Circuitos Electricos II

Roberto Sanchez Figueroa

brrsanchezfi@unal.edu.co

Soluciones propuestas para los ejercicios del taller 7

Table of Contents

EJERCICIO 1

Problema 1

1 Muestre que la función de transferencia para el circuito resonante obedece,

$$T(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{k}{(s^2 + 2\zeta_1\omega_1 s + \omega_1^2)(s^2 + 2\zeta_2\omega_2 s + \omega_2^2)(s+\alpha)}$$

Indicar $k, \zeta_1, \omega_1, \zeta_2, \omega_2, \alpha$.

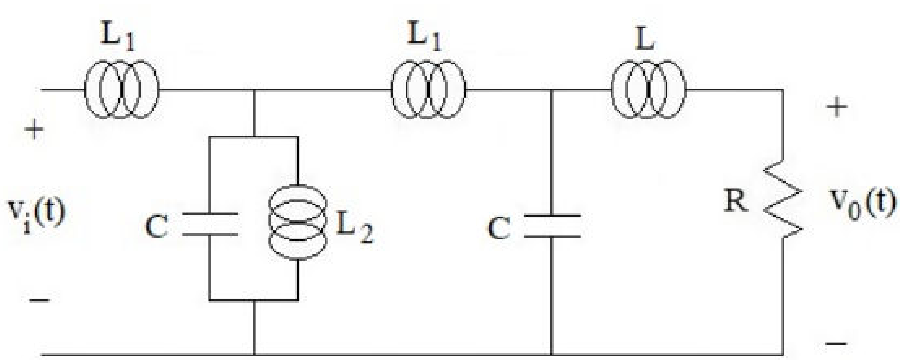


Figure: Circuito resonante.

2 Proponga valores numéricos para $\{L_1, L_2, C, L, R\}$, dibujar los diagramas de Bode para $T(j\omega)$.

3 Dibujar la salida $v_0(t)$ para entrada $v_i(t)$ escalón unitario.

4 Cómo se afecta la salida $v_0(t)$ cuando la inductancia L se incrementa, ilustre su respuesta con simulaciones para entrada $v_i(t)$ escalón unitario.

```
syms V_i L_1 L_2 C L R V_o s I_1 I_2 I_3

%valores

L1 = 2;
L2 = 2;
L0 = 4;
C1 = 2;
R1 = 100;

%en este ejercicio puedo plantear 4 mallas, sin embargo basta con hallas el
%equivalente entre el paralelo de  c y l2, el cual llamo P_LCL2

P_CL2 = paralelo((1/(C*s)),(L_2*s));

%planteo las ecuaciones de cada malla

malla1 = V_i == (L_1*s + P_CL2)*I_1 - (P_CL2)*I_2;

malla2 = 0 == (P_CL2 + L_1*s + (1/(C*s)))*I_2 - (P_CL2)*I_1 - (1/(C*s))*I_3;

malla3 = 0 == ((1/(C*s)) + L*s + R)*I_3 - (1/(C*s))*I_2 ;

%armo la matriz y la soluciono con el comando solve

sys = [ malla1;
        malla2;
        malla3];

sol = solve(sys,[I_1 I_2 I_3]);

I_1d = simplify(sol.I_1);
I_2d = simplify(sol.I_2);
I_3d = simplify(sol.I_3)
```

I_3d =

$$\frac{L_2\,V_i}{L_1^2\,s + L_1\,R + L_2\,R + L\,L_1\,s + L\,L_2\,s + 2\,L_1\,L_2\,s + C\,L\,L_1^2\,s^3 + C\,L_1^2\,L_2\,s^3 + C\,L_1^2\,R\,s^2 + C^2\,L\,L_1^2\,L_2\,s^5 + C}$$

```
%%ESTE ES OTRO METODO PARA RESOLVELA, DEPEJO I1 PARA LUEGO SUSTITUIR EN I2
%%Y POSTEIORMENTE SUSTITUIR EN I3

        % I_1d = solve(malla1,I_1)
        %
        % malla2 = subs(malla2,I_1,I_1d)
        %
        % I_2d = solve(malla2,I_2)
        %
        % malla3 = subs(malla3,I_2,I_2d)
        %
        % I_3d = solve(malla3,I_3)

%Basicamente lo que quiero es hallar el voltaje en la resistencia por tanto
%solo me interesa I_3, por ley de ohm hallo el voltaje en la resistencia

V_o = R*I_3d;

%despejo la funcion de tranferencia

T_s = (V_o/V_i)
```

