

INFORMACIJOS KEITIKLIŲ VEIKIMO IR PARAMETRŲ TYRIMAS

DARBO TIKSLAS Susipažinti su skirtingų tipų informacijos keitikliais, jų veikimo principais ir parametrų tikrinimo metodais.

UŽDUOTYS RUOŠIANTIS DARBUI:

I. PARUOŠTI ATSAKYMUSĮ ŠIUOS KLAUSIMUS:

1. Kam reikalingi ir kaip panaudojami informacijos keitikliai automatizuotose matavimo ir valdymo sistemose?

Informacijos keitikliai reikalingi užtikrinti informacijos mainus tarp skaitmeninės technikos (kompiuteriai, kitos skaitmeninės duomenų apdorojimo sistemos) ir fizikinių dydžių keitiklių, kurie duoda bei priima analoginę signalą.

2. Kas yra keitimo skiriamoji geba ir koks jos ryšys su informacinio žodžio ilgiu?

Skiriamoji geba yra mažiausias analoginio signalo pokytis atitinkantis jauniausią informacinio žodžio bitą. Ji lygi $\frac{U_{\max} - U_{\min}}{2^n}$, čia n - informacinio žodžio ilgis.

3. Kokie kodai naudojami informacijos keitikliuose?

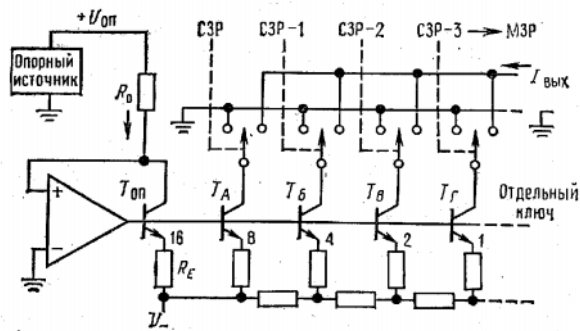
- 1) Dvejetainis-dešimtainis. Dvejetainiu kodu 4 skilčių koduojamas kiekvienas dešimtainio skaičiaus skaitmuo.
- 2) Tiesioginis. Vienas dvejetainio skaičiaus bitas paliekamas ženklui. Trūkumas - atsiranda du nuliai: +0 ir -0.
- 3) Atvirkštinis. Neigiami skaičiai padaromi iš teigiamų, pakeičiant visus 1 į 0 o 0 į 1.
- 4) Paslinktas. Prie tiesioginio kodo pridedama pusė didžiausio galimo skaičiaus. Išvengiama dvigubo nulio. Naudojamas ADC ir DAC, bet nepatogus atlikti skaičiavimams.
- 5) Papildomasis. Teigiami skaičiai rašomi kaip ir dvejetainiai be ženklo, o neigiami reiškiami tokiu skaičiumi, kuris pridėtas prie teigiamo to paties dydžio skaičiaus duoda nulį. Kodas patogus skaičiavimams.
- 6) Kodas su 3 pertekliu. Tai dvejetainis-dešimtainis kodas, kuriame dešimtainio skaičiaus skaitmenys vaizduojami 4 skilčių dvejetainiais kodais, tik prieš tai prie kiekvieno skaitmens pridedamas skaičius 3. Kodas labai patogus dešimtainei aritmetikai.
- 7) Kodas 4221. Dvejetainis-dešimtainis kodas, kuriame dešimtainio skaičiaus skaitmenys vaizduojami 4 skilčių dvejetainiais kodais, bet jo skiltys atitinka skaičius 4,2,2,1. Kodas labai patogus dešimtainei aritmetikai.
- 8) Grėžiaus kodas. Pereinant nuo bet kurios būsenos prie kitos, keičiasi tik vienas bitas. Naudojamas pasisukimo kampo šifratoriuose ir kitur.

4. Kas ir kodėl riboja informacijos keitimo greitį?

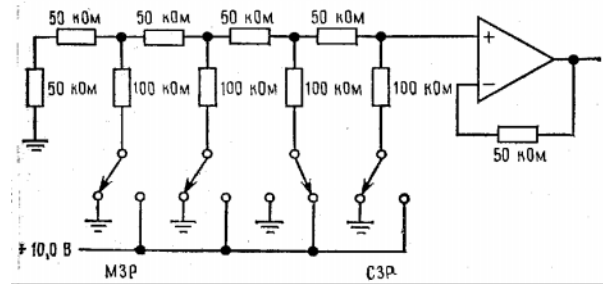
DAC greitį riboja tik naudojamų elementų užlaikymai ir parazitinės talpos, todėl galima pasiekti labai didelius greičius. ADC greitį lemia taktinio generatoriaus dažnis ir skilčių skaičius (jei tai paskiltninio palyginimo ar tarpinio keitimo keitiklis). Sparčiausi yra tiesioginio palyginimo keitikliai.

