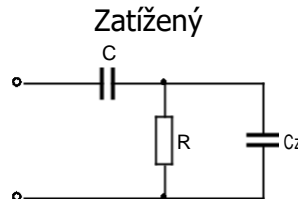
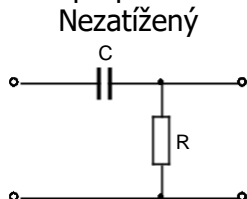




Jméno a příjmení:	Třída:	Skupina:
LABORATORNÍ CVIČENÍ Z ELEKTROTECHNICKÝCH MĚŘENÍ		
Název úlohy: Měření horní propusti, dolní propusti, pásmové zadržky a pásmové propusti na systému RC2000		Č. úlohy:
Zkoušený předmět: Integrační člen, derivační člen, Wienův článek, T-článek		
Datum měření:	Počet stran:	
Datum odevzdání:	Počet grafických příloh:	
Podpis žáka:	Klasifikace:	
Zadání, schéma, měřicí přístroje, rozbor úlohy, postup měření, zpracování měření, hodnocení výsledků		
<p>ZADÁNÍ</p> <p>Změřte charakteristiku:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Derivační RC článek 2) Derivační RC článek zatížený kondenzátorem 3) Integrační článek 4) Integrační článek zatížený rezistorem 5) Wienův článek 6) Přemostěný T článek s $n=1$ 7) Zatížený T článek s $n=9$ <p>U každého článku odečtete mezní kmitočet, u pásmových propustí resp. zadržky šířku pásma a střední kmitočet. Zjištěné hodnoty ověřte početně.</p> <p>ROZBOR:</p> <p>Všechny měřené články jsou dvojbrany. Nejdůležitější vlastností dvojbranu je jeho napěťový přenos, který značíme A_u. Vypočítáme ho jako poměr vstupního a výstupního napětí, tedy</p> $A_u = \frac{U_2}{U_1}$ <p>kde U_2 je výstupní napětí a U_1 vstupní.</p> <p>Přenos je číslo závislé na kmitočtu a můžeme ho tedy vyjádřit v komplexním tvaru:</p> <ul style="list-style-type: none"> - složkovém $A = Re + j Im$ <p>Hodnoty reálné a imaginární části můžeme vypočítat z exponenciálního tvaru:</p> $Re = A \cos$ $Im = A \sin$ - exponenciálním $A = A e^{j \varphi}$ <p>Jeho absolutní hodnotu a fázi vypočítáme z následujících vztahů:</p> $A = \sqrt{Re^2 + Im^2}$ $\varphi = \arcsin \frac{Im}{ A }$ <p>Představu o chování článku ve střídavých obvodech získáme nejlépe z grafického znázornění kmitočtové závislosti přenosu.</p> <p>Používají se dva různé způsoby:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dvojice frekvenčních charakteristik – logaritmická amplitudová frekvenční charakteristika a logaritmická fázová frekvenční charakteristika. - Fázorová a komplexní charakteristika 		

Derivační RC článek

Článek je horní propust'.



Obecný vztah pro výpočet přenosu a mezní frekvence u nezatíženého článku:

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R}{R + X_C} = \frac{R}{R + \frac{1}{jC}} = \frac{jCR}{1 + jCR} = \underline{\underline{\frac{j}{1 + j}}}$$

$$f_M = \frac{1}{2RC}$$

Obecný vztah pro výpočet přenosu a mezní frekvence u zatíženého článku:

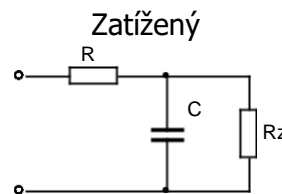
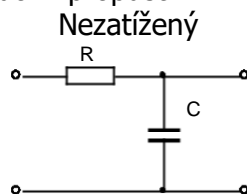
$$Z_2 = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{X_{Cz}}} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{jCz}}$$

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_2}{X_C + Z_2}$$

$$f_M = \frac{1}{2RCz}$$

Integrační RC článek

Článek je dolní propust'.



