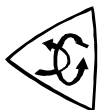




UNIVERZA V MARIBORU



FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO
2000 Maribor, Smetanova ul. 17

Študijsko leto: 2011/2012

Skupina: 9.

MERITVE

LABORATORIJSKE VAJE

Vaja št.: 10.1 Merjenje z digitalnim števcem

Datum: 22.12.2011

Ime in priimek: GREGOR NIKOLIĆ

BESEDILO NALOGE: Izmerite fazni kot in ojačanje podanega četvoropola v odvisnosti od frekvence v območju od 6 Hz do 5 kHz. Fazni kot izmerite s pomočjo digitalnega števca. Meritev opravite tudi z učilom NI ELVIS.

Pregledal: _____

Ocena: _____

Datum: _____

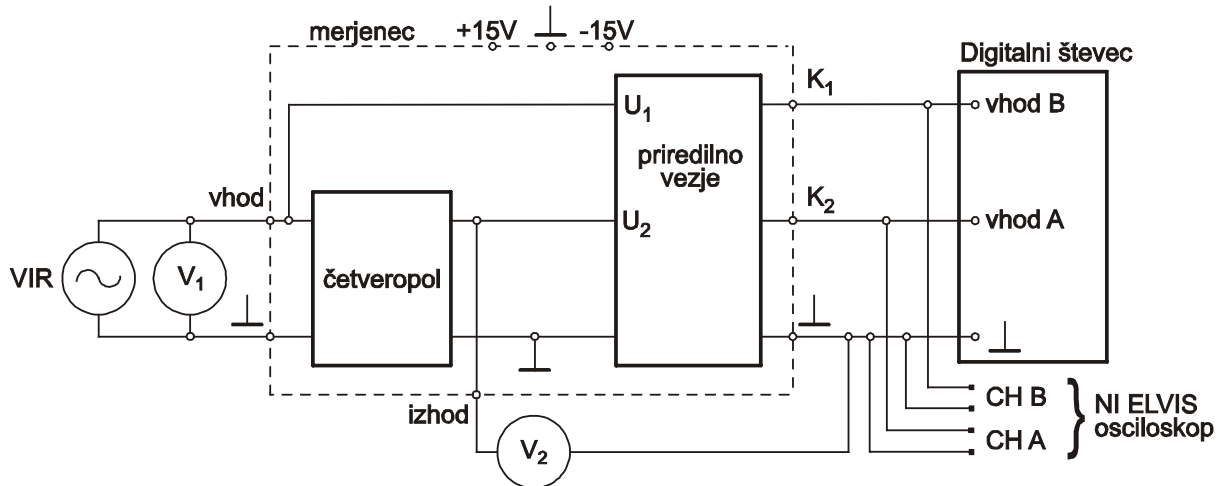
POROČILO NAJ VSEBUJE:

1. Besedilo naloge
2. Vežalni načrt
3. Popis instrumentov, naprav in elementov
4. Vplivne veličine
5. Opis poteka meritev in izračunov
6. Prikaz merilnih rezultatov (tabele, grafi)
7. Komentar

