

1. Testat Aufgabe CAEE

Berechnung der Kapazität eines Elektrodenpaares

Vorgelegt von

[1. 

[2. 

Am __.10.2021

Inhaltsverzeichnis

- 1 Erläuternder Text**
- 2 Versuchsaufbau und Individualisierung**
- 3 Versuchsdurchführung**
- 4 Versuchsauswertung**
- 5 Berechnung und Ergebnisse**
- 6 Diskussion und Fazit**

Literaturverzeichnis

1 Erläuternder Text:

Ziel des ersten Testates war eine bereits erstellte Simulation eines Kondensators mittels einer Finiten Elementen Software zu bearbeiten. Von dem Simulierten Kondensator sollte die kleinere Elektrode um einen nach Individualisierungsfaktor definierten Winkel (siehe abb. 1) rotiert werden. Dies konnte mithilfe der Finite-Elementen-Software Marc Mentat durchgeführt werden.

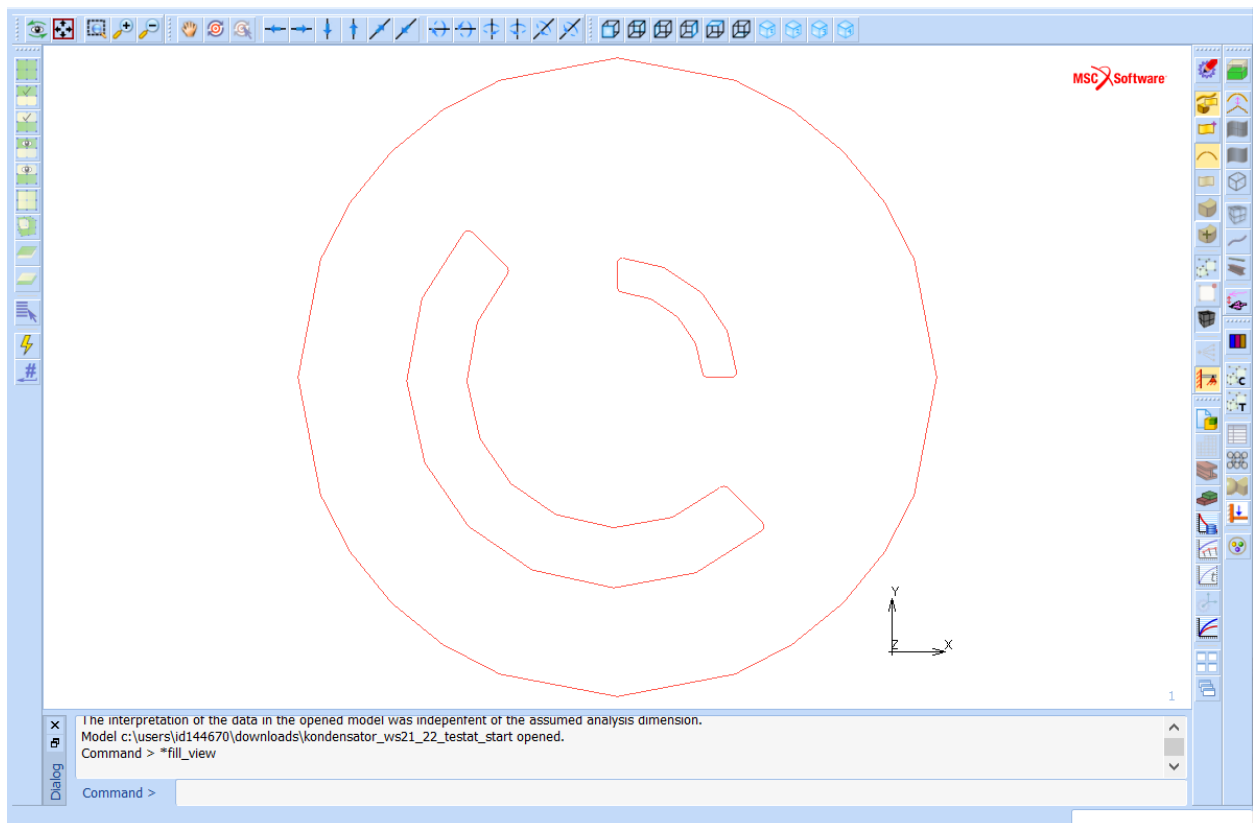


Abb. 1.1 Zeigt die bereits konfigurierte Simulation des Kondensators im Programm Marc Mentat