T_s =

$$\frac{L_2\,R}{L_1{}^2\,s+L_1\,R+L_2\,R+L\,L_1\,s+L\,L_2\,s+2\,L_1\,L_2\,s+C\,L\,L_1{}^2\,s^3+C\,L_1{}^2\,L_2\,s^3+C\,L_1{}^2\,R\,s^2+C^2\,L\,L_1{}^2\,L_2\,s^5+C}$$

```
dem_T_s = (1/T_s)*(L_2*R)
```

dem_T_s = $L_1{}^2\,s+L_1\,R+L_2\,R+L\,L_1\,s+L\,L_2\,s+2\,L_1\,L_2\,s+C\,L\,L_1{}^2\,s^3+C\,L_1{}^2\,L_2\,s^3+C\,L_1{}^2\,R\,s^2+C^2\,L\,L_1{}^2\,L_2\,s^5+C$

```
%sustituyo valores

T_s = (subs(T_s,[L_1 L_2 C L R],[L1 L2 C1 L0 R1]))
```

T_s =

$$\frac{200}{128\,s^5+3200\,s^4+144\,s^3+3200\,s^2+28\,s+400}$$

```
%convierto

T_s = sym2tf(T_s,0)
```

```
T_s =

                        50
  ---------------------------------------------
  32 s^5 + 800 s^4 + 36 s^3 + 800 s^2 + 7 s + 100

Continuous-time transfer function.
```

```
%luego necesito hallar las raices para calcular los cortes de la funcion de
%tranferencia
```

```
[num,dem] = tfdata(T_s)
```

```
num = 1×1 cell array
    {[0 0 0 0 0 50]}
dem = 1×1 cell array
    {[32 800 36 800 7 100]}
```

```
sympref('FloatingPointOutput',true);
syms s
factorizacion = (poly2sym(cell2mat(dem),s));
factorizacion = factor(factorizacion,'FactorMode',"real")
```

factorizacion = $\left(32 \quad s+24.9950 \quad s^2+0.0043\,s+0.1465 \quad s^2+7.3153\text{e-}04\,s+0.8536\right)$

```
conj_1 = sym2poly(factorizacion(3)) %complejo conjugado 1
```

```
conj_1 = 1×3
    1.0000    0.0043    0.1465
```

```
conj_2 = sym2poly(factorizacion(4)) %complejo conjugado 2
```

```
conj_2 = 1×3
    1.0000    0.0007    0.8536
```

```
a = sym2poly(-1*root(factorizacion(2)))
```

```
a = 24.9950
```

```
w_10 = (abs(imag(root(factorizacion(3)))))
```

w_10 =

$$\begin{pmatrix} 0.3827 \\ 0.3827 \end{pmatrix}$$

```
w_20 = (abs(imag(root(factorizacion(4)))))
```

w_20 =

$$\begin{pmatrix} 0.9239 \\ 0.9239 \end{pmatrix}$$

```
k = (double(factorizacion(1))/((conj_1(3)^2)*(conj_2(3)^2))) %num(1) expresion inicial
```

```
k = 2.0463e+03
```

```
  %ganancia
% k = cell2mat(num(1))./(((conj_1(3))*(conj_2(3))))
k=  cell2mat(num(1))   /   ( (conj_1(3))*(conj_2(3))   *   sym2poly(factorizacion(1))  * a)
```

```
k = 1×6
         0         0         0         0         0    0.4999
```

```
k = k(6)
```

```
k = 0.4999
```

```
ganancia = 20*log10(k)
```

```
ganancia = -6.0225
```

