

LINIA DE MĂSURĂ. MĂSURAREA IMPEDANȚEI. SWR. DIAGRAMA SMITH

Scopul lucrării

- familiarizarea cu linia de măsură ("slotted line") ca și metodă pentru măsurarea impedanței;
- utilizarea liniei de măsură pentru determinarea lungimii de undă a unui semnal;
- utilizarea diagramei Smith în situații practice concrete;
- măsurarea unei impedanțe necunoscute folosind linia de măsură, SWR și diagrama Smith.

Considerații teoretice

În cazul unei linii de transmisie fără pierderi, având o impedanță caracteristică Z_0 și o impedanță de sarcină Z_L , amplitudinea tensiunii pe linie este dată de:

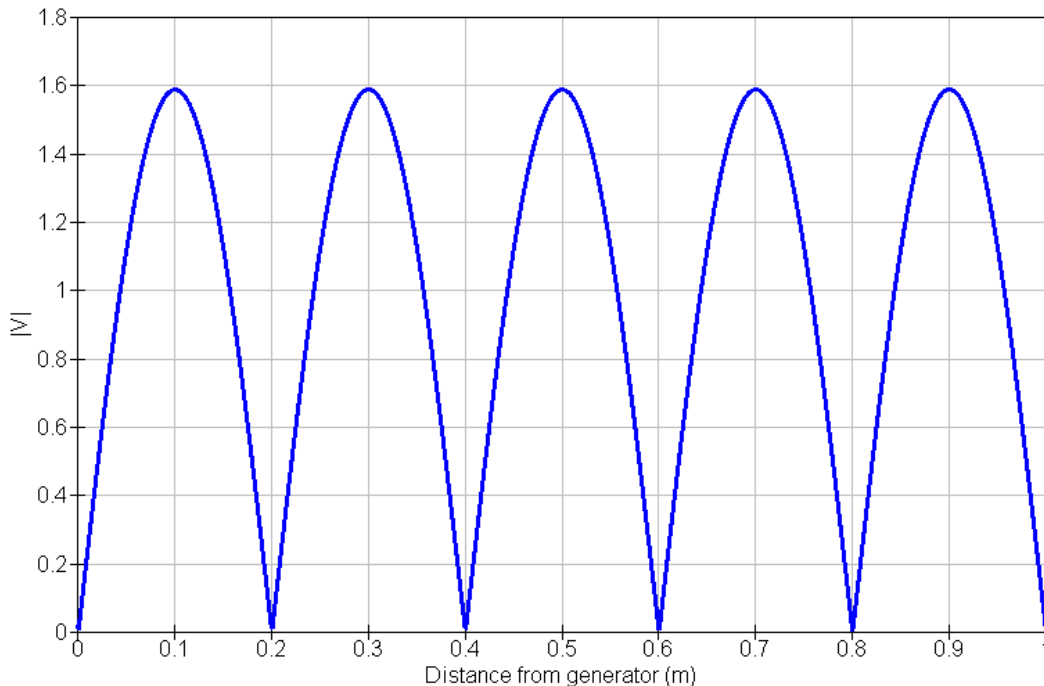
$$|V(z)| = |V_0^+| |1 - |\Gamma| e^{-2j\beta l}| = |V_0^+| |1 + |\Gamma| e^{j(\theta - 2\beta l)}|$$

unde $\Gamma = |\Gamma| e^{j\theta} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$ este coeficientul de reflexie, iar l este distanța dintre sarcină și generator.

