Взаимовръзки между стандартите IEC/EN 62264 и RAMI 4.0

П. Василев, В. Синдраковска

Relations between Standards IEC/EN 62264 and RAMI 4.0

P. Vasilev, V. Sindrakovska

Department of Industrial Automation, University of Chemical Technology and Metallurgy, 8 Kliment Ochridski Blvd., Sofia, Bulgaria, plamen. vasilev@uctm.edu, vsindarovska@gmail.com

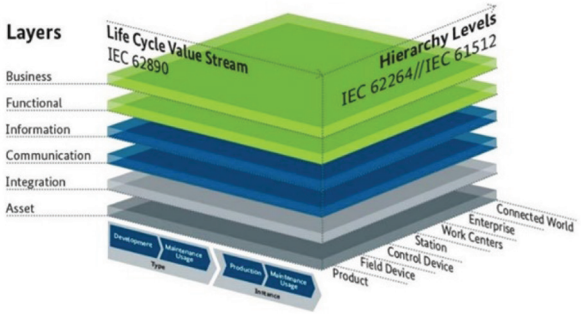
Key Words: *RAMI 4.0; IEC/EN 62264; asset; communication and presentation capabilities; activity; scheduling; model; web services; B2MML.*

Abstract. *The Reference Architectural Model for Industry (RAMI) 4.0 tends to unify the efforts for rapid development of new technologies of the information and communication technology sector by stating definitions of an asset and its role in the cyber-physical world with the use of presentation and communication functions applied to the asset. Furthermore, the standard describes how an asset should interact with the cyber-physical world. In order to introduce the asset as a conceptual fundament, the standard RAMI 4.0 extends the Equipment hierarchy model of another standard – IEC/EN 62264, which is well known and applied as an architectural framework within software integration projects of various information systems. The differences between, are that in IEC/EN 62264, a physical asset model corresponds to the equipment model, whereas the RAMI 4.0 states that an asset may present even a Product or Connected World (Cyber-Physical World). The introduced extension is necessary because the perspective of the two standards is different. IEC/EN 62264 defines objects and models for integration, in which a Product, as an abstraction of "what should be made?" is a part of Product Definition Model (Operations Definition Model), and when it is physically performed "what is actually made?", it is a part of Material Model. As such, the objects "carrying" the integration information are different. The Connected world also is an asset in RAMI 4.0, because it has value for a company, while the whole subject of the IEC/EN 62264 standard is to integrate information systems, thus achieving "Connected World". This is why the standard IEC/EN 62264 should be considered as a "roadmap" for the cyber-physical transformation of the RAMI 4.0 standard. The aim of the article is to discuss the importance and the assumption of non-implicit relations between the two standards as well as the concept for development of RAMI 4.0 administration shell based on IEC/EN 62264 architecture.*

Въведение

Четвъртата индустриална революция започна с огромна технологична трансформация, която включва въвеждане на информационните и комуникационните технологии (ИКТ) не само в производството, но и във всеки аспект от живота.

За да дадат възможност на дигиталната трансформация, много региони предприеха, инициативи за дигитализация, същевременно множество държави прокараха собствени национални политики за цифрова трансформация [5]. Като водеща европейска икономика Германия и по-конкретно германският алианс Platform Industrie 4.0 и Германският институт по стандартизация (DIN – Deutsches Institut für Normung) разработиха и пуснаха стандартния DIN SPEC 91345 Референтен архитектурен модел за Индустрия 4.0 (RAMI 4.0) през 2016 г. (*фиг. 1*) [1].



Фиг. 1. Референтен архитектурен модел за Индустрия 4.0 (RAMI 4.0) [1]

От друга страна, като рамка за оперативното управление в производствените предприятия и софтуерните фирми, както и в научните изследвания е признат и използван стандартът ANSI/ISA 95, приет по-късно като IEC/EN 62264. Моделите и терминологията, дефинирани в стандарта, отразяват най-добрите практики в интеграцията на тези системи и в момента имат значително приложение в реални производствени системи [3].

