

Automated Fault Control Panel during Serial Production Equipment of Defense Industry Technology

R.A. Ibragimov¹, N.M. Svikhnushin¹, A.E. Zeynalova¹

¹ *Azerbaijan National Academy of Aviation (Mardakan ave. 30, Baku, AZ1045, Azerbaijan)*

For correspondence:

Zeynalova Aygun / aygunzeynalova95@gmail.com

Abstract

The paper focuses on the control panel for checking the correct functioning of one of the specific mass-produced electronic samples of special equipment of defense industry technology. The rationale for the expediency of designing a control panel using the principles of modularity and the use of built-in control and measurement tools were given. A functional diagram, design features of a simple-to-manufacture, small-sized and low-cost control panel, developed by the authors and implemented in production, with a description of its operating modes were given. In addition to the control panel includes the hardware, special software that automatically controls (or step by step) the entire procedure for monitoring, measuring, visualizing and archiving test results.

Keywords: control panel, cyclogram of stimuli, cyclogram of control parameter, testing of electronic equipment, interface, electronic unit, mezzanine technology, automated control system

DOI: 10.52171/2076-0515_2022_14_03_96_103

Received 28.01.2022

Revised 20.09.2022

Accepted 21.09.2022

For citation:

Ibragimov R.A., Svikhnushin N.M., Zeynalova A.E.

[Automated fault control panel during serial production equipment of defense industry technology]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2022, vol. 14, no. 3, pp. 96-103 (in Russian)

Müdafiə sənayesi texnikasının seriyalı istehsalı zamanı nasazlıqlara avtomatlaşdırılmış nəzarət pultu

R.Ə. İbrahimov¹, N.M. Svixnuşin¹, A.E. Zeynalova¹

¹Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası (Mərdəkan pr. 30, Bakı, AZ1045, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Zeynalova Aygün / aygunzeynalova95@gmail.com

Xülasə

Məqalədə xüsusi müdafiə sənayesi texnikasının konkret ardıcılıqla hazırlanan elektron nümunələrindən birinin fəaliyyətinin düzgünlüyünün yoxlanması üçün nəzarət pultu təsvir edilib. Modulluq prinsiplərindən və quraşdırılmış nəzarət və ölçü alətlərindən istifadə etməklə idarəetmə panelinin layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğu məntiqi verilmişdir. İdarəetmə panelinə aparatdan əlavə, test nəticələrinin monitorinqi, ölçülməsi, vizuallaşdırılması və arxivləşdirilməsi üçün bütün proseduru avtomatik idarə edən (və ya addım-addım) xüsusi proqram təminatı daxildir. Müəlliflər tərəfindən işlənib hazırlanmış və istehsalda tətbiq edilən sadə, kiçik ölçülü və iqtisadi cəhətdən səmərəli idarəetmə pultu, onun *i* funksional diaqramı, tərkibi, dizayn xüsusiyyətləri verilmişdir.

Açar sözlər: nəzarət pultu, stimulların sikloqramı, kontrol parametrlərinin sikloqramı, radio elektron aparaturasının yoxlanması, interfeys, elektron blok, avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemi, mezonin texnologiyası.

DOI: 10.52171/2076-0515_2022_14_03_96_103

УДК: 621.317.2

Автоматизированный пульт контроля неисправностей при серийном производстве техники оборонной промышленности **Р.А. Ибрагимов¹, Н.М. Свихнушин¹, А.Э. Зейналова¹**

¹Азербайджанская Национальная академия авиации (Мардакянский пр. 30, Баку, AZ1010, Азербайджан)

Для переписки:

Зейналова Айгюн / e-mail: aygunzeynalova95@gmail.com

Аннотация

В статье описывается автоматизированный пульт контроля для проверки правильности функционирования электронных образцов специальной техники оборонной промышленности при их серийном производстве. Дано обоснование целесообразности проектирование пульта с использованием принципов модульности и применения встраиваемых средств контроля и измерений. Приводятся функциональная схема, состав, конструктивные особенности разработанного авторами и внедренного на производстве простого в изготовлении и малогабаритного пульта контроля с описанием режимов его работы. Пульт контроля включает в себя, помимо аппаратной части, специальное программное обеспечение, управляющее в автоматическом режиме (или в пошаговом) всю процедуру контроля, измерения, визуализации и архивации результатов тестирования.

