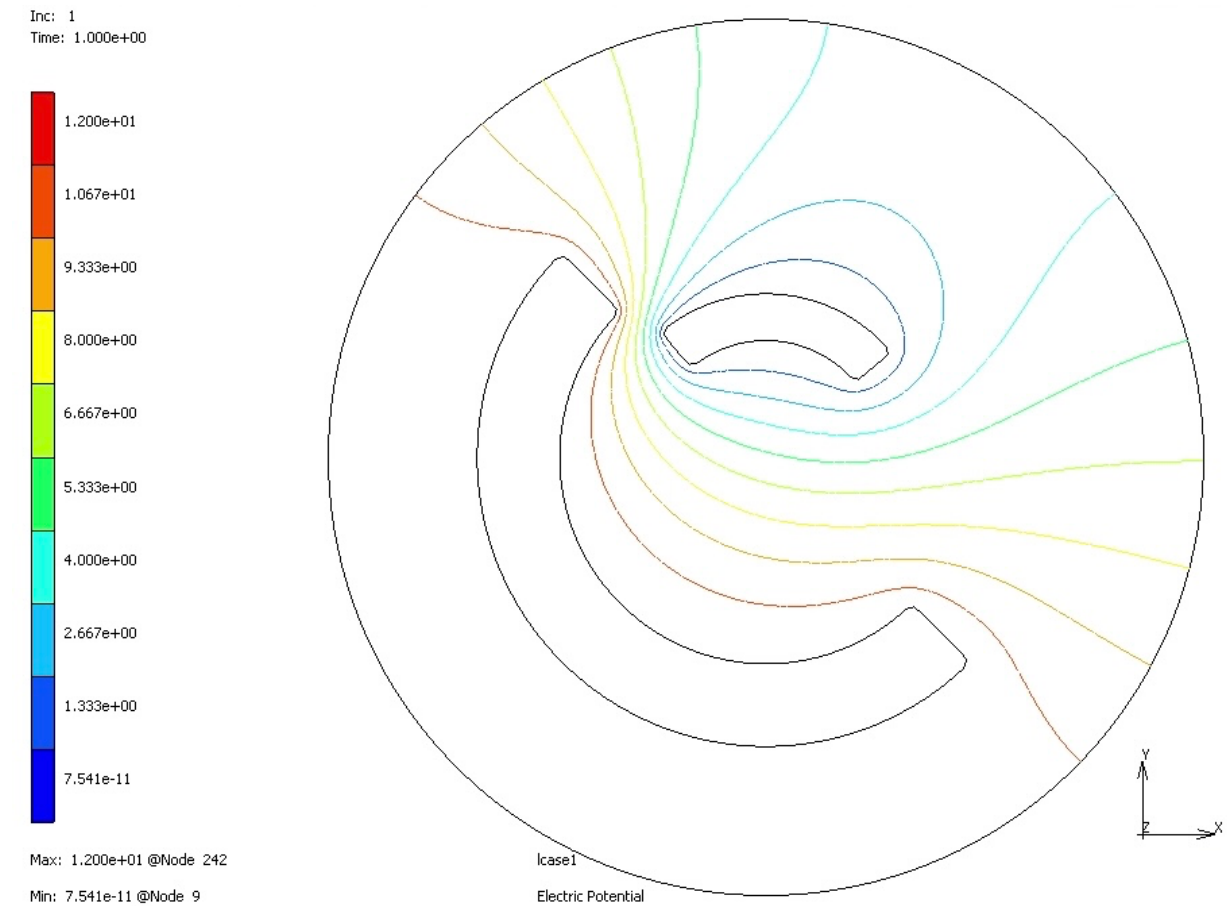
$$7 \times 2 \text{ (Matrikelnummer 1. Student)} \Rightarrow f = 2$$

$$\varphi = 20^\circ * f \Rightarrow \varphi = 20^\circ * 2 \Rightarrow \varphi = 40^\circ$$

