



**JOHN ATANASOFF SOCIETY OF
AUTOMATICS AND INFORMATICS**

International Conference

**AUTOMATICS
AND
INFORMATICS'12**

PROCEEDINGS

Published by

**JOHN ATANASOFF SOCIETY
OF AUTOMATICS AND INFORMATICS**

Bulgaria, Sofia, October, 3 – 5, 2012

JOHN ATANASOFF SOCIETY OF AUTOMATICS AND INFORMATICS

Secretariat Address

Bulgaria
1000 Sofia
108 Rakovsky str.

tel. (+359 2) 987 61 69

fax (+359 2) 987 61 69

e-mail: sai@infotel.bg

www.sai.infotel.bg

www.sai.bg



PROCEEDINGS CD: ISSN 1313-1869

СЪЗДАВАНЕ НА IEC-61499 БАЗИРАН РЕСУРС ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОБРАБОТВАЩА СТАНЦИЯ S-BE-M НА FESTO

DEVELOPMENT OF IEC-61499 BASED RESOURCE FOR CONTROL OF FESTO S-BE-M PROCESSING STATION

Хр. Карамисhev¹, Г. Попов¹, И. Бачкова²

¹Технически Университет – София, МТФ, България, София 1397, бул. Кл. Охридски 8, tel. +35929653539, e-mail: gerop@tu-sofia.bg,

²Химико-технологичен и металургичен университет, София, България, бул. Кл. Охридски 5, tel. +35928163326 e-mail: idilia@uctm.edu

Abstract: On-line reconfiguration of manufacturing systems is an important step to cope with the challenges of advanced manufacturing. Its achievement however is impossible without the use of reconfigurable, reusable and portable control resources. Their development is supported by the new IEC-61499 standard, suggesting reference architecture and models for distributed control applications. The main purpose of the report is to present the development of IEC-61499 based resource model for control of Festo processing station "S-BE-M".

Key Words: Standard IEC-61499, Function Block, IEC-61499 Resource, FBDK

УВОД

В съвременната индустрия през последните години навлизат нов тип системи за управление, чрез които е възможно постигане на голяма производителност в съчетание с висока гъвкавост, при произвеждане на различни по тип и серийност детайли. Това се постига чрез реконфигуриране на производствената система на ниво хардуер и софтуер. Напредъкът в развитието на микроелектрониката, софтуерните системи и комуникациите създава възможности за изграждане на функционални децентрализирани системи за управление в реално време, притежаващи характеристики като модулност, интегрируемост, конвертируемост и възможности за диагностициране на производствените процеси [1]. Изискванията към автоматизираните и производствени системи се изменяха съществено след последните постижения в областта на индустриалната информатика. Новите изисквания в голямата си част са продиктувани от възможностите за комуникация на производствената система и нейните елементи с други части на същата система, необходимостта от модернизация и модификация на системата, както и универсалност при езиците за програмиране. Една от задачите при проектирането на подобен тип управление е разработването на приложения за управление на задвижванията в металорежещите машини чрез многократно използвани функционални блокове, базирани на стандарта IEC-61499 [2]. Този стандарт поддържа референтна архитектура, която позволява разработването на разпределен тип управление чрез използването на набор от референтни модели и архитектура, базирани на концепцията на функционални блокове (ФБ), разработена при стандарта IEC-61131 [3].

При проектирането на софтуера в системите за управление при автоматизираните производствени системи е необходимо да бъдат анализирани и отразени изграждащите компоненти на тези системи и въз основа на направените изводи да бъде разработена референтна

архитектура. За целта е необходимо проектът да включва графично представяне на различните аспекти на системата за управление. Графичното представяне се отнася както за абстрактни аспекти на проекта, така и за физическата реализация на софтуера. Изгледите, включени в модела на графично представяне, са следните:

- Логически изглед – отразява функционалните изисквания към системата за управление и включва дефиниране на основните функционални блокове и интерфейсите помежду им;
- Изглед на процесите – представя системата за управление като логическа мрежа от комуникиращи си програми, разпределени на различни хардуерни ресурси;
- Изглед “разработка” – отразява организацията на използваните в системата за управление софтуер, библиотеки и модули, както и съществуващите връзки и ограничения между тях;
- Физически изглед – отразява използваните в системата за управление физически устройства и контролери, като показва и комуникационните връзки между тях.

Стандартът IEC-61499 определя основните понятия и референтна архитектура за разработване на модулни, преизползваеми и отворени системи за разпределено управление. Основният изграждащ компонент, дефиниран в IEC-61499, е функционалният блок (ФБ), като всяка система за управление може да бъде описана като логически свързани помежду си функционални блокове чрез техните входно/изходни данни и събития.