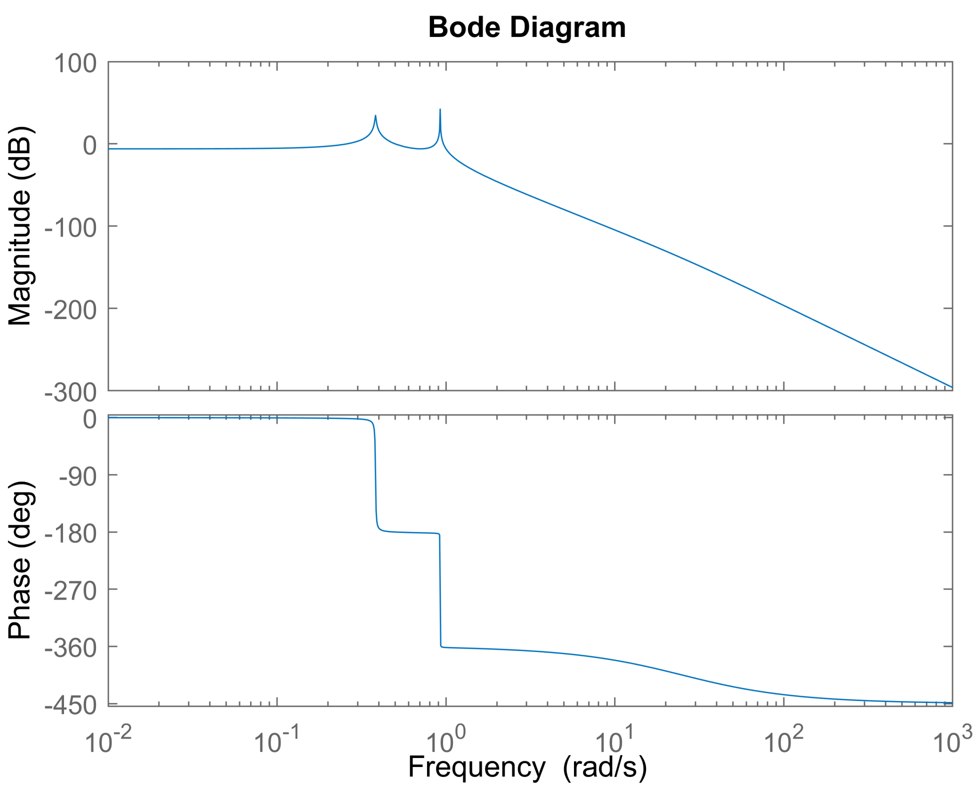
```
zita_1 =  conj_1(2)/(2*sqrt(conj_1(3)))
```

```
zita_1 = 0.0056
```

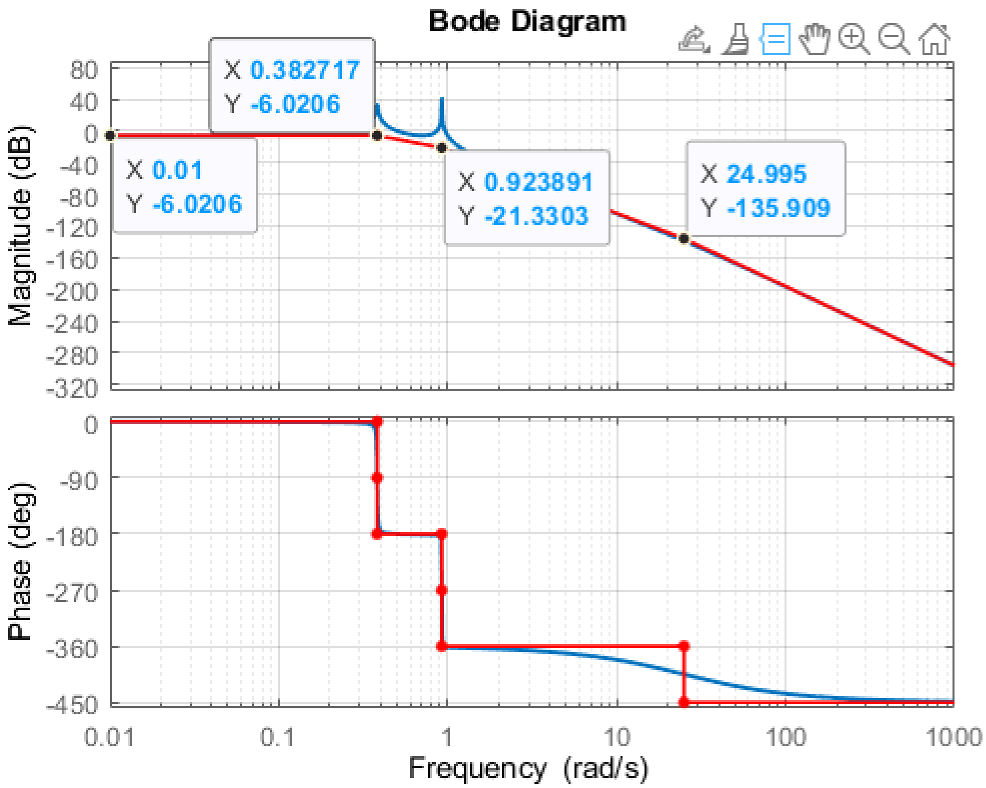
```
zita_2 =  conj_2(2)/(2*sqrt(conj_2(3)))
```

```
zita_2 = 3.9589e-04
```