Daher haben wir über die Funktion „Geometry & Mesh/Move“ die kleinere Elektrode um 40° um die Z- Achse gedreht. Für die Randknotenunterteilung, woraus die Genauigkeit der Berechnung resultiert, war für den äußeren Ring ein Abstand von 6mm und für die beiden Elektroden ein Abstand von 3mm vorgegeben. Diese Unterteilung haben wir unter der Funktion Geometry & Mash (Curve Division) vorgenommen. Die Randknoten innerhalb des Kondensators, außerhalb der Elektroden haben wir anschließend unter der Funktion „Planar/Tri Mesh!“ miteinander verbunden. Über die Funktion „Material Properties/New/Standard“ haben wir dem Material die Eigenschaften von Luft zugeordnet, woraus eine relative Permittivität von 1C/Vm resultiert. Als letzten Schritt der Konfiguration des Kondensators mussten noch die passenden Potentiale hinzugefügt werden. Da in der Aufgabenstellung nichts Konkretes vorgegeben war, in der Vorlagedatei jedoch schon zwei Potentiale mit 12V und 0V angegeben waren, haben wir diese beiden den Elektroden zugewiesen. Dabei hat die große Elektrode 12V zugeordnet bekommen und die kleinen 0V. Zur Überprüfung unserer Zuweisung haben wir unter „Loadcases/Steady State/Loads“ nachgeschaut, ob die Potentiale richtig zugewiesen wurden. Damit war der Kondensator fertig konfiguriert und wir konnten im nächsten Schritt mit der Berechnung der Einzelladungen an den Randknoten beginnen.

Dazu haben wir im Register „Jobs/New/Electrostatic“ den Loadcase ausgewählt und auf Run gedrückt, um den Job auszuführen. Anschließend öffnet sich ein Fenster wo wir auf Submit klicken, um die Aufgabe an die CPU zu schicken. Bei erfolgreicher Berechnung erscheint im Statusfeld: „Complete“ und unten die Exit Number 3004, nun können wir die Ergebnisdatei unter „Open Post File“ öffnen.

Nach erfolgreicher Berechnung konnten wir uns in dem Fenster „Model Plot Result“ im Bereich „Scalar Plot/Style“ den Potentialverlauf im Darstellungstyp „Contour Lines“ anzeigen lassen (siehe Abb. 01).



Für die Berechnung der Kapazität mussten wir noch im „Path Plot“ den gewünschten „Node Path“ auswählen, wichtig dabei ist das strikte einhalten der Reihenfolge, um für den nächsten Schritt die Funktion der Bogenlänge der Elektrode und der aufgelassenen Ladung anzeigen zu lassen. (siehe Abb. 02)

Inc : 1

lcase1

Time: 1.000e+00

Reaction Electric Charge (x1e-11)

