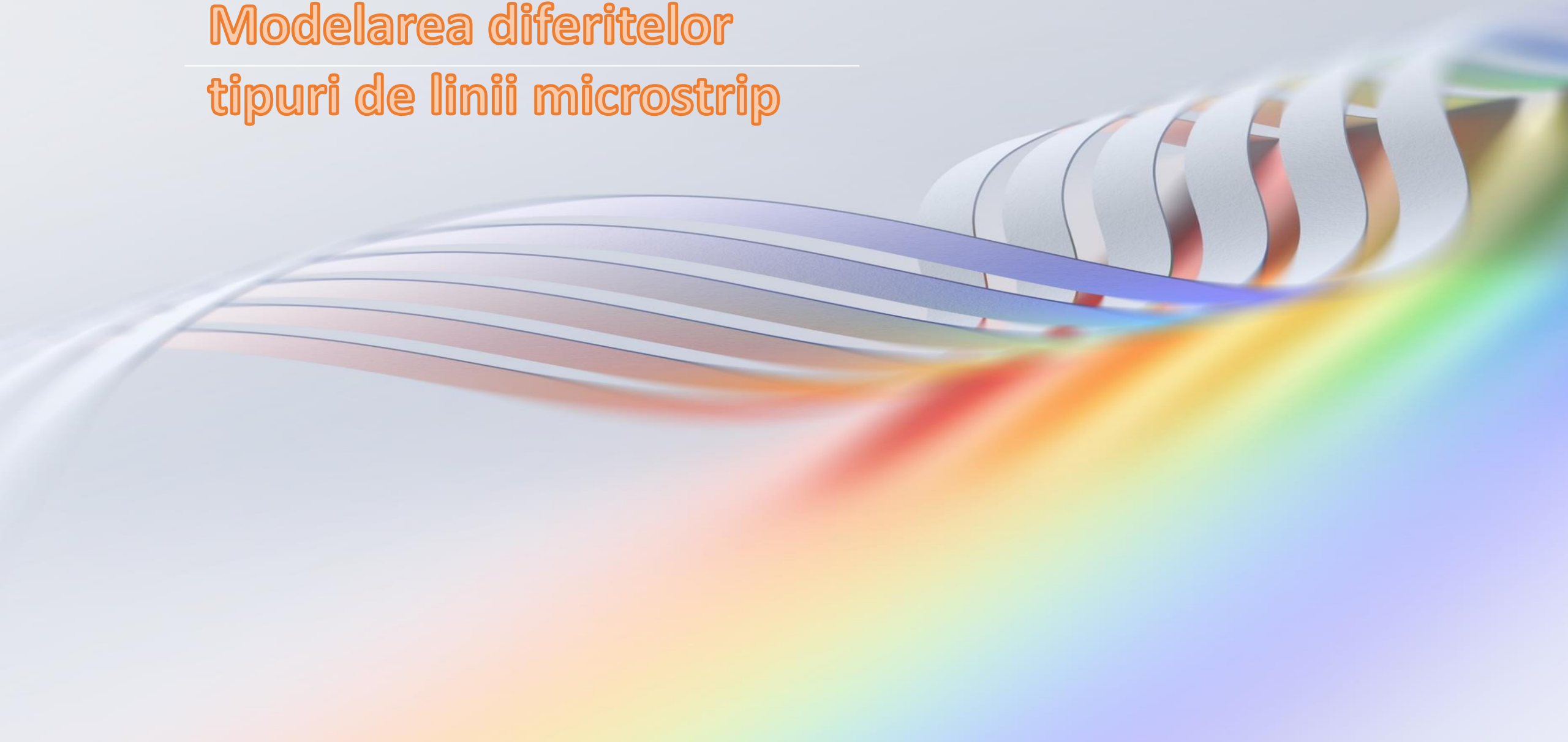
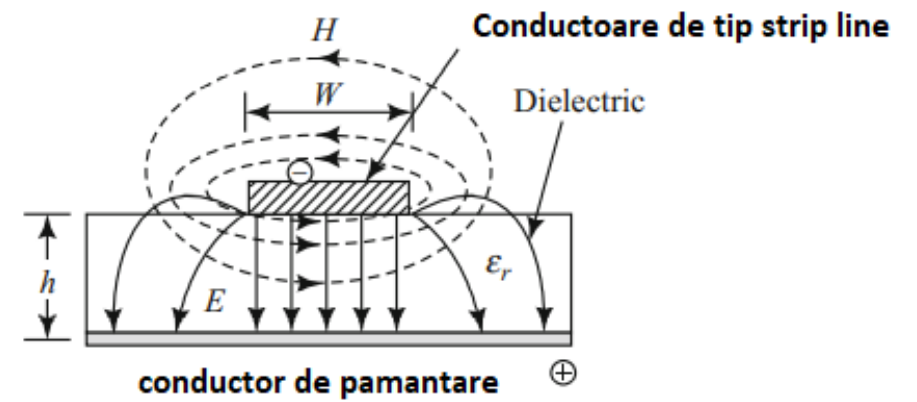


Modelarea diferitelor tipuri de linii microstrip



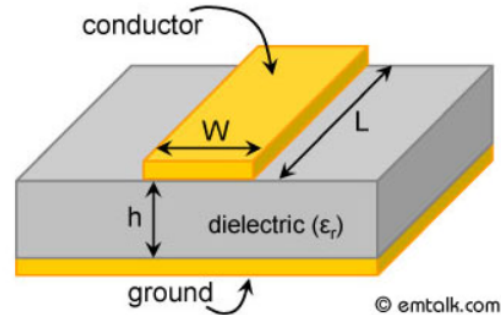
Enunțul lucrării

Să se modeleze și analizeze o linie microstrip



Enunțul lucrării

Microstrip Line Calculator



Substrate Parameters

Dielectric Constant (ϵ_r):

Dielectric Height (h): mm

Frequency: GHz

Electrical Parameters

Zo: Ω

Elec. Length: deg

Synthesize

Analyze

Physical Parameters

Width (W): mm

Length (L): mm

Rogers RO3006 series

Some Typical Applications:

- Automotive radar applications
- Global positioning satellite antennas
- Cellular telecommunications systems - power amplifiers and antennas
- Patch antenna for wireless communications
- Direct broadcast satellites
- Datalink on cable systems
- Remote meter readers
- Power backplanes

| Property | Typical Value ⁽¹⁾ | | | | Direction | Unit | Condition | Test Method |
|---------------------------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------|-------------|--------------------------------------|
| | RO3003 | RO3035 | RO3006 | RO3010 | | | | |
| Dielectric Constant, ϵ_r , Process | 3.00 ± 0.04 | 3.50 ± 0.05 | 6.15 ± 0.15 | 10.2 ± 0.30 | Z | - | 10 GHz 23°C | IPC-TM-650 2.5.5.5 Clamped Stripline |

| Standard Thickness | Standard Panel Size | Available Copper Cladding |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RO3003/RO3035: 0.005" (0.13mm) 0.010" (0.25mm) 0.020" (0.50mm) 0.030" (0.75mm) 0.060" (1.52mm) | 12" X 18" (305 X 457mm) 24" X 18" (610 X 457mm) | ¼ oz. (9µm) electrodeposited copper foil (HQ/HQ) |
| | | ½ oz. (17µm) electrodeposited copper foil (HH/HH) |
| | | 1 oz. (35µm) electrodeposited copper foil (H1/H1) |
| | | 2 oz. (70µm) electrodeposited copper foil (H2/H2) |
| | | ½ oz. (17µm) reverse treated electrodeposited cu foil (SH/SH) |
| RO3006/RO3010: 0.005" (0.13mm) 0.010" (0.25mm) 0.025" (0.64mm) 0.050" (1.28mm) | | 1 oz. (35µm) reverse treated electrodeposited cu foil (S1/S1) |
| | | 2 oz. (70µm) reverse treated electrodeposited cu foil (S2/S2) |
| | | RO3003 & RO3035 laminates also available with ½, 1 and 2 oz. rolled copper foil |
| | | RO3003 5 mil thick laminates also available with 6 oz. rolled copper foil and 0.040" rolled copper plate |
| | | Other claddings may be available. Contact customer service. |

Obiectivele lucrării

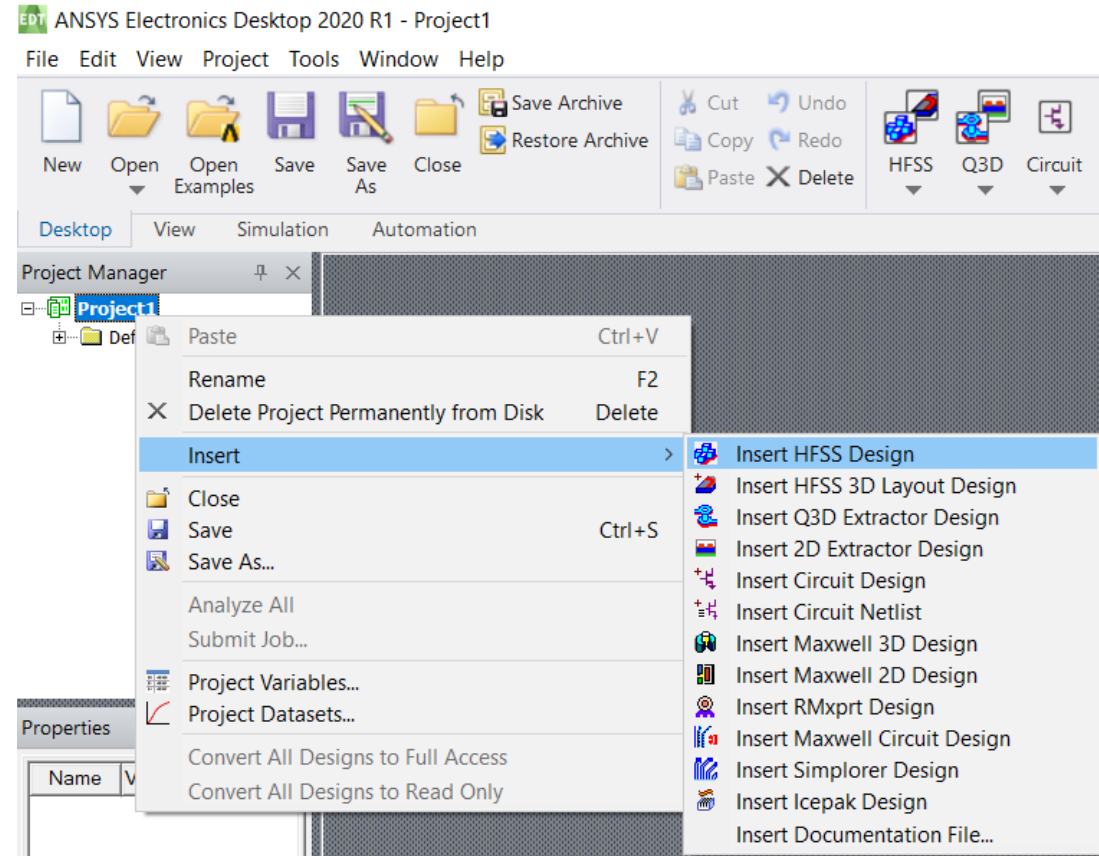
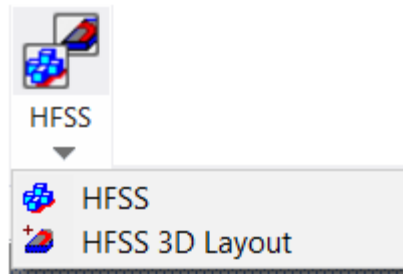
- Modelarea a unei linii microstrip
- Reprezentarea parametrilor S
- Determinarea matricii parametrilor S
- Constanta de propagare
- Constanta de fază a propagării
- Constanta de atenuare a propagării
- Reprezentarea vectorială a câmpului electric în regiunea definită
- Reprezentarea vectorială a câmpului electric în microstrip
- Reprezentarea în cod de culori a câmpului electric în regiunea definită
- Reprezentarea în cod de culori a câmpului electric în microstrip
- Reprezentarea în cod de culori a densității de curent în microstrip

Implementarea modelului pentru modelare numerică

- Se deschide Ansys Electronics Desktop

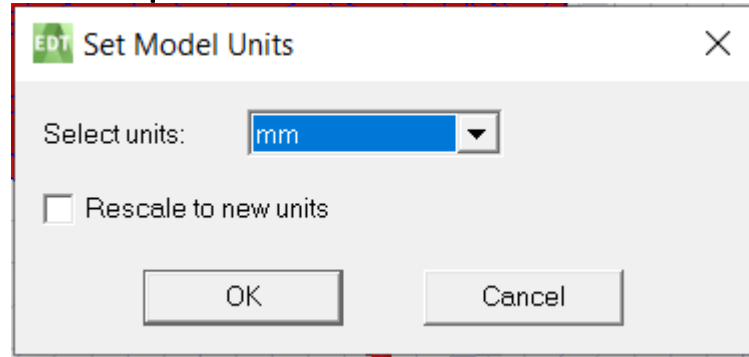


- Se va alege să se modeleze un proiect HFSS

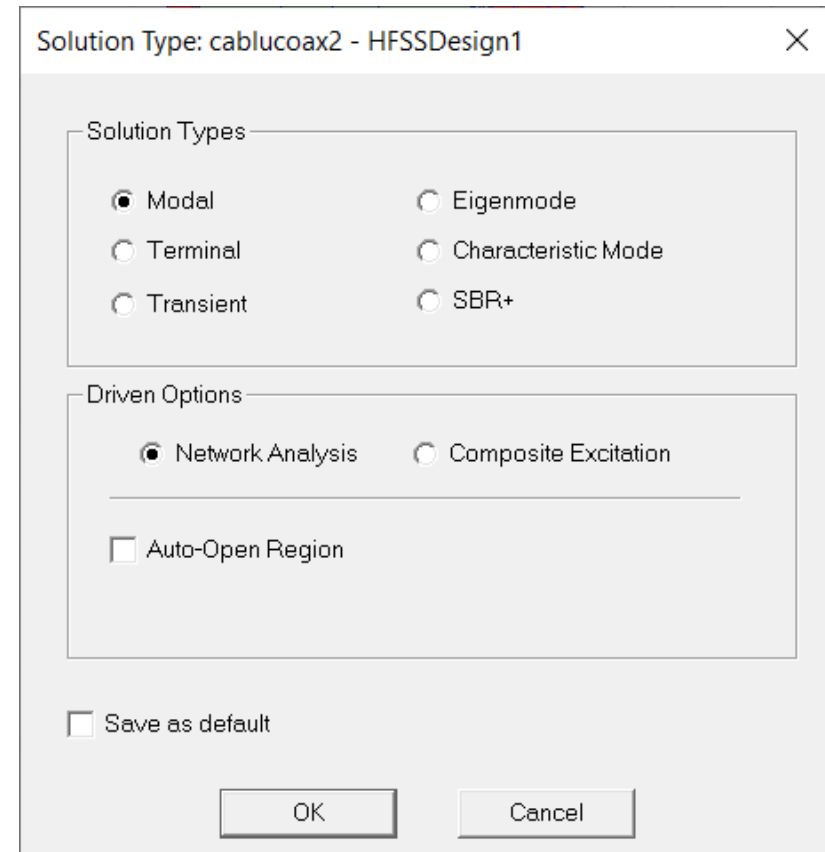


Implementarea modelului pentru modelare numerică

- Vom alege unitatea de măsură pentru model din Modeler ->Units...



