

**FACULDADE SATC**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

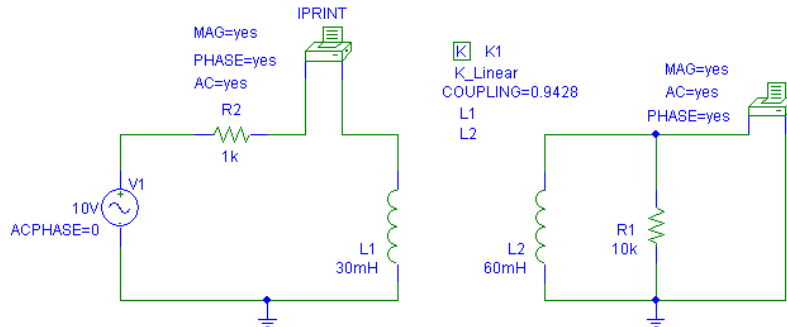
**ANDRÉ MARTINS DE OLIVEIRA**

**CIRCUITOS ELÉTRICOS II**  
**PRÁTICA LABORATORIAL**  
**INDUTANCIA MÚTUA.**

**CRICIÚMA, OUTUBRO DE 2009.**

## PRÁTICA LABORATORIAL: INDUTÂNCIA MÚTUA.

1) Simule o circuito abaixo:



a) Determine a tensão no indutor L2 para a Frequência de 63,662Hz. Faça os cálculos teóricos e compare os valores obtidos.

### • VALORES OBTIDOS (PSPICE)

Corrente no Primário:      FREQ      IM(V\_PRINT1)IP(V\_PRINT1)  
    6.366E+01    9.999E-03   -6.875E-01

Tensão no Resistor R1:      FREQ      VM(\$N\_0001,0)VP(\$N\_0001,0)  
    6.366E+01    1.600E-01    8.918E+01

### • VALORES CALCULADOS

$$j\omega L1 = j2\pi f \times L1 = j2 \cdot \pi \cdot 63,662 \cdot 30 \times 10^{-3} = j12\Omega$$

$$j\omega L2 = j24\Omega$$

$$j\omega M = j16\Omega$$

#1

$$(1000 + j12) \cdot I_1 - j16 \cdot I_2 = (10 \angle 0^\circ)$$

#2

$$-j16 \cdot I_1 + (10000 + j24) \cdot I_2 = 0$$

Corrente no Primário:       $I_1 = (9,99 \times 10^{-3} \angle -0,68^\circ)A$

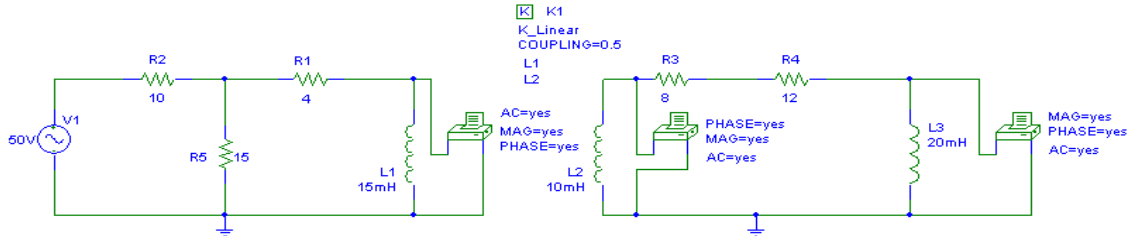
Corrente no Secundário:       $I_2 = (1,60 \times 10^{-5} \angle 89,17^\circ)A$

### • TENSÃO R1

$$V_{10K} = I_2 \cdot R_{10K} = (1,60 \times 10^{-5} \angle 89,17^\circ) \cdot 10000$$

$$V_{10K} = (0,16 \angle 89,17^\circ) \text{V}$$

2) Simule o circuito abaixo:



```
Kn_K1      K1()
L_L2       L2(1=0 2=$N_0002 )
L_L3       L3(1=$N_0003 2=0 )
L_L1       L1(1=0 2=$N_0006 )
```

Tensão no L1:       FREQ    VM(\$N\_0006,0)VP(\$N\_0006,0)  
6.366E+01  1.495E+01  5.799E+01