2 Versuchsaufbau und Individualisierung:

Für dieses Labor gibt es einige verschiedene Versuchsarten, welche anhand eines Individualisierungsfaktors zu bestimmen sind. Der Individualisierungsfaktor kann anhand der Matrikelnummer des ersten Gruppenmitglieds, berechnet werden:

7  5

Abb. 2.1 ist die Matrikelnummer des 1. Gruppenmitglieds.

Aus der letzten Ziffer der Matrikelnummer kann der Individualisierungsfaktor f ermittelt werden.

$$f = 5$$

Abb. 2.2 Individualisierungsfaktor f ist also 5.

Nun kann der Winkel θ , womit die kleinere Elektrode rotiert werden soll, anhand der in den Anweisungen gegebenen Formel ermittelt werden:

$$\theta = 20^\circ * f = 20^\circ * 5 = 100^\circ$$

$$\theta = 100^\circ$$

Abb. 2.3 Stellt die Berechnung des Winkels θ dar.

3 Versuchsdurchführung:

Jetzt kann in dem Programm die Rotation des Elektrodens durchgeführt werden. Dies kann mithilfe der Funktion „Geometry and Mesh/Move“ erzielt werden. In diesem Fall wurde die kleine Elektrode 100 Grad um die Z-Achse rotiert.



Abb. 3.1 Zeigt die „Geometry & Mesh“ Funktion im Marc Mentat Programm

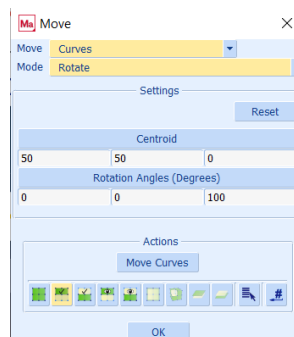


Abb. 3.2 Zeigt die Rotation Funktion im Marc Mentat Programm

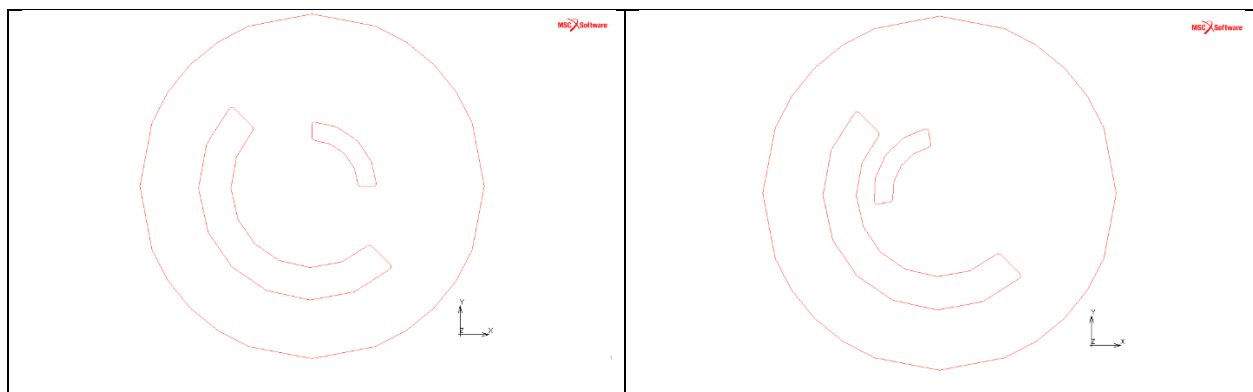


Abb 3.3 Zeigt den Simulierten Kondensator vor und nach der Rotation

Da die Rotation fertig ist, und keine weiteren Änderungen zur Geometrie des Simulierten Kondensators durchgeführt werden, können die Finiten Elemente jetzt definiert werden. Dies erfolgt durch eine Unterteilung der Fläche der Elektroden in sogenannte Randknoten. Hierzu muss vom Benutzer eine Angabe zum Abstand der einzelnen Eckpunkte (Randknoten) der Elemente angegeben werden. Diese beeinflusst die Genauigkeit der Simulation. Desto weiter der Abstand, desto unpräziser das Ergebnis.

