

Информационно-измерительная система входного контроля и анализа качества комплектующих изделий

*А.В. Реков, В.В. Бадашев, И.О. Блажко, Е.С. Гороховатенко, В.И. Литвинов,
С.В. Степанов*

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М. И. Платова, Новочеркасск*

Аннотация: Для обеспечения исправной и продолжительной работы всех электронных приборов необходимо, чтобы все компоненты этих приборов соответствовали своим заявленным характеристикам. В данной статье разрабатывается информационно-измерительная система входного контроля и анализа качества комплектующих изделий. Были разработаны структурная и функциональная схемы системы. Проведен натурный эксперимент.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, входной контроль, анализ качества, комплектующие изделия.

Входной контроль и анализ качества покупных комплектующих изделий является важной частью проверки и верификации этих изделий перед использованием их в процессе производства [1-3]. Помимо визуального контроля целостности покупаемых изделий и соответствия их DataSheet (официальному документу производителя на изделие, в котором полностью описаны заявленные технические характеристики, а также габаритные размеры, корпус, упаковка, срок хранения, надежность), зачастую необходима специальная проверка на наличие скрытых дефектов, долговечность, срок службы и качества на протяжении всего периода эксплуатации этих изделий.

Примерами таких покупных комплектующих изделий могут являться: литиевые элементы (батарейки), трансформаторы тока, пленочные конденсаторы.

В случае входного контроля литиевых элементов очень важными параметрами являются: срок службы, уровень саморазряда на протяжении всего эксплуатационного периода, работоспособность литиевых элементов при изменении температуры окружающей среды от экстремально низких до экстремально высоких.

Функциональная схема информационно-измерительной системы входного контроля и анализа качества плёночных конденсаторов приведена на рисунке 1.

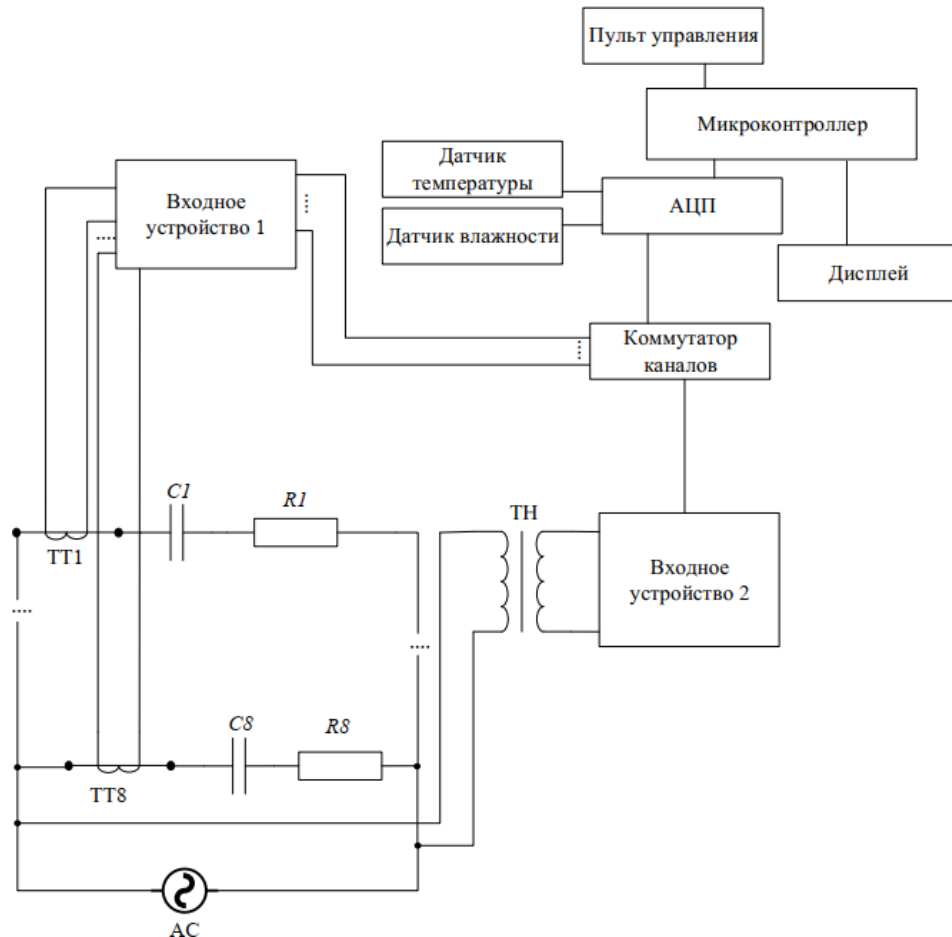


Рисунок 1. Функциональная схема информационно-измерительной системы входного контроля и анализа качества плёночных конденсаторов

На функциональной схеме представлены: АС - источник переменного напряжения, $C_1 - C_8$ и $R_1 - R_8$ ёмкости и активные сопротивления измерительных цепей, микроконтроллер – *Arduino Uno*, 2 входных устройства для измерения напряжения и тока на испытуемом конденсаторе, трансформаторы тока (ТТ), трансформатор напряжения (ТН), с помощью которых снимаются мгновенные сигналы для измерений, коммутатор, АЦП, дисплей, пульт управления, датчик влажности и датчик температуры [4-6].

