



## COURSE UNIT (MODULE) DESCRIPTION

| Course unit (module) title | Code |
|----------------------------|------|
| Integrated circuits        |      |

| Annotation                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| In this course, starting from the topology of semiconductor integrated circuits, the principles of operation of integrated circuits, their structure, their relation to their parameters are analyzed, typical electric circuits with integrated circuits are analyzed. The focus is on analog integrated circuits. |

| Lecturer(s)                                | Department(s) where the course unit (module) is delivered |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Coordinator: prof. dr. Vygintas Jankauskas | VU Physic faculty                                         |
| Other(s):                                  |                                                           |

| Study cycle   | Type of the course unit (module) |
|---------------|----------------------------------|
| The first one | Arbitrary                        |

| Mode of delivery | Period when the course unit (module) is delivered | Language(s) of instruction |
|------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|
| Auditorium       | 6 (spring) semester                               | Lithuanian                 |

| Requisites                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Prerequisites:</b> electricity and magnetism, signals and linear circuits, electronics, digital electronics<br><b>Co-requisites:</b> solid state physic |

| Course (module) volume in credits | Total student's workload | Contact hours | Self-study hours |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------|------------------|
| 5                                 | 140                      | 64            | 76               |

| Purpose of the course unit (module): programme competences to be developed                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| To analyse the operation of typical integrated circuits, the operation of electric circuits with integral circuits, to carry out measurement of parameters of integrated circuits, to have an understanding about the topology of integrated circuits.. |                                             |                                                                                                                                                |
| Learning outcomes of the course unit (module)                                                                                                                                                                                                           | Teaching and learning methods               | Assessment methods                                                                                                                             |
| After completing this course, the student will be able to analyse the structure and typical schematics of typical integrated circuits                                                                                                                   | Lecture, laboratory work, independent work. | Evaluation of the performance of the laboratory works and the assessment, the assessment of the colloquium, the assessment of the written exam |
| After completing this course, the student will be able to analyse the operation of electric circuits with integral circuits                                                                                                                             | Lecture, laboratory work, independent work. | Evaluation of the performance of the laboratory works and the assessment, the assessment of the colloquium, the assessment of the written exam |
| After completing this course, the student will be able to measure the parameters of the integrated circuits                                                                                                                                             | Lecture, laboratory work, independent work. | Evaluation of the performance of the laboratory works and the assessment, the assessment of the colloquium, the assessment of the written exam |
| After completing this course, the student will be able to understand the topology of integrated circuits                                                                                                                                                | Lecture, laboratory work, independent work. | Evaluation of the performance of the laboratory works and the assessment, the assessment of the                                                |

|                                                                                                                              |                 |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|
|                                                                                                                              |                 | colloquium, the assessment of the written exam |
| After completion of this course, the student will have an understanding of the design of integrated circuits and topologies. | Self-employment | Evaluation of design work                      |

| Content: breakdown of the topics                                                                                                                                                                                                                             | Contact hours |           |          |           |                 |                 |               | Self-study work: time and assignments |                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Lectures      | Tutorials | Seminars | Exercises | Laboratory work | Internship/work | Contact hours | Self-study hours                      | Assignments                                                                                       |
| 1. Classification of modern electronic integrated circuits, marking systems. Microprocessor and microcontroller integrated circuits. Design stages of integrated circuits.                                                                                   | 2             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics listed.                                                             |
| 2. Manufacturing processes technology of integrated circuits. Integrated circuit components: bipolar transistors, diodes, capacitors, resistors. MOS transistors, new transistor variations.                                                                 | 6             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered. To analyse typical topology schemes.                       |
| 3. Models of integrated circuit elements. Elementary stages of integrated circuits. Current stabilizers, cascodes, differential cascade. Integrated circuit input stages, bipolar to single-phase changing stages, potential shifting stages, output stages. | 6             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered. Get acquainted with computer circuit calculation programs. |
| 4. Operational amplifier structure and electrical structure. Input and output parameters and characteristics of operating amplifiers. Frequency and pulse characteristics. Operational amplifier chain analysis. Filters with operational amplifiers         | 6             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered. Analyse the calculations of sample circuit.                |
| 5 Specific operating amplifiers. Other analogue integrated circuits: comparators, multipliers, stabilizers.                                                                                                                                                  | 2             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered. Analyse the ways of calculating circuits.                  |
| 6. IC of digital - analogue and analogue - digital converters                                                                                                                                                                                                | 4             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered.                                                            |
| 7. Peculiarities of digital integrated circuits technology and design. Elements of digital integrated circuits, their properties, static and dynamic behaviour.                                                                                              | 2             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered.                                                            |
| 8. Digital combinatorics, logical laws. Design of combined integrated circuit Semiconductor storage circuits. Methods and operation of programmable integrated circuits                                                                                      | 4             |           |          |           |                 |                 |               |                                       | Read literature on the topics covered.                                                            |
| 9. Parameters of operational amplifier                                                                                                                                                                                                                       |               |           |          |           | 4               |                 | 4             | 5                                     | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions                               |
| 10. Operational amplifier with linear and nonlinear components                                                                                                                                                                                               |               |           |          |           | 4               |                 | 4             | 5                                     | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions                               |
| 11. Operational amplifier with reactive components                                                                                                                                                                                                           |               |           |          |           | 4               |                 | 4             | 5                                     | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions                               |

