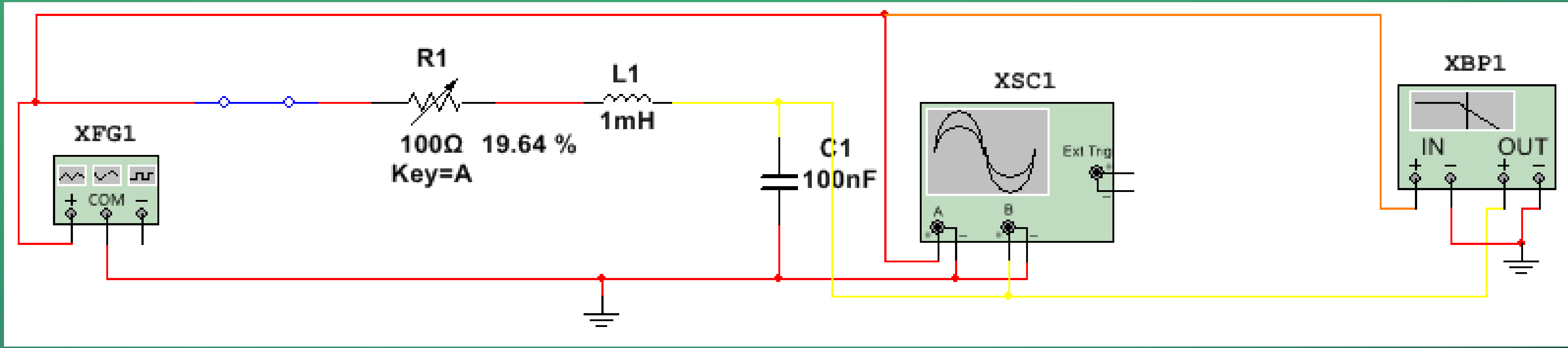
Electrónica

EXPLICACIÓN DIAGRAMA DE BODE RLC

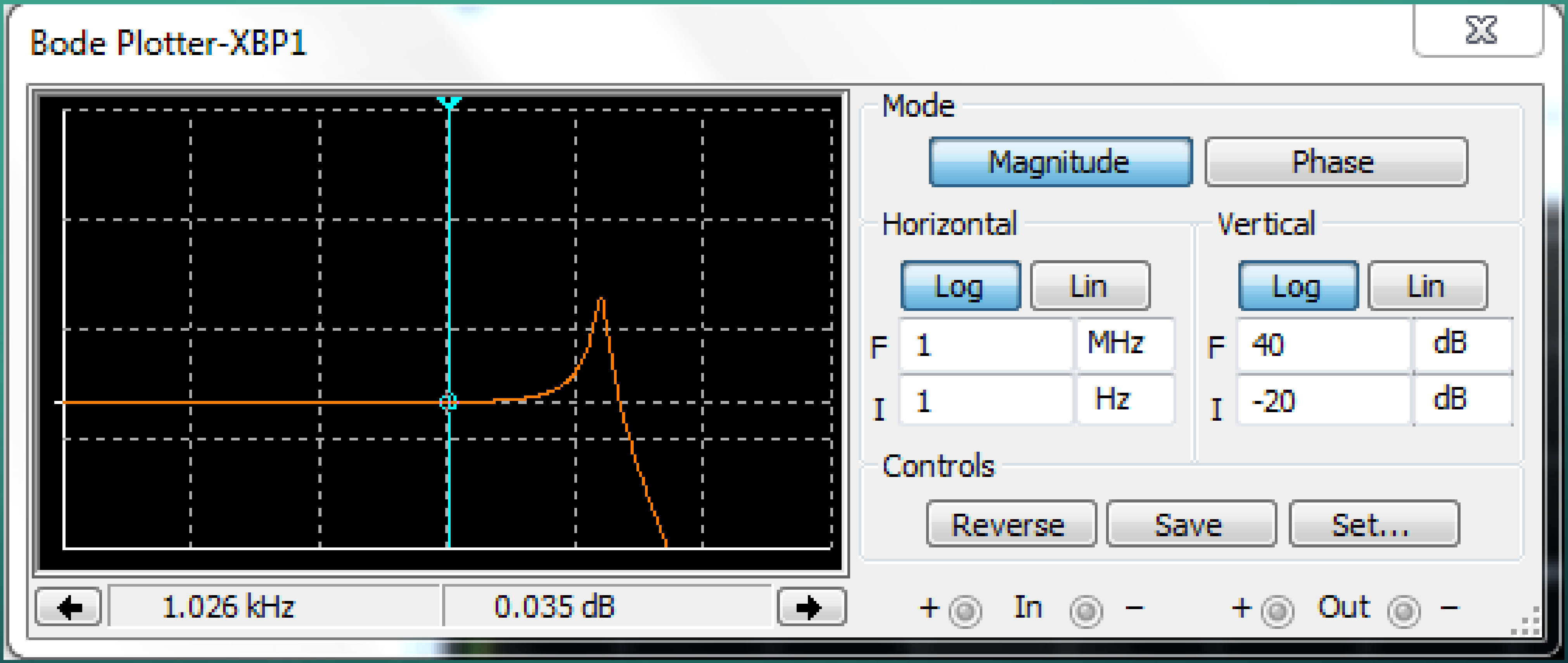
CURSO 2024

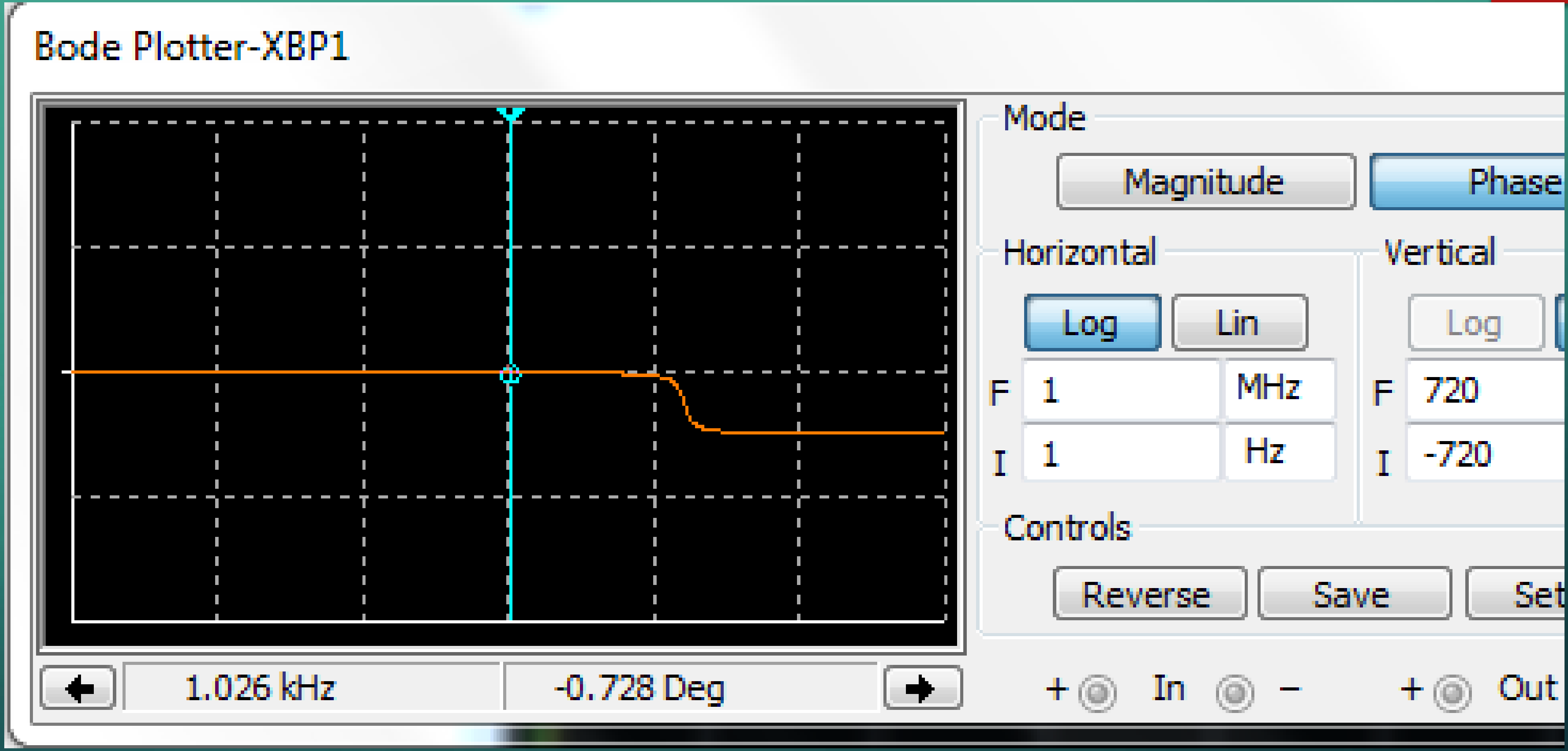
PROF. JORGE RUNCO

- Calculamos la magnitud y fase del diagrama de Bode para tres frecuencias distintas. Por debajo de la resonancia, f cercana a la resonancia y por encima de l resonancia.



Circuito utilizado


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 1 MHz
I 1 Hz
Vertical
Log
Lin
F 40 dB
I -20 dB
Controls
Reverse
Save
Set...
1.026 kHz
0.035 dB
+ In −
+ Out −



Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 1 MHz
I 1 Hz
Vertical
Log
F 720
I -720
Controls
Reverse
Save
Set
1.026 kHz
-0.728 Deg
+ In −
+ Out

f = 1026 Hz

$$Z = R + X_L + X_c = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C} =$$

$$= 19{,}6 + \mathrm{j}2\pi \times 1 \times 10^{-3} \times 1026 \; - \; \frac{1}{2\pi \times 1026 \times 100 \; x \; 10^{-9}} =$$

$$= 19{,}6 + j6{,}44 \; - j\;1551{,}21 = 19{,}6 \; - j1544{,}77$$

$$I = \frac{V_i}{Z} = \frac{1\;e^{j0}}{\sqrt{(19{,}2)^2 + (1544{,}77)^2}\;\; e^{-j89{,}3}}$$

$$V_O = I\;X_c = \frac{e^{j89{,}3}}{1554{,}89}\;1551{,}21 e^{-j90} \;\cong 1{,}0041\; e^{-j0{,}7}$$