- Vom alege tipul soluției din HFSS->Solution Type

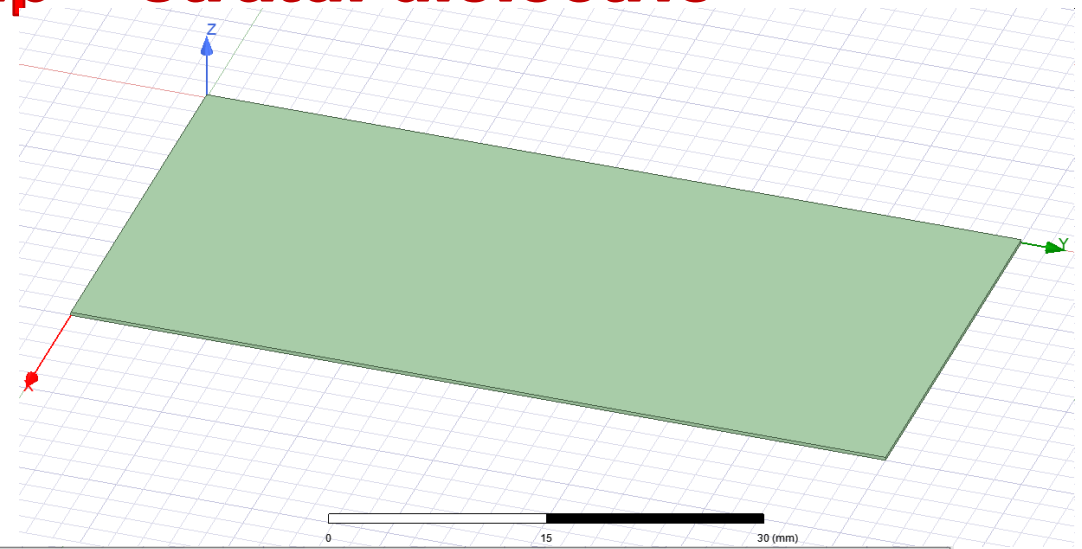


Implementarea liniei de tip microstrip – stratul dielectric

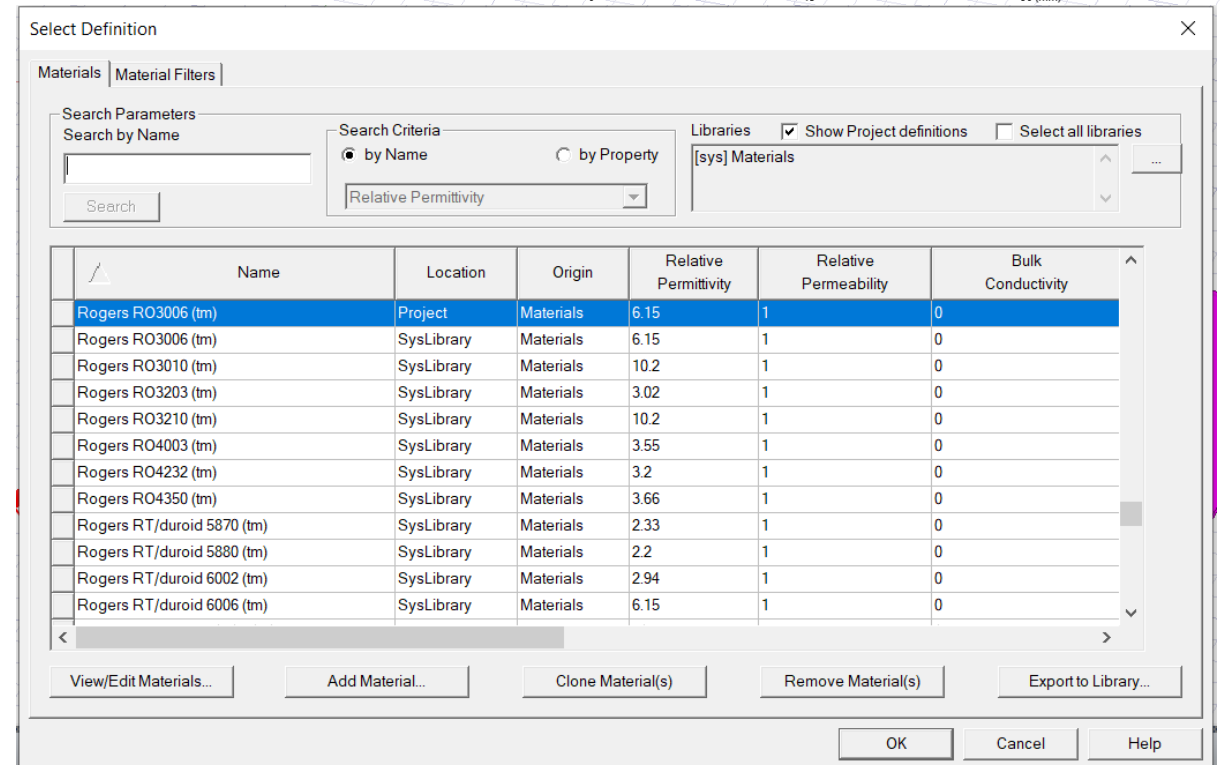
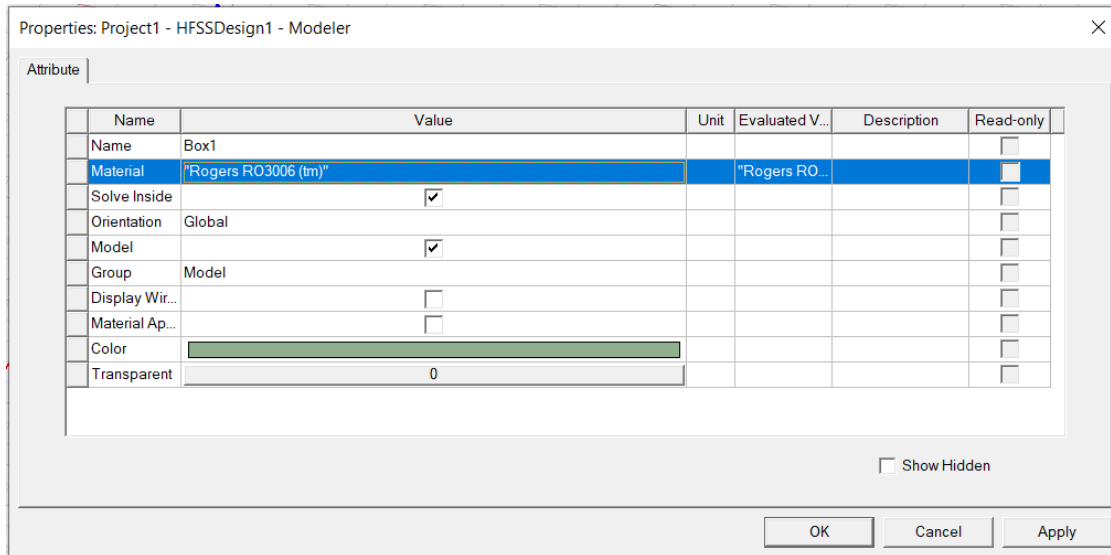
- Desenăm un box reprezentând dielectricul

X: 0 Y: 0 Z: 0 Absoli Cartesia mm


dX: 15 dY: 30 dZ: 0.25 Relativ Cartesia mm

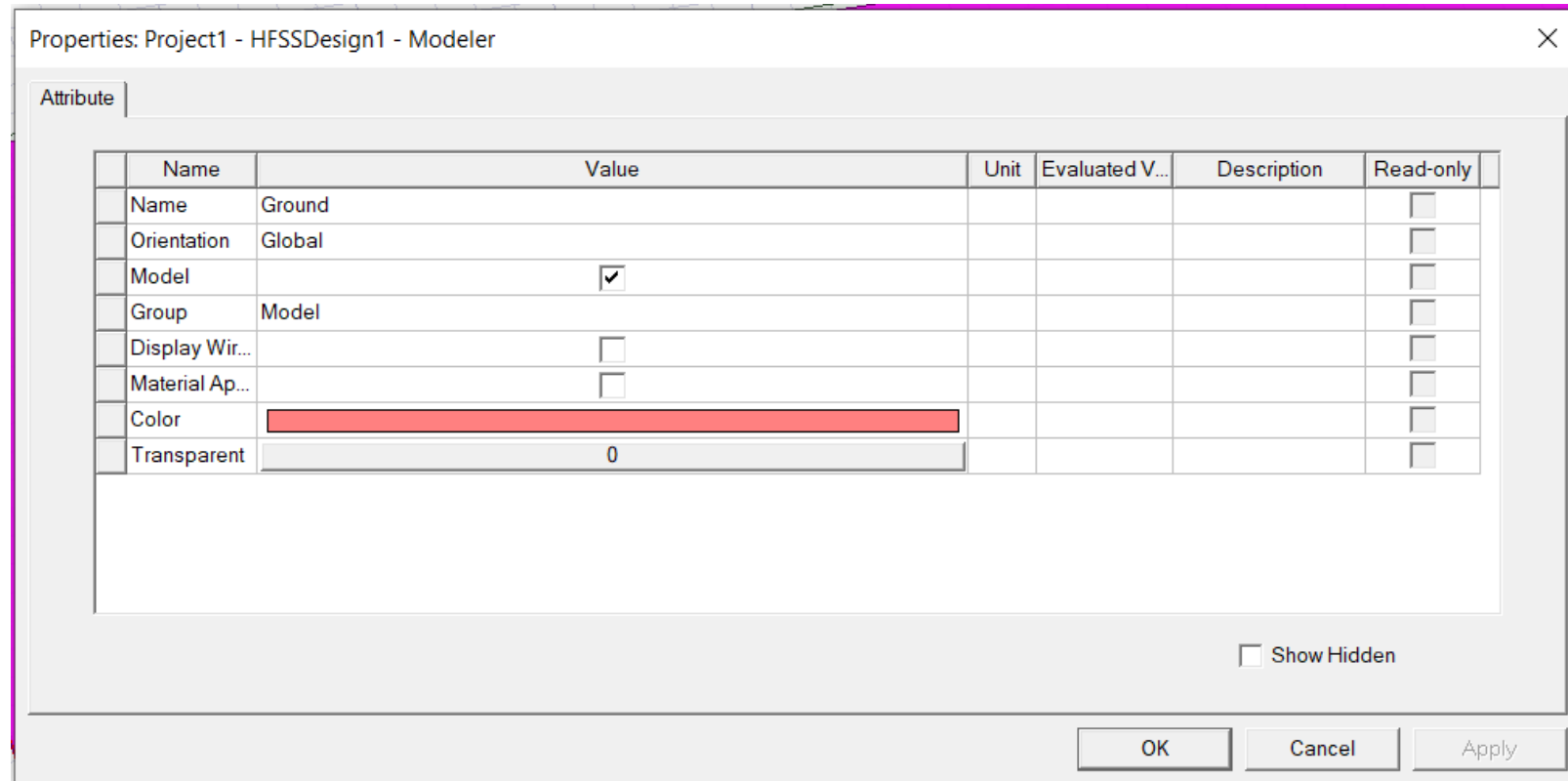


- Vom selecta noul obiect creat și vom modifica proprietățile astfel:



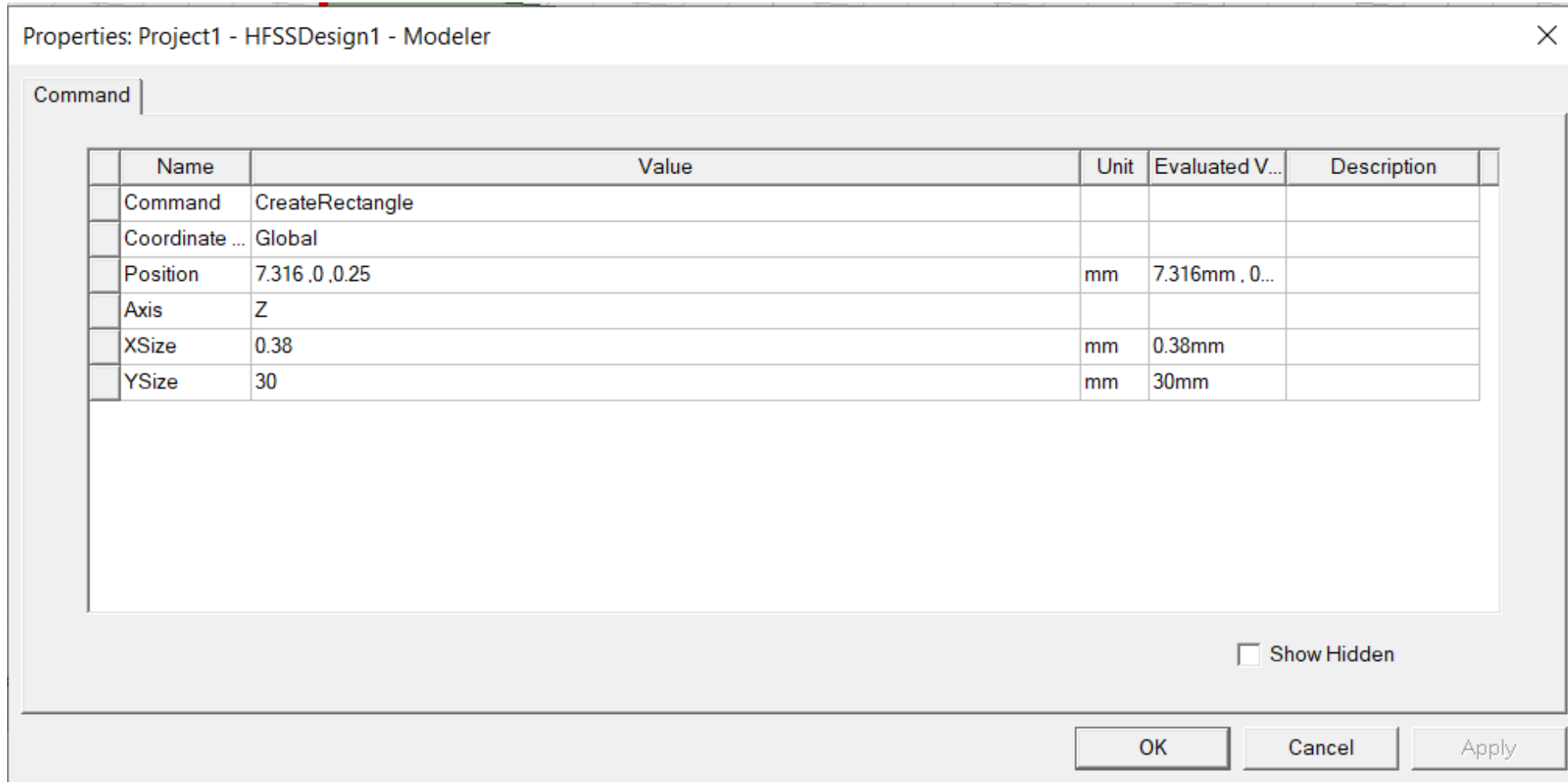
Implementarea liniei de tip microstrip- crearea planului de pământare

- Acest lucru se poate face în cel puțin 2 moduri:
 - Prin crearea unei geometrii de tip dreptunghi 
 - Prin selectarea feței de jos a dielectricului (click dreapta pe spațiul de lucru Selection Mode->Faces) și apoi selectarea Modeler->Surface->Create Model From Face; se vor face apoi unele modificări asupra noului model creat precum culoarea și denumirea