5. Kokie yra pagrindiniai kodo keitimo į analogą (DAC) metodai?

Naudojami DAC su srovės jungikliais bei svoriniais rezistoriais bei R - $2R$ rezistorių kopėtėlės, taip pat integruojantys DAC.



DAC su svoriniais rezistoriais



DAC iš R-2R kopėtelių

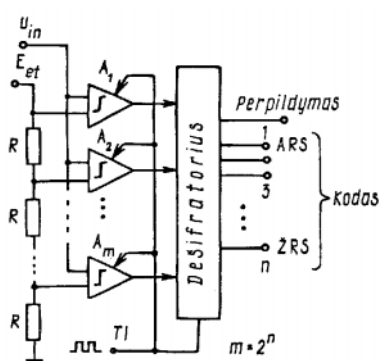
Integruojantis DAC yra tiesiog integruojanti RC grandinė.

6. Kas sąlygoja kodo keitimo į analogą paklaidas? Kaip jas sumažinti?

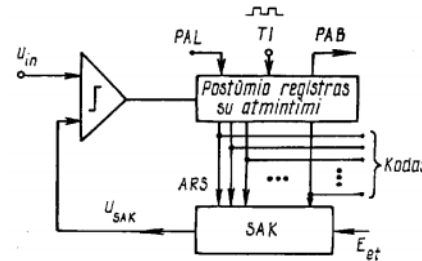
Paklaidas sąlygoja nevienodi grandinių elementų (rezistorių, tranzistorių) parametrai. Yra keturi paklaidų tipai: postūmio klaidos, skalės klaidos, netiesiškumas ir nemonotoniškumas.

7. Kokie yra pagrindiniai analogo keitimo į kodą (ADC) metodai?

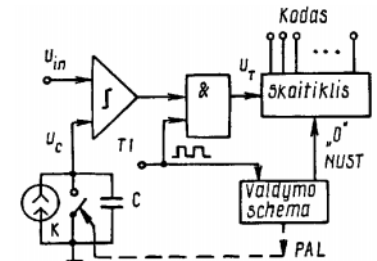
Lygiagreto keitimo (tiesioginio palyginimo), paskiltinio palyginimo ir tarpinio keitimo metodai.



Lygiagreto keitimo ADC



Paskiltinio palyginimo ADC



Tarpinio keitimo ADC

8. Kas sąlygoja analogo keitimo į kodą paklaidas? Kaip jas sumažinti?

ADC paklaidas sąlygoja juose naudojamų DAC paklaidos (paskiltinio palyginimo), srovės šaltinio neidealumas (tarpinio keitimo ADC), rezistorių tikslumas (lygiagretiems ADC).

9. Koku principu veikia analoginio signalo keitikliai į dažnį?

Juose stačiakampių impulsų seka integruojama ir gauta įtampa lyginama su analoginiu signalu. Jei įtampos skiriasi, keičiamas impulsų dažnis, kol gaunama įtampų lygybė. Galimi ir kiti variantai.

II. ATLIKTI ŠIAS UŽDUOTIS:

1. Užrašykite 1 lentelėje pateiktą dvejetainių skaičių dešimtainius ekvivalentus.
2. Užrašykite 1 lentelėje pateiktą kodų įtampų vertes, laikant, kad įtampų intervalas yra $\pm 5, \pm 12V$.

