

РЕЗЮМЕ НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ НА ГЛ. АС. Д-Р ГРИГОР СТЕФАНОВ СТАМБОЛОВ

1. НАУЧНИ ТРУДОВЕ, РАВНОСТОЙНИ НА МОНОГРАФИЯ

УПРАВЛЕНИЕ НА РЕКОНФИГУРИРАЩИ СЕ ПРОИЗВОДСТВЕНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ ЧРЕЗ ПРЕИЗПОЛЗВАЕМИ ФУНКЦИОНАЛНИ БЛОКОВЕ

Научните трудове, равностойни на монография, са в областта на професионално направление „Машинно инженерство“, научна специалност „Металорежещи машини и системи“.

Развитието в областта на системите за механична обработка е силно свързано с развитието и прилагането на реконфигуриращи се разпределени системи за управление с цел постигане на високо качество на изработваната продукция, както и в съответствие на бързо променящите се изисквания от страна на потребителите. Съвременните системи за механична обработка притежават следните основни характеристики:

- наличие на широка гама от металорежещи инструменти;
- движенията по осите на управление (главно, подавателни и установъчни) са на базата на цифрово програмно управление;
- за различни технологични операции се използват само част от наличните инструменти;
- реконфигурацията на различни видове технологични процеси се базира на смяната не само на механични части (инструменти, екипировка), но и на програмите за управление;
- реконфигурационните процеси се извършват за различни периоди от време, които варират от часове до дни или седмици.

Реконфигуриращите се производствени системи (РПС) притежават отворена структура, която позволява интегрирането на нови технологии и модифицирането на производствената система за нов тип на производство въз основа на добавяне, премахване или актуализиране на различни елементи и възли, както на ниво хардуер, така и на ниво софтуер. Производствените процеси, участващи в рамките на РПС са динамични, включващи обработването на голямо разнообразие от продукти с тяхната сложна геометрия. РПС е необходимо да реагират на непланирани промени (външни и вътрешни) при промяна на производствения капацитет и функционалност, като тяхната цел е да осигурят гъвкавост при смяна на обработваемите операции. За реализиране на автоматизирано производство РПС е необходимо да притежава децентрализирана архитектура, включваща реконфигурируем хардуер (изграден на модулен принцип) и софтуер, позволяващ разпределено управление, мониторинг и диагностика на процесите в реално време, както и динамично планиране на процесите и ресурсите в системата. Един от начините за осъществяване на управлението на РПС е то да бъде изградено на базата на международния стандарт IEC 61499, при който се реализира разпределено управление на основата на функционални блокове.

В три от трудовете, включени в този списък (трудовете 1, 2 и 3) са разгледани въпроси, свързани с разработването на методология за изграждане на Реконфигуриращи се Производствени Системи (РПС), като са посветени на методологичните аспекти при изграждането на РПС – формулиране на основните изисквания към РПС, анализ на основните подходи в методологията,

изграждане на еталонна архитектура на базата на холонния подход, система за оптимално планиране на технологичните операции, системите за управление на машинно ниво чрез използване на формални методи за моделиране в реално време, тяхната верификация и валидация и изграждане на комуникационна мрежа между отделните основни холони в рамките на РПС.

В труд 4 на базата на разработената еталонна холонна архитектура на РПС и стандарта ANSI/ISA-S95 е предложено разширение на еталонната архитектура с цел интегриране на бизнес информационните системи с информационно-управляващите системи на производството.

В труд 5 от настоящия списък е осъществен анализ на различни формални методи за спецификация (свойствено-ориентирани, моделно-ориентирани и хибридни методи) и верификация (ръчно/полуавтоматични и автоматични методи) в производствени системи.

В други пет от трудовете, включени в този списък (трудовете 6, 8, 9, 11, 13) са разгледани въпроси, свързани с проектиране на отворени разпределени системи за управление, базирана на стандарта IEC61499 – предложен е обектно-ориентиран подход, целящ разширяване на съществуващите възможности на базираните на стандарта средства чрез тяхното интегриране с моделиращите средства на UML (6), разработена е разпределена система за управление на реконфигурираща се пробивна машина, като е използван пример за управление при технологичната операция нарязване на резба с машинен метчик (8), при фрезови операции, свързани със съгласувано управление по две оси (9), чрез реализиране на сценарии за обработка на различни по тип пробивни операции, базирани на стандарта IEC61499 (11) и при фрезови и пробивни операции на специализирана реконфигурираща се металорежеща машина (13).

В труд 10 са разработени функционални модели както за управление, така и за диагностика на пробивна реконфигурираща се металорежеща машина. Разработената система е в състояние да осъществява мониторинг на основните състояния на работните условия и да реализира диагностика при основни отклонения в процесите на механична обработка.

В трудовете 7 и 12 са изяснени основните функционални параметри на станция FESTO S-BE-M за осъществяване на тестови и пробивни операции, изпълняващи се върху въртяща се маса. Дефинирани са основните параметри на програмируемия логически контролер “Netmaster”, необходими за целите на управлението (7). Предложени са основни функционални блокове за управление на въртящата се маса, на пробивния модул, на модула за фиксиране, на модула за преместване на обработения детайл и на тествания модул (12).

