Animazione Onda Incidente

La simulazione prevedeva di creare un'animazione di un'onda incidente normale in un'interfaccia tra due dielettrici differenti, il primo aveva come caratteristiche $\mu_2 = 1$, $\varepsilon_1 = 4$ mentre il secondo $\mu_2 = 1$, $\varepsilon_2 = 9$, $\sigma_2 = 10$. Le onde da rappresentare sono: onda incidente nell'interfaccia, onda riflessa e onda totale nel primo mezzo; l'onda trasmessa nel secondo mezzo.

TEORIA

Si considera il caso in cui un'onda piana incidente normalmente su una superficie di separazione tra due dielettrici differenti.

Un mezzo con perdite può essere rappresentato con una costante dielettrica complessa che tiene conto sia delle perdite di potenza che della polarizzazione.

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon''$$

l'equazione di Ampere diventa

$$\nabla \times \vec{\mathrm{H}} = j\omega\varepsilon\vec{\mathrm{E}} = j\omega\left(\varepsilon_0\varepsilon_r - j\frac{\sigma}{\omega}\right)\vec{\mathrm{E}} = j\omega\varepsilon_0\varepsilon_r\vec{\mathrm{E}} + \sigma\vec{\mathrm{E}}$$

la cui divergenza è zero perché divergenza di un rotore. Quindi la divergenza del vettore spostamento elettrico è zero perché le cariche libere sono già considerate insieme alle perdite di potenza tramite la conducibilità. Allora si applica il rotore alla legge di Faraday

$$\nabla \times \nabla \times \vec{\mathrm{E}} = -j\omega\mu\nabla \times \vec{\mathrm{H}}$$

da cui si ricava l'equazione d'onda

$$\nabla^2\overline{\mathrm{E}} + \gamma^2\overline{\mathrm{E}} = 0$$

dove

$$\gamma^2 = -\omega^2\mu\varepsilon + j\omega\mu\sigma$$

Si suppone di risolvere l'equazione senza variazioni nelle direzioni x e y e che il campo elettrico sia diretto lungo x. La soluzione è

$$E_x = E_x^+ e^{-\gamma z} + E_x^- e^{+\gamma z} \quad H_y = \frac{E_x^+}{\eta} e^{-\gamma z} - \frac{E_x^-}{\eta} e^{+\gamma z}$$

condizioni al contorno

dove

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

$$\eta = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma + j\omega\varepsilon}}$$

Che in generale sono entrambi numeri complessi, se il mezzo è un dielettrico si ha gamma puramente immaginario ed eta puramente reale.

Quando l'onda si propaga nel mezzo con perdite deve rispettare le condizioni al contorno in z=0, infatti si crea un'onda riflessa nel mezzo senza perdite.

Le equazioni per le onde sono

$$\vec{E}_{t1}(z) = E_x^+ e^{-j\beta_1 z}\hat{x} + E_x^- e^{j\beta_1 z}\hat{x}$$

$$\vec{H}_{t1}(z) = \frac{E_x^+}{\eta_1} e^{-j\beta_1 z}\hat{y} - \frac{E_x^-}{\eta_1} e^{j\beta_1 z}\hat{y}$$

$$\vec{E}_{t2}(z) = E_x^{tr} e^{-j\beta_2 z}\hat{x}$$

$$\vec{H}_{t2}(z) = \frac{E_x^{tr}}{\eta_2} e^{-j\beta_2 z}\hat{y}$$

dove le incognite corrispondono al modulo del campo elettrico.

Imponendo le condizioni al contorno si ricava sistema

$$E_x^+ = E_x^{tr} - E_x^-$$

$$\frac{E_x^+}{\eta_1} = \frac{E_x^{tr}}{\eta_2} + \frac{E_x^-}{\eta_1}$$

la cui soluzione è

$$E_x^- = \rho E_x^+ \qquad E_x^{tr} = \tau E_x^+ = (1+\rho) E_x^+$$

con

$$\rho = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_2 + \eta_1}$$

$$\tau = 1 + \rho$$

La soluzione nei fasori è

$$\vec{E}_1(z) = E_x^+ \left(e^{-j\beta_1 z} + \rho\, e^{j\beta_1 z}\right) \hat{x}$$

$$\vec{H}_1(z) = \frac{E_x^+}{\eta_1} \left(e^{-j\beta_1 z} - \rho\, e^{j\beta_1 z}\right) \hat{y}$$

$$\vec{E}_2(z) = \tau E_x^+ e^{-j\beta_2 z} \hat{x}$$

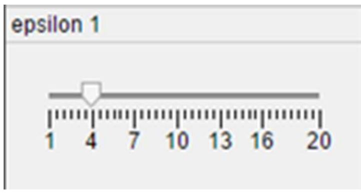
$$\vec{H}_2(z) = \frac{\tau E_x^+}{\eta_2} e^{-j\beta_2 z} \hat{y}$$

CODICE

Il codice è composto da due parti principalmente, la prima dove vengono definiti i parametri delle onde e le strutture per l'animazione, la seconda formata da un unico ciclo for per la rappresentazione effettiva delle onde.

Nella prima parte, oltre a definire le variabili, abbiamo implementato degli slider per permettere di modificare i parametri, e di conseguenza le onda rappresentate, durante l'animazione stessa.

```
fig = uifigure('Position', [1000 500 500 450]);
pn0 = uipanel(fig, 'Position',[0 0 200 100], 'Title','epsilon 1');
sld0 = uislider(pn0,'Position',[25 50 150 3]);
sld0.Limits = [1 20];
sld0.Value = eps1;
```



Esempio di una parte del codice che crea uno degli slider e lo slider stesso.

La seconda parte è composta dal solo ciclo for il cui scopo è quello di funzionare da scansione temporale perché altrimenti l'immagine risulterebbe statica. Al suo interno prima di tutto si collegano le variabili per i parametri con le variabili degli slider, poi si calcolano i valori effettivi delle onde da rappresentare. I vari calcoli sono effettuati all'interno del ciclo poiché, altrimenti, non si avrebbero variazioni nel grafico se si dovessero modificare i valori tramite gli slider sopra descritti. Si usano poi le funzioni plot per rappresentare le onde, passando per argomento la funzione nel dominio del tempo corrispondente