Obecný vztah pro výpočet přenosu a mezní frekvence nezatíženého článku:

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{X_C}{R + X_C} = \frac{\frac{1}{jC}}{R + \frac{1}{jC}} = \frac{1}{1 + jCR} = \underline{\underline{\frac{1}{1 + j}}}$$

$$f_M = \frac{1}{2RC}$$

Obecný vztah pro výpočet přenosu a mezní frekvence zatíženého článku:

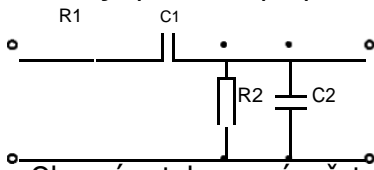
$$Z_2 = \frac{1}{\frac{1}{Rz} + \frac{1}{X_C}} = \frac{1}{\frac{1}{Rz} + \frac{1}{jC}}$$

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_2}{R + Z_2}$$

$$f_M = \frac{1}{2(R + R_{z1}) \cdot C}$$

Wienův článek

Článek je pásmová propust'



Obecný vztah pro výpočet přenosu a střední frekvence:

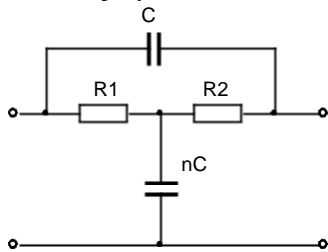
$$Z_1 = R_1 \quad X_{C1} = \frac{1}{jC} \quad Z_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{X_{C2}}} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + jC}$$

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{1}{1 + jC R_2}$$

$$f_{STR} = \frac{1}{2C_1 C_2 R_1 R_2}$$

T-článek

Článek je pásmová zadrž



Je možné vyměnit navzájem rezistory a kondenzátory tak, že kondenzátory budou poté stejné a horní rezistor bude $n \cdot R$ spodního rezistoru.

Obecný vztah pro výpočet střední frekvence

$$f_{STR} = \frac{n}{2RC}$$

NAMĚŘENÉ A VYPOČÍTANÉ HODNOTY:

1) Derivační RC

článek $R = 10\text{k}\Omega$

$C = 10\text{nF}$

Naměřená mezní frekvence $f_M =$

1594Hz Výpočet mezní frekvence:

$$f_M = \frac{1}{2RC} = \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-9}} = 1591\text{Hz}$$

Charakteristiky viz. Graf. příloha 1

2) Derivační RC článek zatížený

kondenzátorem $R = 10\text{k}\Omega$

$C = 100\text{nF}$

$C_Z = 100\text{nF}$

Naměřená mezní frekvence $f_M =$

80Hz Výpočet mezní frekvence:

$$f_M = \frac{1}{2RC C_Z} = \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 10^{-9} \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 79\text{Hz}$$

Charakteristiky viz. Graf. příloha 2

3) Integrační

článek $R = 10\text{k}\Omega$

$C = 100\text{nF}$

Naměřená mezní frekvence $f_M =$

157Hz Výpočet mezní frekvence:

$$f_M = \frac{1}{2RC} = \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 159\text{Hz}$$

Charakteristiky viz. Graf. příloha 3

4) Integrační článek zatížený rezistorem

$R = 10\text{k}\Omega$

$C = 100\text{nF}$

$R_Z = 10\text{k}\Omega$

Naměřená mezní frekvence $f_M = 316\text{Hz}$

Výpočet mezní frekvence:

$$f_M = \frac{1}{2R^{-1} R_Z^{-1} \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 318\text{Hz}$$

Charakteristiky viz. Graf. příloha 4

5) Wienův článek

$C = 100\text{nF}$

$R = 10\text{k}\Omega$

Naměřená střední kmitočet $f_{STR} = 157\text{Hz}$

Výpočet středního kmitočtu:

$$f_{STR} = \frac{1}{2 C_1 C_2 R_1 R_2} = \frac{1}{2 \cdot 100 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^3} = 159\text{Hz}$$

$f_{ML} = 49\text{Hz}$

... Mezní kmitočet zleva

$f_{MR} = 532\text{Hz}$

... Mezní kmitočet zprava

$\Delta f = 483\text{Hz}$

... Šířka pásma

Charakteristiky viz. Graf. příloha 5

6) Přemostěný T článek s

$$n=1 \quad R = 10\text{k}\Omega$$

$$C = 100\text{nF}$$

$$n = 1$$

$$\text{Naměřený střední kmitočet } f_{\text{STR}} = 157\text{Hz}$$

Výpočet středního kmitočtu:

$$f_{\text{STR}} = \frac{n}{2} \frac{1}{R \cdot nC} = \frac{1}{2} \frac{1}{10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{159\text{Hz}}}$$

