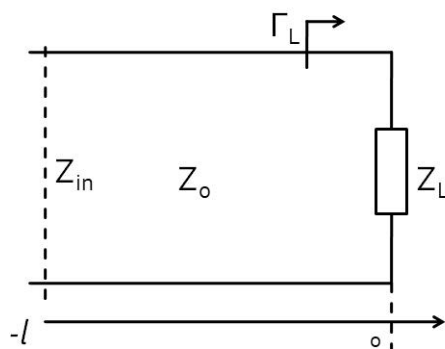


Circuite și Dispozitive pentru Microunde

Lucrarea nr. 1

Notă: Chiar dacă o imagine conține mai multă informație decât textul din 1000 de cuvinte, trebuie citit și textul.

Transformatorul în sfert de lungime de undă



Pentru o linie de transmisie, impedanța la intrarea liniei de impedanță caracteristică Z_0 , de lungime l , terminată cu impedanța Z_L se poate calcula cu relația:

$$Z_{in} = Z_0 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_0 \cdot \tan(\beta \cdot l)}{Z_0 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta \cdot l)}$$

În relație apare $\theta = \beta \cdot l$, lungimea electrică a liniei. Un caz particular important al acestei scheme se obține pentru $l = k \cdot \lambda/2$ (multiplu de jumătate de lungime de undă) pentru care se obține $Z_{in} = Z_L$ (linia în jumătate de lungime de undă, sau multipli, nu modifică în nici un fel impedanța văzută la intrare).

Un alt caz important este $l = \lambda/4 + k \cdot \lambda/2$, $\tan \beta \cdot l \rightarrow \infty$ (sfert de lungime de undă) pentru care vom obține un efect numit inversare de impedanță.

$$Z_{in} = \frac{Z_0^2}{Z_L}$$

Acest concept poate fi utilizat pentru a obține adaptare de impedanță. În figura anterioară conectarea între linia cu impedanța caracteristică Z_0 și sarcina cu impedanța Z_L duce la apariția unui coeficient de reflexie Γ nenul, cu efectul reducerii puterii transmise.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}; P_{avg} = \frac{1}{2} \cdot \frac{|V_0^+|^2}{Z_0} \cdot (1 - |\Gamma|^2)$$

Transformatorul în sfert de lungime de undă constă în adăugarea unei secțiuni de linie cu impedanța caracteristică Z_1 de lungime $\lambda/4$ în fața sarcinii, pentru a modifica impedanța văzută de linia de acces Z_0 . Dacă vom putea obține o impedanță de intrare în transformator (Z_1 și Z_L) egală cu Z_0 vom obține coeficient de reflexie $\Gamma = 0$ și deci transmisie maximă de putere. Condiția de adaptare este deci:

$$Z_{in} = \frac{Z_1^2}{Z_L} = Z_0 ; Z_1 = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L}$$

Liniile de transmisie fără pierderi sunt caracterizate de impedanțe caracteristice reale (Z_0 și Z_1 în relația anterioară) ca urmare se poate obține o impedanță de intrare reală (egală cu Z_0) cu o linie în sfert de lungime Z_1 dacă și numai dacă Z_L este real. Ca urmare metoda aceasta de adaptare poate fi implementată strict pentru sarcini rezistive $Z_L = R_L$.

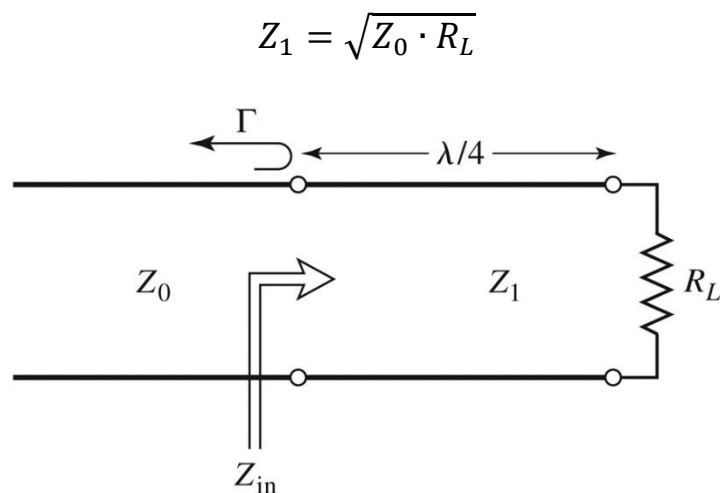


Figure 2.16
© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

În continuare trebuie să ținem cont de faptul că constanta de propagare β depinde de frecvență, ca urmare adaptarea perfectă ($\Gamma = 0$) poate fi obținută strict la frecvența la care lungimea liniei este egală cu $\lambda/4$, și va fi mai puțin eficientă la alte frecvențe. Se poate estima banda adaptării determinând banda de frecvență în care modulul coeficientului de reflexie este sub o valoare Γ_m acceptabilă în aplicația implementată.

