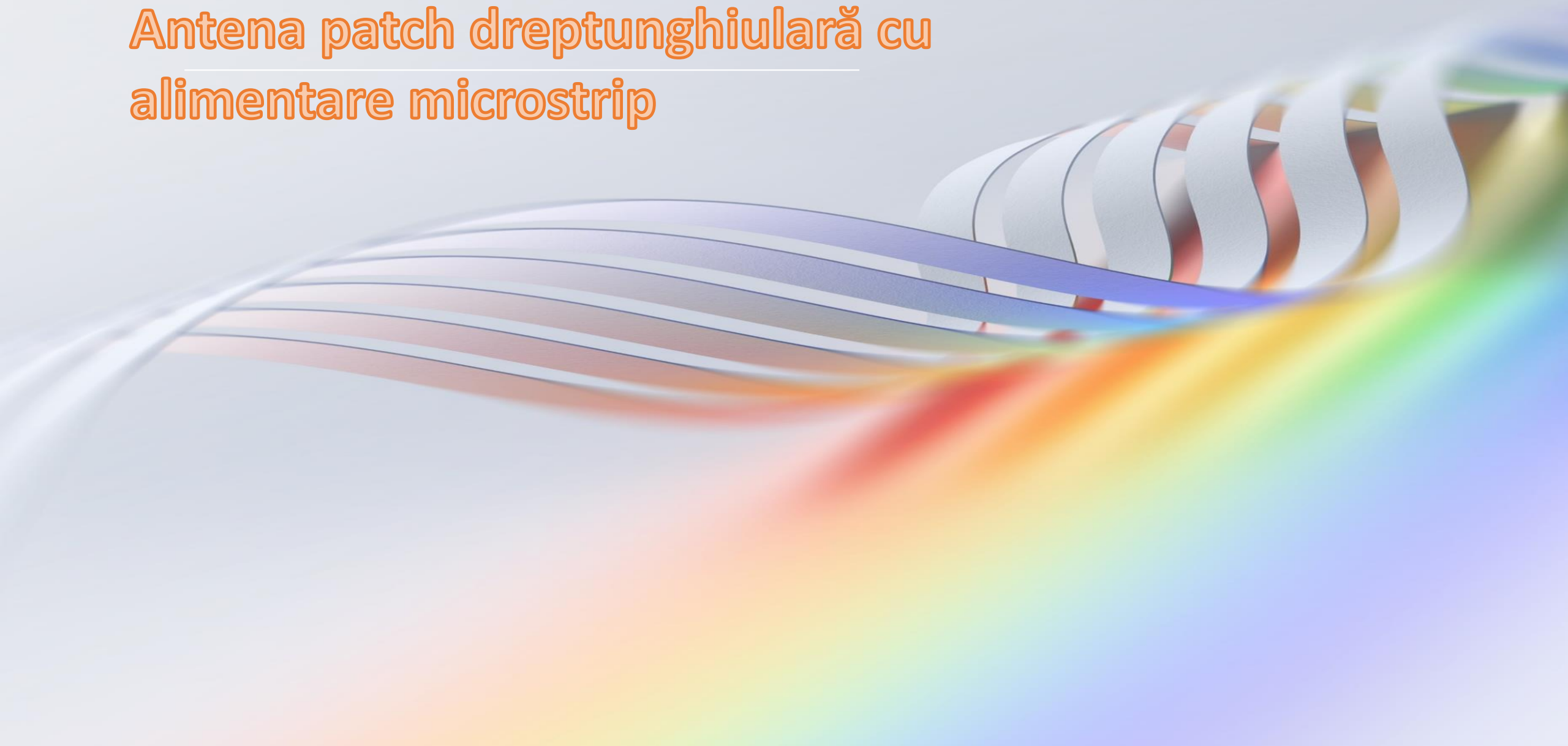
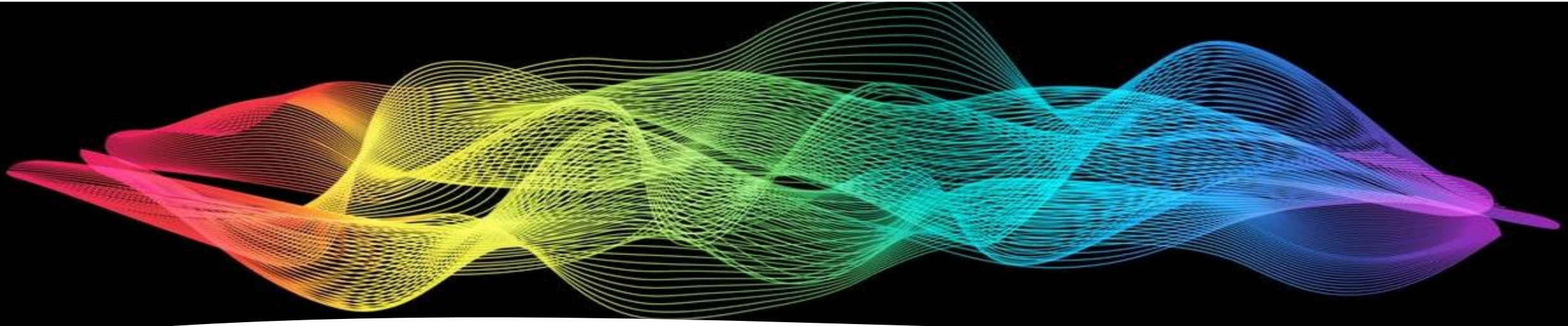


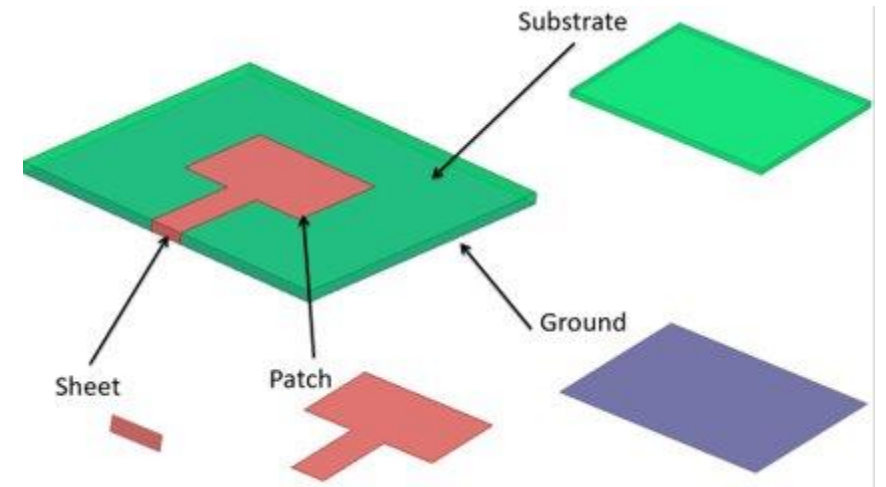
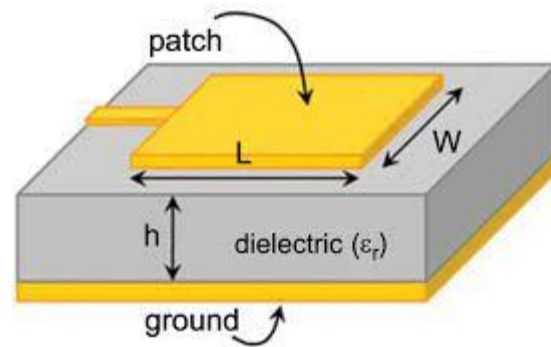
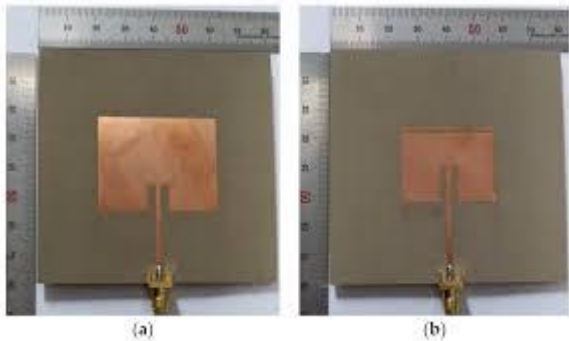
Antena patch dreptunghiulară cu alimentare microstrip





- Să se modeleze și analizeze o antenă patch dreptunghiulară cu alimentarea microstrip

Enunțul lucrării



Enunțul lucrării- proiectare patch circular

- Se dau : ϵ_r, f_r (in Hz) și h
- Se cer: W, L

Pentru un radiator eficient, o latime practica care duce la o radiatie eficienta este:

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

Se va determina constanta dielectrica efectiva cu formula:

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2}$$

Se va determina extensia lungimii ΔL :

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

Pentru o frecvența de $f=3,58$ GHz și pentru dielectric ϵ_r de 2.2 și înălțime $h=0,32$ cm

S-au obținut:

Lungimea patch=26,89mm

Lățime patch=33,86 mm

Se va determina lungimea fizica a patchului L :

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}} - 2\Delta L$$

In mod obisnuit lungimea unui microstrip variaza intre (λ_d este lungimea de unda a dielectricului):

$$L \approx (0.47 - 0.49) \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} = (0.47 - 0.49) \lambda_d$$

Obiectivele lucrării

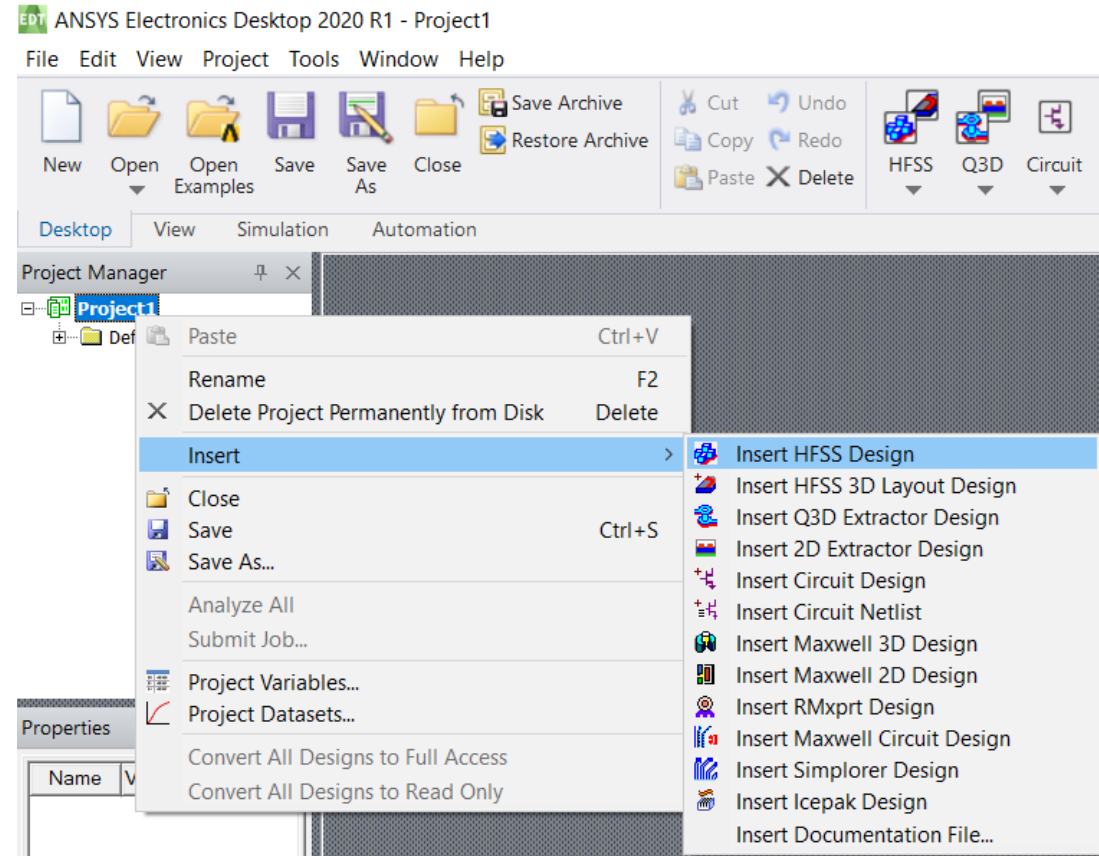
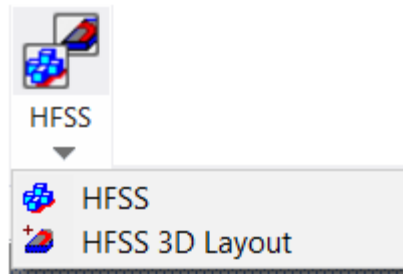
- Modelarea unei antene dreptunghiulare de tip patch alimentată de un microstrip
- Determinarea matricii impedanțelor
- Reprezentarea parametrilor S
- Determinarea lățimii de bandă a antenei
- Reprezentare VSWR
- Reprezentarea câștigului ca Polar plot
- Reprezentarea câștigului ca tabel de valori
- Reprezentarea câștigului ca grafic 2D

Implementarea modelului pentru modelare numerică

- Se deschide Ansys Electronics Desktop

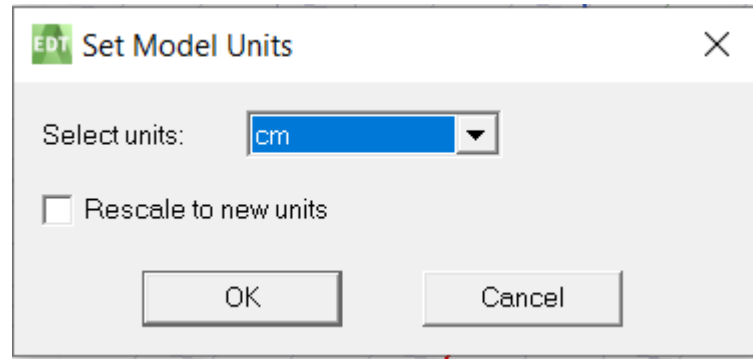


- Se va alege să se modeleze un proiect HFSS

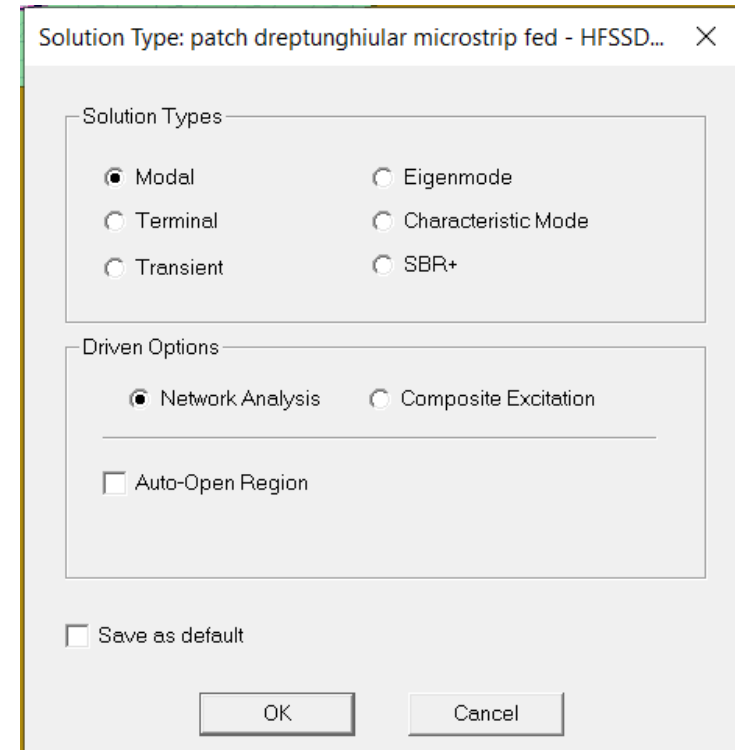


Implementarea modelului pentru modelare numerică

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



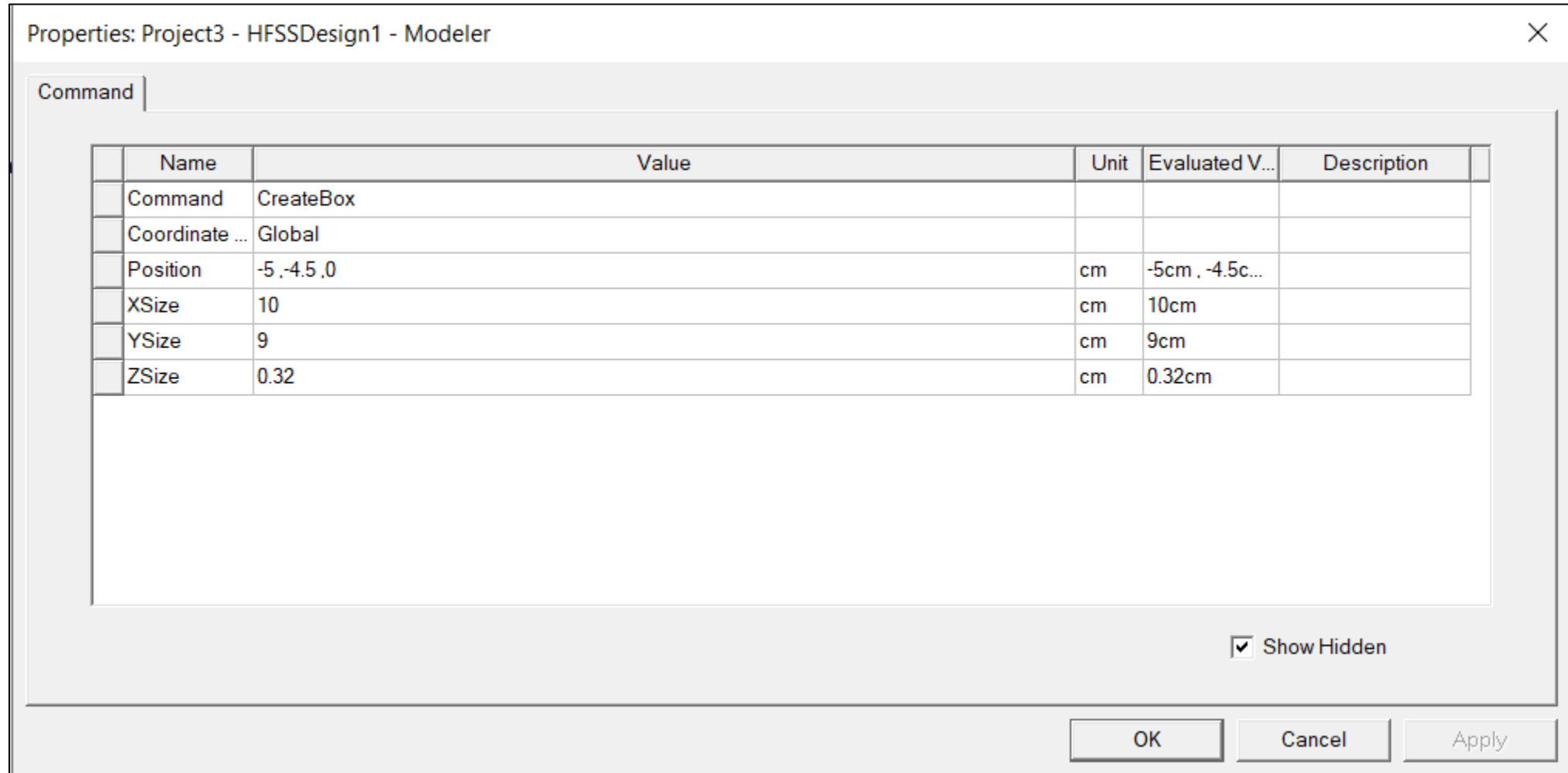
- Vom alege tipul soluției din HFSS->Solution Type