В труд 14 са изяснени основните параметри на програмируемия логически контролер “Netmaster”, необходими за целите на конфигуриране и реконфигуриране на управлението в РПС за механично обработване с две работни глави. Обусловена е логическа връзка към управлението на ниво “Устройство”, “Ресурс” и “Система”.

В трудовете 15 и 18 са представени подходи за реконфигурация на управлението при производствени системи на базата на стандарта IEC 61499. Реконфигурацията е представена като функция от наложени външни изменения на работната среда и която може да бъде реализирана на две нива – ниво хардуер и ниво софтуер. В (15) представения подход позволява поддържането и преизползването на разработените модели за управление на движенията при

различни видове технологични операции на единична станция за механична обработка, изградени на базата на IEC 61499 базирани модели и разпределена архитектура. В (18) подхода е приложен за реконфигуриращи се металорежещи машини за фрезови и пробивни операции. Разработените модели са изградени на йерархичен принцип (система, устройство, ресурс, приложение) и са структурирани в библиотеки (за главно и подавателно движение), с възможност за реализиране на разпределено управление на движенията при различни компоновки на реконфигуриращата се фрезова машина.

В трудовете 16 и 19 е представена концепция за планиране на производствени процеси на базата на IEC 61499 функционални блокове. В труд 16 е предложена архитектура за планиране на разпределени производствени процеси, в която са обособени две нива – планиране на производство и планиране на ниво „контролер“. В труд 19 концепцията е разширена с пример за промяна на планираните операции и реконфигурация на модулна реконфигурираща се фрезова машина за обработване на конкретни призматично корпусни детайли тип едноосна и двуосна планки. Разработените модели за планиране на високо и ниско ниво (Supervisory Planning и Operation Planning), както и тези за управление са изградени на йерархичен принцип и са структурирани в библиотека от знание. В библиотеката разработените модели за управление се класифицират както за типа движения (главни и подавателни), така и по видове и последователност на използваните технологични процеси в представения пример.

В труд 17 е разработена система за управление на разпределителната станция FESTO чрез IEC 61499 функционални блокове. Разработената система за управление покрива всички възможни сценарии (шест на брой) за сортиране на детайли върху разпределителната станция. Имплементацията на разработеното управление е осъществена чрез програмируем логически контролер „Netmaster“.

1.1. Бачкова И., Г. Попов, Г. Стамболов

Методология за изграждане на ново поколение производствени системи – Реконфигуриращи се Производствени Системи. Част 1: Еталонна архитектура, 2005, сп. „Автоматика и Информатика“, No 4, стр. 40-44.

Методологията е представена в две части. Настоящата първа част е посветена на методологичните аспекти при изграждане на системното ниво на Реконфигуриращите се Производствени Системи (РПС) и разглежда основните етапи на тяхната разработка – формулиране на основните изисквания към РПС, анализ на основните подходи в методологията и изграждане на еталонна архитектура. Представени са изискванията към РПС – модулност на компоновките и възможностите за интеграция, конвертиране, пренастойка и диагностика. Предлаганата методология за изграждане на РПС се базира на прилагането на два основни подхода: еталонни архитектури с различни нива на абстрактност и прилагане на формални методи за моделиране и верификация на системните елементи и системата като цяло. Разработена е еталонна архитектура на базата на холонния подход при изграждането на производствени системи, като са дефинирани основните холони на архитектурата (продукт, ресурс и заявки), отразяващи многообразието от атрибути, методи и връзки. За удовлетворяване на изискванията за реконфигурируемост в аспекта на конвертируемост и пренастройване са включени и два допълнителни холона – за планиране и метауправление.

1.2. Бачкова И., Г. Попов, Г. Стамболов

Методология за изграждане на ново поколение производствени системи – Реконфигуриращи се Производствени Системи. Част 2: Оптимално планиране, система за управление и комуникация, 2006, сп. “Автоматика и Информатика”, No 1, стр. 35-40.

Втората част от методологията за изграждане на ново поколение производствени системи разглежда изграждането на системата за оптимално планиране на Реконфигуриращи се Производствени Системи (РПС) и системите за управление на машинно ниво чрез използване на формални методи за моделиране в реално време, тяхната верификация и валидация. Реализиран е метод за оптимално детайлно планиране на технологичните операции чрез прилагане инструментариума на Обобщените мрежи. При този метод дефинираната оптимизационна задача е полиномиално неопределена, чиято целева функция минимизира максималното време за изпълнение на заявките в условието на множество ограничения по отношение на операциите и капацитета на ресурсите. В сравнение с универсалните класически методи предложеният метод се отличава с високо бързодействие и надеждност. За реализация на оптималното планиране на технологичните операции е използван формален подход с използване на специален тип мрежи на Петри – Сигнално-Интерпретиращи Мрежи на Петри (СИМП). Разработените модели са преизползваеми и могат да бъдат имплементирани (внедрени) на произволно избран промишлен PLC и програмен език (IL, SMW, Modelica). Моделите са валидирани и верифицирани чрез графове на достижимост и симулация в средата на софтуерите SIPN Editor и Modelica. Предложена е практическа реализация на системата за управление на еталонната холонна архитектура на РПС чрез интерфейс CAN 2.0B, който позволява централизиран и децентрализиран тип управление. Описана е примерна комуникация между отделните холони в РПС чрез UML диаграми на последователност и взаимодействие.