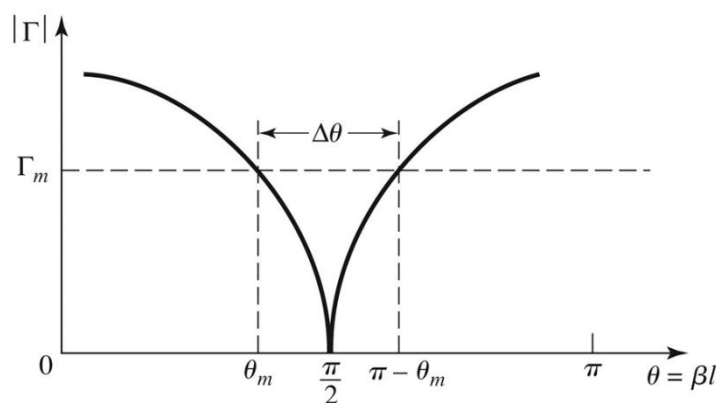


Figure 5.11
© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Banda adaptării va depinde de deadaptarea existentă inițial în schemă (raport R_L/Z_0) fiind mai îngustă pentru dezechilibre mai mari.

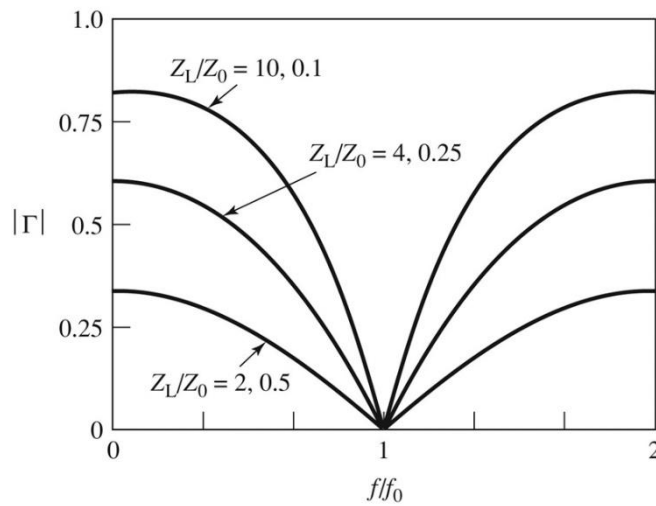


Figure 5.12
© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

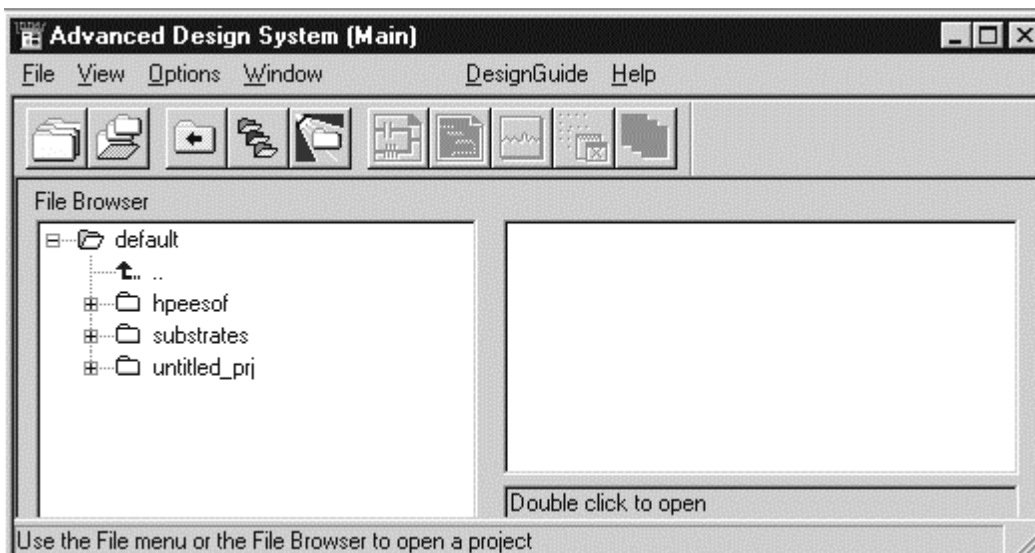
Pornirea programului ADS

Programul de simulare utilizat în laborator este Advanced Design System produs de firma Agilent Technologies (companie separată din Hewlett Packard). Programul este instalat pe sistemul de operare XP Professional. În laborator găsiți acest sistem pe o mașină virtuală. Detectați pe desktop icoana care pornește VMware Player. În interfața programului identificați mașina virtuală "RF XP Professional" sau alegeți comanda "Open a Virtual Machine" și căutați mașina în directorul (tipic) D:\DCMR\WXP_CIM.

