

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

САНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАР

Алматы
«Қазақ университеті»
2021

ӘОЖ
КБЖ
С

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
физика-техникалық факультетінің
Ғылыми кеңесі және Редакциялық-баспа кеңесі
шешімімен ұсынылған
(№ хаттама 2021 жыл)*

Пікір жазған

физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **А.Қ. Еришина**

**Сандық құрылғылар: оқу құралы / Ә. М. Жүкешов,
Ә. У. Әмренова, А. Т. Ғабдуллина, Ж. М. Молдабеков, Ж. Ә. Жан-
деуова. – Алматы: Қазақ университеті. – 110 б.**

ISBN 978-601-04-

Оқу құралы жоғары оқу орындарында «БВ07107-Электр энергетика» білім беру бағдарламасы аясында білім алып жатқан студенттерге «Сандық құрылғылар», «Энергетикадағы сандық технологиялар» және басқа да осы бағыттағы пәндер бойынша даярлануға арналған. Оқу құралында қажетті теориялық мәліметтер, практикалық тапсырмаларды орындаудың үлгілері, өзін-өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары қамтылған. Бұл еңбек авторлардың білім беру саласындағы тәжірибелері, сонымен қатар құралда ұсынылған әдебиеттердегі материалдар және мамандық бойынша электривті пәндер каталогы негізінде құрастырылған.

**ӘОЖ
КБЖ**

ISBN 978-601-04-

© Жүкешов Ә.М., Әмренова Ә.У.,
Ғабдуллина А.Т., Молдабеков Ж.М.,
Жандеуова Ж.Ә., 2021
© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2021

МАЗМҰНЫ

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	5
АЛҒЫ СӨЗ	6
1-тарау. САНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӨРНЕКТЕЛУІ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК	7
1.1. Санау жүйесі	7
1.2. Санау жүйесінің түрлері.....	9
1.3. Сандарды бір санау жүйесінен басқа санау жүйесіне ауыстыру.....	11
1.4. Логика алгебрасы.....	14
1.5. Логикалық операциялар	17
1.6. Логикалық функцияларды кішірейту	19
2-тарау. САНДЫҚ ИНТЕГРАЛДЫ МИКРОСХЕМАЛАР	23
2.1. Аналогтық және сандық сигналдар	23
2.2. Логикалық схеманың моделі.....	27
2.3. Логикалық схемаларды басқару тәсілдері	27
2.4. Транзисторлар	28
2.5. Күштік диодтар	30
2.5.1. Күштік диодтардың тағайындалуы мен жіктелуі.....	30
2.5.2. Күштік диодтардың түрлері.....	32
2.6. Өріс эффектілі транзисторлар және биполярлық транзисторларды бір мезгілде пайдаланатын микросхемалар	33
2.7. Диодты логика.....	35
2.8. Эмиттерлік байланысқан логика.....	39
2.9. Транзистор-транзисторлық логика	40
2.10. Интегралды-инжекциялық логика.....	41
2.11. Шоттки диоды бар транзисторлық логика.....	44
2.12. Өрістік транзисторлардағы металл оксидті жартылай өткізгіш логика	47
2.13. Комплементарлы өрістік транзисторлардағы КМОЖ логика	49
2.14. Үш күйі бар КМОЖ буферлік элементтері.....	50
2-тарауға арналған есептер	51
3-тарау. ТРИГГЕРЛЕР	60
3.1. Жалпы түсініктемелер	60
3.2. RS триггері.....	62

3.2.1. Асинхронды RS триггері	62
3.2.2. Синхронды RS триггері	64
3.3. D триггері	65
3.4. Бір актілі D триггер	67
3.5. Dv триггер	68
3.6. Шмитт триггерлері	69
3-тарауға арналған есептер	71
4-тарау. МИКРОПРОЦЕССОРЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ	77
4.1. Регистрлер	77
4.1.1. Регистрлердің түрлері	77
4.1.2. Параллель регистрлер	78
4.1.3. Сигнал фронты бойынша жұмыс істейтін регистрлер	80
4.1.4. Сигнал деңгейі бойынша жұмыс істейтін регистрлер	82
4.1.5. Тізбекті регистрлер	83
4.2. Есептеуіштер	85
4.2.1. Импульстерді есептеуіш және жиілікті бөлгіш	85
4.2.2. Асинхронды есептеуіш	86
4.2.3. Асинхронды тасымалдаумен синхронды есептеуіш	89
4.2.4. Синхронды есептеуіш	90
4.2.5. Қайтымды есептеуіш	92
4.3. Шифраторлар	92
4.4. Дешифраторлар	94
4.5. Арифметикалық және логикалық құрылғы	96
4.6. Арифметикалық-логикалық құрылғыға енгізілген регистрлердің функциялары	97
4.7. Мультиплексорлар	98
4.8. Демультимплексорлар	101
4-тарауға арналған есептер	102
ҚОРЫТЫНДЫ	106
БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ	107