Цел на разработката е да представи и дискутира един преход от съществуващото ниво на интеграция, постигнато до голяма степен чрез прилагането на стандарта IEC/EN 62264 към новите изисквания на Четвъртата индустриална революция. Дискутират се сферите на приложение на двата стандарта, особеностите на всеки от тях, а също и областите им на припокриване и възможностите за съвместно приложение. Статията е представена в четири раздела: първоначално е представена архитектурата на Четвъртата индустриална революция – стандартът RAMI 4.0, изтъквайки връзките му с IEC/EN 62264 и акцентирайки върху административната обвивка на активите от гледна точка на

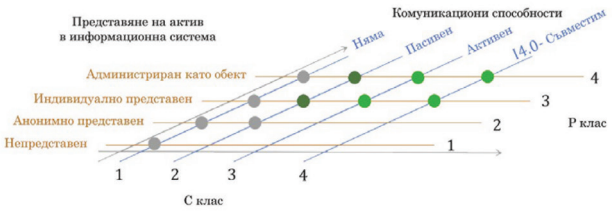
Индустрия 4.0. В следващия раздел са представени някои от моделите на стандарта IEC/EN 62264 и тяхното значение за нивото на оперативно управление, след това са дискутирани областите на припокриване между стандартите IEC/EN 62264 и RAMI 4.0 и накрая са направени някои изводи за съвместното използване и плавния преход от IEC/EN 62264 към архитектура RAMI 4.0.

Референтен архитектурен модел RAMI 4.0

Целта на стандарта е да обхване усилията на специалистите в областта на ИКТ чрез въвеждане на фундаментални определения, които да се използват за описание на активите в киберфизическия свят. Стандартът дефинира понятието актив, който е артефакт, имащ стойност за организацията и предназначен да изпълнява определена роля в определена система по време на неговия жизнен цикъл. Активът може да е част от физическия или информационния свят, да е осезаем (сензор, двигател, устройство, инсталация и т.н.) или не (идея, услуга, софтуерна програма). В зависимост от ролята си в организацията активът може да изпълнява определена функция от *Архитектурната ос – актив* (самият артефакт, представен във физическия свят); интеграционна функция (средствата, чрез които физическият свят си сътрудничи с информационния свят); комуникационна функция (представлява информация кой-къде-кога, чрез която активът е представен в информационния свят); Информационна функция (представлява обработка на данни, модифицирана от събитие/модел и проверка на информация); функционалност (описва функцията на даден актив по отношение на неговата роля в системата 4.0); бизнес функция (описва търговската перспектива на актива).

Оста *Жизнен цикъл и стойностен поток* представя времето на живот на актива и процеса на добавена стойност, базиран на стандарта IEC 62890. По тази ос активът се характеризира със своето състояние в определен момент на определено място [2].

Нивата на ос *Йерархия* в референтния архитектурен модел Индустрия 4.0 (*фиг. 2*) представлява модификация на модела на йерархия на оборудването от стандарт IEC/EN 62264 (ANSI/ISA-95), като по този начин го прави подходящ за дефинирането на активи, съвместими с I4.0 [3].



Фиг. 2. Презентационни и комуникационни способности на активите

Фиг. 3. Нива на йерархия според RAMI 4.0 [1]

Друг важен аспект, разгледан в стандарта RAMI 4.0, са презентационните и комуникационни способности на активите от гледна точка на Индустрия 4.0 (*фиг. 3*). Под презентационна способност на даден актив се има предвид до каква степен той е представен и администриран в информационна система. От тази гледна точка активите могат да бъдат: непредставени – нямат описание в информационната система; анонимно представени – представянето им се свежда до общо описание на характеристиките и броя (без да е задължително) на активите от един и същи тип; индивидуално представен – всяка единична бройка от даден тип актив е описана и администрирана в информационната система; администриран като обект е всеки актив, за който се пази информация както за характеристиките му, така и за текущото състояние, производствена възможност, натоварване, капацитет.

От гледна точка на комуникационните способности на активите те могат да бъдат: няма комуникационни способности; пасивни – баркод или RFID, които дават информация за актива само при изчитане; активни – такива са активите, които вземат активна роля в предаването на комуникация и информация; I4.0 съвместими или още автономни I4.0 компоненти. Активите от този тип притежават административна обвивка, в която се съдържа манифест, описващ достъпните данни и функции под формата на мета-информация за I4.0 компонента и компонентен мениджър – представлява разширена услуга (сървис), изграден на принципа на SOA (Service Oriented Architecture). Чрез административната обвивка, съпътстваща актива, информационната система може да достъпва и заявява информация за различни функции и състояния на I4.0 компонента (*фиг. 4*) [8].