Tensão no L2:       FREQ    VM(\$N\_0002,0)VP(\$N\_0002,0)  
6.366E+01  5.759E+00  5.098E+01

Tensão no L3:       FREQ    VM(\$N\_0003,0)VP(\$N\_0003,0)  
6.366E+01  2.139E+00  1.192E+02

- **Coefficiente de Acoplamento 0.7**

Tensão no L1:       FREQ    VM(\$N\_0006,0)VP(\$N\_0006,0)  
6.366E+01  1.450E+01  5.687E+01

Tensão no L2:       FREQ    VM(\$N\_0002,0)VP(\$N\_0002,0)  
6.366E+01  7.979E+00  5.202E+01

Tensão no L3:       FREQ    VM(\$N\_0003,0)VP(\$N\_0003,0)  
6.366E+01  2.963E+00  1.202E+02

- **Coefficiente de Acoplamento 0.9**

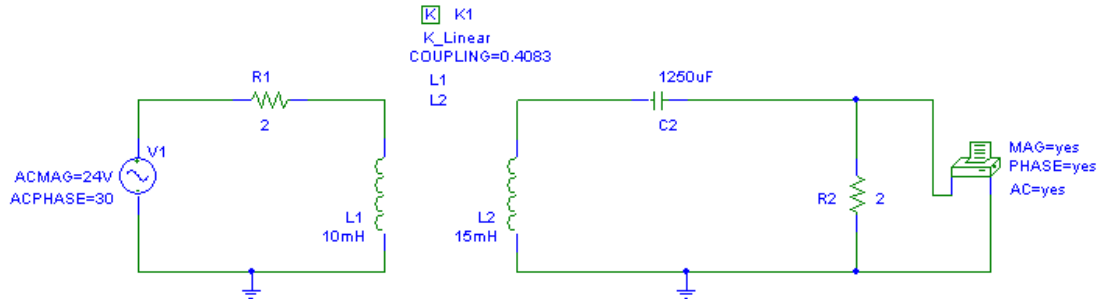
Tensão no L1:       FREQ    VM(\$N\_0006,0)VP(\$N\_0006,0)  
6.366E+01  1.395E+01  5.522E+01

Tensão no L2:       FREQ    VM(\$N\_0002,0)VP(\$N\_0002,0)  
6.366E+01  1.012E+01  5.337E+01

Tensão no L3:       FREQ    VM(\$N\_0003,0)VP(\$N\_0003,0)  
6.366E+01  3.757E+00  1.21u6E+02

Quanto maior o coeficiente de acoplamento, maior é tensão no secundário, consequentemente maior a tensão no indutor L3. O valor das tensões no primário não sofrem grandes alterações.

3) Simule o circuito abaixo:



a) Determine a tensão no resistor R2 para a frequência de 60 Hz. Faça os cálculos teóricos e compare os valores obtidos.

• **VALORES OBTIDOS (PSPICE)**

Tensão no R2:           FREQ    VM(\$N\_0001,0)VP(\$N\_0001,0)  
                           6.000E+01  5.763E+00  8.462E+00