|                                                  |           |  |  |  |           |  |           |           |                                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------|--|--|--|-----------|--|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| 12. Active low pass filter                       |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions |
| 13. Integrated stabilizers                       |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions |
| 14. Analog to digital converter                  |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions |
| 15. Integrated Analog multiplier                 |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions |
| 16. Investigation of integrated circuit topology |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Get ready for work. Describe and analyse results, write conclusions |
| <b>Total</b>                                     | <b>32</b> |  |  |  | <b>32</b> |  | <b>64</b> | <b>76</b> |                                                                     |

| Assessment strategy | Weight, % | Deadline            | Assessment criteria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Colloquium          | 20        | During the semester | The colloquium: 9-12 short questions 5-7 and short circuit diagram tasks in writing.<br>Excellent knowledge and skills. 90-100% correct answers; Good knowledge and skills, there may be minor mistakes. 70-89% correct answers; Average knowledge and skills, there are mistakes. 50-69% correct answers; Knowledge and skills are below average, there are (fundamental) mistakes. 30-49% correct answers; Knowledge and skills still meet the minimum requirements. Lots of mistakes. 10-29% correct answers; Minimum requirements not met. 0-9% correct answers. |
| Laboratory work     | 25        | During the semester | Perform and defence of laboratory work on time. Completeness and correctness of laboratory work description. Perception of phenomena analysed in works.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Design work         | 20        | During the semester | Design a small scale combinatorial or analog integrated circuit according to the given task. The correctness of the principal scheme and topology is evaluated.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Exam                | 35        | During the session  | 10-15 short questions 5-7 and short circuit diagram tasks in writing.<br>Excellent knowledge and skills. 90-100% correct answers; Good knowledge and skills, there may be minor mistakes. 70-89% correct answers; Average knowledge and skills, there are mistakes. 50-69% correct answers; Knowledge and skills are below average, there are (fundamental) mistakes. 30-49% correct answers; Knowledge and skills still meet the minimum requirements. Lots of mistakes. 10-29% correct answers; Minimum requirements not met. 0-9% correct answers.                |

| Author                       | Year of publication | Title                                                        | Issue of a periodical or volume of a publication | Publishing place and house or web link   |
|------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Compulsary reading</b>    |                     |                                                              |                                                  |                                          |
| Kirvaitis R., Martavičius R. | 2003                | Analoginė elektronika: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams |                                                  | VU SCIC Storage, Technology Reading Room |

|                         |      |                                   |        |                                                                                                                                                       |
|-------------------------|------|-----------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pavasaris Č.            | 2009 | Puslaidininkiniai įtaisai         | Part 2 | <a href="http://www.teti.ff.vu.lt/doc/puslaidininkiniai2.pdf">http://www.teti.ff.vu.lt/doc/puslaidininkiniai2.pdf</a>                                 |
| Štaras S., Kirvaitis R. | 1995 | Mikroelektronikos pagrindai       |        | VU SCIC Storage,<br>Technology Reading Room                                                                                                           |
| <b>Optional reading</b> |      |                                   |        |                                                                                                                                                       |
| Hans Camenzind          | 2005 | Designing Analog Chips            |        | <a href="http://www.designinganalogchips.com/_count/designinganalogchips.pdf">http://www.designinganalogchips.com/_count/designinganalogchips.pdf</a> |
| Kirvatis R.             | 1999 | Loginės schemos                   |        | VU SCIC Storage,<br>Technology Reading Room                                                                                                           |
| Marcinkevičius A.J.     | 2004 | Integrinių grandynų projektavimas |        | VU SCIC Storage                                                                                                                                       |



## STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

| Dalyko (modulio) pavadinimas | Kodas |
|------------------------------|-------|
| Integriniai grandynai        |       |

| Anotacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Šiame dalyke, pradedant nuo puslaidininkinių integrinių grandynų topologijos, nagrinėjami integrinių grandynų veikimo principai, jų struktūra, sąryšis su jų parametrais, analizuojamos tipinės elektrinės grandinės su integriniais grandynais. Pagrindinis dėmesys skiriamas analoginiams integriniams grandynams. |

| Dėstytojas (-ai)                               | Padalinys (-iai)      |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| Koordinuojantis: prof. dr. Vygintas Jankauskas | VU Fizikos fakultetas |
| Kitas (-i):                                    |                       |

| Studijų pakopa | Dalyko (modulio) tipas |
|----------------|------------------------|
| Pirmoji        | Pasirenkamasis         |

| Igyvendinimo forma | Vykdymo laikotarpis     | Vykdymo kalba (-os) |
|--------------------|-------------------------|---------------------|
| Auditorinė         | 6 (pavasario) semestras | Lietuvių            |

| Reikalavimai studijuojančiajam                                                                                          |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Išankstiniai reikalavimai: elektra ir magnetizmas, signalai ir tiesinės grandinės, elektronika, skaitmeninė elektronika | Gretutiniai reikalavimai (jei yra): kietojo kūno fizika |

| Dalyko (modulio) apimtis kreditais | Visas studento darbo krūvis | Kontaktinio darbo valandos | Savarankiško darbo valandos |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 5                                  | 140                         | 64                         | 76                          |

| Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos                                                                                                                                              |                                                       |                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| analizuoti tipiskų integrinių grandynų veikimą, elektrinių grandinių su integriniais grandynais veikimą, atlikti integrinių grandynų parametrų matavimą, turėti supratimą apie integrinių grandynų topologiją. |                                                       |                                                                                                                           |
| Dalyko (modulio) studijų siekiniai                                                                                                                                                                             | Studijų metodai                                       | Vertinimo metodai                                                                                                         |
| Baigęs šį dalyką studentas gebės analizuoti tipiskų integrinių grandynų struktūrą ir schemotechniką                                                                                                            | Paskaita, laboratorinis darbas, savarankiškas darbas. | Laboratorinių darbų atlikimo ir atsiskaitymo įvertinimas, kontrolinių darbų raštu įvertinimas, egzamino raštu įvertinimas |
| Baigęs šį dalyką studentas gebės analizuoti elektrinių grandinių su integriniais grandynais veikimą                                                                                                            | Paskaita, laboratorinis darbas, savarankiškas darbas. | Laboratorinių darbų atlikimo ir atsiskaitymo įvertinimas, kontrolinių darbų raštu įvertinimas, egzamino raštu įvertinimas |
| Baigęs šį dalyką studentas gebės atlikti integrinių grandynų parametrų matavimą                                                                                                                                | Paskaita, laboratorinis darbas, savarankiškas darbas. | Laboratorinių darbų atlikimo ir atsiskaitymo įvertinimas, kontrolinių darbų raštu įvertinimas, egzamino raštu įvertinimas |
| Baigęs šį dalyką studentas gebės suprasti integrinių grandynų topologiją                                                                                                                                       | Paskaita, laboratorinis darbas, savarankiškas darbas. | Laboratorinių darbų atlikimo ir atsiskaitymo įvertinimas, kontrolinių darbų raštu                                         |

|                                                                                                        |                       |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                        |                       | įvertinimas, egzamino raštu įvertinimas |
| Baigęs šį dalyką studentas turės supratimą apie integrinių grandynų schemų ir topologijos projektavimą | Savarankiškas darbas. | Projektavimo darbo įvertinimas          |