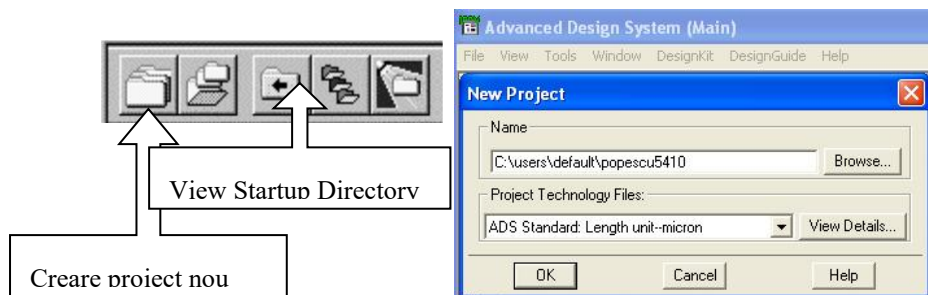
După pornirea mașinii virtuale, programul se pornește utilizând butonul de Start din Windows XP alegând succesiunea de comenzi **Start > All Programs > Advanced Design System 2003A > Advanced Design System** sau folosind icoana de pe Desktop.



Fereastra principală a programului - **Advanced Design System (Main)** permite gestionarea proiectelor (creare, ștergere, arhivare – în scopul transportului unui proiect pe un alt calculator există implementată o metodă de arhivare format zip, rezultând un fișier cu extensia "zap" care va păstra structura internă de directoare a proiectului), accesul la fișierele individuale ale proiectului. Fiecare proiect va fi stocat într-un director propriu cu numele "nume ales" + "_prj", implicit în directorul de instalare "C:\users\default\" dar calea poate fi modificată (și cea implicită, de instalare, și individual la crearea unui proiect nou).