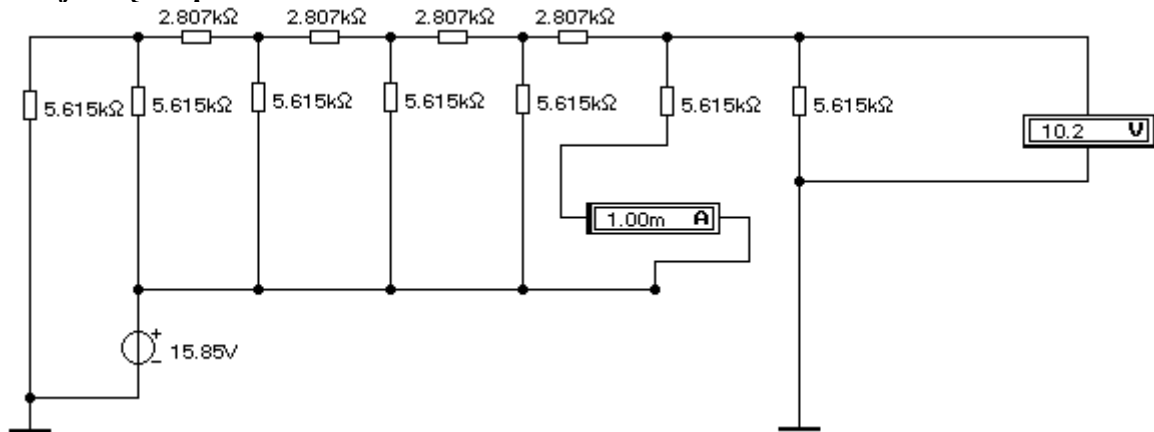
Dvejetainis skaičius	Kodas	Dešimtainis ekvivalentas	Įtampa, V	
1000100	Papildomasis	-60	-4,6875	-11,25
111000	Atvirkštinis	-7	-1,09	-2,625
100100	Tiesioginis	-8	-1,25	-3
10010011	Dvejetainis-dešimtainis	93	4,7	11,27

Dvejetainis skaičius	Kodas	Dešimtainis ekvivalentas	Įtampa, V	
101101	Tiesioginis	-13	-2,03	-4,87
00111000	Dvejetainis-dešimtainis	38	1,96	4,73
0110110	Papildomasis	54	4,28	10,29
101100	Atvirkštinis	-19	-2,97	7,125

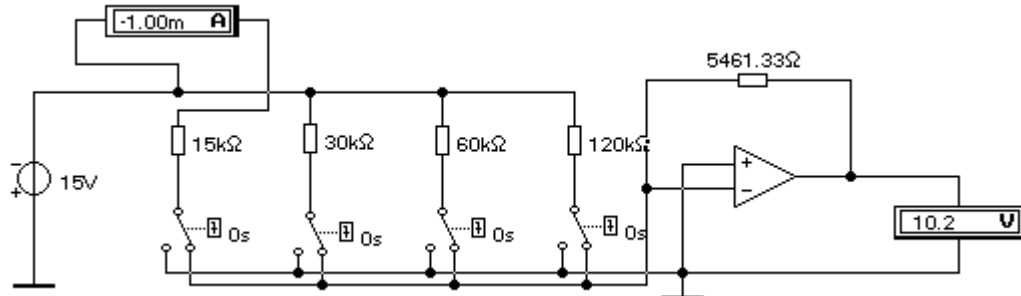
3. Apskaičiuokite kokių taktinių dažnių turi dirbti 8 skilčių analogo keitiklis į kodą, kad būtų galima būtų atlikti per sekundę 8000 matavimų.

$f_t = N \cdot n = 64kHz$, čia n - skilčių skaičius, N - matavimų per sekundę skaičius.

4. Suprojektuokite 4 skilčių kodo į analogą keitiklį su daugiagrande rezistorine grandine, kad per vyriausios skilties rezistorių tekėtų 1mA srovė, esant didžiausiai išėjimo įtampai 10.24V.



Keitiklis su $R-2R$ kopetėlėm. Deja, jis 5 skilčių...



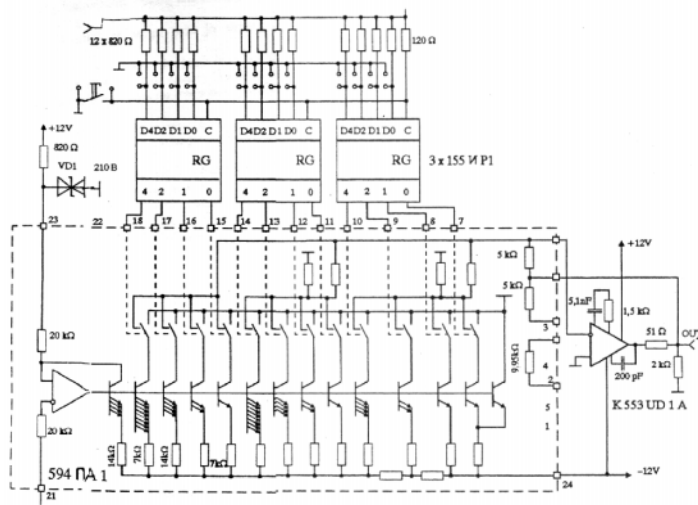
4 skilčių keitiklis su srovės jungikliais

5. Apskaičiuokite kiek dvejetainių skilčių turi turėti 1V bipolinis analogo į kodą keitiklis, kad jo skiriamoji geba siektų 0.5mV.