Ключевые слова: пульт контроля, циклограмма стимулов, циклограмма параметров контроля, тестирование радиоэлектронной аппаратуры, интерфейс, электронный блок, мезонинная технология, автоматизированная система контроля.

Введение

Вооружение и техника оборонной промышленности представляют собой сложные изделия, производство и эксплуатация которых требуют больших затрат и существенным образом зависят от средств контроля, находящихся в эксплуатирующих организациях и на заводах-изготовителях. По оценке изготовителей трудоемкость контрольных операций при производстве сложной техники оборонной промышленности составляет более 30%. В целом затраты, связанные с обнаружением, поиском и устранением неисправности, возрастают в 10-кратном размере при прохождении неисправности через каждый технологический этап и от входного контроля до выявления отказа на этапе эксплуатации [1]. При этом до 50 % от продолжительности диагностических операций занимает время на подключение контрольной аппаратуры [2]. Применение автоматизированных систем контроля позволяет значительно снизить стоимость эксплуатации и в несколько раз уменьшить трудоемкость контрольно-измерительных операций при производстве.

Одним из путей инновационного развития систем стендовых приемосдаточных испытаний авиационной, космической и оборонно-промышленной спецтехники является построение измерительных систем на основе модульных приборов производства "Информтест", выполненных в открытых международных стандартах VXI, LXL, AXLe, которые широко признаны и успешно развиваются в технически развитых странах [3]. В процессе изготовления техники оборонной промышленности изготавливаемая аппаратура подвергается многочисленным промежуточным испытаниям. Так,

к примеру, финишным этапом сборки изделий являются цеховые испытания, состоящие из двух основных операций: прозвонка цепей с измерением изоляции и контроль правильности функционирования. В этом случае необходимо решать вопрос проверки как поэлементно, так и в составе ячеек, отдельных модулей или печатных плат на соответствие выходных сигналов требованиям нормативно-технической документации. Использование для этих целей дорогостоящих систем, указанных выше, является избыточным вариантом решения проблемы и не всегда экономически целесообразно. Поэтому для решения данной задачи, как правило, силами завода-изготовителя для прозвонки и проверки на функционирование и устранения повреждений собранных блоков и устройств разрабатывается, изготавливается и размещается непосредственно на сборочных участках различное тестовое оборудование [5]. Но современное состояние средств контроля на большинстве заводов-изготовителей характеризуется применением большого разнообразия частных узкоспециализированных пультов и стендов, привязанных практически к каждому контролируемому изделию, использованием приборов общего назначения. Такой подход приводит к большим затратам на создание, их высокой стоимости и не обеспеченности современных требуемых технических характеристик средств контроля [6].

Постановка задачи

Для решения данной проблемы необходимо реализовать построение и проектирование автоматизированного пульта с использованием принципов модульности и применением встраиваемых средств кон-

троля и измерений, что приведет к повышению уровня его характеристик, а также сокращение сроков и затрат на проектирование и изготовление. Пульт контроля, с одной стороны, должен быть достаточно дешевым, конструктивно представлять собой одну сборочную единицу, иметь малые габариты и вес, но с другой стороны, включать в себя, помимо аппаратной части, специальное программное обеспечение, управляющее в автоматическом режиме (или в пошаговом) всю процедуру контроля, измерения и архивации результатов тестирования [4].

Решение задачи

Проверка на функционирование заключается в формировании специальных управляющих воздействий (стимулов), соответствующих алгоритму работы проверяемого изделия, последовательно подаваемых на него и сравнения ответных реакций с данными эксплуатационно-технической документации и технических условий. Количество и состав стимулов и реакций зависит от конкретного проверяемого изделия, что определяет необходимый состав унифицированных модулей и соответствующего технологического жгута для подключения к изделию.