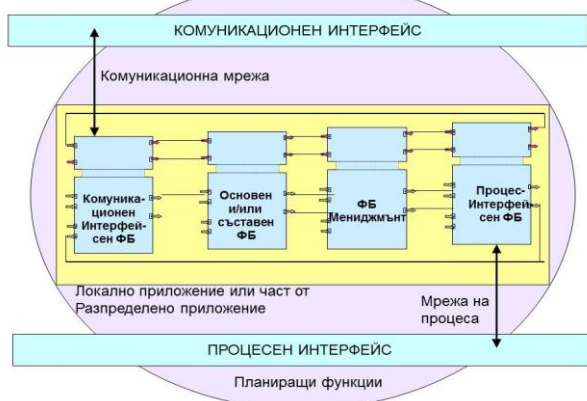
Цел на доклада е да представи създаване на IEC-61499 базиран ресурс за управление на обработващата станция „S-BE-M“ на Festo. В следващия раздел на доклада е представено кратко описание на модела на ресурса, съгласно стандарта IEC-61499. На базата на този тип модел в раздел 3 е представен разработения ресурс, базиращ се на предварително дефинирани функционални

блокове за управление на отделните операции изпълнявани от станцията.

МОДЕЛ НА IEC-61499 БАЗИРАН РЕСУРС

Ресурсът се разглежда като функционален възел, част от модела на устройството (*Device*), който е със самостоятелно управление. Той може да бъде изграждан, конфигуриран, параметризиран, стартиран, изтриван и т.н., без това да въздейства на другите ресурси в устройството [3]. Предназначението на ресурса е да приема данни и/или събития от процеса и/или от комуникационния интерфейс, да обработва данните и/или събитията и да връща данни и/или събития в процесния и/или комуникационния интерфейс, както е предвидено в приложенията, които си служат с ресурса. Елементите на ресурса са следните (фиг.1):

- Едно или повече локални приложения (или локални части от разпределени приложения).
- Ресурсът осигурява интерфейси (комуникационни и процесни) към комуникационните системи и към външни услуги и подсистеми, които са тясно свързани с устройството, като например подсистемата вход/изход на устройство.
- Връзката между функционалните блокове и интерфейсите на ресурса се реализира посредством ФБ на интерфейс на услуги, осигуряващи еднопосочна комуникация посредством типа „Publish-Subscribe” и двупосочни чрез типа „Client-Server”.
- Функция за детайлно планиране, която гарантира появата на всяка фаза при изпълнението на ФБ да бъде в правилен ред и с правилен приоритет. Тази функция взема дейно участие при изпълнението на ФБ, като след сигнал от управлението на изпълнението стартира изпълнението на алгоритмите на ФБ, а след неговото приключване се обръща към управлението на изпълнението да генерира изходно събитие. По този начин в зависимост от постъпващите устойчиви входни данни и събития и вътрешното състояние на управление на изпълнението.



Фиг.1. Модел на ресурс, съгласно стандарта IEC-61499

Ресурсът използва връзките, дефинирани от приложението, за да дефинира отговори на съответните събития, които могат да възникнат от комуникационния или процесния интерфейс или от други функции на ресурса. Тези отговори може да включват:

- Планиране и изпълнение на алгоритми;
- Модификации на променливите;
- Генериране на допълнителни събития;
- Взаимодействие с комуникационния и процесния интерфейс.

IEC-61499 РЕСУРС ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОБРАБОТВАЩА СТАНЦИЯ FESTO S-BE-M

Стандартът IEC-61499 изхожда от необходимостта за създаването на по-общ модел, който да може да се използва както при проектиране на PLC, така и на разпределени системи за управление, като гарантира едновременно програмируемост, разпределеност и конфигурируемост на приложенията [2].

За управлението на модулите на станцията бяха създадени в средата на FBDK [4] следните функционални блокове, подробно описани в [5, 6]:

- ФБ „FestoMPS_Drill_CUT_FEED_CTRL“ за управление на главен и подавателен превод на пробивен модул на станция FESTO S-BE-M;
- ФБ „FestoMPS_FixingUnit_CTRL“ за управление на фиксиращия модул на станцията;
- ФБ „FestoMPS_RotaryIndexingTable_CTRL“ за управление на делителната маса на станцията;
- ФБ „FestoMPS_CheckingUnit_CTRL“ за управление на контролния модул на станцията;
- ФБ „FestoMPS_PushUnit_CTRL“ за управление на изтласкващия модул на обработващата станция.