1.3. Бачкова И., Г. Попов, Г. Стамболов, И. Антонова

Моделиране на комуникациите в холонна реконфигурираща се производствена система чрез UML, Научна конференция AMTEX'05, Русе, 09-11.11. 2005, Сборник с доклади, стр. 459-465.

В настоящата публикация е представена реализация на комуникационната мрежа на Реконфигурираща се Производствена Система (РПС), като комуникацията между отделните холони се осъществява посредством Intranet (Internet) технологии и интерфейс CAN 2.0B. На базата на еталонна холонна архитектура са съставени модели на комуникация между отделните холони в РПС чрез UML диаграми на последователност и колаборация. Представена е последователността от комуникации между отделните холони в РПС при постъпване на една заявка, при постъпване на нова заявка (с необходимост от реконфигурация на управлението на системата), както и при наличие на вътрешни смущения в производствената система (неизправност на инструмент, спиране на машини при аварии и др.).

1.4. Бачкова И., Г. Попов, Г. Стамболов

Комбиниран подход за проектиране на информационни системи за мениджмънт и инженеринг на предприятията, IV Международна Научна Конференция по Мениджмънт и Инженеринг, Созопол, Юни 19-23, 2006, Сборник Доклади, стр. 339-343.

На базата на разработената еталонна холонна архитектура на РПС и стандарта ANSI/ISA-S95 е предложено разширение на еталонната архитектура с цел интегриране на бизнес информационните системи с информационно-управляващите системи на производството. В резултат на това в холархии са разширени функционално холона за заявки и този за мета-управление. Дефинирани са връзките в новите холархии и тези между тях. Използването на обектно-ориентирания подход и неговия най-силен представител – унифицирания език за моделиране UML за представяне на еталонната архитектура дава големи възможности както по отношение на възможностите за моделиране на различни аспекти на системите и техните компоненти, така и по отношение на различните фази от жизнения цикъл на разработката и възможностите за използване на различни средства за верификация и валидация на разработените модели. Представената еталонна архитектура е общовалидна и нейното използване при разработката на информационни системи за мениджмънт и инженеринг на предприятията би съкратила драстично времето за разработка на системите, тяхната надеждност и качество. Съчетаването на използването на еталонни архитектури с полуформални и формални методи за моделиране и верификация улеснява както преизползваемостта на разработваните системи, така и тяхната бърза и надеждна реконфигурация.

1.5. Бачкова И., Г. Стамболов, Т. Гешев, Г. Попов

Формална спецификация и верификация на системите за управление в РПС, V Международен Конгрес “Машиностроителни Технологии”, Варна, Септември 20-23, 2006, Сборник Доклади, стр. 33-37.

Осъществен е анализ на различни формални методи за спецификация (свойствено-ориентирани, моделно-ориентирани и хибридни методи) и верификация (ръчно/полуавтоматични и автоматични методи) в производствени системи. Представен е пример за реализиране на система за управление на Реконфигурираща се Производствена Система (РПС) за цилиндрови блокове на двигатели с вътрешно горене (ЦБ на ДВГ) с използване на формално моделиране чрез сигнално-интерпретиращи мрежи на Петри (моделно-ориентиран метод, базиран на състояния). Набелязани са бъдещите насоки за развитие при изграждане на системата за управление на РПС, съгласно стандарта IEC 61499.

1.6. Бачкова И., Г. Попов, Г. Стамболов, И. Антонова

Проектиране на отворени разпределени системи за управление на базата на стандарта IEC 61499, Юбилейна Научна Конференция, Пловдив, Ноември 09-11, 2006, стр. 93-102.

Предложен е обектно-ориентиран подход за проектиране на отворени разпределени системи за управление на базата на стандарта IEC-61499, целящ разширяване на съществуващите възможности на базираните на стандарта средства чрез тяхното интегриране с моделиращите средства на UML. Това води до по-детайлно и пълно отразяване на изискванията към системата за

управление, на нейната структура, поведение и физическа реализация. Предприета е и трансформация на разработената от PLCopen библиотека от функционални блокове за управление на движенията, базирани на стандарта IEC-61131, съгласно стандарта IEC-61499, целяща тяхното ефективно преизползване при изграждането на разпределени приложения. Разработени са правила за трансформация на UML диаграми на последователност в диаграми на функционални блокове в инженеринговата среда CorfuFBDK, като получените модели могат да бъдат обменяни и споделяни посредством техния XML код. Предлагаият подход е приложен за разработката на отворена разпределена система за управление на работни станции функциониращи в рамките на РПС за обработка на ЦБ на ДВГ.