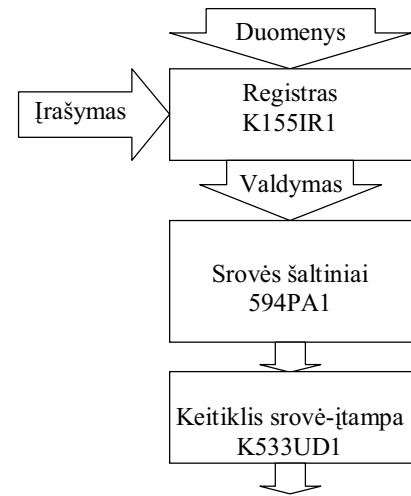
$$n = 1 + \frac{\ln\left(\frac{U_{\max}}{\Delta U}\right)}{\ln 2} = 11.96 \approx 12$$

UŽDUOTYS DARBO METU:

1. Ištirti skaitmeninio kodo keitiklio į analoginį signalą maketo veikimą ir jo parametrus.



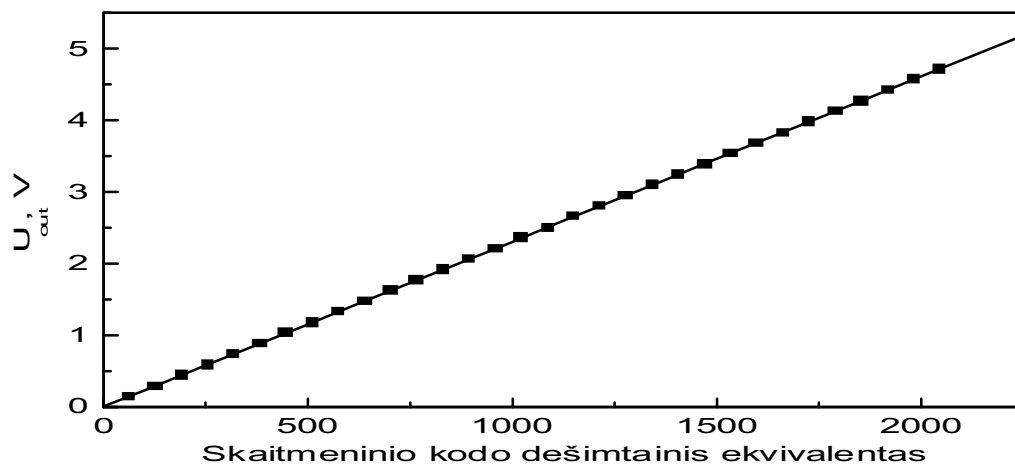
Maketo principinė schema



Blokinė schema

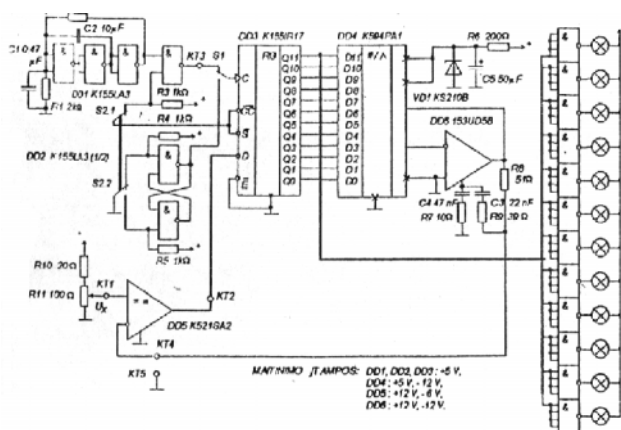
Ištiriui išėjimo įtamos priklausomybę nuo skaitmeninio kodo:

Skaitmeninis kodas	Dešimtainis ekvivalentas	U_{out}, V	Skaitmeninis kodas	Dešimtainis ekvivalentas	U_{out}, V
00000111111	63	0.15	10000111111	1087	2.5
00001111111	127	0.29	10001111111	1151	2.66
00010111111	191	0.44	10010111111	1215	2.8
00011111111	255	0.59	10011111111	1279	2.95
00100111111	319	0.74	10100111111	1343	3.1
00101111111	383	0.88	10101111111	1407	3.24
00110111111	447	1.03	10110111111	1471	3.39
00111111111	511	1.18	10111111111	1535	3.54
01000111111	575	1.33	11000111111	1599	3.69
01001111111	639	1.48	11001111111	1663	3.83
01010111111	703	1.63	11010111111	1727	3.98
01011111111	767	1.77	11011111111	1791	4.13
01100111111	831	1.92	11100111111	1855	4.27
01101111111	895	2.07	11101111111	1919	4.42
01110111111	959	2.21	11110111111	1983	4.57
01111111111	1023	2.36	11111111111	2047	4.72

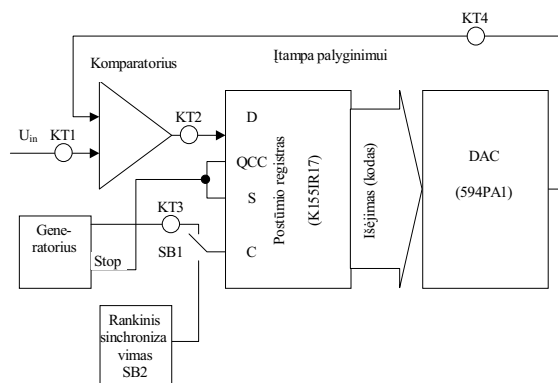


Standartinė paklaida yra 0.004V arba $\approx 0.1\%$ nuo didžiausios skalės vertės (5V)

2. Ištirti analoginio signalo keitiklio į skaitmeninį kodą maketo veikimą ir jo parametrus.



Principinė maketo schema



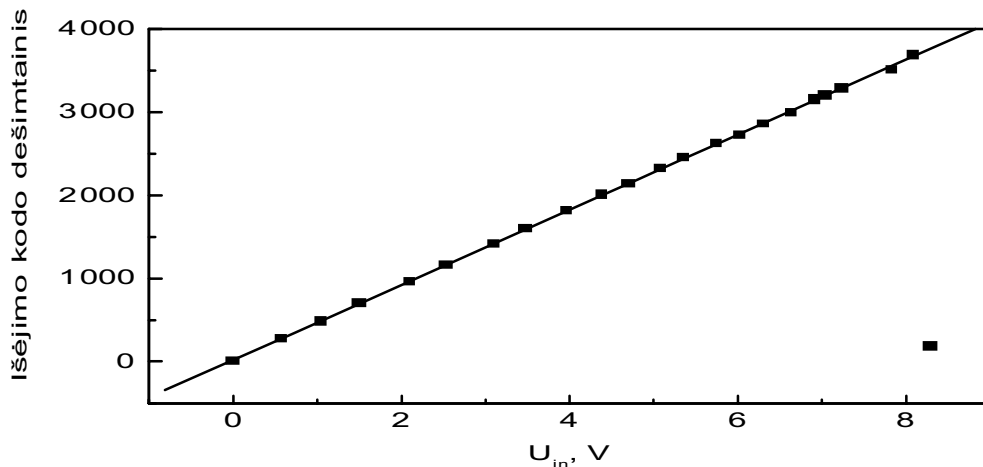
Blokinė schema

Į įėjimą paduodu pastovią įtampą. Synchronizuodamas rankiniu būdu, žiūriu, kaip kinta skaitmeninis kodas (deganti lemputė reiškia loginį 1) išėjime ir įtampa taške KT4:

U _{in} =5.46V												U _{in} =3.77V												U _{in} =1.89V																									
U _{KT4} , V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	U _{KT4} , V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	U _{KT4} , V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
4.55	⊗										⊗		4.55	⊗												4.55	⊗																						
6.83	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	2.27	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		2.27	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗												
5.69	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	3.40	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		1.13	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗													
5.11	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				⊗	3.98	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	1.70	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗													
5.40	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗			⊗	3.70	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	1.99	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗														
5.54	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗			⊗	3.84	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗	1.84	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗														
5.61	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗			⊗	3.90	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗	⊗	1.91	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗														
5.65	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	3.87	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗		⊗	⊗	1.94	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗	⊗														
5.64	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	3.89	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗		⊗	⊗	1.90	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗		⊗	⊗														
5.64	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	3.88	⊗	⊗			⊗		⊗	⊗		⊗	⊗	Nepatikima																								
5.64	⊗			⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	3.88	⊗		⊗		⊗		⊗	⊗		⊗	⊗																									
5.63		⊗		⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	3.88		⊗	⊗		⊗		⊗	⊗		⊗	⊗																									
5.64	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	3.89	⊗		⊗		⊗		⊗	⊗		⊗	⊗																									

Naudodamas sinchronizavimą autogeneratoriumi, gaunu įvairių įėjimo įtampų skaitmeninius kodus.

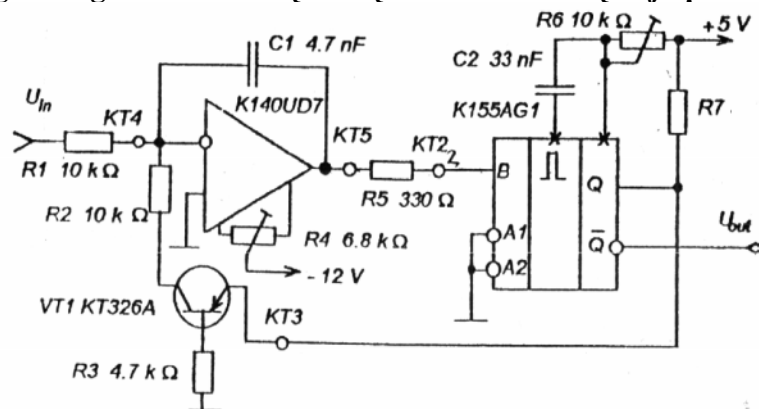
U_{in}, V	Skaitmeninis kodas	Ekviv.	U_{in}, V	Skaitmeninis kodas	Ekviv.
0	111000000000	7	5.09	110010001001	2323
0.58	100010001000	273	5.36	000110011001	2456
1.05	111001111000	487	5.75	100000100101	2625
1.51	011111010100	702	6.03	000101010101	2728
2.1	000100111100	968	6.3	010101001101	2858
2.54	011100010010	1166	6.65	011101011101	2990
3.11	100100011010	1417	6.92	000010100011	3152
3.48	110000100110	1603	7.05	010000010011	3202
3.96	111010001110	1815	7.24	001010110011	3284
4.38	010110111110	2010	7.84	100111011011	3513
4.7	100110100001	2137	8.09	011001100111	3686



Skaitmeninio kodo dešimtainio ekvivalento priklausomybė nuo įėjimo įtampos

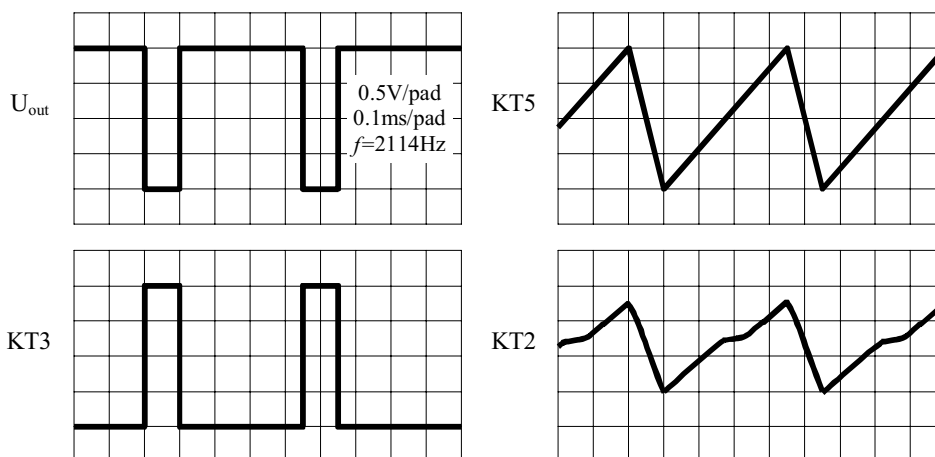
Paklaida neviršija 0.5% nuo didžiausios vertės.

