

## INTERFEISINĖ SISTEMA CAMAC IR JOS PROGRAMAVIMAS

**DARBO TIKSLAS** Susipažinti su ESM ir matavimo aparatūros interfeiso sistema CAMAC, kai kuriais jos moduliais ir programavimo pagrindais

### UŽDUOTYS RUOŠIANTIS DARBUI:

#### I. PARUOŠTI ATSAKYMUSĮ ŠIUOS KLAUSIMUS:

##### 1. Kokia pagrindinė CAMAC sistemos paskirtis ir ką reiškia šios raidės?

CAMAC sistemos paskirtis yra ryšio tarp matavimų prietaisų ir skaitmeninės duomenų apdorojimo aparatūros palaikymas. Ji buvo sukurta 60-tųjų metų pabaigoje ir yra tarptautinis standartas. Jos kūrėjai nuomone, pavadinimas CAMAC nėra santrumpa ir negali būti iššifruojamas, nors kai kas mano, kad šios raidės reiškia "Computer Application to Measurement and Control" arba "Computer Aided Measurement and Control"

##### 2. Kas vadinama kreitu, kreito stotimi ir moduliu?

Kreitas - CAMAC sistemos karkasas. Jame yra 25 vietos moduliams, vidinė magistralė, jungtis magistralės išplėtimui, maitinimo šaltinis.

Kreito stotimi vadinama modulio įstatymo vieta. Dvi kraštinės vietos skirtos kreito kontroliui o likusios - vykdomiesiems blokams. Kiekviena stotis turi viršutinę ir apatinę kreipiamąsias, 86 (2x43) kontaktų rozetę ir skylutę fiksuojančiam varžtui.

Modulis - tai įstatomas blokas, atliekantis kurią nors eksperimento valdymo funkciją.

##### 3. Kokia stotis vadinama normalia?

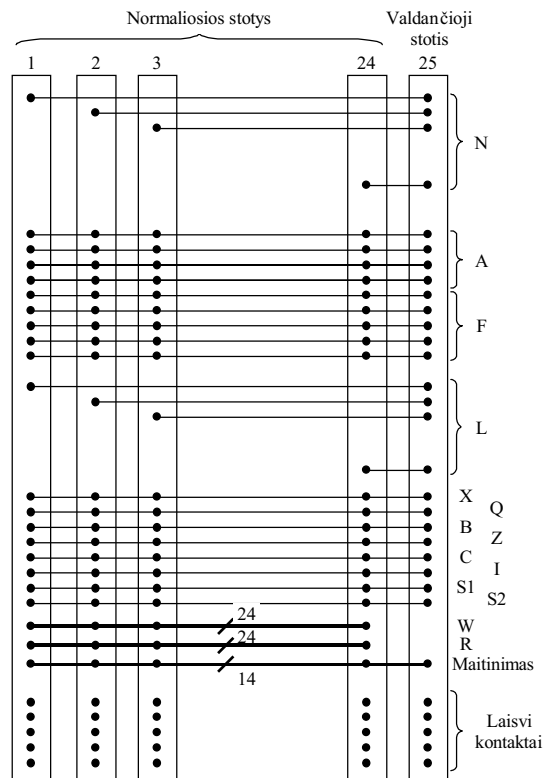
Tai pirmos 24 stotys, kuriose tų pačių kontaktų paskirtis yra vienodos. 25 stotis vadinama valdančiąja, ir jos kontaktai sujungti kiek kitaip, nei normaliųjų.

##### 4. Kokia kreito kontrolierio paskirtis?

Kreito kontrolieris skirtas modulių valdymui ir duomenų su ESM pasikeitimui. Jis keičia informaciją, ateinančią iš kompiuterio, į standartinius sistemai CAMAC signalus ir adresuoja juos atitinkamiems moduliams ir atvirkščiai – informaciją iš modulių perduoda kompiuteriui.