| Temos                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kontaktinio darbo valandos |               |           |          |                |          |                   | Savarankiškų studijų laikas ir užduotys |                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|-----------|----------|----------------|----------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                        | Paskaitos                  | Konsultacijos | Seminarai | Pratybos | Laboratoriniai | Praktika | Visas kontaktinis | Savarankiškas                           | Užduotys                                                                                                     |
| 1. Šiuolaikinių elektroninių integrinių grandynų klasifikacija, žymėjimo sistemos. Mikroprocesorių ir mikrokontrolerių integriniai grandynai. Integrinių grandynų projektavimo etapai.                                                                                 | 2                          |               |           |          |                |          | 2                 | 2                                       | Skaityti literatūrą nurodytomis temomis.                                                                     |
| 2. Integrinių grandynų gamybos technologiniai procesai. Integrinių grandynų elementų gamyba: dvipoliai tranzistoriai, diodai, kondensatoriai, rezistoriai. MDP tranzistoriai, naujos tranzistorių atmainos.                                                            | 6                          |               |           |          |                |          | 6                 | 6                                       | Skaityti literatūrą išnagrinėtomis temomis. Išnagrinėti tipines topologijos schemas.                         |
| 3. Integrinių grandynų elementų modeliai. Integrinių grandynų elementarios pakopos. Srovės pastovintuvai, kaskodai, diferencinės pakopos. Integrinių grandynų įėjimo pakopos, dvifazio signalo keitimo vienfaziu pakopos, postūmio pakopos, išėjimo pakopos.           | 6                          |               |           |          |                |          | 6                 | 6                                       | Skaityti literatūrą išnagrinėtomis temomis. Susipažinti su kompiuterinėmis grandynų skaičiavimo programomis. |
| 4. Operacinių stiprintuvų sudarymo principai ir principinės elektrinės schemas. Operacinių stiprintuvų įėjimo ir išėjimo parametrai, charakteristikos. Dažninės ir impulsinės savybės. Operacinių stiprintuvų grandinių analizė. Filtrai su operaciniais stiprintuvais | 6                          |               |           |          |                |          | 6                 | 6                                       | Skaityti literatūrą išnagrinėtomis temomis. Išnagrinėti pavyzdinių grandinių skaičiavimus.                   |
| 5. Specifiniai operaciniai stiprintuvai. Kiti analoginiai integriniai grandynai: komparatoriai, daugintuvai, stabilizatoriai.                                                                                                                                          | 2                          |               |           |          |                |          | 2                 | 2                                       | Skaityti literatūrą nagrinėtomis temomis. Išnagrinėti grandinių skaičiavimų būdus.                           |
| 6. Skaitmeniniai - analoginiai ir analoginiai - skaitmeniniai keitikliai.                                                                                                                                                                                              | 4                          |               |           |          |                |          | 4                 | 4                                       | Skaityti literatūrą nagrinėtomis temomis.                                                                    |
| 7. Skaitmeninių integrinių grandynų technologijos ir konstrukcijos ypatumai. Skaitmeninių integrinių grandynų elementai, jų savybės, statinė ir dinaminė veika.                                                                                                        | 2                          |               |           |          |                |          | 2                 | 2                                       | Skaityti literatūrą nurodytomis temomis.                                                                     |
| 8. Skaitmeninė kombinatorika, loginiai dėsniai. Kombinatorinio integrinio grandyno projektavimas Pusiaidininkinės atmintinės. Programuojamųjų integrinių grandynų sudarymo būdai bei veikimas.                                                                         | 4                          |               |           |          |                |          | 4                 | 8                                       | Skaityti literatūrą nurodytomis temomis.                                                                     |
| 9. Operacinio stiprintuvo parametrai                                                                                                                                                                                                                                   |                            |               |           |          | 4              |          | 4                 | 5                                       | Pasiruošti lab. darbui. Aprašyti ir analizuoti                                                               |

|                                                                        |           |  |  |  |           |  |           |           |                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|-----------|--|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        |           |  |  |  |           |  |           |           | rezultatus, padaryti išvadas                                                |
| 10. Operacinis stiprintuvas su tiesiniais ir netiesiniais komponentais |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab.darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas  |
| 11. Operacinis stiprintuvas su reaktyviaisiais komponentais            |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab. darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas |
| 12. Aktyvusis žemo dažnio filtras                                      |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab.darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas  |
| 13. Integriniai stabilizatoriai                                        |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab.darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas  |
| 14. Analoginis skaitmeninis keitiklis                                  |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab.darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas  |
| 15. Integrinis analoginis daugintuvas                                  |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab. darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas |
| 16. Integrinio grandyno topologijos tyrimas                            |           |  |  |  | 4         |  | 4         | 5         | Pasiruošti lab. darbui. Aprašyti ir analizuoti rezultatus, padaryti išvadas |
| <b>Iš viso</b>                                                         | <b>32</b> |  |  |  | <b>32</b> |  | <b>64</b> | <b>76</b> |                                                                             |