$$f_{\text{ML}} = 96\text{Hz}$$

$$f_{\text{MR}} = 264\text{Hz}$$

$$\Delta f = 168\text{Hz}$$

Charakteristiky viz. Graf. Příloha 6

7) Zatížený T článek s

$$n=9 \quad R = 10\text{k}\Omega$$

$$C = 11\text{nF}$$

$$n = 9$$

$$\text{Naměřená střední hodnota } f_{\text{STR}} = 486\text{Hz}$$

Výpočet střední hodnoty:

$$f_{\text{STR}} = \frac{n}{2} \frac{1}{R \cdot nC} = \frac{9}{2} \frac{1}{10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{477\text{Hz}}}$$

$$f_{\text{ML}} = 123\text{Hz}$$

$$f_{\text{MR}} = 1840\text{Hz}$$

$$\Delta f = 1717\text{Hz}$$

Charakteristiky viz. Graf. Příloha 7

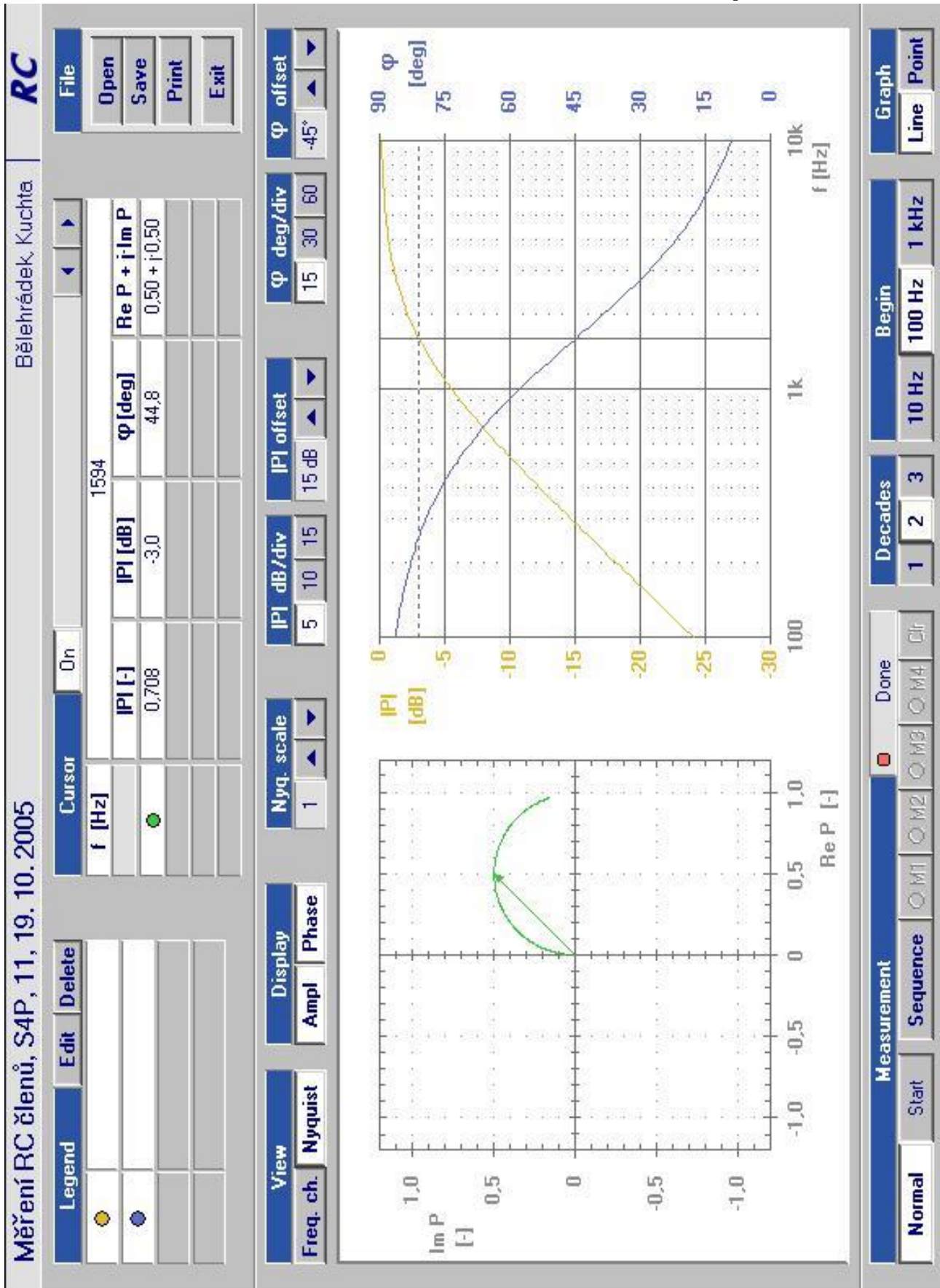
ZÁVĚR

U všech výpočtem kontrolovaných kmitočtů vyšla odchylka do 10Hz, což ukazuje na docela velkou přesnost systému RC2000. Tato odchylka může být způsobena např. nekvalitními součástkami, parazitní kapacitou, chybou při přenosu signálu, špatnými kontakty, ...