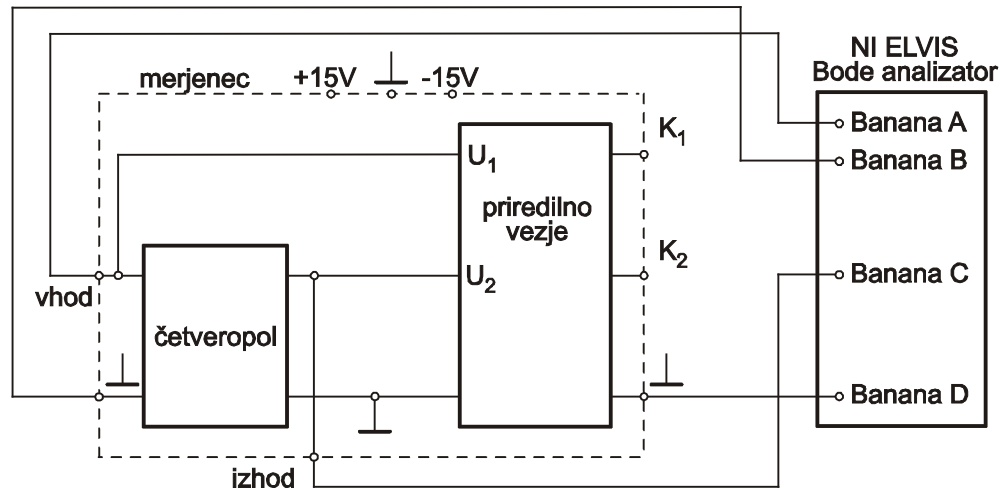


1. Vezalni načrt

1.



2.



2. Popis instrumentov, naprav in elementov

V_1 digitalni voltmetr, **HAMEG, HM 8011-3**

V_2 digitalni voltmetr, **HAMES, HM 8011-3**

Digitalni števec, **HAMEG, HM 8122**

Osciloskop, **NI ELVIS** (National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) – Oscilloscope, **DM št.: 8**

Bode analizator, **NI ELVIS** - Bode Analyzer, **DM št.: 8**

NI PXI modularni merilni sistem (PXI-1000B, PXI-8186, PXI-6040E), **DM št.: 8**

Čtetveropol, **DM št.: 8**

Osciloskop, **RIGOL, DS1052E**

3. Vplivne veličine

Temperatura prostora.....**22,6 °C**

Tlak v prostoru.....**1000,5 hPa**

Vlažnost zraka v prostoru.....**27,2 %**



4. Potek meritev in izračunov

1. Meritev napetostnega ojačenja in faznega kota v odvisnosti od frekvence z digitalnim števcem

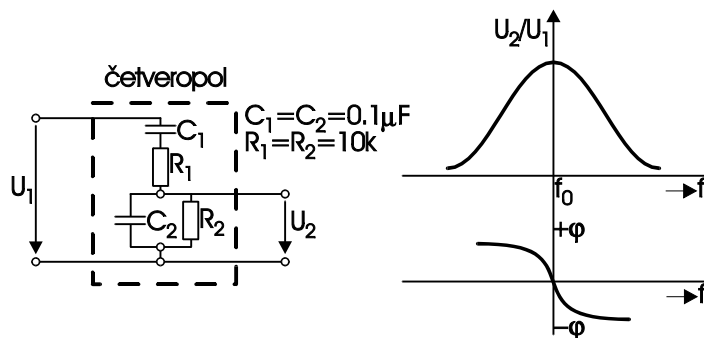
Izmerite napetostno ojačenje in fazni kot danega četveropola v odvisnosti od frekvence v podanih merilnih točkah. Fazni kot izmerite z univerzalnim digitalnim števcem. V eni merilni točki primerjajte izmerjeno vrednost z vrednostjo odčitano na dvokanalnem osciloskopu s kalibrirano časovno bazo.

Opis četveropola

Fazno premaknitev dveh signalov dobimo na četveropolu, ki je pasivno RC vezje s prenosno funkcijo:

$$H(j\omega) = \frac{j\omega \cdot C_1 \cdot R_2}{(j\omega)^2 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2 + j\omega \cdot (R_1 \cdot C_1 + R_2 \cdot C_2 + R_2 \cdot C_1) + 1}$$

$\omega = 2\pi f$ je krožna frekvenca. Shema je prikazana na sliki spodaj, kjer je narisan tudi potek napetostnega ojačenja in faznega kota četveropola v odvisnosti od frekvence.



