

В. Б. Кононов, Ю. І. Кушнерук, А. А. Назаренко

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИБОРУ ТЕСТУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМ

**Предметом** вивчення в статті є питання проектування принципової схеми пристрою тестування інтегральних мікросхем. **Метою статті** є дослідження проектування принципової схеми пристрою, якій підключає до комп'ютера, призначеного для тестування й визначення типу інтегральних мікросхем методом сигнатурного аналізу мікросхем, що дозволяє робити перевірку всіх статичних режимів роботи цих інтегральних мікросхем. **Завдання** – за допомогою обраних складових принципової схеми пристрою, а саме: вузлу вхідних регістрів; пристрою узгодження по входу; пристрою узгодження по виходу; керуючого пристрою; блоку живлення; пристрою комутації живлення; джерела живлення пристрою дослідити їх принцип дії, за допомогою якого обґрунтувати технічні рішення, впровадження яких в практику вимірювання дозволить здійснювати перевірку всіх статичних режимів роботи інтегральних мікросхем. **Висновки:** запропоновані технічні рішення, що отримані при дослідженні проектування принципової схеми пристрою тестування інтегральних мікросхем надають можливість обрати найбільш корисну принципову схему пристрою, якій підключає до IBM - сумісного комп'ютера, призначеного для тестування й визначення типу інтегральних мікросхем.

**Ключові слова:** інтегральні мікросхеми, проектування принципової схеми, живлення вузла, максимально споживаний струм.

### Вступ

**Постановка задачі.** При проведенні дослідження структури системи контролю інтегральних мікросхем бажано розуміти технічні вимоги, що притаманні при тестуванні інтегральних мікросхем на зразках техніки. При цьому бажано розуміти, що радіодеталі, що навіть пройшли ОТК на заводі-виробничій, мають деякий відсоток відмови в процесі транспортування, монтажу або експлуатації, що спричиняє додаткові витрати робочого часу й засобів для їхнього виявлення й заміни (причому більшу частину часу займає саме виявлення несправних деталей). Для забезпечення повної впевненості в працездатності тієї або іншої радіодеталі, необхідно перевіряти її на справність безпосередньо перед зборкою вузла або виробу ("вхідний контроль"). Якщо більшість радіодеталей можна перевірити звичайним омметром, то для перевірки інтегральної мікросхеми потрібно набагато більші асортименти устаткування, а саме пристрій, що дозволяє оперативно перевіряти працездатність інтегральних мікросхем, з можливістю перевірки як нових, так і вже демонтованих із плати мікросхем. Тому питання, що пов'язане із дослідженням проектування принципової схеми пристрою тестування інтегральних мікросхем є актуальним науково-практичним завданням

**Аналіз літератури.** Принципи й організаційні основи метрологічного забезпечення, а також роль й місце метрологічного забезпечення Збройних Сил України, викладено в наказах [1– 11]. Математичні моделі визначення кількості замовлень на гарантоване метрологічне обслуговування зразків озброєння та військової техніки з урахуванням їх важливості викладено в статті [1]. Методика прогнозування можливостей метрологічних підрозділів з відновлення пошкоджених засобів виміральної техніки військового призначення викладено в статтях [2, 3]. Нажаль в цих джерелах питання, які пов'язані з дослідженням проектування принципової схеми пристрою тестування інтегральних мікросхем, не розглядалися.

**Метою статті** є дослідження проектування принципової схеми пристрою, якій підключає до комп'ютера, призначеного для тестування й визначення типу інтегральних мікросхем методом сигнатурного аналізу мікросхем ТТЛ і КМОП, що дозволяє робити перевірку всіх статичних режимів роботи цих інтегральних мікросхем.