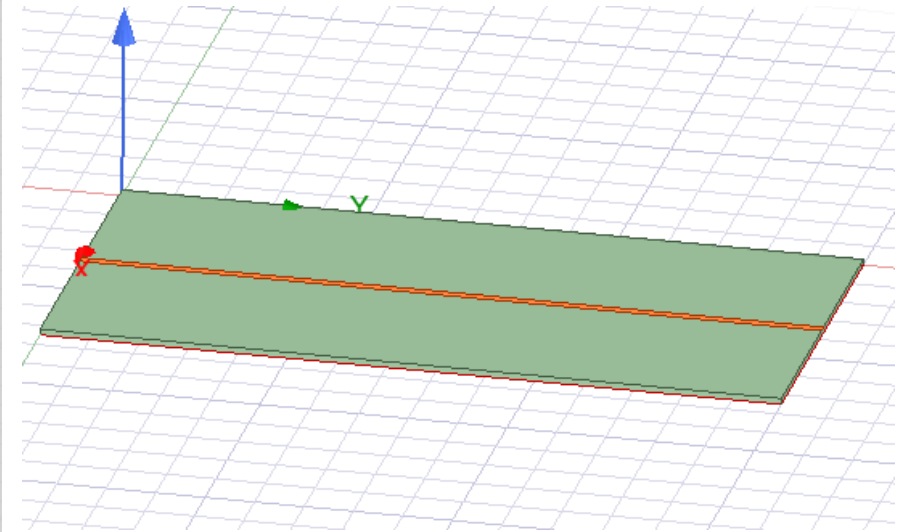
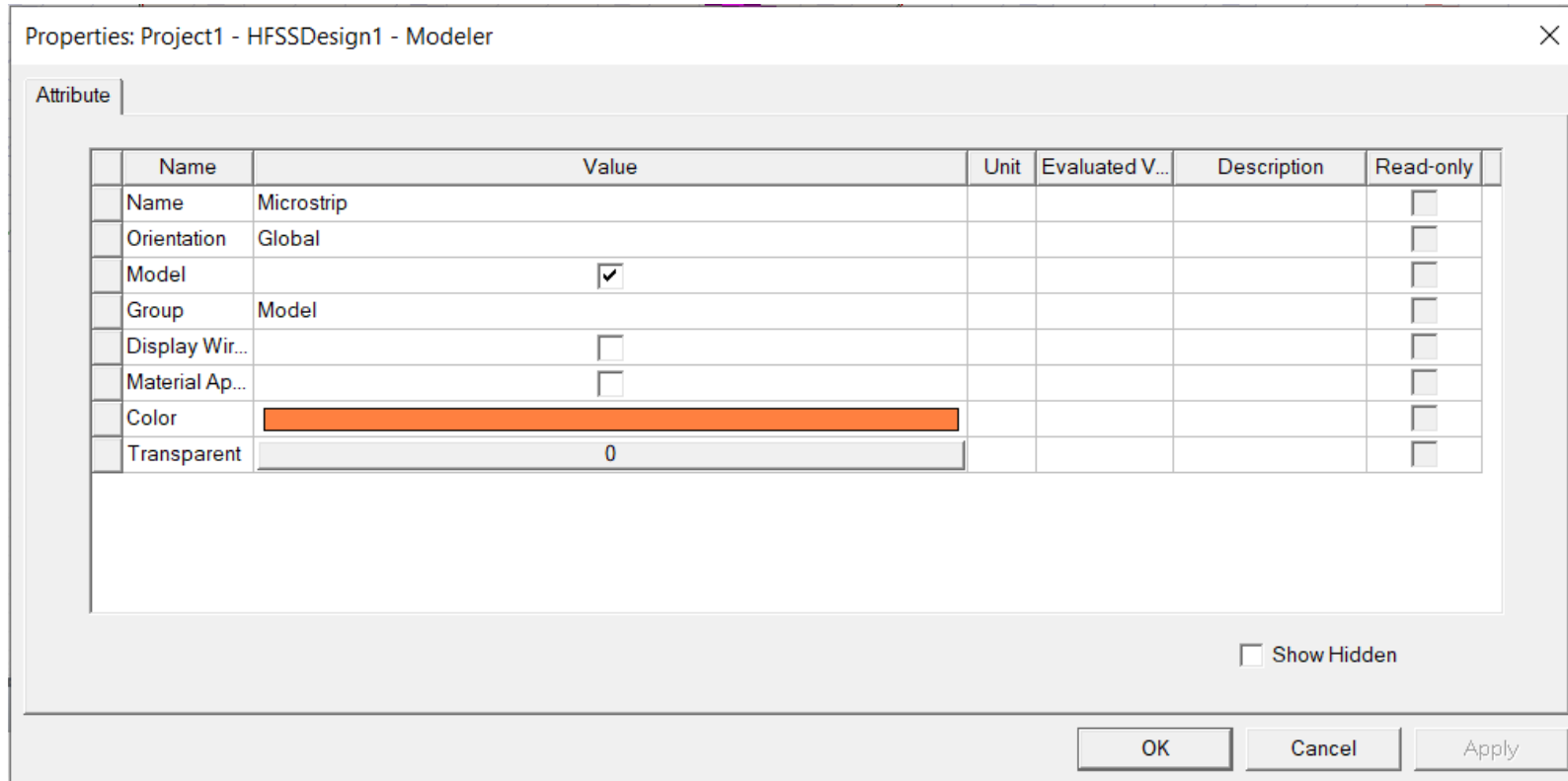
Implementarea liniei de tip microstrip- crearea microstrip-ului

- Desenăm un dreptunghi de dimensiunile obținute cu ajutorul calculatorului pentru dimensiunile și caracteristicile dielectricului folosit



Implementarea liniei de tip microstrip- crearea microstrip-ului

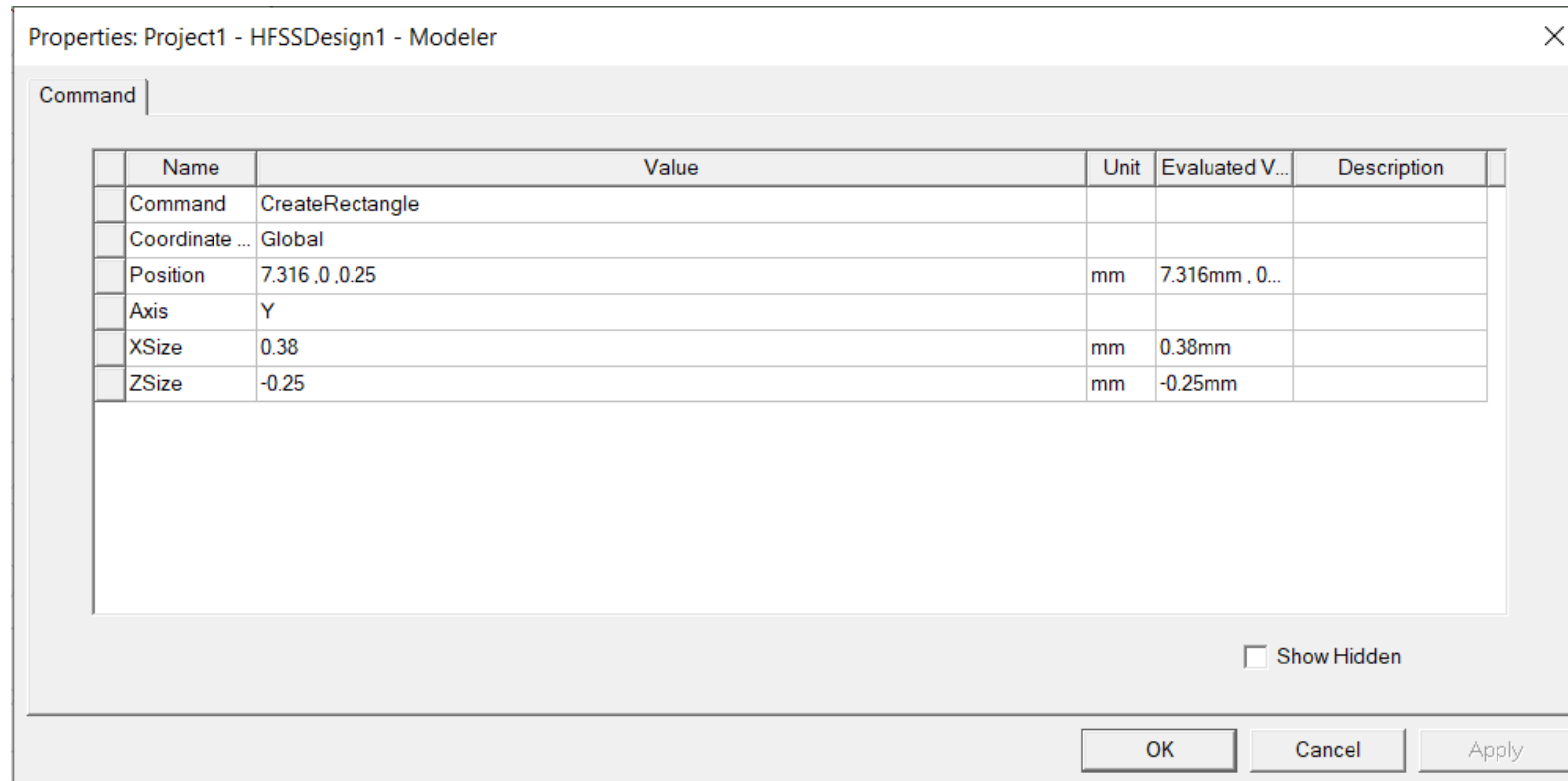
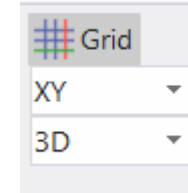
- Vom selecta noul obiect creat și vom modifica proprietățile astfel:



Implementarea liniei de tip microstrip- crearea microstrip-ului

- Se vor crea 2 dreptunghiuri la capetele microstripului care vor servi ca surse. Pentru aceasta se va modifica în primul rând planul de desenare în XZ

- Dimensiunile primului dreptunghi 



- Vom modifica de asemenea și culoare în roșu

Implementarea liniei de tip microstrip- crearea microstrip-ului

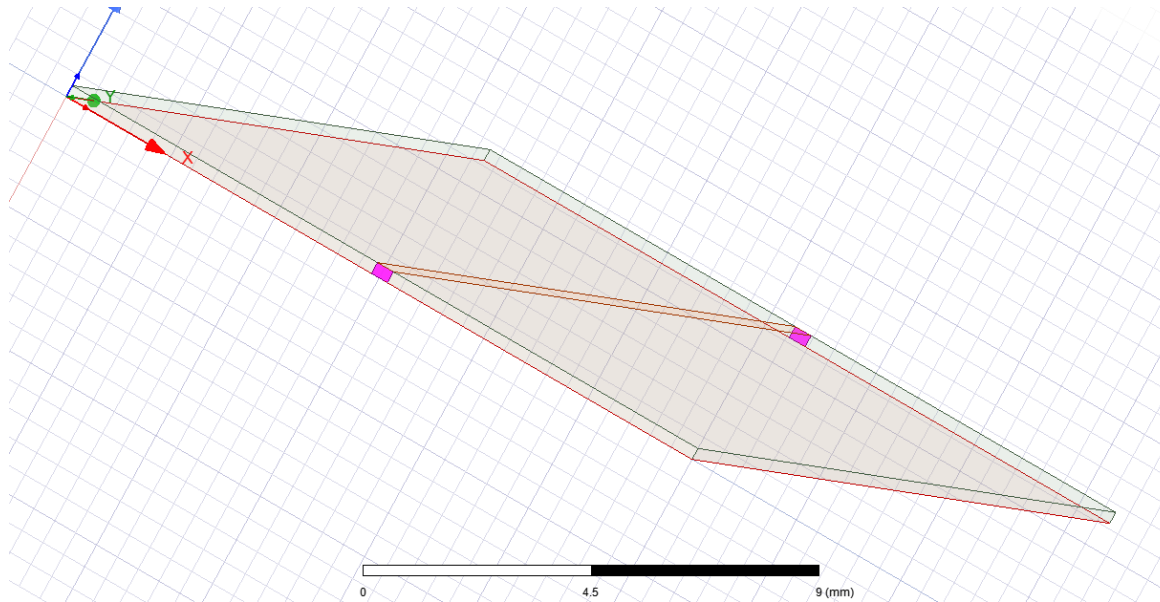
- Crearea celui de al doilea dreptunghi se va face folosind comanda Edit->Duplicate->Along Line după ce s-a selectat primul dreptunghi
- După alegerea acestei opțiuni se vor introduce următoarele coordonate pentru primul punct

X: 7.316 Y: 0 Z: 0.25 Absoli Cartesia mm

- Apoi se vor introduce următoarele coordonate pentru cel de al doilea punct

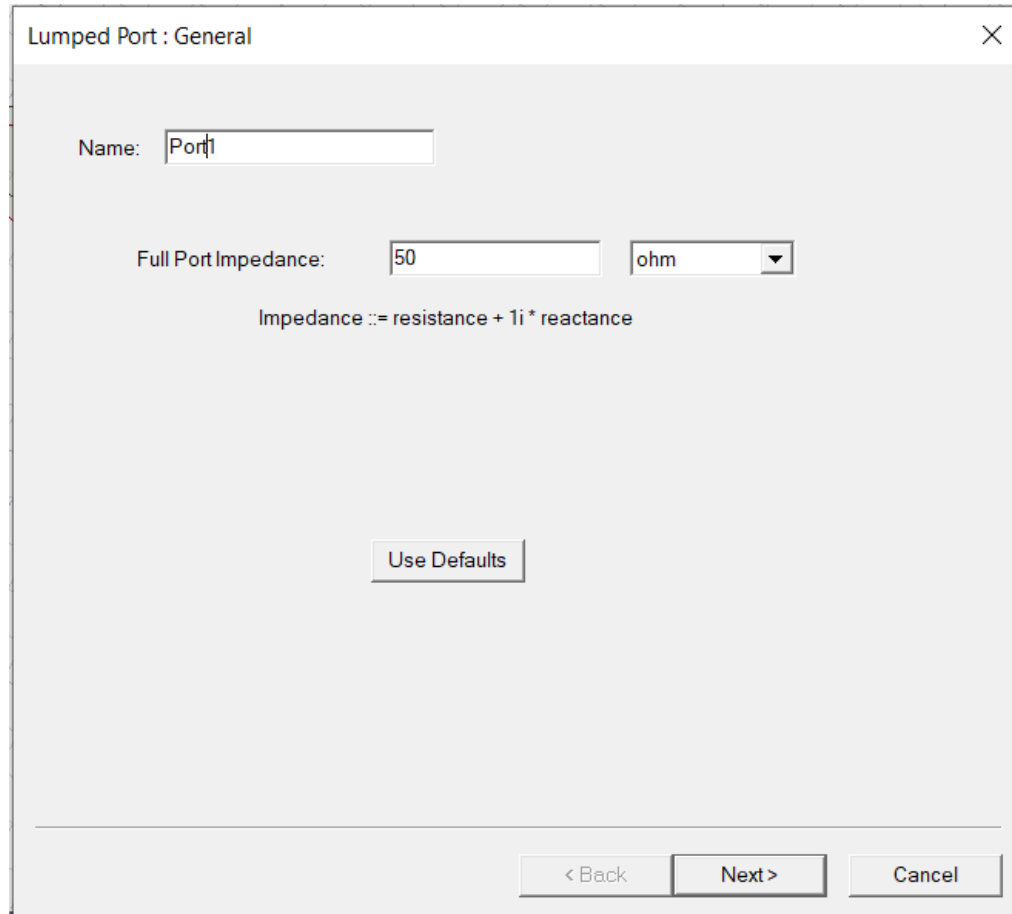
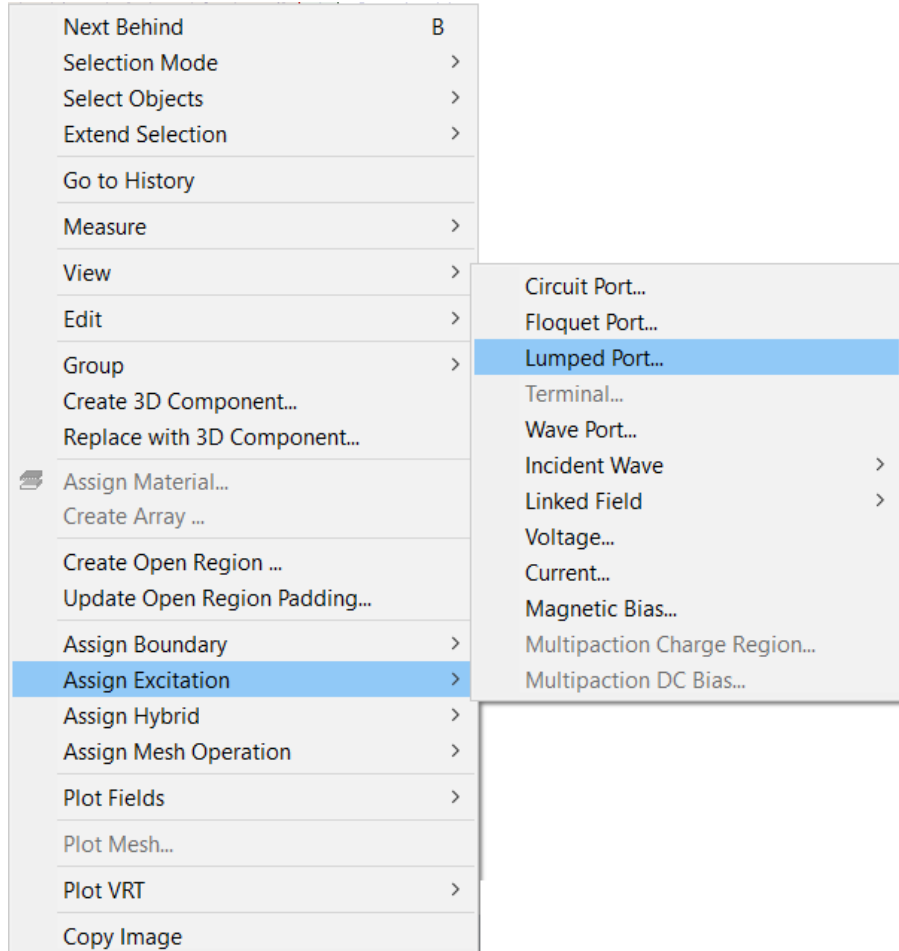
dX: 0 dY: 30 dZ: 0 Relativ Cartesia mm