Frekvenca f_0 , kjer je razmerje napetosti največje in je hkrati fazni kot med napetostima enak nič, je resonančna frekvenca:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

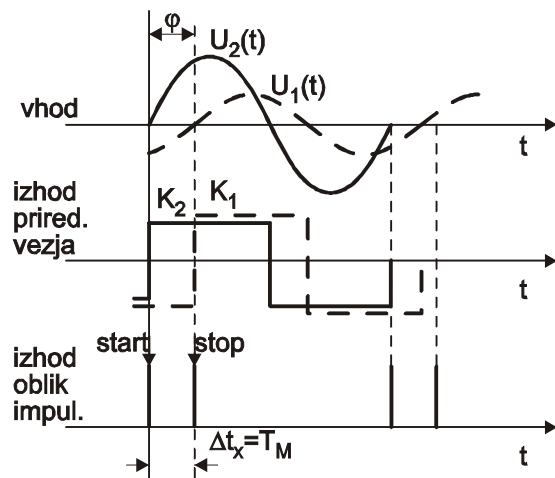
Priredilno vezje

Priredilno vezje pretvori sinusni signal U_1 (vhodna napetost) in U_2 (izhodna napetost) v dva pravokotna signala, ki imata ohranjen fazni kot. Pravokotni signal K_1 , ki fazno odgovarja U_1 , priključimo na vhod B digitalnega števca, pravokotni signal K_2 , ki fazno odgovarja signalu U_2 , pa na vhod A.



Princip merjenja faznega kota

Princip merjenja ponazarja naslednja slika:



Princip merjenja faznega kota je podoben merjenju časa periode. Vrata števca so odprta od trenutka prehoda izhodne napetosti četverpola (vhod A) skozi nič do prehoda vhodne napetosti (vhod B) četverpola skozi nič. Tako čas merjenja T_M ustreza faznemu premiku med izhodno in vhodno napetostjo četverpola. Na prikazovalniku števca bo čas merjenja T_M ustrežal faznemu premiku ob pogoju, da signal na vhodu A prehiteva signal na vhodu B.

Izračun faznega kota:

$$\varphi = \omega_{VIR} \cdot \Delta t_x = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\Delta t_x}{T_{VIR}} = 2 \cdot \pi \cdot f_{VIR} \cdot \Delta t_x \quad (\text{rad})$$

Pri tem so:

- Δt_x čas zakasnitve,
- ω_{VIR} krožna frekvenca vira,
- T_{VIR} čas periode signala iz vira,
- f_{VIR} frekvenca vira (funkcijskega generatorja).

Pri izračunu faznega kota v kotnih stopinjah v zgornjem izrazu zamenjamo 2π s 360:

$$\varphi = 360 \cdot f_{VIR} \cdot \Delta t_x \quad (^\circ).$$

Merjenje napetostnega ojačenja

Pri nastavljeni frekvenci izmerimo z digitalnima voltmetroma V_1 in V_2 napetosti U_1 in U_2 ter izračunamo napetostno ojačenje A po enačbi:

$$A = 20 \cdot \log \left(\frac{U_2}{U_1} \right) \quad (\text{dB}).$$



2. Meritev napetostnega ojačenja in faznega kota v odvisnosti od frekvence z NI ELVIS Bode analizatorjem

Napetostno ojačenje in fazni kot v odvisnosti od frekvence izmerite z NI ELVIS Bode analizatorjem. Dobljene rezultate primerjajte z rezultati, ki ste jih dobili z voltmetroma in univerzalnim števcem.

4.1 Izračun ojačenja in faznega kota četveropola

Izračunana in izmerjena resonančna frekvenca:

$$f_{0_{IZR}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}} = 159,155 \text{ Hz}$$

$$f_{0_{IZM}} = 160,2 \text{ Hz}$$

Izračun napetostnega ojačenja (pri resonančni frekvenci):

$$A = 20 \cdot \log\left(\frac{U_2}{U_1}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{2,469}{7,386}\right) = -9,518 \text{ dB}$$

Izračun napetostnega ojačenja in faznega kota za zadnjo merilno točko:

$$A = 20 \cdot \log\left(\frac{U_2}{U_1}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{0,2736}{7,364}\right) = -28,60 \text{ dB}$$

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot f_{VIR} \cdot \Delta t_X = 2 \cdot \pi \cdot 4300 \cdot 0,178 \cdot 10^{-3} - 2\pi = -1,47 \text{ rad}$$