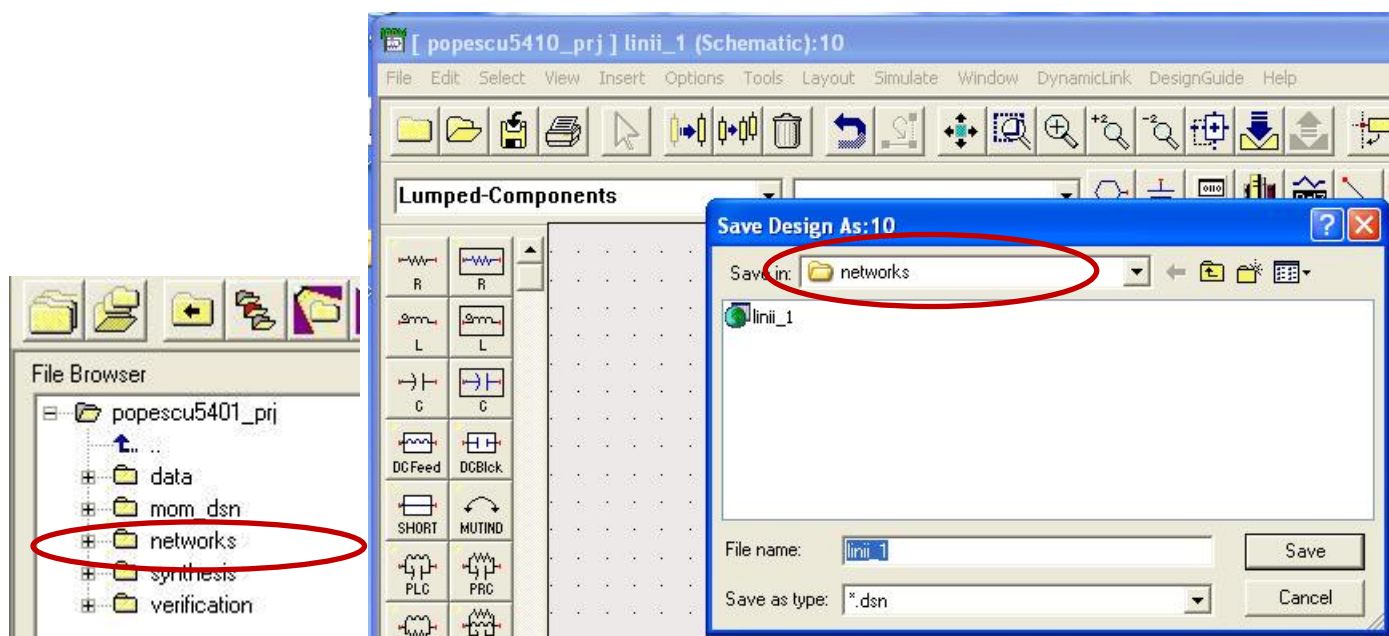


Pentru a asigura găsirea mai ușoară a fișierelor este recomandat să alegeți comanda **View > Startup Directory** pentru a ajunge în directorul implicit urmată de comanda **File > New Project** pentru a crea un proiect nou. Aceleași comenzi pot fi aplicate utilizând butoanele din bara de comenzi a programului. În fereastra care apare se introduce numele dorit al proiectului după calea deja afișată "C:\users\default\" fără terminația "_prj" care va fi adăugată automat de program. Numele proiectului va fi dat de numele unuia din componenții echipei de la stația de lucru, urmat de indicativul grupei. Exemplu: C:\users\default\popescu5410



Se creează astfel proiectul respectiv, care este deschis automat. Implicit se creează și o primă schemă, într-o fereastră nouă care poate fi utilizată pentru a desena schema ce urmează a fi simulată. În caz că această fereastră nu a fost creată se poate alege butonul  pentru a genera această schemă sau comenzile **File > New Design** din meniul. Este recomandat să se salveze această schemă (fereastra [popescu5410_prj] untitled1)  pentru a avea un nume ce poate fi recunoscut. După salvare fișierul corespunzător va putea fi găsit în secțiunea **networks** din structura proiectului (fereastra principală - Main) în caz că îl veți închide din greșală.

Atentie! Este important să nu schimbați directorul recomandat de salvare (**networks**) deoarece acea locație este necesară pentru schemele din proiect. Fișierele salvate în altă locație nu vor putea fi simulate.

