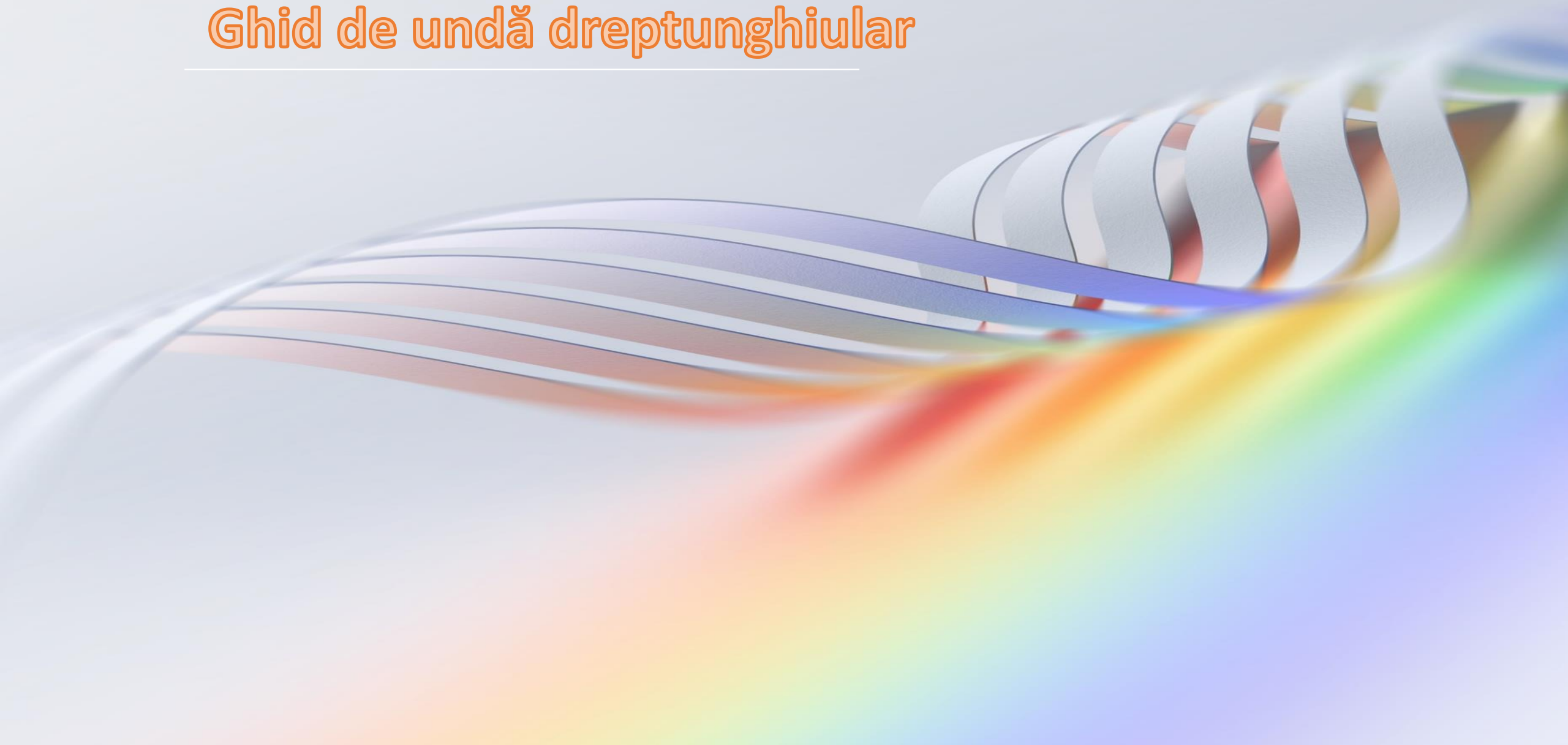
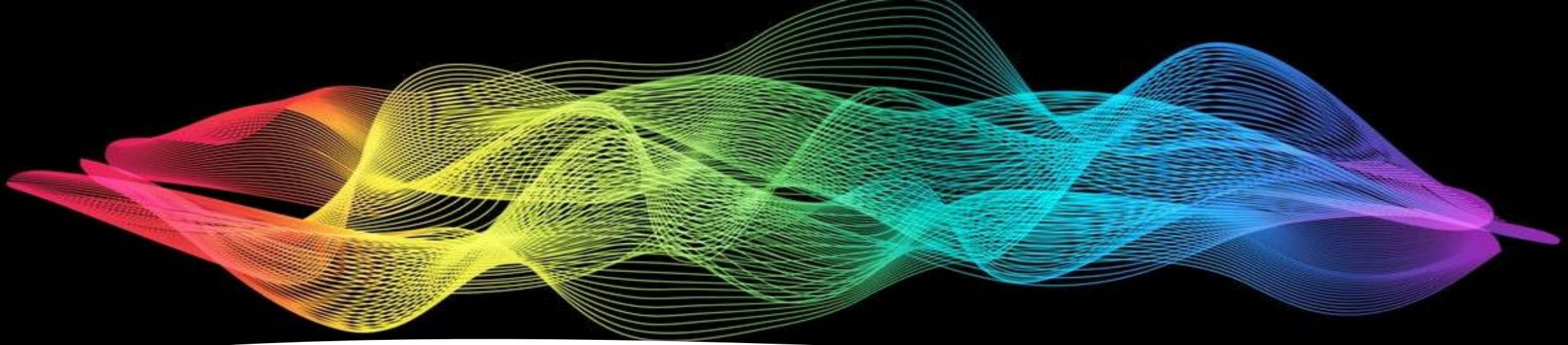


Ghid de undă dreptunghiular





Enunțul lucrării



Se dă un ghid de undă dreptunghiular de dimensiuni $a \times b = 22.86 \text{ mm} \times 10.16 \text{ mm}$. Grosimea peretelui este de 0.2 mm , iar lungimea lui este de 60 mm . Se va determina frecvența de tăiere cu formula :

TE₁₀ este 6.56 GHz

TE₂₀ este 13.12 GHz

TE₀₁ este 14.76 GHz

TE₁₁ și TM₁₁ sunt 16.16 GHz

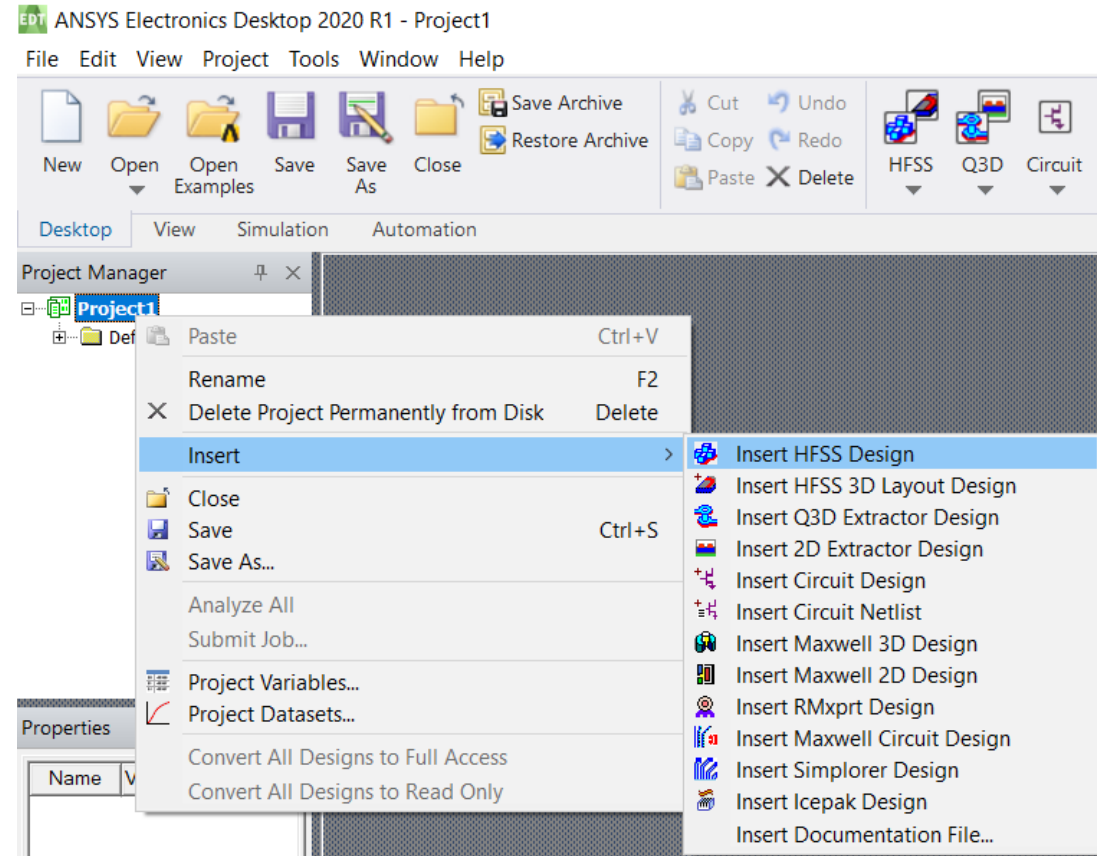
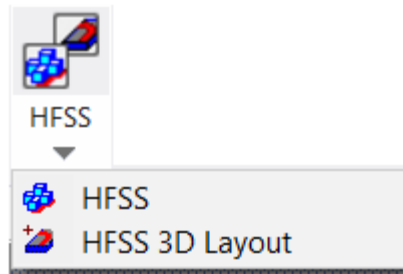
Gama de frecvență pe care funcționează este $8.4\text{-}12.4 \text{ GHz}$

Obiectivele lucrării

- Modelarea unui ghid de undă dreptunghiular
- Reprezentarea mesh-ului ghidului de undă
- Determinarea amplitudinii câmpului electric pentru o anumită frecvență – cod de culori
- Determinarea amplitudinii câmpului electric pe toată lungimea ghidului de undă pentru diferite moduri de funcționare
- Determinarea amplitudinii câmpului electric pentru o anumită frecvență – vectorial
- Determinarea matricii parametrilor S
- Reprezentarea grafică a parametrilor S
- Determinarea modurilor care se propagă
- Constanta de propagare

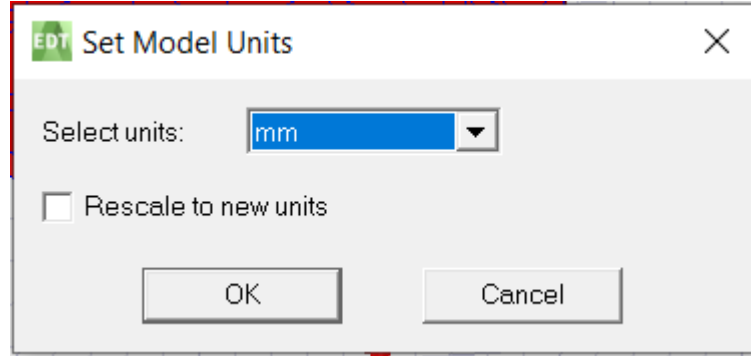
Implementarea modelului pentru modelare numerică

- Se deschide Ansys Electronics Desktop
- Se va alege să se modeleze un proiect HFSS

