

Сведения об авторах

Микушина Мария

Студент магистратуры

Вячеславовна

Александров Виктор

Заведующий кафедрой

Кандидат технических наук,
доцент

Алексеевич

Денис Артеменко, Анастасия Литвинова

Denis Artemenko, Anastasiya Litvinova

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНЫХ
УЗЛОВ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**DIGITALIZATION OF QUALITY CONTROL OF CABLE PRODUCTS
MANUFACTURING IN THE CONDITIONS OF SERIAL PRODUCTION**

Тульский государственный университет, г. Тула

Tula State University, Tula

В настоящей статье описан существующий опыт применения передовых цифровых технологий при проведении всех видов технического контроля (производственный, приемочный, выборочный и пр.) правильности и качества монтажа и функционирования печатных узлов в условиях серийного производства продукции на промышленном предприятии.

This article describes the existing experience in the use of advanced digital technologies when carrying out all types of technical control (production, acceptance, sampling, etc.) of the correctness and quality of installation and functioning of printed circuit assemblies in conditions of serial production of products at an industrial enterprise.

Ключевые слова: печатные узлы, печатные платы, радиоэлектронная аппаратура, технический контроль, приборы для контроля, специализированные приборы, программно-аппаратный комплекс, испытательные программы.

Key words: printed components, printed circuit boards, electronic equipment, technical control, monitoring devices, specialized devices, hardware and software complex, test programs.

Предприятие разрабатывает и изготавливает сложные изделия специального назначения. В конструкции большинства из них применяются различные радиоэлектронные узлы, модули, аппаратура, в состав которой входят печатные узлы (ПУ) построенные на сложных, многослойных печатных платах (ПП) (рис. 1).

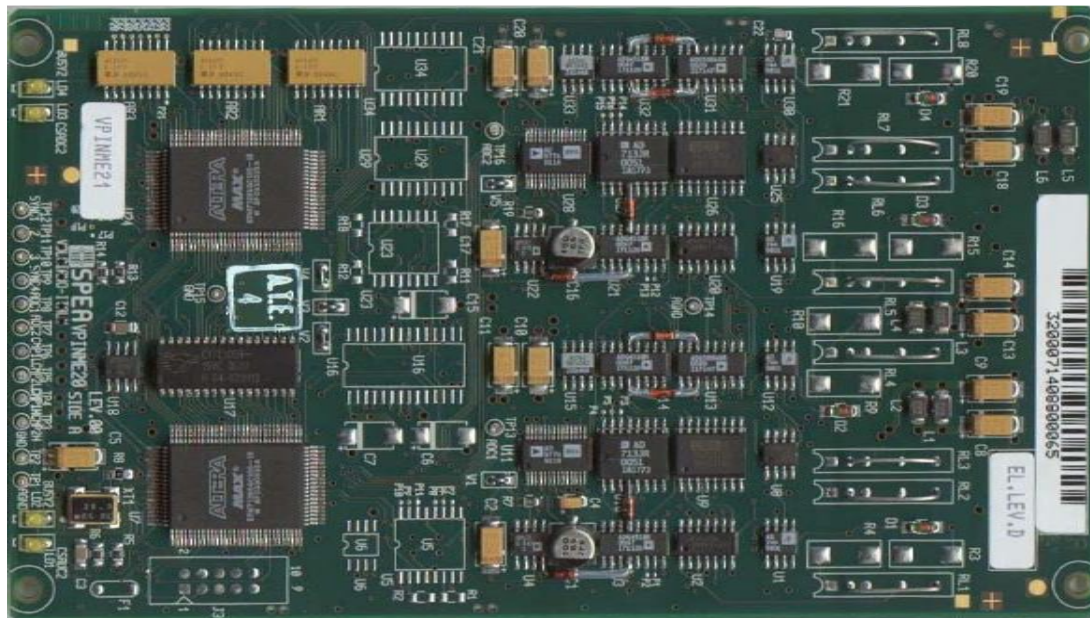
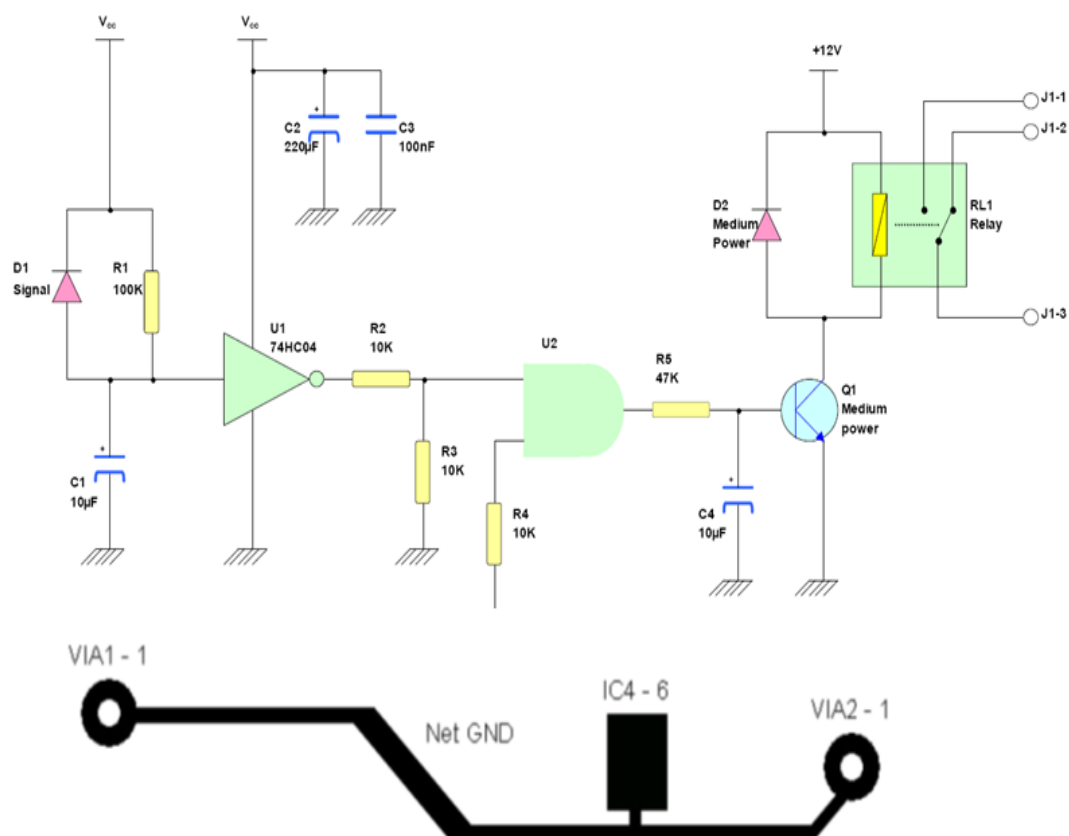