Implementarea antenei de tip patch dreptunghiular

Desenarea substratului dielectric

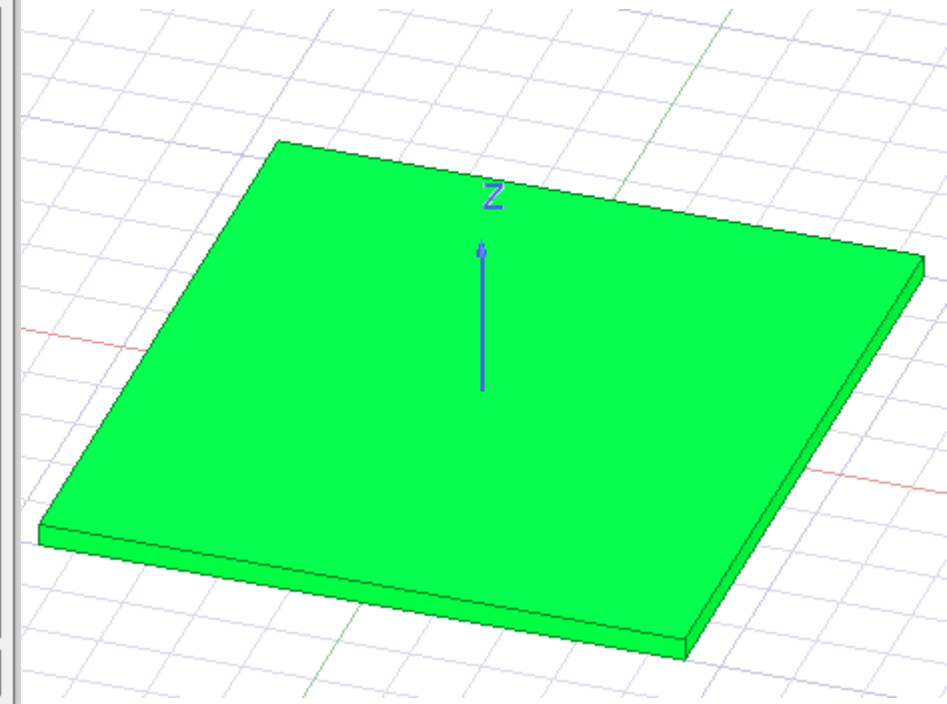
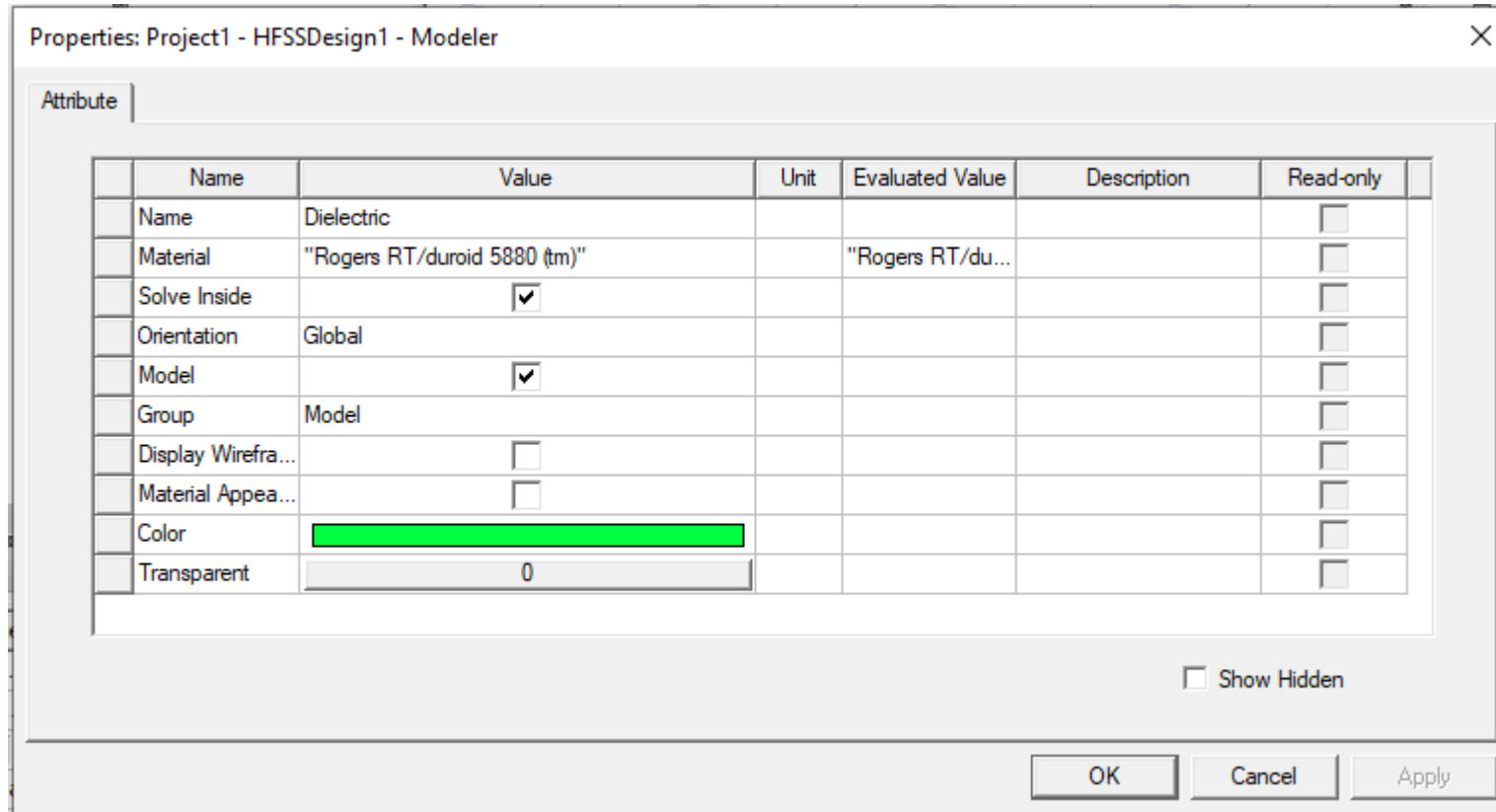
- Desenăm un box, după cum urmează:



Implementarea antenei de tip patch circular dreptunghiular

Desenarea substratului dielectric

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



Implementarea antenei de tip patch dreptunghiular

Desenarea planului de masă

- Desenăm un dreptunghi de coordonate X:-5,0; Y:-4,5; Z:0,0 ; dX:10,0, dY:9,0, dZ:0,0 din meniul Draw -> Rectangle


Properties: Project3 - HFSSDesign1 - Modeler

Command

| Name | Value | Unit | Evaluated V... | Description |
|----------------|-----------------|------|----------------|-------------|
| Command | CreateRectangle | | | |
| Coordinate ... | Global | | | |
| Position | -5,-4.5,0 | cm | -5cm,-4.5c... | |
| Axis | Z | | | |
| XSize | 10 | cm | 10cm | |
| YSize | 9 | cm | 9cm | |

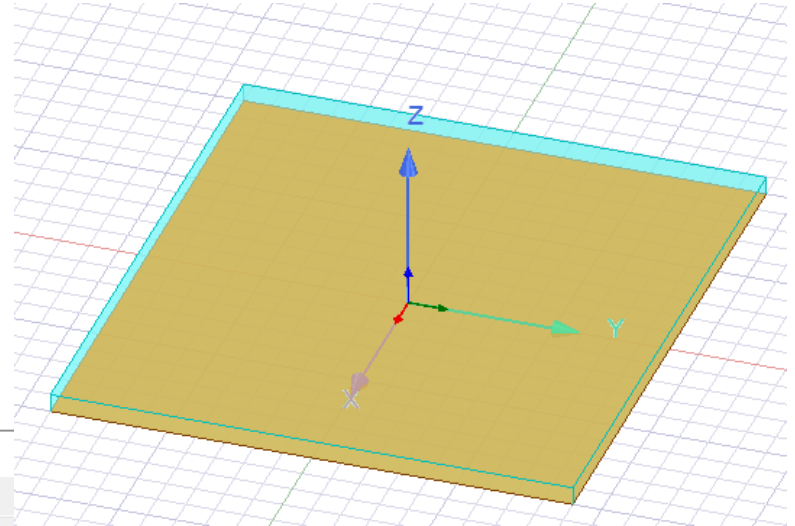
Properties: Project3 - HFSSDesign1 - Modeler

Attribute

| Name | Value | Unit | Evaluated V... | Description | Read-only |
|----------------|--|------|----------------|-------------|--------------------------|
| Name | Ground | | | | <input type="checkbox"/> |
| Orientation | Global | | | | <input type="checkbox"/> |
| Model | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | <input type="checkbox"/> |
| Group | Model | | | | <input type="checkbox"/> |
| Display Wir... | <input type="checkbox"/> | | | | <input type="checkbox"/> |
| Material Ap... | <input type="checkbox"/> | | | | <input type="checkbox"/> |
| Color |  | | | | <input type="checkbox"/> |
| Transparent | 0.41 | | | | <input type="checkbox"/> |

Show Hidden

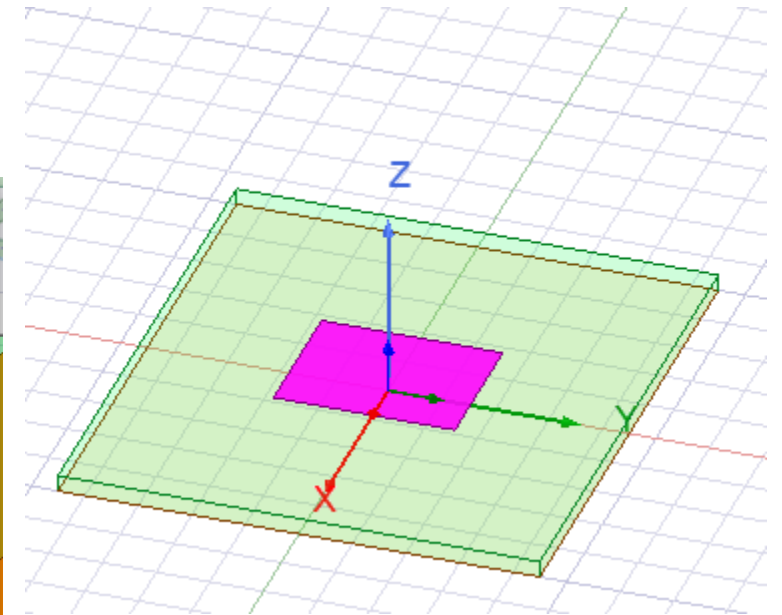
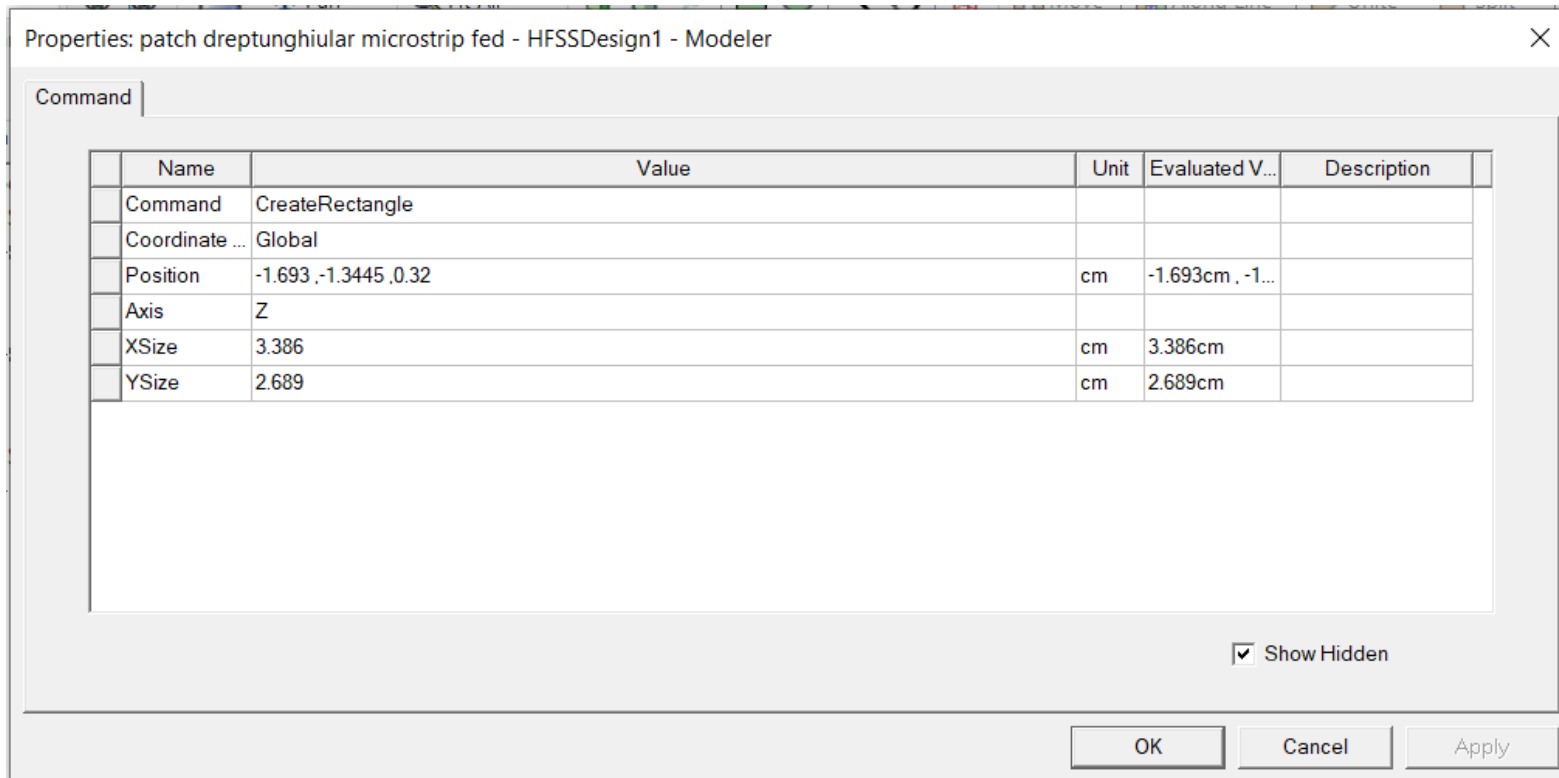
OK Cancel Apply



