

MODELOS DISPERSIVOS

Métodos Computacionales en Física no Lineal

2022/2023

Pelegriña Gutiérrez, Luis
Vázquez García, Cristóbal
Vazquez Ramos, Alicia

Introducción

Model Dispersive Media in Finite-Difference Time-Domain Method With Complex-Conjugate Pole-Residue Pairs

Minghui Han, Robert W. Dutton, *Fellow, IEEE*, and Shanhui Fan, *Member, IEEE*

Permitividad en medio dispersivo

$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_0 \varepsilon_\infty + \varepsilon_0 \sum_{p=1}^P c_p / (j\omega - a_p) + c_p^* / (j\omega - a_p^*)$$

Ecuación de onda dispersiva

$$E(r) = E_0 e^{-\gamma r} = E_0 e^{-\alpha r} e^{-j\beta r}$$

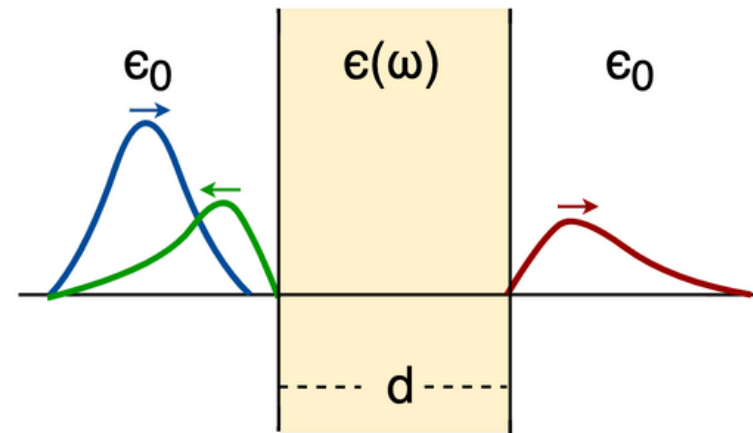
$$\gamma = j\omega \sqrt{\mu \epsilon_c}$$

FDTD

$$\begin{aligned} \vec{E}^{(n+1)\Delta t} = & \left(\frac{2\varepsilon_0 \varepsilon_\infty + \sum_{p=1}^P 2\text{Re}(\beta_p) - \sigma \Delta t}{2\varepsilon_0 \varepsilon_\infty + \sum_{p=1}^P 2\text{Re}(\beta_p) + \sigma \Delta t} \right) \vec{E}^{n\Delta t} \\ & + \frac{2\Delta t \cdot \left[\nabla \times \vec{H}^{(n+1/2)\Delta t} - \text{Re} \sum_{p=1}^P (1 + k_p) \vec{J}_p^{n\Delta t} \right]}{2\varepsilon_0 \varepsilon_\infty + \sum_{p=1}^P 2\text{Re}(\beta_p) + \sigma \Delta t} \end{aligned}$$

$$\vec{J}_p^{(n+1)\Delta t} = k_p \vec{J}_p^{n\Delta t} + \beta_p \left(\frac{\vec{E}^{(n+1)\Delta t} - \vec{E}^{n\Delta t}}{\Delta t} \right)$$