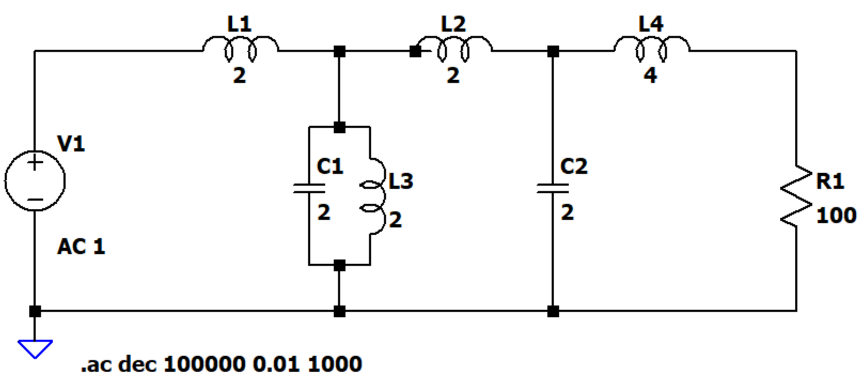
```
%diagrama de bode del sistema
bode(T_s)
```

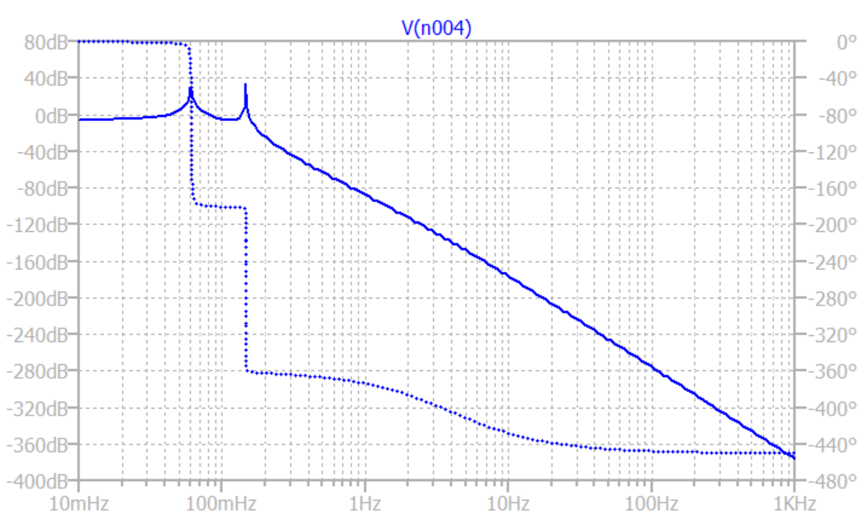


En esta grafica se puede observar todas las caracteristicas obtenidas

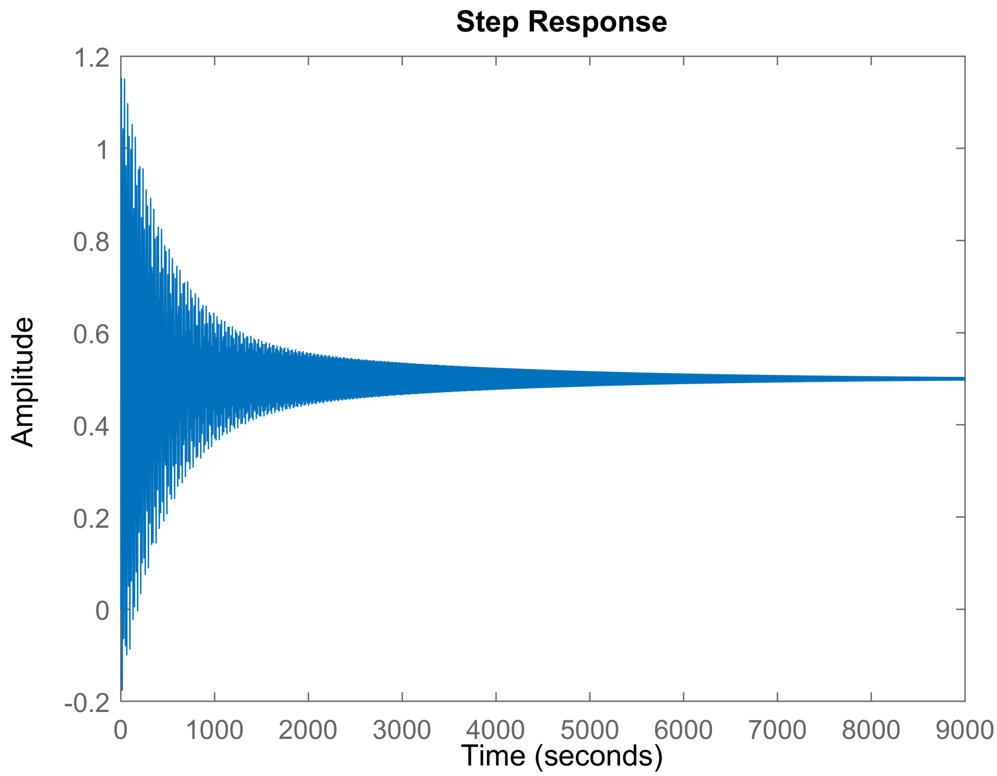

Bode Diagram
X 0.382717
Y -6.0206
X 0.01
Y -6.0206
X 0.923891
Y -21.3303
X 24.995
Y -135.909
Magnitude (dB)
Phase (deg)
Frequency (rad/s)