- Se alege opțiunea ca duplicarea să se facă astfel încât numărul total de obiecte să fie 2

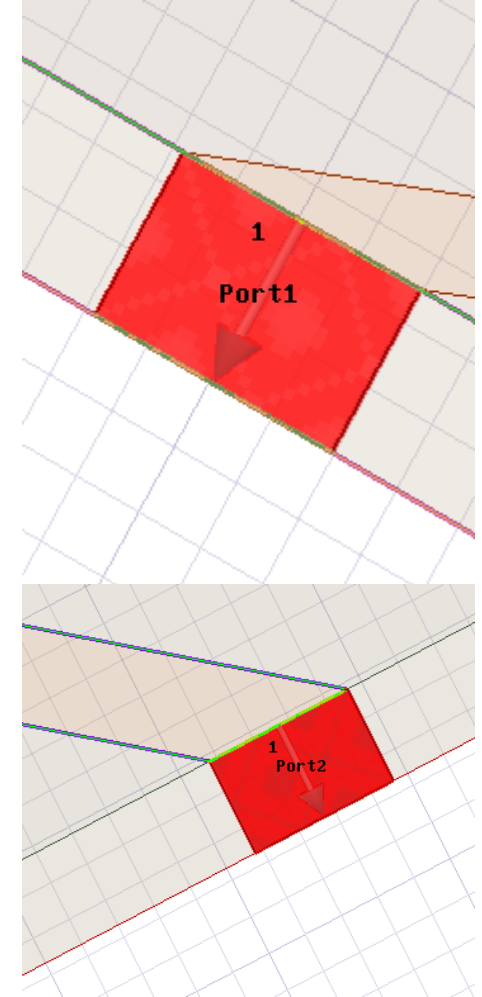
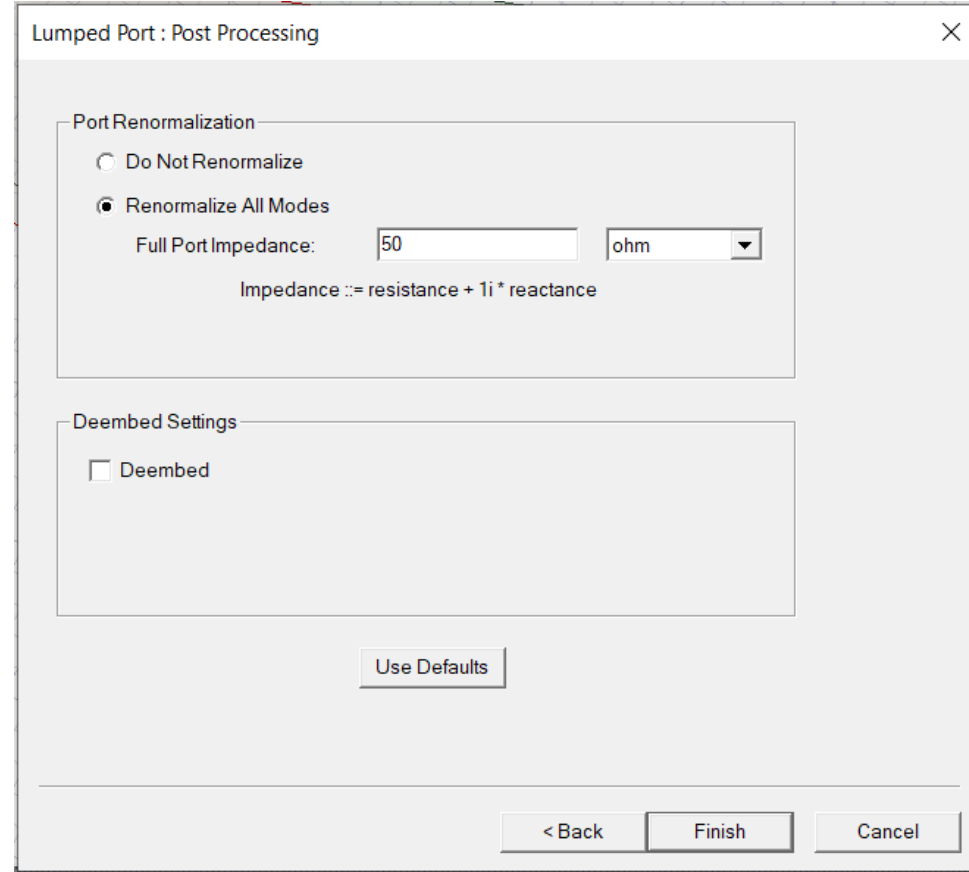
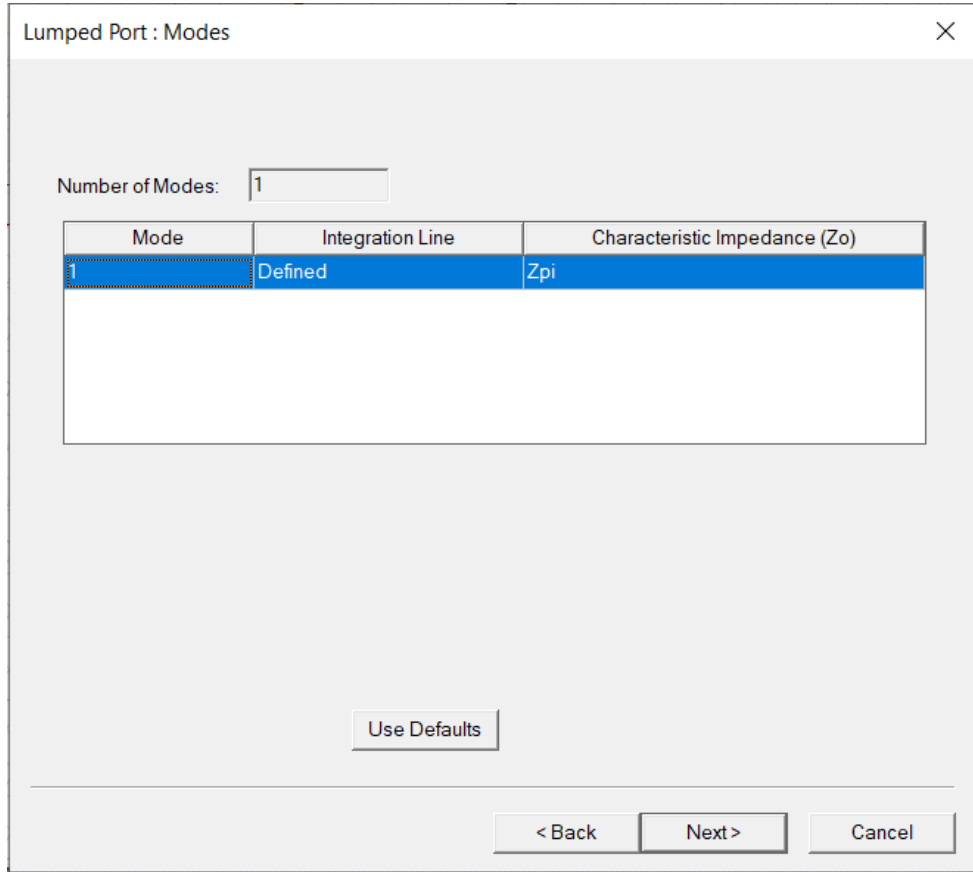


Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se va selecta primul dintre dreptunghiuri pentru a atribui o sursă de tip Lumped Port



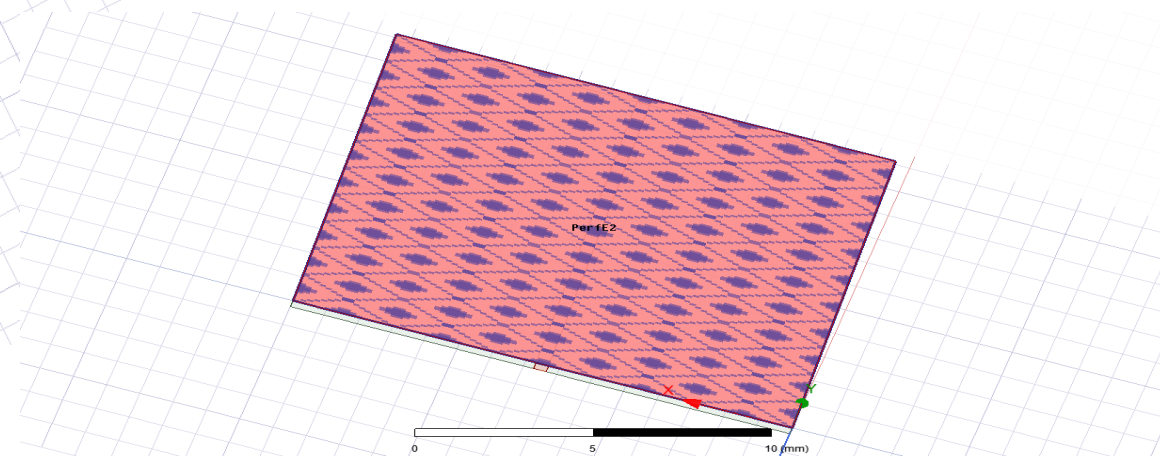
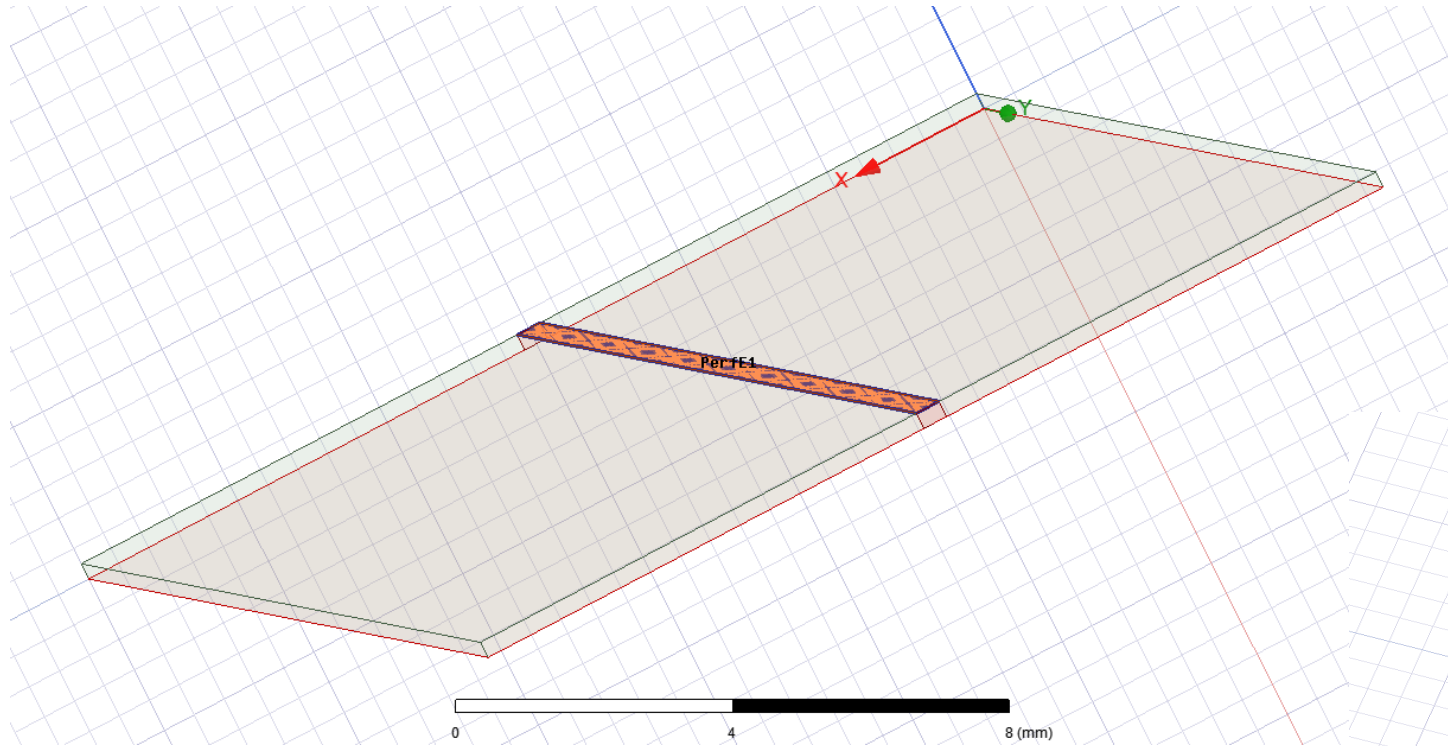
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră



- Se va atribui o sursă de tip Lumped port și pe celălalt dreptunghi

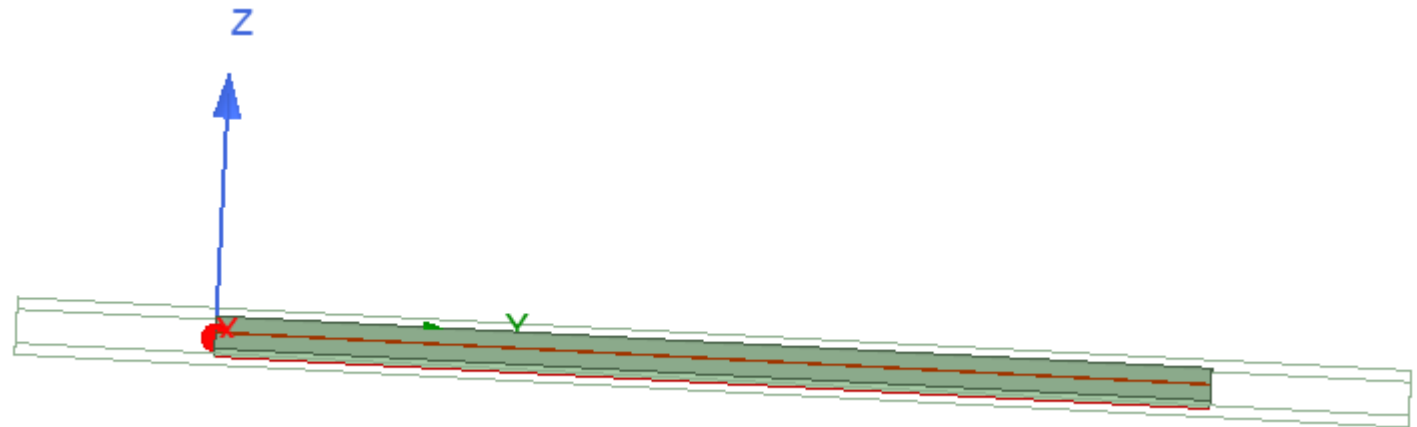
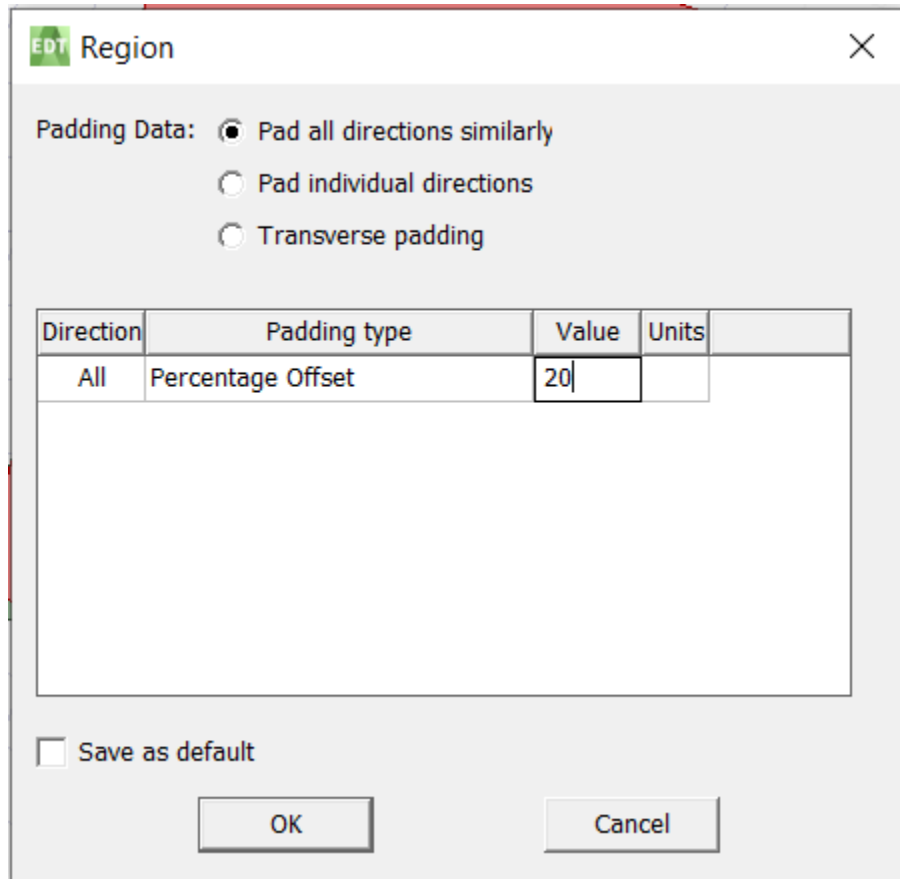
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se vor atribui condiții de frontieră de tip PerfE pe planul de pământare (ground) și pe Microstrip prin selectarea lor și alegerea din meniul care apare când dăm click dreapta pe domeniul de lucru a opțiunii Assign Boundary-> Perfect E...