Modelo teórico



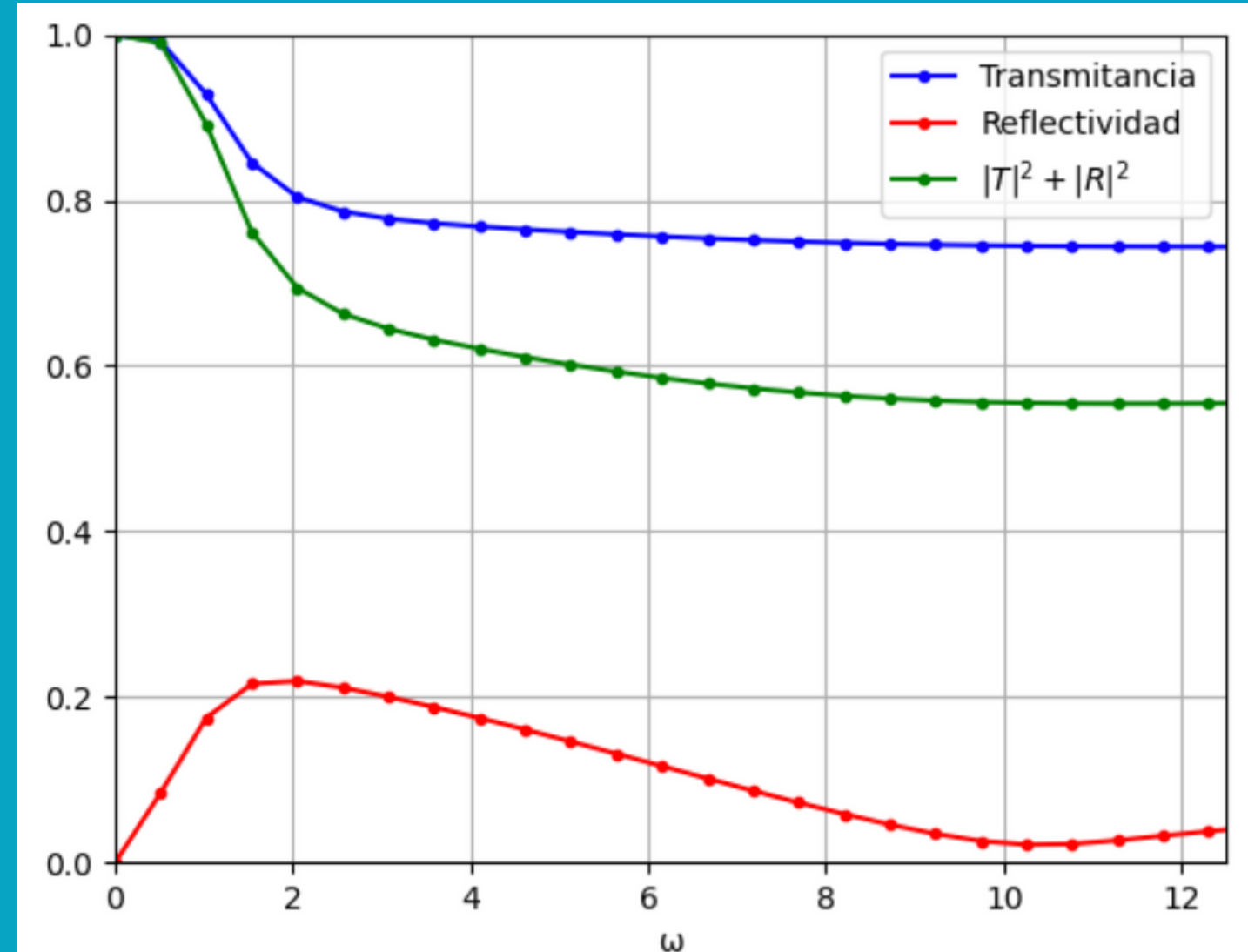
Matriz de transmisión

$$[\Phi] = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma d) & \eta \sinh(\gamma d) \\ \eta^{-1} \sinh(\gamma d) & \cosh(\gamma d) \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} \gamma &= j\omega\sqrt{\mu\epsilon_c} \\ \eta &= \sqrt{\mu/\epsilon_c} \end{aligned}$$

Transmitancia y reflectividad

$$T = \frac{2\eta_0}{\Phi_{11}\eta_0 + \Phi_{12} + \Phi_{21}\eta_0^2 + \Phi_{22}\eta_0}$$