Рисунок 1 - Образец тестируемого изделия

В современных конструкциях эффективность применения и надёжность работы во многом зависит от качества сборки именно электронных узлов и модулей. Как и для большинства предприятий отрасли, для нашего предприятия характерно наличие применения ручных методов при операциях сборки ПУ [1]. В условиях непрерывной миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), увеличивающейся сложности схемотехнических решений, растущих требований со стороны Заказчиков к эффективности и надёжности работы РЭА. Остро встает вопрос о контроле изготавливаемых печатных узлов на каждом этапе их производства.

Один из подходов, применяемых на предприятии, является ручной контроль с помощью мультиметров, осциллографов и других специализированных приборов. Также применяется стендовое оборудование для проведения функционального контроля. Все это занимает значительную часть времени производственного процесса и может многократно повторяться при выявлении несоответствия в собранных изделиях [2].



Net name - Наименование цепи (+5V, RESET, A01, ...)

Drawing reference - Позиционное обозначение компонента в цепи (U10, R105, D23, ...).

Pin name - Наименование (номер) вывода компонента в цепи (1, 15, Anode, K, Negative, ...).

Рисунок 2 - Пример участка цепи для тестирования

Для решения задачи автоматизации проверок, а также снижения трудоемкости контрольных операций, рабочее место контроля было оснащено программно-аппаратным комплексом с летающими пробниками и разработаны на его базе испытательные программы [3].