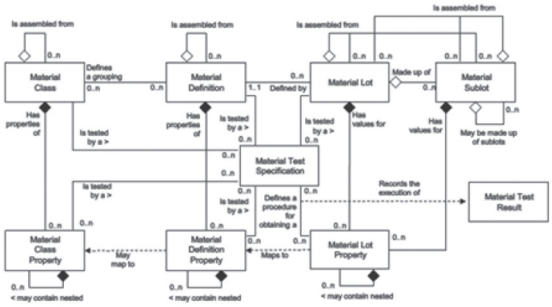
Фиг. 4. Административна обвивка на I4.0 компонент [1]

Значение на стандарта IEC/EN 62264

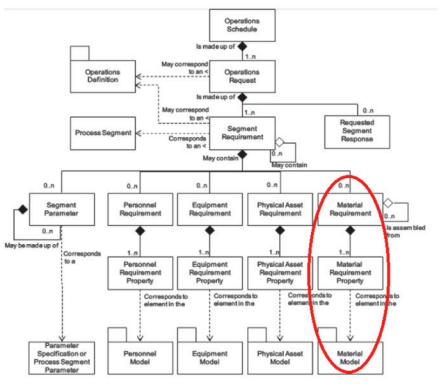
Основната цел на стандарта е да даде рамката за интегриране на на информацията от информационните системи в различните йерархични нива. Това се налага поради няколко причини: различните цели, които системите от различните нива имат; сложността на задачите, които системите изпълняват; времеви хоризонт или честота на изпълнение на задачите и агрегиране на данните. Информационната несъвместимост се преодолява чрез дефиниране на моделите и обектите за предаване и агрегиране на информация между различните нива на управление.

Стандартът описва моделите на основните ресурси, използвани на оперативно ниво на управление, върху които се агрегира информация: на оборудването, на материалите и персонала и логическото обединение на хора, машини и материали – работен сегмент (работно място). Тези ресурси са в основата на моделите на дефиницията за операция в смисъла на поредица от оперативни дейности (по производство на продукт, изпълнение на поддръжка, управление на качеството или складови наличности), производствената възможност, планиране и изпълнение. Събирането на информация чрез използването на рамката от моделите и обектите от IEC/EN 62264 дава възможност за проследяване и отчитане на жизнения цикъл на оперативните дейности, което е предпоставка за успешното внедряване на принципите на Лийн производство, Тотално управление на качеството и 6 Сигма. [9,11]

Фиг. 5 и *6* илюстрират по какъв начин моделът на материалите участва в останалите модели, като е показан моделът на планирането [4].



Фиг. 5. Модел на материалите [4]



Фиг. 6. Модел на планирането [4]

Фиг. 7. Модел на производствените дейности [5]

На *фиг. 7* е представен моделът на производствените дейности и как моделът на материалите участва във всяка една производствена дейност като частен случай на всички ресурси.

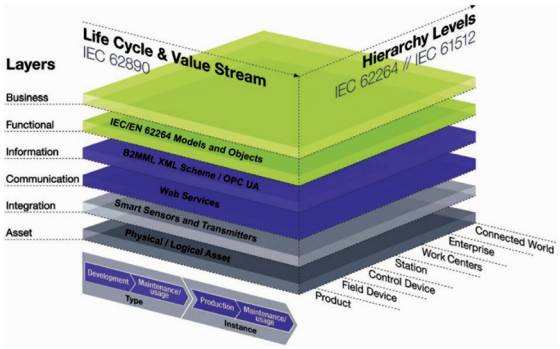
Области на припокриване между стандартите IEC/EN 62264 и RAMI 4.0

От гледна точка на стандарта RAMI 4.0 материалният актив, разглеждан като I4.0 компонент, съдържа описание на своите характеристики и поведение, както и способност за активно или пасивно предаване и приемане на информация.

От друга страна, в представения модел на производствените дейности на *фиг. 7* е показана каква информация относно ресурсите се обменя както между самите дейности в модела, така и между различните йерархични нива [5]. В конкретния случай като пример за ресурс са използвани материалите, чието описание и начини на използване в останалите модели е разгледано в предходните модели. Между дейностите *Управление на производствените ресурси и Детайлно планиране на производството* се обменя информация за достъпните материали, като в случая се вземат предвид ресурсите, които могат да бъдат резервирани/ангажирани в планираните дейности. Дейността *Разпределяне на производството* получава информация за описанието на ресурсите, необходимите (планирани) ресурси, както и за наличните (свободни) такива. Дейността по разпределяне резервира/ангажира съответните ресурси за следващата дейност *Управление на изпълнението на производството. Събирането на данни за изпълнението* се състои в отчитането на действително използваните/участвалите ресурси, условията и режимите на изпълнение и може да се осъществява чрез интеграция със системи с функции от 1 и 2 ниво. Събраната информация за използваните ресурси се използва за *Отчитане и анализ на производството*, чрез която впоследствие могат да бъдат изчислени ключови показатели за ефективност (KPI), да бъдат коригирани планове и други [12]. Проследяването на

дейностите и информацията, която се обменя между тях, представлява описание на поведението по време на жизнения цикъл на ресурсите в производствените операции, което от своя страна представлява манифеста на административната обвивка на активите според дефиницията в RAMI 4.0.