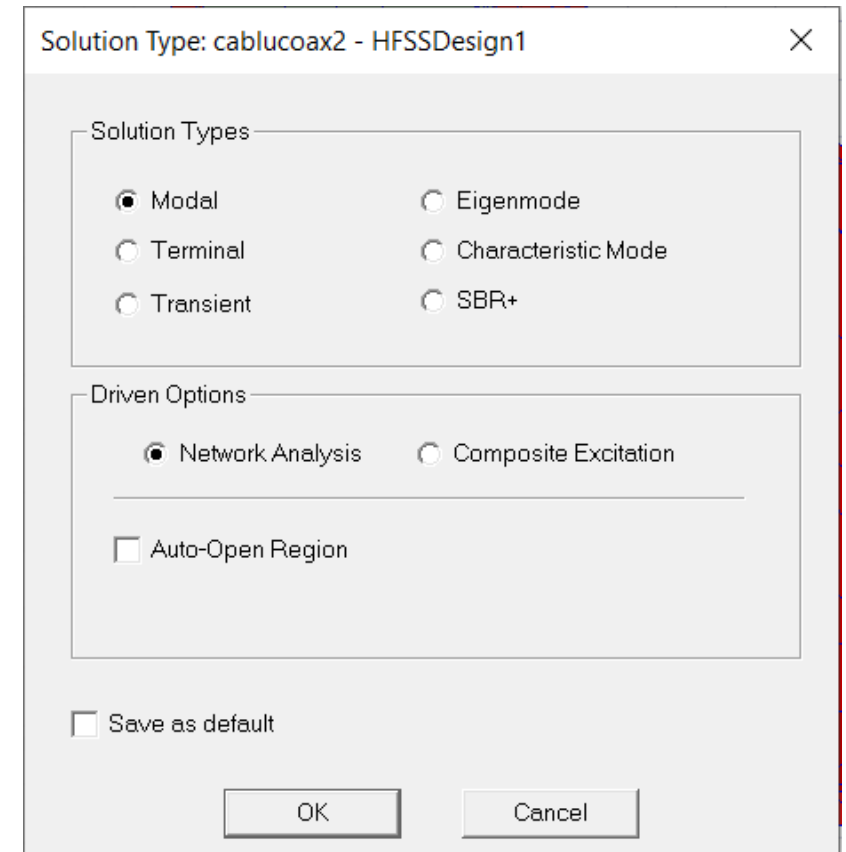


Implementarea modelului pentru modelare numerică

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



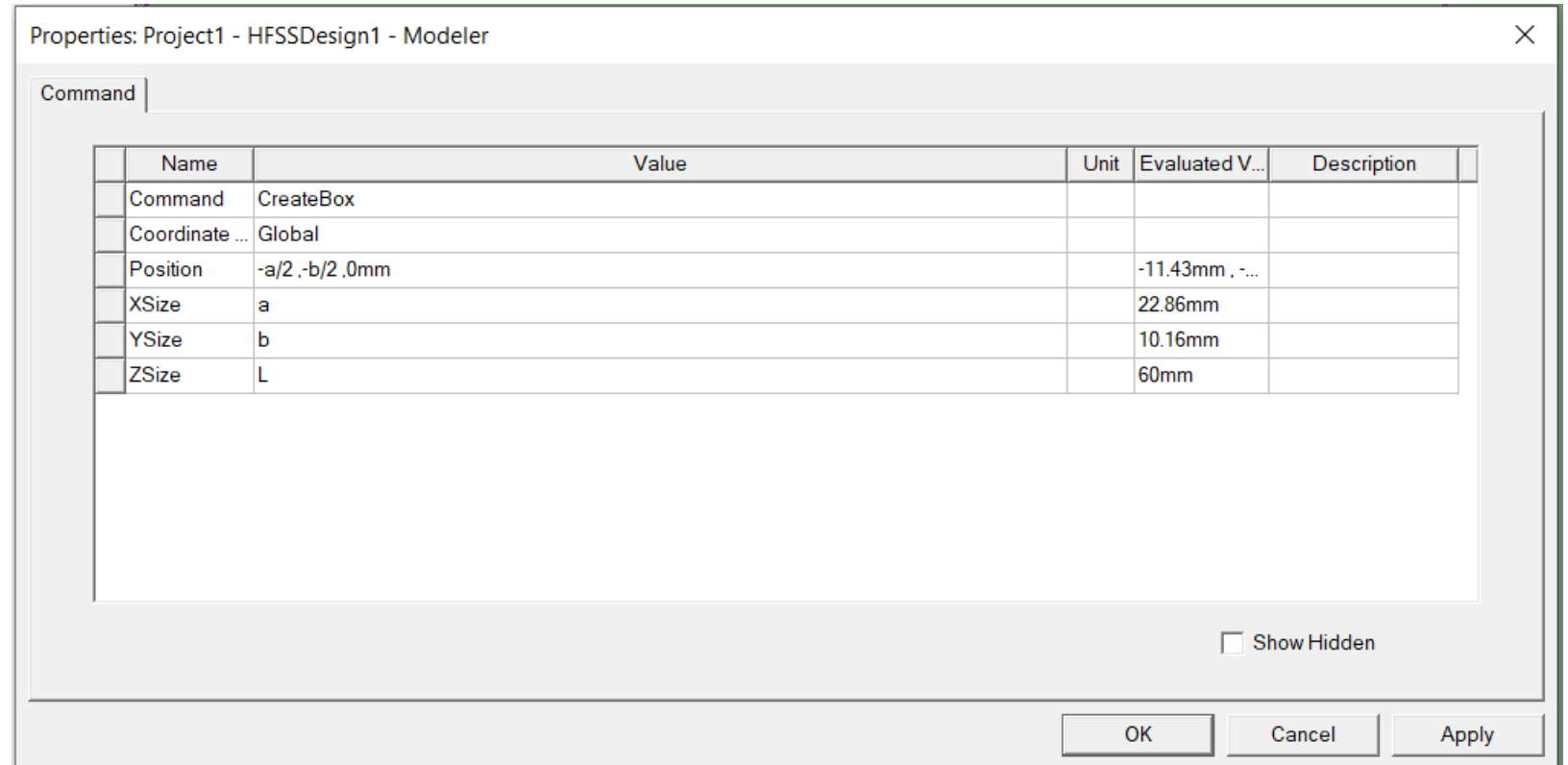
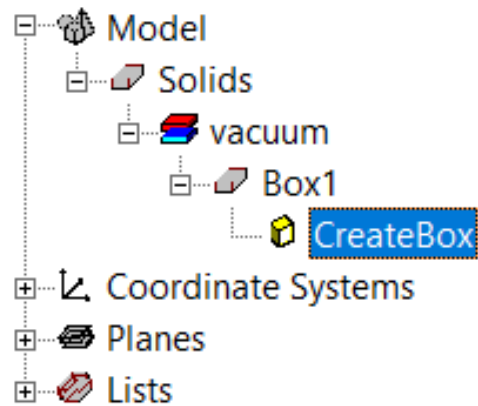
- Vom alege tipul soluției din HFSS->Solution Type



Implementarea ghidului de undă dreptunghiular

Modelarea aerului

- Se alege din meniul Draw comanda Box si vom da click in 3 puncte de pe ecran pentru a crea box
- Pentru a impune dimensiunile dorite, vom intra pe fereastra de Properties a elementului de tip Box si il vom edita



Implementarea ghidului de undă dreptunghiular Modelarea aerului

- Deoarece valorile lui a și b nu sunt definite, se va deschide o noua fereastră unde să se definească aceste variabile

Add Variable

Name:

Unit Type:

Unit:

Value:

Type:

Add Variable

Name:

Unit Type:

Unit:

Value:

Type:

Add Variable

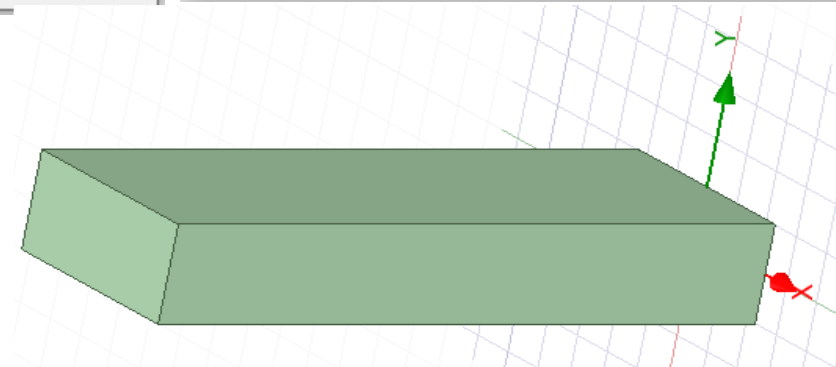
Name:

Unit Type:

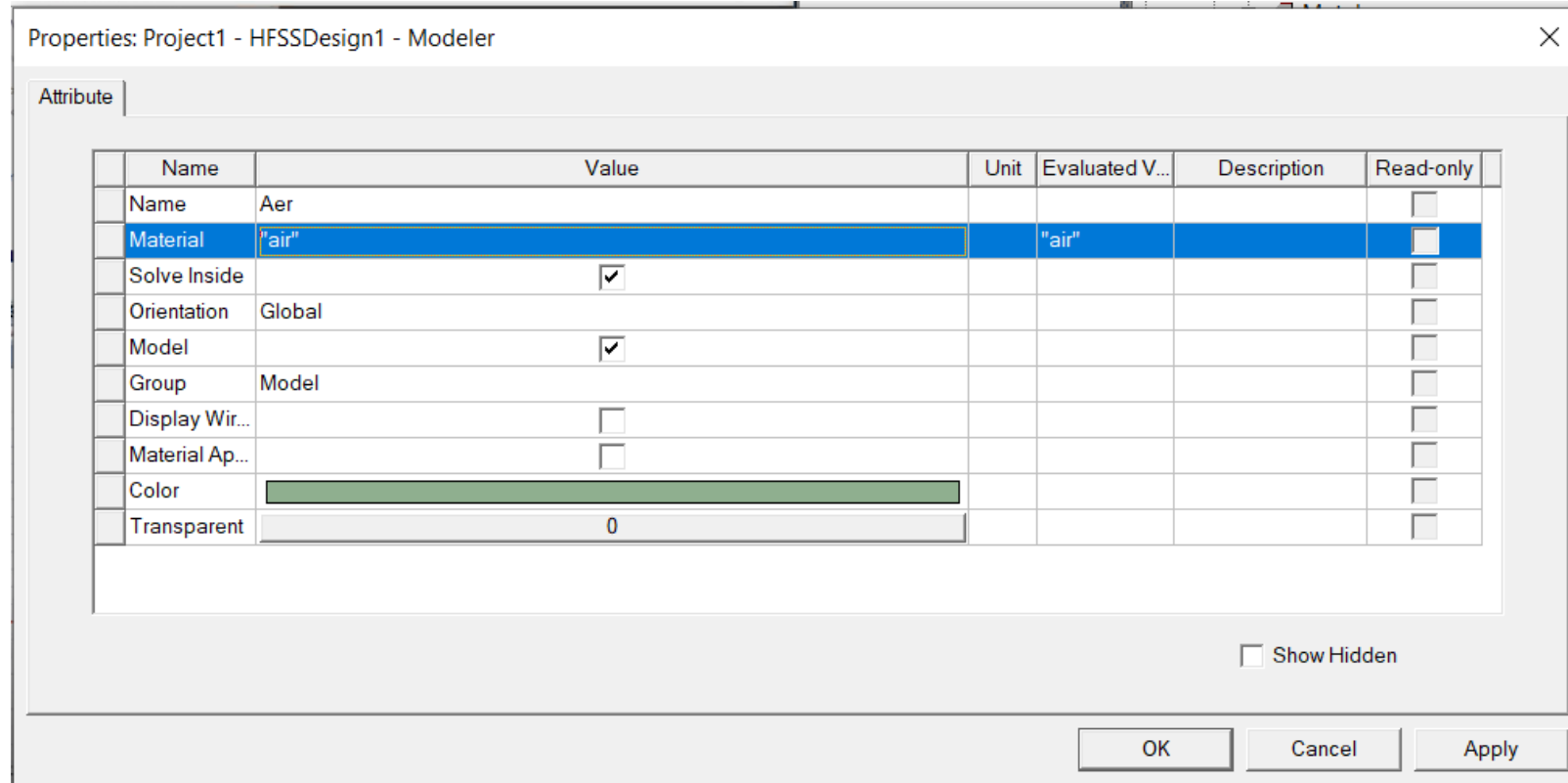
Unit:

Value:

Type:



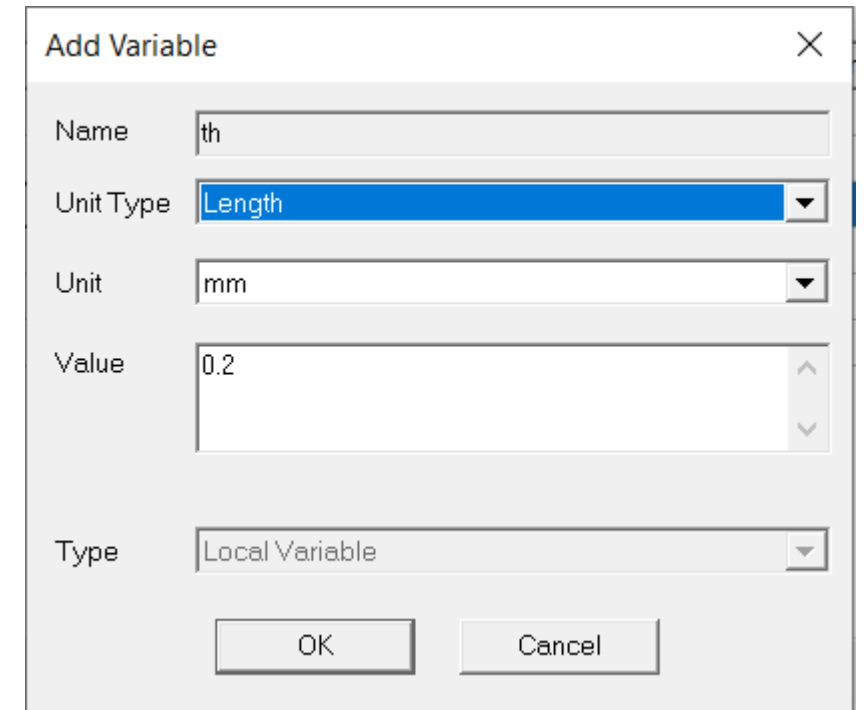
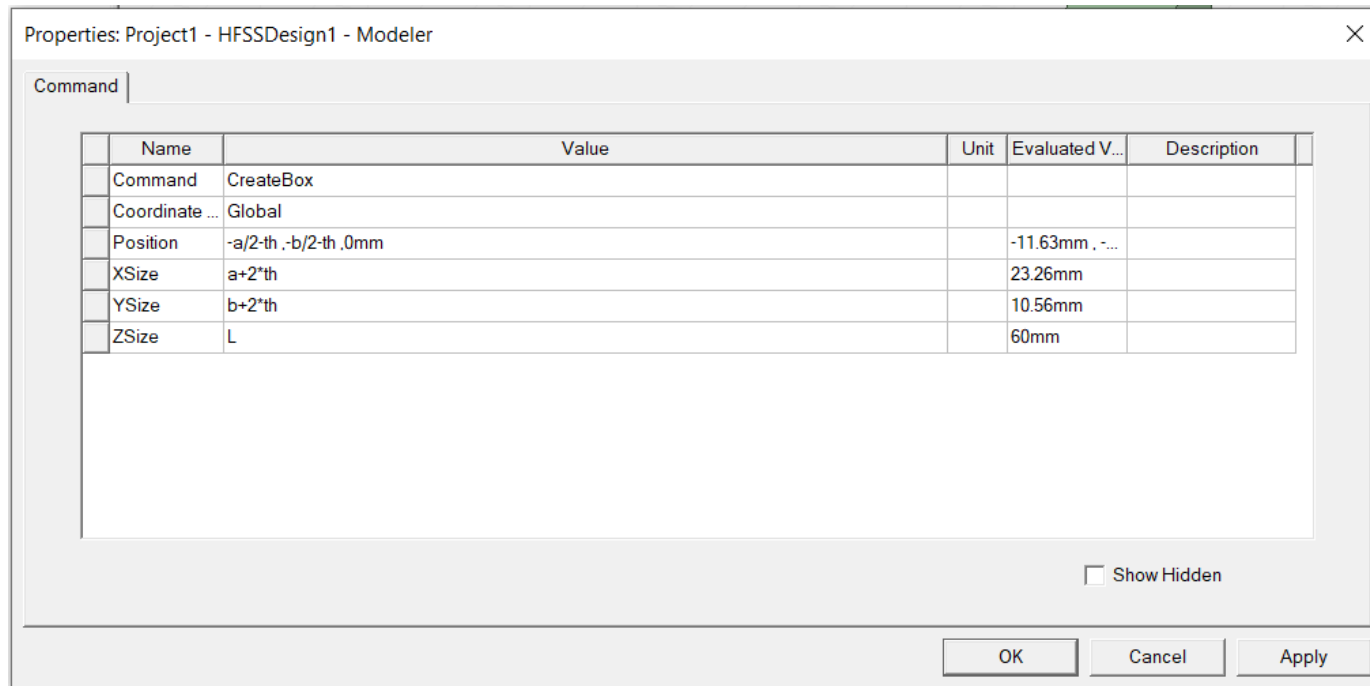
Implementarea ghidului de undă dreptunghiular Modelarea aerului



Implementarea ghidului de undă dreptunghiular

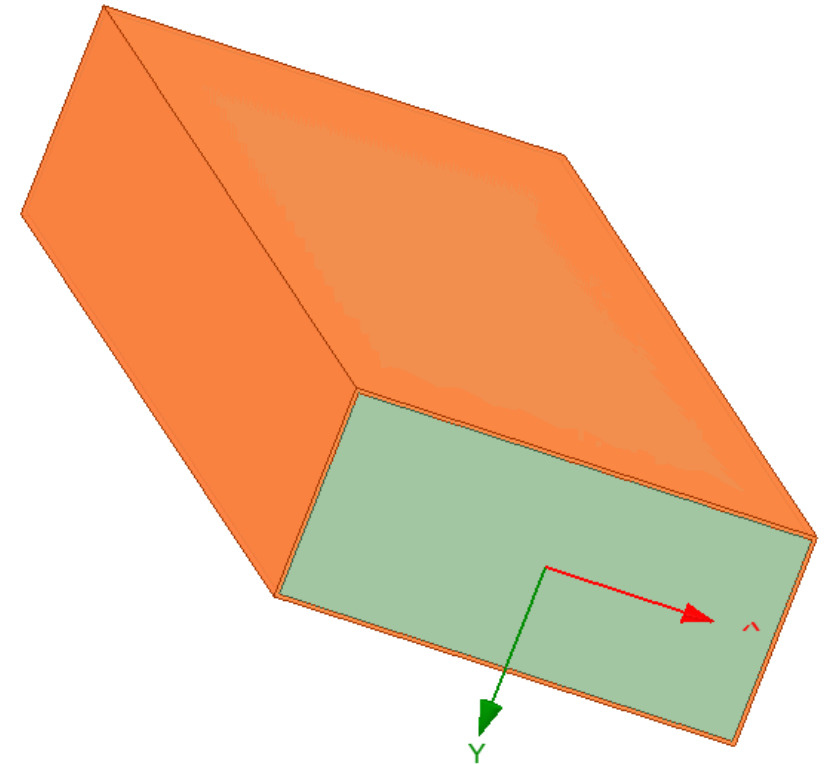
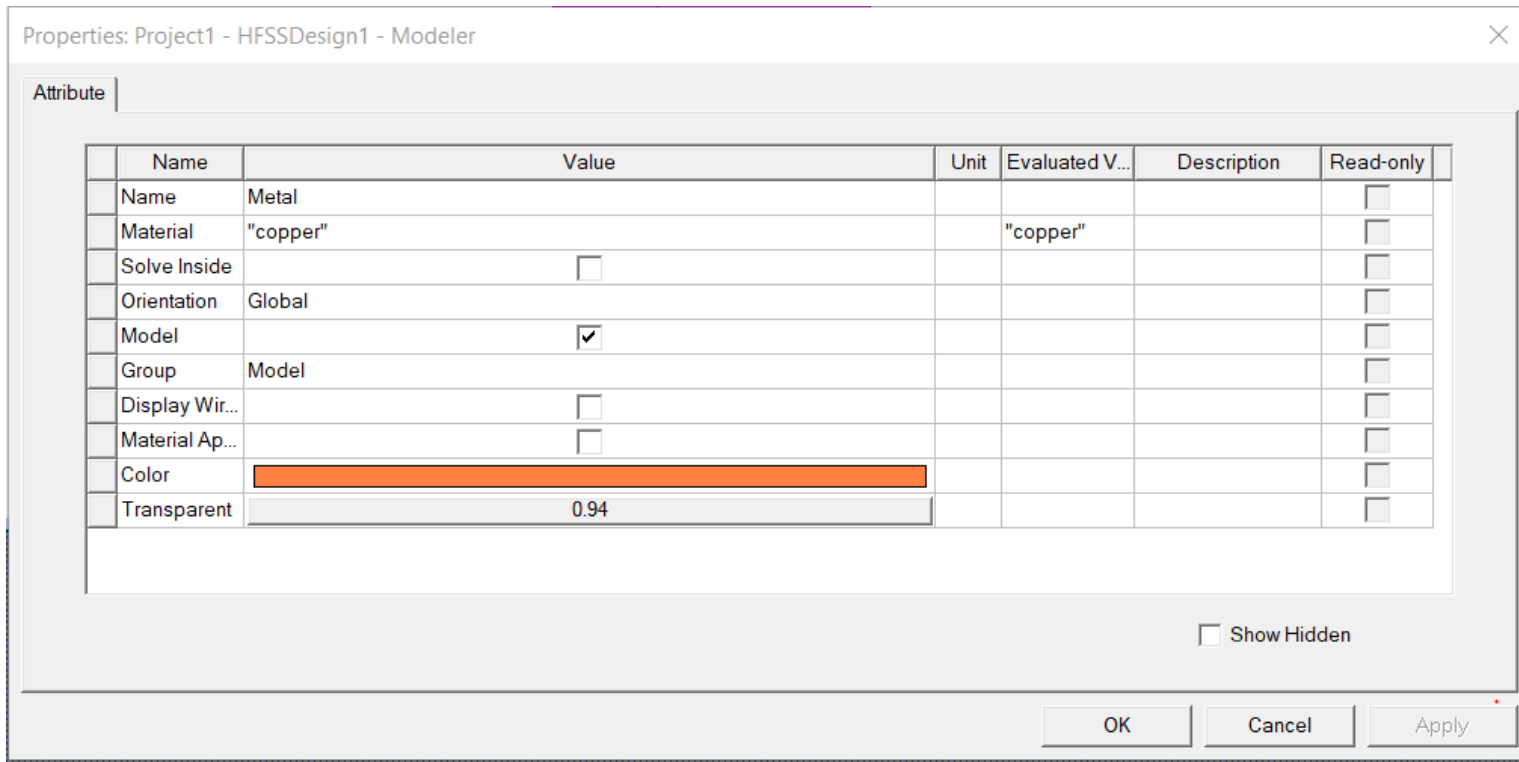
Modelarea conductorului exterior

- Se alege din meniul Draw comanda Box si vom da click in 3 puncte de pe ecran pentru a crea box
- Pentru a impune dimensiunile dorite, vom intra pe fereastra de Properties a elementului de tip Box si il vom edita



Implementarea ghidului de undă dreptunghiular

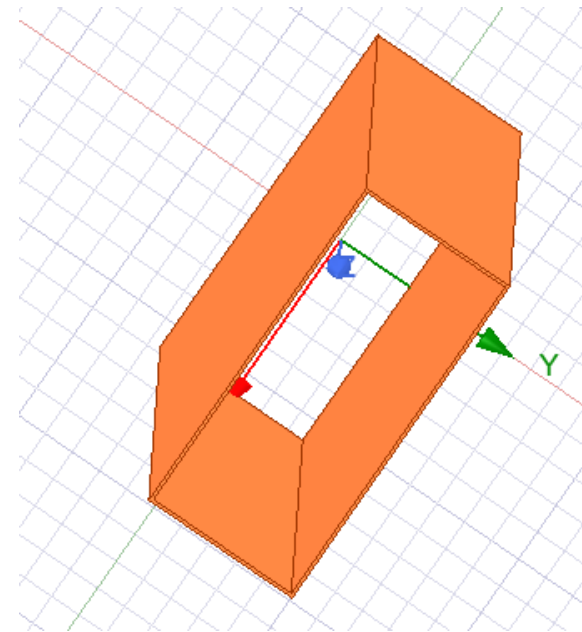
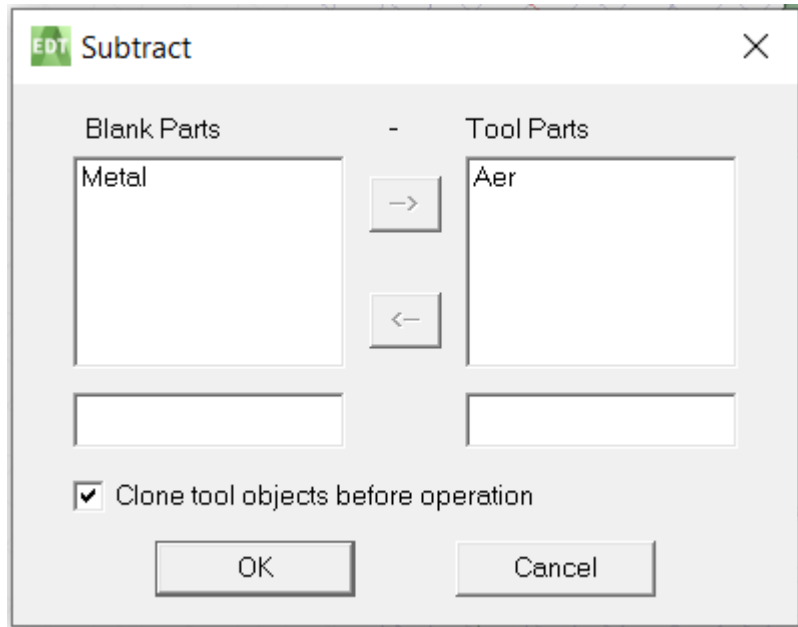
Modelarea conductorului exterior



Implementarea ghidului de undă dreptunghiular

Modelarea structurii ghidului de undă dreptunghiular

- Pentru a nu se suprapune elementele, se va folosi comanda Subtract astfel:
 - Vom selecta geometriile Aer și Metal și alegem din meniul Modeler->Boolean->Subtract