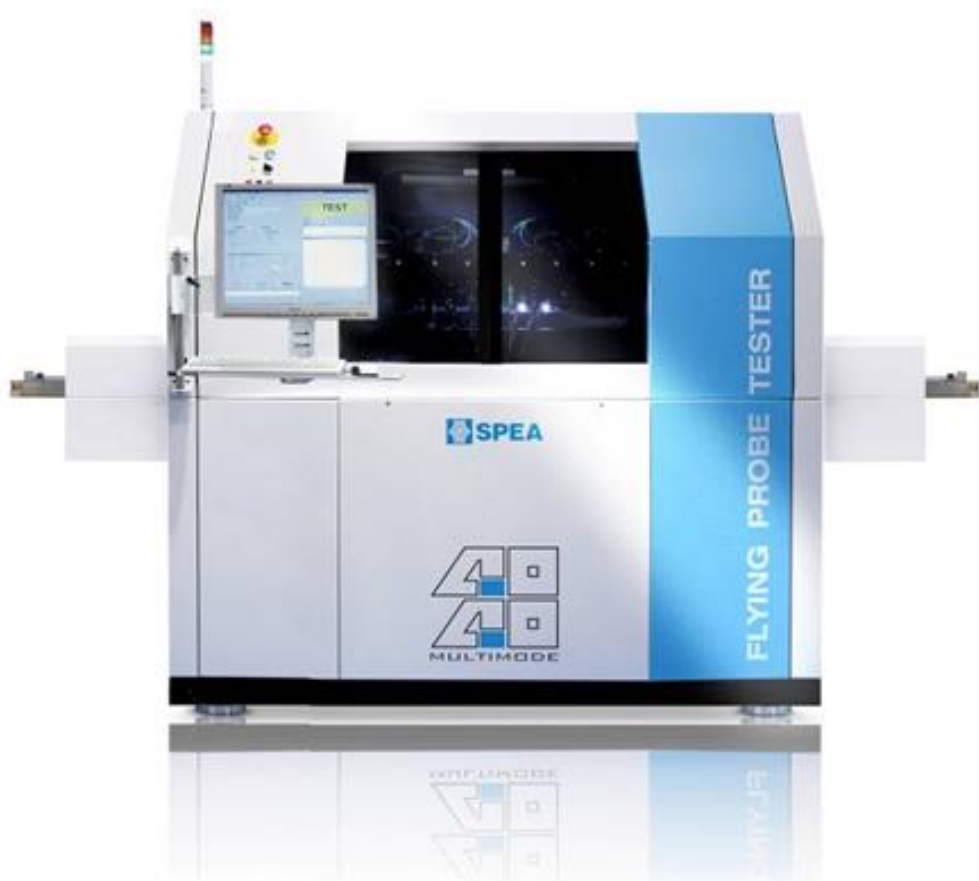


Рисунок 3 - Комплекс с летающими пробниками.

Система имеет в своем составе функциональные блоки, позволяющие осуществить все необходимые операции как электрического, так и функционального контроля. На начальном этапе сборки производится входной контроль правильности изготовления печатной платы, осуществляется контроль проводников на наличие короткого замыкания или разрывов дорожек. За 1,5-2 минуты производится контроль порядка 1000-1200 контактных точек.

После сборки платы и установки на неё электрорадиоэлементов производится производственный контроль. На данном этапе проверяются правильность установки и номиналы элементов: резисторов, конденсаторов, транзисторов [4]. Также дополнительно осуществляется проверка на короткое замыкание и наличие разрывов в линиях соединения, непропоев, отсутствие контакта.

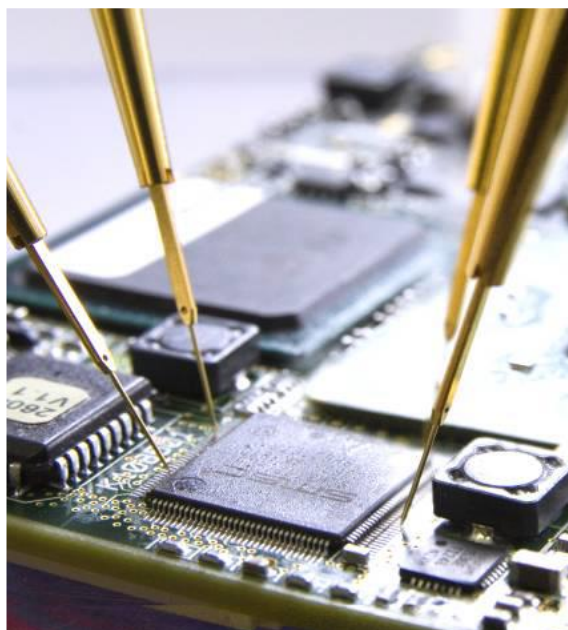


Рисунок 4 - Измерение тестовыми зондами участка цепи.