Implementarea antenei de tip patch dreptunghiular

Desenarea patchului

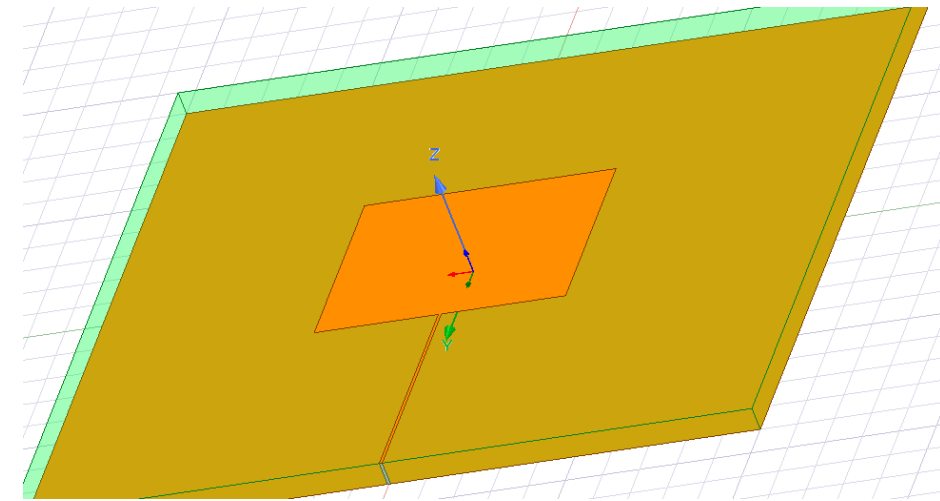
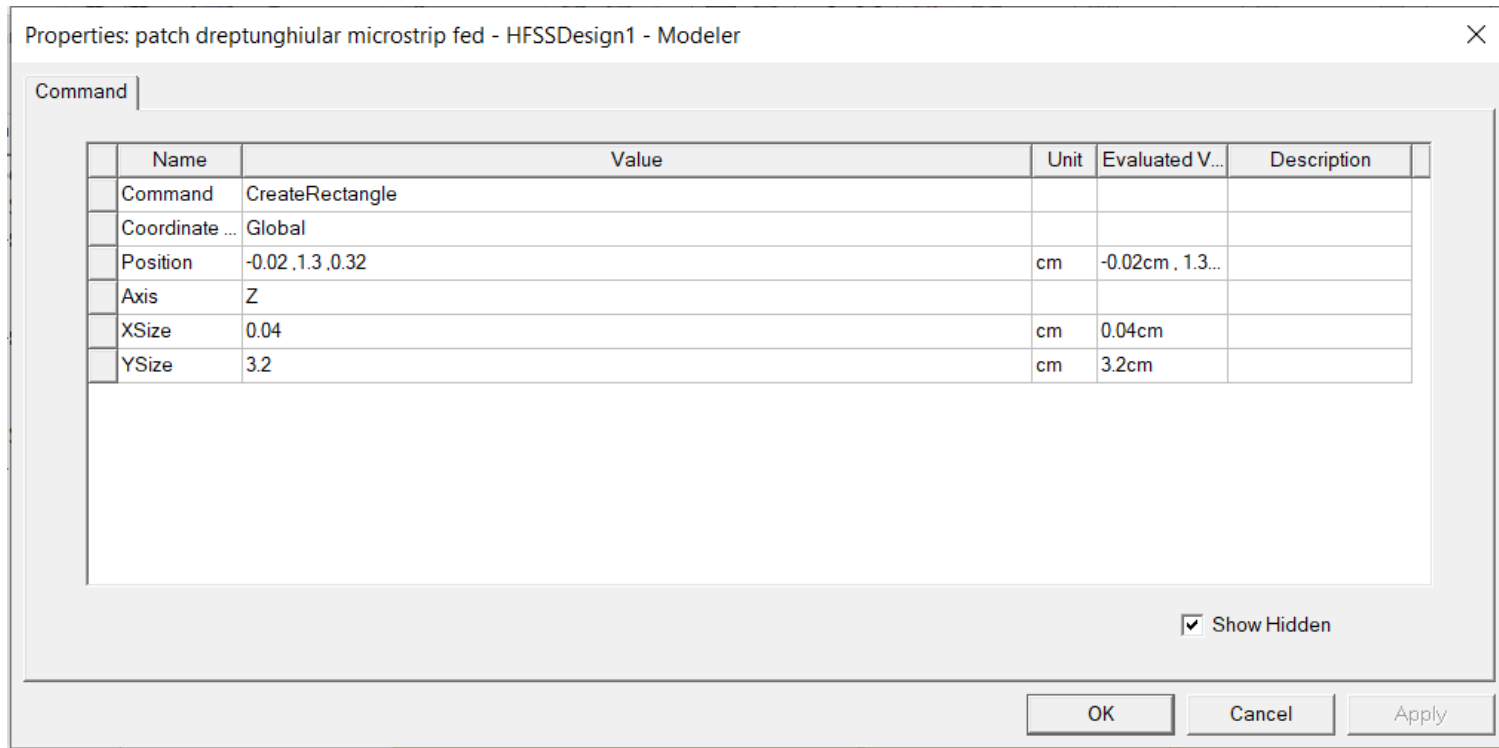
- Se va desena un dreptunghi de dimensiuni 3,386 cm și 2.689 cm



Implementarea antenei de tip patch dreptunghiular

Desenarea microstripului de alimentare

- Coordonatele sunt:

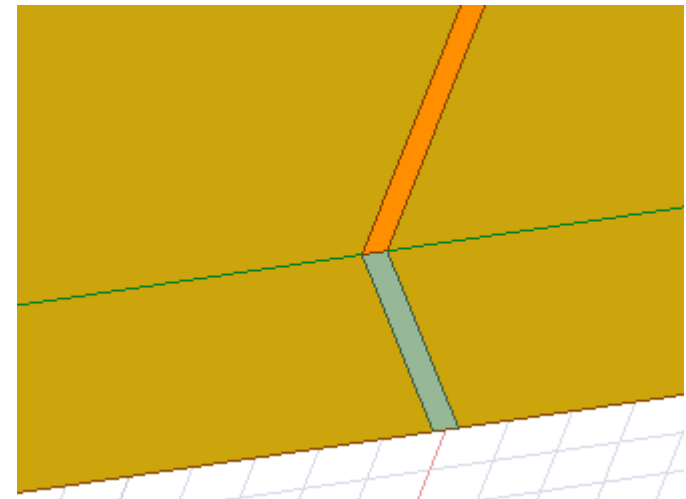
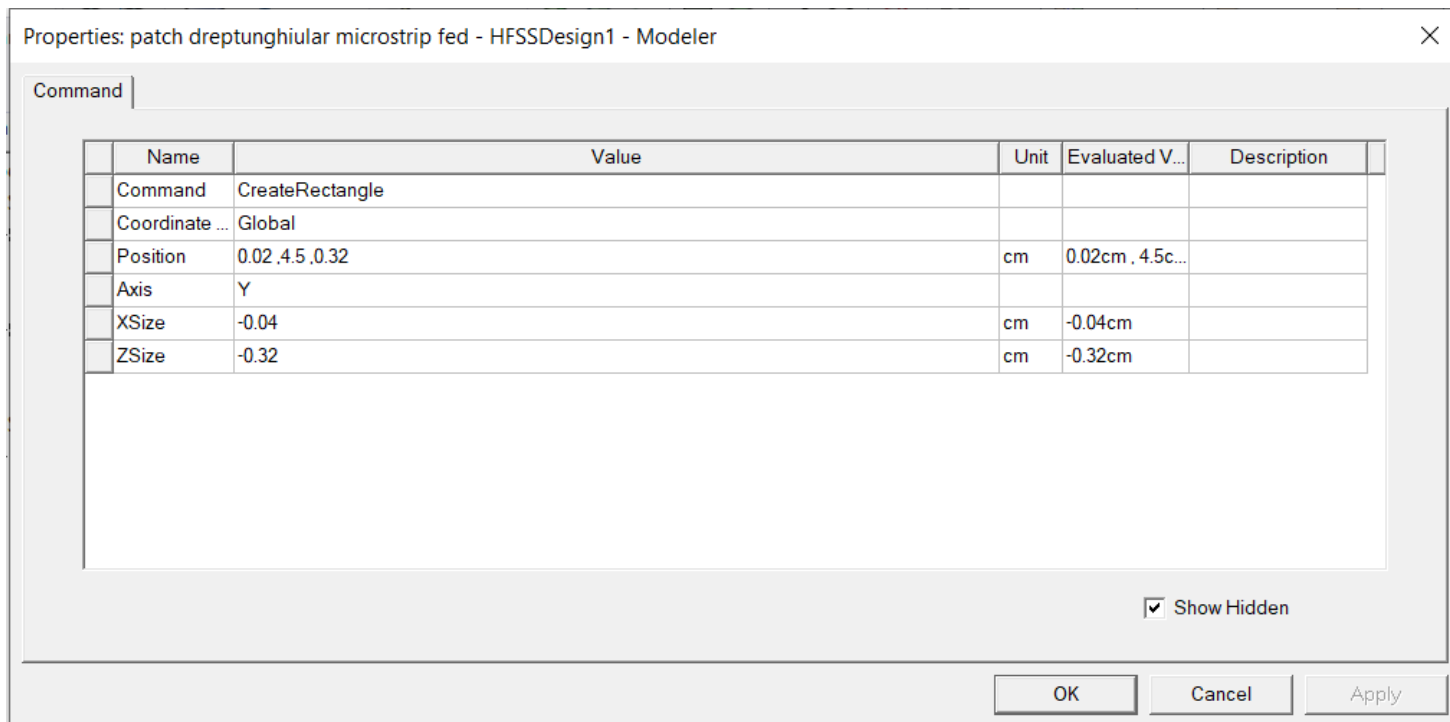
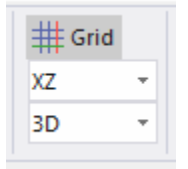


Se va redenumi noul element create microstrip

Implementarea antenei de tip patch dreptunghiular

Desenarea dreptunghiului pentru plasarea portului

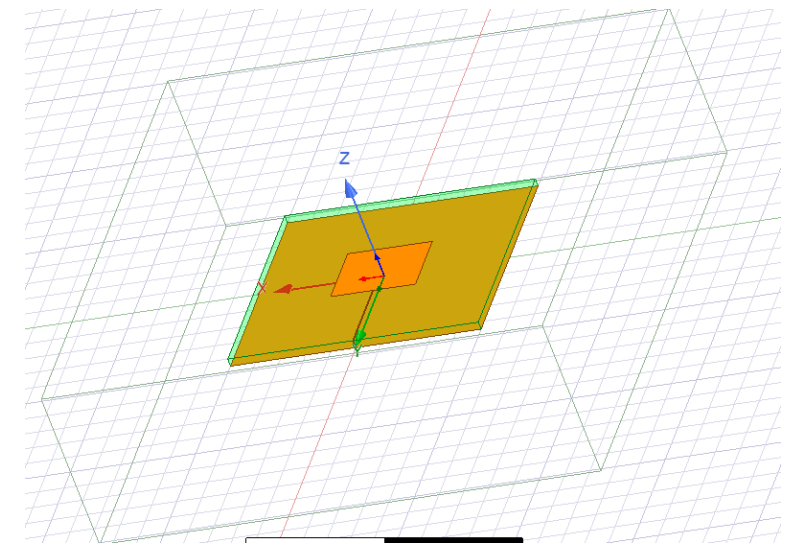
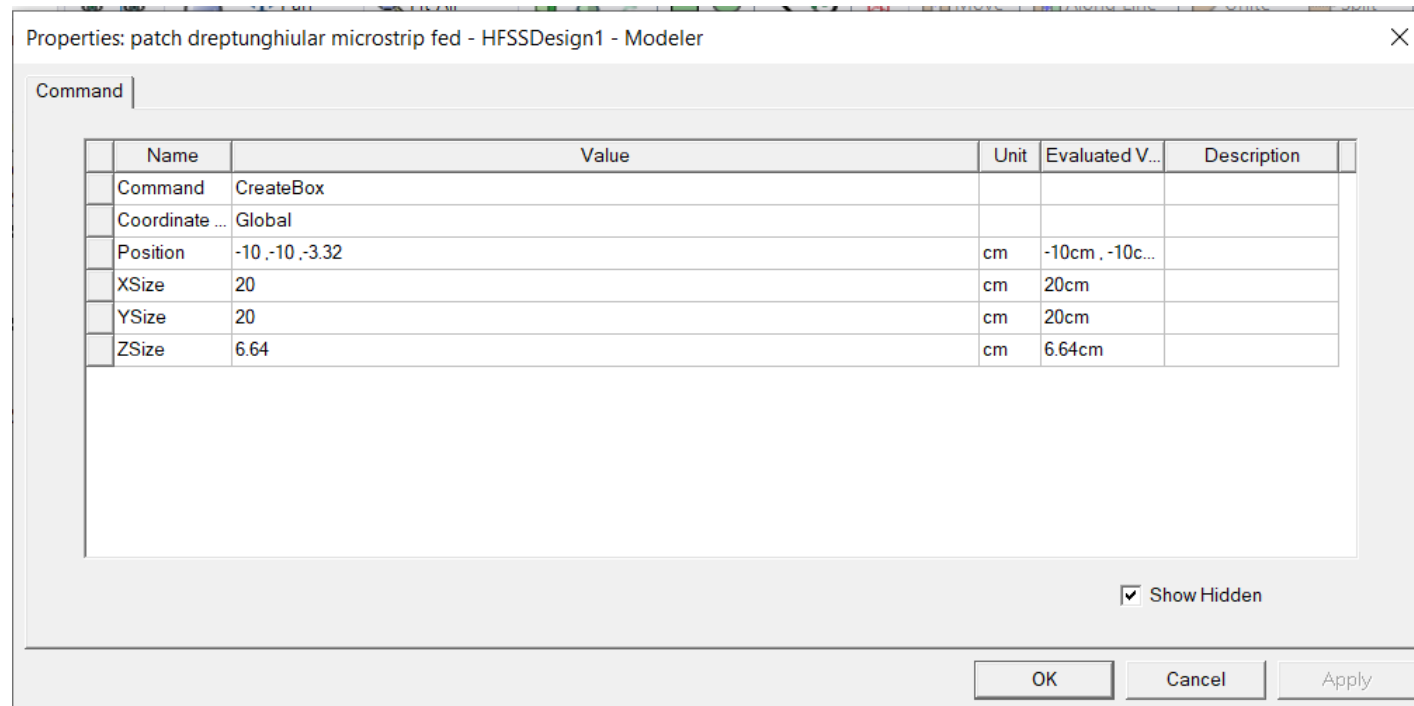
- Primul pas este să selectăm planul de referință XZ apoi introducem coordonatele:



Implementarea antenei de tip patch circular

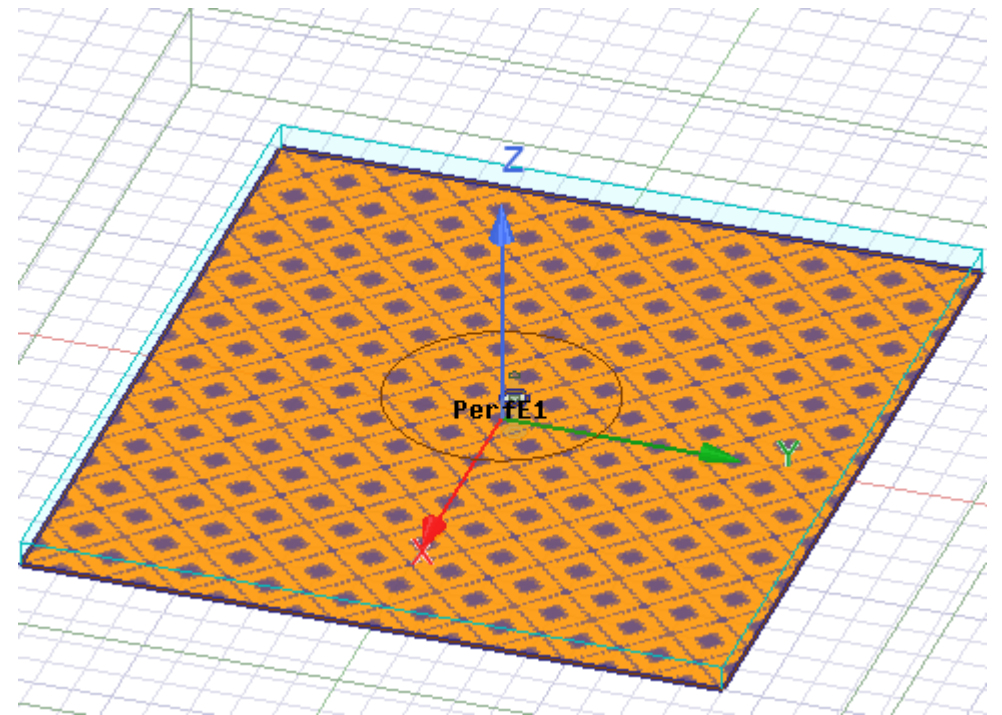
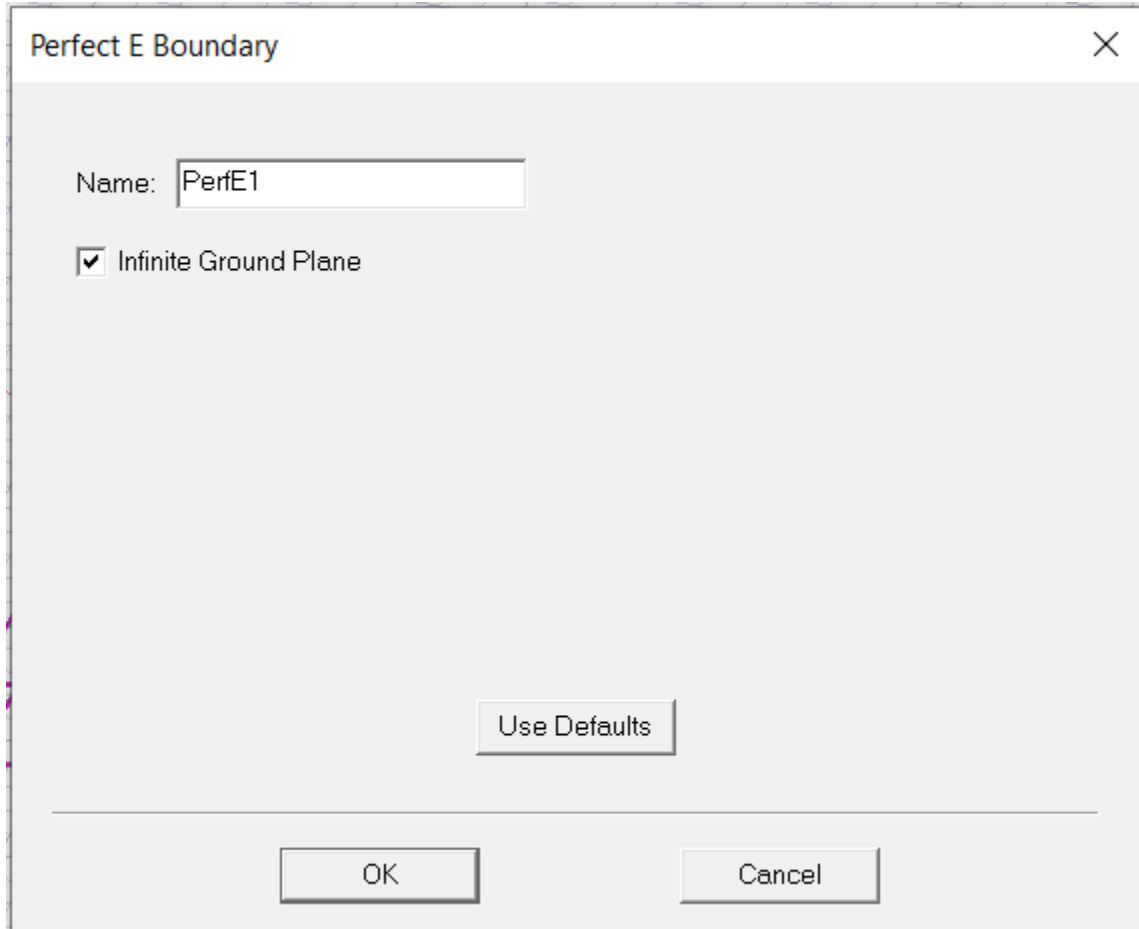
Desenarea regiunii de calcul