3. Ištirti analoginio signalo keitiklio į dažnį maketo veikimą ir jo parametrus.



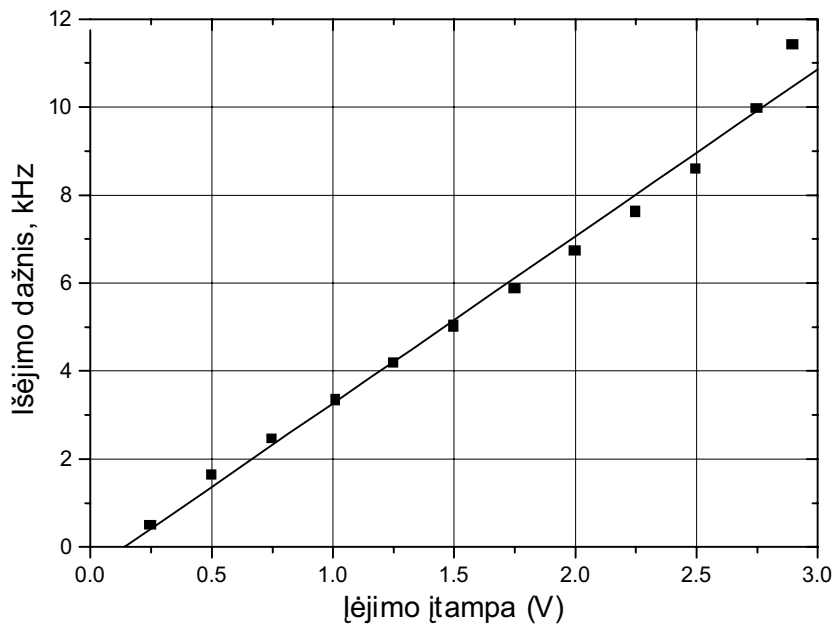
Principinė schema

Kai įėjimo įtampa yra -0.46V, kontroliniuose taškuose matyti tokios oscilogramos:



Keisdamas įėjimo įtampą, matuoju dažnį keitiklio išėjime.

U_{in}, V	f_{out}, Hz	U_{in}, V	f_{out}, Hz
0.25	494	1.75	5872
0.5	1622	2	6734
0.75	2455	2.25	7612
1.01	3339	2.5	8594
1.25	4175	2.75	9950
1.5	5033	2.9	11420



Keitiklio paklaida apie 4%.

IŠVADOS

Tyrinėjant informacijos keitiklius buvo susipažinta su jų veikimo principais, naudojamais kodais, paklaidų šaltiniais. Matavau šių keitiklių parametrus:

Keitiklis kodas-analogas. Tai keitiklis su srovės šaltiniais (594ПA1). Išmatuota paklaida (nukrypimas nuo tiesės) neviršija 0.1%. Teorinė paklaida turėtų būti 0.05% (11 skilčių), tačiau matavimų rezultatams galėjo pakenkti nestabili maitinimo įtampa ar voltmetro paklaidos.

Keitiklis analogas-kodas. Nagrinėjau paskiltnio palyginimo keitiklį, turintį 12 skilčių. Išanalizavau jo veikimą rankinės sinchronizacijos režime, po to matavau tiesiškumą. Nors išmatuota paklaida ir nėra didelė - 0.5%, bet keitiklis su 12 skilčių gali turėti ir geresnius parametrus. Pasirodo, komparatorius, esantis keitiklyje, kartais pereina į režimą autogeneracijos (kai skirtumas tarp įėjimo signalų nedidelis), dėl to jauniausios skiltys gaunamos netiksliai. Taip pat turėjo įtakos maitinimo įtampos nestabilumai.

Keitiklis analogas-dažnis. Buvo išnagrinėtos oscilogramos įvairiuose kontroliniuose taškuose, jos nesiskyrė nuo pateiktų literatūroje. Šio keitiklio paklaidos buvo didesnės - apie 4%, nors nelabai aišku, kas buvo paklaidų šaltinis. Juo galėjo būti ir kondensatorius, ir monovibratorius, jei jo slenkstinė įtampa yra nepastovi.

LITERATŪRA

1. П.Хоровиц, У.Хилл. Искусство схемотехники т.2. Москва, "Мир", 1986.
2. A. Lašas, V.Bartkevičius ir kt. Pramoninė elektronika - 2. Vilnius, "Mokslas", 1991.