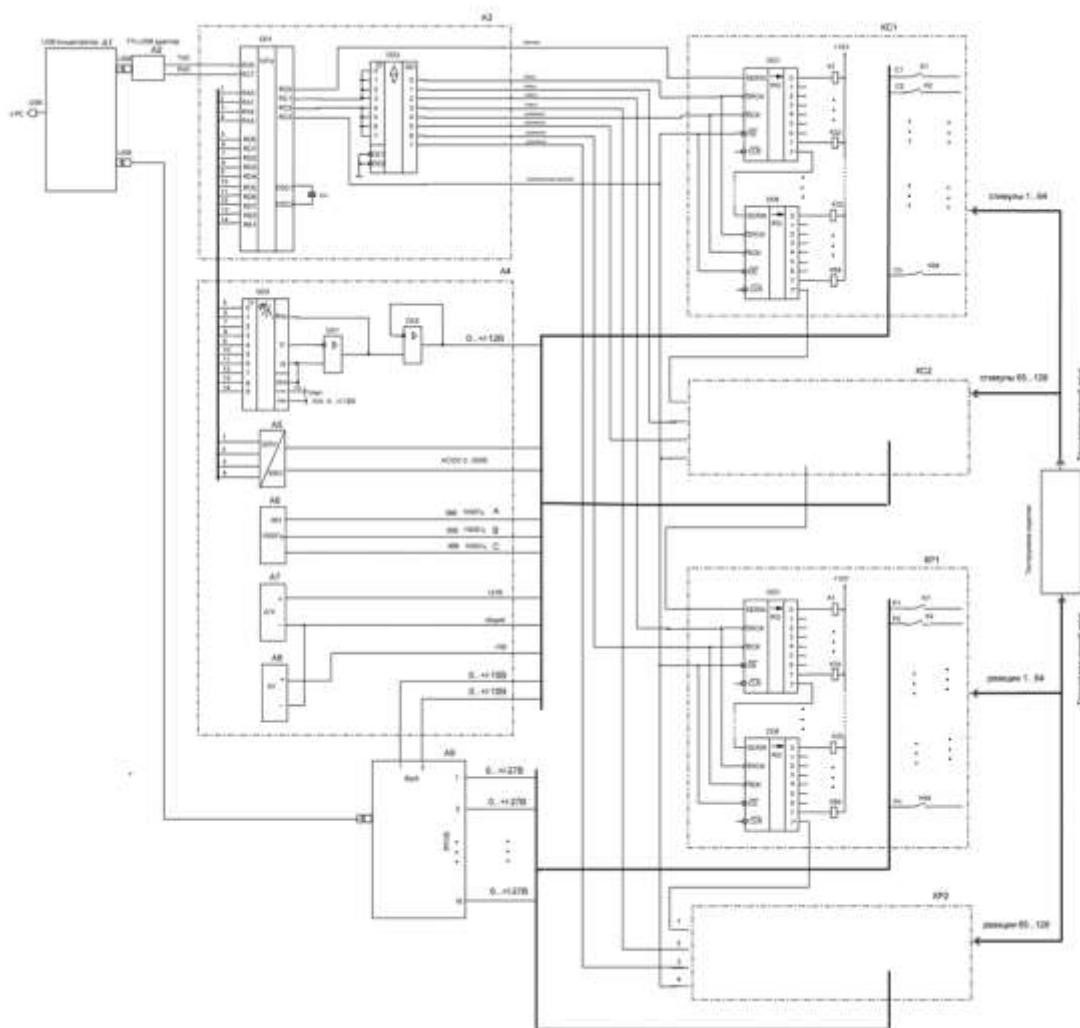


Рисунок 1 – Пульт контроля. Схема электрическая функциональная
Figure 1 – Control panel. Electrical functional diagram

Функциональная схема разработанного и изготовленного нами автоматического пульта для контроля одного из серийно изготавливаемого изделия приведена на рис.1.

Пульт контроля по интерфейсу USB2 подключается к персональному компьютеру (PC) и включает в себя следующие функциональные блоки:

- 1) A1 USB концентратор;
- 2) A2 преобразователь TTL-USB;
- 3) A3 блок управления;
- 4) A4 блок формирования стимулов;
- 5) A5...A8 блоки питания;
- 6) A9 модуль АЦП/ЦАП ZET 220;
- 7) KC1, KC2 коммутатор стимулов;
- 8) KP1, KP2 коммутатор реакций.