##### 5. Ką apibrėžia CAMAC elektrinis, mechaninis ir loginis standartai?

Elektrinis standartas apibrėžia modulių maitinimo įtampas ir jų naudojamas sroves. Vienas modulis negali naudoti daugiau nei 2A iš  $\pm 6V$  maitinimo linijos ir 1A iš  $\pm 24V$ . Maksimali viso kreito naudojama srovė neturi viršyti 25 ir 6 A atitinkamai. Maksimali srovė per rozetės kontaktą yra 3A. Modulis neturi spinduliuoti didesnio galingumo nei 8W, o kreito naudojama galia neturi viršyti 200W. Taip pat elektrinis standartas apibrėžia įėjimo ir išėjimo įtampas kreito magistralėje, rekomenduoja įtampų vertes



išorinių įrenginių jungimui. Vidinėje magistralėje signalų vertės atitinka atvirkštinės logikos TTL signalus:

|                  | 0            | 1          |
|------------------|--------------|------------|
| Modulio įėjimas  | 2.0 ... 5.5V | 0 ... 0.8V |
| Modulio išėjimas | 3.5 ... 5.5V | 0 ... 0.5V |

Mechaninis standartas nustato kreito ir modulių matmenis.

Loginis standartas aprašo informacijos apsikeitimo tarp funkcinų modulių ir kreito kontrolierio tvarką. Jis nereglementuoja kreito kontrolierio ir kompiuterio sąveikos. Standartas nustato magistralės signalų funkcinę paskirtį, jų laikines charakteristikas. Galimi trys kontrolierio ir modulio darbo režimai:

- duomenų siuntimas kreito magistrale
- modulių funkcinų elementų valdymas iš kontrolierio
- Modulių būsenų tikrinimas

Loginio standarto numatytus signalus galima suskirstyti į keturias grupes:

- Komandos CAMAC signalai (N A F)
- Būsenos signalai (X Q L B)
- Valdymo signalai (Z C I S1 S2)
- Duomenų perdavimas (W R)

## 6. Kokia CAMAC komandos paskirtis?

Komanda CAMAC nurodo, kurio modulio, koks funkcinis mazgas kokią funkciją turi atlikti. Ji duoda signalus individualiose linijose "stoties numeris" (N), keturiose ištisinėse linijose "subadresas" (A) ir penkiose ištisinėse linijose "funkcija" (F).

## 7. Kas sudaro ir kam naudojama kreito magistralė?

Kreito (vidinė) magistralė - tai daugiagyslis pasyvus kanalas, naudojamas duomenų tarp kreito kontrolierio ir kreito stočių keitimuisi, valdymo signalų perdavimui ir maitinimo tiekimui. Ją sudaro 86 linijos. Linijos gali būti ištisinės (sujungiami visi bendravardžiai stočių kontaktai) ir individualios (vienas dirbančios stoties kontaktas sujungtas su vienu valdančios stoties kontaktu).

## 8. Kokias funkcijas atlieka modulio L užklauskimas?

Signalu L modulis (per kontrolierį) siunčia žinutę procesoriui, kad reikia nutraukti programos vykdymą ir aptarnauti šį modulį.

## 9. Koks įrenginys gali pareikalausiti informacijos mainų tarp modulio ir ESM?

Tiek ESM, tiek modulis.

## 10. Kas yra bazinis adresas, modulio adresas, subadresas ir pseudoadresas?

Bazinis adresas yra stoties numeris. Stotys numeruojamos dešimtainiu kodu pradedant iš kairės.

Subadresas nurodo modulio funkcinį mazgą. Juo galima išsirinkti elementą ar registrą modulio viduje.

## 11. Kuo skiriasi LAM reikalavimas nuo L užklauskimo?

Jei modulyje yra daugiau negu vienas mazgas, reikalaujantis aptarnavimo nutraukiant programą, šių mazgų signalai žymimi LAM. Mazgo identifikacijai galima jam priskirti subadresą, kai mazgų nedaug, arba išskirti specialų registrą.