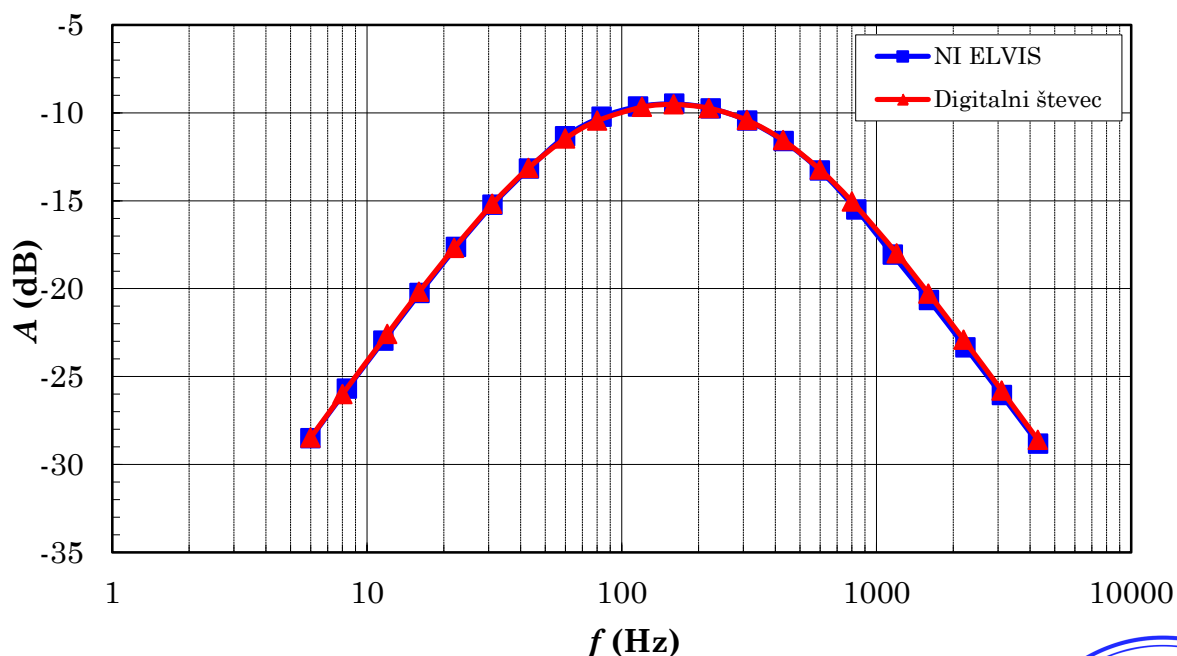
$$\varphi = 360 \cdot f_{VIR} \cdot \Delta t_X = 360 \cdot 4300 \cdot 0,178 \cdot 10^{-3} - 360 = -84,46^\circ$$