$$20\log\frac{V_o}{V_i} = 20\log\frac{1{,}0041}{1} \;\cong 0{,}0354\; dB$$

$$\emptyset = \; -0{,}7^o$$

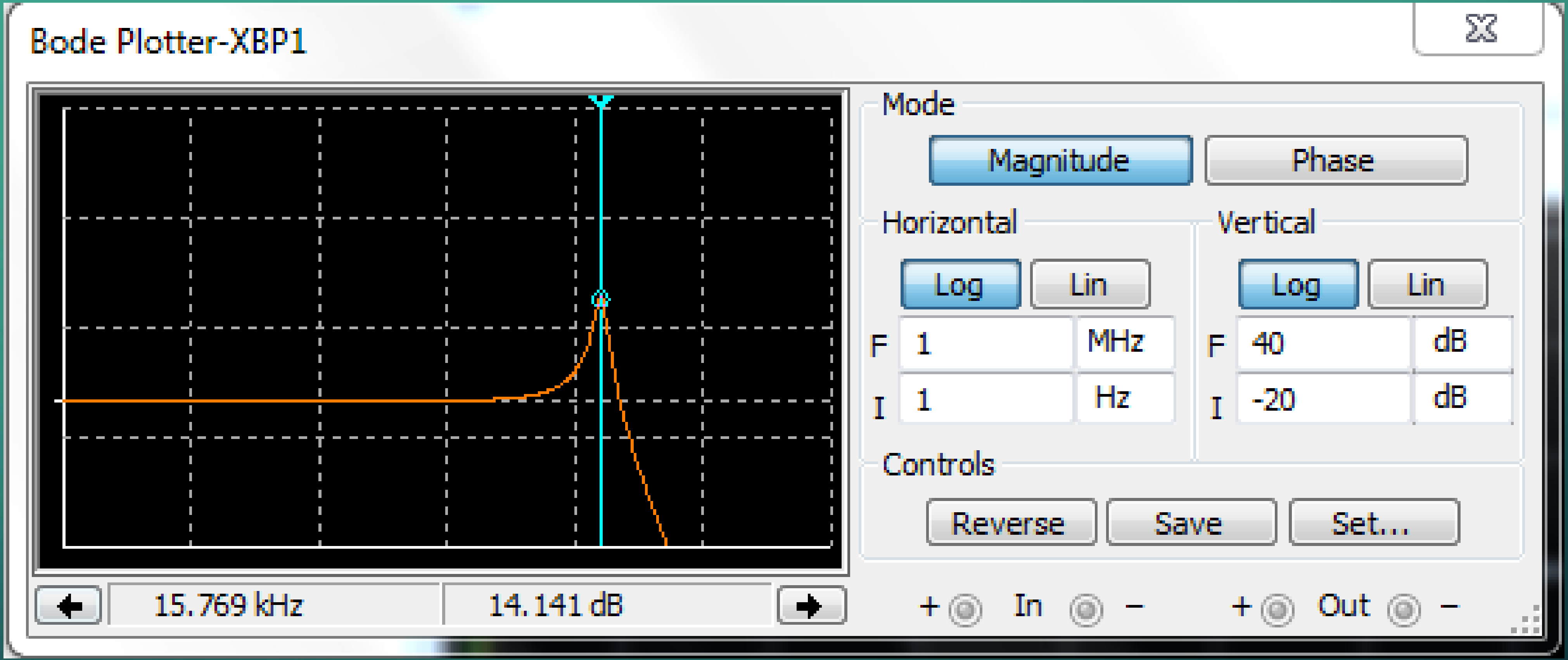
f = 1026 Hz

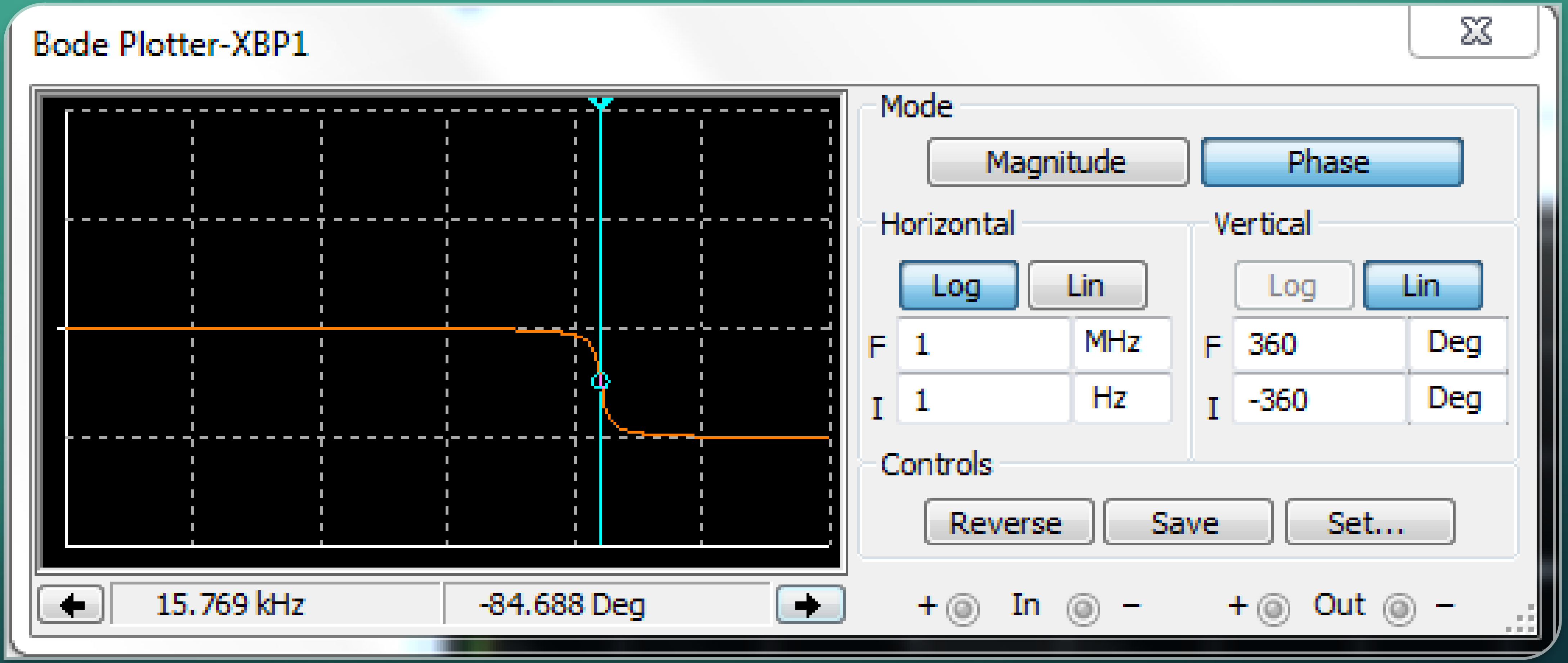
A esta f en el circuito predomina el efecto capacitivo (observar el valor de Xc respecto de X_L y R), por eso la corriente I adelanta a la tensión V_i .

$$I = \frac{e^{j89,3}}{1554,89}$$

$$V_i = 1\, e^{j0}$$

$$V_O = I\, X_c = \frac{e^{j89,3}}{1554,89}\, 1551,21 e^{-j90} \cong 1,0041\, e^{-j0,7}$$


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 1 MHz
I 1 Hz
Vertical
Log
Lin
F 40 dB
I -20 dB
Controls
Reverse
Save
Set...
15.769 kHz
14.141 dB
+ In −
+ Out −


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 1 MHz
I 1 Hz
Vertical
Log
Lin
F 360 Deg
I -360 Deg
Controls
Reverse
Save
Set...
15.769 kHz
-84.688 Deg
+ In −
+ Out −

f = 15.769 Hz

$$Z = R + X_L + X_c = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C} =$$

$$= 19{,}6 + \mathrm{j}2\pi \times 1 \times 10^{-3} \times 15769 \; - \; \frac{1}{2\pi \times 15769 \times 100\ x\ 10^{-9}} =$$

$$= 19{,}6 + j99{,}08 \; - j\,100{,}92 = 19{,}6 \; - j1{,}84$$

$$I = \frac{V_i}{Z} = \frac{1\,e^{j0}}{\sqrt{(19{,}6)^2 + (1{,}84)^2}\;\; e^{-j5{,}36}} \cong \frac{1\,e^{+j5{,}36}}{19{,}68}$$

$$V_O = I\,X_c = \frac{e^{+j5{,}36}}{19{,}68}\; 100{,}92 e^{-j90} \; \cong 5{,}128\,e^{-j84{,}64}$$