Компонентите изграждащи станцията, както и сензорите и изпълнителните механизми включени в нея са представени в [7].

ОПИСАНИЕ НА РЕСУРСА

1. Включване на станцията.

2. Постъпва детайл (Д) в поз. 1 на станцията. Сигнал от сензора S1 (PART_AV) постъпва на вход I0 на станцията. Чрез входният интерфейс ФБ за услуги (ИФБУ) „IN” постъпва сигнал в събитийн вход WP_Available на ФБ за управление на въртящата се маса „INDEXING_TABLE”.

3. Генерира се изходно събитие ROT_TABLE_ON, което се подава към вход O1 на изходен ИФБУ, чрез който се управлява електромотор M2.

4. При завъртане на масата на една позиция от сензор S4 (B3) постъпва сигнал на вход I5 на станцията указващ позициониране на масата. Чрез входният ИФБУ постъпва сигнал в събитийн вход Table_Positioned на ФБ за управление на въртящата се маса „INDEXING_TABLE”. Генерира се изходно събитие ROT_TABLE_STOP, което се подава към събитийн вход O1_OFF на изходния ИФБУ „OUT”.

5. При постъпване на Д в поз. 2 на станцията, сензора S2 (B1) подава сигнал, който постъпва на вход I2 на станцията. Чрез входният ИФБУ постъпва сигнал в събитийн вход WP_at_CheckingUnit на ФБ за управление на тествания модул „CHECK_WP”.

6. Генерира се изходно събитие PROOFING_WP. То се подава към събитийн вход O5 на изходния ИФБУ, управляващ изпълнителния механизъм (соленоид) на контролния модул M5.

7. При достигане на контролния модул до сензор S7 (B4), той подава сигнал към събитийн вход Drill_Hole_ok показващ, че тестовата процедура на детайла е завършил и резултата от него е положителен, при което се генерира изходно събитие CHECK_END. То се подава към събитийн вход O5_OFF на изходния ИФБУ за изключване на контролния механизъм.

8. Изходното събитие CHECK_END на ФБ "CHECK_WP" се явява входно събитие Rot_Table_in_NextPos на ФБ "INDEXING_TABLE". Генерира се изходно събитие ROT_TABLE_ON за завъртане на делителната маса на 60°, т.е. на една позиция.

9. При завъртане на масата на една позиция от сензор S4 (B3) постъпва сигнал на вход I5 на станцията указващ позициониране на масата. Чрез входният ИФБУ "IN" постъпва сигнал в събитийен вход Table_Positioned на ФБ за управление на въртящата се маса "INDEXING_TABLE". Генерира се изходно събитие ROT_TABLE_STOP, което се подава към събитийен вход O1_OFF на изходния ИФБУ "OUT".

10. При постъпване на Д в поз. 3 на станцията (в нея се извършва обработката на детайла), сензорът S3 (B2) подава сигнал, който постъпва на вход I1 на станцията. Чрез входният ИФБУ "IN" постъпва сигнал в събитийен вход WP_at_DrillingUnit на ФБ за управление на фиксиращия модул "FIX_WP".

11. Детайлът се фиксира чрез фиксиращия механизъм при постъпване на сигнал във входа WP_at_DrillingUnit и генериране на изходно събитие FIXING_WP. Този сигнал се подава към събитийния вход WP_Fixed на ФБ "DRILL_CUT_FEED" и към събитийен вход O4 на изходния ИФБУ "OUT", чрез който се управлява изпълнителния механизъм (соленоид) на фиксиращия модул M4.

12. При фиксиране на детайла на събитийния вход WP_Fixed на ФБ "DRILL_CUT_FEED" постъпва сигнал. Генерира се изходно събитие RUN_SPINDLE за включване на главния електромотор (движението на рязане). Този сигнал се подава към събитийен вход O0 на изходен ИФБУ "OUT", управляващ главния електромотор на пробивния модул M3.

13. Функционалният блок "DRILL_CUT_FEED" е програмиран така, че след включване на главното движение се включва електромотора за подавателно движение за линейно преместване на вретения модул към детайла. Генерира се изходно събитие RUN_DRILLER_DOWN. Този сигнал се подава към събитийен вход O2 на изходния ИФБУ "OUT", чрез който се управлява подавателния електромотор на пробивния модул M1 за движение от горна към долна позиция.