Simulacion


L1
2
L2
2
L4
4
V1
AC 1
C1
2
L3
2
C2
2
R1
100
.ac dec 100000 0.01 1000

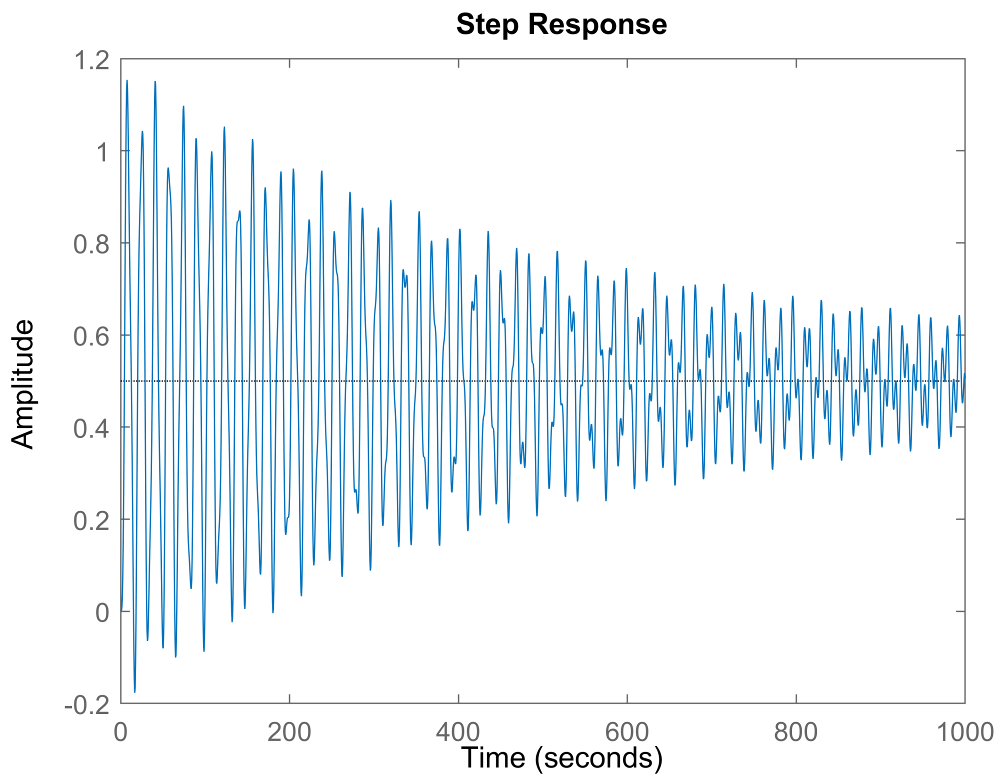

V(n004)

```
step(T_s)
```

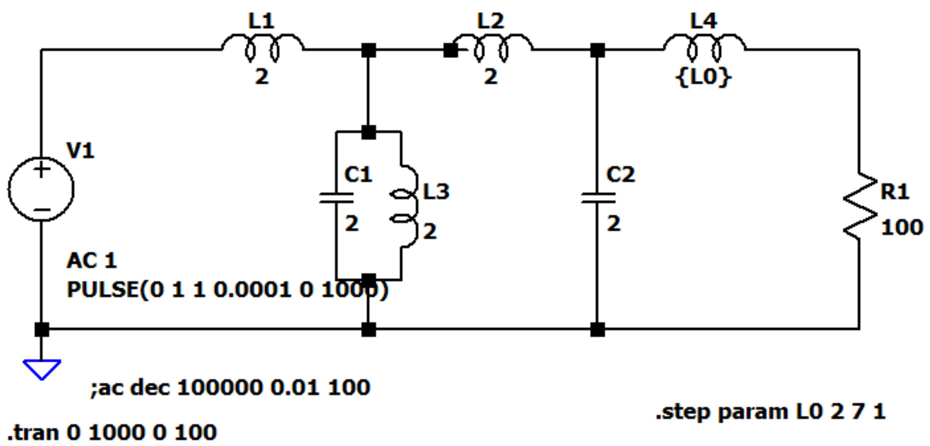


simulacion cambiando el parametro de L

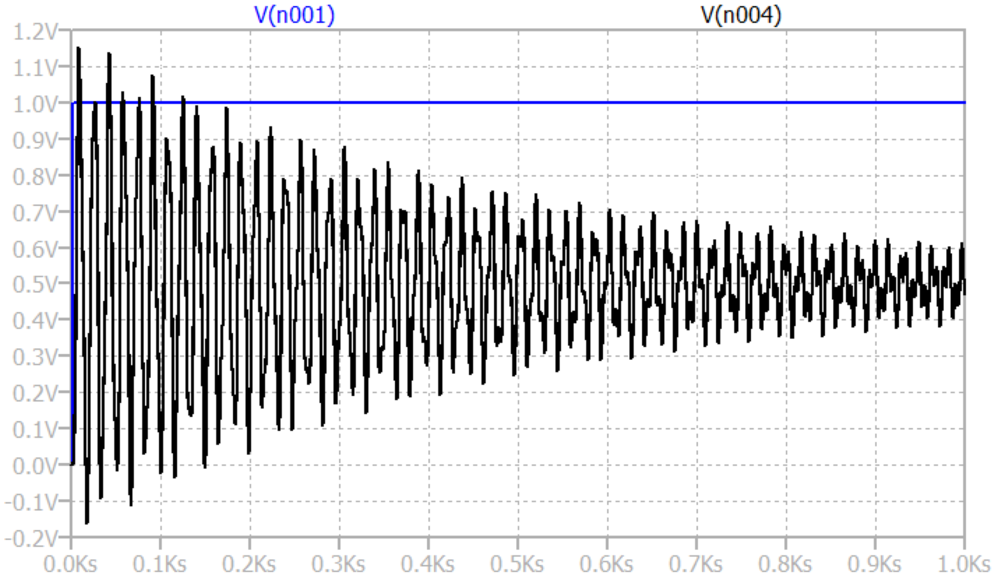
```
% en LTSPICE se puede configurar un step param para tener elementos
% variables, en el archivo de github dejo guardado el archivo de simulacion
% para que se pueda ver con mas detalle por que la variacion en 'L' no es
% muy notable

step(T_s)
axis([0,1e3,-0.2, 1.2])
```



Step Response
Amplitude
Time (seconds)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
0
200
400
600
800
1000



L1
2
L2
2
L4
{L0}
V1
C1
2
L3
2
C2
2
R1
100
AC 1
PULSE(0 1 1 0.0001 0 1000)
;ac dec 100000 0.01 100
.tran 0 1000 0 100
.step param L0 2 7 1



EJERCICIO 2

Problema 2