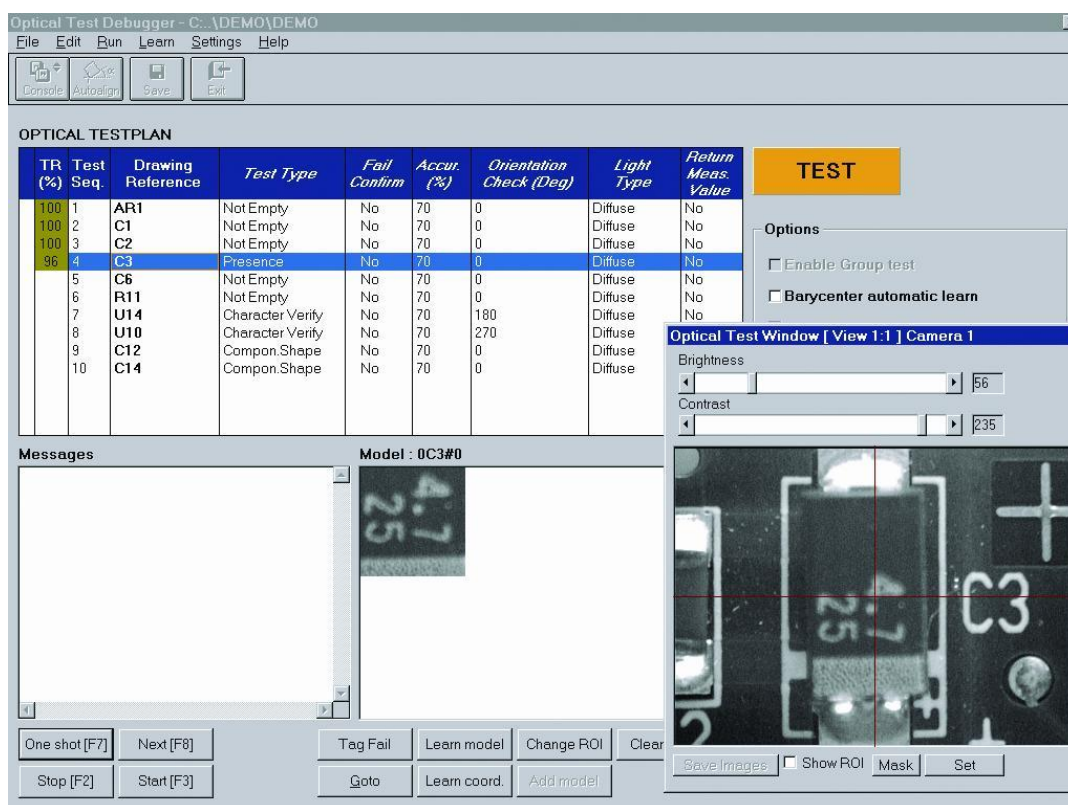


Рисунок 5 - Пример выполнения теста.

На следующем этапе, убедившись в соответствии собранного узла требованиям КД производится функциональный контроль изделия. Подается рабочее напряжение, снимаются и сравниваются эпюры напряжений и токов в рабочих узлах схемы. Проверяется

правильность функционирования логических и аналоговых элементов схемы и выдается результат в виде протокола.

