

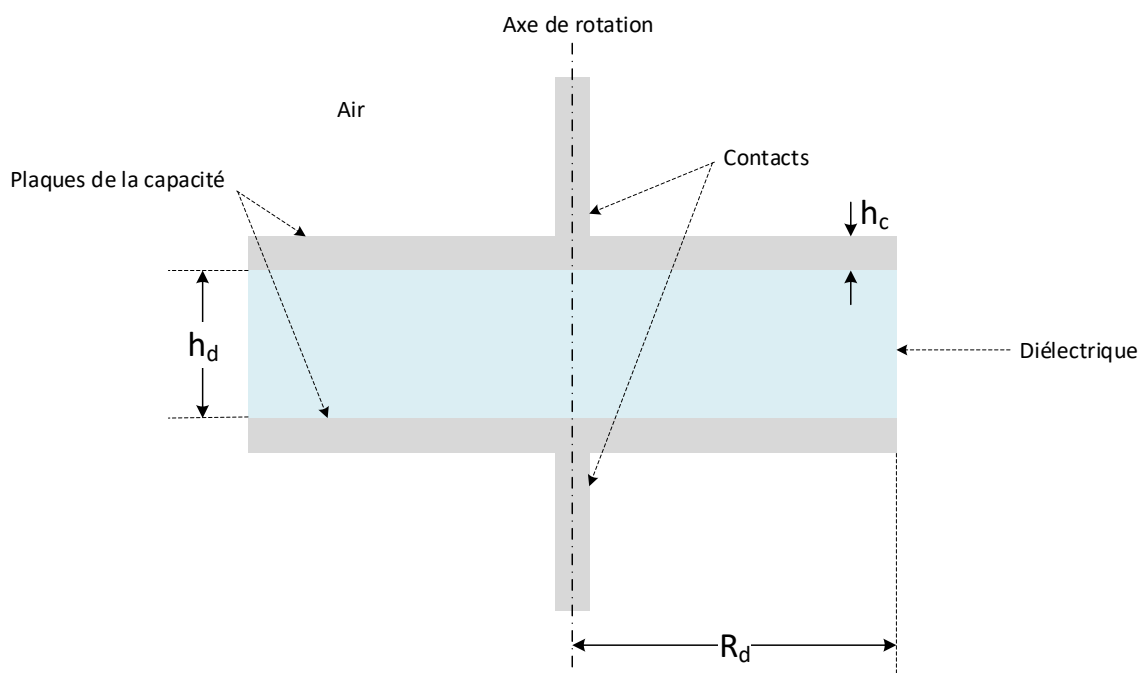


Modélisation et Simulation

TP1 – Capacité et champ électrique

Description première partie:

Dans la première partie de ce TP, nous allons modéliser une capacité simple constituée de deux électrodes, en forme de disque, séparés par un matériau diélectrique.



Le modèle comprendra l'air environnant la capacité pour considérer les lignes de champ électrique autour de celle-ci (fringing fields). Ces lignes de champ électrique s'étendent jusqu'à l'infini, toutefois, leur effet devient rapidement négligeable car l'intensité du champ est inversement proportionnelle au cube de la distance.

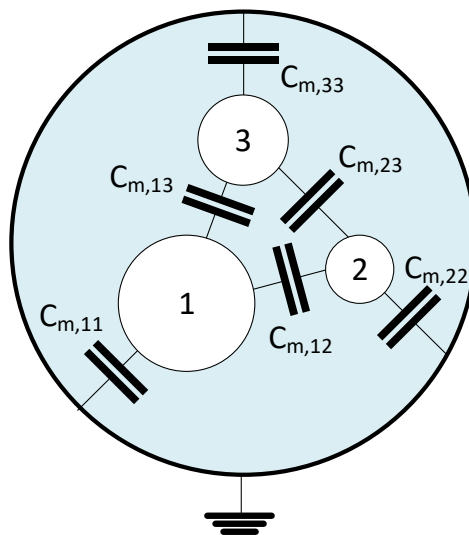
A l'aide de Comsol Multiphysics, effectuer les tâches suivantes :