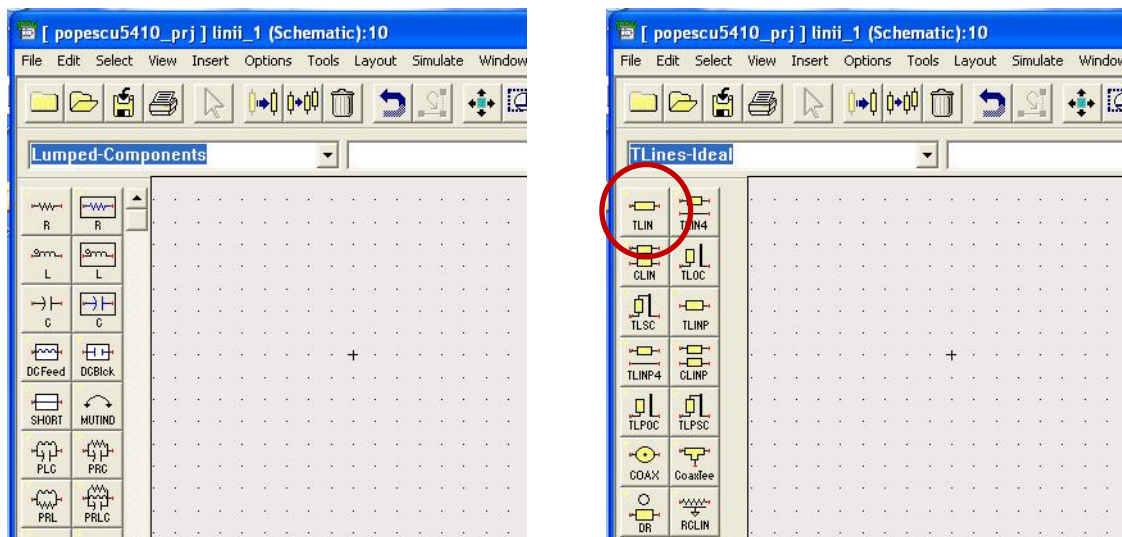


Simularea unui transformator în sferă de lungime de undă

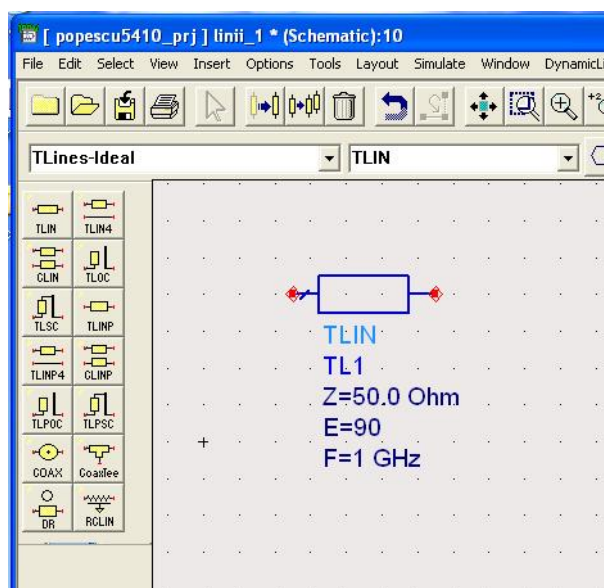
Ca exemplu vom simula un transformator de adaptare cu o singură secțiune ($\lambda/4$) pentru a adapta o sarcină de 10Ω la o linie de 50Ω la frecvența $f_0=3\text{GHz}$. Vom determina banda pentru $|\Gamma| < \Gamma_m = 0.2$.

$$Z_1 = \sqrt{Z_0 \cdot R_L} = \sqrt{50\Omega \cdot 10\Omega} = 22.36\Omega$$

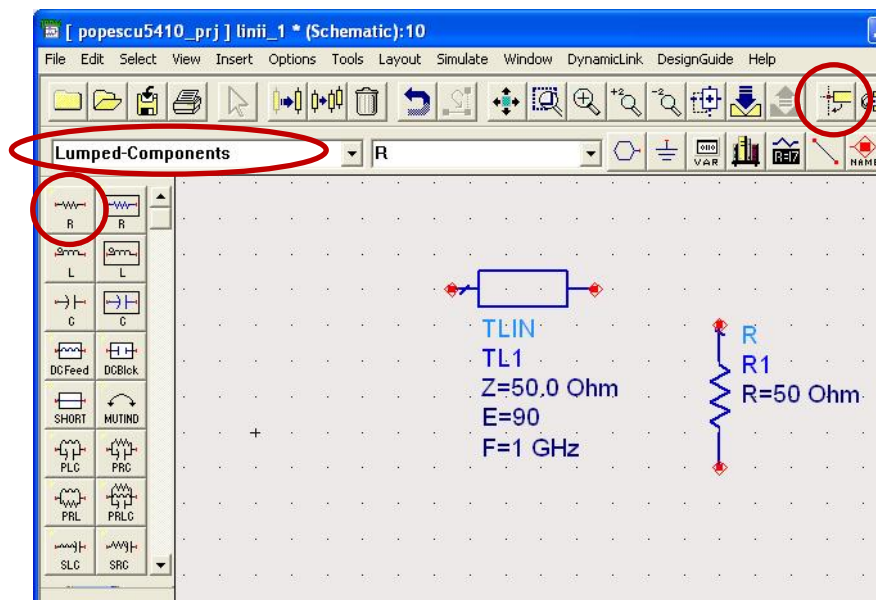
În schema existentă de la pasul precedent vom desena o schemă conținând o linie. Pentru aceasta se accesează paleta de componente unde apare împărțirea pe secțiuni a elementelor care pot fi introduse. Implicit paleta deschisă este **Lumped-Components** dar va trebui să schimbiți paleta pentru a introduce elemente linie de transmisie **TLines-Ideal**. Elementul care trebuie introdus este primul din listă intitulat TLIN. Reprezintă linia de transmisie ideală, în care elementele referitoare la structură sunt eliminate.