- Vom crea regiunea, care are coordonatele X:-10; Y:-10; Z:-3.32 de dimensiunile dX:20; dY:20 și dZ:6.64.
- Obiectul creat îl redenumim Aer și modificăm culoarea și transparența-eventual bifăm wireframe



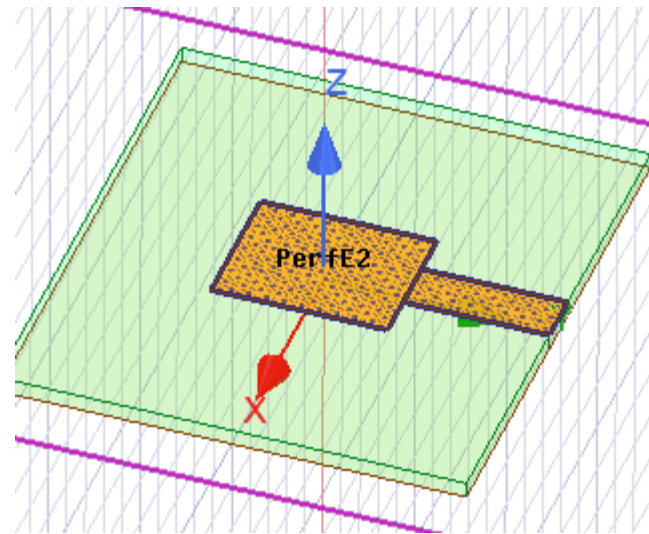
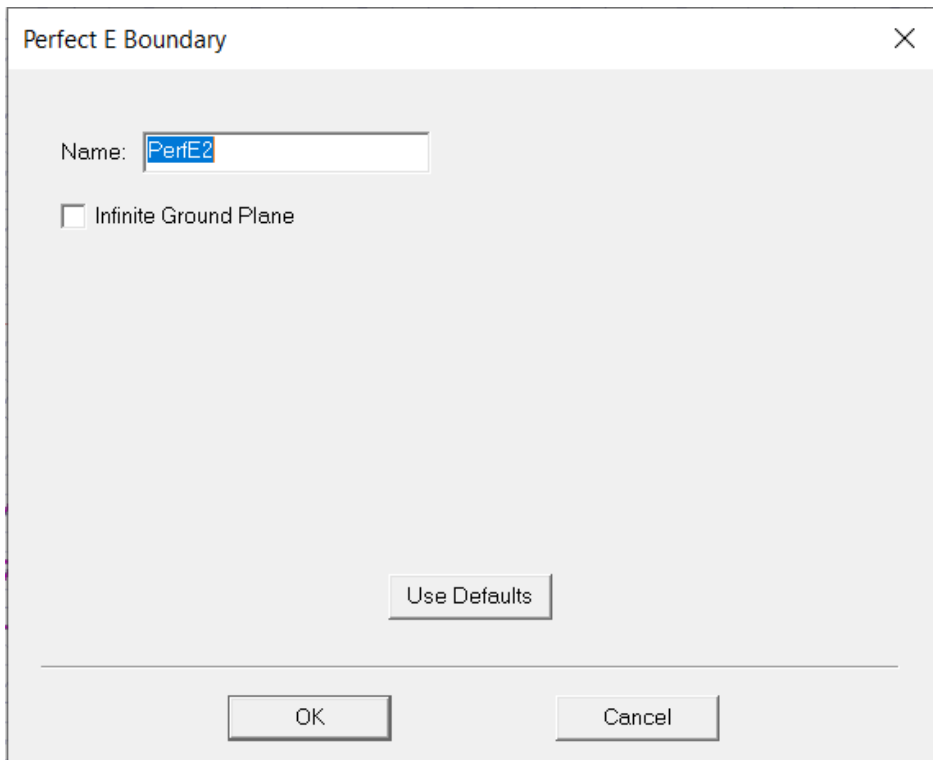
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se va selecta o condiție de frontieră de tip Perfect E pe tot Ground



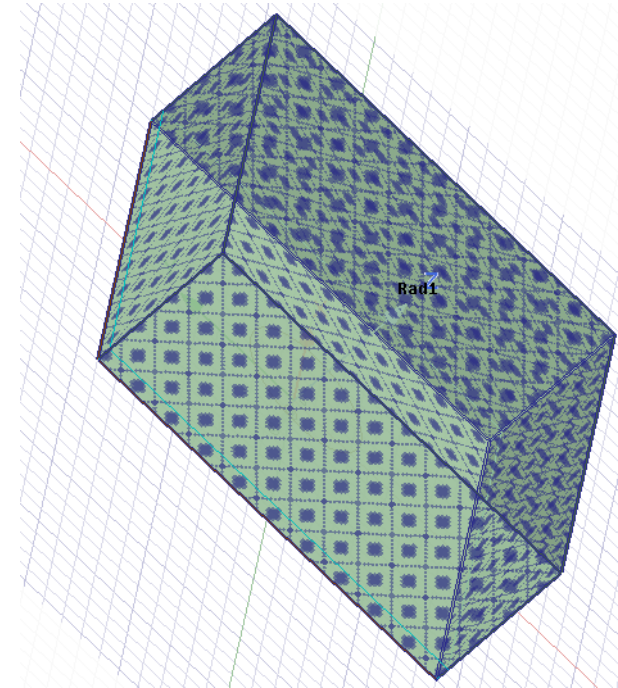
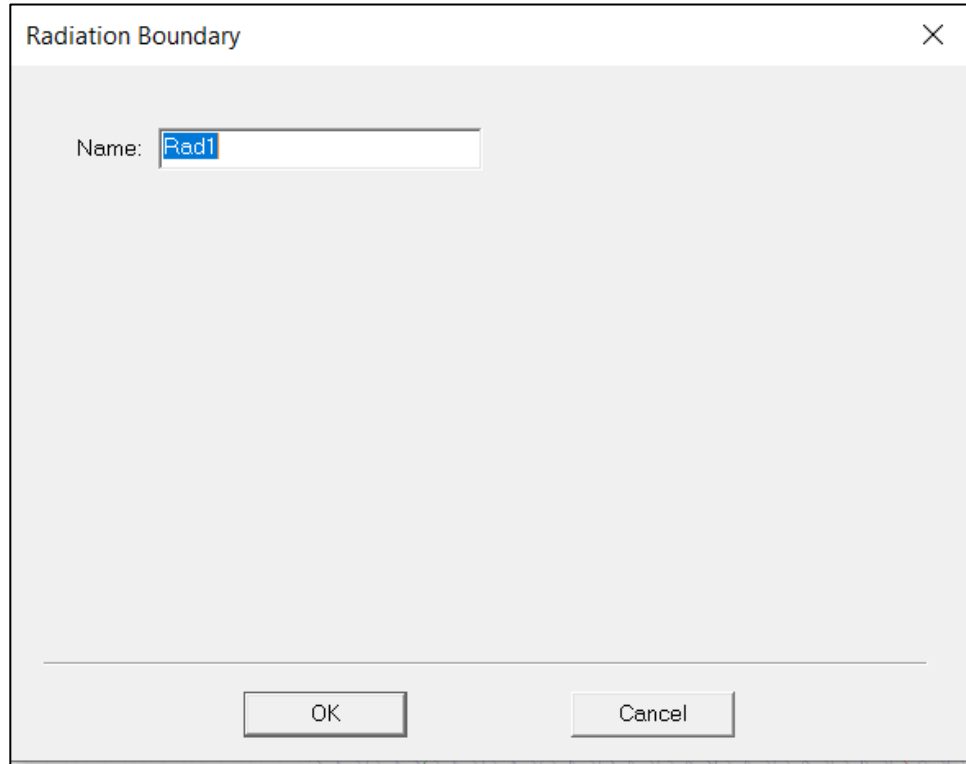
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se unește patch-ul cu microstrip-ul prin comanda Modeler->Boolean->Unite
- se atribuie noului element creat condiție de frontieră de tip Perfect E



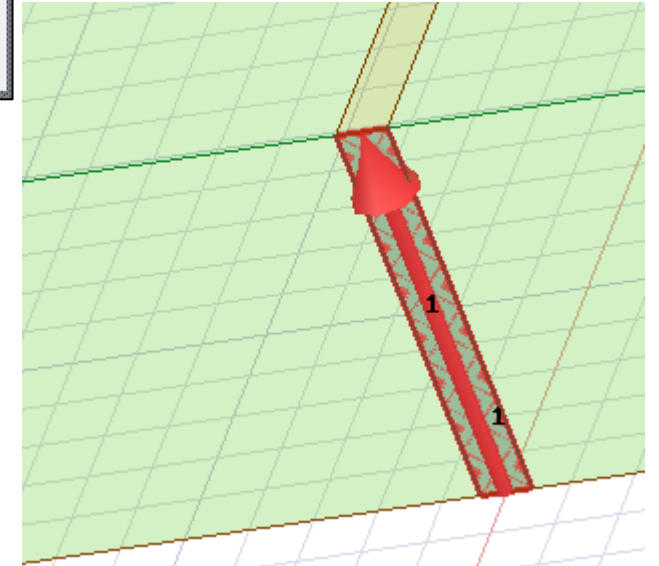
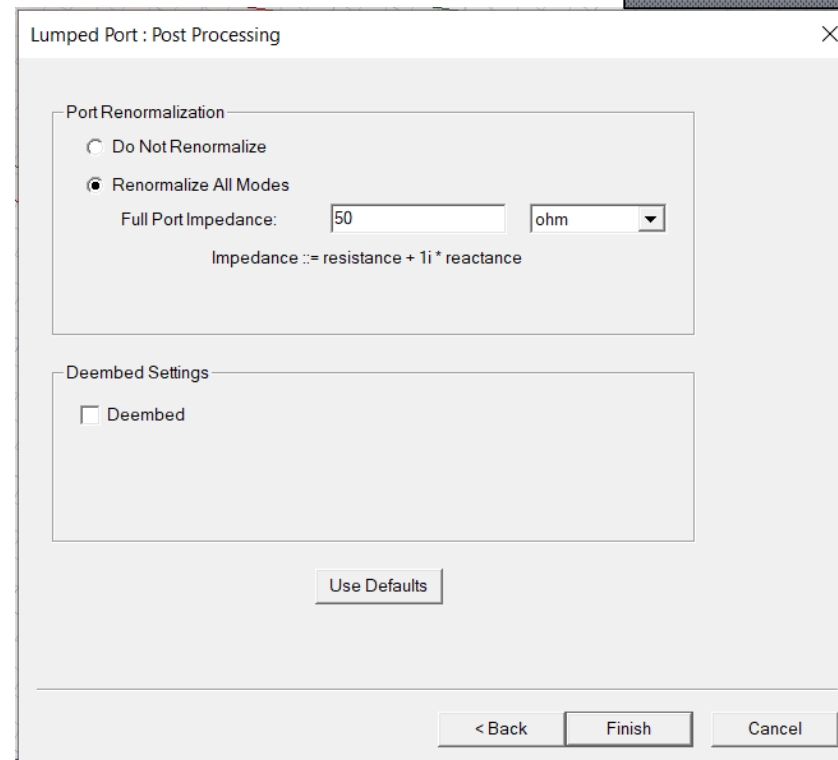
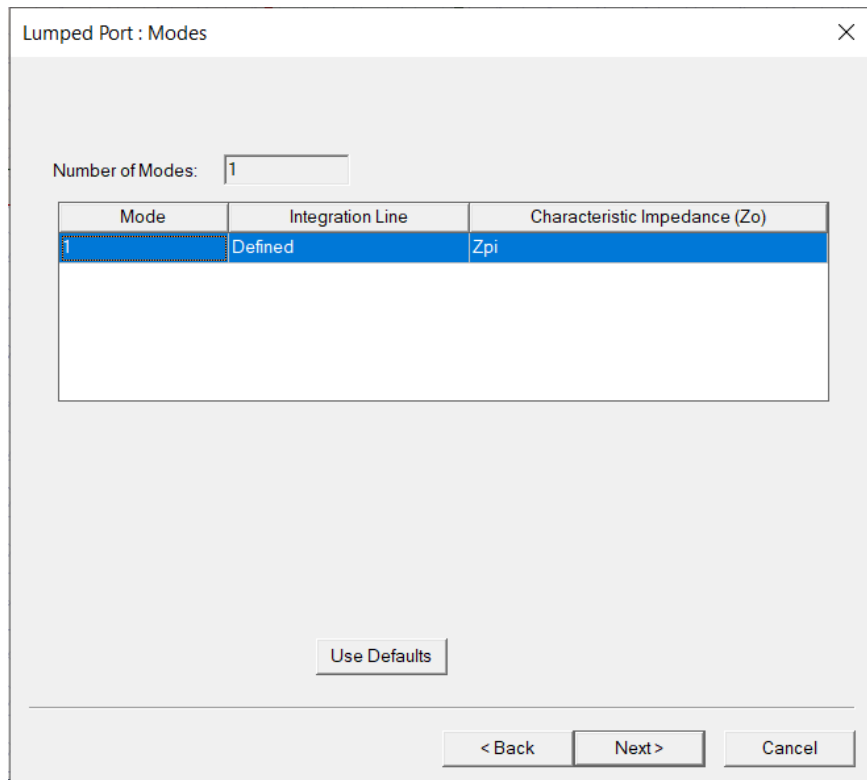
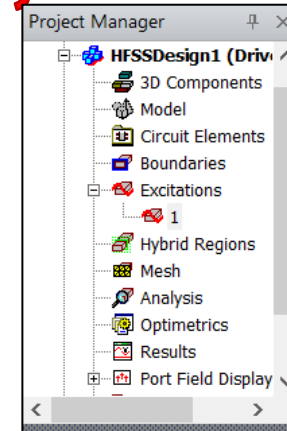
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se va atribui o condiție de frontieră de tip Radiation pe aer