- Créer la géométrie de la capacité ci-dessus, y compris l'environnement, en exploitant la symétrie radiale (2D axisymmetric). Utiliser : $R_d = 50 \text{ mm}$, $h_c = 5 \text{ mm}$, $h_d = 10 \text{ mm}$ et le rayon initial de l'air $R_a = 70 \text{ mm}$;
- Assigner les matériaux à la géométrie. Utiliser $\epsilon_r = 4$ pour le diélectrique ;

- Appliquer un potentiel (ex : 1V) sur une plaque de la capacité et 0V (ground) sur l'autre.
- Appliquer les conditions aux bords (boundary conditions) pour délimiter l'environnement du modèle.
- Effectuer une simulation stationnaire et "ploter" le champ électrique E , le potentiel électrique V et la valeur de la capacité C .
- Effectuer une étude paramétrique pour vérifier la convergence de la valeur de la capacité avec les deux conditions aux bords : « zero charge » et « floating potetial ».

Description deuxième partie:

Dans la deuxième partie du TP, nous allons extraire les capacités mutuelles entre trois conducteurs séparés par un matériau diélectrique. Le tout est blindé par un conducteur externe.



Comsol Multiphysics détermine la matrice des capacités de Maxwell. Celle-ci décrit la relation entre la charge du terminal i (conducteur) par rapport aux tensions de tous les autres terminaux (conducteurs) du système.

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1N} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{N1} & C_{N2} & \cdots & C_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_N \end{bmatrix}$$

Par exemple : le coefficient C_{11} est déterminé en mesurant la charge du terminal 1, uniquement quand $V_1 > 0V$ et tous les autres terminaux sont à 0V.

Une autre manière de déterminer la charge d'un terminal est d'additionner toutes les contributions des capacités mutuelles et propres (entre le conducteur et la masse) du système. En considérant par exemple un cas à trois terminaux, la charge du premier sera :

$$\begin{aligned}
Q_1 &= C_{m,11} V_1 + C_{m,12} (V_1 - V_2) + C_{m,13} (V_1 - V_3) \\
&= \underbrace{(C_{m,11} + C_{m,12} + C_{m,13})}_{C_{11}} V_1 - \underbrace{C_{m,12}}_{C_{12}} V_2 - \underbrace{C_{m,13}}_{C_{13}} V_3
\end{aligned}
\tag{14}$$

Comsol Multiphysics permet de convertir la matrice des capacités de Maxwell en une matrice de capacités mutuelles et propres. Dans cette dernière nous allons extraire les capacités qui nous intéressent :

$$\begin{bmatrix}
C_{m,11} & C_{m,12} & \cdots & C_{m,1N} \\
C_{m,21} & C_{m,22} & \cdots & C_{m,2N} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
C_{m,N1} & C_{m,N2} & \cdots & C_{m,NN}
\end{bmatrix}$$

A l'aide de Comsol Multiphysics, effectuer les tâches suivantes :

- Créer la géométrie ci-dessus en 2D. Utiliser :
 - a) $R_{\text{ext}} = 100\text{mm}$, centre à (0, 0) ;
 - b) $R_1 = 30\text{mm}$, centre à (-30mm, -30mm);
 - c) $R_2 = 15\text{mm}$, centre à (50mm, -10mm);
 - d) $R_3 = 20\text{mm}$ centre à (0, 40mm).
- Assigner les matériaux à la géométrie ;
- Appliquer un potentiel différent à chaque conducteur (ex : 1V, 2V et 3V) et le « ground » sur la circonférence externe;
- Appliquer les conditions aux bords (boundary conditions) pour délimiter l'environnement du modèle.
- Effectuer une simulation paramétrique de type stationnaire pour extraire la matrice de Maxwell.
- Afficher les résultats en faisant la conversion entre la matrice des capacités de Maxwell et la matrice des capacités mutuelles et propres.
- Afficher la distribution du potentiel électrique entre les trois conducteurs.