1.7. Стамболов Г., Хр. Карамисhev, И. Бачкова, Т. Гешев, Г. Попов
Управление и Реконфигурация на Работна Станция за обработка FESTO S-Be-M, АМТЕХ'09, 12-13 Ноември 2009, Пловдив, стр. 279 – 287.

В представената публикация са изяснени основните функционални параметри на станция FESTO S-BE-M за осъществяване на пробивни операции. Дефинирани са основните параметри на програмируемия логически контролер "Netmaster", необходими за целите на управлението. Предложен е IEC 61499 базирано управление на ниво „Приложение“, реализиращо се чрез програмируем логически контролер "Netmaster". На базата на предложението подход за управление, реализирано чрез Java базирания контролер "Netmaster" е възможно реконфигуриране на управлението на работната станция FESTO S-Be-M на ниво „Приложение“ чрез основни IEC 61499 функционални блокове, разработени в средата на Function Block Development Kit (FBDK).

1.8. Стамболов Г., И. Бачкова, Хр. Карамисhev, Г. Попов
Координирано разпределено управление на движенията при рязане на базата на стандарта IEC 61499, САИ'09, 29.09-04.10. 2009, София, България, стр. III-25 – III-28.

Публикацията представя подход за проектиране на отворени разпределени системи за управление, базирана на стандарта IEC61499. За тази цел е разработена разпределена система за управление на реконфигурираща се пробивна машина, като е използван пример за управление при технологичната операция нарязване на резба с машинен метчик чрез разработени IEC 61499 функционални блокове за главно и подавателно движение. Представеният подход позволява проектиране на разпределена система за управление, която спомага за нейното реконфигуриране. Разпределената система за управление се осъществява на различни нива на предаване на информация и чрез различни функционални елементи на ниво приложение. Разработен е допълнителен функционален блок "Coordinate", чрез който се осъществява координирано управление на главното и подавателно движение, необходимо за реализиране на операцията нарязване на резба с машинен метчик.

1.9. Стамболов Г., Хр. Карамисhev, Т. Гешев, И. Бачкова, Г. Попов
IEC-61499 управление на съгласувани движения за фрезови операции в
реконфигурираща се производствена система, АМО'09, 25-27 Юни 2009,
Кранево, България, стр. 297-302.

Представена е разработка на обектно-ориентиран подход за проектиране на отворени разпределени системи за управление на базата на стандарта IEC-61499, който позволява по-детайлно и пълно дефиниране на изискванията към системата за управление. Изяснени са функционалните връзки в нивото за непосредствено управление на обекта при децентрализирано управление на реконфигурираща се работна станция. Осъществена е трансформация на разработените от PLCopen функционални блокове за управление на съгласувани движения, базирани на стандарта IEC-61131 "Move_Linear_Absolute" и "Move_Linear_Relative" съгласно стандарта IEC-61499. Чрез IEC-61499 функционалните блокове "Move_Linear_Absolute" и "Move_Linear_Relative" е създадено подприложение "Управление на съгласувани движения при фрезови операции", с което е показана възможността за приложение на системата за управление на фрезови операции по две оси при механично обработване на призматично-корпусен детайл тип „скоростна кутия“.

1.10. Karamishev Hr., G. Stambolov, I. Batchkova, T. Geshev
Distributed diagnostic and control of cutting processes based on IEC-61499,
13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, June
3 - 5, 2009, Moscow, Russia. pp. 448 – 453 [SCOPUS].

Представен е подход за проектиране на отворени разпределени системи за управление и диагностика на базата на международния стандарт IEC61499. За реализирането на тази цел са разработени функционални модели за управление и диагностика на пробивна реконфигурираща се металоуреждаща машина. Разработената система е в състояние да осъществява мониторинг на основните състояния на работните условия и да реализира диагностика при основни отклонения в процесите на механична обработка. Този подход на проектиране се основава на преизползването на IEC61131-3 базирана библиотека от модели за управление на движенията, които се трансформират в съответните IEC61499 модели, нужни за реализирането на разпределена реконфигурираща се система за управление. Функционалността на структурата на IEC61499 базираните модели позволява проектирането на разпределена система за диагностика, която спомага за реконфигурирането на производствената система и осигурява надеждност при осъществяване на диагностичните изчисления. Разпределената система за диагностика се осъществява на различни нива на предаване на информация и чрез различни функционални елементи – граф за изпълнение на управлението, основни функционални блокове, композитни функционални блокове и други.

1.11. Попов Г., И. Бачкова, Г. Стамболов, Хр. Карамисhev, Т. Гешев
IEC 61499 сценарии за управление на движенията при пробивни операции
в Реконфигуриращи се Производствени Системи, International Journal
"Engineering & Automation Problems", Vol. 7, No. 1, 2010, Москва, стр. 18-24.

