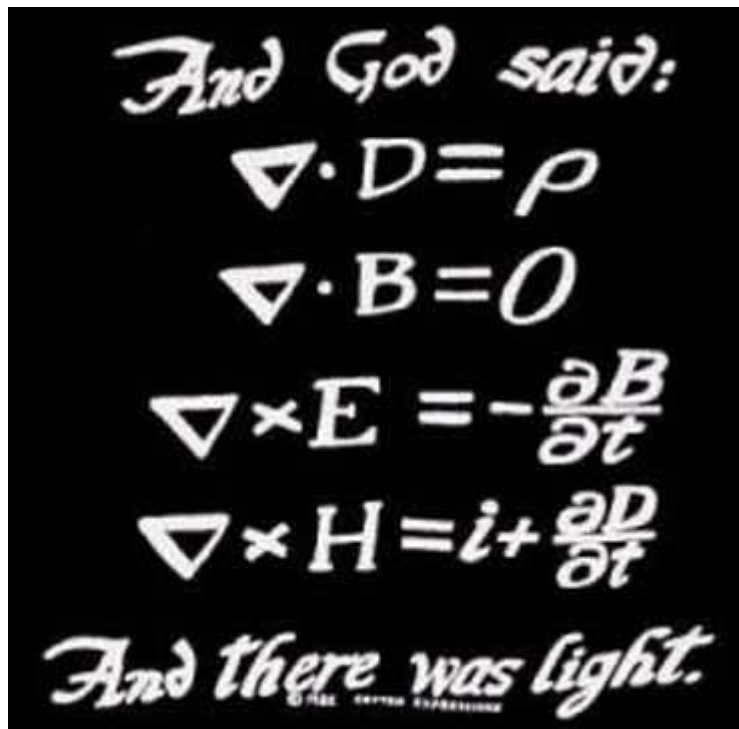


Εργασία στο Μάθημα : Μικροκύματα 1

Διδάσκων Καθηγητής : Τραϊανός Γιούλτσης

2η Προαιρετική Άσκηση:

Κυματοδηγοί - Επίπεδες Γραμμές μεταφοράς - Προσαρμογή



Ονοματεπώνυμο: Ηλίας Χρυσοβέργης

ΑΕΜ : 8009

Άσκηση 2.1

(α) Ο κώδικας για τον υπολογισμό του ϵ_r και του $\tan\delta$ δίνεται στην συνέχεια:

```
Zin1 = 4.9678 + 1i * 43.9439;
Zin2 = 108.5347 + 1i * 202.0158;
f0 = 10^(10) ;
c0 = 3 * 10^(8);
d = 1.5 * 10^(-3);
L = 6 * 10^(-2);
a = 2.286 * 10^(-2);
b = 1.016 * 10^(-2);
eta0 = 120 * pi ;
eo = 8.854 * 10^(-12);
fc0 = c0 / (2 * a);
Z0 = eta0 / sqrt(1-(fc0/f0)^2);
k0 = 2 * pi * f0 / c0;
beta0 = k0 * sqrt(1-(fc0/f0)^2);

ZA1 = Z0 * (-Zin1 + 1i * Z0 * tan(beta0*(L - d))) / (-Z0 + 1i * Zin1 * tan(beta0*(L-d)));
ZA2 = Z0 * (-Zin2 + 1i * Z0 * tan(beta0*(L - 2*d))) / (-Z0 + 1i * Zin2 * tan(beta0*(L-2*d)));

Z1 = ZA1 / ((2 * ZA1 / ZA2) - 1)^(1/2);

er_complex = (eta0 / Z1)^2 + (fc0/f0)^2;
er = real(er_complex)
tand = -1 * imag(er_complex) / er
```

(β) Είδαμε στο (α) ερώτημα ότι απλοποιήθηκε πάρα πολύ η ανάλυση, με την μέτρηση 2 δειγμάτων που το ένα έχει διπλάσιο πάχος από το άλλο. Αυτό έγινε διότι χρησιμοποιήθηκε ο τύπος για το $\tanh(2x)$.