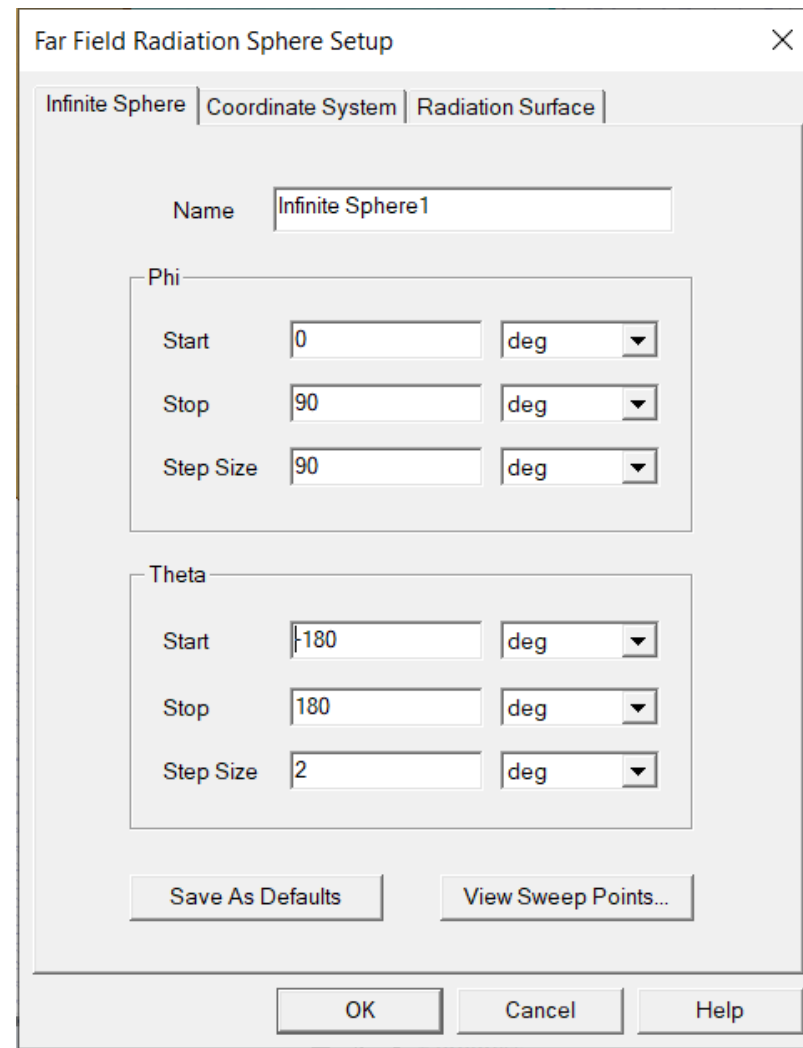
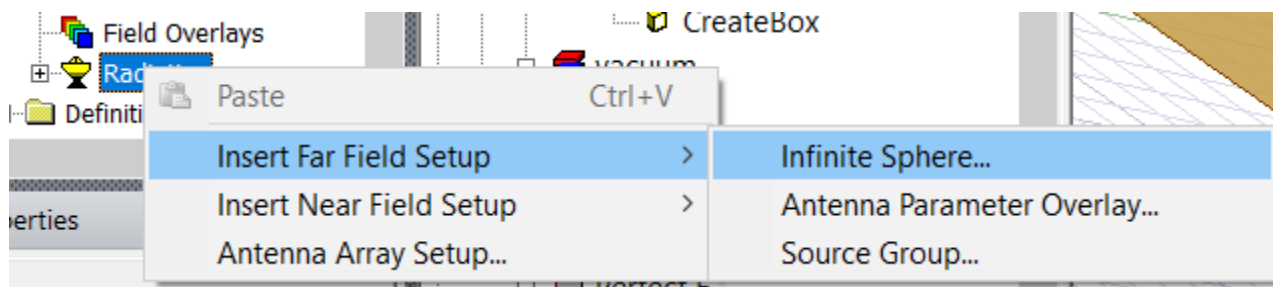
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

- Se va pune o sursă de tip Lumped port pe port



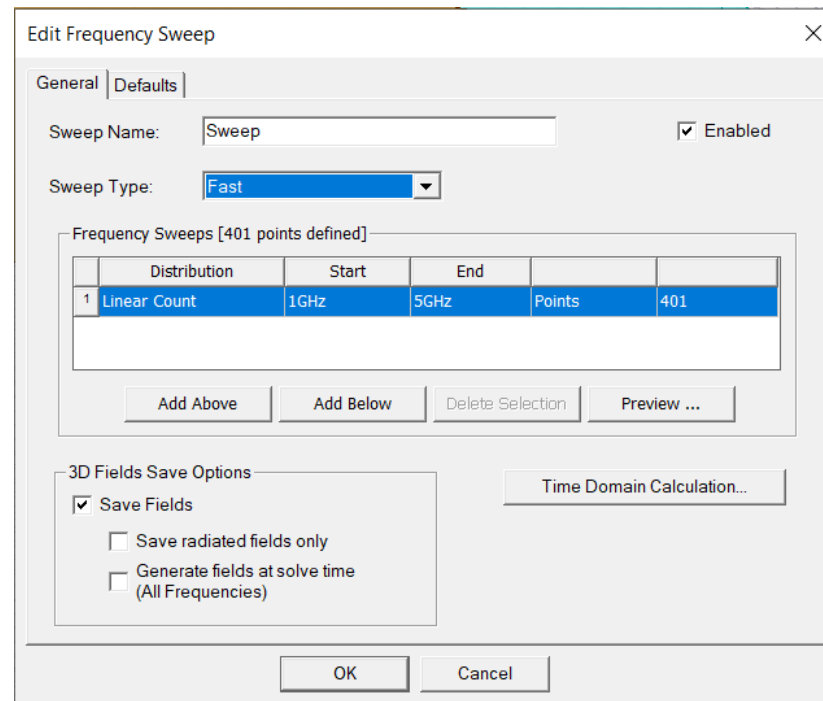
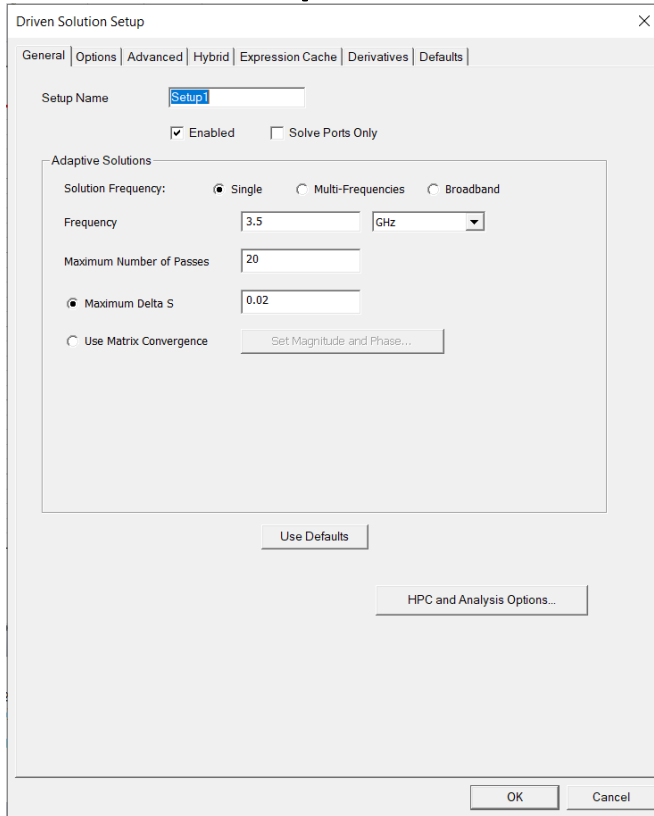
Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Crearea setarilor pentru determinarea parametrilor pentru camp apropiat/inepartat

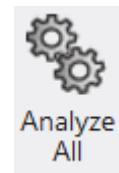
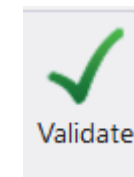
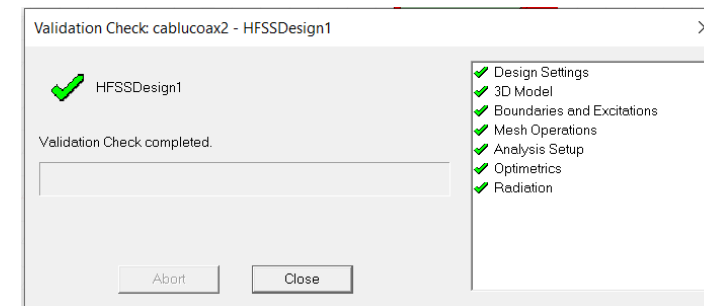


Setarea parametrilor care se doresc a fi determinați în cadrul lucrării

- Se vor impune setările de rulare/rezolvare/soluționare



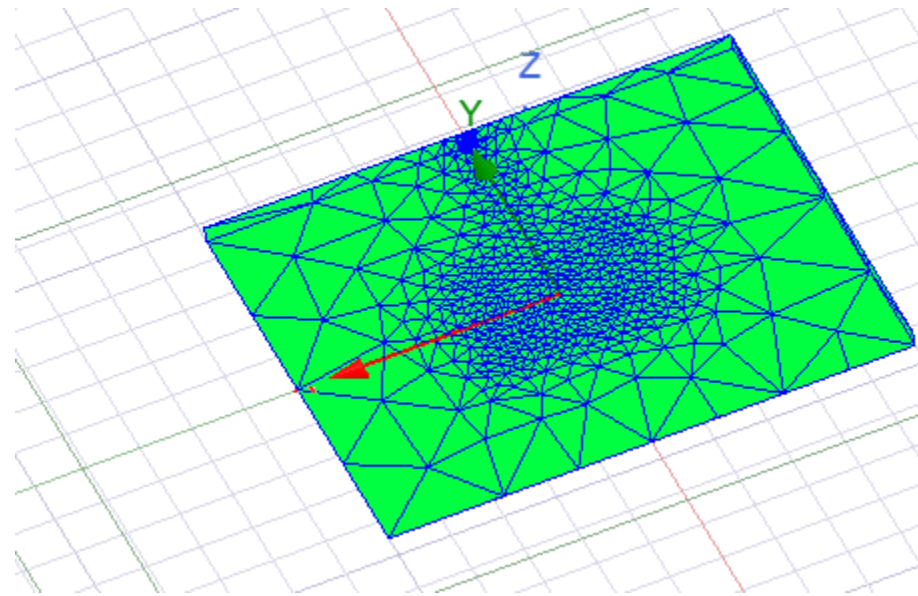
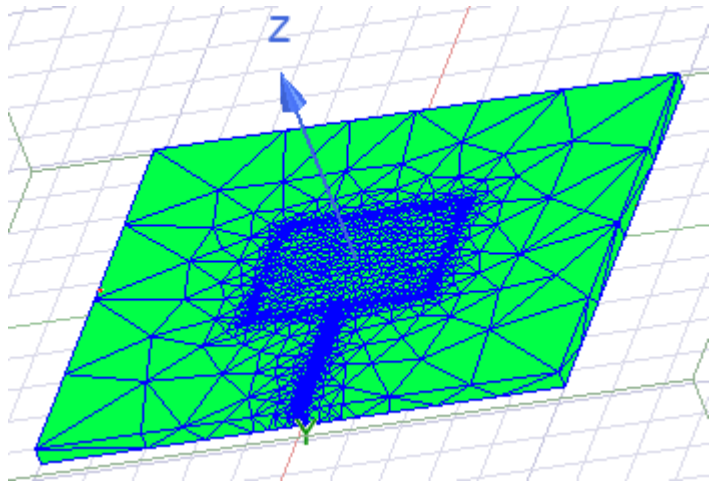
- Se vor rula numeric problema modelată



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea rețelei de discretizare (mesh)

- Sa se reprezinte mesh-ul pe toate elementele constitutive ale modelului geometric in afara de aer



Reprezentați mesh-ul și în aer

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Solutions: patch dreptunghiular microstrip fed - HFSSDesign1

Simulation: Setup1

Design Variation:

Profile | **Convergence** | Matrix Data | Mesh Statistics

Number of Passes
Completed 11
Maximum 20
Minimum 1

Max Mag. Delta S
Target 0.02
Current 0.013

View: Table Plot

Export...

CONVERGED

Consecutive Passes
Target 1
Current 1

Default Settings
Save Defaults Clear Defaults

| Pass Number | Solved Elements | Max Mag. Delta S |
|-------------|-----------------|------------------|
| 1 | 2278 | N/A |
| 2 | 2965 | 0.63003 |
| 3 | 3860 | 0.18887 |
| 4 | 5025 | 0.21969 |
| 5 | 6536 | 0.22313 |
| 6 | 8501 | 0.11801 |
| 7 | 11056 | 0.050434 |
| 8 | 14375 | 0.039876 |
| 9 | 18689 | 0.029373 |
| 10 | 24297 | 0.02237 |
| 11 | 31590 | 0.013 |

Close

Solutions: patch dreptunghiular microstrip fed - HFSSDesign1

Simulation: Setup1

Design Variation:

Profile | **Convergence** | Matrix Data | Mesh Statistics

Total number of elements: 31590

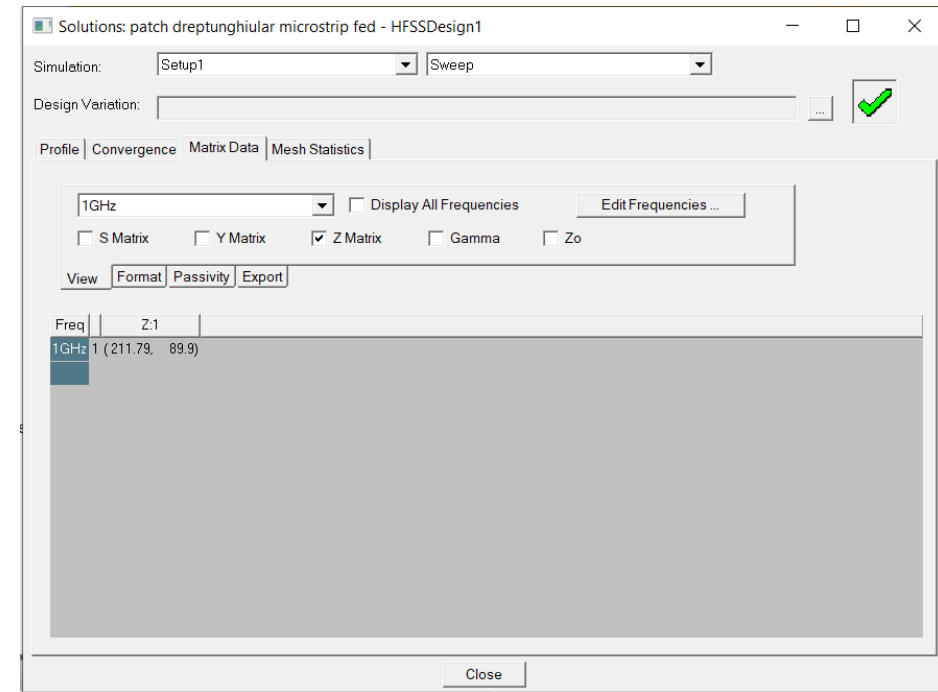
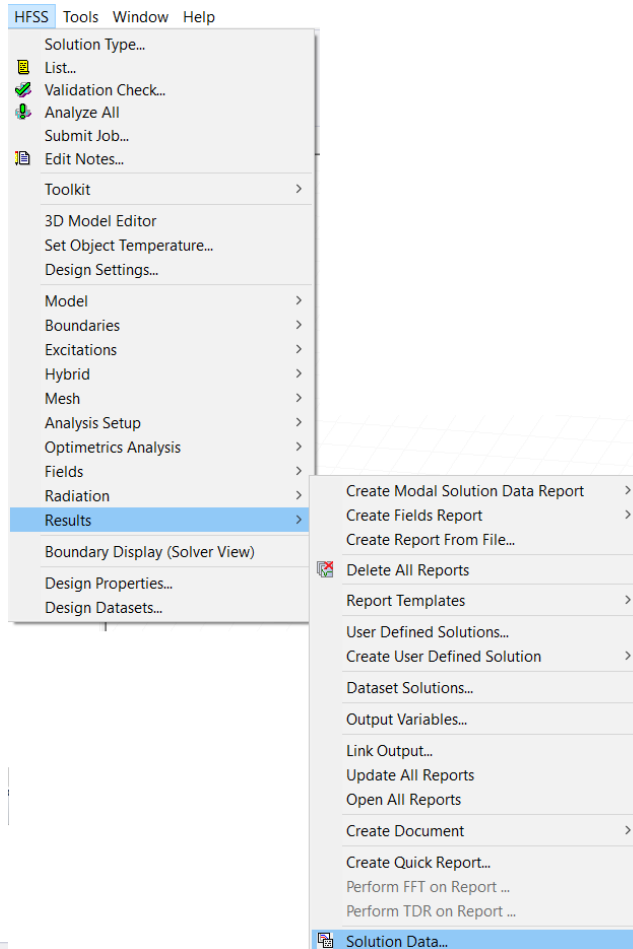
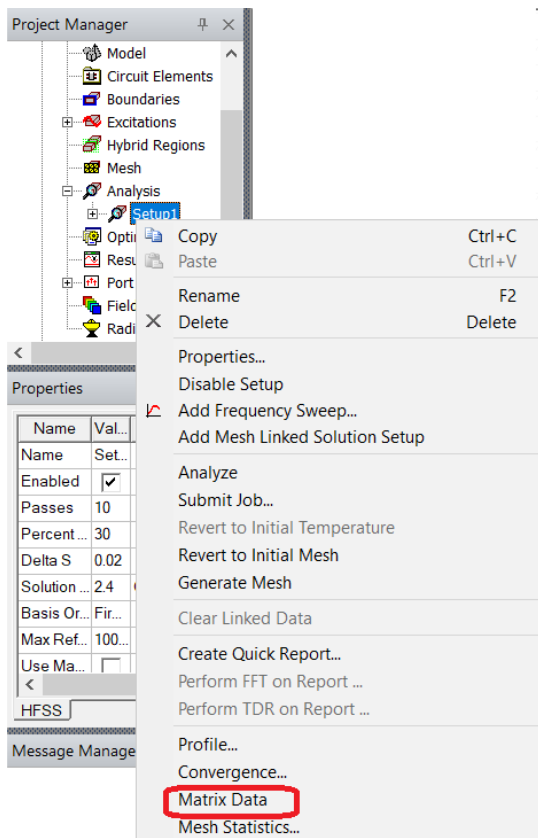
| | Num Tets | Min edge length | Max edge length | RMS edge length | Min tet vol | Max tet vol | Mean tet vol | Std Devn (vol) |
|------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| aer | 15858 | 0.0290283 | 4.32303 | 1.30332 | 7.45542e-07 | 4.39465 | 0.16567 | 0.451598 |
| Dielectric | 15732 | 0.0276919 | 2.5 | 0.300847 | 8.49087e-07 | 0.213409 | 0.00183066 | 0.0113578 |

Export...