Представен е подход за моделиране на отворени разпределени системи за управление чрез реализиране на сценарии за обработка на различни по тип пробивни операции, базирани на стандарта IEC61499. Предложеният подход

осигурява преизползване на разработените сценарии за управление на движенията при пробивни операции на двувретенна работна станция чрез приложените IEC61499 базирани модели и архитектура. Представената структура на разпределено управление осигурява реконфигуриране на производствената система чрез добавяне, отстраняване или заменяне на разработените IEC61499 базирани функционални компоненти. Представените сценарии за разпределено управление на движението при различните пробивни операции позволяват създаването на библиотека с IEC61499 базирани компоненти за многократно използване за нуждите от комплексен тип механична обработка.

1.12. Попов Г., Т. Гешев, Г. Стамболов, Хр. Карамисhev
IEC 61 499 базирано управление на работна станция FESTO S-BE-M, САИ'10, 03-07.Октомври 2010, София, България, стр. III-447 – III-450.

В настоящата публикация са изяснени основните функционални параметри на станция FESTO S-BE-M за осъществяване управлението на тестови, фиксиращи и пробивни операции, както и на движението на ротационна работна маса. Предложени са основни функционални блокове за управление на въртящата се маса „*Rot_Table_Control*”, на пробивния модул „*Drilling_Module_Control*”, на модула за фиксиране „*Clamping_Module_Control*”, на модула за преместване на обработения детайл „*Sorting_Module_Control*” и на тествания модул „*Testing_Module_Control*”. Предложено е устройство „*Processing_Station*”, което е изградено от два ресурса: *Res_1*, включващ модулите за пробиване и фиксиране на детайлите и *Res_2*, включващ модулите за тестване на детайлите, завъртане на масата и преместване на детайлите.

1.13. Стамболов Г., И. Бачкова, Т. Гешев, Г. Попов, Хр. Карамисhev
Управление на фрезови и пробивни операции чрез многократно използваеми функционални блокове, 65 години Машинно Технологичен Факултет, 13-16 Септември 2010, Созопол, България, стр. 388-398.

Представен е компонентно-базиран подход за проектиране на отворени разпределени системи за управление с използване на стандарта IEC-61499, който позволява по-детайлно и пълно дефиниране на изискванията към системата за управление. Изяснени са функционалните връзки в нивото за непосредствено управление на обекта при децентрализирано управление на РПС. Разработена е IEC-61499 референтна архитектура на работна станция за механична обработка при пробивни и фрезови операции на ниво устройство, ресурс и приложение. Предприета е трансформация на разработената от PLCopen библиотека от функционални блокове за управление на движенията, базирани на стандарта IEC-61131, съгласно стандарта IEC-61499, целяща тяхното ефективно преизползване при изграждането на разпределени приложения. Разработен е основен функционален блок *MC_Move_Speed* за управление на главното движение на работните глави на разглежданата работна станция. Представени са функционални възможности за многократно използваемост на функционалните блокове чрез тяхното добавяне, модифициране или отстраняване в зависимост от нуждите на производствения процес.

1.14. Стамболов Г., Хр. Карамишев, Т. Гешев, Г. Попов

Модели за управление на движенията в реконфигуриращи се производствени системи чрез програмируем логически контролер “Netmaster”, MTM 2010, 26-28 Май 2010, София, България, стр. 36-39.

Представен е подход за реализиране на система на управление чрез IEC-61499 базирани функционални блокове на ниво „Приложение” в средата на PLC “Netmaster”. Изяснени са основните параметри на програмируемия логически контролер “Netmaster”, необходими за целите на конфигуриране и реконфигуриране на управлението в РПС за механично обработване. Предложен е IEC 61499 базирано управление на ниво „Приложение”, реализирано чрез програмируем логически контролер “Netmaster”. На базата на предложения подход за управление, реализирано чрез Java базирания контролер “Netmaster” е възможно конфигуриране и реконфигуриране на управлението на работни станции от състава на РПС чрез функционални блокове на ниво „Приложение”, разработени в средата на FBDK. Обусловена е логическа връзка към управлението на ниво “Устройство”, “Ресурс” и “Система”.

1.15. Stambolov G., I. Batchkova

Reconfiguration processes in manufacturing systems on the base of IEC 61499 standard, The 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, 15-17 September 2011, Prague, Czech Republic, pp. 161-166 [SCOPUS].

Настоящата публикация представя използването на подход за реконфигурация на управлението при производствени системи на базата на стандарта IEC 61499. Реконфигурацията е представена като функция от наложени външни изменения на работната среда и която може да бъде реализирана на две нива – ниво хардуер и ниво софтуер. Представеният подход позволява поддържането и преизползването на разработените модели за управление на движенията при различни видове технологични операции на единична станция за механична обработка, изградени на базата на IEC 61499 базирани модели и разпределена архитектура. Наложената разпределена архитектура позволява осъществяването на процеса реконфигуриране чрез добавяне, модифициране или отстраняване на IEC 61499 основни функционални блокове. Представените модели за разпределено управление на движенията за различни обработващи операции създава предпоставки за изграждането на библиотека с IEC 61499 базирани компоненти за многократна употреба в областта на механичната обработка. Представената работа се явява етап от разработването на разпределени модели за управление на механични процеси при реконфигуриращите се производствени системи в частта им като преизползваеми софтуерни компоненти с реконфигуриращи се функции.