14. При достигане на вретенната глава до сензора S6 (1B2), намиращ се в крайно долно положение се предполага, че обработването на Д е приключило. От сензорът S6 се подава сигнал към вход I4 на станцията. Чрез входният ИФБУ постъпва сигнал в събитийен вход WP_Drilled на ФБ за управление на пробивния модул "DRILL_CUT_FEED".

15. При достигане на сензор 1B2 електромотора M1 се изключва и се генерира изходно събитие STOP_DRILLER. Този сигнал се подава към събитийен вход O2_OFF на изходния ИФБУ.

16. След изключване на електромотора за подавателно движение и изчакване на технологично време $T=1s$ се включва електромотора с реверсиращо движение за отвеждане на инструмента в крайно горно положение. Генерира се изходно събитие RUN_DRILLER_UP. Този сигнал се подава към събитийен вход O3 на изходния ИФБУ.

17. При достигане на вретения модул в крайно горно положение, сензор S5 (1B1) изпраща сигнал към вход I3 на станцията. Чрез входният ИФБУ сигнала се изпраща в

събитийен вход Drill_Unit_in_UpperPos на ФБ за управление на пробивния модул "DRILL_CUT_FEED".

18. Генерира се изходно събитие STOP_DRILLER. Този сигнал се подава към събитийен вход O2_OFF на изходния ИФБУ.

19. Генерира се изходно събитие STOP_SPINDLE. Този сигнал се подава към събитийен вход O0_OFF на изходен ИФБУ.

20. Сигналят STOP_SPINDLE се подава към събитийен вход WP_Done на ФБ за управление на фиксиращия модул "FIX_WP". Генерира се изходно събитие UNFIXING_WP. Този сигнал се подава към събитийен вход O4_OFF на изходен ИФБУ "OUT", управляващ изпълнителния механизъм (соленоид) на фиксиращия модул M4.

21. Събитийният изход UNFIXING_WP на ФБ "FIX_WP" се свързва и към събитийния вход Rot_Table_in_NextPos на ФБ "INDEXING_TABLE". Когато постъпи сигнал в него се генерира изходно събитие ROT_TABLE_ON, което се подава към вход O1 на изходен ИФБУ "OUT", чрез който се управлява електромотор M2.

22. При завъртане на масата на една позиция от сензор S4 (B3) постъпва сигнал на вход I5 на станцията указващ позициониране на масата. Чрез входният ИФБУ "IN" постъпва сигнал в събитийен вход Table_Positioned на ФБ за управление на въртящата се маса "INDEXING_TABLE". Генерира се изходно събитие ROT_TABLE_STOP, което се подава към събитийен вход O1_OFF на изходния ИФБУ "OUT".

23. При постъпване на Д в поз. 1 се изпраща сигнал в събитийния вход Move_WP на ФБ "PUSH_WP" за управление на изтласкващия механизъм. Генерира се изходно събитие PUSH_OUT_WP. Подава се сигнал в ИФБУ на вход O6, чрез който се управлява изпълнителния механизъм (соленоид) на изтласкващия модул M6.

24. При освобождаване на изходната позиция сигнал от сензор се изпраща в събитийния вход Free_position на ФБ "PUSH_WP" за управление на изтласкващия механизъм. Генерира се изходно събитие RETURN. Подава се сигнал в ИФБУ на вход O6_OFF, чрез който се управлява изключването на изпълнителния механизъм (соленоид) на изтласкващия модул M6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е разгледан един от еталонните модели на стандарта IEC-61499, а именно модела на ресурса. Въз основа на дефинирани предварително ФБ за управление на модулите на станция FESTO S-BE-M е разработен IEC-61499 базиран ресурс за управление на станцията.

БЛАГОДАРНОСТИ

В настоящата разработка са представени резултати, постигнати в рамките на изследователския проект ВУ-ГН-208/06 „Създаване на методология за управление и диагностика на реконфигуриращи се производствени системи в индустрията”, финансиран от НФНИ при МОН, на който авторите изказват своята благодарност.