Close

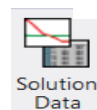
Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor Matricea impedantelor

- Pentru a determina matricea impedantelor se poate merge pe două căi:
 - Din Project Manager->click dreapta pe Setup-ul creat in Analysis->Matrix Data
 - Din HFSS->Results->Solution Data



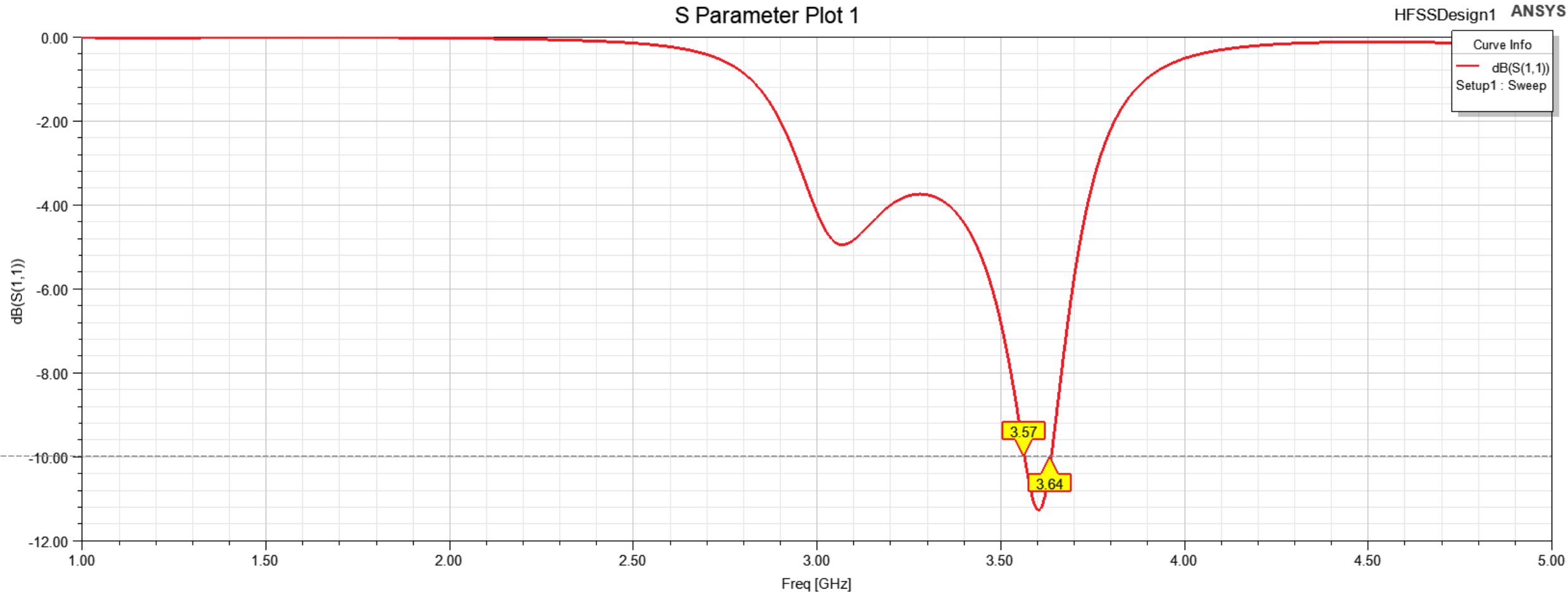
Ce se intampla cu cu matricea Z
la creșterea grosimii
microstripului?

- Din Results->Solution Data



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

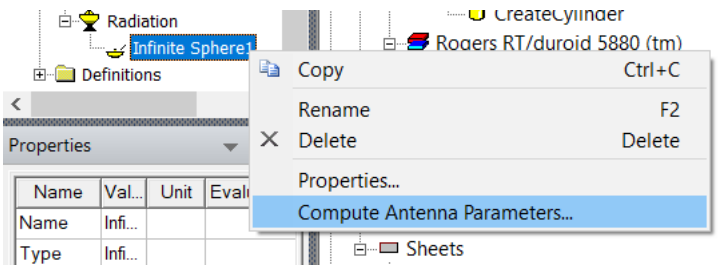
Reprezentarea parametrilor S



Ce se întâmplă cu parametrii S dacă vom modifica dimensiunea patchului? Dar dacă modificăm dimensiunea microstripului de alimentare?

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Determinarea parametrilor antenei pentru sfera definită pentru radiație



The 'Antenna Parameters' dialog box is shown with the following settings:

- Setup Name: Infinite Sphere1
- Solution: Setup1 : LastAdaptive
- Array Setup: None
- Intrinsic Variation: Freq=3.5GHz
- Design Variation: Nominal

Buttons on the right include Close, Export, Export Fields, and Save for Overlay.

Antenna Parameters:

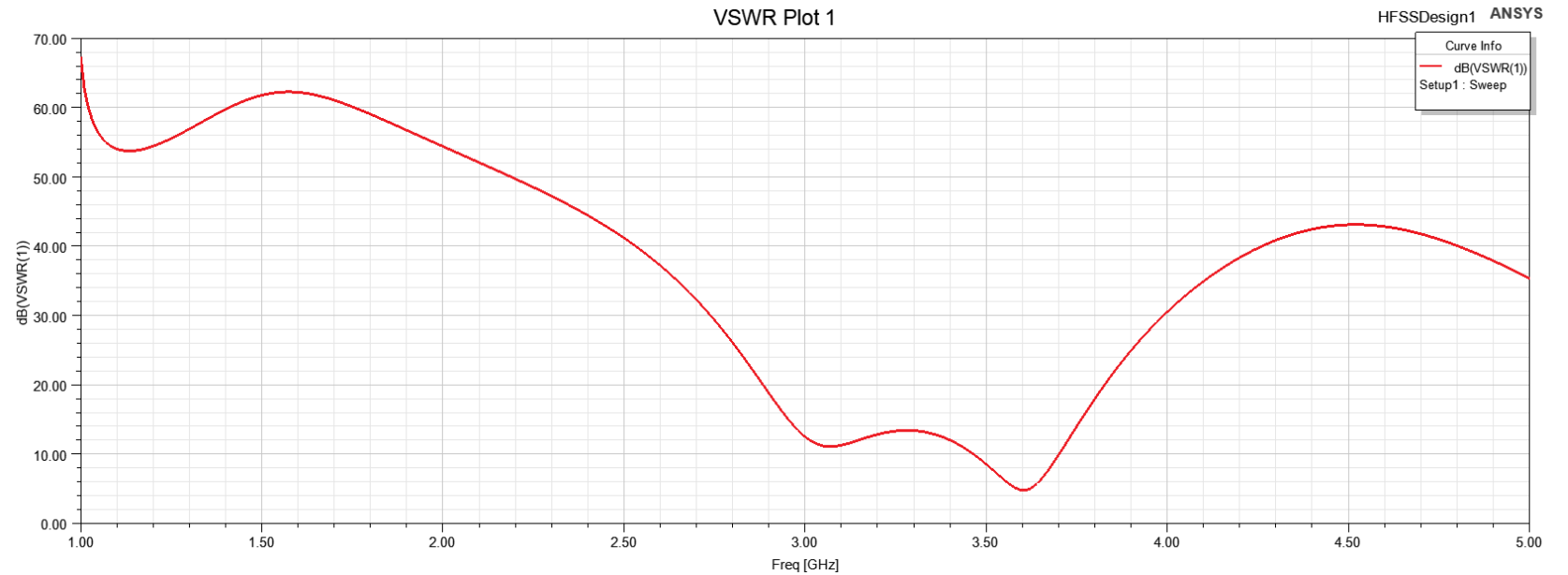
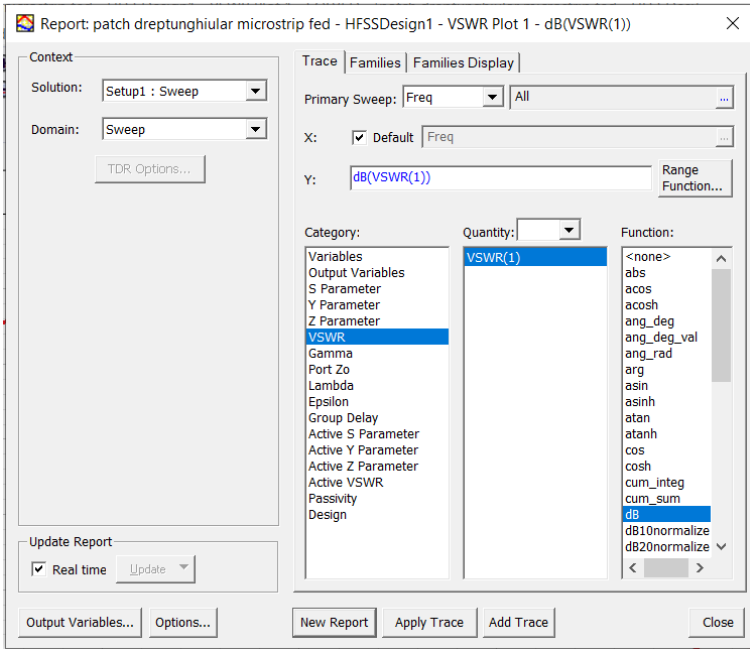
| Quantity | Freq | Value |
|---------------------|--------|--------------|
| Max U | 3.5GHz | 414.93 mW/sr |
| Peak Directivity | | 6.5539 |
| Peak Gain | | 6.5942 |
| Peak Realized... | | 5.2143 |
| Peak System ... | | 5.2143 |
| Radiated Power | | 795.6 mW |
| Accepted Power | | 790.74 mW |
| Incident Power | | 1 W |
| System Power | | 1 W |
| Radiation Effici... | | 1.0061 |
| Front to Back R... | | 17.603 |

Maximum Field Data:

| rE Field | Freq | Value | At(Theta,Phi) |
|----------|--------|----------|---------------|
| Total | 3.5GHz | 17.688 V | 18deg,0deg |
| X | | 853.4 mV | 22deg,0deg |
| Y | | 17.667 V | 18deg,0deg |
| Z | | 7.3251 V | -40deg,90deg |
| Phi | | 17.667 V | 18deg,0deg |
| Theta | | 17.405 V | -2deg,90deg |

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Determinarea VSWR



Atribuirea surselor și a condițiilor de frontieră

Crearea unei noi sfere pentru determinarea parametrilor pentru camp apropiat/indepartat

Far Field Radiation Sphere Setup

Infinite Sphere | Coordinate System | Radiation Surface

Name: Infinite Sphere2

Phi

Start: 0 deg

Stop: 360 deg

Step Size: 10 deg

Theta

Start: 0 deg

Stop: 180 deg

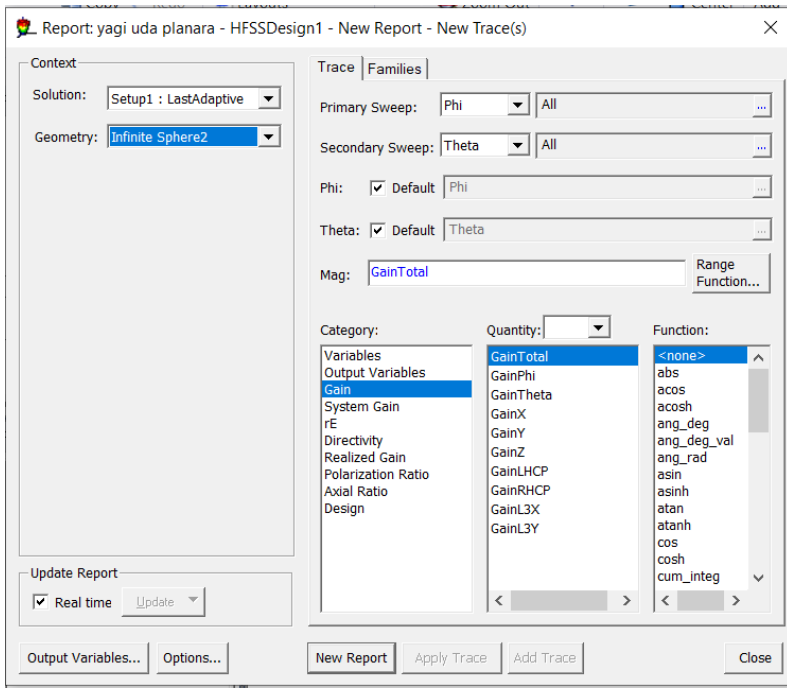
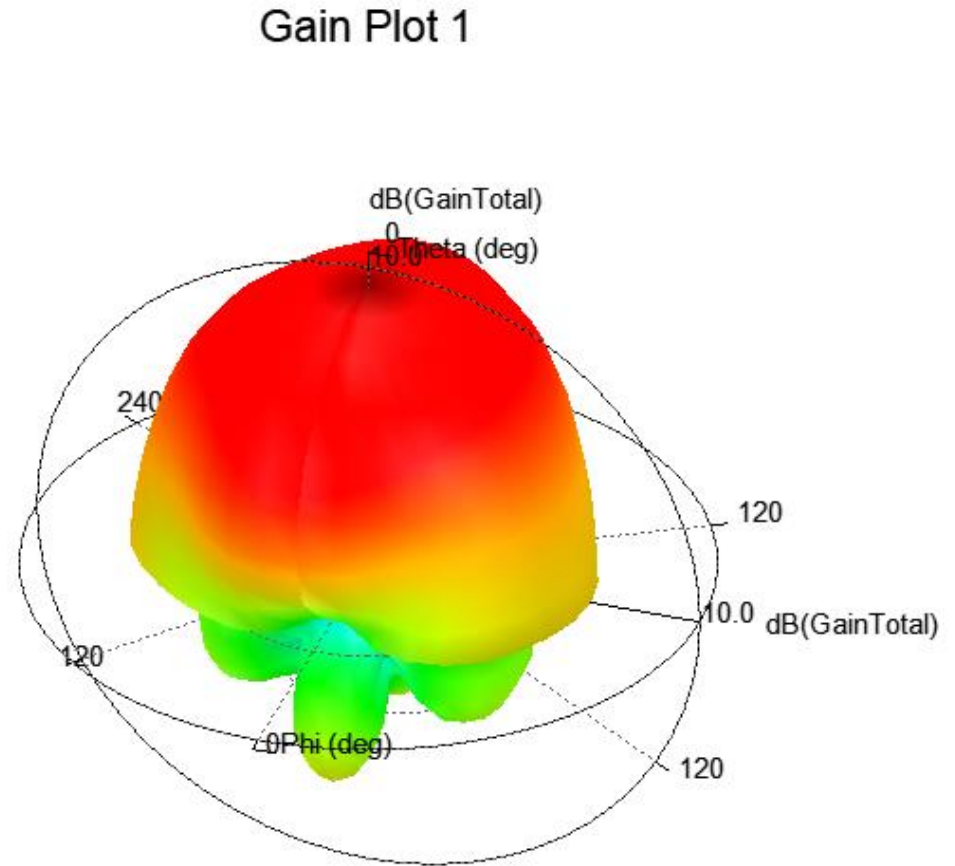
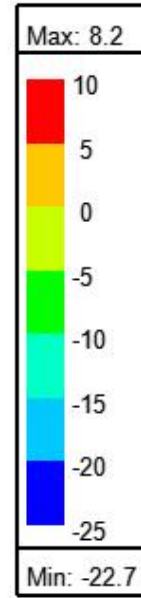
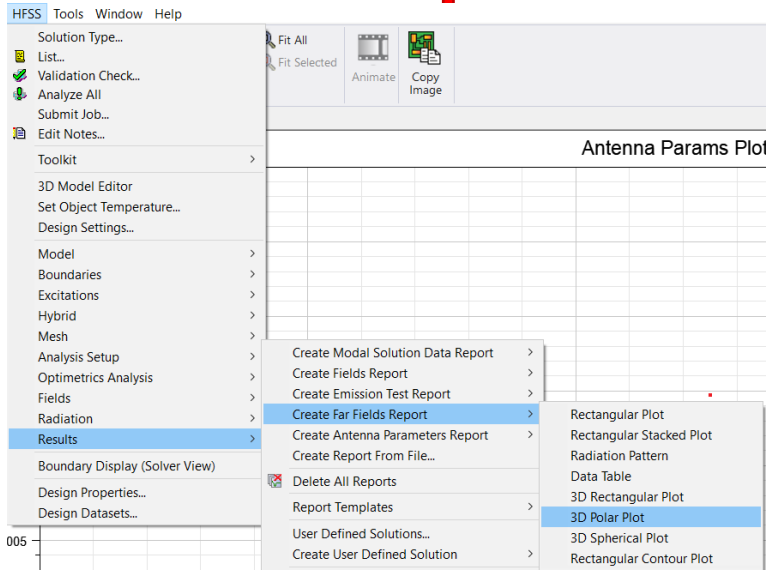
Step Size: 10 deg

Save As Defaults View Sweep Points...

