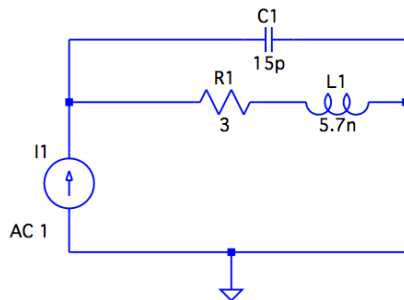


Como medir indutância em Ltspice

1) Considere circuito reativo representado na figura



- Determine a expressão da impedância de entrada do circuito.
- Determine a frequência de ressonância do circuito
- Determine o valor da indutância do circuito para uma frequência de 100Hz.
- Determine o fator de qualidade, para uma frequência de 100Hz

2) Simulação do circuito em Ltspice:

- Edite o esquemático do circuito

Para a fonte considere a seguinte caracterização:

Time Domain Function

Edit Current Source I1

style: DC Value

DC Value[A]:

Make this information visible on the schematic ☒

Small Signal Parameters (.AC)

AC Amplitude:

AC Phase[°]:

Make this information visible on the schematic ☒

- Fazer uma análise AC, selecionando

Transient **AC Analysis** DC Sweep Noise DC Transfer DC Bias Point

Compute the small signal AC behavior linearized about the circuit's DC operating point.

Nature of Sweep: Decade

Number of points per decade: 1e1

Start frequency: 1e3

Stop frequency: 1e10

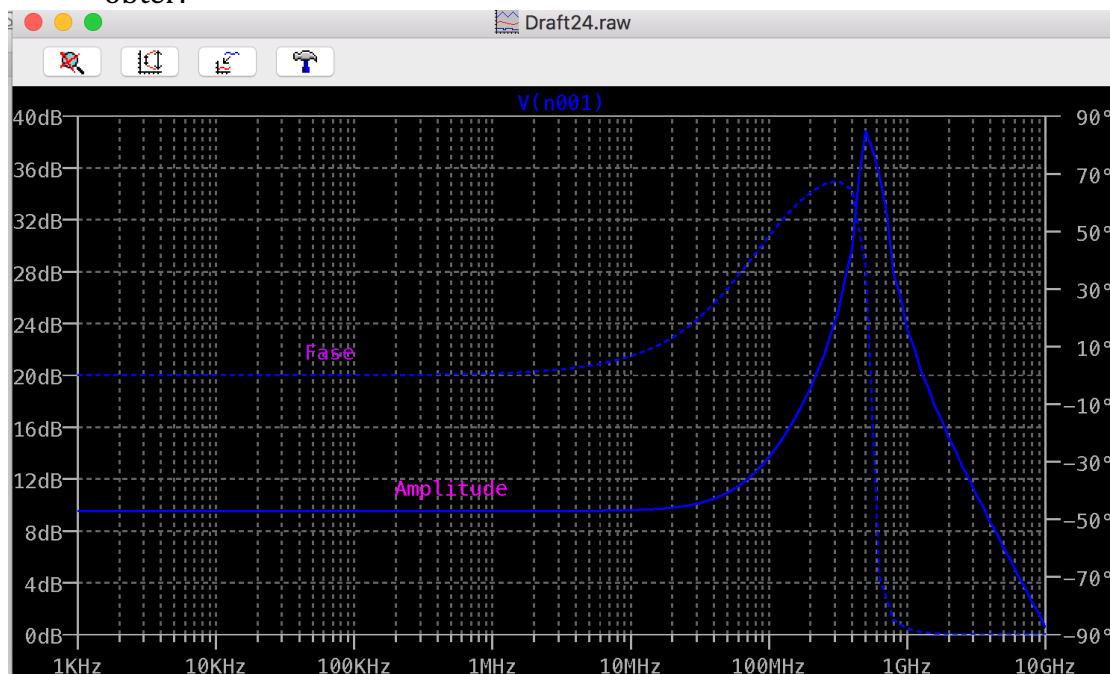
This analysis is useful for continuous-time, non-switching, circuits.

Syntax: .ac <oct, dec, lin> <Npoints> <StartFreq> <EndFreq>

.ac dec 1e1 1e3 1e10

Cancel OK

c) Obter o gráfico da tensão aos terminais da fonte de corrente, devendo obter:



Este gráfico constitui o diagrama de Bode da tensão aos terminais da fonte de corrente.

Sendo $v_i(f) = Z(f) \cdot i(f)$, uma vez que consideramos uma fonte de corrente unitária, concluímos que o gráfico que obtivemos, corresponde ao gráfico da impedância do circuito.

Analisando o gráfico verificamos que existe uma gama inicial de frequências para a qual a fase é positiva, i.e., o circuito tem um comportamento indutivo. E existe uma gama de frequências elevadas, para as quais o circuito tem um comportamento capacitivo.

Concluímos igualmente que existe uma frequência de ressonância por volta dos 500 MHz o circuito.