Коммутатор стимулов состоит из одной или двух печатных плат с программно адресуемыми электромагнитными реле и восемью сдвиговых регистров, служит для подачи 64 или 128 стимулов в проверяемые цепи изделия. Количество плат или стимулов определяется исходя из проверочных таблиц на проверяемые изделия.

Коммутатор реакций служит для коммутации 64-х или 128 реакций изделия и подачи их для измерений на многоканальный АЦП/ЦАП модуль ZET 220.

На ZET 220 производятся измерения параметров реакций контролируемого изделия и передача их в PC для анализа и сравнения с требованиями ТУ.

Таблица 1 – Таблица подачи стимулов
Table 1 – Stimuli delivery table

Наименование стимула	Характеристика стимула	Наименование стимула	Характеристика стимула	Наименование стимула	Характеристика стимула
C1	36В 1000Гц	C39	+1В	C58	0...+10В
C16	+27В	C40	+1В	C59	0...-10В
C17	+27В	C41	корпус	C60	+27В
C19	+27В	C42	корпус	C69	+27В
C20	+27В	C43	корпус	C71	+27В
C21	+27В	C44	+0,5В	C72	+27В
C22	+27В	C45	-0,5В	C73	+27В
C23	+27В	C46	+0,5В	C74	+27В
C24	+27В	C47	-0,5В	C75	+0,81В
C27	корпус	C48	+1,5В	C76	0...+12В
C28	корпус	C49	-1,5В	C77	0...-12В
C29	корпус	C50	0...+12В	C83	±12В
C30	+27В	C51	0...-12В	C86	корпус
C31	+27В	C52	+0,75В	C87	+27В
C34	+27В	C53	-0,75В	C89	корпус
C35	+0,225В	C54	+1,5В	C90	+0,25В
C36	+0,225В	C55	-1,5В	C91	-0,25В
C37	+1В	C56	0...+10В	C92	+1В
C38	+1В	C57	0...-10В	C93	-1В

Для коммутации необходимых для проверки стимулов и реакций из РС по USB для каждого номера операций проверок согласно алгоритмам проверок (рис.2) передаются 16 или 32 байта кода стимулов и реакций, которые принимаются микроконтроллером блока управления пульта контроля и транслируются в сдвигающие регистры блоков коммутации стимулов и реакций.

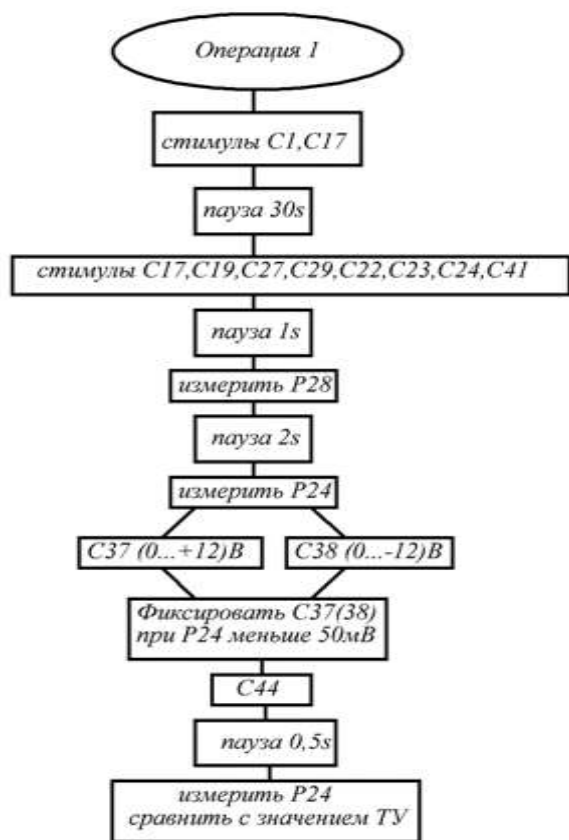


Рисунок 2 – Алгоритм проверки операции 1
Figure 2 – Cheking algorithm of operation 1

На выходы регистров подключены малогабаритные электромагнитные реле, которые своими контактами подключают

необходимые напряжения команд-стимулов на соответствующие контакты разъемов проверяемого изделия (табл.1) и подают напряжения реакций (табл.2) на входы АЦП/ЦАП ZET 220. Измеренные напряжения реакций пересылаются в РС для сравнения их с требуемыми согласно технической документации.

