

# КОМПОНЕНТНО-БАЗИРАНО УПРАВЛЕНИЕ НА ОБСЛУЖВАЩИЯТ МОДУЛ PIC ALFA НА СТАНЦИЯ FESTO MPS HANDLING

Христо Карамисhev, Георги Попов  
Технически Университет – София, МТФ, България  
[hristo\\_karamishev@tu-sofia.bg](mailto:hristo_karamishev@tu-sofia.bg), [gepop@tu-sofia.bg](mailto:gepop@tu-sofia.bg)

**Abstract:** The IEC 61499 standard defines control architecture and models for development of distributed control applications. The base model of IEC 61499 standard is Functional Block model. The report aims to present the development of IEC 61499-based control of PicAlfa module for FESTO handling station.

**Keywords:** IEC 61499, FESTO HANDLING STATION

## 1. Увод

Съвременните индустриални системи трябва да притежават управление, което да е в състояние динамично да промени структурата си в реално време. Системите за управление, базирани на стандарта IEC 61499 [1] създават възможност за динамично, отдалечено и реконфигуриращо се управление на индустриални системи и процеси. За да се постигне реконфигурираща се способност на системите за управление, като същевременно отговарят на необходимите изисквания на системите от ниско ниво, е необходимо разработката на реконфигуриращо се приложение и подкрепа в средата за изпълнение [2]. Реконфигуриращото се приложение трябва да осигурява необходимите реконфигуриращи се услуги. Средата за изпълнение трябва да осигури условия, в реално време да бъде изпълнено приложението за управление [3].

Стандартът IEC 61499 дефинира следните основни модели: модел на приложение, модел на система, модел на устройство, модел на ресурс и модел на функционален блок. Всички тези модели дават възможност да се разработват разпределени приложения за управление в графичен вид [4]. Централно място в концепцията на стандарта IEC 61499 заема моделът на основен функционален блок (ФБ) [5]. Той може да бъде използван за дефиниране на преизползваеми софтуерни компоненти [6].

Цел на настоящата статия е разработката на модел на основен ФБ за управление на обслужващ модул на станцията *Festo MPS Handling* [7], предназначена за преместване и сортиране на детайли между няколко станции, включени в индустриална система.

## 2. Обслужващ модул PicAlfa на станция Festo MPS Handling

### А) Обслужваща станция Festo MPS Handling

Обслужващата станция *Festo MPS Handling* е екипирана с двусно обслужващо устройство *PicAlfa* (фиг. 1, позиция 3), което разпознава детайлите, поставени на входната позиция 5 чрез оптичен сензор.

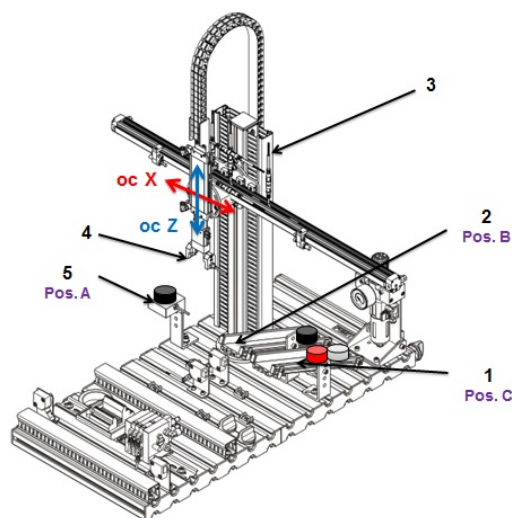
Обслужващото устройство взема детайлите, поставени на входната позиция с помощта на пневматично устройство за захващане 4 (захват). Детайлите се разпознават от устройството чрез сензор, който ги класифицира като „черен детайл“ и „не-черен детайл“. В съответствие с този критерий, обслужващото устройство подрежда детайлите в съответния улей.

### Б) Последователност при работа на станцията

#### Стартиране и инициализация

- Постъпване на детайл Д във входната позиция 5 (Pos.A);
- Линейната ос е в позиция „предишна станция“;

- Пневмоцилиндърът е изтеглен (захватът е повдигнат в горно положение);
- Захватът е отворен.



