

Н.А. Захаров, В.И. Клепиков, Д.С. Подхватилин (НПП «Дозор» ОАО «Концерн КЭМЗ»)

Сетевые встраиваемые системы

Рассмотрены особенности сетевых встраиваемых систем управления, электронные модули которых интегрированы с узлами и агрегатами управляемого объекта. Перечислены способы обеспечения отказоустойчивости систем. Показана перспективность применения технологии LTCC при изготовлении электронных модулей. Отмечены преимущества применения сетевых протоколов с обменом по расписанию. Представлена аппаратно-программная платформа Дозор для построения распределенных встраиваемых систем управления, удовлетворяющая современным требованиям.

Ключевые слова: Industry 4.0, LTCC, встраиваемые системы, распределенные системы управления, диагностика, резервирование, супервизор конфигурации, синхронно-временной протокол.

*Захаров Николай Анатольевич – канд. техн. наук, руководитель,
Клепиков Владимир Иванович – канд. техн. наук, заместитель руководителя по науке и новым технологиям,
Подхватилин Дмитрий Станиславович – начальник отдела Научно-производственного подразделения «Дозор» ОАО «Концерн КЭМЗ».*

Список литературы

- 1. Клепиков В.И. Отказоустойчивость распределенных систем управления. М. «Золотое сечение». 2014. 392 с.*
- 2. H. Kopetz, "An integrated architecture for dependable embedded systems," Proceedings of the 23rd IEEE International Symposium on Reliable Distributed Systems, 2004., Florianopolis, Brazil, 2004, pp. 160-161. doi: 10.1109/RELDIS.2004.1353016.*
- 3. Захаров Н.А., Клепиков В.И., Подхватилин Д.С. Управление избыточностью сетевых распределенных систем необслуживаемой авионики // Авиакосмическое приборостроение. 2018. № 3. С. 3-12.*
- 4. Агеев А.М., Бронников А.М., Буков В.Н., Гамаюнов И.Ф. Супервизорный метод управления технических систем с избыточностью // Известия РАН. Теория и системы управления. 2017. № 3. С. 72-82.*
- 5. Кондратюк Р. LTCC – Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика // Наноиндустрия. 2011. № 2 (26). С. 26-30.*
- 6. Потапов Ю. Особенности технологии проектирования и производства LTCC модулей // Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. 2008. № 1. С. 39-44.*
- 7. Смирнов А.М. Особенности конструирования многослойных керамических изделий, изготавливаемых по технологии LTCC // Технологии ЭМС. 2009. № 3. С.69-80.*
- 8. F. Foglia Manzillo et al., "A Multilayer LTCC Solution for Integrating 5G Access Point Antenna Modules," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 64, no. 7, pp. 2272-2283, July 2016. doi: 10.1109/TMTT.2016.2574313.*
- 9. Захаров Н.А. 5G и Industry 4.0 // Автоматизация в промышленности. 2019. № 12. С. 3-6.*
- 10. Захаров Н.А., Клепиков В.И., Подхватилин Д.С. Синхронно-временной протокол для распределенных систем управления // Автоматизация в промышленности. 2013. № 2. С. 37-39.*
- 11. TTP Communication Protocol. SAE Aerospace Standard AS-6003. 2011-02.*

Zakharov N.A., Klepikov V.I., Podkhvatilin D.S. Embedded network systems

The paper examines the features of embedded network control systems whose electronic modules are integrated with control plant's nodes and units. The ways to improve system fault-tolerance are listed. Application outlook for LTCC technology in electronic modules manufacturing is shown, the advantages of schedule exchange protocols are noted. The Dozor hard-/software platform for embedded distributed control systems is presented. The platform meets all present-day requirements.

Keywords: Industry 4.0, LTCC, embedded systems, distributed control systems, diagnosis, redundancy, configuration supervisor, time synchronization protocol.