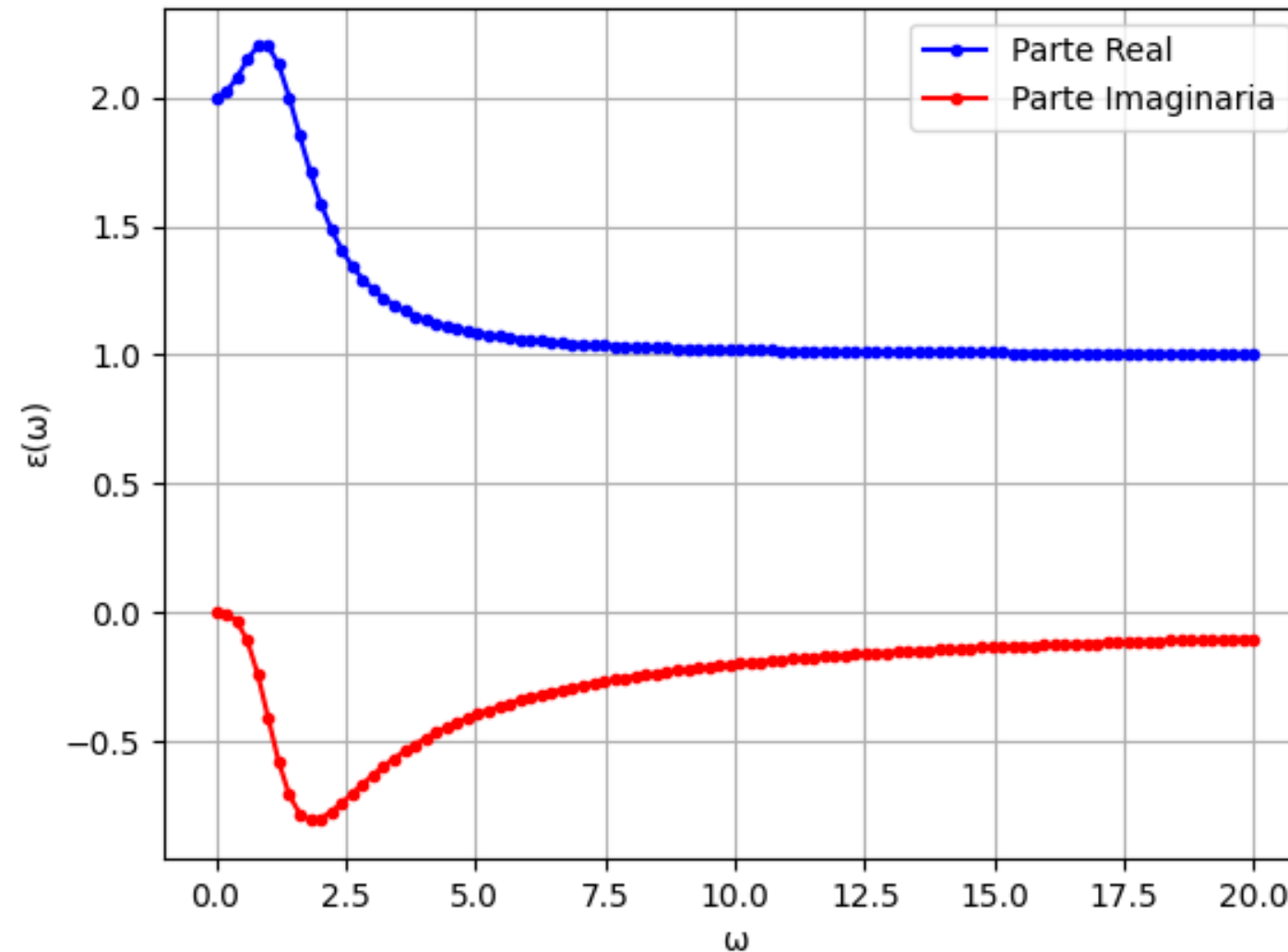
$$R = \frac{\Phi_{11}\eta_0 + \Phi_{12} - \Phi_{21}\eta_0^2 - \Phi_{22}\eta_0}{\Phi_{11}\eta_0 + \Phi_{12} + \Phi_{21}\eta_0^2 + \Phi_{22}\eta_0}$$