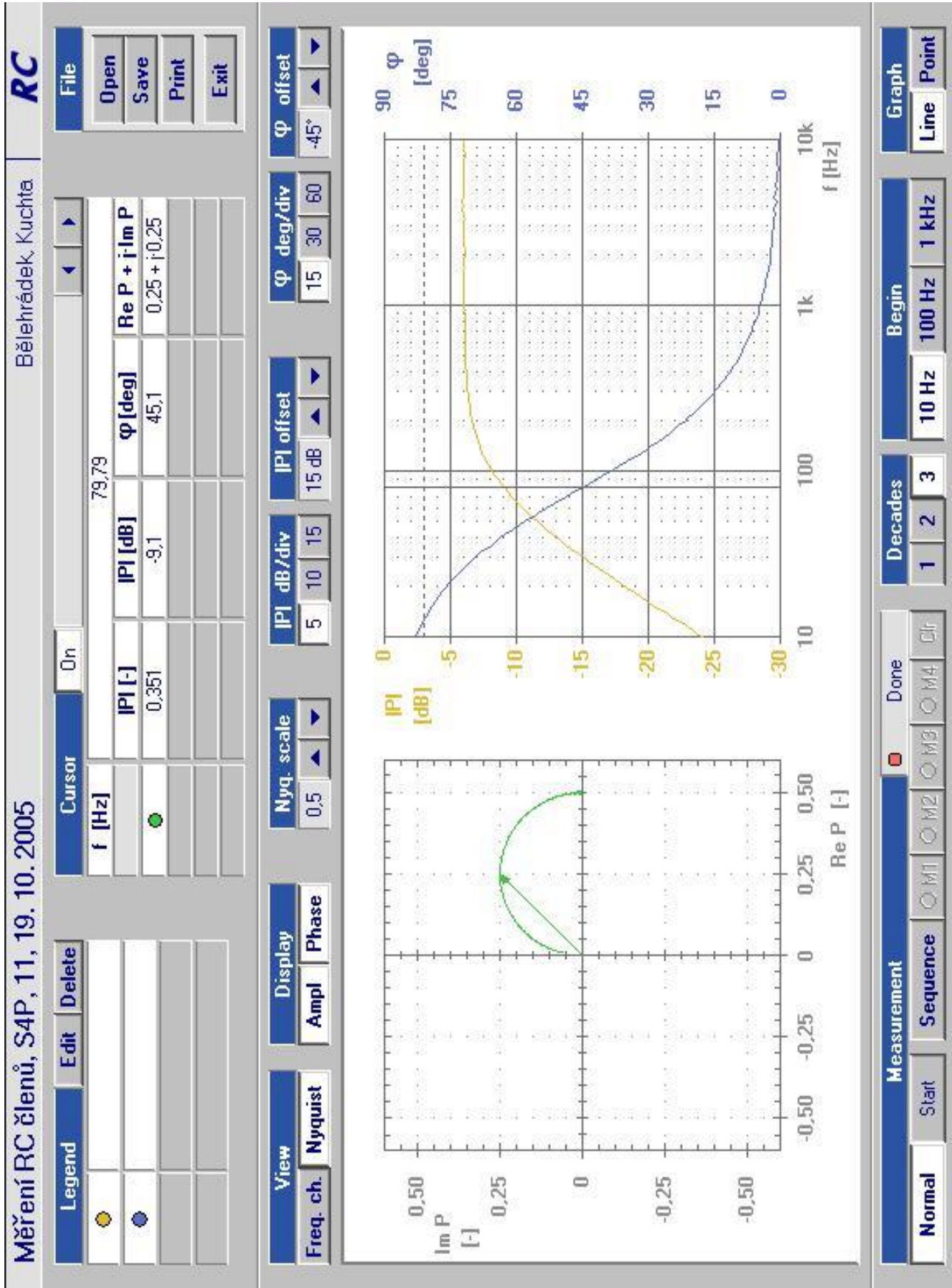
Při zatížení článku se v případě derivačního mezní kmitočet snížil. V případě integračního se mezní kmitočet zvýšil.