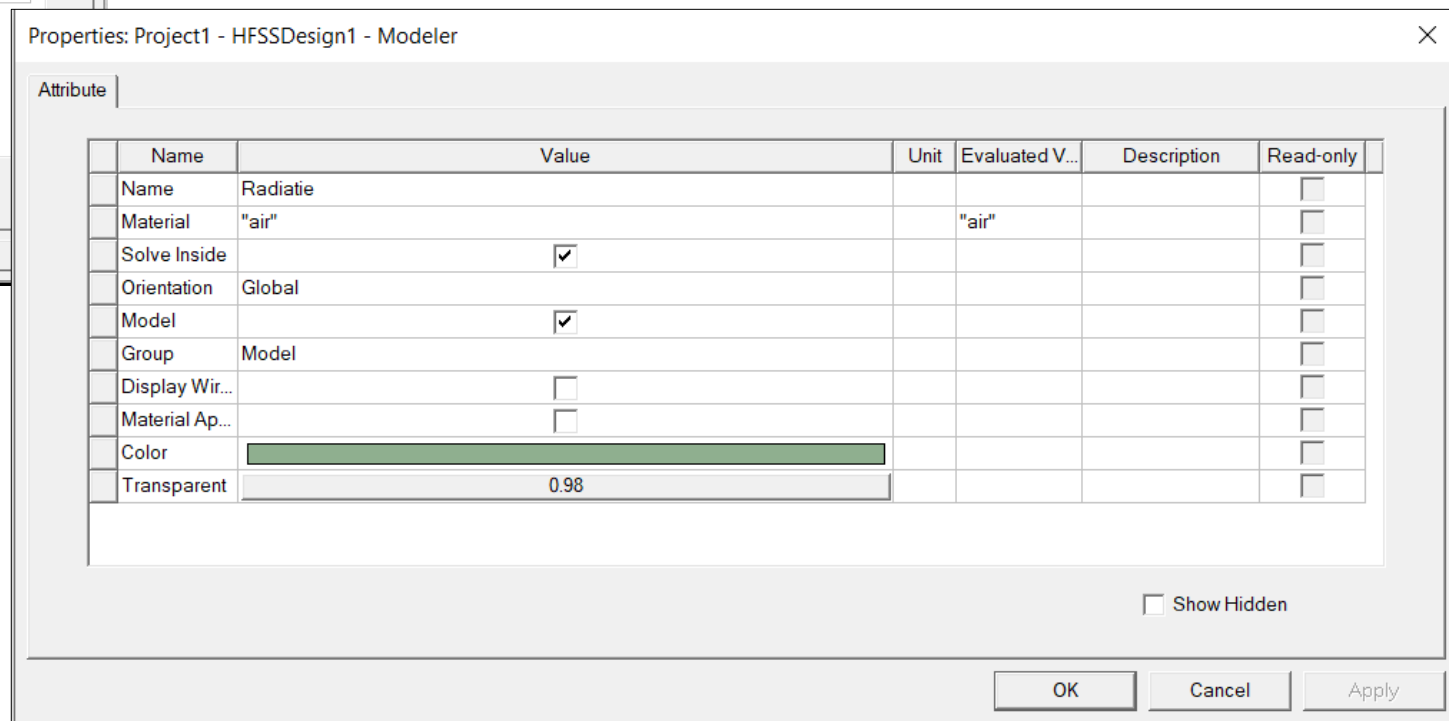
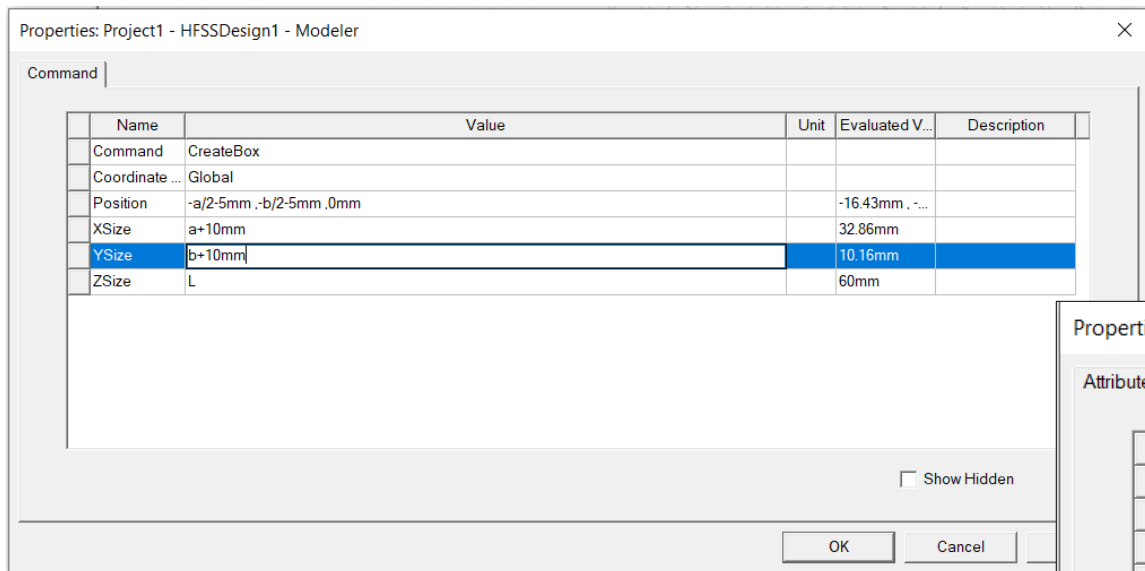


- Se va bifa Clone tool objects before operation

Implementarea ghidului de undă dreptunghiular

Construirea frontierei de radiatie

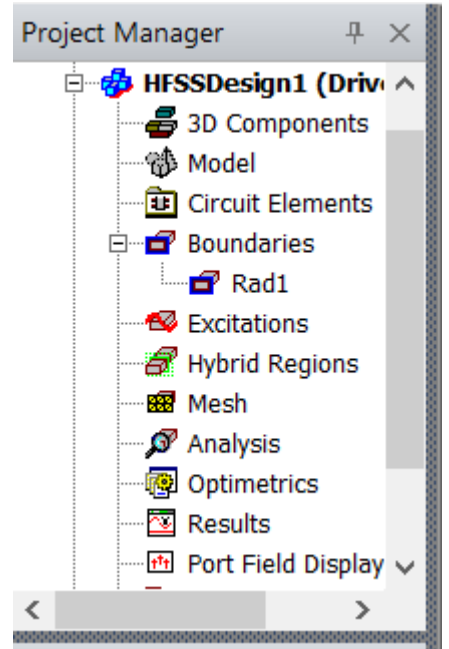
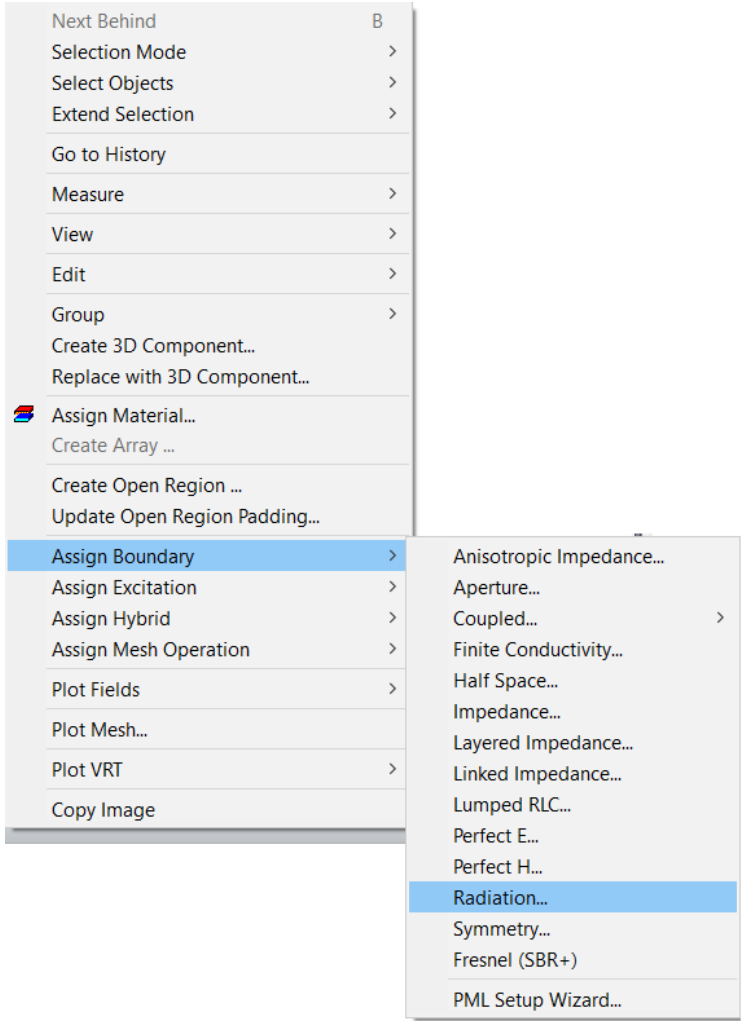
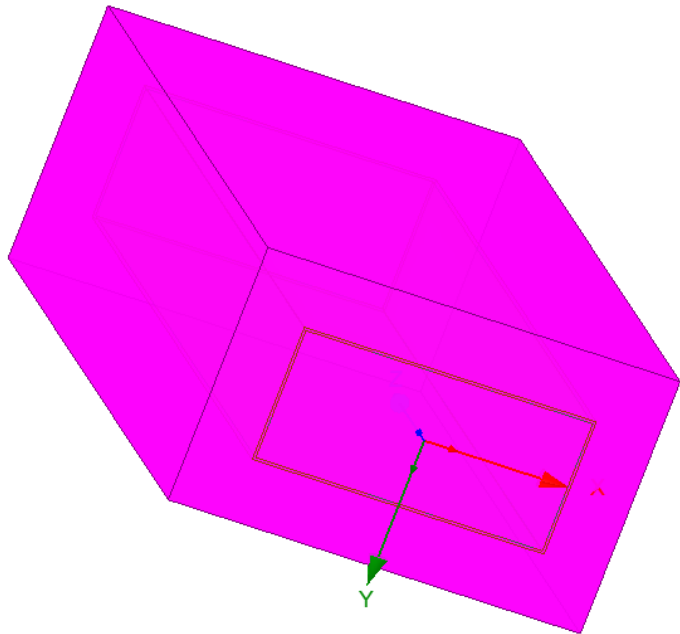
- Se va crea un nou box tot din aer cu dimensiunile:



Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Atribuirea condiției de frontieră

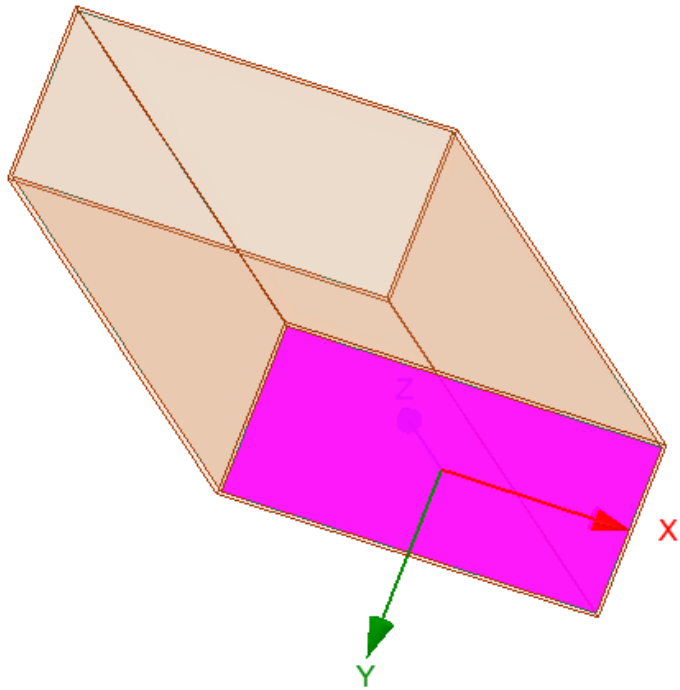
- Pentru a atribui aceasta frontiera de radiație, se selectează elementul nou creat care a fost denumit anterior radiație, apoi click dreapta și se alege Assign Boundary->Radiation



Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Atribuirea sursei 1

- Se va dori selectarea doar a unei fețe pentru a atribui alimentarea; acest lucru se face dând click dreapta pe fereastra de lucru și alegerea Selection mode ->Faces