| Vertinimo strategija  | Svoris proc. | Atsiskaitymo laikas | Vertinimo kriterijai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kontrolinis darbas    | 20           | Semestro metu       | Kontrolinis darbas: 9-12 trumpų klausimų ir 5-7 trumpi uždaviniai-pratimai raštu. Puikios žinios ir gebėjimai. 90-100% teisingų atsakymų; Geros žinios ir gebėjimai, gali būti neesminių klaidų. 70-89% teisingų atsakymų; Vidutinės žinios ir gebėjimai, yra klaidų. 50-69% teisingų atsakymų; Žinios ir gebėjimai nesiekia vidutinių, yra (esminių) klaidų. 30-49% teisingi atsakymai; Žinios ir gebėjimai dar tenkina minimalius reikalavimus. Daug klaidų. 10-29% teisingų atsakymų; Netenkinami minimalūs reikalavimai. 0-9% teisingi atsakymai. |
| Laboratoriniai darbai | 25           | Semestro metu       | Darbų atlikimas ir atsiskaitymas numatytu laiku. Darbo aprašymo išsamumas ir korektiškumas. Reiškinių, nagrinėjamų darbuose, suvokimas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Projektavimo darbas   | 20           | Semestro metu       | Suprojektuoti nedidelės apimties kombinacinį arba analoginį integrinį grandyną pagal duotą užduotį. Vertinami principinės schemos ir topologijos teisingumas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Egzaminas             | 35           | Sesijos metu        | 10-15 trumpų klausimų ir 5-7 trumpi uždaviniai-pratimai raštu. Puikios žinios ir gebėjimai. 90-100% teisingų atsakymų; Geros žinios ir gebėjimai, gali būti neesminių klaidų. 70-89% teisingų atsakymų; Vidutinės žinios ir gebėjimai, yra klaidų. 50-69% teisingų atsakymų; Žinios ir gebėjimai nesiekia vidutinių, yra (esminių) klaidų. 30-49% teisingi atsakymai; Žinios ir gebėjimai dar tenkina minimalius reikalavimus. Daug                                                                                                                   |

|  |  |  |                                                                                                |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | klaidų. 10-29% teisingų atsakymų; Netenkinami minimalūs reikalavimai. 0-9% teisingi atsakymai. |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Autorius                     | Leidimo metai | Pavadinimas                                                  | Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas | Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda                                                                                                    |
|------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Privaloma literatūra</b>  |               |                                                              |                                           |                                                                                                                                                     |
| Kirvaitis R., Martavičius R. | 2003          | Analoginė elektronika: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams |                                           | MKIC Saugykla, Technologijos mokslų skaitykla                                                                                                       |
| Pavasaris Č.                 | 2009          | Puslaidininkiniai įtaisai                                    | II dalis                                  | <a href="http://www.teti.ff.vu.lt/doc/puslaidininkiniai2.pdf">http://www.teti.ff.vu.lt/doc/puslaidininkiniai2.pdf</a>                               |
| Štaras S., Kirvaitis R.      | 1995          | Mikroelektronikos pagrindai                                  |                                           | MKIC Saugykla, Technologijos mokslų skaitykla                                                                                                       |
| <b>Papildoma literatūra</b>  |               |                                                              |                                           |                                                                                                                                                     |
| Hans Camenzind               | 2005          | Designing Analog Chips                                       |                                           | <a href="http://www.designinganalogchips.com/count/designinganalogchips.pdf">http://www.designinganalogchips.com/count/designinganalogchips.pdf</a> |
| Kirvatis R.                  | 1999          | Loginės schemos                                              |                                           | MKIC Saugykla, Technologijos mokslų skaitykla                                                                                                       |
| Marcinkevičius A.J.          | 2004          | Integrinių grandynų projektavimas                            |                                           | MKIC Saugykla                                                                                                                                       |