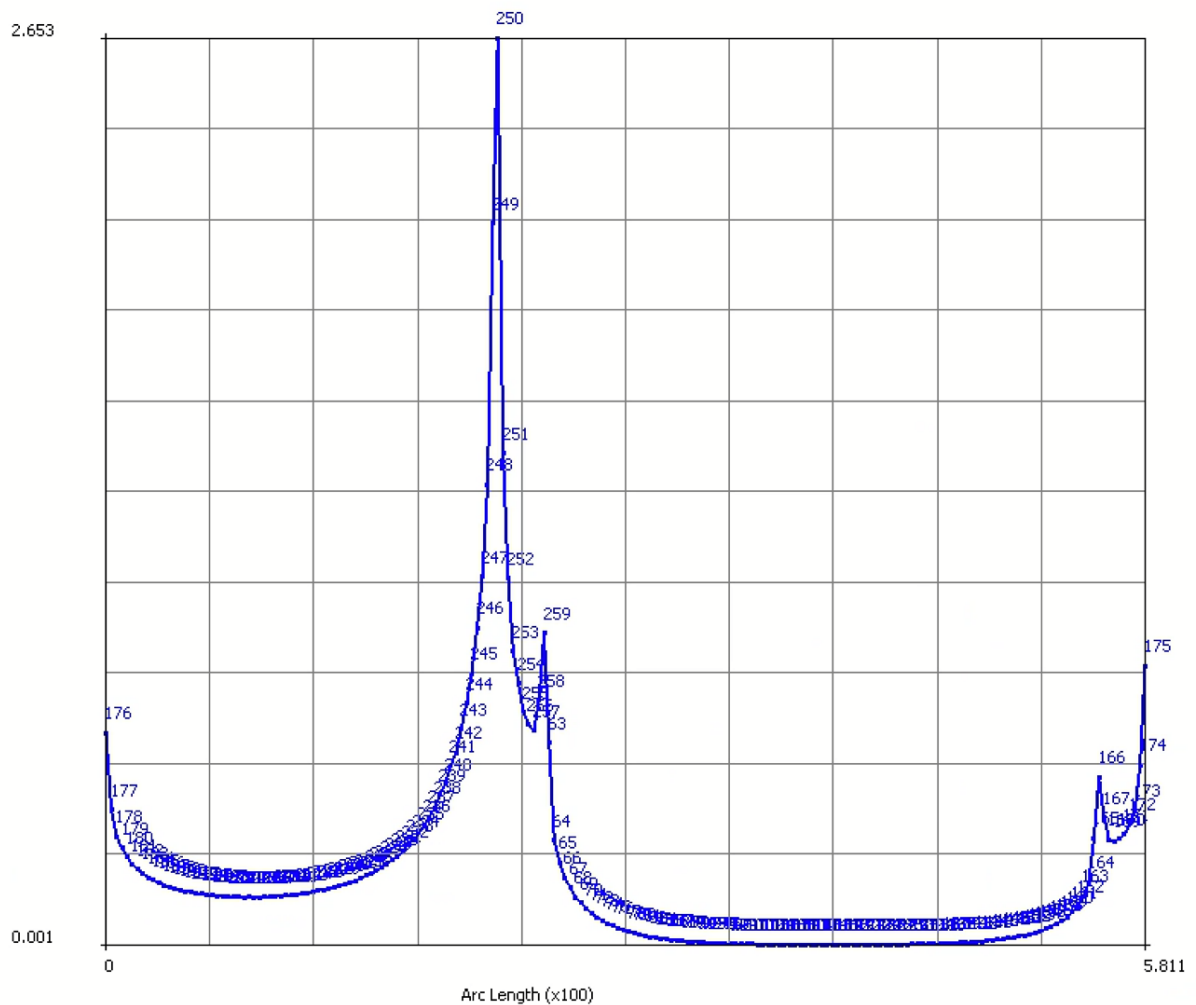


Abb. 02 – Funktion der Bogenlänge der größeren Elektrode

Aus den Koordinatenpunkten der Funktion, die die Einzelladungen an den Randknotenpunkten der großen Elektrode wiedergeben ließ, sich eine .txt Datei erstellen. Diese Datei haben wir in Excel importiert, um im weiteren Vorgehen des Projekts die Kapazität des Kondensators zu berechnen.

Berechnung der Kapazität

Um die Gesamtkapazität des Kondensators zu berechnen haben wir zunächst die Gesamtladung berechnet. Dazu haben wir die Einzelladungen der Knoten in Excel importiert und aufsummiert. Zudem war ein Potentialunterschied von 12 V zwischen den beiden Elektroden gegeben, sodass wir wie folgt die Gesamtkapazität berechnen konnten.

geg.:

$$Q_{ges} = 4,15 * 10^{-10} C$$

$$U = 12 V$$

ges.:

$$C = \frac{Q_{ges}}{U} = \frac{4,15 * 10^{-10} C}{12 V} = 3,46 * 10^{-11} F$$

$$C = 346 nF$$

Fazit

Ziel der Laboraufgabe war es die Kapazität des vorkonstruierten Kondensators mit den Vorgaben aus der Aufgabenstellung zu berechnen. Bei einer Verschiebung der kleinen Elektrode um 40°, dem Material Luft mit einer relativen Permittivitätszahl von 1 und einem Potentialunterschied von 12V zwischen den Elektroden, ergab sich unter der vorgegebenen Berechnungsgenauigkeit zugrunde der Randknotenunterteilung wie im vorherigen Abschnitt erläutert, eine Gesamtladung von 4,15e-10C für den Kondensator. Die Gesamtladung dividiert mit dem Potentialunterschied lieferte uns letztendlich eine Kapazität von 346nF.