ҚОРЫТЫНДЫ

Оқу құралы сандық электрондық құрылғылардың жұмыс принципіне, олардың құрылымы мен қолдану ерекшеліктеріне арналған. Кітапта сандық құрылғылардың негізгі типтері, олардың жұмыс алгоритмдері қарастырылады. Типтік схематехникалық шешімдер және олардың даму тенденциялары оқытылады. Жоғары перспективалы микропроцессорлық жүйелерге ерекше көңіл бөлінген.

Сандық электрониканың негізгі принциптері, сандық сигналдардың ерекшеліктері, сандық жүйелер элементтерінің, тораптары мен құрылғыларының өзара әрекеттесуін ұйымдастыру тәсілдері тұжырымдалады. Базалық элементтердің жұмыс істеу алгоритмдері және оларды қосудың негізгі сұлбалары, сондай-ақ құрылғылар мен жүйелер құрамында бірігуі зерттеледі. Екілік логика, сандық сигналдар, кодтар, синхрондау, схемадағы белгілер туралы негізгі мәліметтер көрсетіледі.

Жұмыстың қатаң логикасы және бағдарламаланатын жұмыс алгоритмі бар логикалық элементтер байыпталады. Жедел және тұрақты есте сақтау құрылғыларын құру және қолдану принциптері сараланады. Микропроцессорлық жүйелерді ұйымдастыру принциптері және олардың құрамдас бөліктерінің өзара әрекеттесуіне мән беріледі. Ақпарат алмасудың әртүрлі әдістері мен олардың практикалық жүзеге асырылуы зерттеледі. Микропроцессорлық жүйелерді бағдарламалау негіздері айқындалады.

Сандық техника негіздері баяндалып, сандық интегралды микросхемалардың элементтік базасы сипатталады және сандық жүйелерді құрастыру мен реттеу бойынша тәжірибелік ұсыныстар беріледі. Сонымен қатар АЖ базасында типтік тораптарды жобалау әдістері қарастырылады және әртүрлі сандық құрылғылардың көптеген схемалары келтіріледі. Маңызды тақырыптардың бірі – триггерлердің көмегімен іске асырылатын жады функциясы, талшықты-оптикалық кабельдер бойынша ақпарат беру мәселелері пайымдалады.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Шустов М.А. Цифровая схемотехника. Основы построения. Наука и техника. – СПб., 2018, 320 с.
2. Жукешов А.М. Автоматизированные производственные системы. – Алматы: Қазақ университеті, 2006. – 134 с.
3. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. – М.: Техносфера, 2004. – 376 с.
4. Гельман М.В. Преобразовательная техника. Полупроводниковые приборы и элементы микроэлектроники: учебное пособие / М.В. Гельман. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – Ч. 1. – 106 с.
5. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
6. Грушин С.И., Душутин И.Д., Мелехин В.Ф. Проектирование аппаратных средств микропроцессорных систем: учеб. пособие. – Л.: ЛПИ им.Калинина, 1990. – 78 с.
7. Гук М.Ю. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 928 с.
8. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
9. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
10. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1983. – 124 с.
11. Основы промышленной электроники / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: ВШ, 1986.
12. Найду П. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2004. – 320 с.
13. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. – СПб.: Питер, 2002. – 704 с.
14. Основы оптоэлектроники / пер. с яп. / под ред. К.М. Голанта. – М.: Мир, 1988. – 288 с.
15. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. – СПб.: Питер.
16. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
17. Соловьев В.В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем. – М., 2001. – 104 с.
18. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. – М., 2002. – 223 с.
19. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства. – СПб.: Политехника, 1996. – 227 с.
20. Потемкин И.С. Функциональные узлы цифровой автоматики. – М., 1988. – 204 с.

21. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника: учебник для вузов. – М., 1999. – 110 с.
22. Антонов А.П. Язык описания цифровых устройств. – М., 2002. – 114 с.
23. Поляков А.К. Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры. – М., 2003. – 316 с.
24. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы схемы. Методы проектирования. – М.: Мир, 2001. – 315 с.
25. Новожилов О.П. Основы цифровой техники. – М.: РадиоСофт, 2004. – 125 с.
26. Сарваров А.С. Вопросы разработки трансформаторно-тиристорных пусковых устройств для высоковольтного электропривода переменного тока / А.С. Сарваров, В.Б. Славгородский, В.Н. Маколов, М.В. Вечеркин // Труды международной тринадцатой научно-технической конференции «Электроприводы переменного тока». – Екатеринбург: УПИ, 2005. – С. 300-302.
27. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 416 с.
28. Системы управления тиристорными и ионными электроприводами. – М.: ВНИИЭМ, 1971. – 120 с.
29. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под. ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 304 с.
30. Слежановский О.В. Реверсивный электропривод постоянного тока. – М.: Металлургия, 1967. – 421 с.
31. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
32. Материалы и элементы электронной техники: В 2 т. Т. 2. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебник для студ. вузов / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.
33. Микросхемы для современных импульсных источников питания. Энциклопедия ремонта. Выпуск 11 / Э.Т. Тагаворян, М.М. Степанов. – М.: Додека, 1999. – 298 с.
34. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 224 с.
35. Устройства импульсно-фазового управления преобразователями / В.С. Тимофеев, В.Т. Филичев. – М.: Энергия, 1978. – 83 с.
36. Тиристорные преобразователи с повышенным коэффициентом мощности и опыт их эксплуатации на главном приводе листопрокатного стана / М.В. Гельман, С.П. Лохов, А.И. Табашников и др. – Промышленная энергетика, 1984. – 183 с.
37. Тиристорные преобразователи частоты в электроприводе / А.Я. Бернштейн, Ю.М. Гусяцкий, А.В. Кудрявцев, Р.С. Сарбатов / под. ред. Р.С. Сарбатова. – М.: Энергия, 1980. – 328 с.

38. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 2. – М.: Мир, 1993. – 371 с.
39. Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями / С.Г. Герман-Галкин, В.Д. Лебедев, Б.А. Марков, Н.И. Чичерин. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ие, 1986. – 248 с.
40. Цытович Л.И. Элементы информационной электроники систем управления тиристорными преобразователями: учебник для вузов / Л.И. Цытович, В.Г. Маурер. – Челябинск: ЮУрГУ, 2000. – 278 с.
41. Черных И.В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений / И.В. Черных. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2003. – 496 с.
42. Шагурин И.И. Современные микроконтроллеры и микропроцессоры Motorola: справ. / И.И. Шагурин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 952 с.
43. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р.Т. Шрейнер. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 654 с.
44. Тиристорный асинхронный электропривод с фазовым управлением / В.А. Шубенко, И.Я. Браславский. – М.: Энергия, 1972. – 200 с.
45. Электротехника: учеб. пособие для вузов: В 3 кн. Кн. II. Электрические машины. Промышленная электроника. Теория автоматического управления / под ред. П.А. Бутырина, Р.Х. Гафиятуллина, А.Л. Шестакова. – М.; Челяб.: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 711 с.
46. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учебное пособие для вузов / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков / под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
47. Akagi H. Instantaneous reactive power compensators comprising devices without energy storage components / H. Akagi, Y. Kasazawa, A. Nabae // IEEE Trans. – 1984. – Vol. IA-20. – № 3. – P. 625–630.

Дереккөздер:

1. Китаев Ю.В. Цифровые и микропроцессорные устройства: учебник и задачник. WWW-адрес <http://faculty.ifmo.ru/electron>
2. Китаев Ю.В. Дистанционные лабораторные и практические работы. WWW-адрес (<http://faculty.ifmo.ru/electron>)

Оқу басылымы

Жүкешов Әнуар Мұратұлы
Әренова Әсем Уахитқызы
Ғабдуллина Асылгүл Төлепбергенқызы
Молдабеков Жанғали Мұсырманқұлұлы
Жандеуова Жанат Әтилақызы

САНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАР

Редакторы Г. Ыбырайқызы
Компьютерде беттеген *Н.М. Базарбаева*
Мұқабасын безендірген

Мұқабаны безендіруде сурет
... сайтынан алынды

ИБ №

Басуға 17.02.2021 жылы қол қойылды. Пішімі 60x84^{1/16}.
Көлемі 6,87 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылым. Тапсырыс №...

Таралымы ... дана. Бағасы келісімді.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.