Pokud u T-článku zvětšujeme n , spád charakteristiky se zužuje (článek je kvalitnější), ale při krajních kmitočtech je její spád mírnější, proto vyšla při měření šířka pásma větší.

Graf. Příloha 1 – Derivační článek nezatížený



Graf. Příloha 2 – Derivační člunek zatížený kondenzátorem



Graf. Příloha 3 – Integroční článek nezatížený

Měření RC členů, S4P, 11, 19. 10. 2005

Bělehrádek, Kuchta

RC

Legend		Edit		Delete	
●					
●					

Cursor		On	
f [Hz]	157,1		
IP [°]	-44,7		
Re P + i Im P	0,50 - i0,50		
IP [dB]	-3,0		
IP [-]	0,708		

View		Display	
Freq. ch.	Nyquist	Ampl	Phase

Nyg. scale		IP [dB/div]		IP [deg/div]		φ offset	
Nyg. scale	1	5	10	15	15	dB	

File	
Open	
Save	
Print	
Exit	

Re P [-]

φ [deg]

f [Hz]

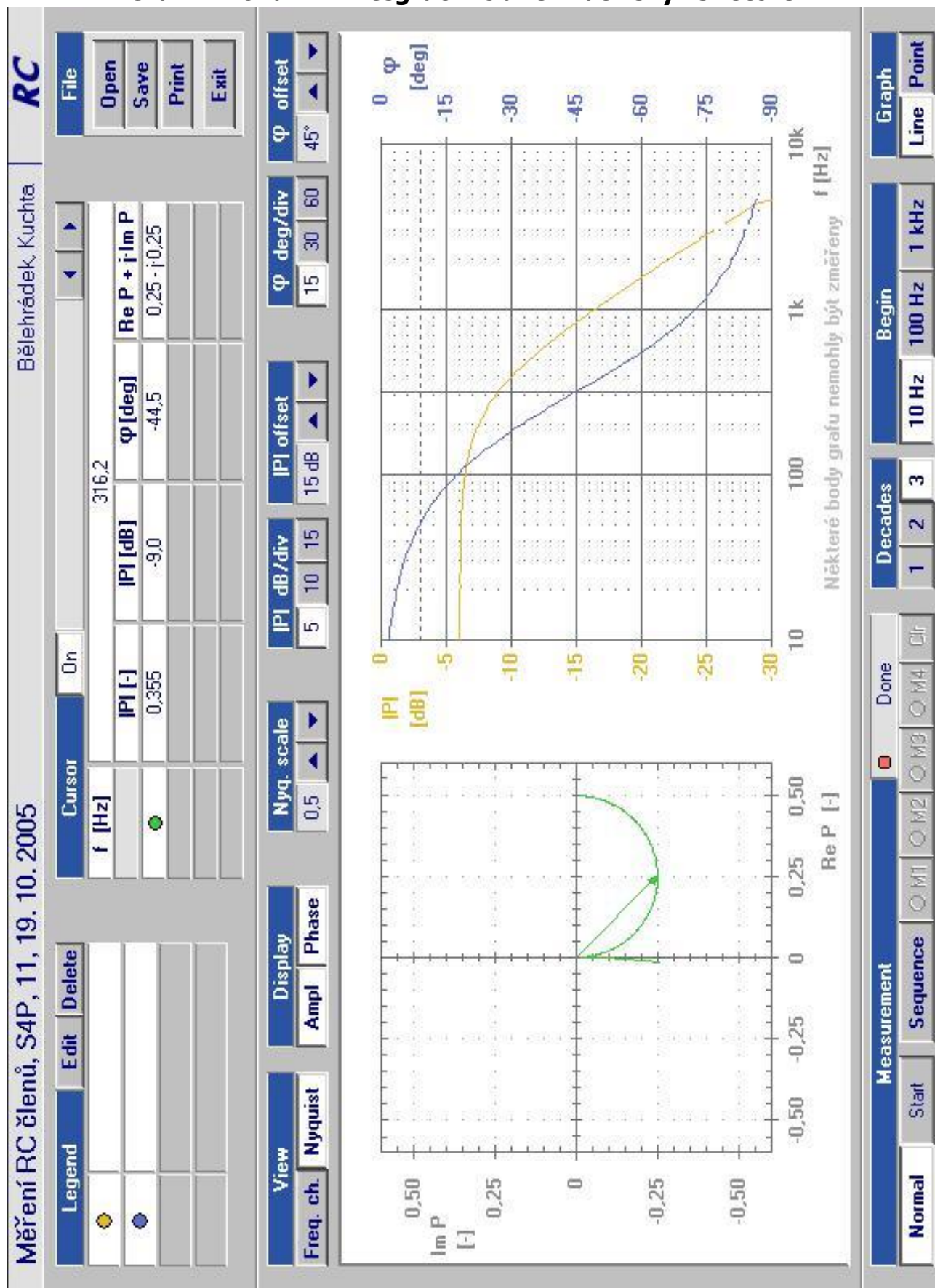