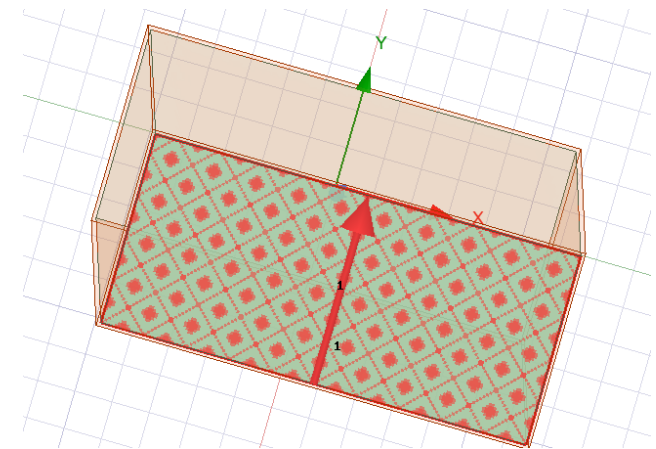
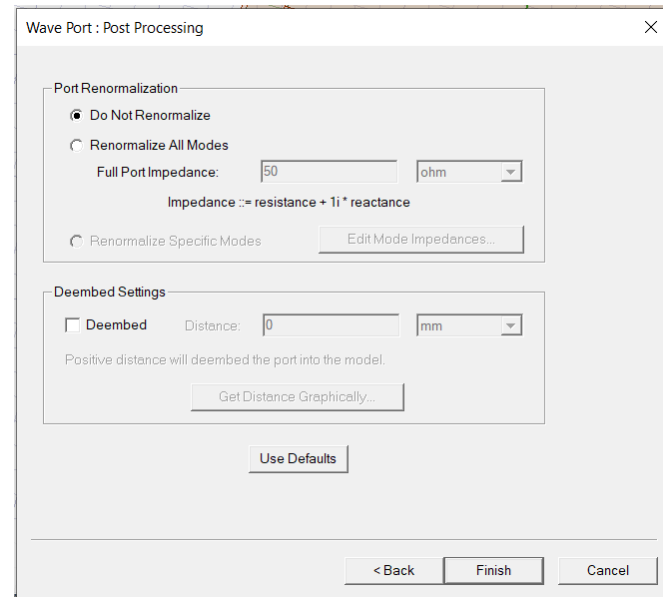
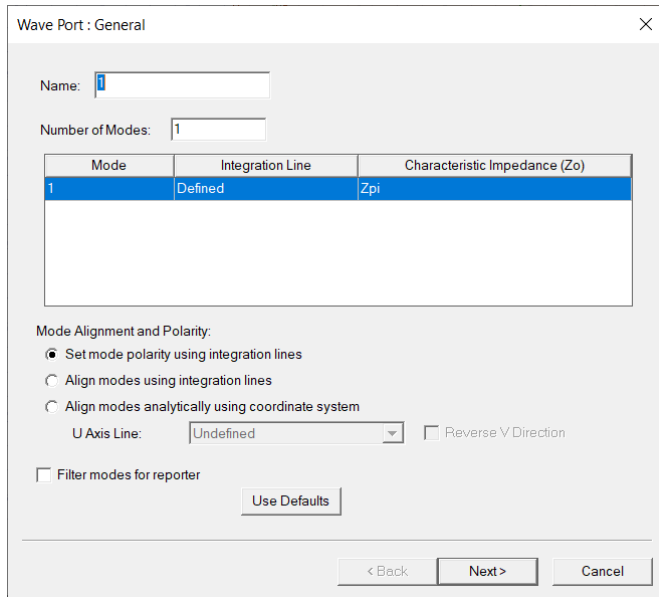


- Se va da click dreapta pe zona selectată și se va da click dreapta pe zona de lucru Assign excitation ->Wave port și lăsăm setările default; apăsăm Next, Next, Finish

Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Atribuirea sursei 1

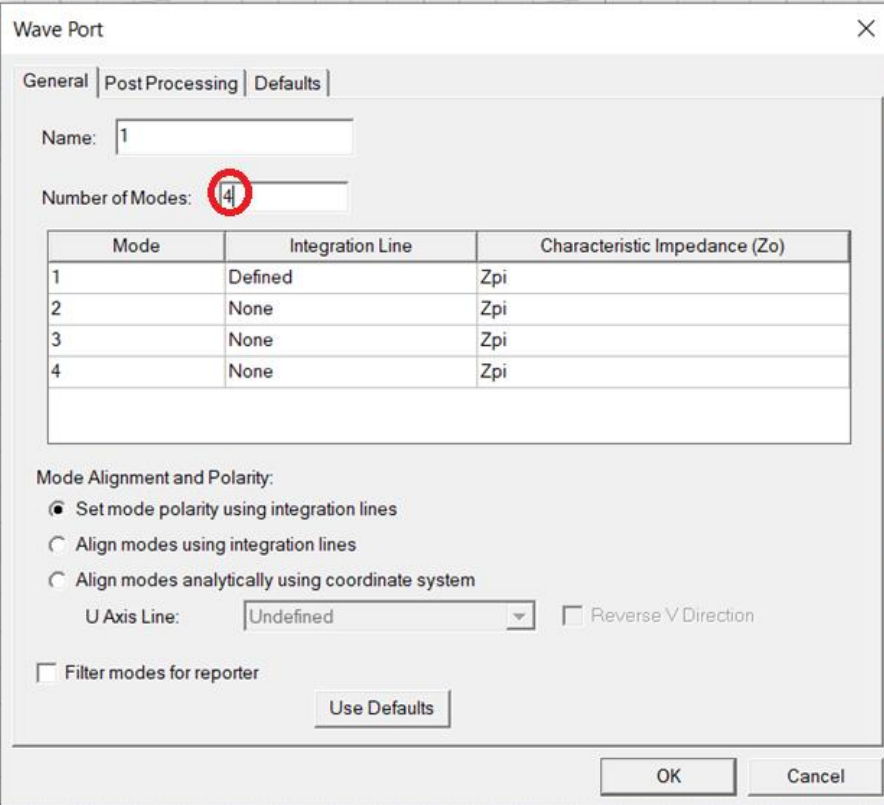
- Dam click la integration line si vom defini o linie noua (New Line...)ca in figura, alegand prima data punctul de jos centrat pe muchie (va aparea un triunghi cand mouseul este centrat) apoi punctul centrat pe muchia de sus
- Dupa definirea liniei, la Integration line va aparea Defined si se apasa tasta Next.
- Apare o noua fereastra unde nu se va modifica nimic, ci vom apasa doar tasta Finish



Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Atribuirea sursei 1

- Deoarece ne dorim sa vedem mai multe moduri, vom da dublu click pe alimentarea 1 din arborele proiectului care se regaseste in fereastra Project Manager si vom modifica valoarea din Number of Modes in 4 ca in figura de mai jos. Vor aparea automat mai multe linii in table, pentru fiecare mod in parte, dar e suficienta definirea liniei pentru modul 1.



Wave Port

General | Post Processing | Defaults

Name: 1

Number of Modes: 4

Mode	Integration Line	Characteristic Impedance (Z ₀)
1	Defined	Z _{pi}
2	None	Z _{pi}
3	None	Z _{pi}
4	None	Z _{pi}

Mode Alignment and Polarity:

Set mode polarity using integration lines

Align modes using integration lines

Align modes analytically using coordinate system

U Axis Line: Undefined Reverse V Direction

Filter modes for reporter

Use Defaults

OK Cancel

Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Atribuirea sursei 2

- Pentru cel de al doilea port se vor urma tot aceeași pași: alegerea fetei, definirea liniei, definirea numărului de moduri.

Wave Port : General

Name:

Number of Modes:

Mode	Integration Line	Characteristic Impedance (Zo)
1	Defined	Zpi

Mode Alignment and Polarity:

Set mode polarity using integration lines

Align modes using integration lines

Align modes analytically using coordinate system

U Axis Line: Reverse V Direction

Filter modes for reporter

Use Defaults

< Back Next > Cancel

Wave Port

General | Post Processing | Defaults

Name:

Number of Modes:

Mode	Integration Line	Characteristic Impedance (Zo)
1	Defined	Zpi
2	None	Zpi
3	None	Zpi
4	None	Zpi

Mode Alignment and Polarity:

Set mode polarity using integration lines

Align modes using integration lines

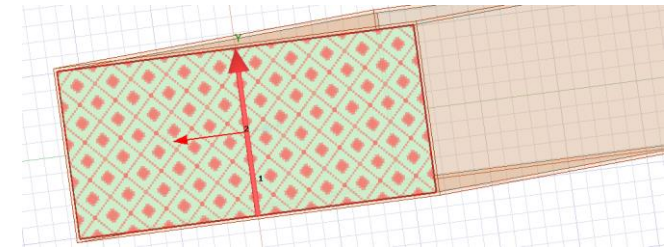
Align modes analytically using coordinate system

U Axis Line: Reverse V Direction

Filter modes for reporter

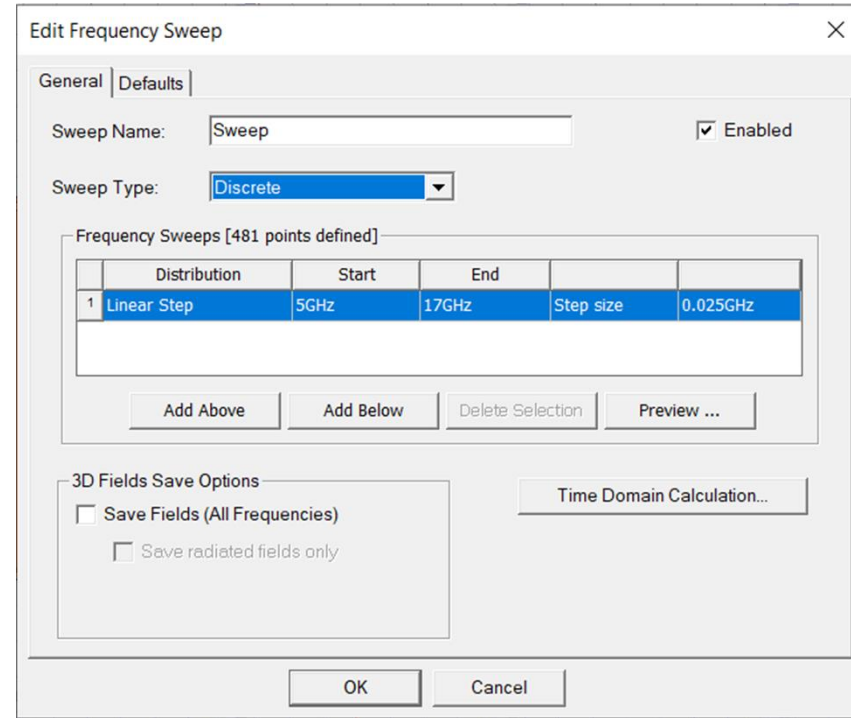
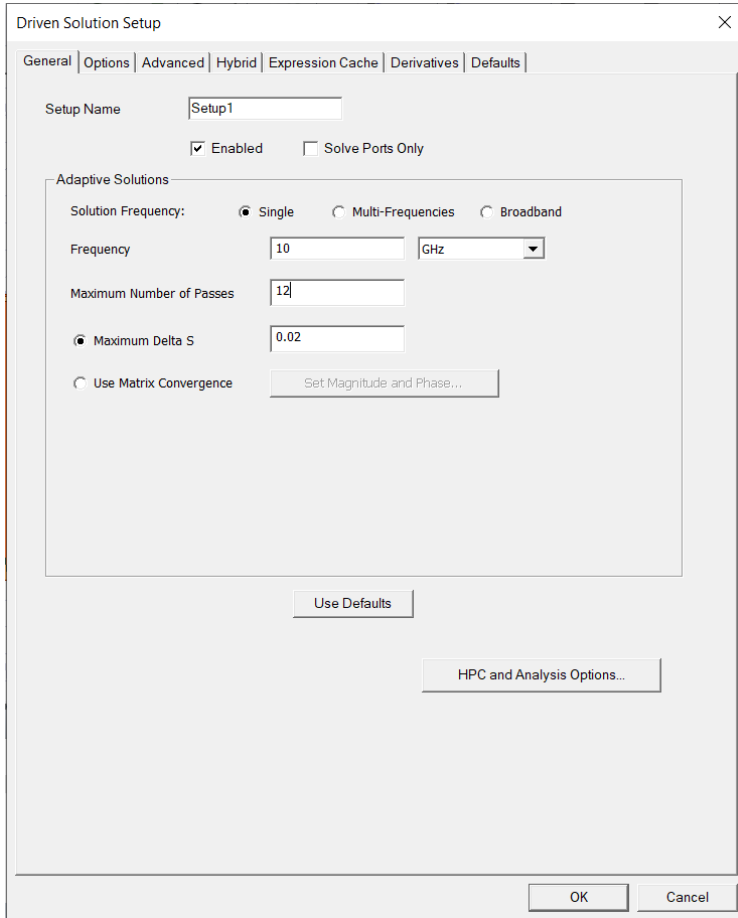
Use Defaults

OK Cancel

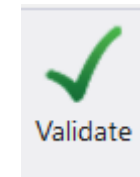
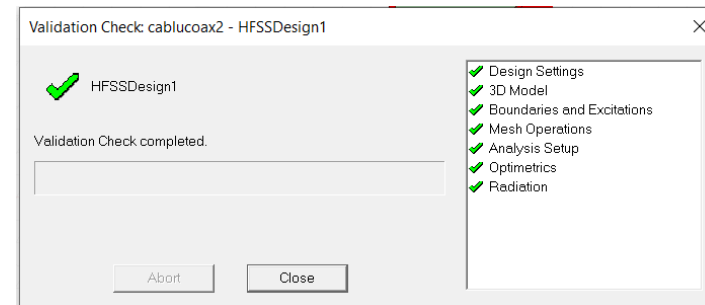


Setarea parametrilor care se doresc a fi determinați în cadrul lucrării

- Se vor impune setările de rulare/rezolvare/soluționare



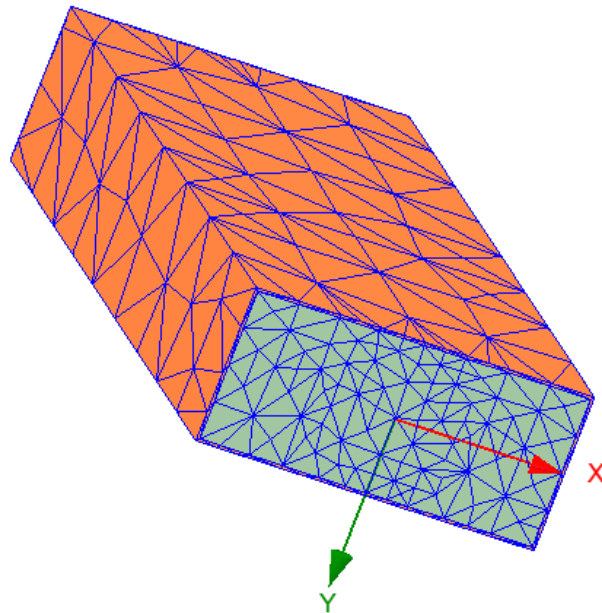
- Se va rula numeric problema modelată



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Meshul creat pentru proiectul analizat