Фиг. 1: Обслужваща станция *Festo MPS Handling* [7]

#### Последователност при работа

1. Пневмоцилиндърът се издига при наличие на детайл във входната позиция.
2. Захватът е затворен. Цветовата идентификация на детайла е включена.
3. Пневмоцилиндърът е изтеглен.

#### Поставяне на черен детайл

4. Линейната ос доближава позицията 2 „улей 1“ (Pos. B).
5. Пневмоцилиндърът се придвижва.
6. Захватът се отваря и детайлът се поставя върху улей.
7. Пневмоцилиндърът се изтегля.
8. Линейната ос се премества на позицията „предишна станция“.

#### Поставяне на червен/метализиран детайл

9. Линейната ос доближава позицията 1 „улей 2“ (Pos. C).
10. Пневмоцилиндърът се придвижва.
11. Захватът се отваря и детайлът се поставя върху улей.
12. Пневмоцилиндърът се изтегля.
13. Линейната ос се премества на позицията „предишна станция“.

### В) Модул за обслужване на детайлите *PicAlfa*

Основният модул на станция *Festo MPS Handling* е обслужващия модул *PicAlfa* (фиг. 2), който е двусочно устройство за обслужване, разпознаване и преместване на детайли. Чрез модула се взема детайл от една позиция и се премества на друга. Позициите могат да са предходна или следваща станция, улеите на обслужващата станция или „вх/изх“ позиция (в зависимост от конфигурацията на станцията).



Фиг. 2: Пневматично устройство за обслужване на детайлите *PicAlfa* [7]



Фиг. 3: Оптичен дифузен сензор [7]

Детайлите се откриват от обслужващия модул чрез оптичен дифузен сензор (фиг. 3), който прави разлика между "черни" и "нечерни" детайли.

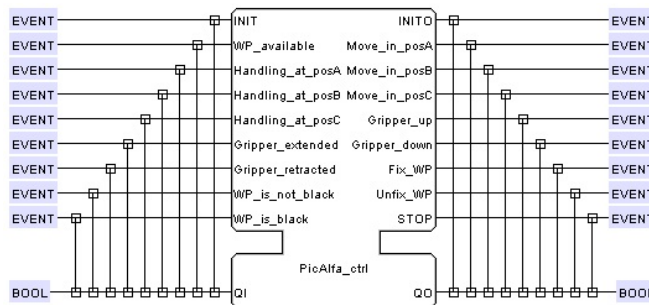
Дължината на хода, наклона на осите, както и разположението на сензорите за крайните положения на хода на модула се настройват при монтаж в зависимост от задачите за изпълнение на станцията. Модулът *PicAlfa* има следните основни параметри:

- линейно задвижване (хоризонтална ос **X**): дължина на хода 600 mm, включени са три сензора за крайно положение;
- пневматичен плосък цилиндър (вертикална ос **Z**): дължина на хода 80 mm, включени са два сензора за крайно положение;
- пневматичен захват/грипер (gripper);
- височина 700 mm;
- ширина 220 mm;
- дължина 730 mm.

### 3. IEC 61499-управление на обслужваща станция *Festo MPS Handling*

На фиг. 1 е даден сценарият, за който е разработено управлението на обслужващия модул на станцията *Festo MPS Handling*. Детайлите постъпват в позиция 5 (**Pos. A**) откъдето обслужващият модул ги взема и ги сортира по следния критерий:

- а) черните детайли – в улей 2 (**Pos. B**);
- б) нечерните детайли (червените и метализираните) – в улей 1 (**Pos. C**).



Фиг. 4: Интерфейс на ФБ „PicAlfa\_ctrl“ за управление на модула за обслужване на детайлите

На фиг. 4 е представен интерфейс на ФБ „*PicAlfa\_ctrl*“ за управление на модула за обслужване на детайлите на станция *Festo MPS Handling*. Моделът на IEC61499-базирания блок е разработен в средата на софтуерния инструмент **FBDK**. В табл. 1 са описани входните и изходните събития на блока. Той се активира при настъпване на входни събития **INIT**, **WP\_available**, **Handling\_at\_posA**, **Handling\_at\_posB**, **Handling\_at\_posC**, **Gripper\_extended**, **Gripper\_retracted**, **WP\_is\_not\_black** и **WP\_is\_black**. Изходни събития за блока са **INITO**, **Move\_in\_posA**, **Move\_in\_posB**, **Move\_in\_posC**, **Gripper\_up**, **Gripper\_down**, **Fix\_WP**, **Unfix\_WP** и **STOP**.