Některé body grafu nemohly být změřeny

Measurement		Done	
Normal	Start	Sequence	M1 M2 M3 M4 Clr

Decades		Begin	
1	2	3	10 Hz
			100 Hz
			1 kHz

Graph	
Line	Point

Graf. Příloha 4 – Integroční článek zatížený rezistorem



Legend Edit Delete

●				
●				

Cursor On

f [Hz]	157,1			
IP [°]	IP [dB]	φ [deg]	Re P + jIm P	
0,331	-9,6	0,3	0,33 + j0,00	

File

Open Save Print Exit

View

Freq. ch. Nyquist Display

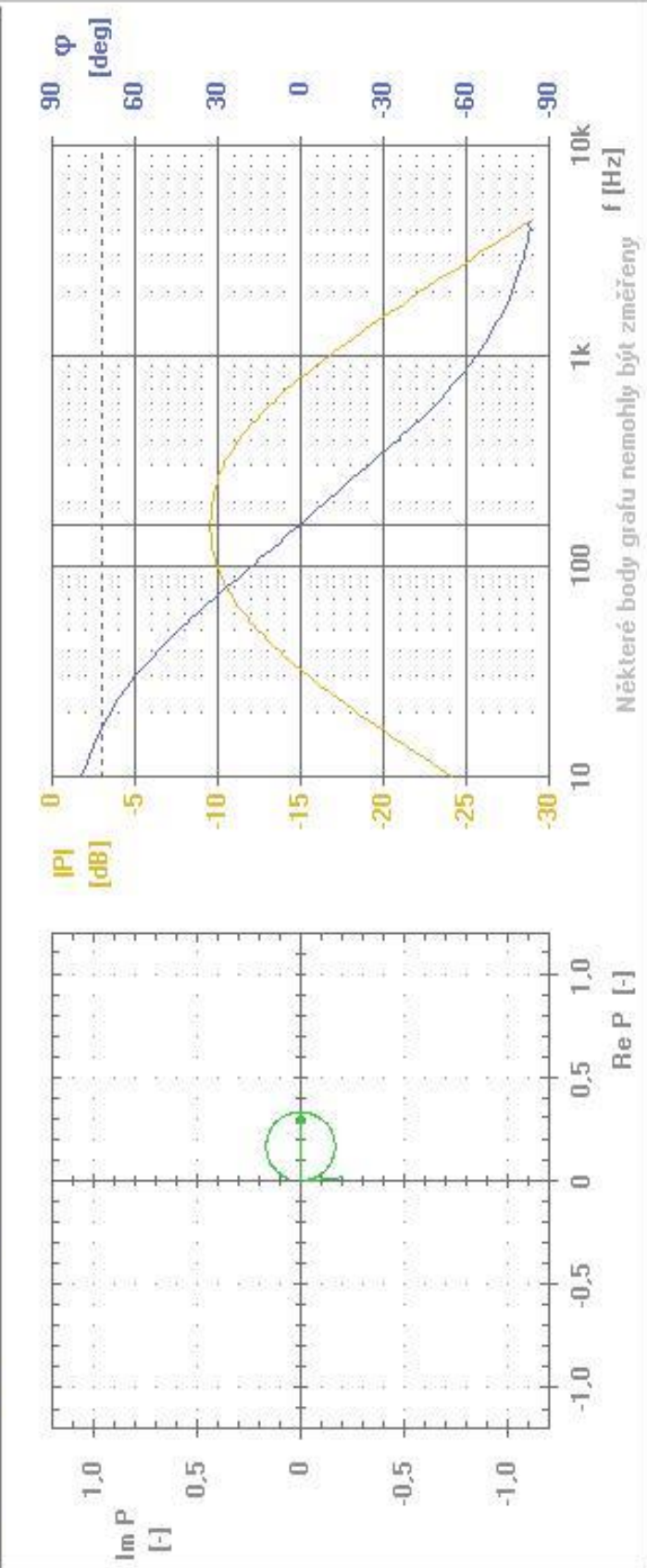
Ampl Phase

Nyq. scale 1

IP [dB/div] 5 10 15 15 dB

φ deg/div 15 30 60

φ offset 0°



Measurement

Start Sequence M1 M2 M3 M4 Clr

Done

Decades 1 2 3

Begin 10 Hz 100 Hz 1 kHz

Graph Line Point

Legend Edit Delete

●					
●					

Cursor On

f [Hz]	157,1			
IPI [-]	IPI [dB]	φ [deg]	Re P + iIm P	
0,668	-3,5	-0,1	0,67 - i0,00	