Para el transformador lineal mostrado, dibujar las corrientes $i_1(t)$, $i_2(t)$ cuando el voltaje de entrada es un escalón de magnitud 50 V.

$$R_1 = 20.0\Omega, \quad R_2 = 1000\Omega$$
$$L_1 = 4H, \quad L_2 = 6H, \quad M = 2H$$

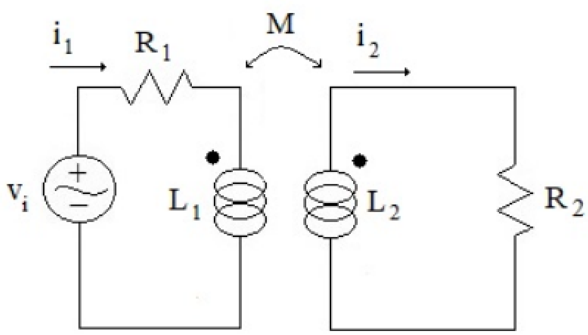


Figure: Transformador lineal.

```
% datos
syms R_1 R_2 L_1 L_2 M V_i I_1 I_2 s Vi

% el escalon con magnitud 50V convertida a laplace
V_i = 50/s;

R1 = 20;
R2 = 1000;
L1 = 4;
```

```
L2 = 6;
M1 = 2;

% mismo analisis de mallas

malla1 = Vi == (R_1 + L_1*s)*I_1 - (M*s)*I_2
```

malla1 = $\mathrm{Vi} = I_1\ (R_1 + L_1\, s) - I_2\, M\, s$

```
malla2 = 0 == -(L_2*s + R_2)*I_2 + (M*s)*I_1
```

malla2 = $0 = I_1\, M\, s - I_2\ (R_2 + L_2\, s)$

```
%matriz de mi sistema
sys2 = [malla1;malla2]
```

sys2 =

$$\begin{pmatrix} \mathrm{Vi} = I_1\ (R_1 + L_1\, s) - I_2\, M\, s \\ 0 = I_1\, M\, s - I_2\ (R_2 + L_2\, s) \end{pmatrix}$$

```
sol2 = solve(sys2,[I_1 I_2]);

%soluciones
I_1 = sol2.I_1
```