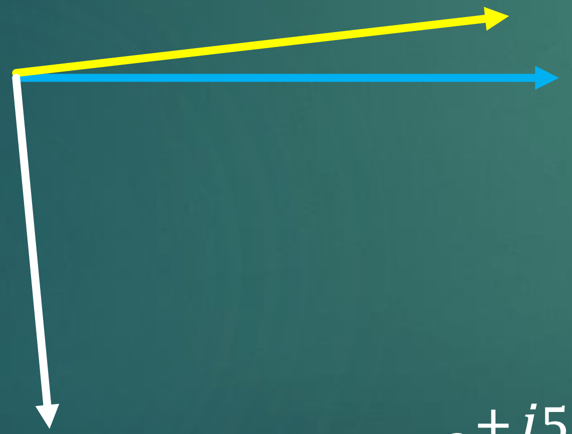
$$20\log\frac{V_o}{V_i} = 20\log\frac{5{,}128}{1} \; \cong 14{,}19\,dB$$

$$\emptyset = \; -84{,}64^o$$

f = 15.769 Hz

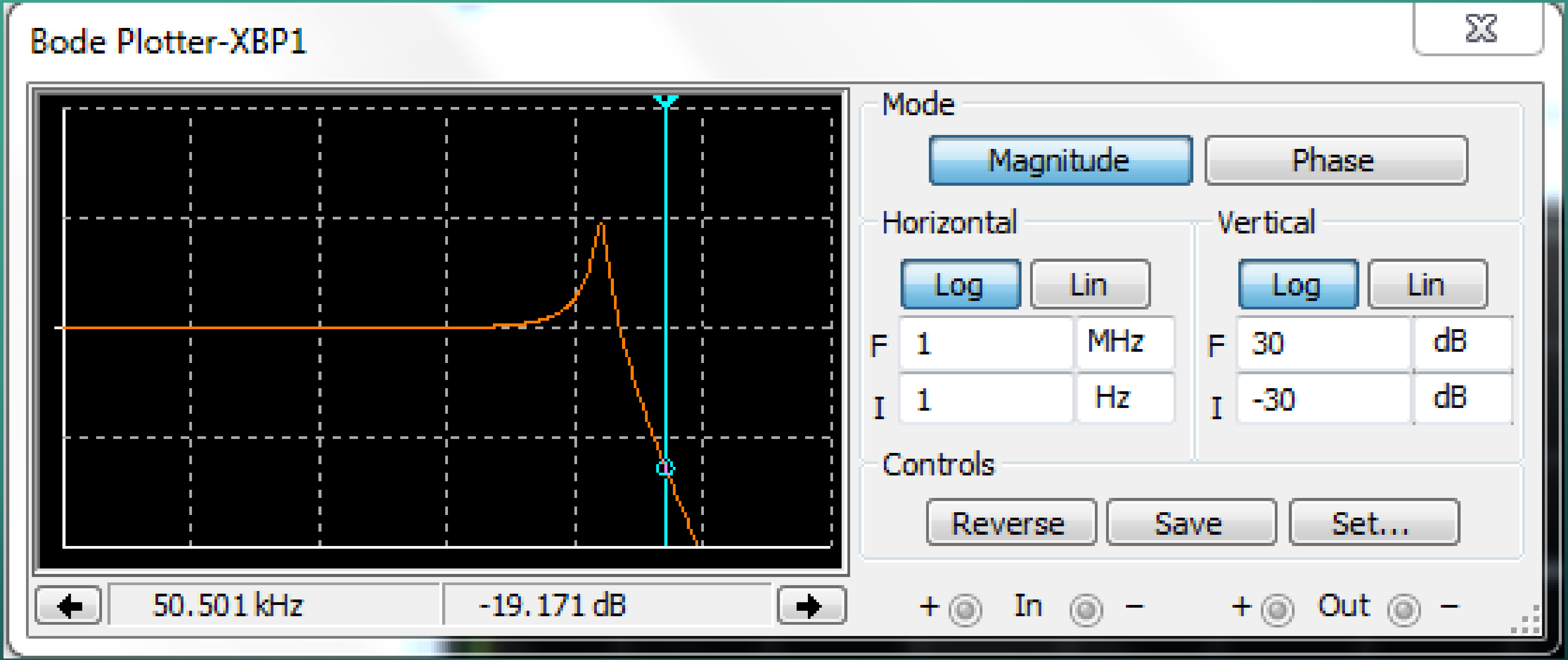
La frecuencia es cercana a la resonancia ($w_n = 1/(LC)^{1/2}$).
Como se puede observar la tensión de entrada V_i está casi en fase con la corriente I (circuito puramente resistivo)