1.16. Стамболов Г.

Концепция за планиране на производствени процеси чрез IEC 61499 функционални блокове, IX Международен Конгрес „Машини, Технологии, Материали 2012, Volume 4: Symposium “Industrial Informatic 2012”, Варна, стр. 150-154.

Представена е концепция за планиране на производствени процеси на базата на IEC 61499 функционални блокове. Предложена е архитектура за планиране на разпределени производствени процеси, в която са обособени две

нива – планиране на производство и планиране на ниво „контролер“. Разработен е основен функционален блок за планиране на производството, който се имплементира на ниво „система“ в управляващата архитектура на производствената система. Разработен е основен функционален блок за планиране на ниво „контролер“, който се имплементира на ниво „устройство“ в управляващата архитектура на производствената система. Наложената разпределена архитектура позволява осъществяването на процеса реконфигуриране чрез добавяне, модифициране или отстраняване на IEC 61499 основни функционални блокове. Предложената концепция е илюстрирана с пример за промяна на планираните операции и реконфигурация на модулна работна станция за обработване на призматично корпусни детайли.

1.17. Popov G., K. Stoyanov, G. Stambolov

Automation Control for Sorting Station Based on IEC 61499 Function Blocks, The 8th International Conference on Electrical and Control Technologies, May 2-3, 2013, Kaunas, Lithuania, pp. 13-18 [Web of Science, SCOPUS].

Приложенията на IEC 61499 функционални блокове показват, че те се отнасят за използването им както на ниско, така и на високо ниво на управление на процесите в съвременните автоматизирани производствени системи. Разработена е система за управление на разпределителната станция FESTO чрез IEC 61499 функционални блокове, като проектирането на функционалните блокове, необходими за управлението на разпределителната станция е извършено в софтуерната среда на FBDK (Function Block Development Kit). Разработената система за управление покрива всички възможни сценарии (шест на брой) за сортиране на детайли върху разпределителната станция. Разработени са симулации, които демонстрират работата на функционалните блокове на ниско ниво (основен функционален блок) и на високо ниво (система). Реализацията на управлението е осъществена чрез Java-базиран програмируем логически контролер “Netmaster”.

1.18. Stambolov G.

Development of Reconfigurable Control System for Milling Machines Based on IEC 61499 Reusable Function Blocks, The 8th International Conference on Electrical and Control Technologies, May 2-3, 2013, Kaunas, Lithuania, pp. 19-24 [Web of Science, SCOPUS].

Представен е подход за разработване на преизползваеми модели за управление на движенията (главно и подавателни), базирани на стандарта IEC 61499 за реконфигуриращи се металоорежещи машини за фрезови и пробивни операции. Разработените модели са изградени на йерархичен принцип (система, устройство, ресурс, приложение), които позволяват да бъдат преизползвани при реконфигурация на машината, свързана с добавяне или отстраняване на допълнителни оси на движение. Разработените модели са структурирани в библиотеки (за главно и подавателно движение), с възможност за реализиране на разпределено управление на движенията при различни компоновки на реконфигуриращата се фрезова машина.

1.19. Stambolov G. P. Petkova

Conception of Scheduling and Planning in Reconfigurable Work Stations on the Base of IEC 61499 Function Blocks, Applied Mechanics and Materials, Vol. 621 (International Journal), Trans Tech Publications Ltd., Switzerland, ISSN 1660-9336, pp. 167-180 [SCOPUS].

Предложена е концепция за планиране на производствени процеси на високо и ниско ниво (Supervisory Planning и Operation Planning), реализирана на базата на преизползваеми IEC 61499 функционални блокове. Предложена е отворена архитектура за планиране на разпределени производствени процеси, в която са обособени две нива – планиране на производство и планиране на технологични операции – ниво „контролер“. Разработени са основни функционални блокове за планиране на производството (имплементира се на ниво „устройство“), както и за планиране на ниво „контролер“ (имплементира се на ниво „ресурс“), които се явяват част от управляващата архитектура на производствената система. За илюстриране на представената концепция за планиране е представен пример за реализиране на планиращи функции в състава на реконфигурираща се модулна фрезова машина при обработването на два конкретни типа детайли – едноосна и двуосна планки. Разработените функционални блокове за планиране на ниско ниво (Operation Planning) се използват в случаите при смяна на технологичните изисквания към обработваемите детайли, като за тази цел са изградени библиотеки от знания за последователността на технологичните процеси, необходимите видове движения (главни и подавателни), както и за вида на технологичните процеси. Разработените функционални блокове за планиране на високо ниво (Supervisory Planning) се използват в случаите при реконфигурация на модулната фрезова машина, когато е необходимо да се модифицира хардуерната структура на машината (добавяне или премахване на оси за управление), както и управлението на ниво софтуер, което се изразява чрез модифициране на преизползваеми функционални блокове за управление. Разработените модели са структурирани в библиотеки от знания.