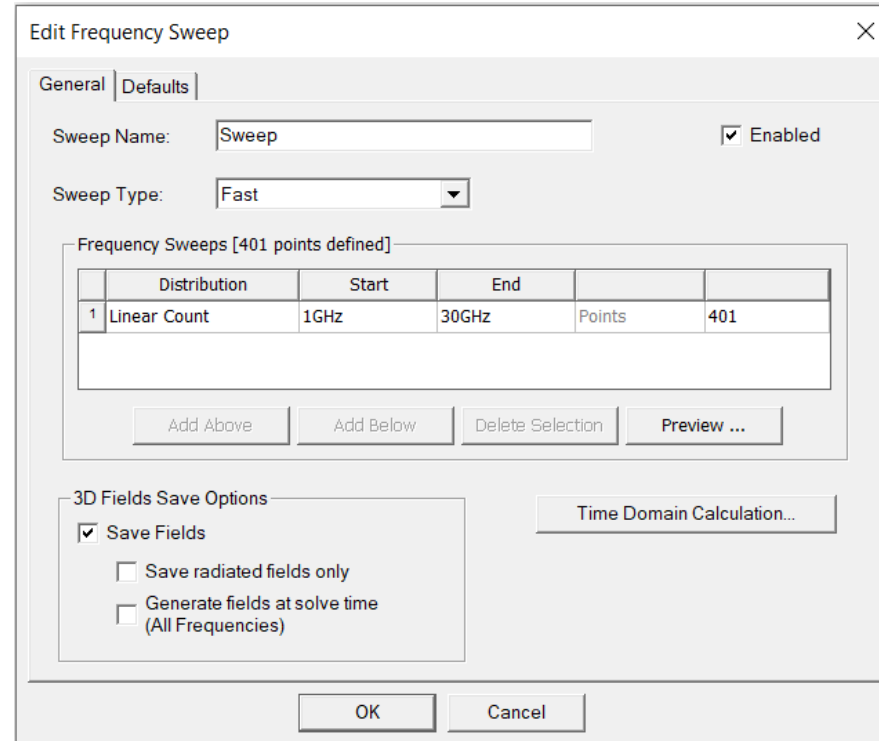
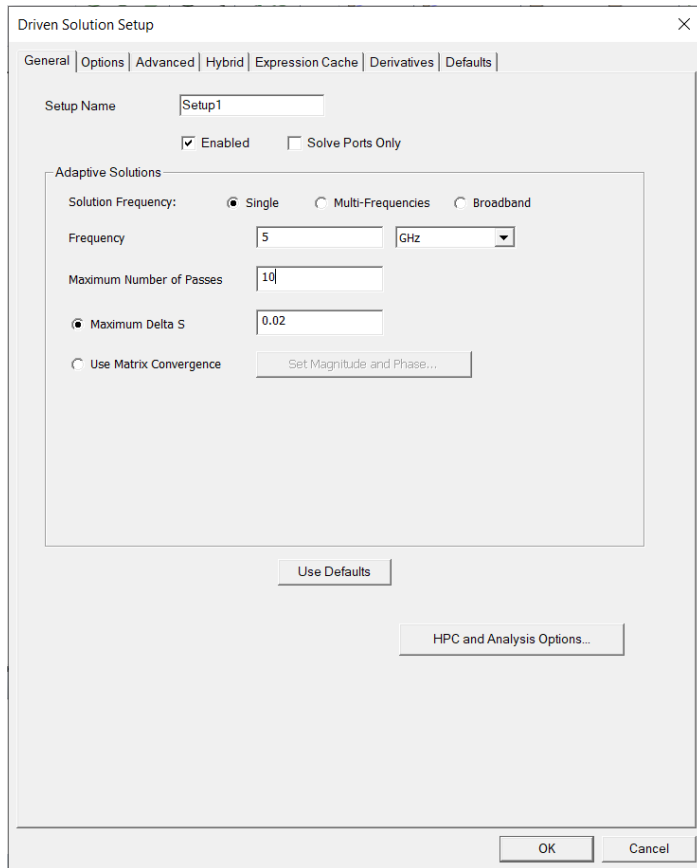
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se va crea o zonă pe care dorim să afișăm radiația dispozitivului nou creat. Acest lucru îl putem obține prin crearea unui spațiu Region 

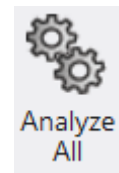
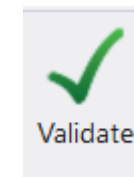
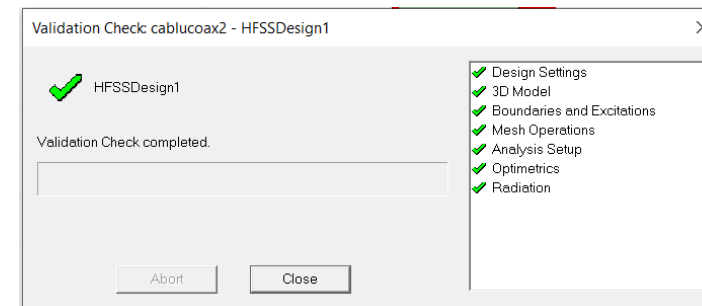


Setarea parametrilor care se doresc a fi determinați în cadrul lucrării

- Se vor impune setările de rulare/rezolvare/soluționare



- Se vor rula numeric problema modelată



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Solutions: Project1 - HFSSDesign1

Simulation: Setup1

Design Variation: [] [] []

Profile | Convergence | Matrix Data | Mesh Statistics

| Task | Real Time | CPU Time | Memory | |
|-------------------|-----------|----------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Solver DCS4 | 00:00:30 | 00:00:32 | 192 M | Disk = 32.5 MBytes, . 2 lumped port(s) , 2 lumped port(s) , 2 lumped port(s) , 2 lum |
| Field Recovery | 00:00:00 | 00:00:00 | 192 M | Disk = 2.95 MBytes, 2 excitations |
| Frequency Sweep | | | | Elapsed time: 00:00:32 |
| Simulation Sum... | | | | |
| Design Validation | | | | Elapsed time: 00:00:00, total memory: 68 MB |
| Initial Meshing | | | | Elapsed time: 00:00:03, total memory: 0.03449 GB |
| Adaptive Meshing | | | | Elapsed time: 00:00:19, total memory: 0.1524 GB |
| Frequency Sweep | | | | Elapsed time: 00:00:32, total memory: 0.1878 GB |
| Solution Process | | | | Elapsed time : 00:00:55 , Hfss ComEngine Memory : 74.1 M |
| Total | | | | Time : 01/21/2022 10:43:12, Status: Normal Completion |

Export... Close

Solutions: Project1 - HFSSDesign1

Simulation: Setup1

Design Variation: [] [] []

Profile | Convergence | Matrix Data | Mesh Statistics

Total number of elements: 6243

| | Num Tets | Min edge length | Max edge length | RMS edge length | Min tet vol | Max tet vol | Mean tet vol | Std Devn (vol) |
|--------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| Box1 | 2182 | 0.349138 | 3.94139 | 1.53473 | 0.00028212 | 0.391725 | 0.0515582 | 0.0661677 |
| Region | 4061 | 0.327196 | 10.503 | 2.48911 | 0.000161359 | 3.25064 | 0.0483132 | 0.133289 |

Export... Close

Solutions: Project1 - HFSSDesign1

Simulation: Setup1

Design Variation: [] [] []

Profile | Convergence | Matrix Data | Mesh Statistics

Number of Passes

Completed 10
Maximum 10
Minimum 1

Max Mag. Delta S

Target 0.02
Current 0.038734

View: Table Plot

Export...

NOT CONVERGED

Consecutive Passes

Target 1
Current 0

Default Settings

Save Defaults Clear Defaults

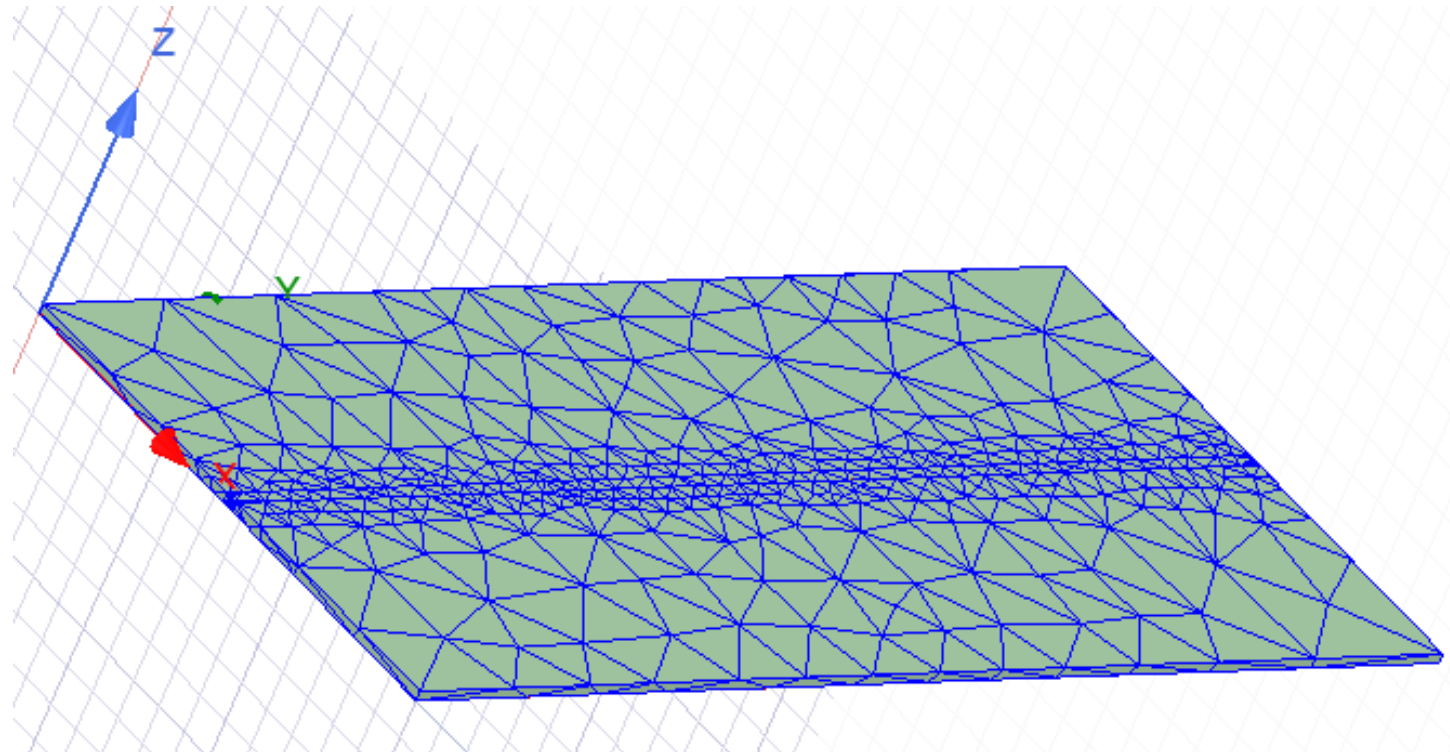
| Pass Number | Solved Elements | Max Mag. Delta S |
|-------------|-----------------|------------------|
| 1 | 698 | N/A |
| 2 | 876 | 0.50569 |
| 3 | 1119 | 0.97015 |
| 4 | 1427 | 0.12361 |
| 5 | 1858 | 0.52433 |
| 6 | 2304 | 0.14463 |
| 7 | 2834 | 0.047796 |
| 8 | 3687 | 0.08749 |
| 9 | 4798 | 0.04132 |
| 10 | 6243 | 0.038734 |

Close

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Meshul creat pentru proiectul analizat

- Pentru a observa Mesh-ul creat vom da click dreapta pe zona de lucru și vom alege Plot Mesh după ce am selectat geometria pentru care se dorește a fi reprezentat. Se va selecta microstrip, ground, cele 2 porturi și substratul



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea parametrilor S

The image shows the HFSS software interface with the 'Results' menu open. The path to create a report is highlighted: Results > Create Modal Solution Data Report > Rectangular Plot.

- HFSS
- Tools
- Window
- Help
- Solution Type...
- List...
- Validation Check...
- Analyze All
- Submit Job...
- Edit Notes...
- Toolkit >
- 3D Model Editor
- Set Object Temperature...
- Design Settings...
- Model >
- Boundaries >
- Excitations >
- Hybrid >
- Mesh >
- Analysis Setup >
- Optimetrics Analysis >
- Fields >
- Radiation >
- Results >
 - Create Modal Solution Data Report >
 - Rectangular Plot
 - Create Fields Report >
 - Create Report From File...
 - Delete All Reports
 - Report Templates >
 - User Defined Solutions...
 - Create User Defined Solution >
 - Dataset Solutions...
 - Output Variables...
- Boundary Display (Solver View)
- Design Properties...
- Design Datasets...

The image shows the 'Report: Project1 - HFSSDesign1 - New Report - New Trace(s)' dialog box. The 'Context' section is set to 'Setup1 : Sweep' and 'Domain: Sweep'. The 'Trace' section shows 'Primary Sweep: Freq' and 'X: Freq'. The 'Y' field contains the expression 'dB(S(Port1,Port1)); dB(S(Port2,Port1)); dB(S(Port1,Port2)); dB(S(Port2,Port2))'. The 'Function' list includes 'dB'.

Context

Solution: Setup1 : Sweep

Domain: Sweep

TDR Options...