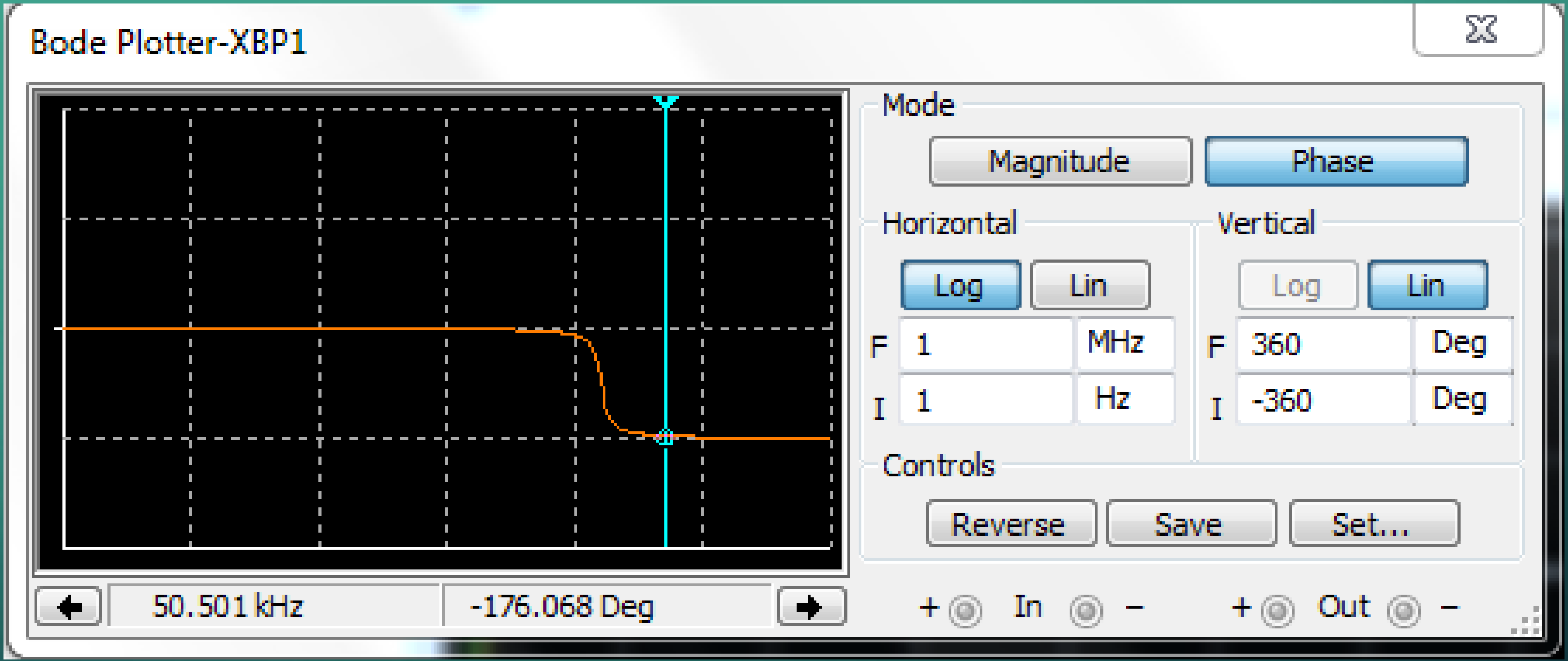
$$I \cong \frac{1\, e^{+j5{,}36}}{19{,}68}$$



$$V_i = 1\, e^{j0}$$

$$V_O = I\, X_c = \frac{e^{+j5{,}36}}{19{,}68}\, 100{,}92 e^{-j90} \cong 5{,}128\, e^{-j84{,}64}$$