ЛИТЕРАТУРА

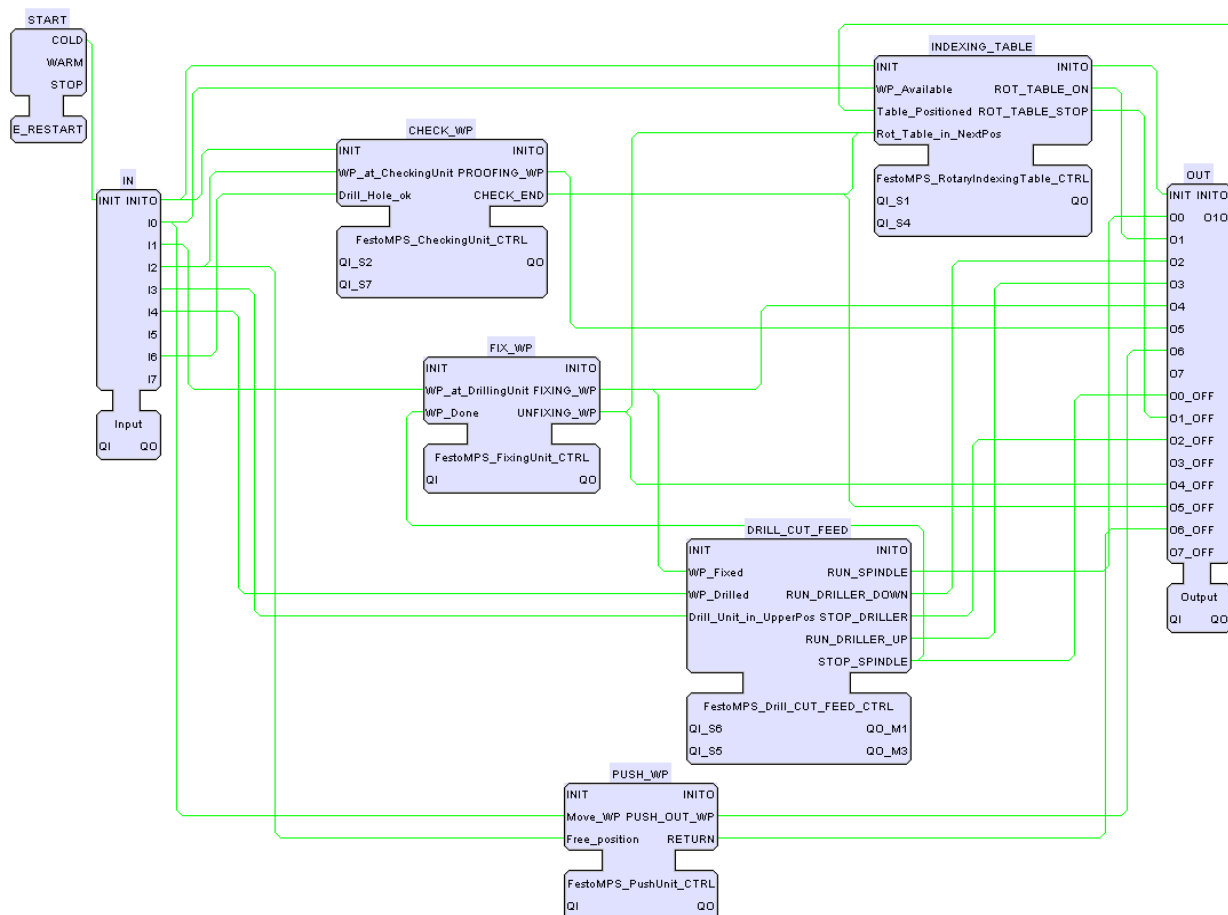
1. Christensen, J.: Basics concepts of IEC61499, available at <http://www.holobloc.com>

- IEC 61499-1, Function Blocks for Industrial-Process Measurement and Control Systems – Part 1: Architecture, 2003.
- IEC 61131-3, Programmable Controllers – Programming Languages, 2nd Edition, 27.09.1999. Lewis R. Modeling Control Systems using IEC-61499, The Institution of Electrical Engineers”, London, United Kingdom, 2001.
- FBDK – Function Block Development Kit, Online: www.holobloc.com, 2012.
- Карамишев Хр., Г. Попов, Създаване на модели за управление на модулите на станция Festo S-BE-M,

базирани на стандарта IEC 61499 – част I, МНТК „МТФ‘2012“, 18-20 октомври 2012, под печат.

- Карамишев Хр., Г. Попов, Създаване на модели за управление на модулите на станция Festo S-BE-M, базирани на стандарта IEC 61499 – част II, МНТК „МТФ‘2012“, 18-20 октомври 2012, под печат.

- Карамишев Хр., Г. Попов, И. Бачкова, Създаване на IEC-61499 базирано приложение за управление на обработващата станция S-BE-M на Festo, IX Международен Конгрес „Машины, Технологии, Материали‘2012“, 19-21 септември 2012, под печат.



Фиг. 2: IEC 61499-базиран ресурс за управление на станция Festo S-BE-M