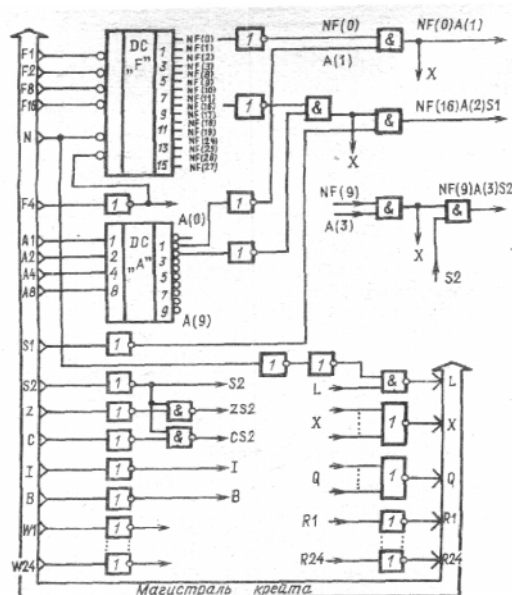
L užklauskimas siunčiamas tada, kai reikia atlikti veiksmus su visu moduliu.

## 12. Kas sudaro ir kam skirta modulio interfeisinė dalis?

Modulio interfeisinė dalis skirta informacijos mainams tarp modulio ir magistralės. Joje yra CAMAC komandos dešifratorius, inverteriai signalų priėmimui.

## 13. Kas sudaro ir kam skirta modulio funkcinė dalis?

Funkcinė dalis interpretuoja CAMAC komandas ir keičia jas fizikiniais poveikiais, valdo konkrečius įrenginius, matavimų rezultatus verčia į skaitmeninį pavidalą. Joje yra DAC, ADC, kiti keitikliai, stiprintuvai, reguliuojami maitinimo šaltiniai, kiti prietaisai.



Modulio interfeisinė dalis

## II. ATLIKTI ŠIAS UŽDUOTIS:

### 1. Sudaryti CAMAC magistralės loginių signalų lentelę, nurodant jų paskirtį ir padėtį magistralėje

| Linijų grupės pavadinimas | Linijos pavadinimas | Žymėjimas           | Kontaktų skaičius | Paskirtis   |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---|
| Komanda CA-MAC            | Stoties numeris     | N                   | 1                 | Modulio išrinkimas  |
|                           | Subadresas          | A1, A2, A4, A8      | 4                 | Funkcinio mazgo išrinkimas  |
|                           | Funkcija            | F1, F2, F4, F8, F16 | 5                 | Operacija   |
| Sinchronizacija           | Strobas 1           | S1                  | 1                 | Valdo pirmąją operacijos fazę. Signalai magistralėje neturi keistis |
|                           | Strobas 2           | S2                  | 1                 | Valdo antrąją operacijos fazę. Signalai magistralėje gali keistis   |
| Duomenys                  | Rašymas             | W1-W24              | 24                | Įrašoma informacija į modulį  |
|                           | Skaitymas           | R1-R24              | 24                | Paimama informacija iš modulio                                      |
| Būsena                    | Užklausa            | L                   | 1                 | Aptarnavimo reikalavimas  |
|                           | Užimta              | B                   | 1                 | Magistralėje vykdoma operacija                                      |
|                           | Atsiliepimas        | Q                   | 1                 | Modulio elemento, išrinkto komanda, būsena                          |
|                           | Komanda gauta       | X                   | 1                 | Signalizuoja apie modulio pasiruošimą vykdyti komandą               |
| Valdymas                  | Paleidimas          | Z                   | 1                 | Modulio pervedimas į pradinę būseną (palydimas signalais S2 ir B)   |
|                           | Draudimas           | I                   | 1                 | Veiksmų su elementais, prijungtų prie gijos I draudimas             |

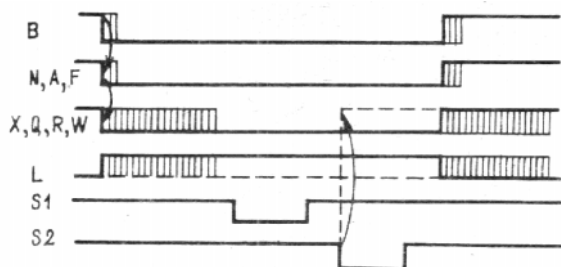
| Linijų grupės pavadinimas | Linijos pavadinimas | Žymėjimas | Kontaktų skaičius | Paskirtis                                       |
|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------|---|
|                           | Išvalymas           | C         | 1                 | Registų išvalymas (palydimas signalais S2 ir B) |
| Nestandartiniai jungimai  | Laisva              | P1, P2    | 2                 | Nereglamentuotiems jungimams                    |
|                           | Papildoma           | P3-P5     | 3                 | Nereglamentuotiems jungimams                    |