OK Cancel Help

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

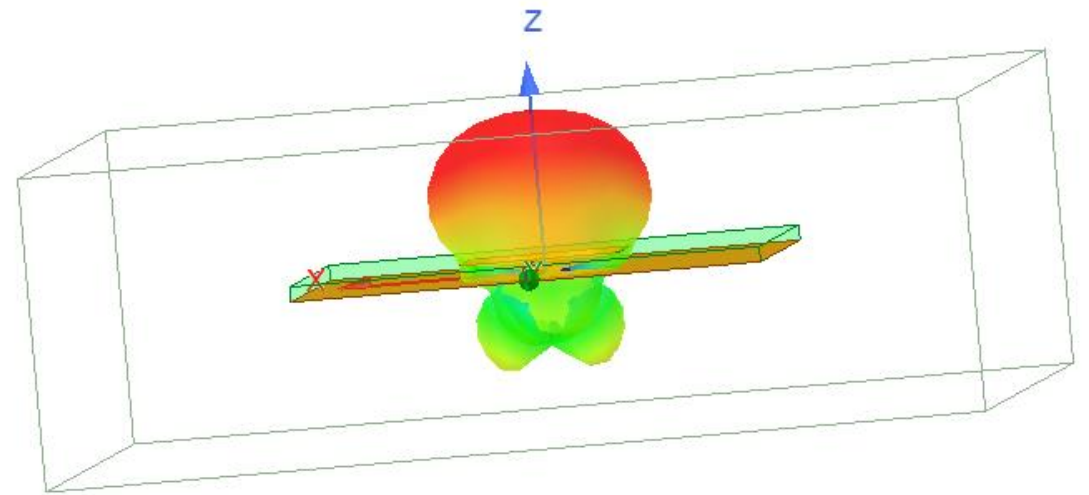
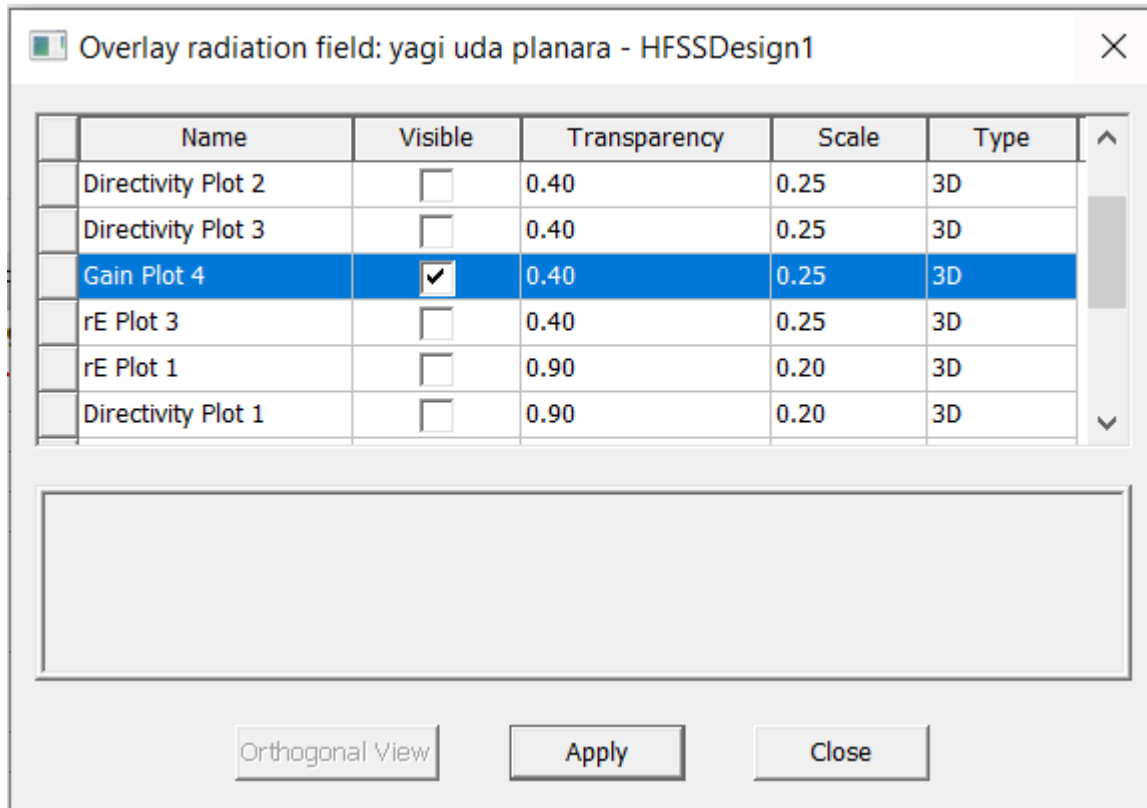
Reprezentarea câștigului sub formă de polar plot



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

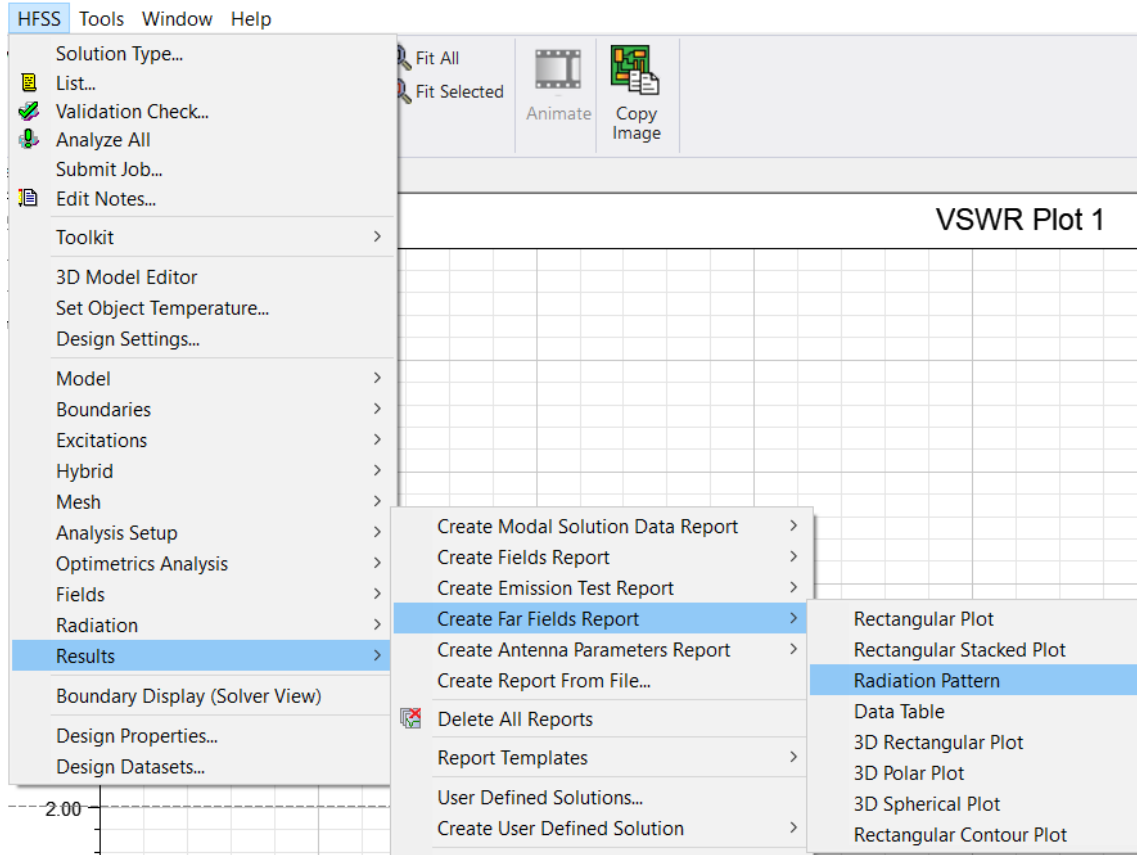
Reprezentarea câștigului pe antenă

- Click dreapta în fereastra de lucru și se va alege Plot Fields → Radiation Field



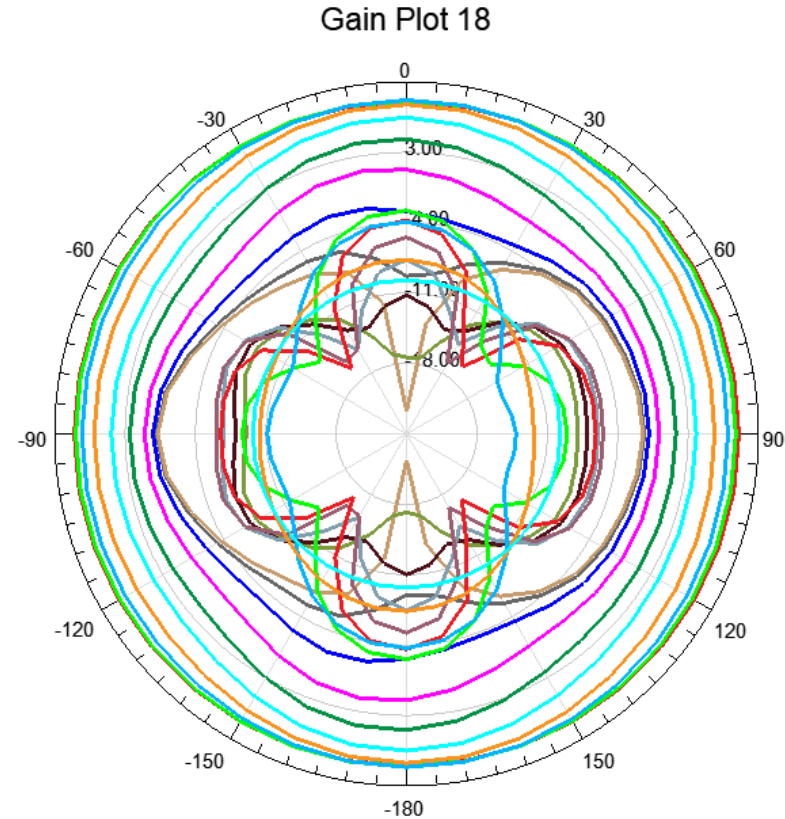
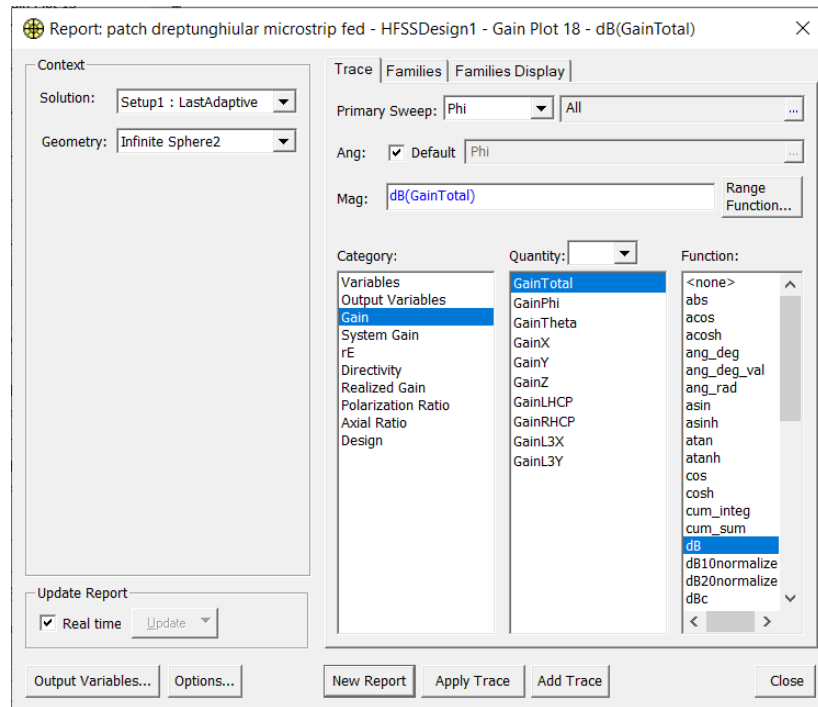
Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea câștigului



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

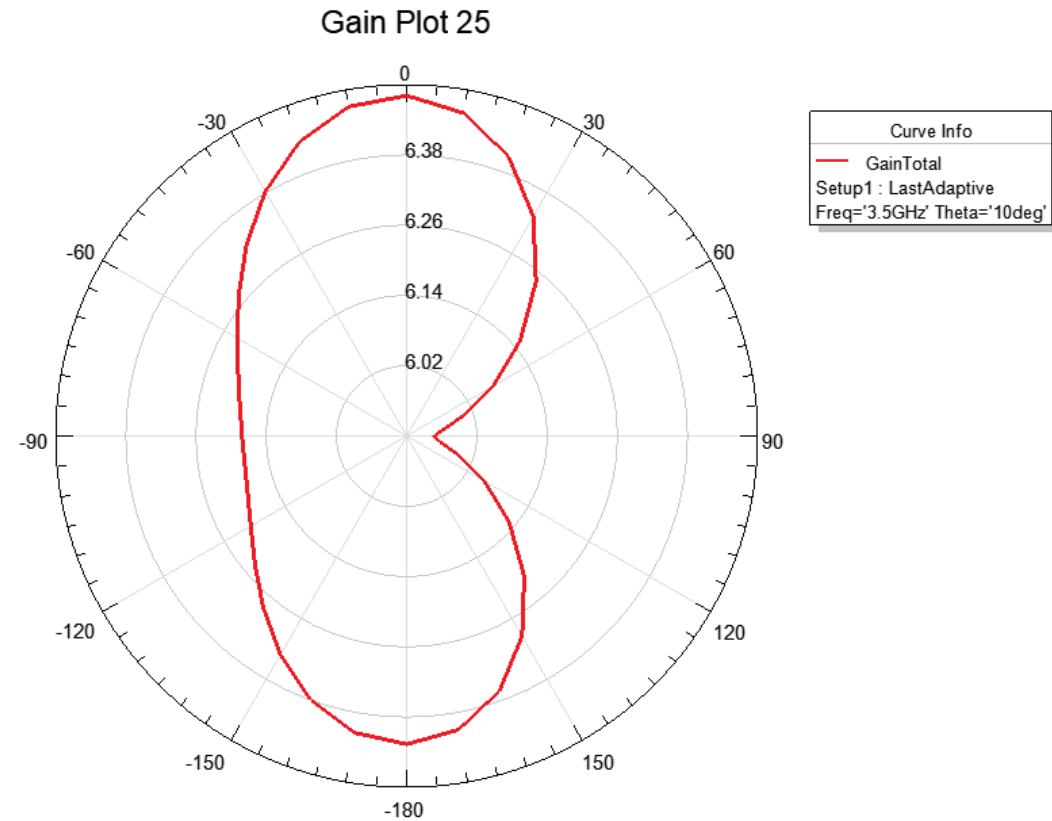
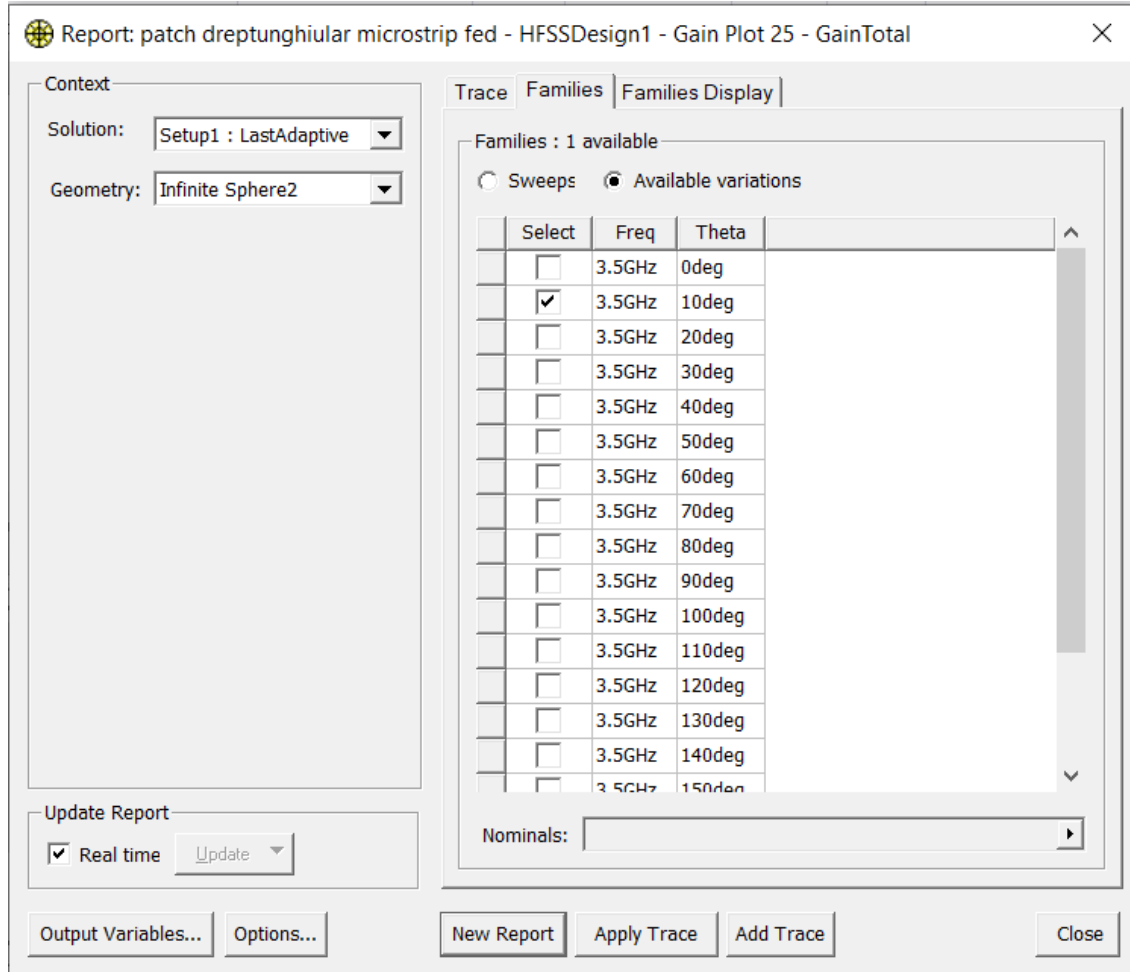
Reprezentarea câștigului



| Curve Info | |
|------------|---|
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='0deg' |
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='10deg' |
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='20deg' |
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='30deg' |
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='40deg' |
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='50deg' |
| — | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Theta='60deg' |