В случае обнаружения не соответствия, проблемный участок локализуется и оперативно восстанавливается.

```
START;Diagnos;FLYA_ICTMeasures_TDR128;1;flyref5;SPEA SERVICE;09/04/2013;16:15:15
ANL;1;R1;6;1;RESR1 1K 0%;;PASS;1.002875e+03;9.600000e+02;1.040000e+03;ohm;108 114 ;35
ANL;1;R2;7;1;RESR2 100 0%;;PASS;9.988750e+01;9.600000e+01;1.040000e+02;ohm;273 274 ;36
ANL;1;R20;8;1;RESR20 10K 0%;;PASS;1.000625e+04;9.600000e+03;1.040000e+04;ohm;107 113 ;37
ANL;1;R21;9;1;RESR21 10K 0%;;PASS;9.998750e+03;9.600000e+03;1.040000e+04;ohm;202 207 ;38
ANL;1;R22;10;1;RESR22 10K .1%;;PASS;1.000500e+04;9.490000e+03;1.051000e+04;ohm;196 201 ;167
ANL;1;R23;11;2;RESR23 100 .1%;;PASS;9.992500e+01;9.590000e+01;1.041000e+02;ohm;276 195 ;41
ANL;1;R24;12;1;RESR24 1K .1%;;PASS;1.021250e+03;9.590000e+02;1.041000e+03;ohm;196 195 ;42
ANL;1;R25;13;1;RESR25 1K 0%;;PASS;1.003890e+03;9.600000e+02;1.040000e+03;ohm;203 208 ;43
ANL;1;R26;14;1;RESR26 100 0%;;PASS;9.982500e+01;9.600000e+01;1.040000e+02;ohm;265 266 ;44
ANL;1;R28;15;2;RESR28 10M 1%;;PASS;9.972575e+06;9.500000e+06;1.050000e+07;ohm;184 190 ;46
ANL;1;R29;16;1;RESR29 500K 5%;;PASS;5.007511e+05;4.550000e+05;5.450000e+05;ohm;177 183 ;47
ANL;1;R30;17;1;RESR30 500K 5%;;PASS;5.007198e+05;4.550000e+05;5.450000e+05;ohm;189 183 ;48
ANL;1;R31;18;1;RESR31 100K .1%;;PASS;9.997501e+04;9.590000e+04;1.041000e+05;ohm;179 185 ;49
ANL;1;R32;19;1;RESR32 10K .1%;;PASS;1.000625e+04;9.590000e+03;1.041000e+04;ohm;170 176 ;50
ANL;1;R33;20;1;RESR33 1K .1%;;PASS;1.002250e+03;9.590000e+02;1.041000e+03;ohm;169 175 ;51
ANL;1;R34;21;1;RESR34 100 .1%;;PASS;9.995000e+01;9.590000e+01;1.041000e+02;ohm;281 282 ;52
ANL;1;R35;22;1;RESR35 100m .5%;;PASS;9.865625e-02;9.550000e-02;1.045000e-01;ohm;283 284 ;53
ANL;1;R36;23;1;RESR36 10 5%;;PASS;9.997500e+00;9.100000e+00;1.090000e+01;ohm;285 286 ;54
ANL;1;R37;24;1;RESR37 1 .1%;;PASS;9.978125e-01;9.590000e-01;1.041000e+00;ohm;287 288 ;55
ANL;1;R38;25;1;RESR38 1K .1%;;PASS;1.002500e+03;9.590000e+02;1.041000e+03;ohm;205 206 ;56
ANL;1;R39;26;1;RESR39 10K .1%;;PASS;1.002255e+04;9.590000e+03;1.041000e+04;ohm;210 206 ;57
ANL;1;R40;27;1;RESR40 100K .1%;;PASS;9.896091e+04;9.590000e+04;1.041000e+05;ohm;205 210 ;58
ANL;1;C1;28;1;CAPC1 1n 20% -20%;;PASS;8.308743e-10;6.300000e-10;1.370000e-09;F;108 114 ;60
ANL;1;C10;29;1;CAPC10 330pF 20% -20%;;PASS;3.209369e-10;2.145000e-10;4.455000e-10;F;153 154 ;61
ANL;1;C11;30;1;CAPC11 10pF 20% -20%;;PASS;9.715593e-12;6.500000e-12;1.350000e-11;F;106 112 ;62
ANL;1;C12;31;1;CAPC12 100pF 20% -20%;;PASS;8.250299e-11;6.000000e-11;1.400000e-10;F;107 113 ;63
```

Рисунок 6 - Образец протокола измерений.

Внедрение комплекса в производственный цикл изготовления позволило минимизировать использование ручного труда, сократить цикл производства, повысить качество и, как следствие, снизить трудоемкость контрольных операций и повысить экономические показатели по выпуску продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Leonardo - Open Pin Scan
2. Leonardo YA Test Program Conversion Technical Info
3. Flying Probe and Bed of nails Handbook
4. Пис Р.А. Обнаружение неисправностей в аналоговых схемах. Москва: Техносфера, 2007. – 192 с.

Сведения об авторах

Артеменко Денис
Викторович

Руководитель подразделения
промышленного предприятия,
ведущий специалист

Литвинова Анастасия
Александровна

аспирант