2. НАУЧНИ ТРУДОВЕ, ИЗВЪН РАВНОСТОЙНИТЕ НА МОНОГРАФИЯ

2.1. Stambolov G., R. Simutis

Holonic approach for cooperative autonomous mobile robots architecture, International Conference Automatics and Informatics'07, 3-6 October 2007, Sofia, Bulgaria, Scientific Proceedings, pp. V11-V15.

В настоящата публикация предложения холонен подход се предлага за изграждане на референтна структура при изграждане на система от кооперирани помежду си автономни мобилни роботи на системно ниво, които могат да бъдат използвани в производствени системи. Извършено е описание на холархиите към съответните основни холони на предложената референтна архитектура, отразява разнообразието от атрибути, методи и взаимовръзки, съществуващи в описанието на системата като задачи, управление и ресурси. Проектираната архитектура може да бъде надстройвана по отношение на капацитет и функционалност, като нейното изпълнение може да бъде приложена към всяка производствена система.

2.2. Stambolov G., T. Sperauskas, R. Simutis
Holonic Communication Structure in the Team of Cooperative Autonomous Mobile Robots, IEEE Conference on Human System Interaction, HSI'08, May, 25-27, 2008, Cracow, Poland, Scientific Proceeding, pp. 458-463 [Web of Science, SCOPUS].

Настоящата публикация представя и обсъжда изпълнението на комуникационната мрежа на екип от автономни мобилни роботи чрез използване на вътрешна мрежа и RS232 интерфейс. Комуникационните модели за изпълнение на различни ситуации от предварително дефиниран експериментален сценарий са разработени на базата на предложена холонна архитектура и са осъществени чрез използване на UML диаграми на последователност и сътрудничество. Разработени са два комуникационни модела, които представят различни ситуации на взаимодействие между холоните, изграждащи системата от автономни мобилни роботи Koala и Khepera, като практическата реализация на предложената холонна референтна архитектура на системата за управление е осъществена чрез RS232 интерфейс, който позволява централизиран и децентрализиран тип управление.

2.3. Stambolov G.
Development of Petri-Net Communication Model for Cooperative Mobile Robots System, The 3rd International Conference on Electrical and Control Technologies (ECT-2008), 8-9 May, Kaunas, Lithuania, Scientific Proceeding, pp. 29-34 [Web of Science, SCOPUS].

Представена е методология за разработване на формален комуникационен модел чрез мрежа на Петри при коопериране на система от автономни мобилни роботи (Koala и Khepera), като процесите на комуникация и коопериране са симулирани в реално време. Мрежите на Петри в системата са разработени в йерархичен вид, като са изградени на три нива – обобщени, компонентни и глобални модели. Във всеки един от тези модели са дефинирани състоянията във всеки един момент на комуникация, както и условията, които е необходимо да бъдат изпълнени за тяхната реализация. Реализирана е симулация и верификация чрез графове на достижимост на проектираните модели, като те могат да бъдат приложени като концептуален модел при разработване на системата за управление на екип от автономни мобилни роботи.

2.4. Карамисhev Хр., Г. Стамболов, Т. Гешев, И. Бачкова, Г. Попов
Мониторинг и диагностика на съгласувани движения за фрезови операции в реконфигурираща се производствена система на базата на стандарта IEC 61499, АМО'09, 25-27 Юни 2009, Кранево, България, стр. 579 – 584.

Представен е подход за мониторинг и диагностика на съгласувани движения за фрезови операции в Реконфигурираща се Производствена Система (РПС) на базата на IEC 61499 модели. Изяснени са основните диагностични параметри на РПС и сензорите, от които те се получават. Предложен е функционален блок за диагностика на съгласувани движения при фрезови операции върху Реконфигурираща се Металорежеща Машина (РММ) за призматично-корпусен детайл тип „скоростна кутия“. Изяснени са възможни причини за появата на диагностичните състояния на подавателен превод на фрезова реконфигурираща се металорежеща машина. Представени са

входните и изходни събития на функционалния блок за диагностика на съгласувани движения при фрезови операции, изпълнявани върху РММ. Предложен е функционален блок за съгласуване на движения по две оси при фрезови операции върху РММ.

2.5. Карамисhev Хр., Г. Стамболов, И. Бачкова, Т. Гешев, Г. Попов
Мониторинг и диагностика на резбонарязващи операции базирани на стандарта IEC 61499, AMTEX'09, 12-13 Ноември 2009, Пловдив, стр. 165 – 171.

Настоящата разработка разширява подхода за управление на резбонарязващи операции и е насочена към интегриране на системата с допълнителни процеси на мониторинг и диагностика, базирани на стандарта IEC-61499. Дефинирани са позициите за получаване на диагностична информация при реконфигуриращите се металоурежещи машини (РММ). Предложен е функционален блок за диагностика на главното и подавателно движение при резбови операции, изпълнявани върху РММ. Изяснени са възможни причини за появата на диагностични състояния при операцията резбонарязване с машинен метчик, изпълнявана върху РММ. Изяснени са и са представени входните и изходни събития на функционалните блокове за диагностика на подавателно и главно движения при резбонарязващи операции.