Устройство работает следующим образом: ток измеряется при помощи токового трансформатора (ТТ). Этот вид трансформатора состоит из катушки, на которую намотаны (1-3) витки провода, служащие для питания нагрузки. Если брать промышленные большие ТТ, то в них вместо витков может быть использована толстая металлическая шина или пластина. Принцип работы ТТ не отличается от обычного трансформатора: электромагнитное поле катушки в первичной обмотке (I_1 , ток нагрузки, I_H) создает во вторичной обмотке ток (I_2), пропорциональный I_H . Т.е. $I_2 = I_H \cdot K$, где K – коэффициент трансформации. Потом ток при помощи шунта R_b конвертируется в напряжение. Исходя из того, что величина тока на вторичной обмотке практически всегда очень мала, то не требуются относительно мощные шунты, и они не будут выходить из строя при работе на повышенных мощностях. Для реализации нашей задачи необходимо намотать дополнительные 100 витков в первичной обмотке трансформатора. Тогда коэффициент трансформации будет 10:1. Способ измерения напряжения заключается в решении «вписать» всю синусоиду в диапазон (0...+5) В. Для этого синусоиду нужно «поднять» на полдиапазона АЦП (т.е. на +2.5В) и подобрать делитель так, чтобы вся синусоида целиком лежала в диапазоне между (0 и +5) В. В таком случае АЦП измеряет обе полуволны напряжения. Но при последующих вычислениях будет необходимо учитывать добавленные +2.5В. С помощью вычислительных средств, используемых в микроконтроллере, это сделать достаточно просто.

Конденсаторы $C_1 - C_8$ находятся в камере, в которой поддерживается постоянная влажность и температура. Напряжение на конденсаторы $C_1 - C_8$ подаётся от источника переменного тока. С помощью ТТ и ТН снимаются сигналы для измерения мгновенных напряжения и тока в измерительных цепях восьми конденсаторов. Рассчитывается ёмкость конденсаторов [7, 8]. И, произведя несколько измерений, с заданным интервалом времени по

методу наименьших квадратов производится аппроксимация изменения ёмкости конденсаторов.

Были проведены натурные испытания на надежность пленочных конденсаторов емкостью $0,47 \text{ мкФ} \pm 10\%$, рабочим напряжением 305 В были выбраны образцы следующих фирм [9, 10]:

- 1) Panasonic - 2 шт.
- 2) Carli – 2 шт.

Перед проведением испытаний в термокамере при вышеуказанных условиях: 1000 часов при сетевом напряжении 240 В. 50 Гц, при влажности в испытательной камере 85% и температура 85°C , были замеры измерителем RLC E7-22. Результаты приведены в таблице. Емкости всех четырех конденсатора входят в допустимый интервал $0,47 \text{ мкФ} \pm 10\%$ (таблица 1).

Таблица 1 - Емкость конденсаторов до испытаний.

№	Panasonic 1	Panasonic 2	Carli 1	Carli 2
Емкость (мкФ)	0,472	0,478	0,471	0,468

Конденсаторы помещены в термокамеру под напряжением 230 В. К каждому конденсатору припаяны дополнительно провода для соединения с мультиметрами, чтобы снимать показания тока на каждом испытуемом образце в процессе испытаний. Результаты вычисленной емкости изображены графически на рис. 2.

У всех 4 графиков наглядно виден полином 2 степени. Анализируя графики, приходим к выводу, что емкости образцов 3,4 производителя Carli выходят из допустимого интервала $0,47 \text{ мкФ} \pm 10\%$. После проведения испытаний конденсаторы были извлечены из термокамеры и у каждого повторно замерена емкость измерителем RLC E7-22.