Datorită suprapunerii dintre unda incidentă și cea reflectată de sarcină, pe linia de transmisie vom avea o undă staționară cu maxime și minime de tensiune. Pozițiile maximelor (V_{max}), respectiv minimelor (V_{min}) se obțin astfel:

$$V_{max} = |V_0^+| (1 + |\Gamma|), \text{ atunci când } \theta - 2\beta l = \pi$$

$$V_{min} = |V_0^+| (1 - |\Gamma|), \text{ atunci când } \theta - 2\beta l = 0$$



Valoarea SWR (Standing Wave Ratio) este definită ca raportul V_{max}/V_{min} sau $SWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$. Astfel, dacă știm valoarea SWR, putem afla modulul coeficientului de reflexie. Dacă se cunosc pozițiile a două minime succesive (l_1 și l_2) atunci putem afla lungimea de undă folosind relația:

$$\frac{\lambda}{2} = l_1 - l_2$$

Linia de măsură din lucrarea de față este modelată folosind două linii de transmisie coaxiale legate în serie, fără pierderi și umplute cu aer. Impedanța caracteristică a celor două linii este de 50Ω . Linia de măsură are o lungime de 1 m, iar variația poziției sondei de măsură pe linia de transmisie este simulată prin variația lungimilor celor două linii de transmisie legate în serie, menținând suma lungimilor celor două linii constantă și egală cu 1 m.

Material necesare

- computer
- programul QUCS
- diagramă Smith

Metodologia efectuării lucrării

Realizați montajul de mai jos în programul QUCS. Circuitul este format dintr-o sursă de putere de 8 dBm legată în serie cu linia de măsură (două segmente de linie legate în serie) și cu impedanța de sarcină. Simularea presupune o analiză AC la o frecvență constantă de 750 MHz pentru diferite poziții ale sondei de măsură. Acest lucru se realizează printr-o analiză suplimentară, un "parameter sweep", prin care se variază lungimea L_1 corespunzătoare primului segment de linie între 0 și 1 m cu pas de 1 mm. Lungimea celui de-al doilea segment de linie, L_2 , este definită prin ecuația $L_2 = 1 - L_1$. Parametrul *MeterOut* reprezintă amplitudinea tensiunii măsurate pe linia de transmisie. Impedanța de sarcină se alege prin conectarea acesteia la linia de măsură: "Short" (0Ω), "Open" ($1 \text{ G}\Omega$), "Load" (50Ω), respectiv "Unknown Load". La circuitul descris mai sus se mai adaugă un grafic cartezian în care se reprezintă valoarea *MeterOut* în funcție de poziția sondei de măsură (sau distanța față de generator). Reprezentarea grafică pentru cazul $Z_L = 0 \Omega$ a fost prezentată în introducere.

1. Conectați impedanța "Load" (50Ω) la linia de măsură.
 - a. Puteți determina valorile V_{\max} , respectiv V_{\min} ? De ce?
2. Conectați impedanța "Open" ($1 \text{ G}\Omega$) la linia de măsură.
 - a. Determinați poziția primului minim ($I_{\min 1}$) și determinați valoarea SWR.
 - b. Determinați poziția următorului maxim (I_{\max}).
 - c. Determinați lungimea de undă a semnalului folosind măsurătorile făcute până în acest punct. Comparați valoarea calculată cu cea teoretică și încercați să explicați eventualele diferențe.
 - d. Determinați poziția următorului minim ($I_{\min 2}$). Determinați lungimea de undă folosind valorile $I_{\min 1}$ respectiv $I_{\min 2}$ și comparați această valoare cu cea obținută anterior.
3. Conectați impedanța "Short" (0Ω) la linia de măsură și determinați poziția primului minim (l_0).
4. Conectați impedanța "Unknown" și determinați poziția minimului cel mai apropiat de l_0 (l_1). Determinați valoarea SWR. Determinați valoarea impedanței "Unknown Load" folosind diagrama Smith și cunoștințele dobândite la curs/seminar. Descrieți pașii urmați pentru determinarea valorii impedanței necunoscute cu diagrama Smith.

Parameter sweep

SW1
 Sim=AC1
 Type=lin
 Param=L1
 Start=0
 Stop=1
 Points=1001

ac simulation

AC1
 Type=const
 Values=[0.75 GHz]

Equation

Eqn1
 L2=1-L1
 Vprobe=mag(probe.v)
 MeterOut=Vprobe[.0]