Табл. 1: Входни и изходни събития на ФБ „*PicAlfa\_ctrl*“

ВХОДНИ СЪБИТИЯ	
<b>INIT</b>	Инициализация на ФБ
<b>WP_available</b>	Постъпил детайл върху станцията, настъпва входно събитие <b>WP_available</b> . Получава се сигнал от сензор <b>PART_AV</b> .
<b>Handling_at_posA</b>	Обслужващото устройство е достигнало позиция А. Получава се сигнал от сензор <b>1B1</b> .
<b>Handling_at_posB</b>	Обслужващото устройство е достигнало позиция В. Получава се сигнал от сензор <b>1B2</b> .
<b>Handling_at_posC</b>	Обслужващото устройство е достигнало позиция С. Получава се сигнал от сензор <b>1B3</b> .
<b>Gripper_extended</b>	Захватът на обслужващия модул е достигнал крайно долно положение, при което сортира или взема детайлите. Получава се сигнал от сензор <b>2B1</b> .
<b>Gripper_retracted</b>	Захватът на обслужващия модул е достигнал крайно горно положение. Получава се сигнал от сензор <b>2B2</b> .
<b>WP_is_not_black</b>	Постъпил детайл върху станцията е нечерен. Получава се сигнал от сензор <b>3B1</b> .
<b>WP_is_black</b>	Постъпил детайл върху станцията е черен. Получава се сигнал от ФБ за време.
ИЗХОДНИ СЪБИТИЯ	
<b>INITO</b>	Потвърждение за инициализацията на ФБ
<b>Move_in_posA</b>	Обслужващото устройство да се премести в позиция А.
<b>Move_in_posB</b>	Обслужващото устройство да се премести в позиция В.
<b>Move_in_posC</b>	Обслужващото устройство да се премести в позиция С.
<b>Gripper_up</b>	Преместване на захвата към крайно горно положение.
<b>Gripper_down</b>	Преместване на захвата към крайно долно положение.

<b>Fix_WP</b>	Фиксиране на детайла в захвата (вземане на детайла).
<b>Unfix_WP</b>	Освобождение на детайла от захвата (оставяне на детайла).
<b>STOP</b>	Спиране на устройството.

Графът за изпълнение на управлението на ФБ за управление на разпределителния модул на станция **FESTO MPS Sorting** е представен на фиг. 5. Когато постъпи детайл върху станцията, оптичен сензор **PART\_AV** създава сигнал, настъпва входно събитие **WP\_available**, активира се състоянието **Grip\_det** и се генерира изходно събитие **Gripper\_down**. Захватът (фиг. 1, поз. 4) се премества по ос **Z**, като достига детайла, съответно и крайното си долно положение. Тук е монтиран сензор **2B1**, който създава сигнал и активира входното събитие **Gripper\_extended**, активира се състоянието **Fixing\_det** и се генерират последователно двете изходни събития **Fix\_WP** (захващане на детайла) и **Gripper\_up** (включване на преместването по ос **Z** към крайно горно положение). Към захвата е монтиран оптичен сензор **3B1**, чрез който се разпознават детайлите вид „нечерен“. В зависимост от вида на детайла (черен или нечерен (червен или метализиран/сив)), в графа за изпълнение на управлението са включени следните два паралелни клона на графа за изпълнение на управлението, които са алтернативни.

А) Ако в обслужващото устройство е захванат червен или метализиран детайл, то от сензора **3B1** се създава сигнал, като се активира входното събитие **WP\_is\_not\_black**. Активира се състоянието **Move\_Handling\_in\_posC** и се генерира изходно събитие **Move\_in\_posC**. Обслужващият модул се премества по ос **X** и достига улей **1 (pos. C)**. Сензорът в позицията **1B3** създава сигнал, активира се входното събитие **Handling\_at\_posC**, активира се състоянието **Sort\_not\_black\_det** и се генерира изходното събитие **Gripper\_down** за включване на вертикално преместване на детайла.