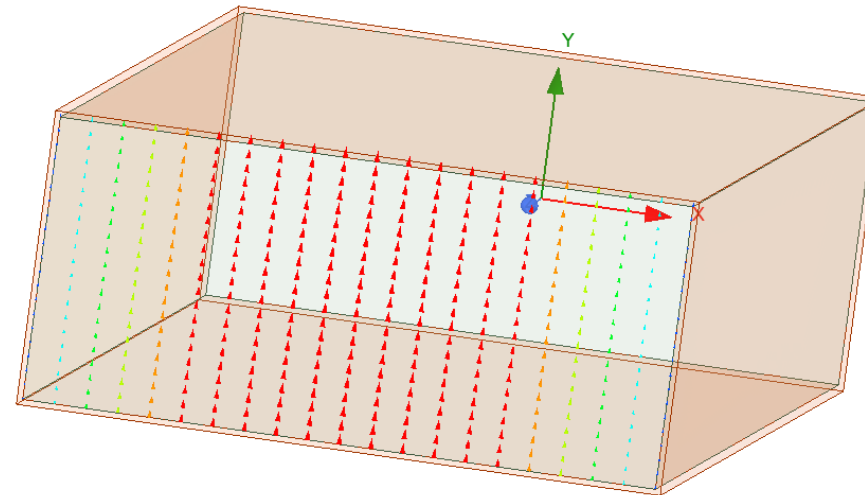
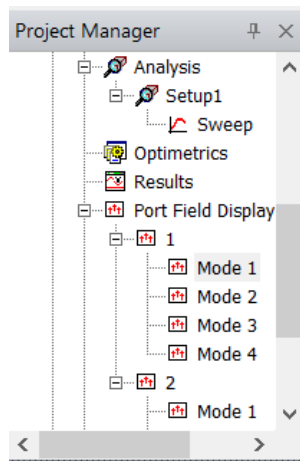
- Pentru a observa Mesh-ul creat vom da click dreapta pe zona de lucru și vom alege Plot Mesh după ce am selectat geometria pentru care se dorește a fi reprezentat



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Distribuția intensității câmpului electric în modul dominant TE_{10}

- In fereastra de Project Manager, deschidem Port Field Display si pentru oricare dintre cele 2 porturi se da click pe Mode 1.
- Pentru modul 1 se obtine o reprezentare a modului dominant TE_{10} . Amplitudinea intensitatii campului electric in centrul ghidului de unda este cea mai mare.

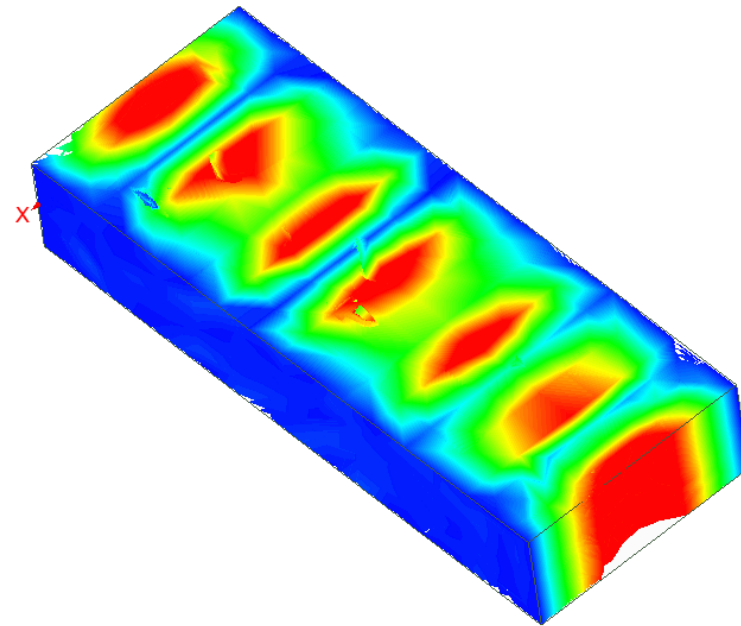
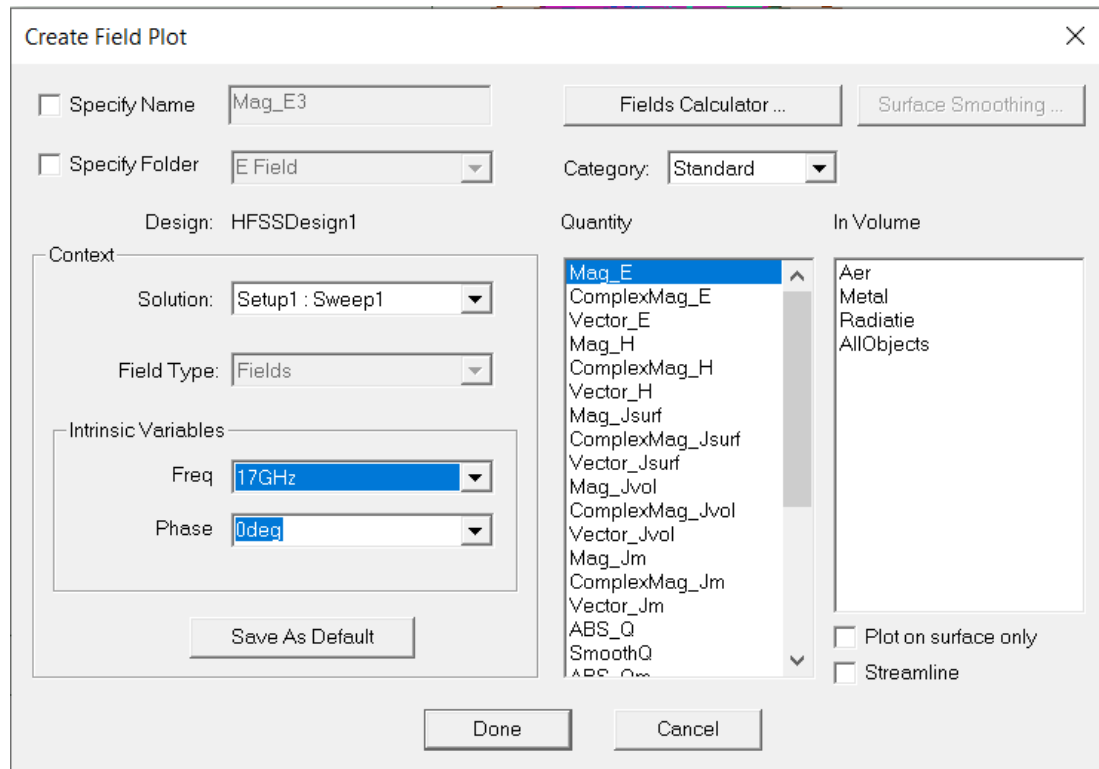


Treceți și pe celelalte moduri și observați distribuția intensității câmpului electric

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Determinarea amplitudinii câmpului electric pentru o anumită frecvență – cod de culori

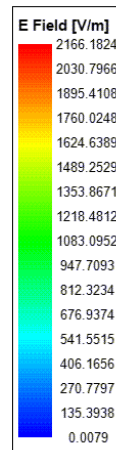
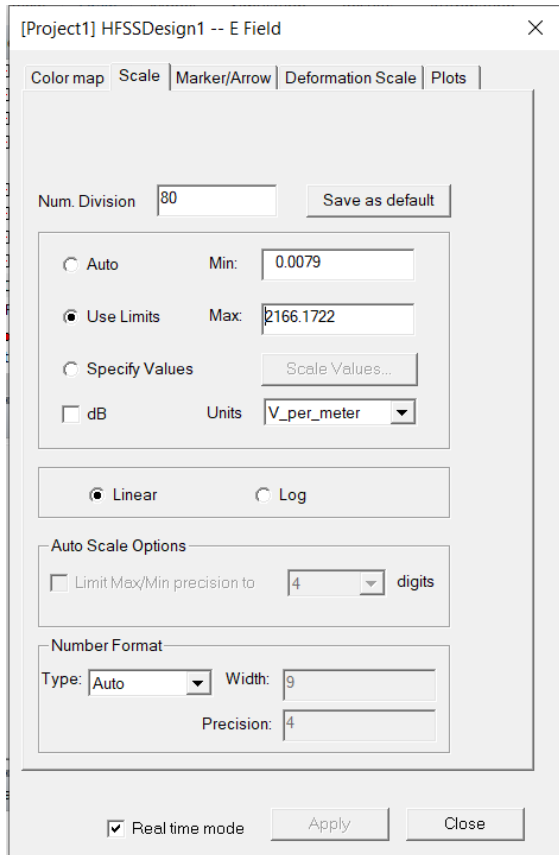
- Pentru a afișa distribuția câmpului electric în ghidul de undă, se va selecta elementul Aer, apoi click dreapta Plot Fields->E-> Mag_E



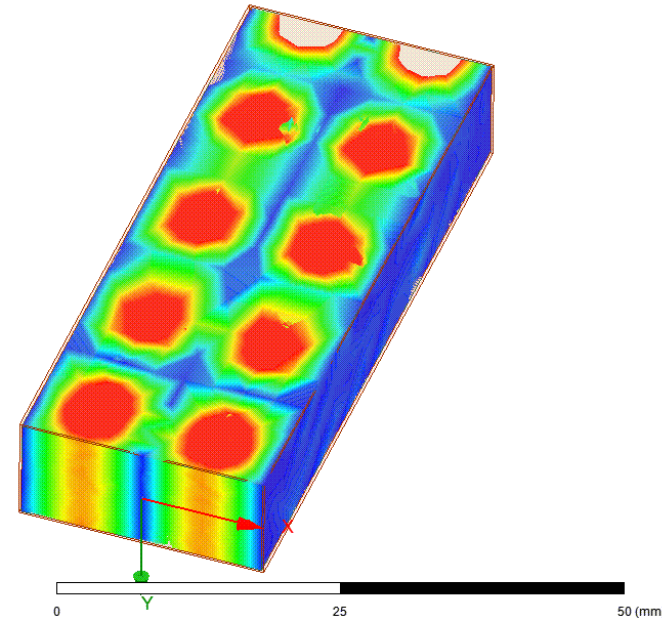
Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Determinarea amplitudinii câmpului electric pe toată lungimea ghidului de undă pentru o anumită frecvență

- Pentru o reprezentare mai reușită s-a modificat codul de culori dând click dreapta pe legendă și alegând opțiunea Modify după cum se poate observa mai jos
- Reprezentarea poate fi și animată dacă se da click dreapta pe reprezentarea din arborele din fereastra Project Manager și se alege Animate.