Пульт контроля представляет собой одну сборочную единицу усеченного 19 дюймового конструктива (рис.3) с встроенными печатными платами блоков коммутации стимулов и контроля (рис.4), модуля АЦП/ЦАП ZET 220 и блоков питания.

Питание схем отдельных блоков пульта контроля осуществляется от источника 12В PS-65-12, расположенного внутри пульта.

После запуска на РС программы PultPK.exe в открывшемся окне интерфейса программы (рис.5) необходимо установить номер последовательного порта "COM N", выбрать режим "Автомат" или "Ручной" и нажать кнопку "Старт". Последовательно для каждого номера операции на испытуемое изделие подаются стимулы согласно алгоритма проверок. В столбце "РЕЗУЛЬТАТ" высвечиваются результаты контроля "ИСПРАВНО" или "НЕИСПРАВНО". В столбцах "ПРИМЕЧАНИЕ" высвечиваются неисправные названия цепей и номера их контактов на разъемах проверяемого блока. Кнопкой "Сброс" происходит обнуление результатов проверки.

В режиме "Ручной" возможна активация каждой отдельной операции путем клика мышкой по выбранному номеру в столбце "№ ОПЕРАЦИИ".



Рисунок 3 – Пульт контроля. Внешний вид
Figure 3 – Control panel. Appearance



Рисунок 4 – Коммутатор стимулов и реакций
Figure 4 – Stimuli and action switch



Рисунок 5 – Интерфейс программы пульта контроля
Figure 5 – Interface program of control panel

Таблица 2 – Таблица контроля реакций
Table 2 – Table of control reaction

Наименование реакции	Характеристика стимула	Наименование реакции	Характеристика стимула	Наименование реакции	Характеристика стимула
P24	(-12...+12)В	P33	(-12...+12)В	P45	(-4...+4)В
P25	(-12...+12)В	P34	+27В	P46	(-12...+12)В
P26	(-12...+12)В	P35	+27В	P47	(-12...+12)В
P27	+27В	P36	+27В	P53	(-12...+12)В
P28	+27В	P37	корпус	P54	(-12...+12)В
P29	±12В	P41	+27В	P55	(-12...+12)В
P32	(-12...+12)В	P44	(-4...+4)В	P56	(-12...+12)В

Заклучение

Применение на финишном этапе общей сборки электронных блоков автоматического пульта контроля позволяет резко сократить время на контроль правильности их функционирования без использования дорогих автоматизированных проверочных комплексов.

В настоящее время по предложенной схеме изготовлены и внедрены в эксплуатацию ряд пультов контроля для проверки на функционирование и цеховых испытаний составных частей специальной техники на одном из предприятий Министерства оборонной промышленности Азербайджана.

REFERENCES

1. **Davydov P.S.** Tekhnicheskaya diagnostika radioelektronnyh ustrojstv i sistem. M.: Radio i svyaz, 1988. – 258 s. (in Russian)
2. **Suskin V.V., Dubov A.V., Kapranov A.P.** Obzor sovremennyh sredstv avtomatizacii poiska neispravnostej v elektronnyh ustrojstvah // *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol, diagnostika*. 2010. № 2. – S. 86-100 (in Russian)
3. **Zajchenko S.N.** Opyt razrabotki kontrolno-izmeritelnyh sistem na baze rossijskih modulnyh priborov v otkrytyh standartah VXi, LXI, AXIe. *Aviacionnoe priborostroenie*, №2, 2015, s. 64 (in Russian)
4. **Gregory Mitchell, Marvin Conn** Automated Data Acquisition for a Prognostics and Diagnostics Health Monitoring System (in English)
5. **Kusta Iyudu.** Nadezhnost, kontrol i diagnostika vychislitelnyh mashin i sistem: ucheb. posobie dlya vuzov po spec. «Vychislitelnye mashiny, komplekсы, sistemy i seti» (in Russian)
6. **Guliyev H.B.** Method of intellectual control of the stream of reactive power in load nodes of the power supply system on the basis of fuzzy-logic. *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy*. Vol. 7, №1, 2015 (in Azerbaijan)