## 2. Sudaryti CAMAC magistinės elektrinių maitinimo įtampų lentelę, nurodant jų paskirtį

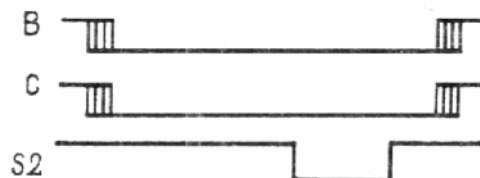
| Linijų grupės pavadinimas | Linijos pavadinimas   | Žymėjimas | Kontaktų skaičius | Paskirtis  |
|---------------------------|-----------------------|-----------|-------------------|--|
| Būtinasis maitinimas      |                       | +24V      | 1                 |  |
|                           |                       | +6V       | 1                 |  |
|                           |                       | -6V       | 1                 |  |
|                           |                       | -24V      | 1                 |  |
|                           |                       | 0V        | 2                 |  |
| Papildomas maitinimas     |                       | +12V      | 1                 |  |
|                           |                       | -12V      | 1                 |  |
|                           | Įžeminimas            | E         | 1                 | Schemoms, reikalaujančioms apsaugos nuo trikdžių |
|                           | Mait. 6V              | Y2        | 1                 |  |
|                           | Mait. -6V             | Y1        | 1                 |  |
|                           | Rezervinis maitinimas |           | 3                 |  |

## 3. Nubrėžti ir išnagrinėti CAMAC magistinės signalų laikines diagramas

CAMAC operacijos skirstomos į komandinės ir neadresinės. Komandinės operacijos yra skirtos konkrečiam moduliui ar jo funkciniam mazgui, tuo tarpu neadresinė komanda siunčiama visiems įjungtiems moduliams - tai valdantieji signalai Z, C, I. Abiejų rūšių operacijų laikinės diagramos pateiktos kiek žemiau. Jose brūkšniuotu plotu pažymėti galimi užlaikymai. Pažymėtina, kad nuo signalo S1 iki S2 duomenys linijose R ir W neturi keistis.



Komandinės operacijos laikinė diagrama



Neadresinės operacijos laikinė diagrama

**4. Sudaryti visų keturių grupių operacijų lentelę, nurodant jų paskirtį ir ypatumus**

Pagal prasmę visos CAMAC operacijos skirstomos į keturias grupes (žr. lentelę):

| Operacijų grupė               | Paskirtis  | Ypatumai   |
|-------------------------------|--|--|
| Skaitymo operacijos           | Informacijos iš duomenų linijų R skaitymas. Tai funkcijos F(0)-F(3).   | Naudojant funkcijas F(0) arba F(3) vyksta informacijos skaitymas. Jei naudojama funkcija F(2), vyksta skaitymas ir po to registro išvalymas. Operacija F(3) leidžia gauti atvirkštinį skaitomo registro kodą.  |
| Pirma valdymo operacijų grupė | L užklauso aptarnavimas, registrų valymas. Funkcijos F(8)-F(11).   | Funkcija F(8) galima patikrinti tiek modulio L užklauso būseną, tiek atskiro modulio elemento L-signalą. Funkcija F(10) naudojama trigerių, susijusių su L užklausu, numetimui. Konkretus trigeris išrenkamas subadresu. Operacijos F(9) ir F(11) naudojamos registrų išvalymui.   |
| Įrašymo operacijos            | Duomenų iš linijų W įrašymas į modulį. Funkcijos F(16)-F(19), F(21), F(23).  | Vykdant operacijas F(16) ir F(17) registrų turinys pakeičiamas kodu linijose W. Selekttyvaus nustatymo funkcijos F(18) ir F(19) nustato į loginio vieneto būseną tik tas registrų skiltis, kuriose linijose W buvo loginis vienetas, kitas palikdamos be pakeitimų. Selekttyvaus išvalymo operacijų F(21), F(23) poveikis atvirkščias selekttyviam nustatymui. |
| Antra valdymo operacijų grupė | Įvairūs veiksmai su modulių funkciniais elementais, kurie nereikalauja informacijos perdavimo linijomis R, W. Tai funkcijos F(24)-F(27). | F(24) uždraudžiami kokie nors veiksmai modulyje. F(26) draudimą panaikina. F(25) skirta kokių nors veiksmų modulyje iniciacijai arba nutraukimui. Ją naudojame tik tada, kai negalime to padaryti su funkcija F(24). Operacija F(27) skirta modulio funkcinių mazgų būsenų patikrinimui.   |