Die Werte können in der Funktion „Geometry and Mesh/Curve Division“ eingegeben werden. In diesem Testat haben wir einen Wert von 3mm für den inneren Ring und 6mm für den äußeren Ring eingegeben, wie es in der Aufgabenstellung beschrieben ist.

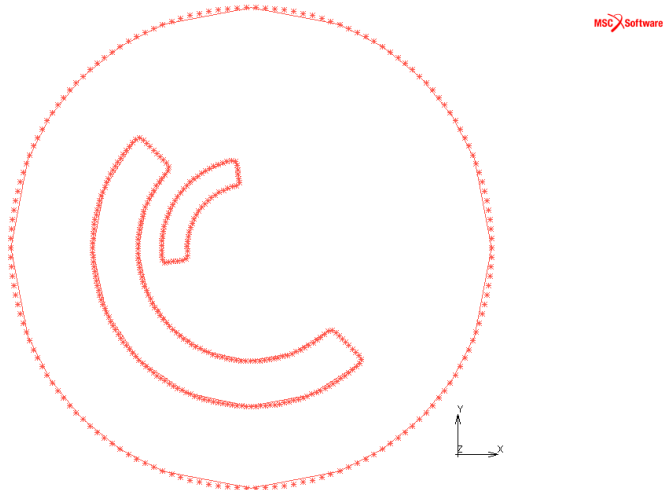
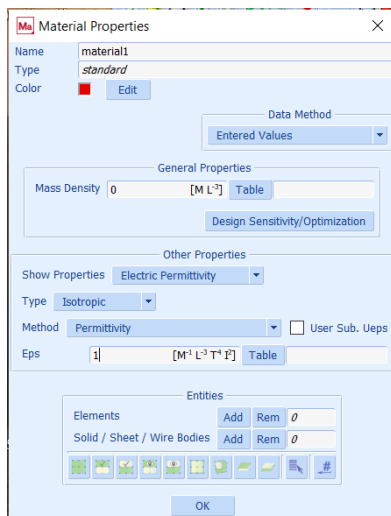


Abb. 3.4 Zeigt die in Randknoten unterteilte Simulation

Durch die „Planar/Tri Mesh“ Funktion wird die Gesamtfläche in Dreiecke unterteilt, und die Knoten verbunden. Somit ist die einteilung der Finite Elemente fertig.

Abb. 3.5 Zeigt die in Finite Elemente unterteilte Fläche

Jetzt kann das Dielektrikum definiert werden, was für die Berechnung der Ladungen erforderlich ist.



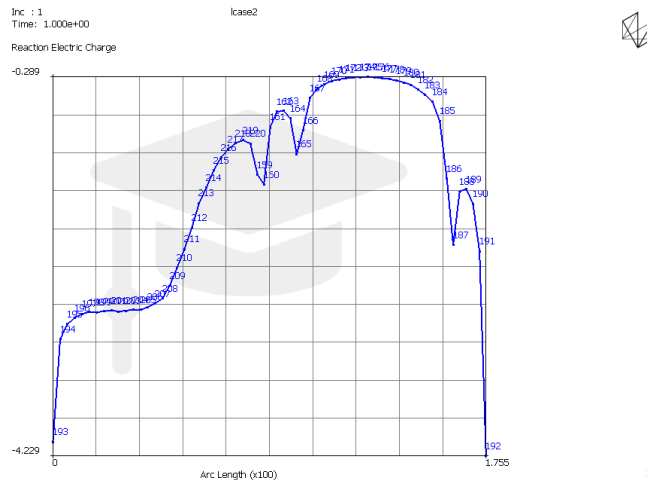


Abb. 3.6 Zeigt die Zuweisung der Materialeigenschaft

Mit der Funktion „Material Properties/New/.../Standard/...“ kann dem Dielektrikum eine Materialeigenschaft zugeordnet werden. Hierzu wird ihm die Eigenschaft von Luft zugewiesen, mit einer Permeabilität von 1C/Vm .