Trace Families Families Display

Primary Sweep: Freq All

X: Default Freq

Y: dB(S(Port1,Port1)); dB(S(Port2,Port1)); dB(S(Port1,Port2)); dB(S(Port2,Port2)) Range Function...

| Category: | Quantity: | Function: |
|--------------------|----------------|---------------|
| Variables | S(Port1,Port1) | <none> |
| Output Variables | S(Port2,Port1) | ang_deg |
| S Parameter | S(Port1,Port2) | ang_deg_val |
| Y Parameter | S(Port2,Port2) | ang_rad |
| Z Parameter | | arg |
| VSWR | | cang_deg |
| Gamma | | cang_deg_val |
| Port Zo | | cang_rad |
| Lambda | | dB |
| Epsilon | | dB10normalize |
| Group Delay | | dB20normalize |
| Active S Parameter | | dBc |
| Active Y Parameter | | im |
| Active Z Parameter | | mag |
| Passivity | | normalize |
| Design | | re |

Update Report

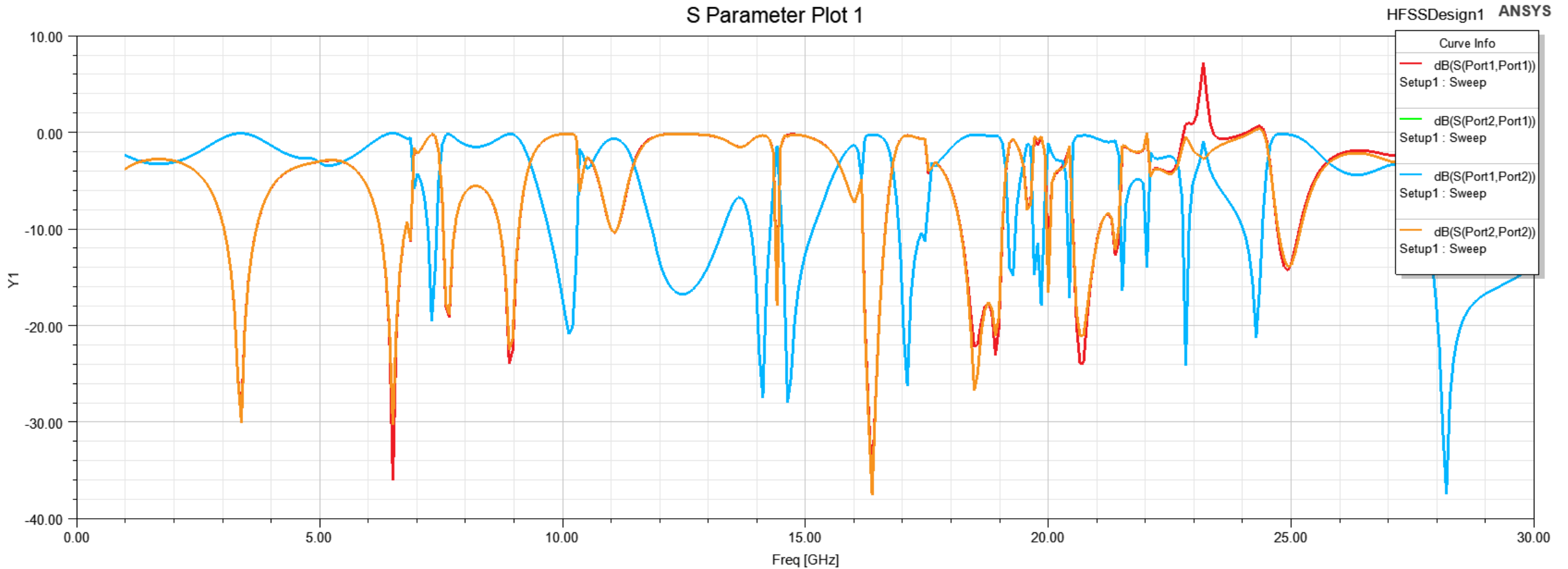
Real time Update

Output Variables... Options...

New Report Apply Trace Add Trace Close

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea parametrilor S

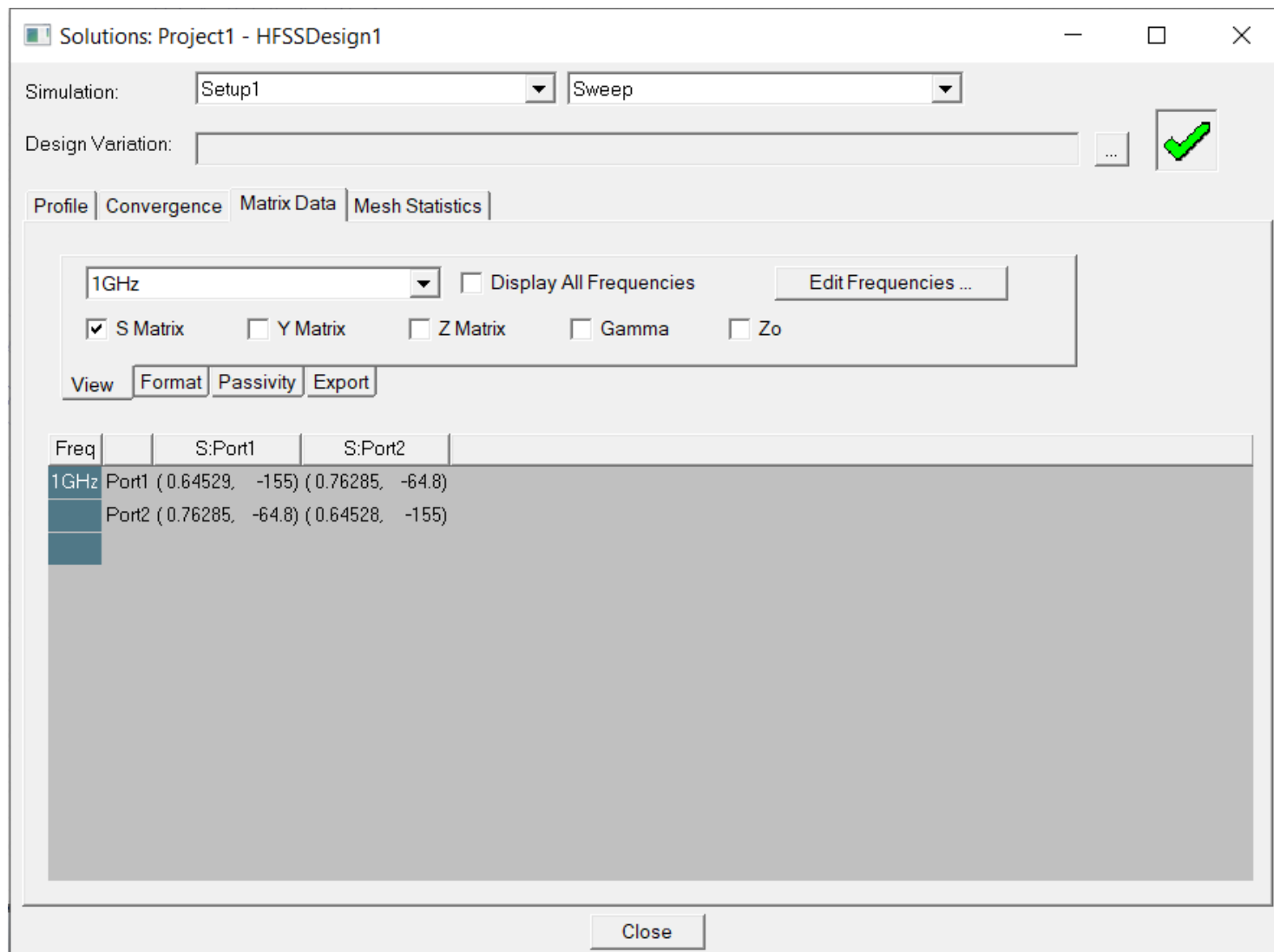


- S_{12} și S_{21} reprezintă pierderile

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Matricea parametrilor S

- Din HFSS->Results vom alege ->Solution Data



The screenshot shows the 'Solutions: Project1 - HFSSDesign1' dialog box. The 'Simulation' dropdown is set to 'Setup1' and the 'Sweep' dropdown is set to 'Sweep'. The 'Design Variation' field is empty. The 'Matrix Data' tab is selected, showing a frequency of '1GHz' and a checked 'S Matrix' option. Below the settings, a table displays the S matrix data for two ports at 1GHz.

| Freq | S:Port1 | S:Port2 |
|------|------------------------|------------------|
| 1GHz | Port1 (0.64529, -155) | (0.76285, -64.8) |
| | Port2 (0.76285, -64.8) | (0.64528, -155) |



Se modifică matricea parametrilor S odată cu frecvența? Dacă da aflați care este aceasta matrice la 30 GHz



Afișați matricea impedanțelor și impedanța de intrare

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Constanta de propagare

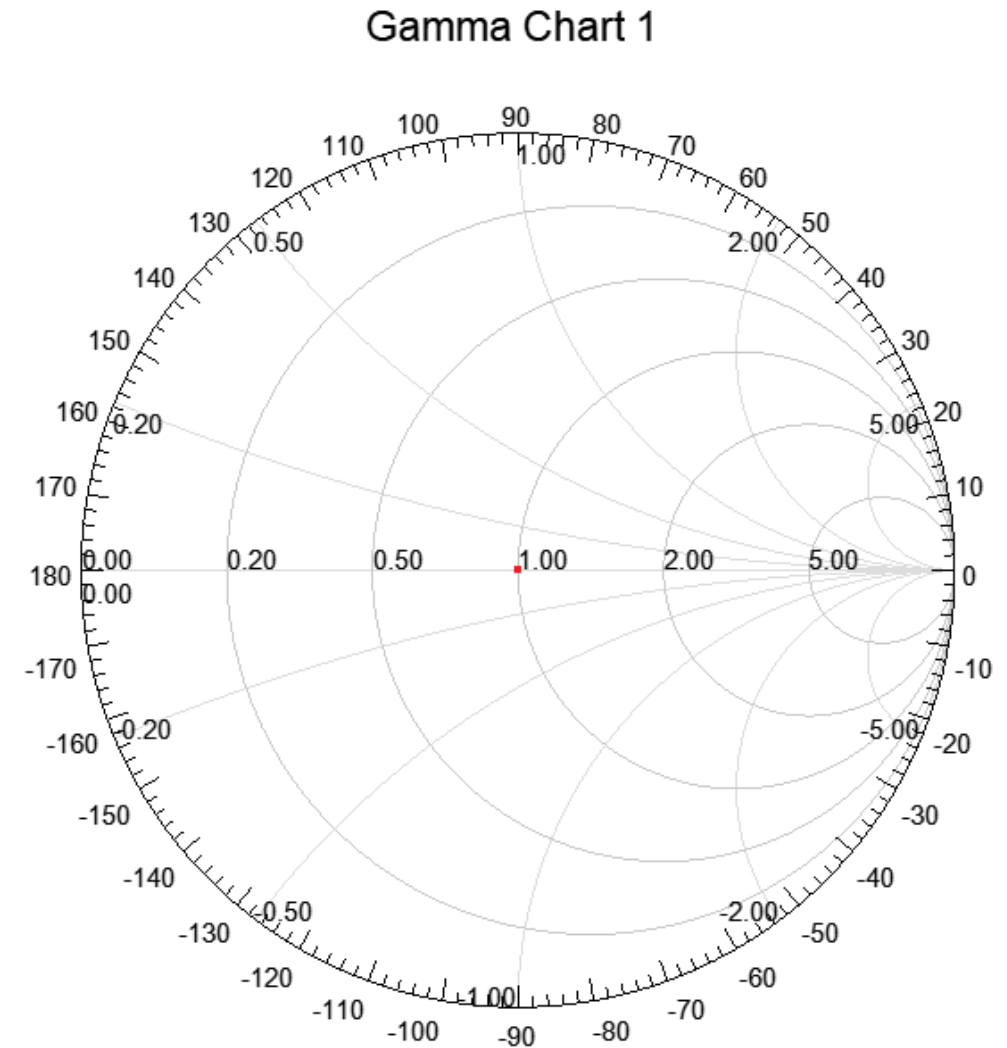
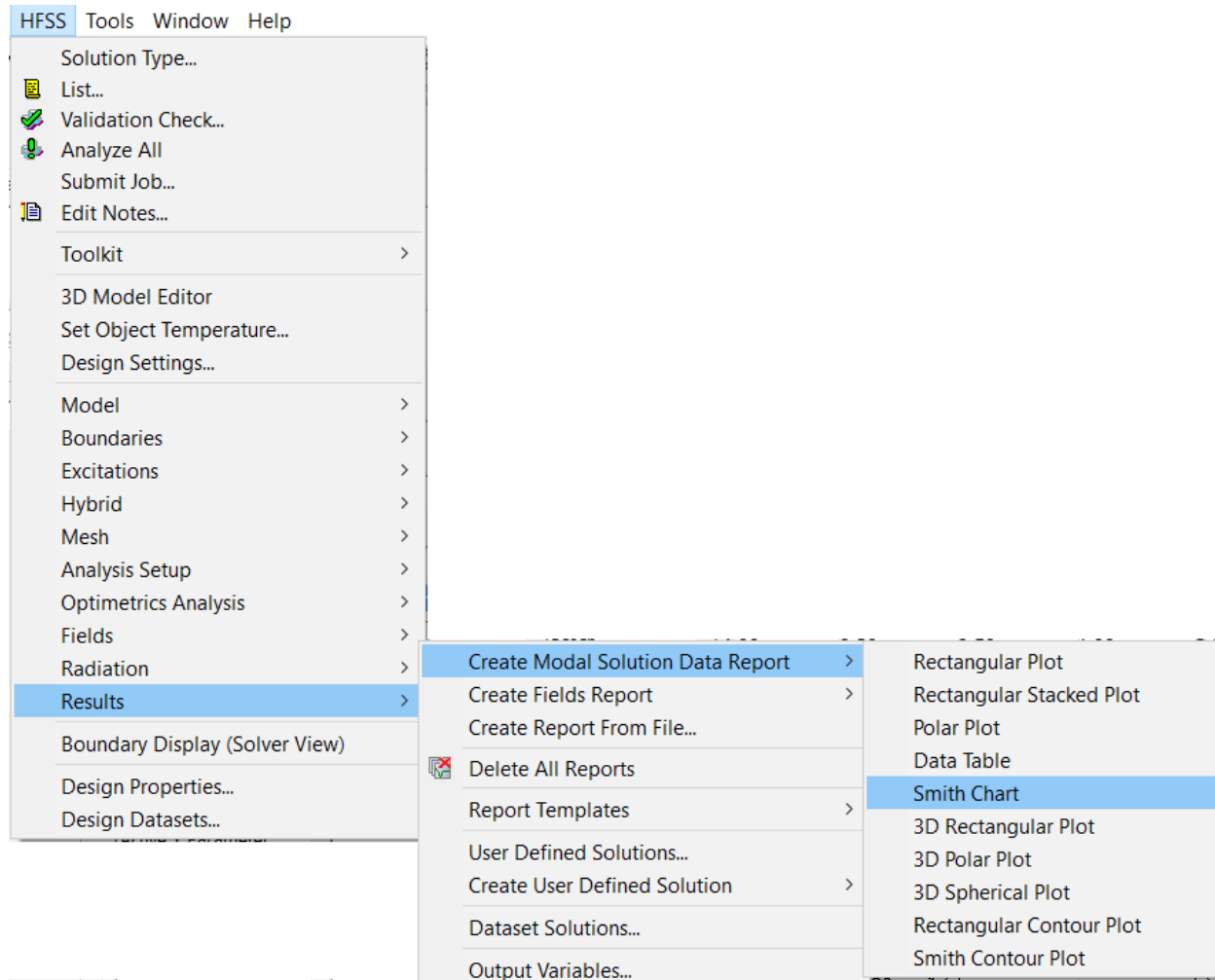
- Vom dori să afișăm constanta de propagare, știind că o constanta de propagare se calculează cu formula:

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

- Unde γ este constanta de propagare, α este constanta de atenuare și β este constanta de fază.

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Constanta de propagare (perfectly matched)



Reprezențați constanta de propagare și în cazul portului 2

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor Constanta de propagare- atenuarea și faza

Report: Project1 - HFSSDesign1 - Gamma Plot 1 - re(Gamma(Port1,Port1))

Context
Solution: Setup1 : Sweep
Domain: Sweep
TDR Options...

Trace Families Families Display
Primary Sweep: Freq All
X: Default Freq
Y: re(Gamma(Port1,Port1)) Range Function...

| Category: | Quantity: | Function: |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Variables | Gamma(Port1,Port1) | <none> |
| Output Variables | Gamma(Port2,Port2) | ang_deg |
| S Parameter | | ang_deg_val |
| Y Parameter | | ang_rad |
| Z Parameter | | arg |
| VSWR | | cang_deg |
| Gamma | | cang_deg_val |
| Port Zo | | cang_rad |
| Lambda | | dB10 |
| Epsilon | | dB10normalize |
| Group Delay | | dB20 |
| Active S Parameter | | dB20normalize |
| Active Y Parameter | | dBc |
| Active Z Parameter | | im |
| Active VSWR | | mag |
| Passivity | | normalize |
| Design | | re |

Update Report
 Real time Update

Output Variables... Options... New Report Apply Trace Add Trace Close

Report: Project1 - HFSSDesign1 - Gamma Plot 1 - im(Gamma(Port1,Port1))

Context
Solution: Setup1 : Sweep
Domain: Sweep
TDR Options...