### Основний матеріал

Першим кроком при проектуванні принципової схеми є обирання вузлу вхідних регістрів. Даний вузол – 32-розрядний запам'ятовувальний регістр із ТТЛ-рівнями, без Z-стану, що використовує 8 вхідних ліній даних і кілька ліній керування на 32 вихідні лінії. Пристрій узгодження за входом забезпечує узгодження між ТТЛ-виходами регістрів і входами випробуваної мікросхеми як за напругою (приведення рівнів ТТЛ (КМОП або ТТЛ)), так і за струмом. Максимальні вхідні струми для мікросхем ТТЛ логіки дорівнюють: струм "0" - 2ма, струм "1" - 0.1 ма. Напруга +U<sub>mc</sub> - напруга живлення випробуваної мікросхеми. Для ТТЛ мікросхем вона дорівнює +5в. Для КМОП мікросхем – +9в. За допомогою її формується вхідний струм "1". Напруга -U<sub>mc</sub> залежить від обраного типу мікросхеми (задається користувачем, виставляється за допомогою одного біта керуючого регістра). Для ТТЛ мікросхем вона дорівнює 9.3в. Для КМОП мікросхем – 1в. Діоди потрібні для обмеження потенціалу U<sup>0</sup><sub>вх.</sub> (тобто цей потенціал не повинен бути нижче потенціалу загального проведення, оскільки при цьому можливий вихід з ладу мікросхем КМОП логіки). Даний вузол інвертує значення вхідного сигналу. Рознімання ХЗ є панеллю для вставки випробуваної мікросхеми. Пристрій узгодження за виходом служить для узгодження ТТЛ або КМОП рівнів, зчитуваних з випробуваної мікросхеми у ТТЛ-рівні для подачі на вихідні мультиплектори, інвертує вхідний сигнал.

Вихідний мультиплектор – перетворювач для передачі даних з 32-х вхідних ліній на 4 вихідні лінії. Рівні сигналів - ТТЛ. На виходах мультиплексо-

ра з'являються дані з відповідних входів. Керуючий пристрій служить для вибірки необхідних регістрів і мультиплексорів при записі даних у регістри й зчитуванні даних з мультиплексорів. Є дешифратором. Блок живлення забезпечує цифрове регулювання напруги живлення випробуваної мікросхеми, цифрове керування обмеженням споживаного струму з малим кроком (завдяки чому можливо його вимір з достатньою точністю), захист від к/з у ланцюзі навантаження. Вузол працює наступним чином: а) регулювання напруги; б) регулювання споживаного струму.

Як приклад, детально розглянемо пристрій комутації живлення. Даний вузол забезпечує комутацію напруги живлення, що подається на входи випробуваної мікросхеми. За допомогою його виро-

бляється також перемикання  $-U_{mc}$  (-1В або -9.3В, для КМОП і ТТЛ логіки відповідно, залежно від обраного типу мікросхеми) і включення регульованого стабілізатора напруги. Пристрій працює таким чином. Аналогічно запису у вхідні регістри, у регістр DD6 програмно записується 8-бітне число. Далі здійснюється комутація "+" живлення випробуваної мікросхеми та комутація GND, комутація  $-U_{mc}$  та включення напруги живлення. Джерело живлення пристрою (рис. 1) забезпечує живлення всіх інших вузлів проєктованого пристрою. Перед початком проєктування схеми необхідно з'ясувати максимально споживаний струм за кожною із напруг живлення ( $I_{потр.}^{+5В}$ ,  $I_{потр.}^{-10В}$ ,  $I_{потр.}^{-0.7В}$ ,  $I_{потр.}^{+U_{вх}}$ ). Максимально споживаний струм  $I_{мс-потр.макс}$  дорівнює 256 ма.