- d) Vamos agora analisar o comportamento do circuito, para baixas frequências, i.e. para frequências inferiores à frequência de ressonância. Considerando a expressão genérica para a impedância de um circuito indutivo dada por

$$\bar{Z}_i = R1 + j\omega.L0$$

- e) Para obtermos os gráficos da resistência, i.e. $R1 = \text{Real}\{\bar{Z}_{in}\}$, da indutância, i.e., $L0 = \text{Imag}\{\bar{Z}_{in}\}/\omega$, e do factor de qualidade, i.e., $Q = \text{Imag}\{\bar{Z}_{in}\}/\text{Real}\{\bar{Z}_{in}\}$, deve-se proceder segundo os passos seguintes:
- i) “add plot” e depois “add trace”

Compose Expressions to Plot

Only list data matching this pattern:

☒ Asterisks match colons

Available Data					
frequency	V(n001)	V(n002)	I(C1)	I(L1)	I(I1)
I(R1)					

Expression(s) to Add to Plot

re(V(n001))

Cancel OK

E devemos mudar o eixo vertical para “linear”

Left Vertical Axis Manual Plot Limits

Axis Range

Top: 10V

Tick: 0.2V

Bottom: 0V

Auto

Representation

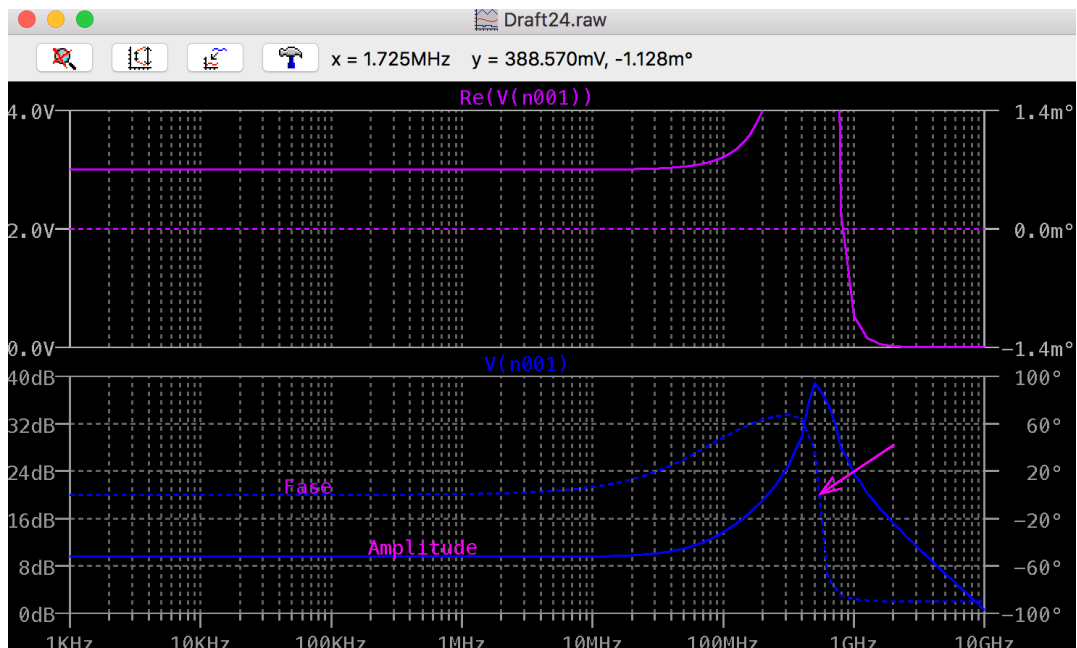