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

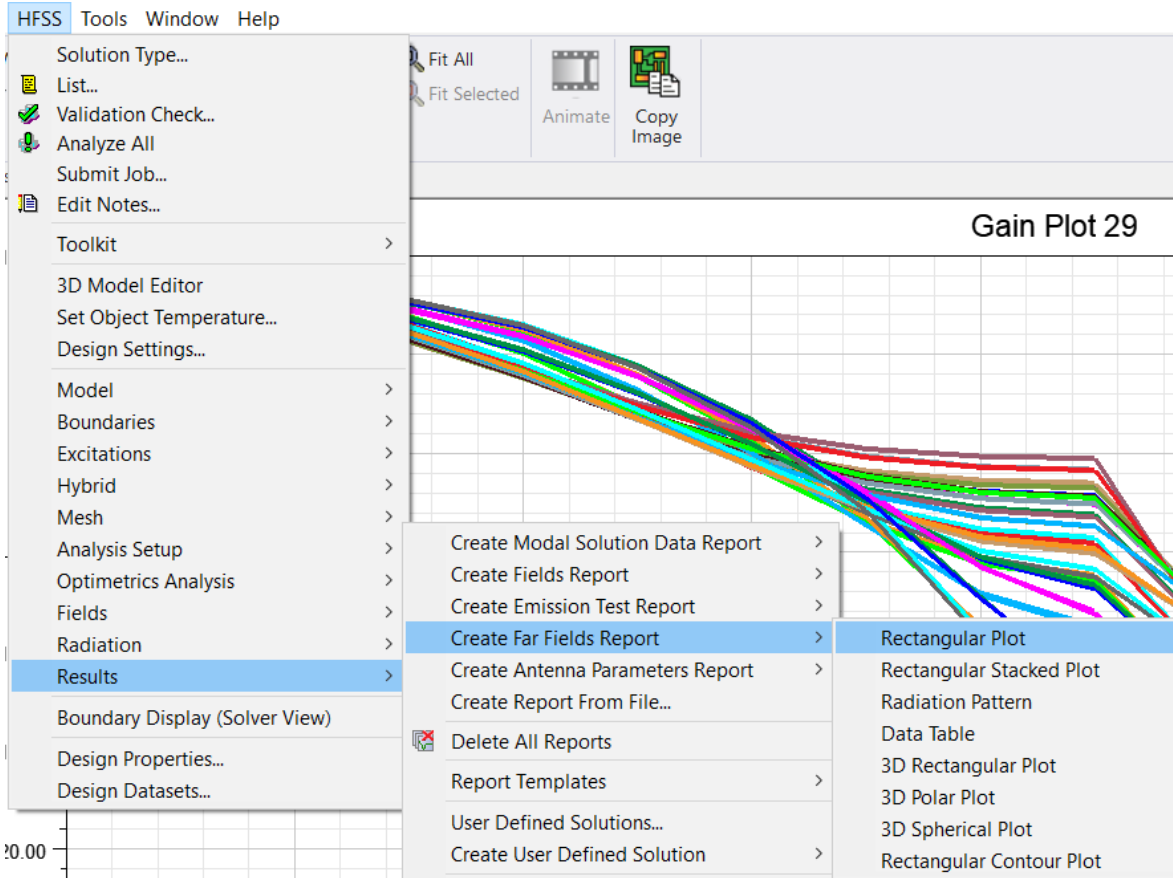
Reprezentarea câștigului



Reprezențați câștigul pentru frecvența de 3,5 GHz și theta=130 deg

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea câștigului 2D



The screenshot shows the 'Report: patch dreptunghiular microstrip fed - HFSSDesign1 - New Report - New Trace(s)' dialog box. It has a 'Context' section with 'Solution: Setup1 : LastAdaptive' and 'Geometry: Infinite Sphere1'. The 'Trace' section has 'Primary Sweep: Theta' and 'X: Default Theta'. The 'Y' field contains 'dB(GainTotal)'. The 'Quantity' list includes 'GainTotal', 'GainPhi', 'GainTheta', 'GainX', 'GainY', 'GainZ', 'GainLHCP', 'GainRHCP', 'GainL3X', and 'GainL3Y'. The 'Function' list includes 'abs', 'acos', 'acosh', 'ang_deg', 'ang_deg_val', 'ang_rad', 'asin', 'asinh', 'atan', 'atanh', 'cos', 'cosh', 'cum_integ', 'cum_sum', 'dB', 'dB10normalize', 'dB20normalize', and 'dBc'. The 'Update Report' section has 'Real time' checked and an 'Update' button. At the bottom are buttons for 'Output Variables...', 'Options...', 'New Report', 'Apply Trace', 'Add Trace', and 'Close'.

Report: patch dreptunghiular microstrip fed - HFSSDesign1 - New Report - New Trace(s)

Context
Solution: Setup1 : LastAdaptive
Geometry: Infinite Sphere1

Trace Families Families Display
Primary Sweep: Theta All
X: Default Theta
Y: dB(GainTotal) Range Function...

Category: Quantity: Function:
Variables
Output Variables
Gain
System Gain
rE
Directivity
Realized Gain
Polarization Ratio
Axial Ratio
Design

GainTotal
GainPhi
GainTheta
GainX
GainY
GainZ
GainLHCP
GainRHCP
GainL3X
GainL3Y

<none>
abs
acos
acosh
ang_deg
ang_deg_val
ang_rad
asin
asinh
atan
atanh
cos
cosh
cum_integ
cum_sum
dB
dB10normalize
dB20normalize
dBc

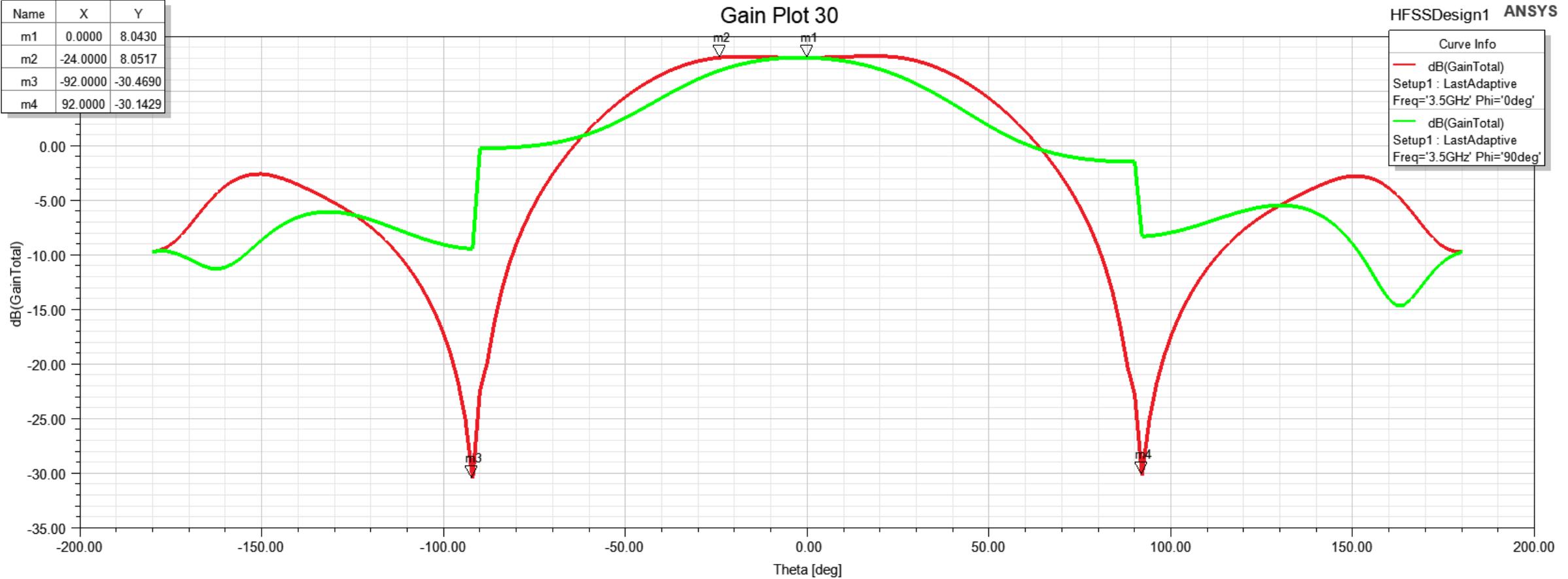
Update Report
 Real time Update

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

Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

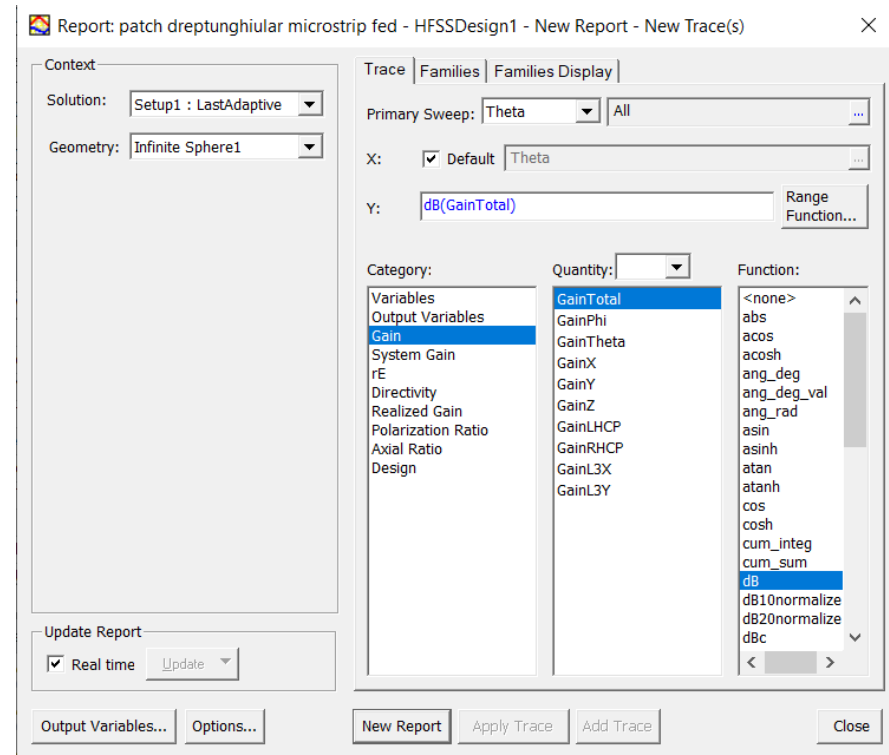
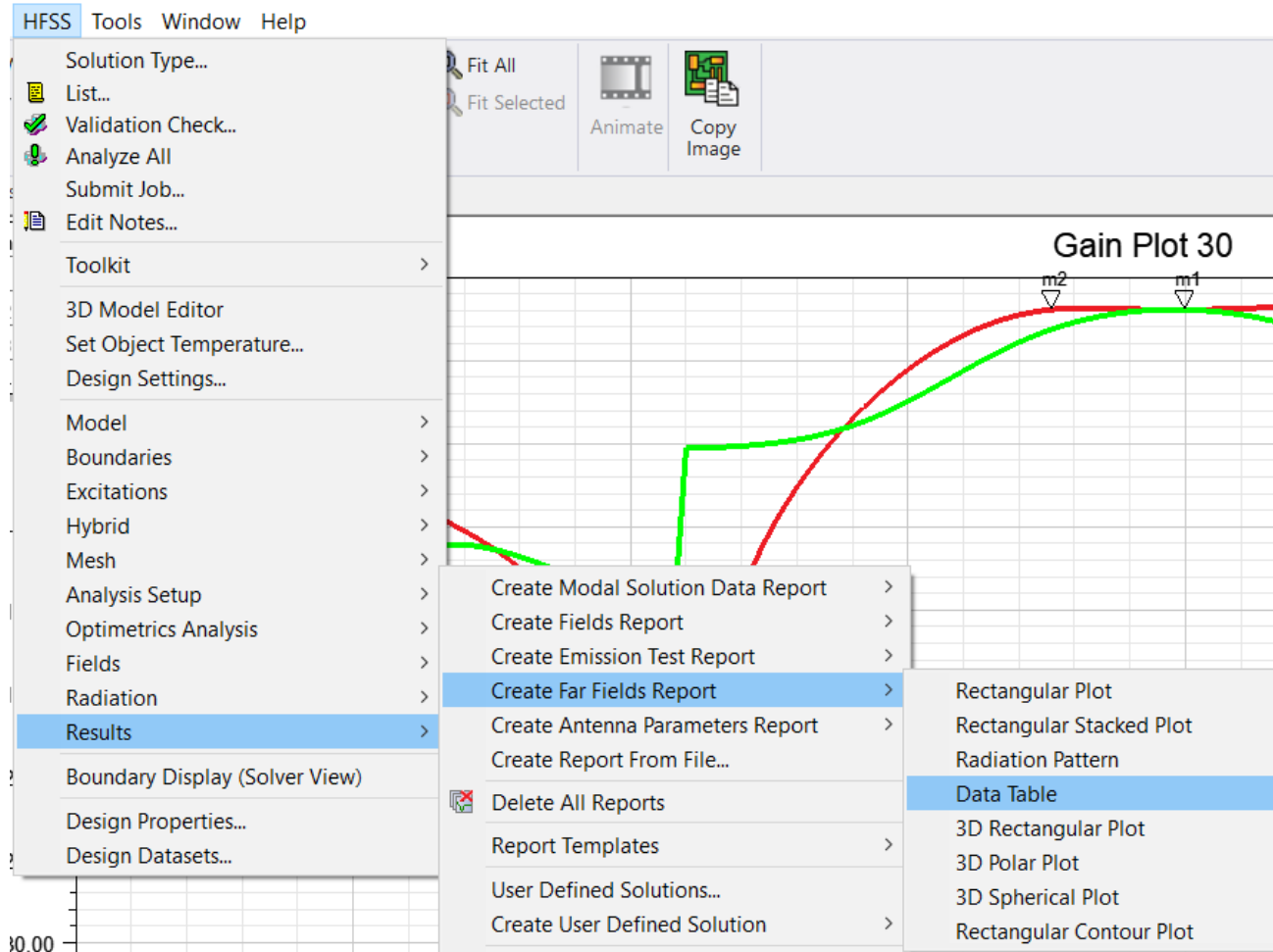
Reprezentarea câștigului 2D

| Name | X | Y |
|------|----------|----------|
| m1 | 0.0000 | 8.0430 |
| m2 | -24.0000 | 8.0517 |
| m3 | -92.0000 | -30.4690 |
| m4 | 92.0000 | -30.1429 |



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea câștigului sub formă tabelară



Culegerea, interpretarea și postprocesarea rezultatelor

Reprezentarea câștigului sub formă tabelară

Gain Table 1

HFSSDesign1 ANSYS

| | Theta [deg] | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Phi='0deg' | dB(GainTotal) Setup1 : LastAdaptive Freq='3.5GHz' Phi='90deg' |
|----|-------------|--|---|
| 1 | -180.000000 | -9.715284 | -9.715284 |
| 2 | -178.000000 | -9.578788 | -9.624501 |
| 3 | -176.000000 | -9.273702 | -9.662035 |
| 4 | -174.000000 | -8.792724 | -9.813333 |
| 5 | -172.000000 | -8.146366 | -10.058243 |
| 6 | -170.000000 | -7.375737 | -10.367989 |
| 7 | -168.000000 | -6.543793 | -10.701859 |
| 8 | -166.000000 | -5.715702 | -11.005642 |
| 9 | -164.000000 | -4.944100 | -11.215679 |
| 10 | -162.000000 | -4.264371 | -11.272251 |
| 11 | -160.000000 | -3.696471 | -11.139836 |
| 12 | -158.000000 | -3.248850 | -10.821825 |
| 13 | -156.000000 | -2.922066 | -10.357370 |
| 14 | -154.000000 | -2.711413 | -9.803125 |
| 15 | -152.000000 | -2.608637 | -9.214153 |
| 16 | -150.000000 | -2.603025 | -8.633566 |
| 17 | -148.000000 | -2.682149 | -8.090623 |
| 18 | -146.000000 | -2.832507 | -7.603070 |
| 19 | -144.000000 | -3.040197 | -7.180423 |
| 20 | -142.000000 | -3.291739 | -6.826761 |



Aplicații

- Modificați dimensiunile patch-ului și observați diferențele analizând banda de frecvențe pe care funcționează antena (parametrii S) și VSWR
- Reprezentați câmpul electric și magnetic pe elementele componente ale antenei
- Reprezentați câștigul ca Polar plot

Temă Creați o antenă care să funcționeze la altă frecvență decât cea din laborator (3.5 GHz)

<https://www.youtube.com/watch?v=ntPqoZ2NI90>