Nun ist der Simulierte Kondensator weitgehend fertig. Die Rotation von _Grad, die Einteilung der Finiten Elemente, und die Definition des Dielektrikums wurde bereits unternommen, sodass nur noch die Potentiale angegeben werden müssen.

Hierzu wurden Potentiale von DÜRFEN SELBER AUSSUCHEN__V und __V den jeweiligen Elektroden zugewiesen.

Jetzt ist das Programm für die Simulation bereit, doch sollten sicherheitshalber die, von der Software eingelesenen, Potentialwerte geprüft werden.

Unter „Loadcases/Steady State/Loads“ können die von der Software eingelesenen Potentiale angezeigt werden.

Jetzt wird die Simulation vom Programm durchgeführt. Hierzu wird die Ladung an den einzelnen Knoten der Finiten Elemente berechnet.

Die Simulation erfolgt durch das auswählen von „Loadcase“ und drücken von Run in der Funktion „Jobs/New/Electrostatic“. Ein Fenster öffnet dann und fragt nach einer Bestätigung „Submit“ um die Berechnung zu starten.

Wenn die Berechnung erfolgreich durchgeführt wurde, erscheint im Statusfeld eine Bestätigung „Complete“ mit einem Exit Code 3004. Jetzt kann die Ergebnisdatei unter „Open Post File“ geöffnet werden.

4 Versuchsauswertung

Mithilfe der Funktionen „ $\frac{d}{dx}$ “ und „ $\frac{d^2}{dx^2}$ “ und „ $\frac{d^3}{dx^3}$ “ kann der vom Program berechnete Potentialverlauf wie folgt angezeigt werden:

Diagramme—

5 Berechnung der Kapazität:

Die Kapazität eines Kondensators wird durch die Formel:

$$C = \frac{Q_{ges}}{U}$$

Wobei C die Kapazität, Q_{ges} die Gesamtladung und U die Spannung über den Kondensator darstellt.

Die Spannung von _V haben wir bereits im Programm festgelegt, sodass für die Berechnung der Gesamtkapazität des Kondensators nur noch die Gesamtladung fehlt, welche sich durch die Summe der im Finite Elementen Programm definierten Einzelknoten ergibt:

$$Q_{ges} = \sum Q_k = _C$$

wobei k ein Index der einzelnen, von der Software berechneten, Knoten darstellt. Die summe wurde mithilfe einer Exceltabelle berechnet.

Nun kann die Gesamtkapazität mit der bereits erwähnten Formel berechnet werden:

$$C = \frac{Q_{ges}}{U} = \frac{_C}{_V} = _F$$
$$C = _nF$$

6 Fazit:

Durch Anwendung der Finiten Elementen Methode, in Form des Software Programmes Marc Mentat, kann die Ladung der zwei Elektroden bestimmt werden. Dies erfolgt durch eine Unterteilung der Fläche der jeweiligen Elektroden in Finite Elemente. Die Finite Elemente werden durch Eckpunkte, die als Knoten bezeichnet werden, definiert. Diese Knoten werden mit einem Abstand vorgesehen. So kann das Programm die Ladung an den einzelnen Knoten berechnen. Je nachdem wie groß der Abstand zwischen den Knoten ist, kann eine recht hohe Genauigkeit der Gesamtladung erzielt werden.

In diesem Testat wurde durch das Rotieren der kleinen Elektrode um __Grad, mit Luft als Dielektrikum, welches eine Permeativität von 1 besitzt, und einem Potential von _V über den Elektroden einen Gesamtladung von _C berechnet, wodurch sich eine Kapazität von _nF ergibt.

Vermutlich ist die Genauigkeit sehr hoch, sodass diese Werte auch in im reellen betrieb genommen werden können.