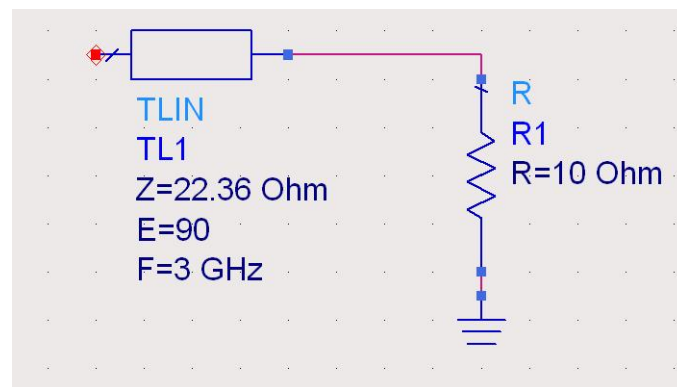
Introduceți în schemă o secțiune de linie de transmisie. Veți remarca că implicit impedanța caracteristică este de 50 Ohm, lungimea electrică ($E = \beta l$) este de 90 grade la frecvența de 1GHz.



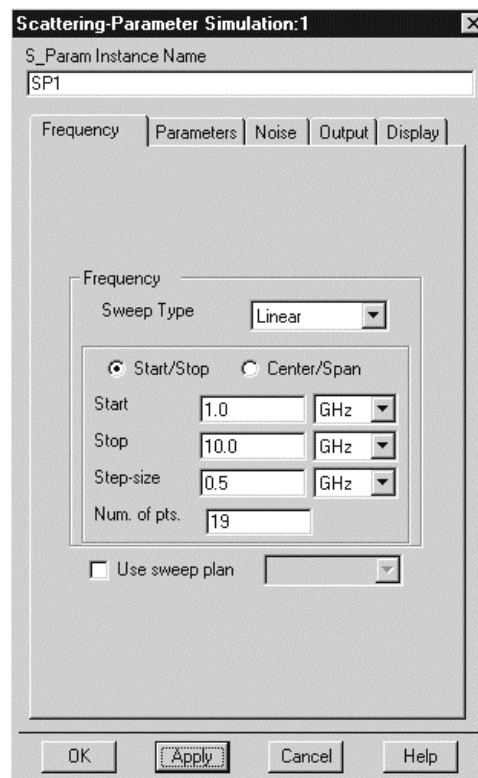
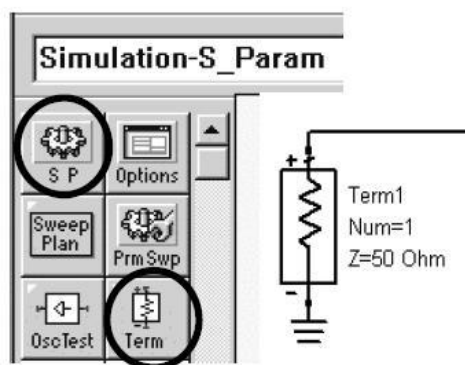
Se introduce apoi un rezistor din paleta **Lumped-Components**. Click dreapta pe componentă după introducere și alegeți comanda **Rotate** pentru poziție potrivită.