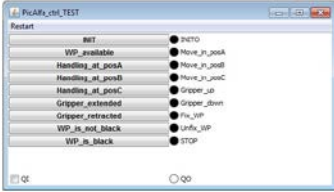

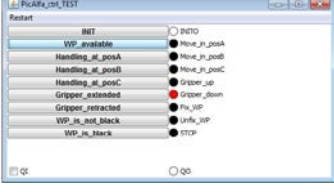
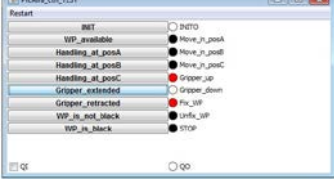
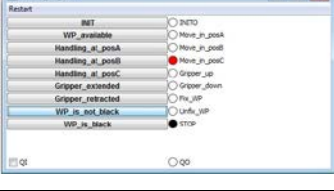
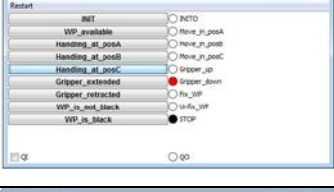
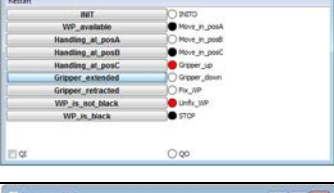
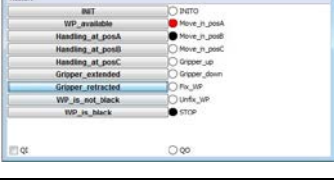
Б) Ако в обслужващото устройство е захванат черен детайл, се създава сигнал от специализиран функционален блок, активира се входното събитие **WP\_is\_black**. Активира се състоянието **Move\_Handling\_in\_posB** и се генерира изходно събитие **Move\_in\_posB**. Захватът с детайла се премества по хоризонталната ос, като достига улей **2 (pos. B)**. Сензорът в позицията **1B2** създава сигнал, активира се входното събитие **Handling\_at\_posB**, активира се състоянието **Sort\_black\_det** и се генерира изходното събитие **Gripper\_down**.

Обслужващото устройство с детайла достига крайно долно положение. Сензор **2B1** който създава сигнал, настъпва входното събитие **Gripper\_extended**, активира се състоянието **Unfixing\_det** и се генерират двете изходни събития **Unfix\_WP**, за освобождение/оставяне на детайла в съответния улей, и **Gripper\_up**, за изтегляне на захвата по ос **Z** в крайно горно положение. Тук е монтиран сензор **2B2**, който създава сигнал и настъпва входното събитие **Gripper\_retracted**, активира се състоянието **Move\_Handling\_at\_initial\_pos**, генерира се изходното събитие **Move\_in\_posA** и се включва преместването на обслужващото устройство към позиция **A**. При достигането ѝ настъпва входното събитие **Handling\_at\_posA**, активира се състоянието **Stop\_device** и се генерира изходното събитие **STOP**. Станцията е в състояние на изчакване на постъпването на нов детайл.

В табл. 2 е представена симулация на функционалния блок „PicAlfa\_ctrl“ за управление на обслужващия модул на станцията **Festo MPS Handling**. При натискане на софтуерен бутон съответстващ на дадено входно събитие, се активира свързано с него едно или две изходни събития.

Симулацията на ФБ „PicAlfa\_ctrl“ съответстват на последователността от действия при обслужване на детайл тип „нечерен“.

Табл. 2: Симулация на ФБ „PicAlfa\_ctrl“

Входно събитие	Симулационен прозорец	Изходно събитие
<b>Начално състояние</b>		
<b>INIT</b>		<b>INITO</b>
<b>WP_available</b>		<b>Gripper_down</b>
<b>Gripper_extended</b>		<b>Fix_WP</b> <b>Gripper_up</b>
<b>WP_is_not_black</b>		<b>Move_in_posC</b>
<b>Handling_at_posC</b>		<b>Gripper_down</b>
<b>Gripper_extended</b>		<b>Unfix_WP</b> <b>Gripper_up</b>
<b>Gripper_retracted</b>		<b>Move_in_posC</b>