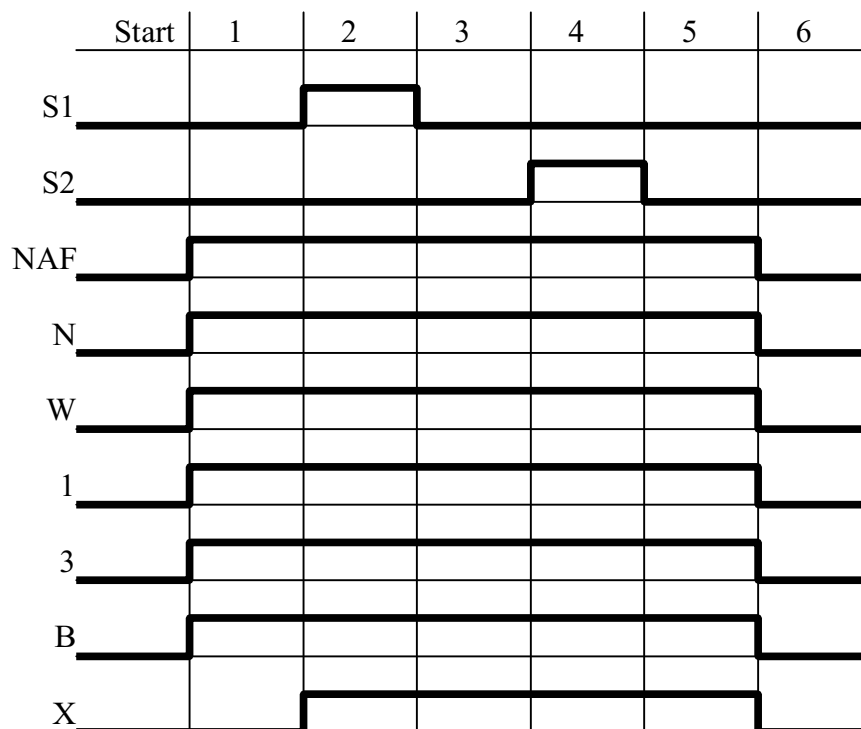
## DARBO EIGA:

### 1. Sudarau darbe naudojamų modulių lentelę:

| Modulis | Paskirtis  | Stoties numeris |
|---------|--|-----------------|
| 140     | Rankinis kontroleris                                       | 23-25           |
| ΦK70    | Du kodas-analogas keitikliai, dirbantys įvairiais režimais | 13              |
| ΦK446   | Rankinis žodžio generatorius                               | 10              |
| ΦK440   | Magistralės indikatorius                                   | 6               |

### 2. Išanalizuoju ir sudarau komandos vykdymo diagramą.

Naudodamas rankinį kontrolerį žingsniavimo režime, surenku žodžio generatoriaus ir magistralės indikatoriaus modulių adresus ir spaudinėdamas klavišą EXEC stebiu, kas vyksta magistralėje. Rankiniu žodžio generatoriumi linijose 1 ir 3 įrašau loginius 1. Braižau diagramą:



Kaip matyti, komandai perduoti reikia 6 žingsnių.