5. Prikaz merilnih rezultatov

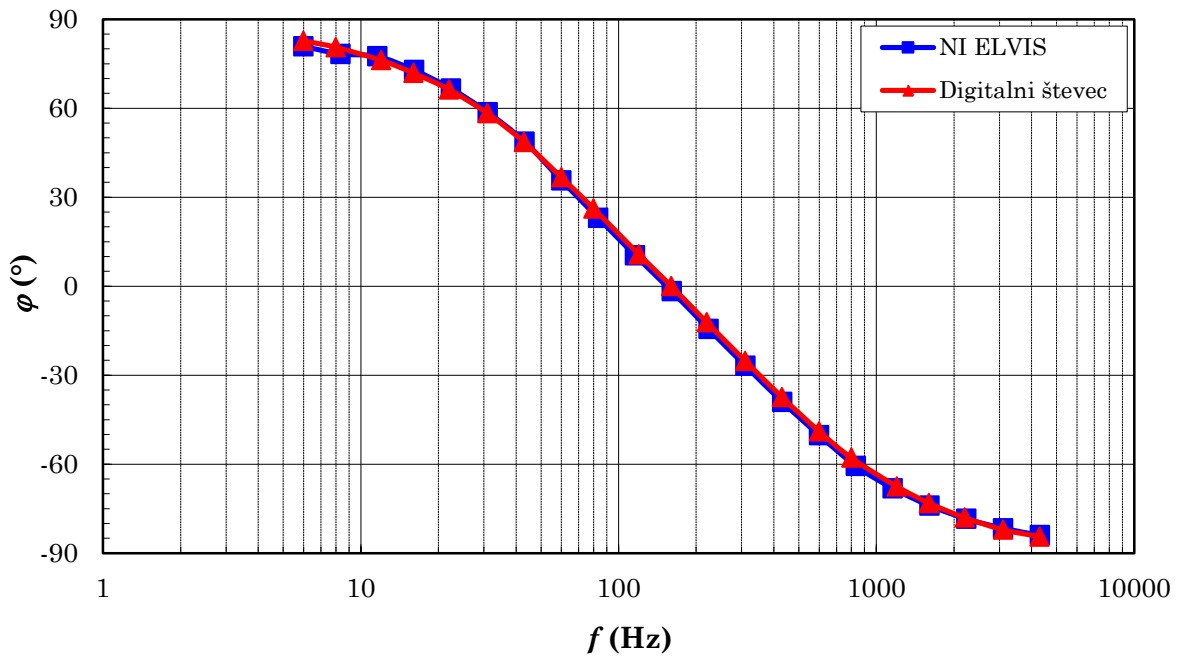
Tabela 1: Tabela izmerjenih vrednosti.

št. mer.	digitalni števec						NI ELVIS		
	f (Hz)	U_1 (V)	U_2 (V)	A (dB)	Δt_x (ms)	φ (°)	f (Hz)	A (dB)	φ (°)
1	6	7,255	0,2736	-28,47	38,303	82,73	6,0	-28,5	80,83
2	8	7,320	0,3668	-26,00	27,964	80,54	8,3	-25,7	78,31
3	12	7,365	0,5472	-22,58	17,629	76,16	11,6	-23,0	77,48
4	16	7,384	0,7228	-20,19	12,472	71,84	16,1	-20,2	72,84
5	22	7,396	0,9659	-17,68	8,369	66,28	22,4	-17,6	66,64
6	31	7,401	1,2879	-15,19	5,220	58,26	31,1	-15,2	58,61
7	43	7,399	1,6299	-13,14	3,137	48,56	43,2	-13,2	48,73
8	60	7,396	1,9751	-11,47	1,698	36,68	60,0	-11,3	35,67
9	80	7,393	2,218	-10,46	0,909	26,18	83,4	-10,2	22,99
10	120	7,387	2,425	-9,68	0,247	10,67	115,8	-9,65	10,38
11	160	7,384	2,465	-9,53	0,001	0,06	161,0	-9,49	-1,74
12	220	7,381	2,406	-9,74	4,391	-12,23	223,7	-9,75	-14,50
13	310	7,378	2,223	-10,42	3,000	-25,20	310,8	-10,4	-26,89
14	430	7,368	1,947	-11,56	2,084	-37,40	431,8	-11,6	-39,05
15	600	7,367	1,6047	-13,24	1,440	-48,96	600,0	-13,3	-50,26
16	800	7,367	1,3033	-15,04	1,049	-57,89	833,7	-15,5	-60,63
17	1200	7,371	0,9283	-18,00	0,677	-67,54	1158,4	-18,1	-68,19
18	1600	7,376	0,7140	-20,28	0,498	-73,15	1609,6	-20,7	-74,03
19	2200	7,374	0,5277	-22,91	0,356	-78,05	2236,6	-23,3	-78,46
20	3100	7,374	0,3782	-25,80	0,249	-82,12	3107,7	-26,1	-81,64
21	4300	7,364	0,2736	-28,60	0,178	-84,46	4318,1	-28,8	-83,99