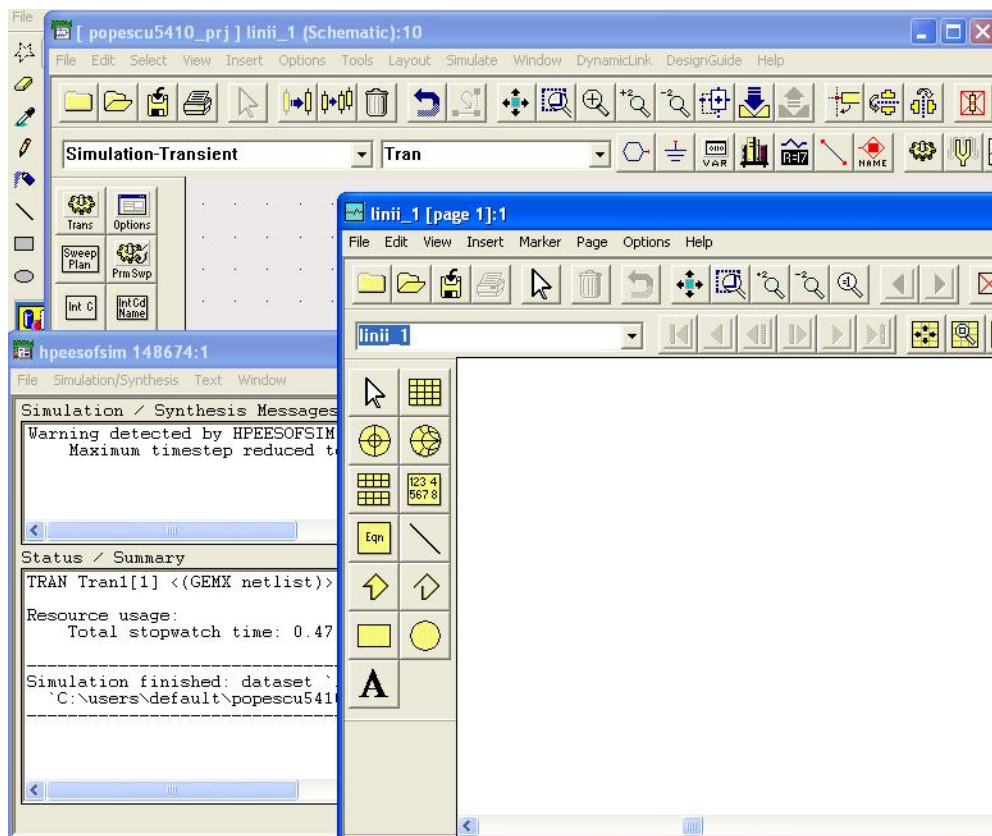
Utilizați fire , masă , și eventual rotire  din bara de comenzi (același rând cu paletele) pentru a completa schema. Vor trebui schimbate valorile Z și F pentru linia de transmisie (E=90° este potrivit pentru un sfert de lungime de undă) și R pentru sarcină.



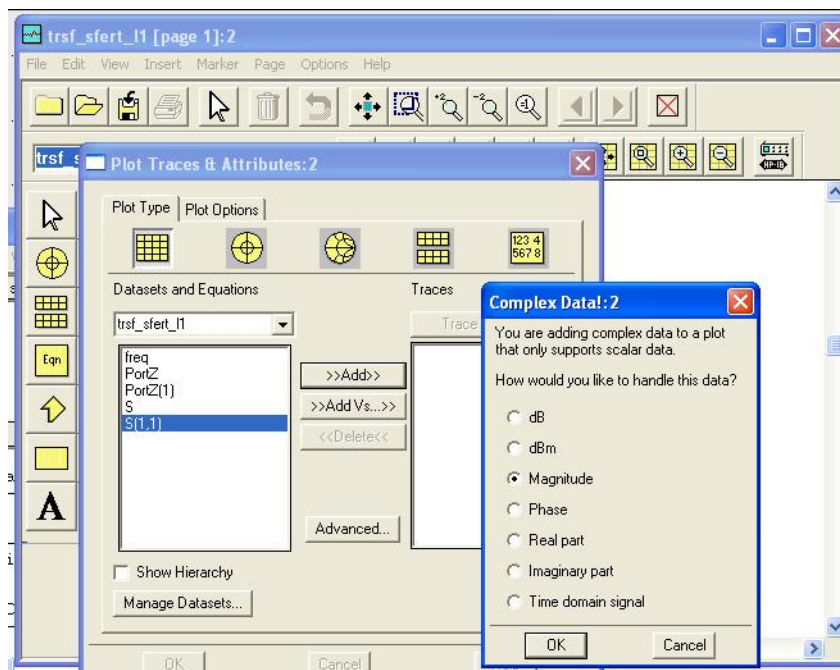
Simularea care va releva calitatea adaptării va fi o simulare a parametrilor S (transfer de putere). Pentru a indica simularea pentru schemă, trebuie introdus un controler de simulare, în acest caz el poate fi găsit în paleta **Simulation-S_Param**. Se introduc elementele din imagine: un controler de simulare și un terminator care va fi portul de intrare (sursa, Z_0). Simularea trebuie făcută într-o bandă în jurul frecvenței de 3 GHz, de exemplu în banda 2-4 GHz cu un pas de 0.01 GHz. Nu uitați să schimbați **parametrii controler-ului** de simulare corespunzător temei primite. De asemenea rezistența și parametrii liniei de transmisie trebuie schimbate, pentru a corespunde valorilor din tema individuală.