Τώρα που έχουμε μόνο μία μέτρηση χρησιμοποιούμε τον τύπο που δόθηκε προηγούμενως. Βλέπουμε ότι έχουμε να κάνουμε με μία υπερβατική εξίσωση που δεν λύνεται αναλυτικά αλλά μόνο προσεγγιστικά. Για το λόγο αυτό, στο matlab χρησιμοποιούμε την `fsolve` δίνοντας μία αρχική τιμή για το μιγαδικό ϵ_r , κοντά στην πραγματική. Οπότε, για αυτό το ερώτημα καλούμε στο matlab.

```
>> x=5-i;
```

```
>> fsolve(@er_complex,x)
```

Όπου έχω:

```
function F = myfun(er_complex)
```

```
Zin1 = 4.9678 + 1i * 43.9439;
```

```
f0 = 10^(10) ;
```

```
c0 = 3 * 10^(8);
```

```
d = 1.5 * (10^(-3));
```

```
L = 6 * 10^(-2);
```

```
a = 2.286 * (10^(-2));
```

```
b = 1.016 * (10^(-2));
```

```
eta0 = 120 * pi ;
```

```
eo = 8.854 * (10^(-12));
```

```
fc0 = c0 / (2 * a);
```

```
Z0 = eta0 / sqrt(1-(fc0/f0)^2);
```

```
k0 =( 2* pi * f0 ) / c0;
```

```
beta0 = k0 * sqrt(1-(fc0/f0)^2);
```

```
ZA1 = Z0 * (-Zin1 + 1i * Z0 * tan(beta0*(L - d))) / (-Z0 + 1i * Zin1 * tan(beta0*(L-d)));
```

```
F=[ZA1-(eta0/sqrt(er_complex-(fc0/f0)^2))*(tanh(sqrt(((pi/a)^(2))-  
(k0^2*(er_complex))*d)))];
```

Το αποτέλεσμα βγαίνει το ίδιο με το (α) ερώτημα.

Άσκηση 2.2

(γ) Ο κώδικας για τον υπολογισμό του Z δίνεται στην συνέχεια:

```
syms Ze Zo beta l ;

A = [1 1 1 1;
     1 1 -1 -1;
     exp(-1i*beta*l) exp(1i*beta*l) exp(-1i*beta*l) exp(1i*beta*l);
     exp(-1i*beta*l) exp(1i*beta*l) -exp(-1i*beta*l) -exp(1i*beta*l)];

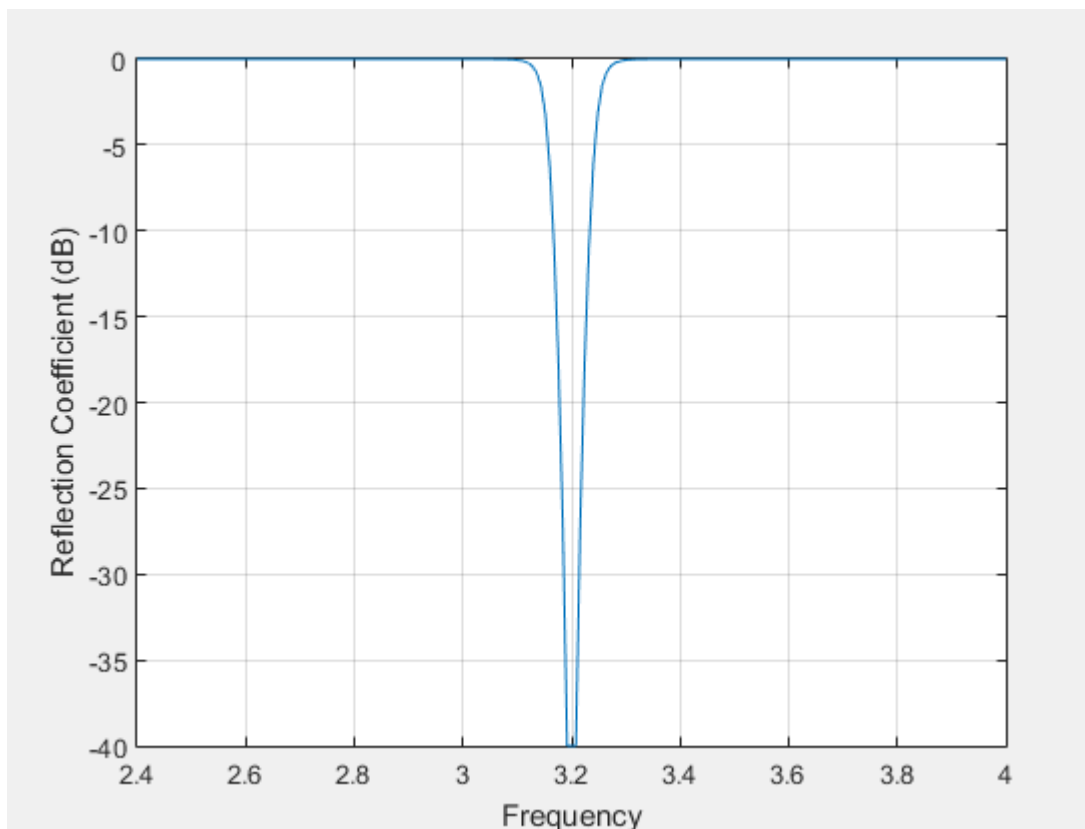
B = [1/Ze -1/Ze 1/Zo -1/Zo;
     1/Ze -1/Ze -1/Zo 1/Zo;
     exp(-1i*beta*l)/Ze -exp(1i*beta*l)/Ze exp(-1i*beta*l)/Zo -
     exp(1i*beta*l)/Zo;
     exp(-1i*beta*l)/Ze -exp(1i*beta*l)/Ze -exp(-1i*beta*l)/Zo
     exp(1i*beta*l)/Zo];

Z = A * inv(B);

Z1 = simplify(Z);

pretty(Z1)
```