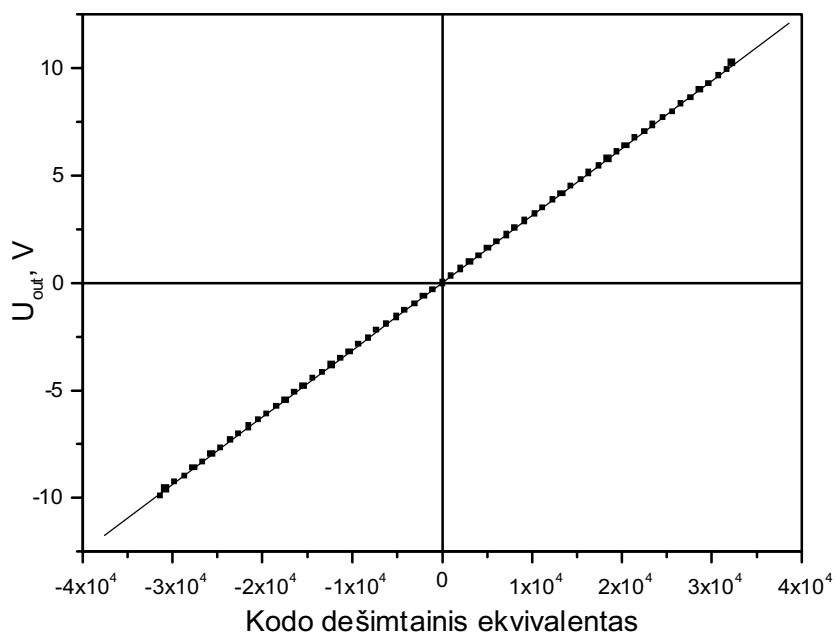
Kai klavišas XOFF nenuspaustas, jei niekas neduoda signalo X, ciklas nutraukiamas. Jei nuspauostas - nenutraukiamas bet koku atveju. Atliekant darbą, dėl sugedusio magistralės indikatoriaus linijoje X visada buvo žemas lygis (loginis 1), todėl klavišo XOFF padėtis nieko nekeitė.

### 3. Išturiu vieną iš modulio ΦK70 keitiklių kodo keitimo į analoginį signalą režime.

Keitiklio išėjimo įtampos priklausomybė nuo surinkto kodo pateikti lentelėje. Kodą surenku rankiniu žodžio generatoriumi (naudoju penkias vyriausias skiltis 10-14, ženklą lemia 16 linija)

| Dvejetainis kodas | Dešimtainis ekvivalentas | Teigiama įtampa, V | Neigiama įtampa, V |
|-------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| 000010000000000   | 1                        | 0.332              | -9.913             |
| 000100000000000   | 2                        | 0.640              | -9.591             |
| 000110000000000   | 3                        | 0.960              | -9.272             |

| Dvejetainis kodas | Dešimtainis ekvivalentas | Teigiama įtampa, V | Neigiama įtampa, V |
|-------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| 00100000000000    | 4                        | 1.280              | -8.952             |
| 00101000000000    | 5                        | 1.599              | -8.631             |
| 00110000000000    | 6                        | 1.919              | -8.311             |
| 00111000000000    | 7                        | 2.239              | -7.991             |
| 01000000000000    | 8                        | 2.558              | -7.671             |
| 01001000000000    | 9                        | 2.878              | -7.350             |
| 01010000000000    | 10                       | 3.198              | -7.031             |
| 01011000000000    | 11                       | 3.518              | -6.710             |
| 01100000000000    | 12                       | 3.836              | -6.390             |
| 01101000000000    | 13                       | 4.157              | -6.070             |
| 01110000000000    | 14                       | 4.476              | -5.750             |
| 01111000000000    | 15                       | 4.796              | -5.430             |
| 10000000000000    | 16                       | 5.116              | -5.112             |
| 10001000000000    | 17                       | 5.435              | -4.790             |
| 10010000000000    | 18                       | 5.756              | -4.470             |
| 10011000000000    | 19                       | 6.076              | -4.150             |
| 10100000000000    | 20                       | 6.396              | -3.831             |
| 10101000000000    | 21                       | 6.715              | -3.512             |
| 10110000000000    | 22                       | 7.036              | -3.192             |
| 10111000000000    | 23                       | 7.355              | -2.872             |
| 11000000000000    | 24                       | 7.676              | -2.552             |
| 11001000000000    | 25                       | 7.997              | -2.233             |
| 11010000000000    | 26                       | 8.316              | -1.914             |
| 11011000000000    | 27                       | 8.637              | -1.594             |
| 11100000000000    | 28                       | 8.956              | -1.275             |
| 11101000000000    | 29                       | 9.278              | -0.956             |
| 11110000000000    | 30                       | 9.597              | -0.637             |
| 11111000000000    | 31                       | 9.917              | -0.317             |
| 11111111111111    |                          | 10.239             | 0.001              |