I_1 =

$$\frac{\mathrm{Vi}\ (R_2 + L_2\, s)}{R_1\, R_2 - M^2\, s^2 + L_1\, R_2\, s + L_2\, R_1\, s + L_1\, L_2\, s^2}$$

```
I_2 = sol2.I_2
```

I_2 =

$$\frac{M\, \mathrm{Vi}\, s}{R_1\, R_2 - M^2\, s^2 + L_1\, R_2\, s + L_2\, R_1\, s + L_1\, L_2\, s^2}$$

```
%sustitucion
I_1 = subs(I_1,[R_1 R_2 L_1 L_2 M Vi],[R1 R2 L1 L2 M1 V_i])
```

I_1 =

$$\frac{50\ (6\, s + 1000)}{s\ (20\, s^2 + 4120\, s + 20000)}$$

```
I_2 = subs(I_2,[R_1 R_2 L_1 L_2 M Vi],[R1 R2 L1 L2 M1 V_i])
```

I_2 =

$$\frac{100}{20\, s^2 + 4120\, s + 20000}$$

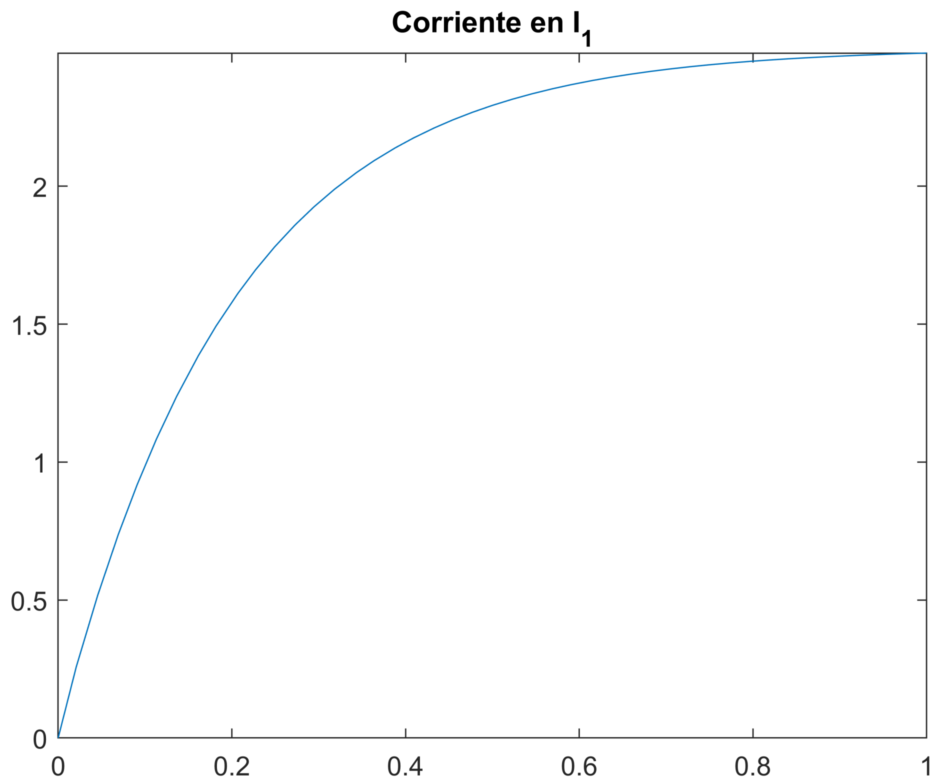
```
%tranformada inversa y respuesta
I_1t = simplify(ilaplace(I_1))
```

I_1t = $2.5000 - 2.5000\, e^{-103\,t}\, (\cosh(98.0255\, t) + 0.9895\, \sinh(98.0255\, t))$