File

Open Save Print Exit

View

Freq. ch. Nyquist Display

Ampl Phase

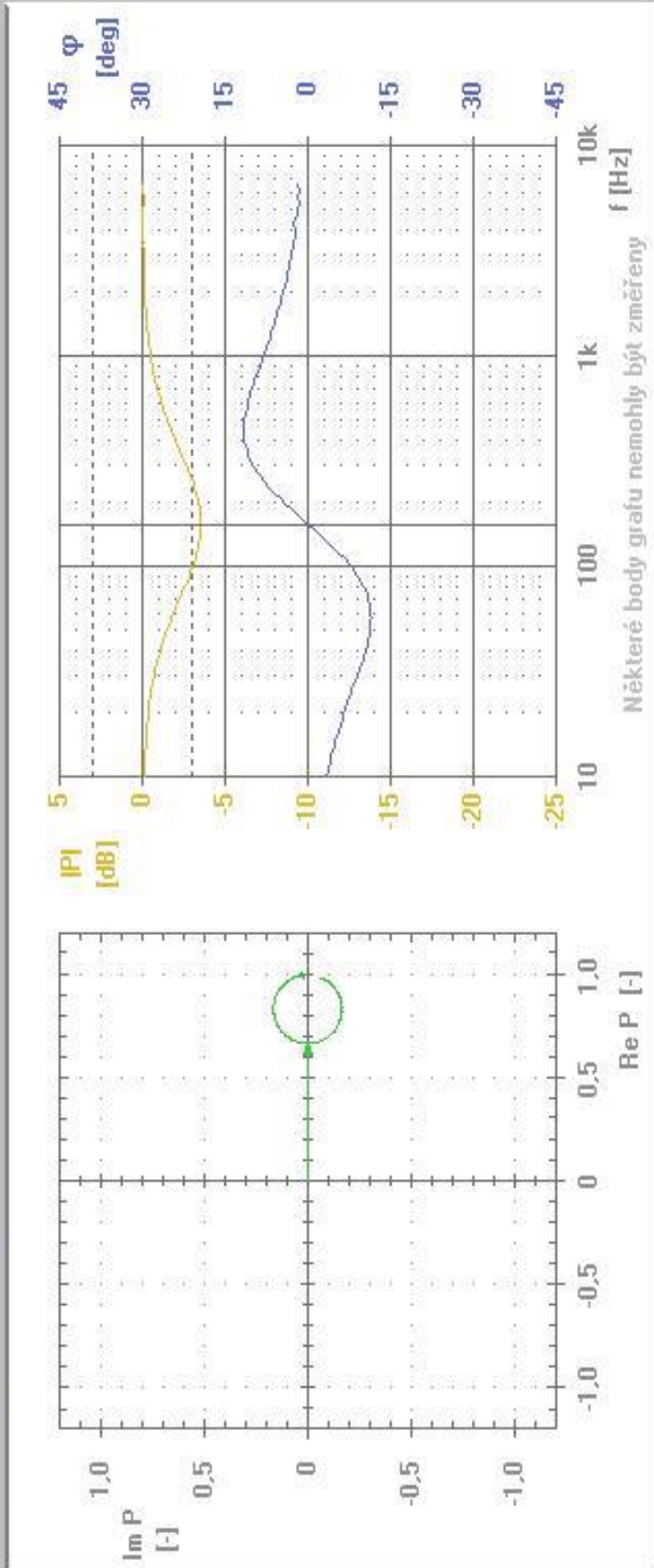
Nyq. scale 1

IPI dB/div 5 10 15 10 dB

IPI offset

φ deg/div 15 30 60

φ offset 0°



Measurement

Start Sequence M1 M2 M3 M4 Clr

Decades 1 2 3

Begin 10 Hz 100 Hz 1 kHz

Graph Line Point

Legend	Edit	Delete
●		
●		

f [Hz]	IPI [-]	IPI [dB]	φ [deg]	Re P + iIm P