Методите за предаване на информацията между системи от различни йерархични нива може да се осъществява чрез използването на комуникационни протоколи, например OPC UA [7], или чрез уеб услуги, които използват еднаква схема за предаване на информацията. Такава е B2MML (Business To Manufacturing Markup Language) XML схемата, която е неразделна част от стандарта IEC/EN 62264 и представлява набор от XSD документи, служещи за описание на обектите и моделите от стандарта [13]. Друг подобен формат е AutomationML (AML), който служи за обмен на данни между хетерогенни системи за управление и технически средства [6]. По такъв начин уеб услуги, обменящи информация по предварително известна комуникационна схема, независимо дали B2MML, AML или OPC UA [10], може да се разглеждат като компонентен мениджър на информационно и комуникационно ниво от референтния



архитектурен модел на RAMI 4.0 (*фиг. 8*).

Фиг. 8. Взаимовръзка между IEC/EN 62264 и RAMI 4.0 на функционално ниво

Заключение

Взаимовръзката между стандартите IEC/EN 62264 и RAMI 4.0 не се състои само в това, че архитектурната рамка за Индустрия 4.0 е изградена въз основа на йерархичния модел на оборудването от IEC/EN 62264. Двата стандарта дефинират административната обвивка на активите, разглеждайки ги от различна перспектива. RAMI 4.0 разглежда комуникационната и презентационна способност на активите и възможността им да да бъдат част от една киберфизическа система. От своя страна стандартът IEC/EN 62264 дава обектноориентиран подход при функционалното описание на структурата и поведението на ресурсите (активите), като също така и описва техния жизнен цикъл – от дефинирането им, планирането, резервирането, използването им по време на изпълнение и събирането и анализирането на получената информация.

Благодарности

Това изследване е реализирано с финансовата подкрепа на националния Фонд „Научни изследвания“ при Министерството на образованието и науката в рамките на проект КП-06-Н27-8/2018.

Литература

1. DIN SPEC 91345:2016-04 Reference Architecture Model Industrie 4.0. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Germany.

2. IEC 62890:2020 ED1 Industrial-process Measurement, Control and Automation – Life-cycle-management for Systems and Components, IEEE.

3. IEC/EN 62264-1:2013 Enterprise-control Systems Integration – Part 1: Models and Terminology, CENELEC, Brussels, 2013.

4. IEC/EN 62264-2:2013 Enterprise-control Systems Integration – Part 2: Objects and Attributes for Enterprise-control Systems Integration, CENELEC, Brussels, 2013.

5. IEC/EN 62264-3:2008 Enterprise-control Systems Integration – Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management, CENELEC, Brussels, 2008.

6. International Electrotechnical Commission (2018) Engineering Data Exchange Format for Use in Industrial Automation Systems Engineering – Automation Markup Language – Part 1: Architecture and General Requirements (IEC 62714-1).

7. International Electrotechnical Commission (2016) OPC Unified Architecture – Part 1: Overview and Concepts (IEC 62541-1).

8. Minchev, Zl., E. Krastev, Y. Hristov, N. Tagarev, L. Boyanov, I. Gaydarski, T. Toshkov, V. Shalamanov (2019). Future Digital Society Resilience in the Informational Age, SoftTrade Ltd, September 2019, ISBN: 978-954-334-221-1.

9. Lonnie Wilson. How To Implement Lean Manufacturing. The McGraw-Hill Companies, Inc, 2010.

10. Trunzer, E., A. Calà, P. Leitão, et al. System Architectures for Industrie 4.0 Applications. Prod. Eng. Res. Devel., 13, 2019, 247–257. https://doi.org/10.1007/s11740-019-00902-6.

11. Henao, Rafael & William Sarache, & Ivan Gomez Jimenez. Lean Manufacturing and Sustainable Performance: Trends and Future Challenges, 5th World Production and Operations Management Conference – P&OM 2016, September 2016, Havana, Cuba.

12. Kondev, G., St. Stefanov. Organizing Maintenance Management Activities in the Industrial Company. – *Journal of Science, Engineering & Education*, 1, 2016, No. 1, ISSN: 2534-8507, 125-131.

13. Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA), B2MML v. 0700 – Business to Manufacturing Markup Language.

За контакти:
Гл. ас. д-р **Пламен Василев**
e-mail: plamen.vasilev@uctm.edu
Докторант **Верица Синдраковска**
e-mail: vsindarovska@gmail.com
Катедра „Автоматизация на производството“
Химикотехнологичен и металургичен университет – София