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Vertical
Log
Lin
Log
Lin
F 1 MHz
I 1 Hz
F 30 dB
I -30 dB
Controls
Reverse
Save
Set...
50.501 kHz
-19.171 dB
+ In −
+ Out −


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F
1
MHz
I
1
Hz
Vertical
Log
Lin
F
360
Deg
I
-360
Deg
Controls
Reverse
Save
Set...
50.501 kHz
-176.068 Deg
+
In
−
+
Out
−

$f = 50.501$ Hz

$$Z = R + X_L + X_c = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C} =$$

$$= 19{,}6 + j2\pi \times 1 \times 10^{-3} \times 50501 \; - \; \frac{1}{2\pi \times 50501 \times 100 \; x \; 10^{-9}} =$$

$$= 19{,}6 + j317{,}31 \; - j \; 31{,}51 = 19{,}6 + j285{,}8$$

$$I = \frac{V_i}{Z} = \frac{1\, e^{j0}}{\sqrt{(19{,}6)^2 + (285{,}8)^2}\;\; e^{+86{,}07}} \cong \frac{1\, e^{-j86{,}07}}{286{,}47}$$

$$V_O = I\, X_c = \frac{e^{-j86{,}07}}{286{,}47}\; 31{,}51\, e^{-j90} \;\; \cong 0{,}11\, e^{-j176{,}07}$$

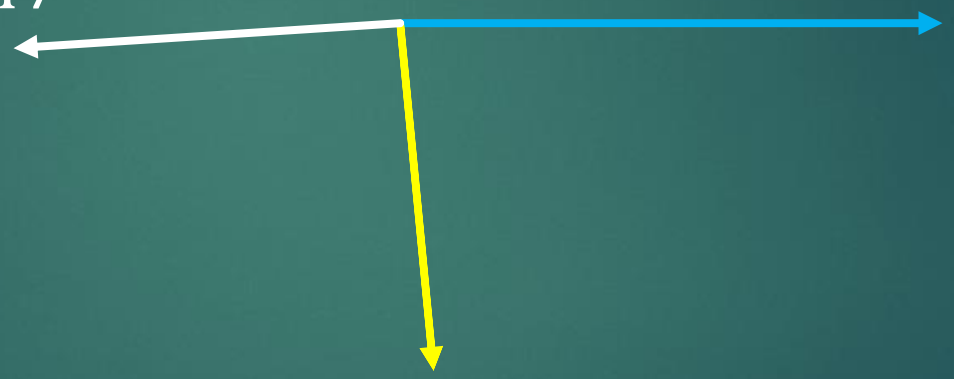
$$20 \log \frac{V_o}{V_i} = 20 \log \frac{0{,}11}{1} \;\cong -\; 19{,}72\; dB$$

$$\emptyset = \; -176{,}07^{o}$$

$f = 50.501$ Hz

A esta f en el circuito predomina el efecto inductivo (observar el valor de X_L respecto de X_C y R), por eso la corriente I atrasa a la tensión V_i .

$$V_O = I\,X_c = \frac{e^{-j86,07}}{286,47}\,31,51\,e^{-j90} \cong 0,11\,e^{-j176,07}$$



$$V_i = 1\,e^{j0}$$

$$I \cong \frac{1\,e^{-j86,07}}{286,47}$$

- Para baja f el circuito se comporta como capacitivo.
- Para f de resonancia es resistivo.
- Para f por encima de la resonancia el comportamiento es inductivo.
- Si bien la línea no es de parámetros concentrados podemos usar las mismas ideas (en cuanto a su comportamiento, ej. capacitivo) para entender el porque de la forma del diagrama de Bode.