Bode

☒ Linear

☐ Logarithmic

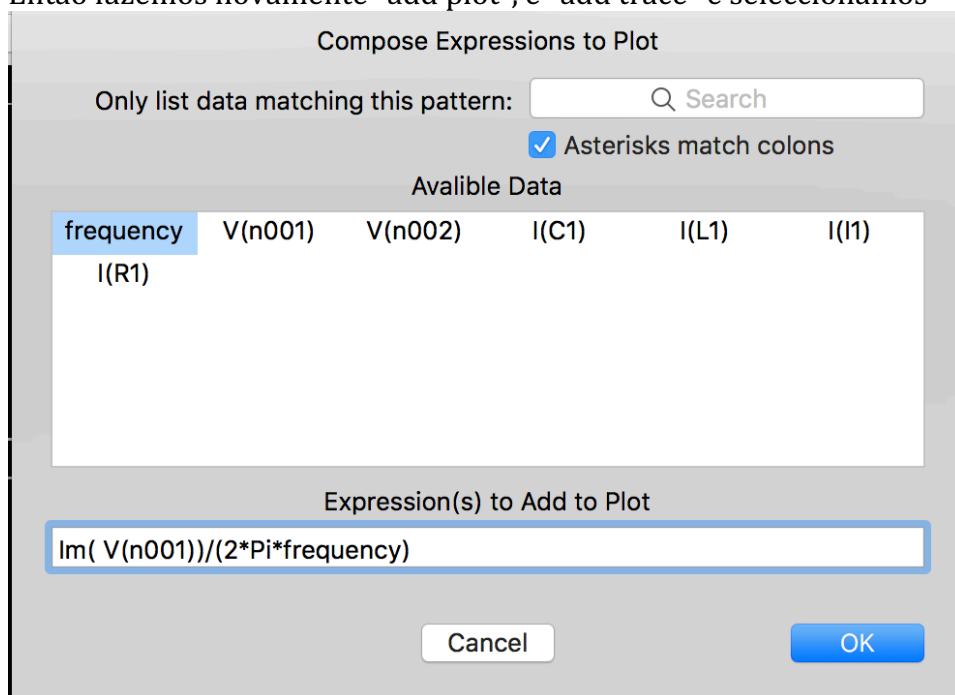
☐ Decibel

Cancel Don't Plot Magnitude OK

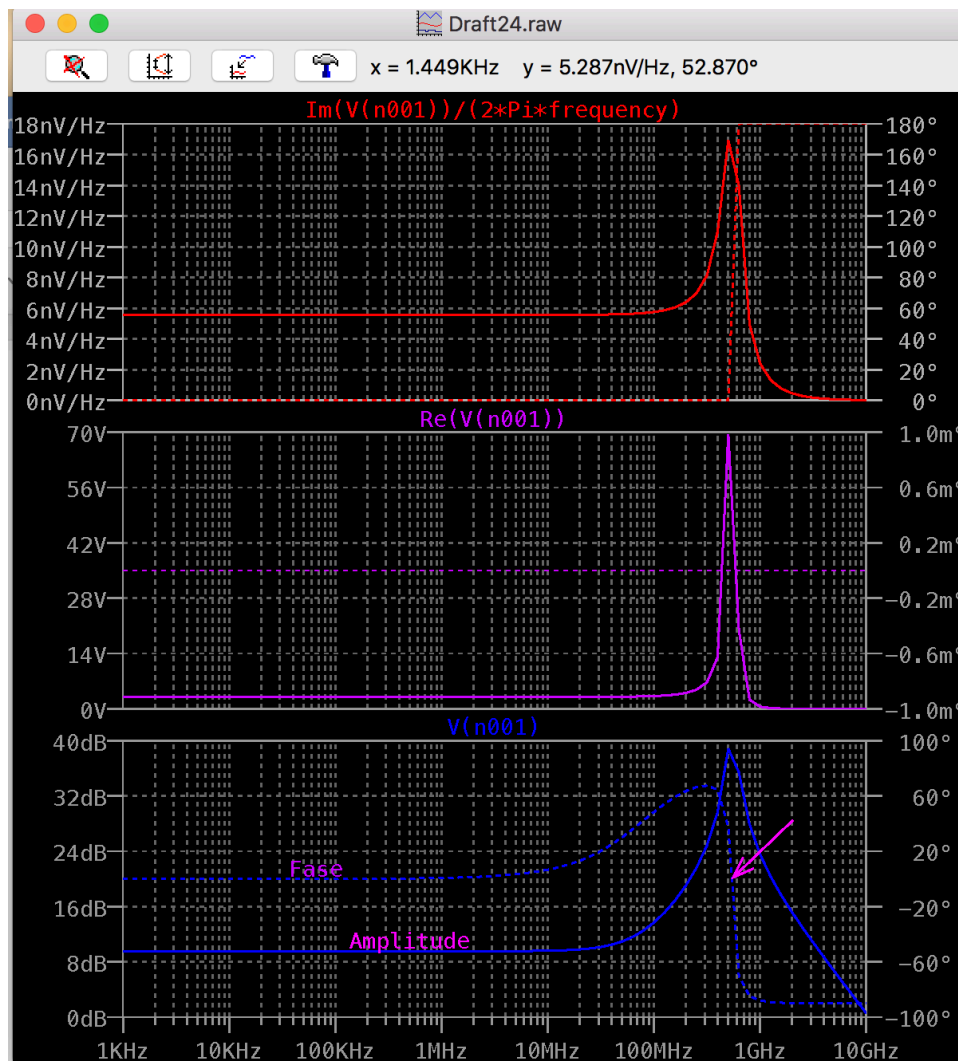


Obtendo-se para baixas frequências uma parte real da impedância de 3, que corresponde ao valor da resistência, R1.

- f) Para obter o valor da indutância equivalente, basta dividir a parte imaginária da impedância, por $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$. Então fazemos novamente “add plot”, e “add trace” e seleccionamos



E obtemos:



3) Matlab

- Implemente uma função em Matlab que permita obter a impedância de entrada do circuito, tendo como parâmetros de entrada o valor da frequência, f , e dos componentes R, L e C. **Sugestão: implemente e invoque uma função que devolva a impedância do paralelo de duas impedâncias.**
- Usando a função implementada em a), obtenha o gráfico do valor da indutância em função da frequência (eixo do X logarítmico e a variar entre 1KZ e 10GHz).
- Determine o valor da frequência de ressonância.