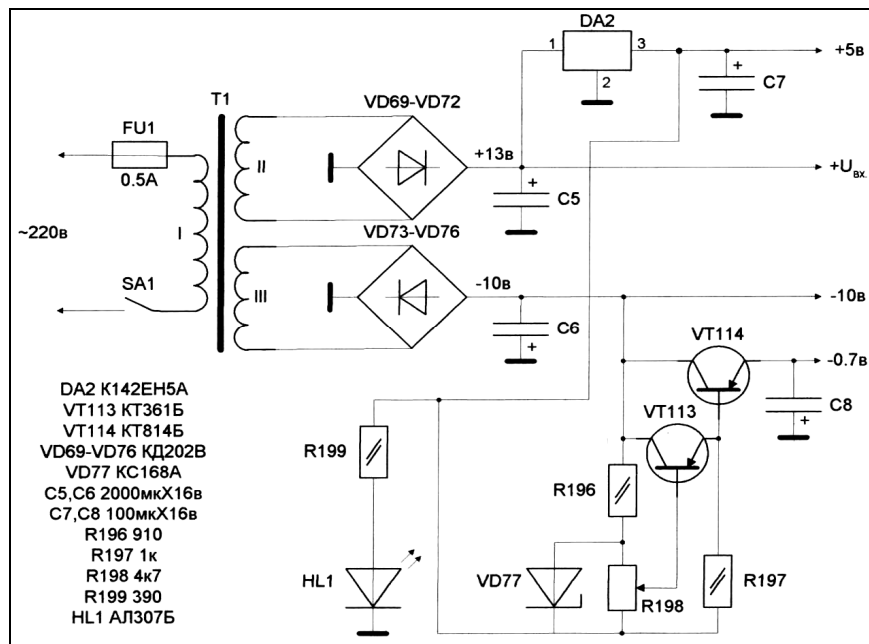


Рис. 1. Джерело живлення

Для нормального функціонування пристрою необхідні такі напруги живлення: +5В(400ма), -10В(100ма), -0.7В(300ма), +13В(350ма). Напруги +13В і -10В можуть бути випрямленими, згладженими, але нестабілізованими (тому що в схемі блоку живлення з +13В далі виходять стабілізовані, а -10В служить лише для забезпечення  $I_{вх}^0$  на входах випробуваної мікросхеми). Тому необхідно двохполярне джерело живлення з напругами +13В і -10В, з яких за допомогою додаткових стабілізаторів виходять напруги +5В і -0.7В. При цьому струми споживання по відповідних напругах будуть підсумуватися. Тобто від плеча +13В буде споживатися струм порядку  $400+350=750$ ма, а від плеча -10В відповідно  $100+300=400$ ма. Для джерела живлення потрібен трансформатор Т1 з 2-ма вторинними обмотками, 2 діодних випрямних мости (VD69-VD76) і 2 згладжуючі конденсатори. Під ці вимоги підходить трансформатор ТПП-207- 127/220-50. В якості стабілізатору +5В обрана мікросхема КР142ЕН5А за типовою схемою включення, як стабілізатор -0.7В – регульована схема на двох транзисторах (VT113, VT114). Причому, у зв'язку з настільки малою на-

пругою, стабілізація виробляється не відносно «землі» (що не вдалося б здійснити у зв'язку із сумарним спаданням напруги на переходах транзисторів порядку), а щодо стабілізованого джерела +5В. Настроювання даного вузла полягає в підстроюванні точного значення напруги -0.7В на виході блоку живлення за допомогою резистору R198.

### Висновки

1. В статті досліджено проєктування принципової схеми пристрою, якій підключає до комп'ютера, призначеного для тестування й визначення типу інтегральних мікросхем методом сигнатурного аналізу мікросхем.
2. Процес проєктування принципової схеми такого пристрою включає в собі обирання: вузлу вхідних регістрів; пристрій узгодження по входу; пристрій узгодження по виходу; керуючий пристрій; блок живлення; пристрій комутації живлення; джерело живлення пристрою.
3. Досліджено принцип дії приладів, із складається принципова схема пристрою, якій підключає до комп'ютера, призначеного для тестування