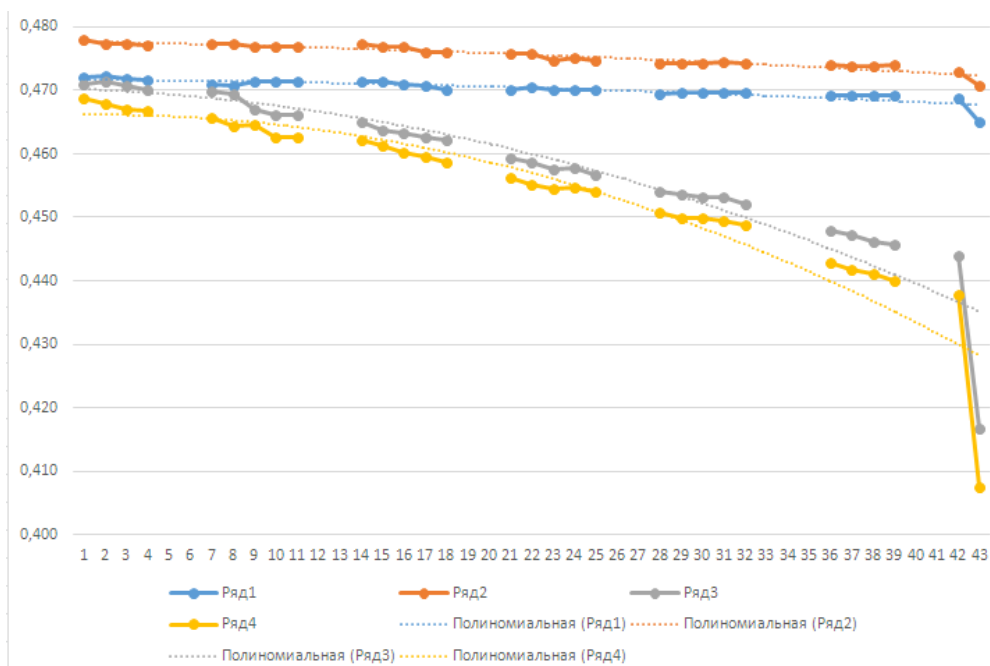


Рисунок 2. Значения емкости конденсаторов в течение проведения испытания

Результаты измерений приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 - Емкость конденсаторов после испытаний.

№	Panasonic 1	Panasonic 2	Carli 1	Carli 2
Емкость(мкФ)	0,465	0,471	0,417	0,408

Результат испытаний конденсаторов производителя Panasonic считается положительными, результат испытаний конденсаторов производителя Carli - отрицательными.

Литература

1. Richardson B., Diagnostics and monitoring of power transformers, IEE Colloquium on Condition Monitoring of Large Machines and Power Transformers (Digest No: 1997/086), 1997, pp. 6/1-6/2.
2. Belko V., Emelyanov O., Ivanov I. and Starovoytenkov V., The Diagnostics of Metallized Film Capacitors under Soft Training Test, 2020 International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostics), 2020, pp. 1-4.

3. Svarny J., Laboratory Fixture for Measurement of Dielectric Absorption of Capacitors, 2018 International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostika), 2018, pp. 1-4.

4. Jarad S. B., Lohar V. D., Choukate S. P. and Mangate S. D., Automatic Optimization and Control of Power Factor, Reactive Power and Reduction of THD for Linear and Nonlinear Load by Using Arduino UNO, 2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT), 2018, pp. 1128-1132.

5. Abu Sulayman I. I. M., Almalki S. H. A., Soliman M. S. and Dwairi M. O., Designing and Implementation of Home Automation System Based on Remote Sensing Technique with Arduino Uno Microcontroller, 2017 9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE), 2017, pp. 1-9.

6. Kaur A., Saini S. S., Singh L., Sharma A. and Sidhu E., Efficient Arduino UNO driven smart highway/bridge/tunnel lighting system employing rochelle piezoelectric sensor, 2016 International Conference on Control, Computing, Communication and Materials (ICCCCM), 2016, pp. 1-4.

7. Moonmirat P., Homklintian M. and Kumtawee C., Measurement of the frequency dependence of standard capacitors in the frequency range 10 kHz to 1 MHz, 2016 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2016), 2016, pp. 1-2.

8. Avellaneda M. S. and López A. M., Fluke 8508A Multimeter introduction in capacitance measurement by indirect method, 29th Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2014), 2014, pp. 98-99.

9. Конденсаторы Panasonic ECQUA,
URL:static.chipdip.ru/lib/453/DOC011453685.pdf.

10. Конденсаторы Carli MPX,
URL:maritex.com.pl/product/attachment/45152/Carli%20WXP.pdf.

References

1. Richardson B., IEE Colloquium on Condition Monitoring of Large Machines and Power Transformers (Digest No: 1997/086), 1997, pp. 6/1-6/2.
2. Belko V., Emelyanov O., Ivanov I. and Starovoytenkov V., International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostika), 2020, pp. 1-4.
3. Svarny J., International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostika), 2018, pp. 1-4.
4. Jarad S. B., Lohar V. D., Choukate S. P. and Mangate S. D., Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT), 2018, pp. 1128-1132.
5. Abu Sulayman I. I. M., Almalki S. H. A., Soliman M. S. and Dwairi M. O., 9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE), 2017, pp. 1-9.
6. Kaur A., Saini S. S., Singh L., Sharma A. and Sidhu E., International Conference on Control, Computing, Communication and Materials (ICCCCM), 2016, pp. 1-4.
7. Moonmirat P., Homklintian M. and Kumtawee C., Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2016), 2016, pp. 1-2.
8. Avellaneda M. S. and López A. M., 29th Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2014), 2014, pp. 98-99.
9. Kondensatory [Capacitors Panasonic ECQUA].
URL:static.chipdip.ru/lib/453/DOC011453685.pdf.
10. Kondensatory [Capacitors Carli MPX].
URL:maritex.com.pl/product/attachment/45152/Carli%20WXP.pdf.