Phase = 0deg

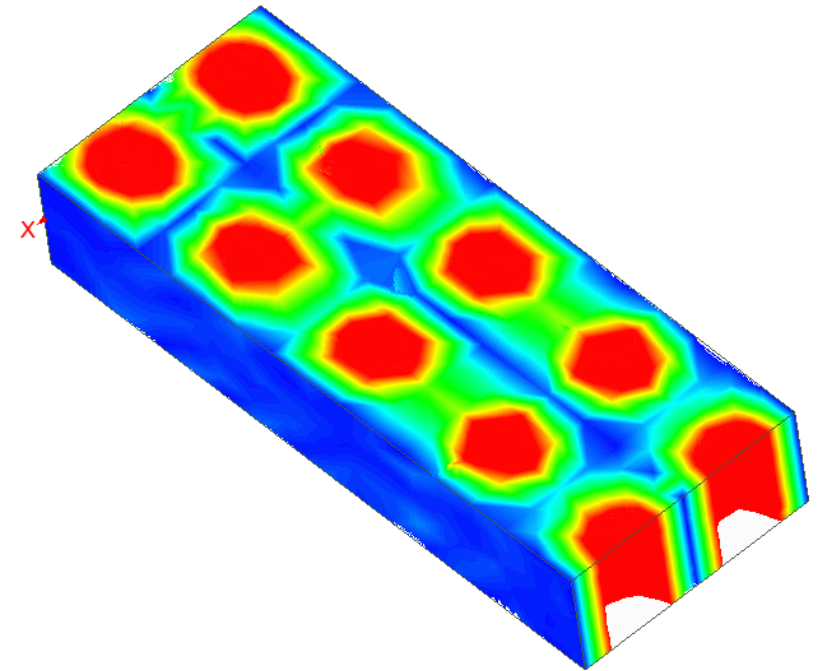
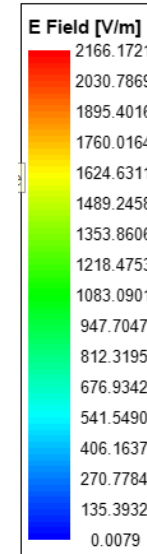
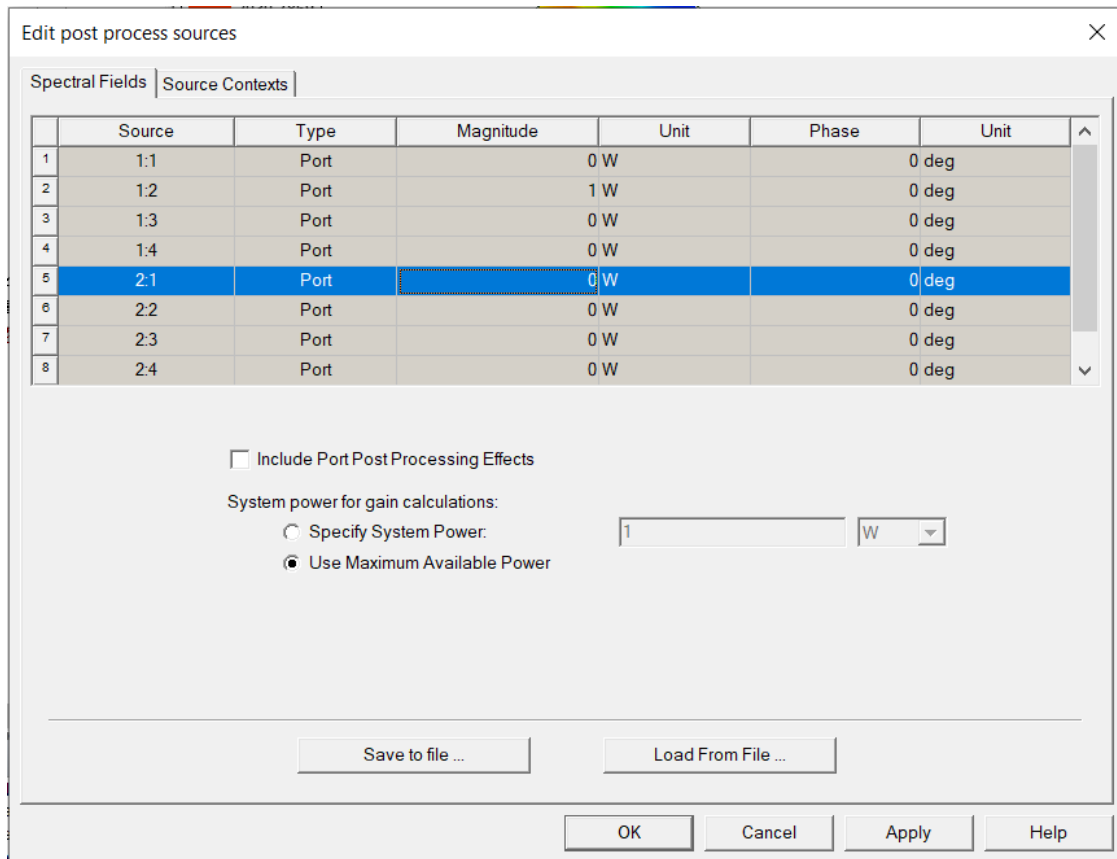


Modificați valoarea frecvenței pentru care se face reprezentarea

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Determinarea amplitudinii câmpului electric pe toată lungimea ghidului de undă pentru diferite moduri de funcționare

- HFSS->Fields->Edit Sources pentru a modifica modul care este reprezentat; se va pune valoarea 1 în dreptul modului care se dorește a fi reprezentat

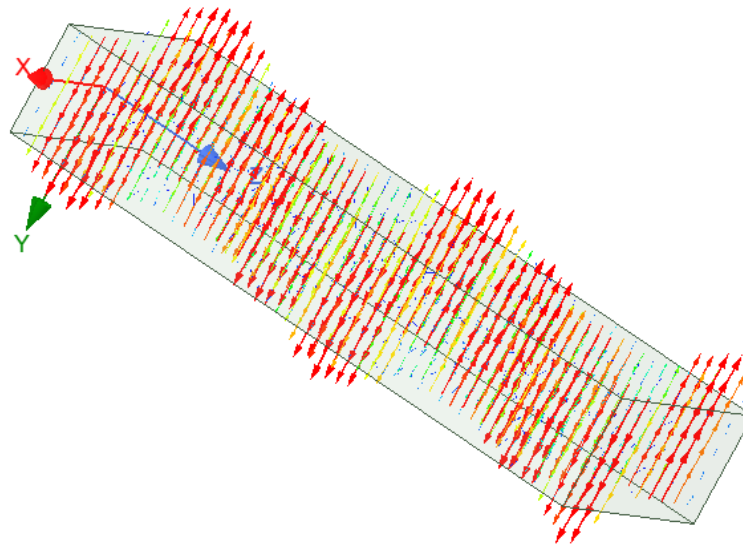
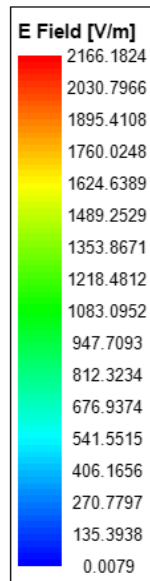


Reprezențați modul TE_{20} și TE_{23}

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Determinarea amplitudinii câmpului electric pentru o anumită frecvență – vectorial

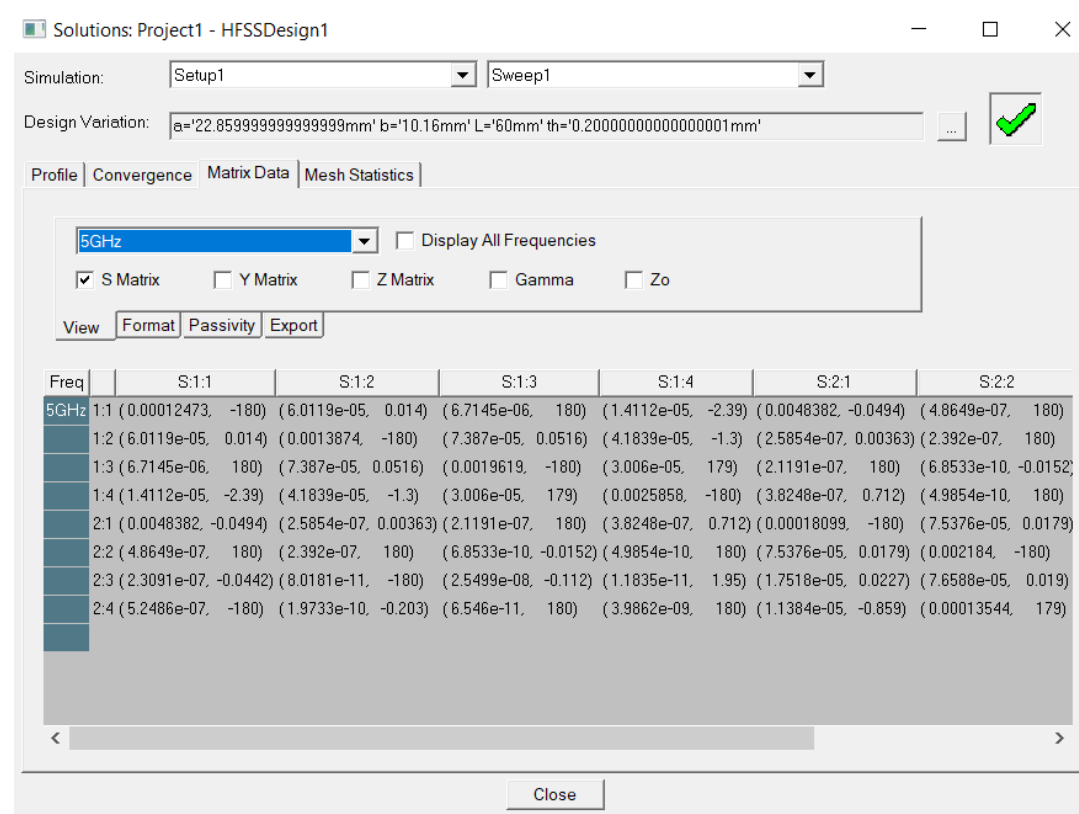
- În arborele modelului, se alege elementul aer și se alege opțiunea Plot Fields->E->Vector_E pentru reprezentarea vectorială a câmpului electric
- Înainte de reprezentare se va ascunde reprezentarea deja existentă prin click dreapta pe reprezentarea din arborele din fereastra Project Manager și debifarea Plot Visibility.



Reprezențați câmpul electric și pentru alte 2 moduri ale ghidului de undă

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor Matricea parametrilor S

- Din Results vom alege ->Solution Data
- Avem un singur parametru S care se modifică odată cu frecvența de funcționare (se poate alege orice frecvența din domeniul de studiu 5-17 GHz)



Solutions: Project1 - HFSSDesign1

Simulation: Setup1 Sweep1

Design Variation: a='22.859999999999999mm' b='10.16mm' L='60mm' th='0.20000000000000001mm'

Profile | Convergence | Matrix Data | Mesh Statistics

5GHz Display All Frequencies

S Matrix Y Matrix Z Matrix Gamma Zo

View | Format | Passivity | Export

Freq	S:1:1	S:1:2	S:1:3	S:1:4	S:2:1	S:2:2
5GHz	1:1 (0.00012473, -180)	(6.0119e-05, 0.014)	(6.7145e-06, 180)	(1.4112e-05, -2.39)	(0.0048382, -0.0494)	(4.8649e-07, 180)
	1:2 (6.0119e-05, 0.014)	(0.0013874, -180)	(7.387e-05, 0.0516)	(4.1839e-05, -1.3)	(2.5854e-07, 0.00363)	(2.392e-07, 180)
	1:3 (6.7145e-06, 180)	(7.387e-05, 0.0516)	(0.0019619, -180)	(3.006e-05, 179)	(2.1191e-07, 180)	(6.8533e-10, -0.0152)
	1:4 (1.4112e-05, -2.39)	(4.1839e-05, -1.3)	(3.006e-05, 179)	(0.0025858, -180)	(3.8248e-07, 0.712)	(4.9854e-10, 180)
	2:1 (0.0048382, -0.0494)	(2.5854e-07, 0.00363)	(2.1191e-07, 180)	(3.8248e-07, 0.712)	(0.00018099, -180)	(7.5376e-05, 0.0179)
	2:2 (4.8649e-07, 180)	(2.392e-07, 180)	(6.8533e-10, -0.0152)	(4.9854e-10, 180)	(7.5376e-05, 0.0179)	(0.002184, -180)
	2:3 (2.3091e-07, -0.0442)	(8.0181e-11, -180)	(2.5499e-08, -0.112)	(1.1835e-11, 1.95)	(1.7518e-05, 0.0227)	(7.6588e-05, 0.019)
	2:4 (5.2486e-07, -180)	(1.9733e-10, -0.203)	(6.546e-11, 180)	(3.9862e-09, 180)	(1.1384e-05, -0.859)	(0.00013544, 179)

Close



Afișați și matricea Z și Y

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea parametrilor S

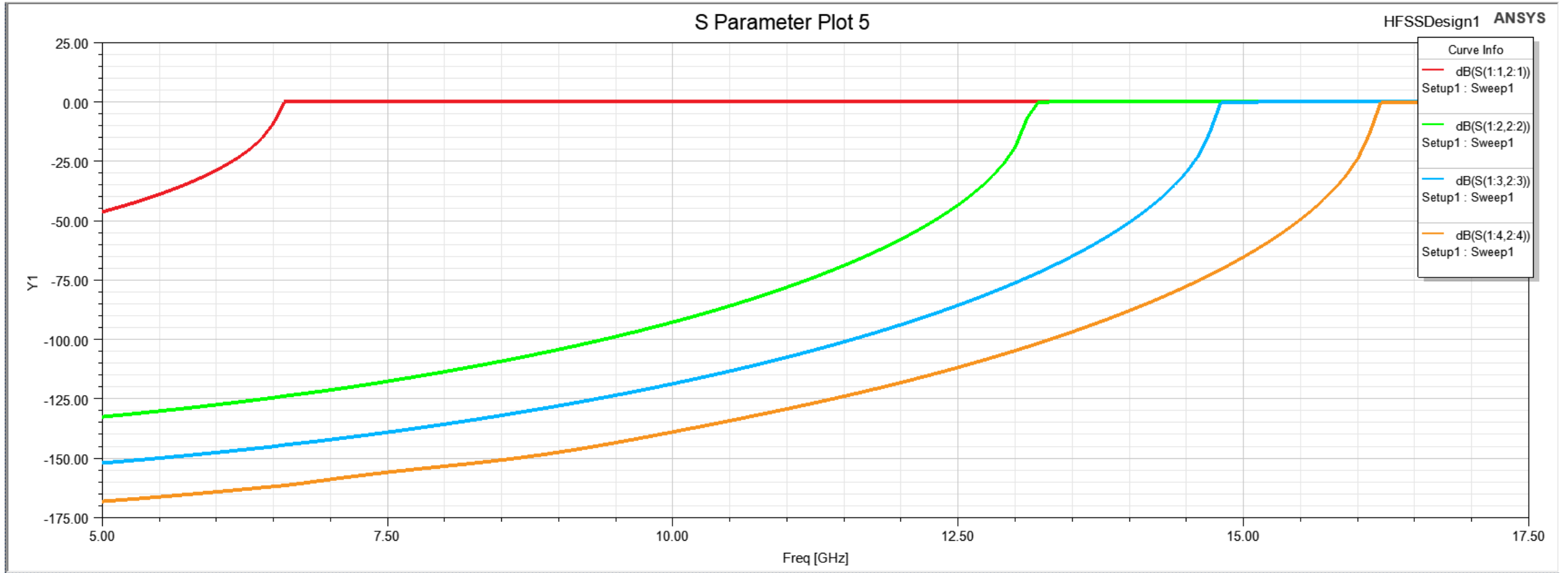
Daca vrem sa preprezentam S12 pentru cele 4 moduri analizate se vor selecta valorile si se vor reprezenta astfel:

The screenshot shows the HFSS software interface. The 'Results' menu is open, and the path 'Results > Create Modal Solution Data Report > Rectangular Plot' is highlighted. The 'Rectangular Plot' option is selected in the sub-menu.