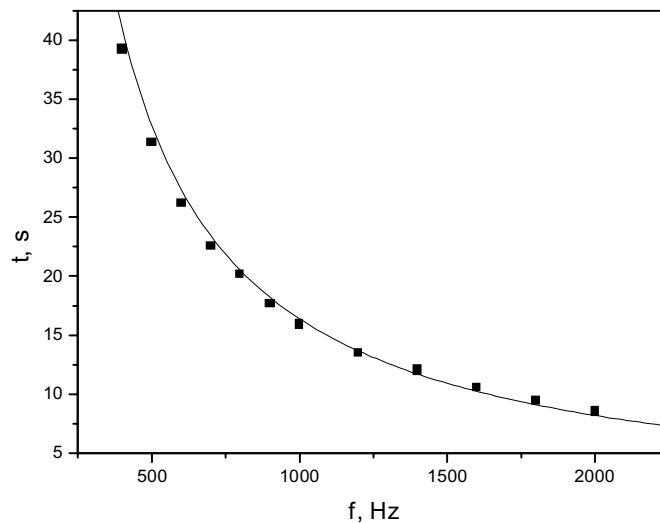
Modulio  $\Phi K70$  DAC išėjimo įtamos priklausomybė nuo kodo

Keitiklio paklaidos nesiekia 0.3%

#### 4. Ištirtu vieną iš modulio ФК70 keitiklių laiptelinės įtampos generavimo režime.

Prie modulio ФК70 prijungiu stačiakampių impulsų generatorių ir padavęs leidimo skaičiuoti signalą matuoju laiką, kol DAC išėjimo įtampa padidės iki maksimalios vertės (arba nukris iki minimalios, priklausomai nuo generatoriaus dažnio). Signalo kitimo laiko priklausomybė nuo įėjimo signalo dažnio parodyta čia:

| f, Hz | t, s  |
|-------|-------|
| 400   | 39.27 |
| 500   | 31.35 |
| 600   | 26.16 |
| 700   | 22.54 |
| 800   | 20.15 |
| 900   | 17.71 |
| 1000  | 15.92 |
| 1200  | 13.51 |
| 1400  | 12.05 |
| 1600  | 10.61 |
| 1800  | 9.44  |
| 2000  | 8.56  |



Teorinė kreivė apskaičiuota pagal formulę  $t = 2^{14} \cdot T = 16386 \cdot \frac{1}{f}$

#### IŠVADOS

Laboratorinio darbo metu buvo susipažinta su interfeisine sistema CAMAC, išsiaiškintos signalų reikšmės jos magistralėje. Buvo nustatytas, kad žingsnių skaičius, reikalingas vienai komandai perduoti, yra 6. Taip pat nustačiau CAMAC modulio ФК70 (DAC) charakteristikas, kurios rodo, kad keitiklio paklaida yra nedidesnė už 0.3%. Laiptelinės įtampos generavimo režime gauta skaičiavimo laiko priklausomybė nuo įėjimo signalo dažnio praktiškai niekuo nesiskiria nuo apskaičiuotosios. Netikslumus čia galėjo įnešti tik generatoriaus dažnio nukrypimai.

#### LITERATŪRA

1. Ю.Ф.Певчев, К.Г.Финогенов. Автоматизация физического эксперимента. Энергоатомиздат, 1986. 368с.