Trace Families Families Display
Primary Sweep: Freq All
X: Default Freq
Y: im(Gamma(Port1,Port1)) Range Function...

| Category: | Quantity: | Function: |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Variables | Gamma(Port1,Port1) | <none> |
| Output Variables | Gamma(Port2,Port2) | ang_deg |
| S Parameter | | ang_deg_val |
| Y Parameter | | ang_rad |
| Z Parameter | | arg |
| VSWR | | cang_deg |
| Gamma | | cang_deg_val |
| Port Zo | | cang_rad |
| Lambda | | dB10 |
| Epsilon | | dB10normalize |
| Group Delay | | dB20 |
| Active S Parameter | | dB20normalize |
| Active Y Parameter | | dBc |
| Active Z Parameter | | im |
| Active VSWR | | mag |
| Passivity | | normalize |
| Design | | re |

Update Report
 Real time Update

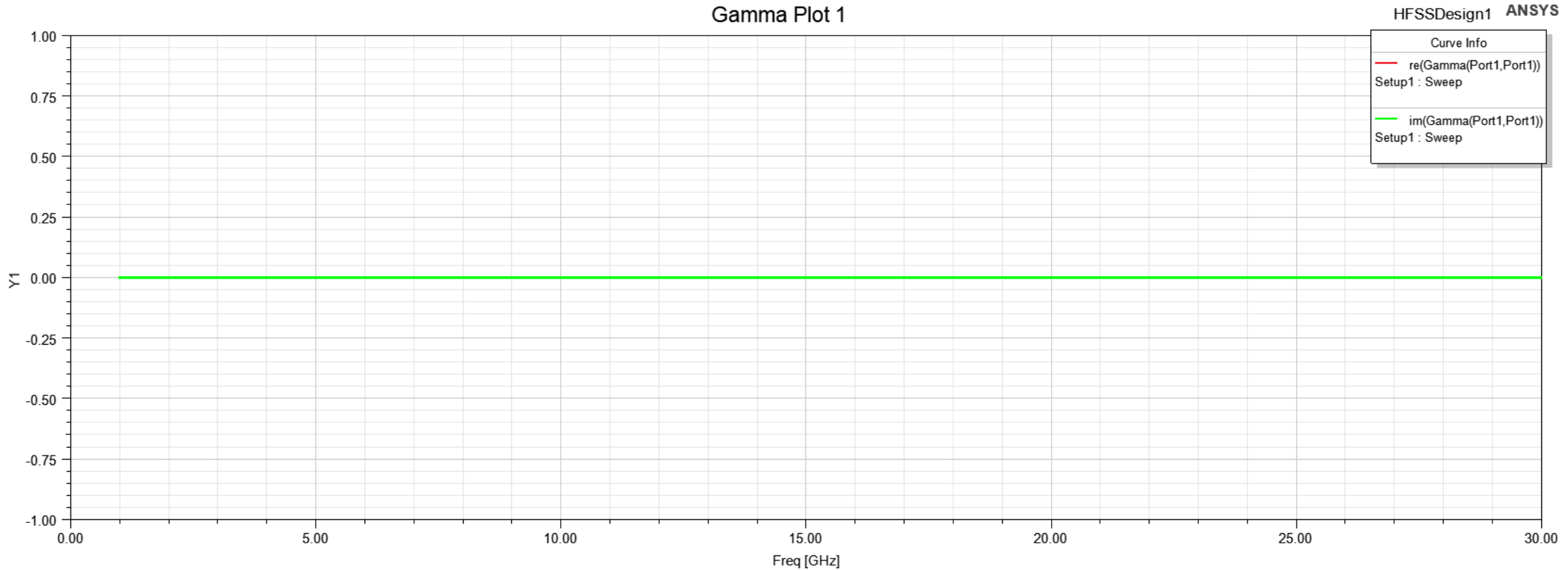
Output Variables... Options... New Report Apply Trace Add Trace Close



Cum facem să le reprezentăm pe același grafic?

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

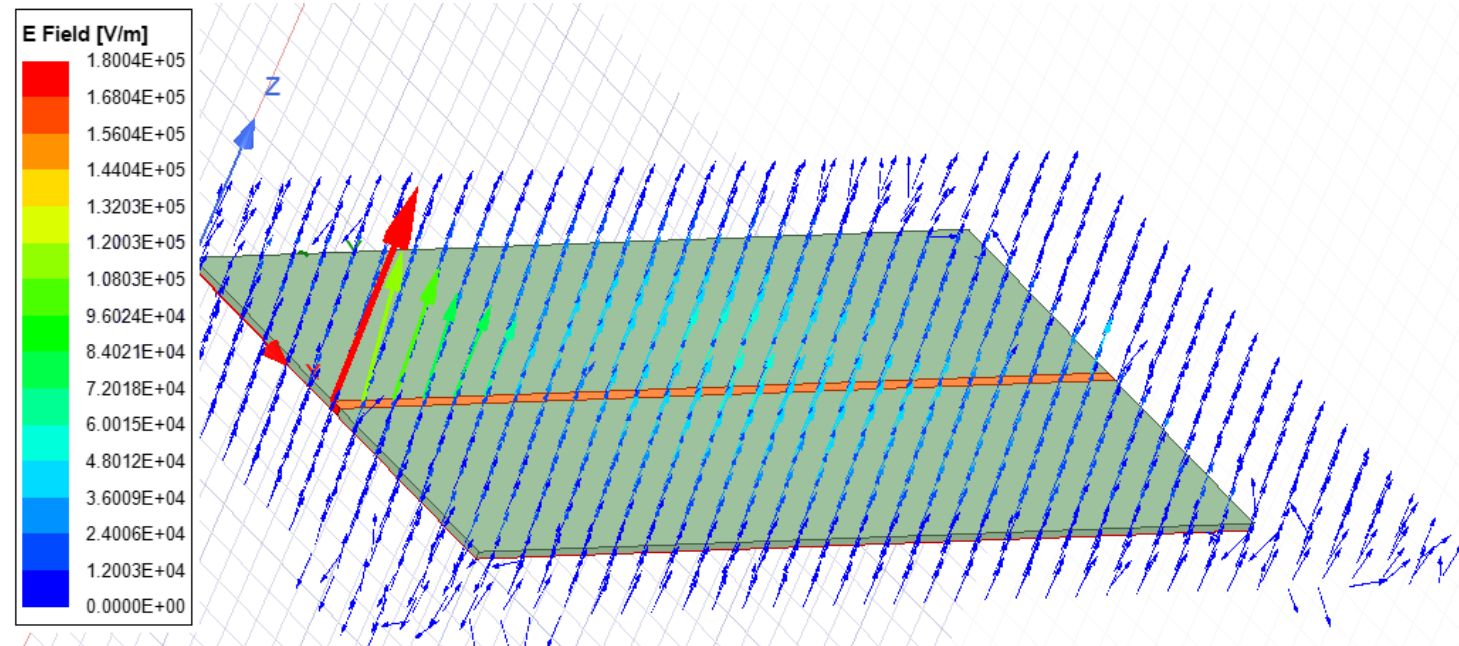
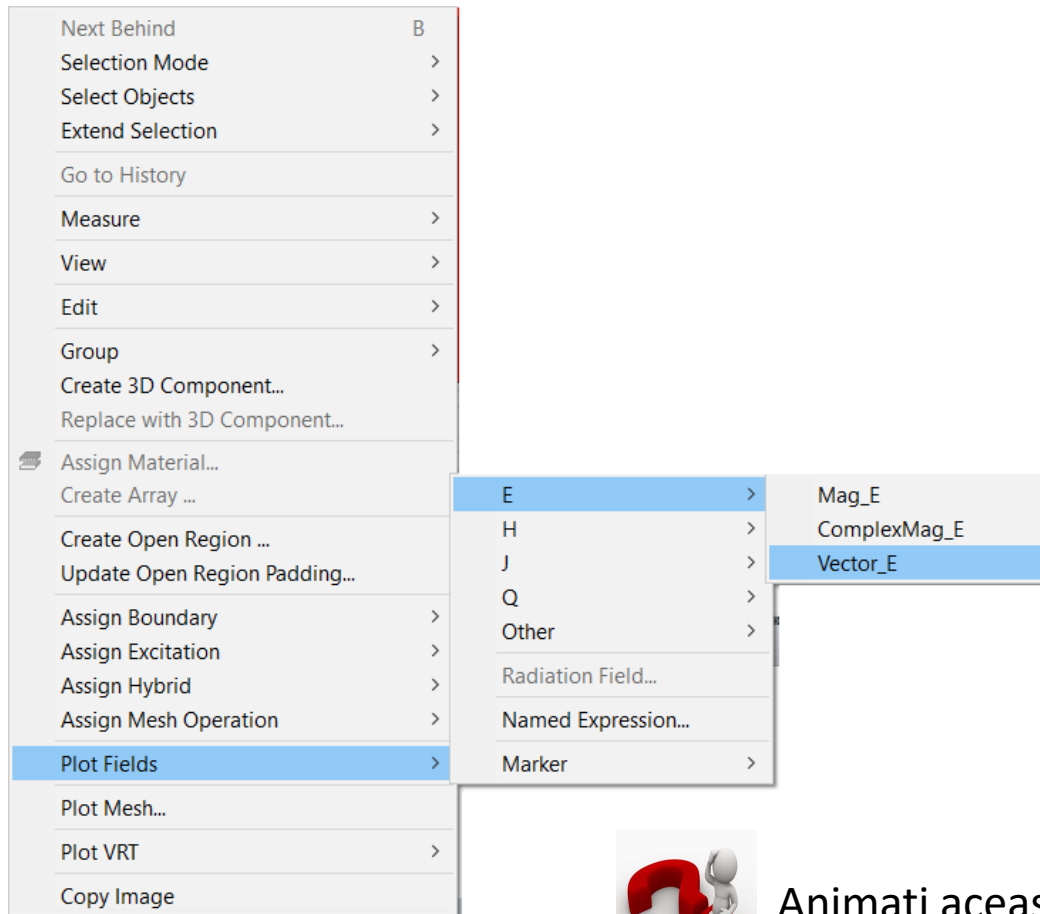
Constanta de propagare- atenuarea și faza



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea vectorială a câmpului electric în regiunea definită

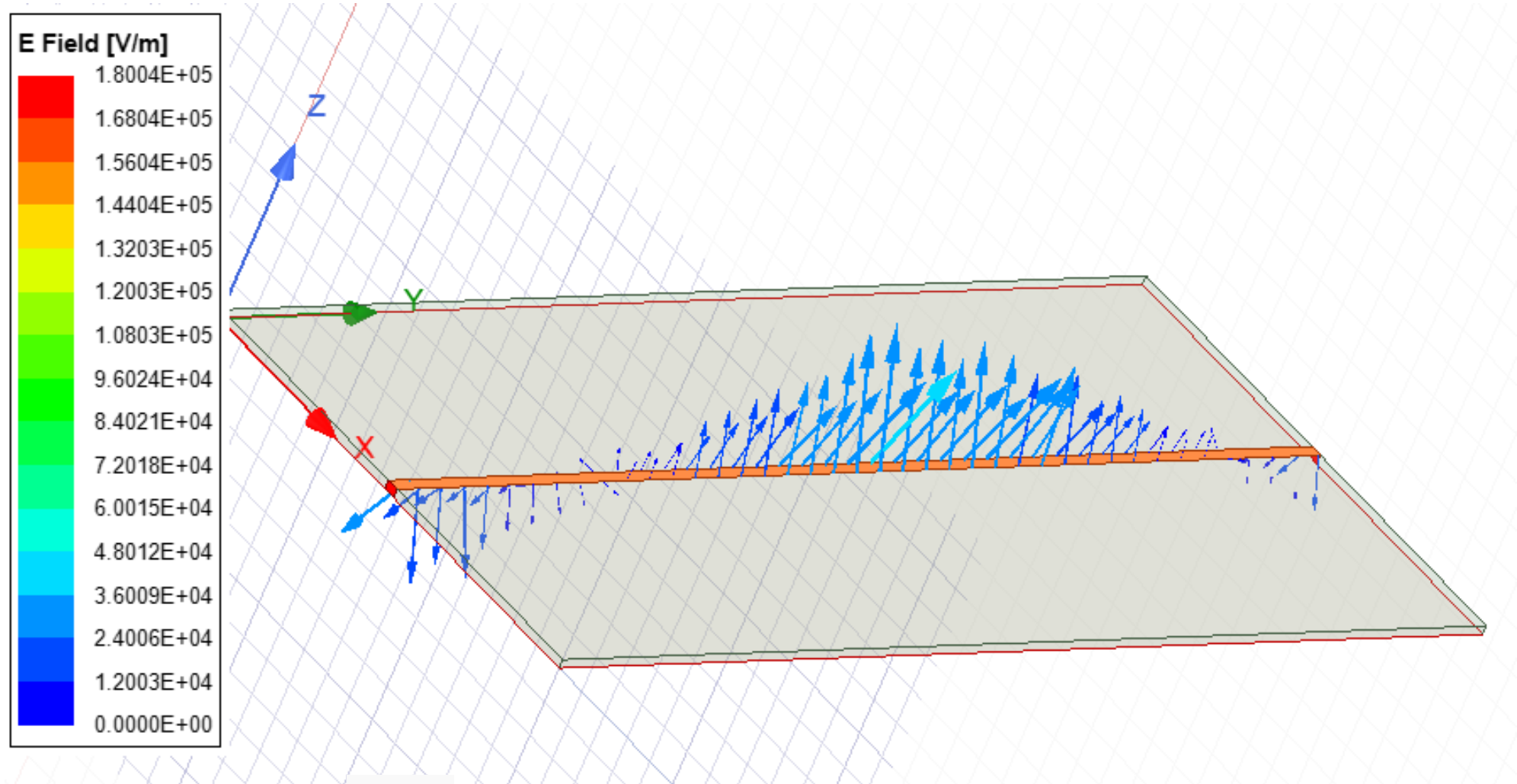
- Selectăm regiunea din jurul dispozitivului după care vom da click dreapta și alegem Plot Fields-> E->Vector_E