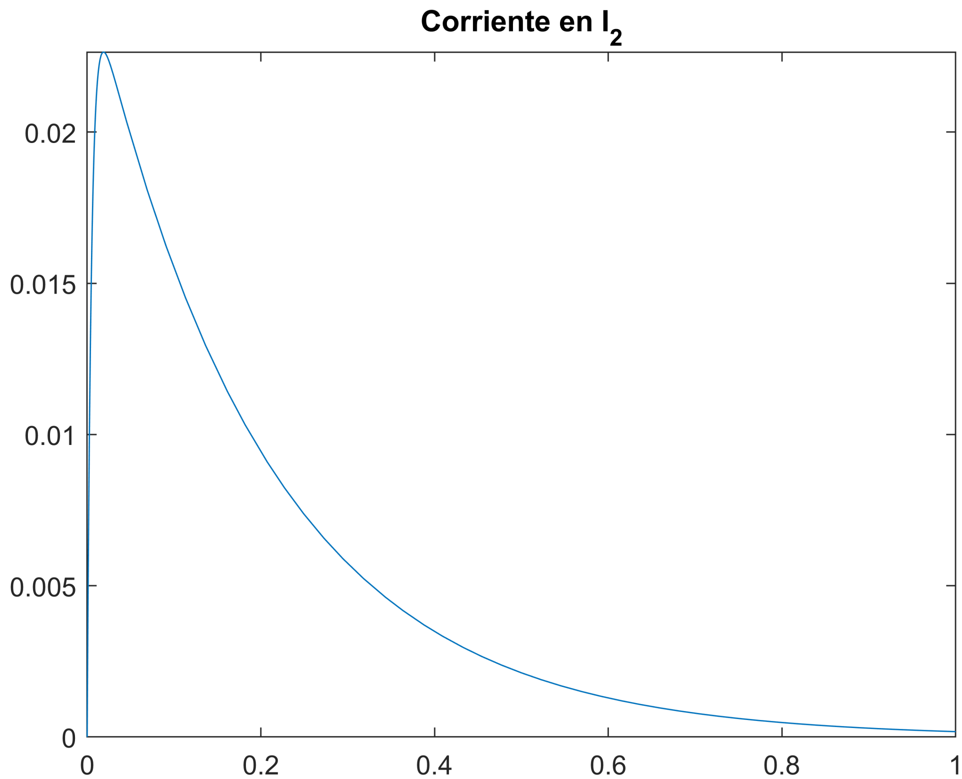
```
I_2t = simplify(ilaplace(I_2))
```

I_2t = $0.0510\, e^{-103\,t}\, \sinh(98.0255\, t)$

```


%%%respuesta al escalon
fplot(I_1t,[0 1])
title("Corriente en I_1")
```




```
fplot(I_2t,[0 1])
title("Corriente en I_2")
```



EJERCICIO 3

Problema 3

El amplificador mostrado tiene una impedancia interna de 100 $k\Omega$ y la impedancia del altavoz es 10 Ω. Calcular el cociente de espiras del transformador (relación de transformación) para máxima transferencia de potencia.

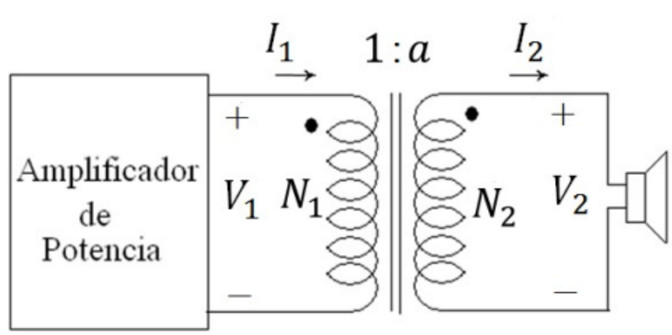


Figure: Transformador ideal con relación de trasnformación a.

Sadiku pag 464 Maxima tranferencia de potencia

Sadiku pag 594 Ejercicio similar

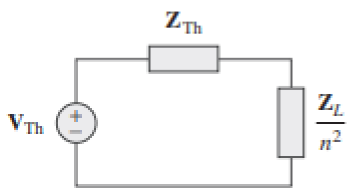
Maxima transferencia de potencia

$$p = i^2 R_L = \left(\frac{V_{\text{Th}}}{R_{\text{Th}} + R_L}\right)^2 R_L$$

esto lo que quiere decir es que si ambos sistemas tienen la misma impedancia, entonces la transferencia de potencia sera maxima

Luego:

$$Z_{\text{Th}} = \frac{Z_L}{n^2} \implies n^2 = \frac{Z_L}{Z_{\text{Th}}} = \frac{10\Omega}{100k\Omega} = \sqrt{\frac{1}{10}} = \frac{1}{100} = 0.01$$




```
function x = paralelo(n1,n2)

    x = (n1*n2)/(n1+n2);

end
```

```
function t_sym = tf2sym(H)
       [num,den] = tfdata(H);
       syms s;
       t_sym = simplify(poly2sym(cell2mat(num),s)/poly2sym(cell2mat(den),s));
end
```

```
function [ tfobj ] = sym2tf( symobj, Ts) %pasa de sym a tf    Ts es el samplin, para continuas
    % SYM2TF convert symbolic math rationals to transfer function

    if isnumeric(symobj)
        tfobj=symobj;
```

```
        return;
    end

    [n,d]=numden(symobj);
    num=sym2poly(n);
    den=sym2poly(d);

    if nargin==1
        tfobj=tf(num,den);
    else
        tfobj=tf(num,den,Ts);
    end
end
```