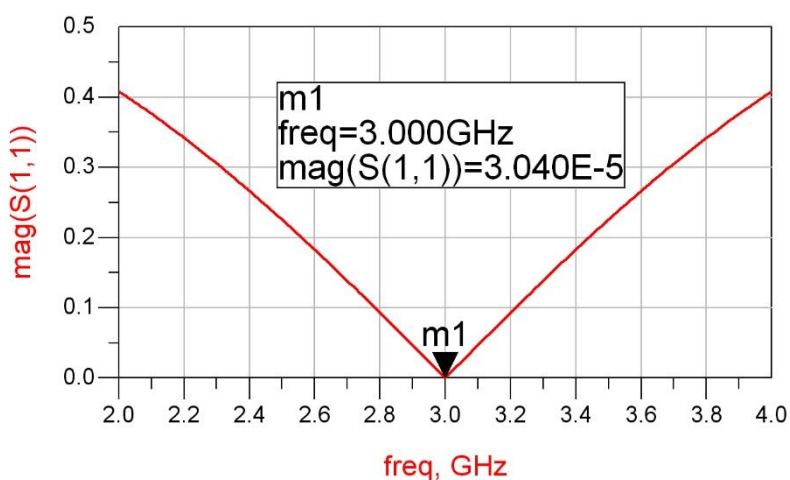
Urmează simularea efectivă , sau **F7** sau comanda din meniu **Simulate > Simulate**. Deoarece este o simulare de circuit, cu modele corespunzătoare dispozitivelor, vă puteți aștepta ca simularea să dureze puțin, de ordinul secundelor. Fereastra simulatorului prezentată mai jos rămâne deschisă. Urmăriți mesajele pentru a identifica un eventual mesaj de eroare. Dacă e cazul, încercați să îl interpretați și să corectați eroarea, în caz de insucces apelați la ajutorul cadrului didactic.



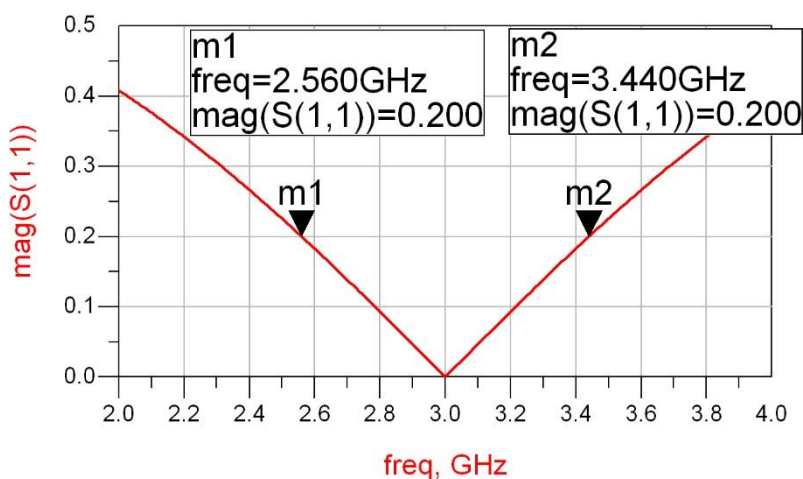
După terminarea **cu succes** a analizei se va deschide fereastra de vizualizare a rezultatelor.



Vă interesează să reprezentați coeficientul de reflexie ca amplitudine, deci veți alege în momentul plasării graficului rectangular pe ecran $S(1,1)$ și reprezentarea modulului (Magnitude).



Verificarea calculelor pentru proiectare (valoare Z_1) se face amplasând un marker pe grafic (în meniul: **Marker > New**). Adaptare perfectă la frecvența de lucru (3GHz) este obținută pentru o valoare a marker-ului ($|\Gamma|$) egală cu 0 sau foarte redusă.



Pentru determinarea benzii de adaptare trebuie adăugat un al doilea marker pe grafic. Se deplasează apoi marker-ii pe grafic până ating poziția cu valoarea $\Gamma_m = 0.2$. Se citesc apoi frecvențele corespunzătoare și se calculează: $B = 3.440 \text{ GHz} - 2.560 \text{ GHz} = 0.88 \text{ GHz}$.

Notă importantă

În laborator se vor primi 3-4 valori individuale și vor trebui proiectate și simulate trei transformatoare în sfert de lungime de undă. Se depun pe server valorile obținute din simulare.