The screenshot shows the 'Report: Project1 - HFSSDesign1 - S Parameter Plot 1 - im(S(1:1,1:1))' dialog box. The 'Context' section shows 'Solution: Setup1 : Sweep1' and 'Domain: Sweep'. The 'Trace' section shows 'Primary Sweep: Freq' and 'All'. The 'Y' axis is set to 'dB(S(1:1,2:1)); dB(S(1:2,2:2)); dB(S(1:3,2:3)); dB'. The 'Category' list includes 'S Parameter' and 'dB'. The 'Quantity' list includes 'S(1:3,2:3)' and 'S(1:4,2:4)'. The 'Function' list includes 'dB' and 'dB10normalize'. The 'Update Report' section has 'Real time' checked. The 'Output Variables...' and 'Options...' buttons are visible at the bottom.

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

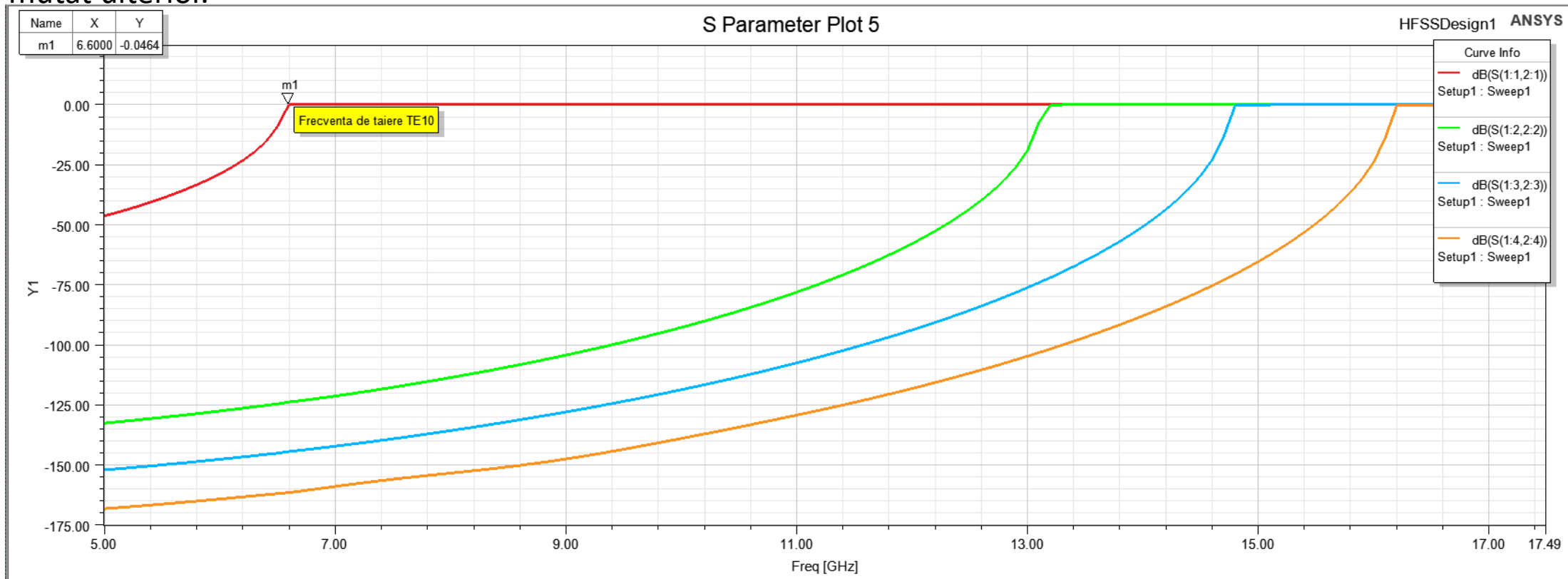
Reprezentarea parametrilor S



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea parametrilor S

- Pe aceasta reprezentare se pot pune pmerkere care sa ne arate care sunt frecventele de taiere. Ne positionam pe reprezentare si dam click dreapta, apoi alegem Marker->Add Marker. Se va positiona acel marker unde ajunge pentru prima data graficul lui S(1:1;2:1) la valoarea 0 si astfel vom citi valoarea pentru frecventa de taiere a TE10. Daca vrem sa si scriem un mesaj langa reprezentarea markerului click dreapta->Add Note si scriem un mesaj care apare undeva pe grafic si poate fi mutat ulterior.



Reprezentati si celelalte frecvente de taiere cu ajutorul markerelor si a mesajelor. Reprezentati si valoarea pentru VSWR

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Moduri care se propagă

- Cum ne putem da seama ca un mod se propaga intr-adevar? Putem sa dam click dreapta pe Results din fereastra Project Manager si se va alege Solution Data. In tabul Matrix se poate alege o frecventa dintre cele studiate; noi vom alege valoarea 16 GHz. De asemenea sunt mai multi parametri care pot fi reprezentati, dar in acest caz noi dorim sa vedem valorile pentru coeficientul de propagare, deci se va bifa Gamma. In meniul Format a nu se uita sa se treaca la reprezentarea Real/Imaginary.

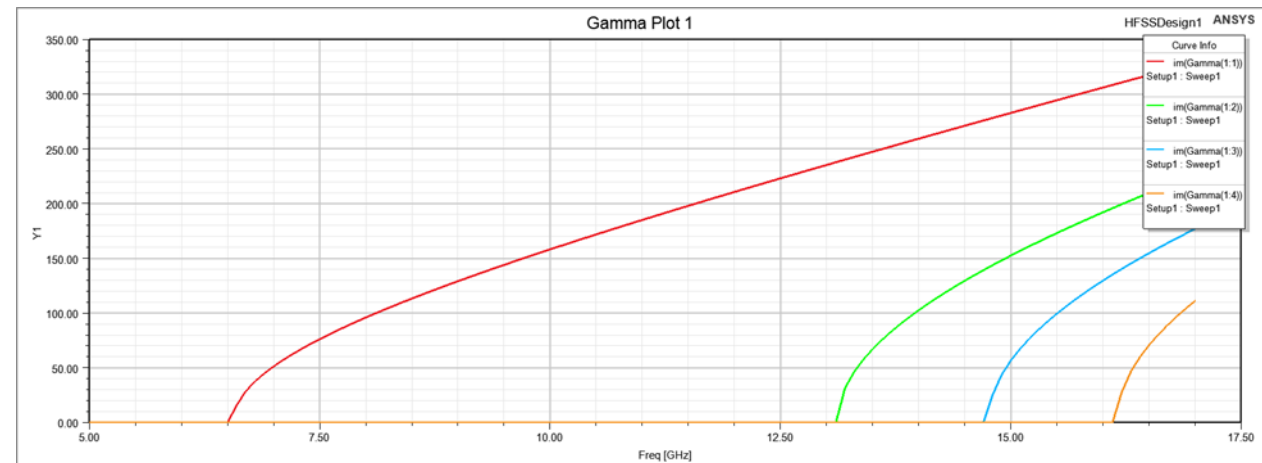
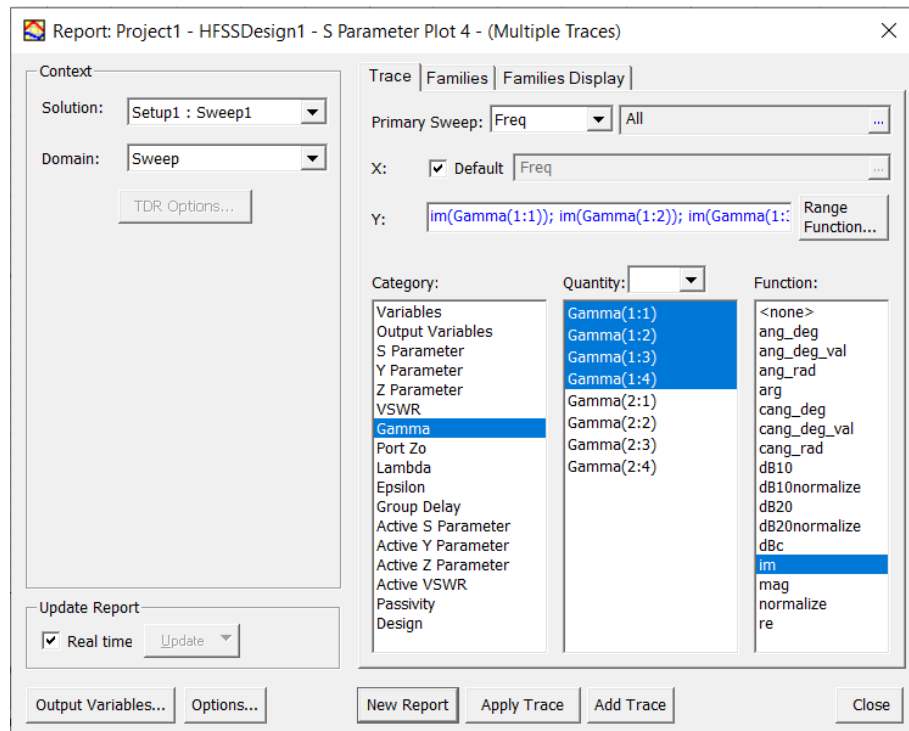
The screenshot shows the 'Matrix Data' dialog box in HFSS. The simulation is 'Setup1' with a 'Sweep1'. The design variation is defined by parameters: a='22.859999999999999mm', b='10.16mm', L='60mm', th='0.20000000000000001mm'. The 'Matrix Data' tab is active, showing a table of results for the 16GHz frequency. The table includes columns for Frequency, Gamma, Lambda, and Epsilon. The Gamma values for modes 1:1, 1:2, and 1:3 are very small, indicating good propagation, while modes 1:4, 2:1, 2:2, 2:3, and 2:4 have much larger Gamma values, indicating poor propagation.

Freq	Gamma	Lambda	Epsilon
16GHz	1:1 (0.010865, 306)	0.020533	0.8327
	1:2 (0.024029, 192.28)	0.032678	0.32878
	1:3 (0.047675, 130.02)	0.048325	0.15033
	1:4 (45.249, 0.18668)	33.658	-0.018207
	2:1 (0.010865, 306)	0.020533	0.83271
	2:2 (0.024026, 192.3)	0.032674	0.32885
	2:3 (0.047691, 130.06)	0.048311	0.15042
	2:4 (44.44, 0.19008)	33.056	-0.017562

Analizand rezultatele, se poate observa ca partea reala (α) pentru modurile 1,2 si 3 au valori foarte mici, ceea ce inseamna ca undele se propaga foarte bine. In cazul modului 4(a se vedea 1:4, 2:4) valorile pentru coeficientul de atenuare sunt mari, deci unda nu se propaga asa de bine.

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor Constanta de propagare

- Vom dori sa afisam constanta de faza a propagarii, stiind ca o constanta de propagare se calculeaza cu formula: $\gamma = \alpha + j\beta$
- Unde γ este constanta de propagare, α este constanta de atenuare si β este constanta de faza. In fereastra care a aparut se va alege tipul de parametru pe care dorim sa il afisam si anume S parameters apoi se vor alege primele 4 moduri si se va alege la Function im pentru ca vrem sa se afiseze doar β . Din aceasta reprezentare se poate observa ca sub frecventa de taiere prin ghidul de unda nu se propaga, in timp ce peste aceasta frecventa ghidul de unda lasa undele sa se propage.





Aplicații

1. Care sunt modurile care se propagă bine pentru 5GHz, 9GHz și 11GHz
2. Reprezentați și câmpul magnetic atât ca și cod de culori cât și sub formă vectorială
3. Determinați matricea pentru impedanța caracteristică pentru modurile analizate și exportați-o
4. Modelați un ghid de undă dreptunghiular mai scurt (de $L=10$ mm) și observați ce se modifică dpdv al parametrilor S și al constantei de propagare

Temă Luați 3 valori diferite ale frecvențelor și comparați câmpul electric, respectiv magnetic pentru acestea. Care sunt observațiile?

https://www.youtube.com/watch?v=gq_hG4Nr8mU

<https://www.youtube.com/watch?v=w9SA9LjRuPA>