• **VALORES TEÓRICOS**

$$M = K \cdot \text{Raiz}(L1 \cdot L2)$$

$$M = 5 \times 10^{-3} \text{H}$$

$$j\omega L1 = j \cdot 377 \cdot 10 \times 10^{-3} = j3,77\Omega$$

$$j\omega L2 = j5,86\Omega$$

$$j\omega M = j1,89\Omega$$

#1

$$(2 + j3,77) \cdot I_1 - j1,89 \cdot I_2 = (24 \angle 30^\circ)$$

#2

$$-j1,89 \cdot I_1 + (4,07 \angle 60,53^\circ) \cdot I_2 = 0$$

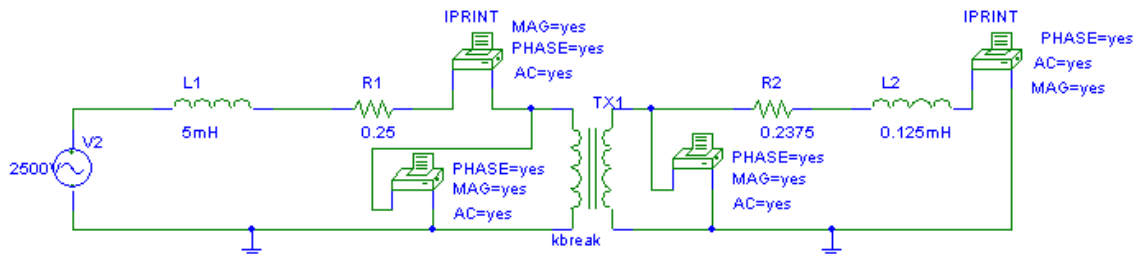
Corrente no Primário:     $I_1 = (6,21 \angle -21,03^\circ) \text{A}$   
 Corrente no Secundário:  $I_2 = (2,88 \angle 8,44^\circ) \text{A}$

• **TENSÃO R2**

$$V_{2\Omega} = I_2 \cdot R_{2\Omega} = (2,88 \angle 8,44^\circ) \cdot (2 + j0)$$

$$V_{2\Omega} = (5,76 \angle 8,44^\circ) \text{V}$$

- 4) Determine a tensão no primário e secundário do transformador para a frequência de 63,662Hz. Para o transformador, utilize  $k=1$ ,  $N_1 = 100000$  e  $N_2 = 10000$ . Faça os cálculos teóricos e compare os valores obtidos.



```

V_V2      V2(+= $N_0001 -=0)
R_R1      R1(1= $N_0003 2= $N_0002)
L_L1      L1(1= $N_0001 2= $N_0003)
R_R2      R2(1= $N_0005 2= $N_0004)
L_L2      L2(1= $N_0004 2= $N_0006)
V_PRINT7  PRINT7(1= $N_0002 2= $N_0007)

V_PRINT8  PRINT8(1= $N_0006 2=0)

K_TX1     TX1()
L1_TX1    TX1(1= $N_0007 2=0)
L2_TX1    TX1(3= $N_0005 4=0)
.ENDALIASES

```

#### • VALORES OBTIDOS (PSPICE)

Corrente Primário:	FREQ	IM(V_PRINT7)	IP(V_PRINT7)
	6.366E+01	1.000E+02	-1.626E+01
Tensão no Primário:	FREQ	VM(\$N_0007,0)	VP(\$N_0007,0)
	6.366E+01	2.427E+03	-4.372E+00
Corrente no Secundário:	FREQ	IM(V_PRINT8)	IP(V_PRINT8)
	6.366E+01	1.000E+03	-1.626E+01
Tensão no Secundário:	FREQ	VM(\$N_0005,0)	VP(\$N_0005,0)
	6.366E+01	2.427E+02	-4.372E+00

#### • VALORES TEÓRICOS

$j\omega L1: 2\Omega$   
 $j\omega L2: 50 \times 10^{-3}\Omega$

$$Z_r = Z_{\text{secundário}} \cdot (N_1 / N_2)^2$$

$$Z_r = (0,2375 + j50 \times 10^{-3}) \cdot 100$$

$$Z_r = (23,75 + j5)\Omega$$

#1

$$(0,25 + j2)I_1 + (23,75 + j5)I_1 = (2500 \angle 0^\circ)$$

$$I_1 = (2500 \angle 0^\circ) / (25 \angle 16,26^\circ)$$

$$I_1 = (100 \angle -16,26^\circ)A$$

**Corrente no Primário:  $I_1 = (100 \angle -16,26^\circ)A$**

$$V_1 = I_1 \cdot Z_r$$

$$V_1 = (100 \angle -16,26^\circ) \cdot (23,75 + j5)$$

$$V_1 = (2427 \angle -4,37^\circ)V$$

**Tensão no Primário:  $V_1 = (2427 \angle -4,37^\circ)V$**

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$I_2 = I_1 \cdot (N_2 / N_1)$$

$$I_2 = (100 \angle -16,26^\circ) \cdot (0,1)$$

$$I_2 = (1000 \angle -16,26^\circ)A$$

**Corrente no Secundário:  $I_2 = (1000 \angle -16,26^\circ)A$**

$$V_2 = I_2 \cdot Z_s$$

$$V_2 = (1000 \angle -16,26^\circ) \cdot (0,2375 + j50 \times 10^{-3})$$

$$V_2 = (242,7 \angle -4,37^\circ)V$$

**Tensão no Secundário:  $V_2 = (242,7 \angle -4,37^\circ)V$**