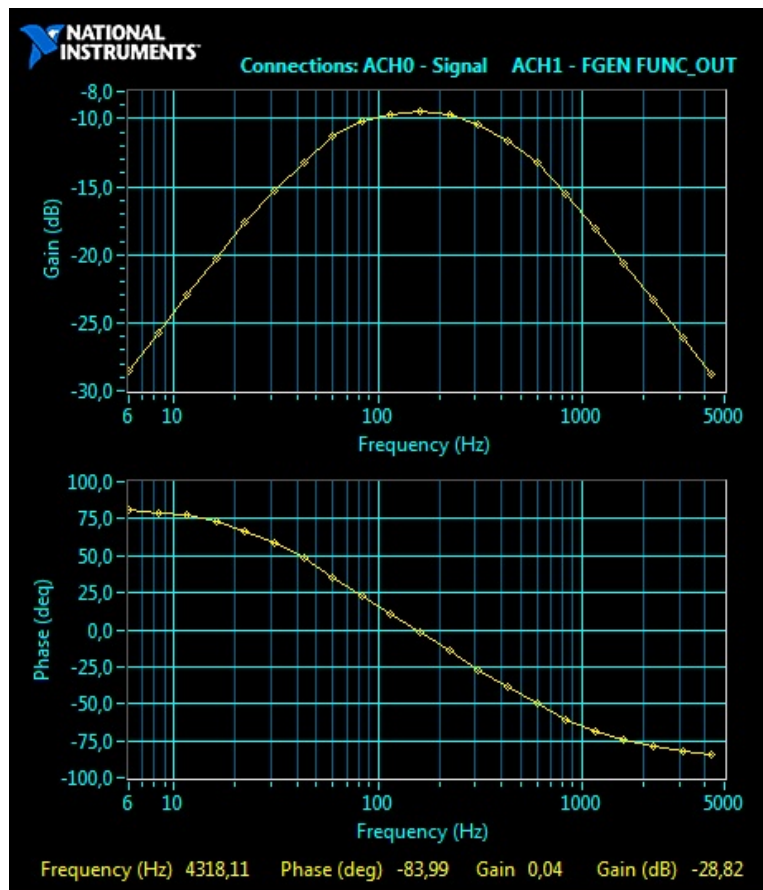


Slika 1: Karakteristika napetostnega ojačenja četverpola.





Slika 2: Fazna karakteristika četveropola.



Slika 3: Fazna karakteristika četveropola NI ELVIS.



6. Komentar

Pri merjenju faznega kota smo na osciloskopu opazovali signala (vhodni ter ojačan izhodni signal), s katerih smo iz časovnega zamika Δt izračunali fazni kot po enačbi:

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot f_{VIR} \cdot \Delta t_X \text{ [rad]} \text{ oz. } \varphi = 360 \cdot f_{VIR} \cdot \Delta t_X \text{ [}^\circ\text{]}$$

Zaradi zagotavljanja višje točnosti smo čas merili s števcem, kateri je prejemal pulze generirane ob vsakem prehodu signala skozi ničlo, kar smo upoštevali pri izračunu kota, ko je fazni kot prešel skozi nič v negativnega, smo odšteli od izračuna še 360° , saj je števec takrat meril zraven časovnega zamika še celotno periodo signala. Osciloskop nam je pri meritvi služil za opazovanje signala.

Meritev faznega kota in napetostnega ojačenja sta nam dala sliko poteka faznega kota in ojačenja četverpola skozi frekvenčno območje od 6 Hz do 4300 Hz. Če primerjamo sliko oz. podatke, katere smo zabeležili skozi meritev sami ter podatke katere je opravil avtonomni analizator NI ELVIS, vidimo, da so podatki dokaj enaki, sliki se dokaj ujemata, pa vendar so prednosti analizatorja pred lastno meritvijo karakteristik. Ena od prednosti je zagotovo hitrost opravljene meritve z NI ELVIS (če imamo v naprej spisan program in pripravljen bode analizator), druga prednost pa je zagotovo tudi natančnost odčitka. Sami odčitavamo podatke iz števca kolikor natančno zmoremo, zagotovo pa smo manj natančni od NI ELVIS bode analizatorja, bistveno manj natančni pa bi bili če bi namesto števca odčitavali podatke iz osciloskopa.