485.6	0.180	-14.9	1.4	0.18 + i0.00

File
Open
Save
Print
Exit

View

Freq. ch. Nyquist

Display

Ampl Phase

Nyq. scale

1

IPI dB/div

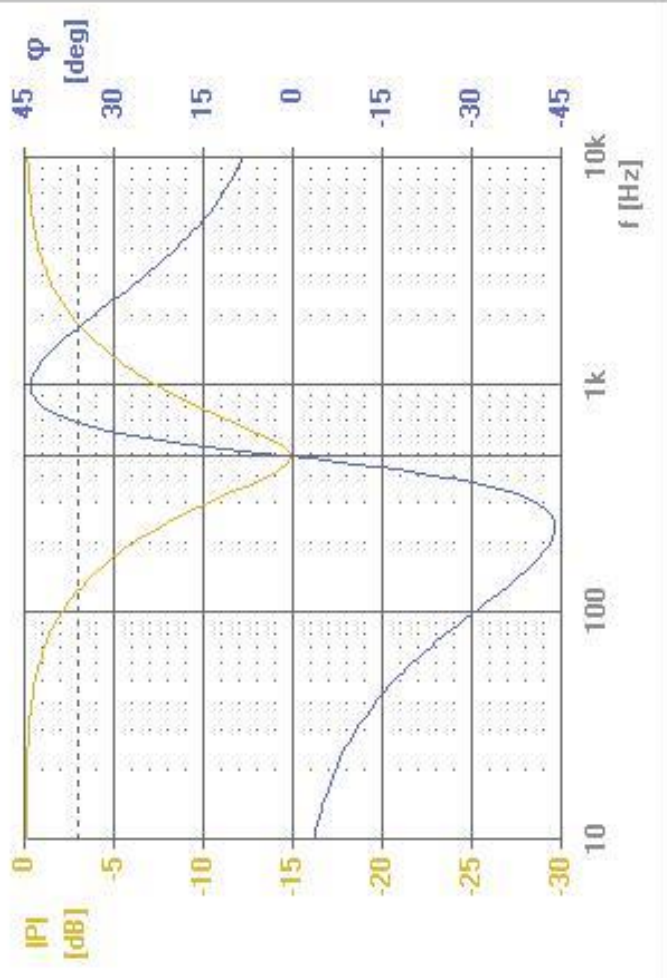
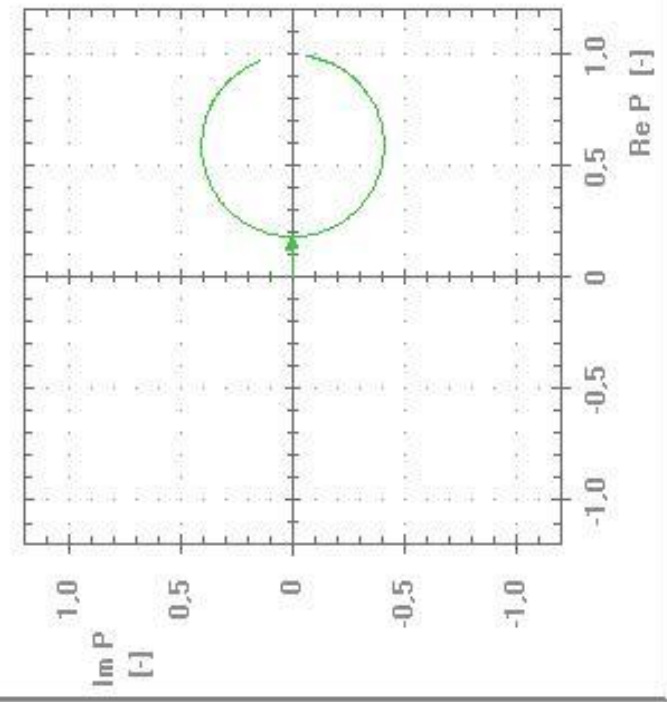
5 10 15 15 dB

φ deg/div

15 30 60

φ offset

0°



Measurement

Normal Start Sequence

M1 M2 M3 M4 Clr

Done

Decades

1 2 3

Begin

10 Hz 100 Hz 1 kHz

Graph

Line Point