(ε) Το ζωνοπερατό φίλτρο του σχήματος έχει αυτό τον συντελεστή ανάκλασης στην είσοδο συναρτήσει της συχνότητας:



Ο κώδικας για τον υπολογισμό του συντελεστή ανάκλασης δίνεται στην συνέχεια:

```

Ze1 = 63.45;
Zo1 = 41.38;
Ze2 = 51.80;
Zo2 = 48.39;
Ze3 = 51.80;
Zo3 = 48.39;
Ze4 = 63.54;
Zo4 = 41.38;
f0 = 3.2;
fmax = 4;
fmin = 2.4;
N = 200;
ZL = 50;
ZO = 50;
counter = 1;
Gamma_in = zeros(1,N);
freq = zeros(1,N);

for f = fmin:(fmax-fmin)/N:fmax
    bl=pi/2*f/f0;

    A1=[(Ze1+Zo1)*(exp(1i*2*bl)+1)/(2*exp(1i*bl)*(Ze1-Zo1))...
        ((Ze1+Zo1)^2 *((exp(1i*2*bl)+1)^2)-4*exp(1i*2*bl)*(Ze1-Zo1)^2)/(4*(exp(1i*2*bl)-
1)*exp(1i*bl)*(Ze1-Zo1));...
        (exp(1i*2*bl)-1)/(exp(1i*bl)*(Ze1-Zo1))...
        ((Ze1+Zo1)*(exp(1i*2*bl)+1))/(2*exp(1i*bl)*(Ze1-Zo1)) ];
    A2=[(Ze2+Zo2)*(exp(1i*2*bl)+1)/(2*exp(1i*bl)*(Ze2-Zo2)) ...
        ((Ze2+Zo2)^2 *((exp(1i*2*bl)+1)^2)-4*exp(1i*2*bl)*(Ze2-Zo2)^2)/(4*(exp(1i*2*bl)-
1)*exp(1i*bl)*(Ze2-Zo2));...
        (exp(1i*2*bl)-1)/(exp(1i*bl)*(Ze2-Zo2))...
        ((Ze2+Zo2)*(exp(1i*2*bl)+1))/(2*exp(1i*bl)*(Ze2-Zo2)) ]; ...
    A3=[(Ze3+Zo3)*(exp(1i*2*bl)+1)/(2*exp(1i*bl)*(Ze3-Zo3))...
        ((Ze3+Zo3)^2 *((exp(1i*2*bl)+1)^2)-4*exp(1i*2*bl)*(Ze3-Zo3)^2)/(4*(exp(1i*2*bl)-
1)*exp(1i*bl)*(Ze3-Zo3)); ...
        (exp(1i*2*bl)-1)/(exp(1i*bl)*(Ze3-Zo3)) ...
        ((Ze3+Zo3)*(exp(1i*2*bl)+1))/(2*exp(1i*bl)*(Ze3-Zo3)) ]; ...
    A4=[(Ze4+Zo4)*(exp(1i*2*bl)+1)/(2*exp(1i*bl)*(Ze4-Zo4)) ...
        ((Ze4+Zo4)^2 *((exp(1i*2*bl)+1)^2)-4*exp(1i*2*bl)*(Ze4-Zo4)^2)/(4*(exp(1i*2*bl)-
1)*exp(1i*bl)*(Ze4-Zo4)); ...
        (exp(1i*2*bl)-1)/(exp(1i*bl)*(Ze4-Zo4))...
        ((Ze4+Zo4)*(exp(1i*2*bl)+1))/(2*exp(1i*bl)*(Ze4-Zo4)) ];

    Atotal = A1 * A2 * A3 * A4;
    Zin = ( Atotal(1,1) * ZL + Atotal(1,2) ) / ( Atotal(2,1) * ZL + Atotal(2,2));
    Gamma_in(counter) = 20*log10(abs(( Zin - ZO ) / ( Zin + ZO )));
    if (Gamma_in(counter) < -40)
        Gamma_in(counter) = -40;
    end
    freq(counter) = f;
    counter = counter + 1;
end

```

```
figure;  
plot(freq,Gamma_in);  
grid;  
xlabel('Frequency');  
ylabel('Reflection Coefficient (dB)');
```