Simulación

Condiciones de simulación

- Condiciones de la onda incidente:
 - Pulso Gaussiano (μ, σ)
- Condiciones del medio dispersivo:
 - a_p, c_p
 - $\epsilon_\infty, \sigma, d$
- Condiciones Iniciales de campos:
 - $J=0, H=0$



$$a_p = -1 - 1j, c_p = 1$$
$$\epsilon_\infty = 1.0, \sigma = 0.0$$

Evolución del método

Actualización del campo Eléctrico según un medio dispersivo

Actualización de las corrientes dentro del medio dispersivo

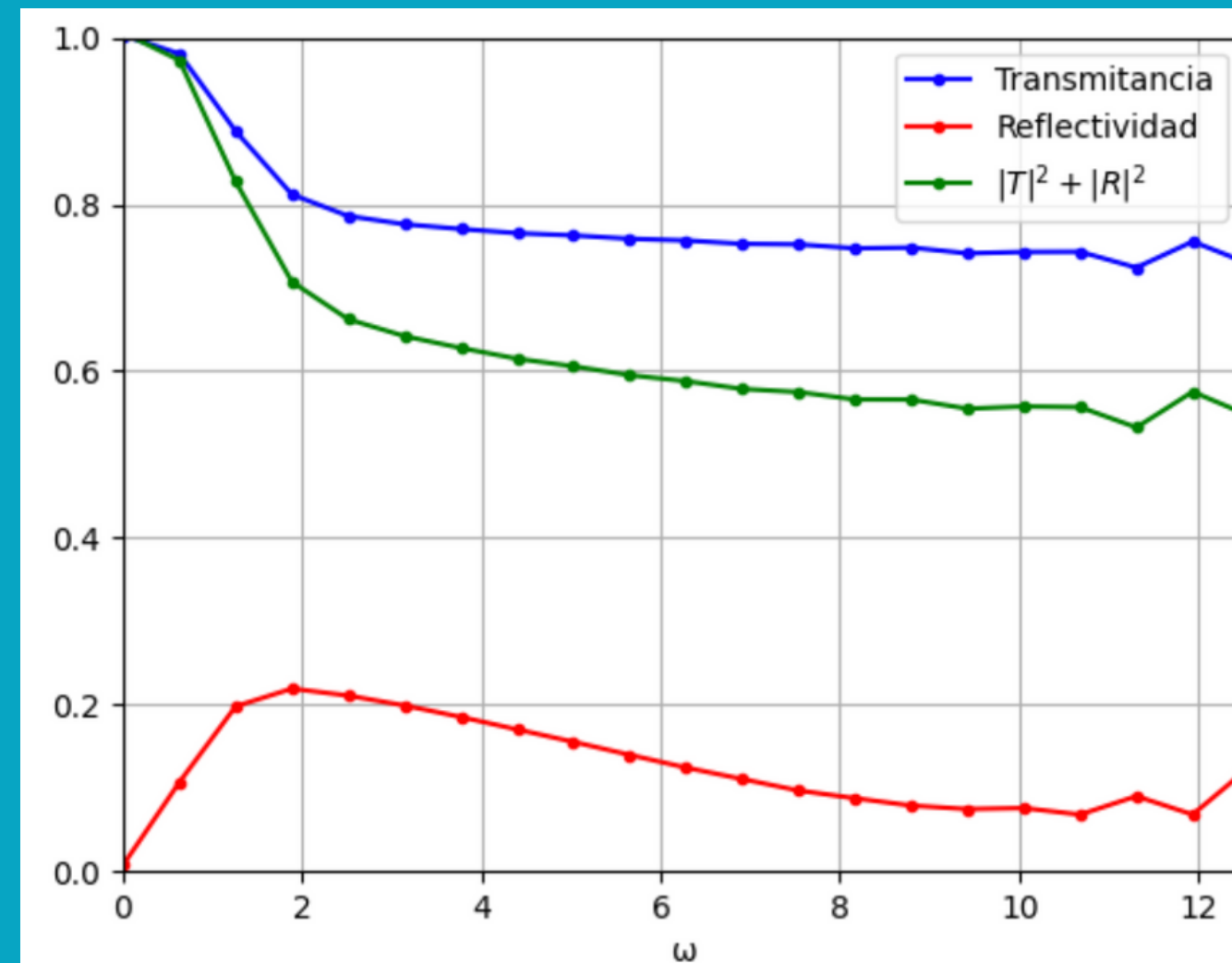
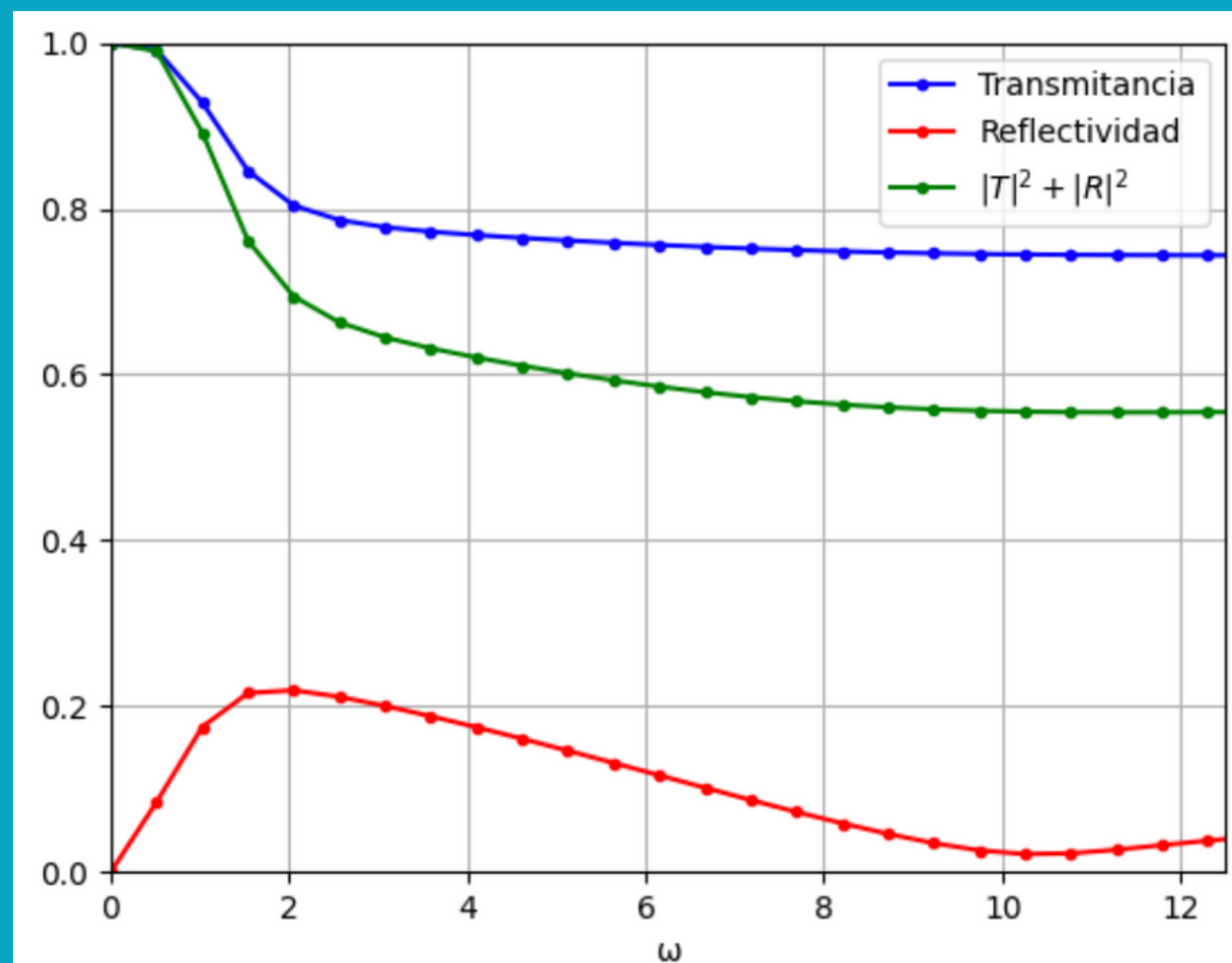
Aplicación de condiciones Mur en los extremos