Animați această reprezentare

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

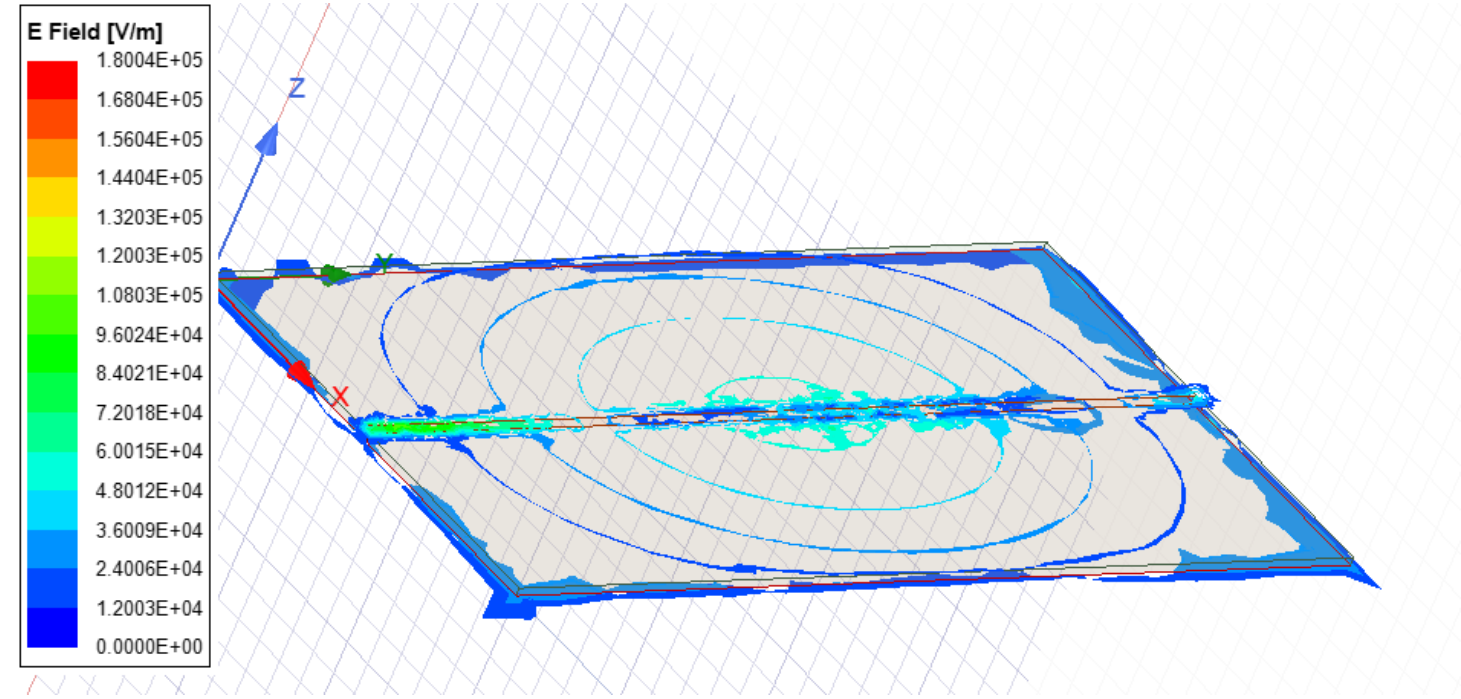
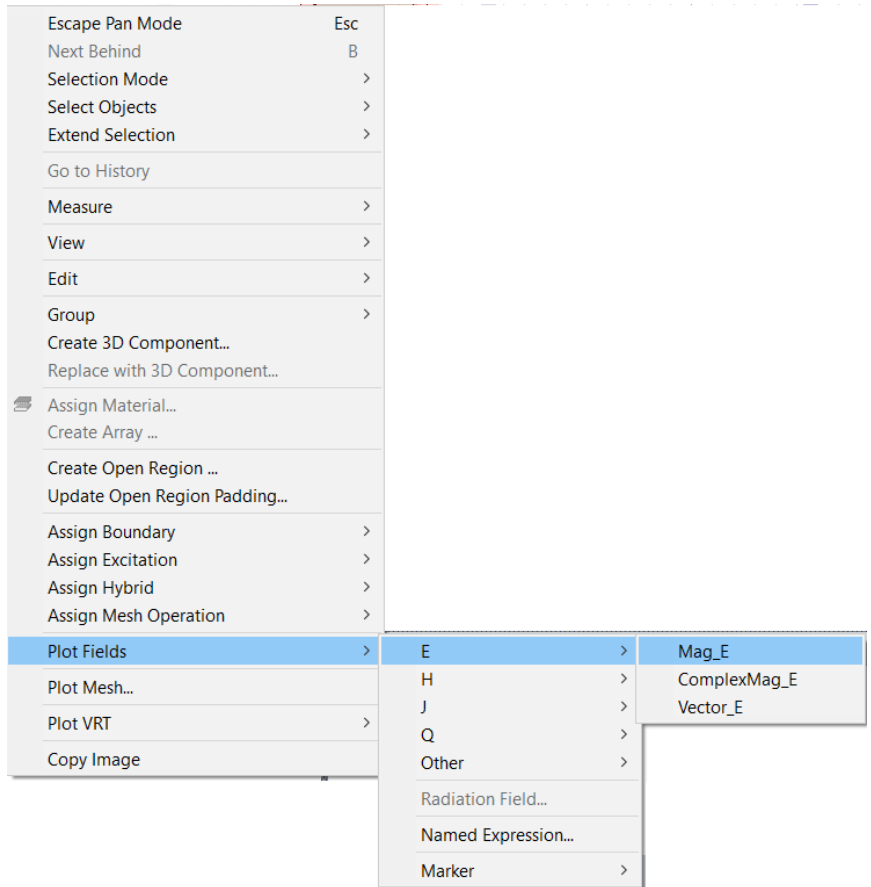
Reprezentarea vectorială a câmpului electric în microstrip



Reprezențați vectorial câmpul electric și în dielectric

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor Reprezentarea în cod de culori a câmpului electric în regiunea definită

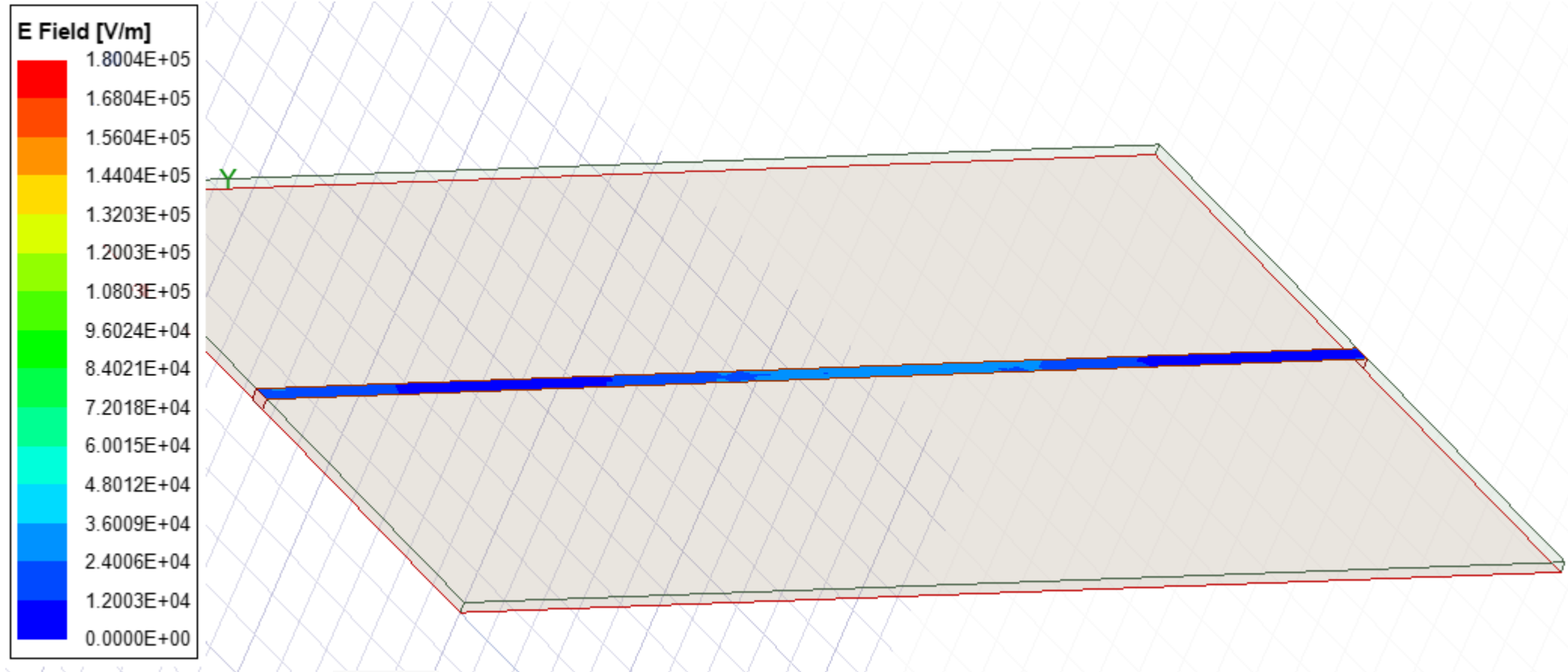
- Selectăm regiunea din jurul dispozitivului după care vom da click dreapta și alegem Plot Fields-> E->Mag_E



Animați această reprezentare

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea în cod de culori a câmpului electric în microstrip

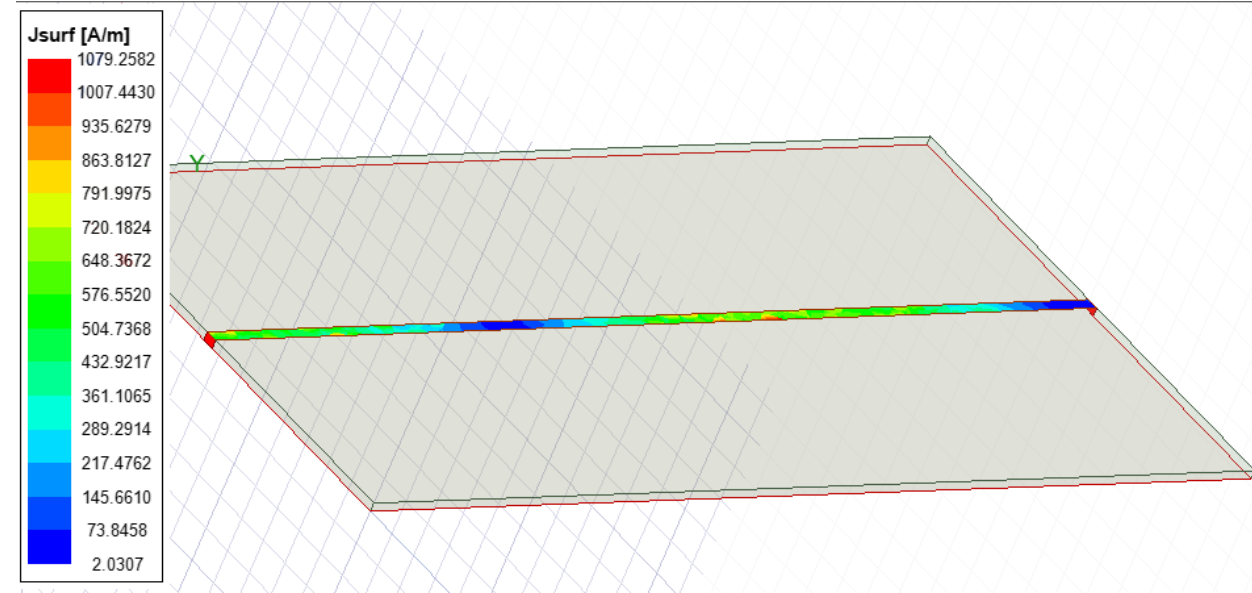
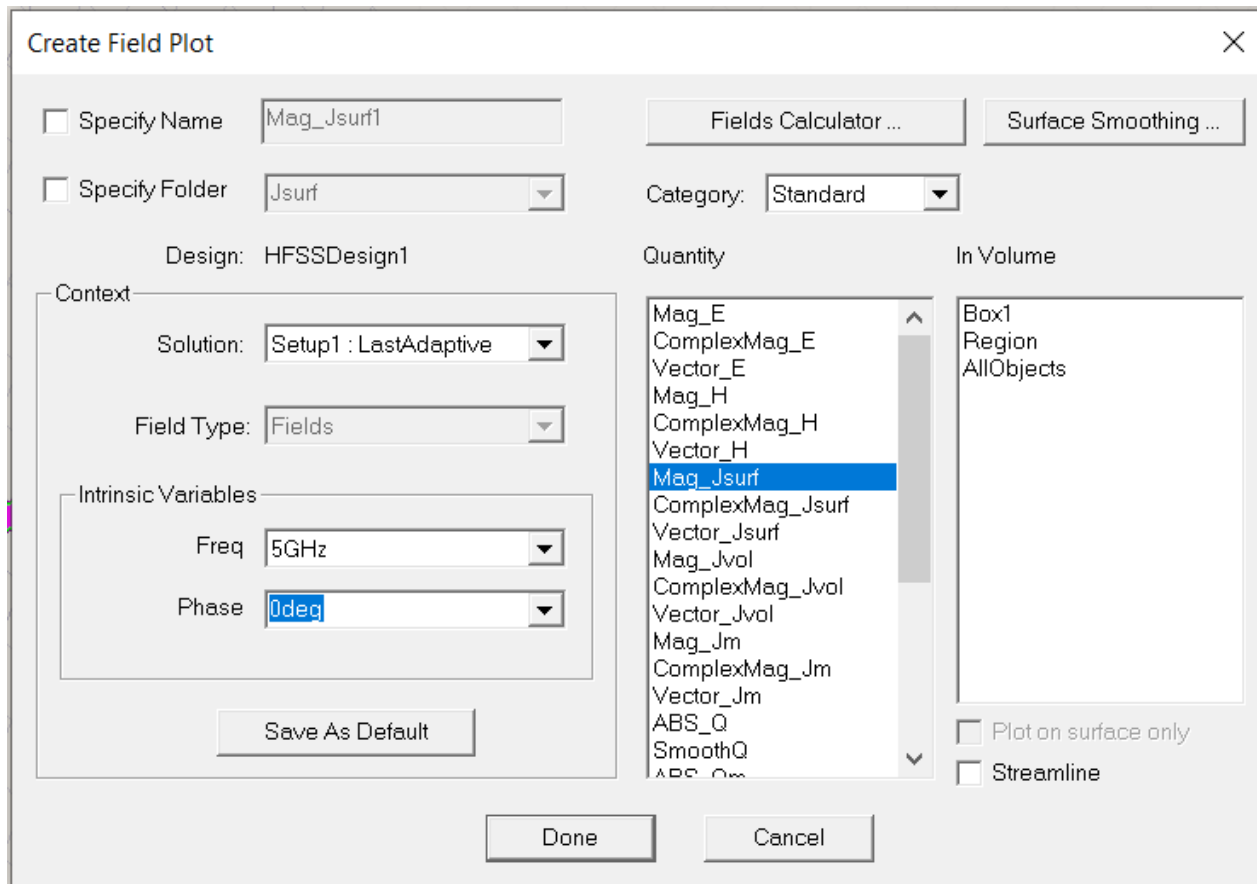


Reprezențați în cod de culori câmpul electric și în dielectric și animați reprezentarea

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea în cod de culori a densității de curent în microstrip

- Din HFSS->Fields ->Plot Fields->J->Mag_JSurf

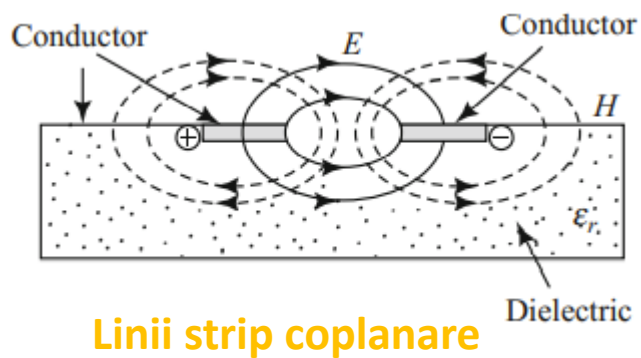


Reprezențați în cod de culori densitatea de curent și în dielectric și animați reprezentarea

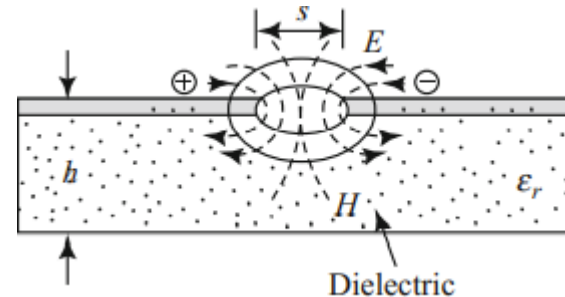


Aplicații

- Reprezentați și câmpul magnetic în elementele componente ale dispozitivului analizat
- Ce se întâmplă cu parametrii S dacă scurtăm această linie microstrip
- Ce se întâmplă cu structura dacă modificăm materialul pentru dielectric
- Ce se întâmplă cu structura dacă modificăm grosimea dielectricului
- Modelați și următoarea structură, stabilindu-i caracteristicile:



Linii strip coplanare



Linie slot

Temă

Considerați 3 moduri posibile pentru portul 1 și afișați modul în care se propagă câmpul electric și cel magnetic

https://www.youtube.com/watch?v=A_-8GhlonjA&t=798s

https://www.youtube.com/watch?v=LOQePJnB_9Q

[https://www.emtalk.com/mscalc.php?er=6.15&h=0.25&h_units_list=hmm&f=5&Zo=50&EL=90&Operation=Synt
hesize&Wa=&W_units_list=Wmm&La=&L_units_list=Lmm](https://www.emtalk.com/mscalc.php?er=6.15&h=0.25&h_units_list=hmm&f=5&Zo=50&EL=90&Operation=Synt
hesize&Wa=&W_units_list=Wmm&La=&L_units_list=Lmm)

<https://www.youtube.com/watch?v=dElGJE-eGRQ>