### 5. Заключение

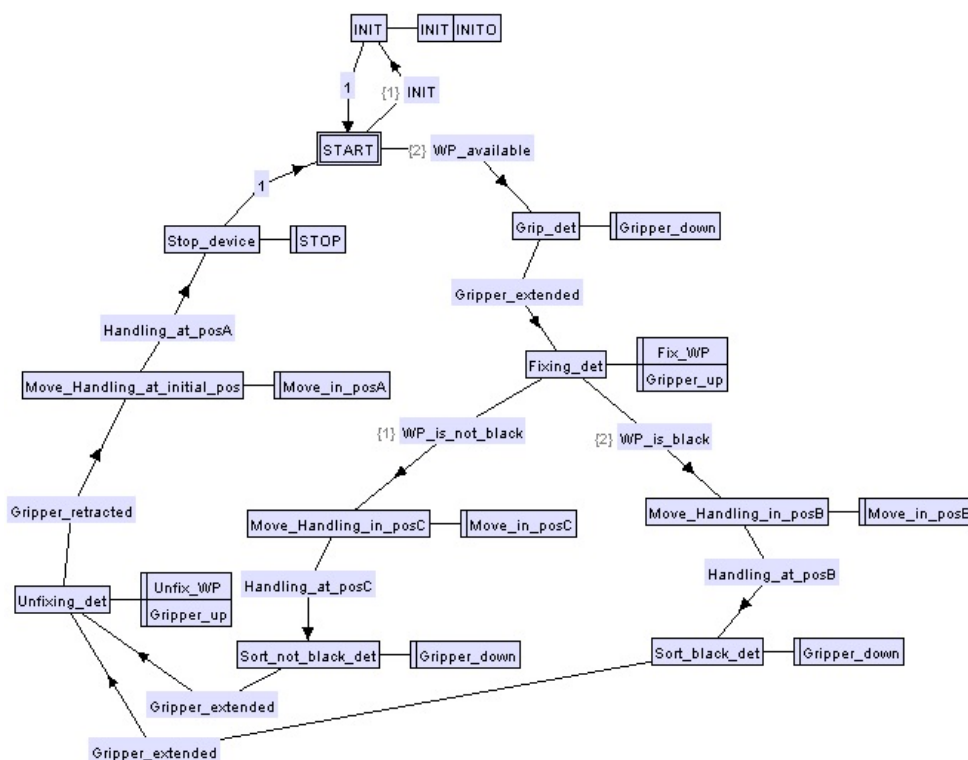
Проведеното изследване постига следните резултати:

- извършен е анализ на възможностите и работата на станцията за обслужване на детайли **Festo MPS Handling**;
- в средата на софтуерния инструмент **FBDK** е създаден модел на основен функционален блок за управление на обслужващия модул **PicAlfa** на станцията, базиран на стандарта IEC-61499;
- в средата на **FBDK** е изпълнена симулация на блока за верификация на разработения модел.

### 6. Литература

1. IEC 61499-1, Function Blocks for Industrial-Process Measurement and Control Systems – Part 1: Architecture, 2003.

2. Zoitl A., Real-Time Execution for IEC 61499, Vienna University of Technology, Austria, pp. 276, 2009.
3. Lewis R, Modelling Control Systems using IEC 61499 – Applying function blocks to distributed systems, “The Institution of Electrical Engineers”, London, United Kingdom, 2008.
4. Vyatkin V., IEC 61499 Function Blocks for Embedded and Distributed Control Systems Design, Second Edition, ISBN 978-1-936007-93-6, 2012.
5. Карамитшев Хр., Г. Попов, И. Бачкова, Обзор на стандартите за индустриално управление IEC 61131 и IEC 61499, IX Международен конгрес „Машини, Технологии, Материали“, MTM’12, 19÷21 септември 2012, стр. 142÷145.
6. Бачкова И., Г. Попов, Г. Стамболов, И. Антонова, Проектиране на отворени разпределени системи за управление на базата на стандарта IEC 61499, Журнал на ТУ-София - филиал Пловдив, “Fundamental Sciences and Applications”, Vol. 13, 2006, Пловдив, ISSN 1310-8271, стр. 93÷102.
7. FESTO, Official website, <http://www.festo.com>



Фиг. 5: Граф за изпълнение на управлението на ФБ „PicAlfa\_ctrl”