Repetir desde el inicio el tiempo necesario

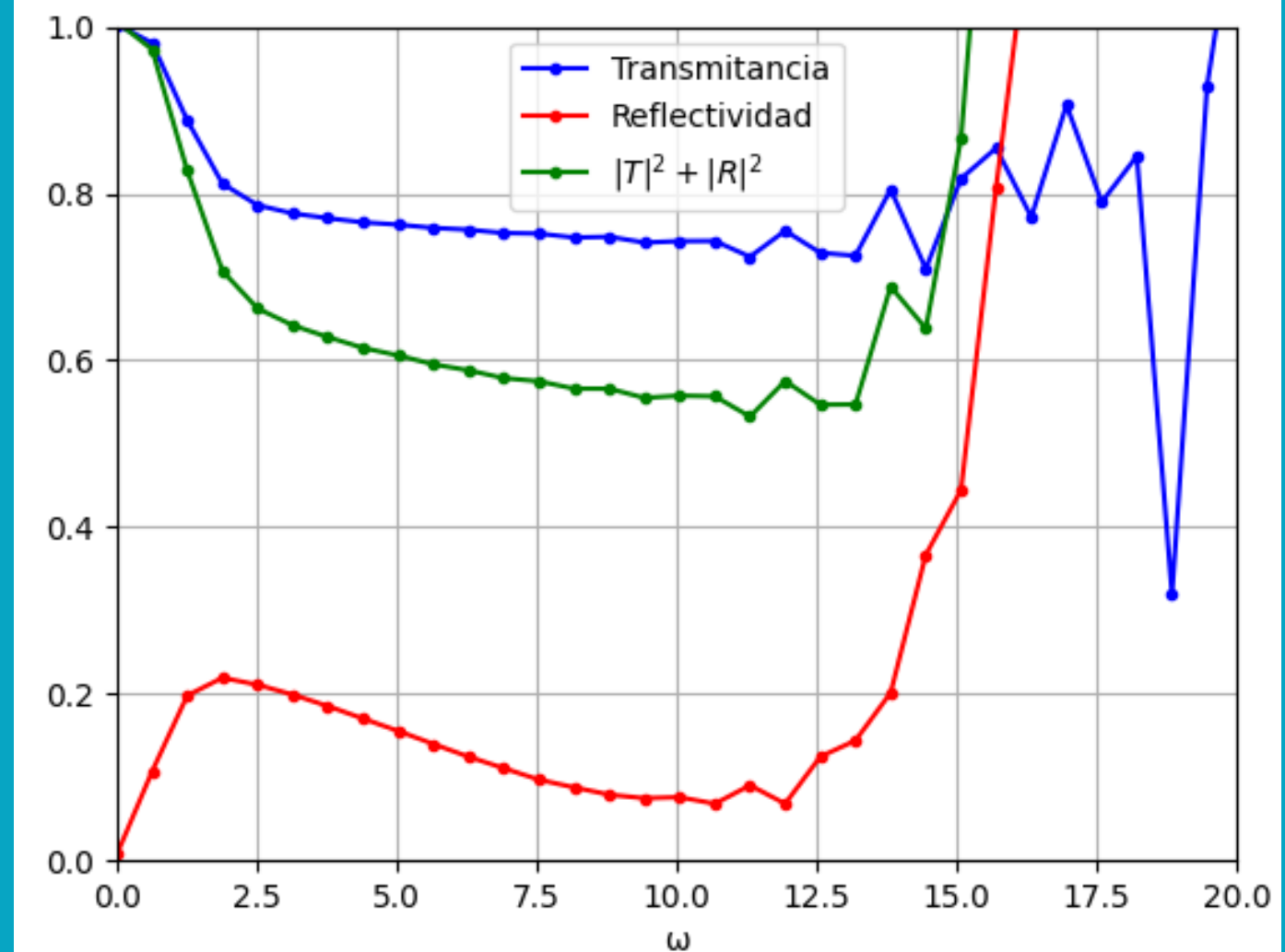
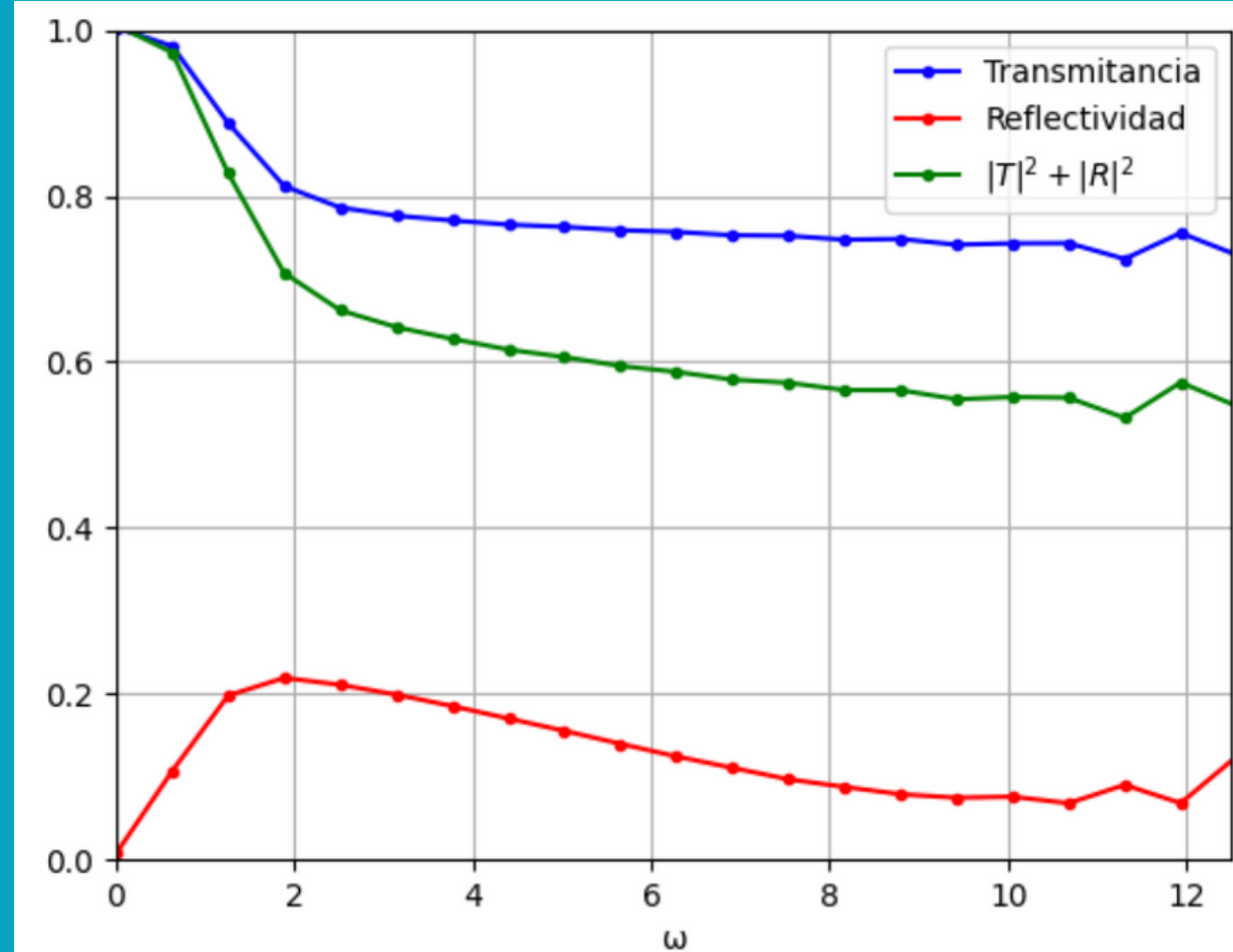
Comparación

$$T = \frac{TF(E_T(t))}{TF(E_i(t))}$$

$$R = \frac{TF(E_R(t)) - E_i(t)}{TF(E_i(t))}$$



Problemas del método





GRACIAS