й визначення типу інтегральних мікросхем. 4. Досліджена принципова схема пристрою, якій підключає до комп'ютера, призначеного для тестування й визначення типу інтегральних мікросхем дозволяє здійснювати перевірку всіх статичних режимів роботи інтегральних мікросхем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кононов В.Б., Бурцева В.В. Математичні моделі визначення кількості замовлень на гарантоване метрологічне обслуговування зразків озброєння та військової техніки з урахуванням їх важливості Системи обробки інформації: зб. наук. пр. ХНУПС. – Вип.1 (147). – Харків, 2017. – С. 88–92.
2. Кононов В.Б. Методика прогнозування можливостей метрологічних підрозділів з відновлення пошкоджених засобів вимірювальної техніки військового призначення //Авиационно-космическая техника и технология. – Харків: НАУ ХАИ—2011.-№ 8 (85) -С.231–234.
3. Кононов В.Б., Науменко А.М., Водолажко О.В., Коваль О.В., Кондрашова І.І. Основи експлуатації засобів вимірювальної техніки військового призначення в умовах проведення АТО. - Харків: ХНУПС, 2017. – С. 288.
4. Коваленко А. А., Кучук Г. А. Методи синтезу інформаційної та технічної структур системи управління об'єктом критичного застосування. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 1. С. 22–27. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.04>
5. Свиридов А. С., Коваленко А. А., Кучук Г. А. Метод перерозподілу пропускну здатності критичної ділянки мережі на основі удосконалення ON/OFF-моделі трафіку. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 2. С. 139–144. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.24>
6. Кучук Г.А. Управління трафіком мультисервісної розподіленої телекомунікаційної мережі / Г.А. Кучук // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2007. – Вип. 2. – С. 18-27.
7. Кононов В.Б. Застосування електричних вимірювань засобами вимірювальної техніки в умовах проведення АТО: навч. посіб./ В.Б. Кононов, А.М. Науменко, О.В. Коваль та ін.. – Х.:ХНУПС, 2018. – 392 с.
8. Instrumentation and general principles of sensors. Part 1 / В.Б. Кононов, А.М. Науменко та ін. – Х.:ХНУПС, 2018. – 64 с.
9. Організація метрологічного забезпечення військ (сил). Ч. 1 : навч. посіб. / І. Б. Кузнецов, П. М. Яблонський. – К. : НУОУ, 2009. – 356 с.
10. Організація застосування пересувних засобів метрологічного обслуговування: навч. посіб. / І. Б. Кузнецов, О. В. Ярошенко. – К.: НУОУ, 2009. – 356 с.
11. Кузнецов І. Б., Марценківський В. Т., Ярошенко О. В., Буяло О. В., Проценко В. О. Удосконалення парку пересувних лабораторій вимірювальної техніки як фактор підвищення оперативності та ефективності метрологічного обслуговування складних систем // Збірник наукових праць КНУ. Вип. 32. – К. : ВІКНУ, 2011. – С. 33–46.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С. І. Кондрашов,  
 Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків  
 Received (Надійшла) 27.08.2019  
 Accepted for publication (Прийнята до друку) 16.10.2019

### Исследование проектирования принципиальной схемы устройства тестирования интегральных микросхем

В. Б. Кононов, Ю. И. Кушнерук, А. А. Назаренко

**Предметом** изучения статьи являются вопросы проектирования принципиальной схемы устройства тестирования интегральных микросхем. **Целью статьи** является проектирования принципиальной схемы устройства, которое подключается к компьютеру для тестирования и определения типа интегральных микросхем методом сигнатурного анализа микросхем, что позволяет делать проверку всех статических режимов работы рассматриваемых интегральных микросхем. При помощи определенных составляющих принципиальной схемы устройства, а именно: узла входных регистров; устройства согласования по входу; устройства согласования по выходу; управляющего устройства; блока питания; устройства коммутации питания; источника питания устройства, исследован их принцип действия. Обоснование технических решений для практики измерений позволяет осуществлять проверку всех статических режимов работы интегральных микросхем. **Вывод:** предложенные технические решения, полученные при проектирования принципиальной схемы устройства тестирования интегральных микросхем дает возможность выбирать наиболее целесообразную принципиальную схему устройства, которое предназначается для тестирования и определения типа интегральных микросхем.

**Ключевые слова:** интегральные микросхемы, проектирование принципиальной схемы, питание узла, максимально использованный ток.

### The study of the design of the principle scheme of the device for testing the integral Microsystems

V. Kononov, Ju. Kushneruk, A. Nazarenko

**The subject** of study in the article is the question of designing a schematic diagram of a device for testing integrated circuits. **The purpose** of this article is to study the design of a schematic diagram of a device that connects to a computer compatible with a computer intended for testing and definition of the type of integrated circuits by the method of signal analysis of microcircuits allows you to check all static operating modes of these integrated circuits. **The problem** solved with the help of the selected components of the principle scheme of the device namely the node of the input registers of the device agreeing the horde of the device to agree on the output of the control device power supply device to investigate the principle of action by which to revolt the technical solutions of the introduction of the practice of measuring permissions to verify all static operating modes of integrated circuits. **The conclusions** of the proposed technical solutions obtained during the study of the design of the principle circuit provide the opportunity to select the most useful principle of the device that connects to the computer designed for testing and definition of the type of integrated circuit.

**Keywords:** integral microcircuit, designing principle, power supply node, maximal consumed current.