2.6. Карамисhev Хр., Г. Стамболов, Г. Попов, Т. Гешев
IEC 61499 управление за съгласуване на движения при повече от три координати, MTM 2010, 26-28 Май 2010, София, България, стр. 32-35.

Предложен е обектно-ориентиран подход за проектиране на отворена разпределена система за управление на станция за механична обработка, базиран на стандарта IEC 61499. Съгласно стандарта IEC 61499 са разработени ФБ "Spindel_Rotation", "E_MC_MoveLinearFeedFast Abs" и "E_MC_MoveLinearFeedFastRel" основни функционални блокове (за главно и подавателни движения), които са имплементирани в създаденото за обект на управление приложение. Подходът е представен за обработването чрез фрезование на призматично-корпусен детайл, чиято система включва управление по повече от три оси. Моделите на функционалните блокове са разработени в средата на Function Block Development Kit (FBDK).

2.7. Карамисhev Хр., Г. Стамболов, И. Бачкова, Т. Гешев, Г. Попов
IEC 61499 мониторинг на съгласувани движения при фрезови операции, АМО'10, 27-29 Юни 2010, Варна, България, стр. 96-101.

Настоящата публикация представя подход за приложение на IEC 61499 модел на мониторинг в автоматизираното производство, изграден чрез функционални блокове, както и проверка на този подход в Java-базирана разпределена среда на приложение. Изяснени са основните мониторингови параметри на станция за механична обработка, местата и сензорите, от които те се получават. Предложена е структура на IEC 61499 управление и мониторинг на работна станция за механична обработка. Предложени са IEC 61499-ФБ за мониторинг на сила на рязане, температура, позиция, акустична емисия, вибрации и износване на режещ инструмент. Представени са входните и изходните събития, и входните данни на разработените ФБ за мониторинг. Предложено е приложение Monitoring_Feed_Motion_Most_Three_Axes за мониторинг на технологичен процес – фрезови операции при управление по

повече от три оси. Представени са входните и изходните събития, и входните данни на приложение за мониторинг Monitoring_Feed_Motion_Most_Three_Axes.

2.8. Карамисhev Хр., Г. Стамболов, И. Бачкова, Т. Гешев, Г. Попов
IEC 61499 диагностика на съгласувани движения при повече от три координати за фрезови операции, АМО'10, 27-29 Юни 2010, Варна, България, стр. 102-106.

Една от важните системи в структурата на управление на автоматизирани процеси е системата за диагностика (СД). В тази публикация е представен IEC 61499 диагностичен модел на съгласувани движения при фрезови операции, характеризиращи се с повече от три оси на управление. Изяснени са възможни причини за появата на диагностични състояния на подавателен превод на металорежеща машина. Предложен е функционален блок „Диагностика на подавателни движения при фрезови операции при управление по повече от три оси“. Представени са входните и изходните събития, и входните данни на приложение „Диагностика на подавателни движения при управление по повече от три оси“.

2.9. Гешев Т. И. Бачкова, Г. Попов, Хр. Карамисhev, Г. Стамболов
Диагностика на технологични операции при обработване на отвори чрез преизползваеми функционални блокове, 65 години Машинно Технологичен Факултет, 13-16 Септември 2010, Созопол, България, стр. 379-387.

Представен е систематичен подход за разработка на диагностични модели като част от системата за управление на технологични операции при обработване на отвори чрез използването на IEC-61499 базирани многократно използваеми функционални блокове. Предложен е функционален блок FB_Diagnostic_Noise_Main за диагностика на шум за главен превод на ММ. Предложен е функционален блок FB_Diagnostic_Noise_Feed за диагностика на шум за подавателен превод на ММ. Предложен е функционален блок FB_Diagnostic_Temperature_Main за диагностика на температура за главен превод на ММ. Предложен е функционален блок FB_Diagnostic_Temperature_Feed за диагностика на температура за подавателен превод на ММ. Предложен е функционален блок Diagnostic_Vibration_Main за диагностика на вибрация за главен превод на ММ. Предложен е функционален блок Diagnostic_Vibration_Feed за диагностика на вибрация за подавателен превод на ММ.

2.10. Maskeliunas R., V. Raudonis, G. Stambolov, R. Simutis
Multimodal automation controller for smart homes, The 7th International Conference on Electrical and Control Technologies, May 3-4, 2012, Kaunas, Lithuania, pp. 9-12 [Web of Science, SCOPUS].

В представената публикация се предлага подход за разработване на мултимодален контролер на базата на клиент-сървър архитектура, който работи на x86 сървър Windows платформа, свързан към USB I/O (входно-изходен) хардуерен интерфейс, с възможност за дистанционно управление на базата на интернет (web) приложение, използващо команди тип “говор” (speech), докосване (touch gestures) или чрез поглед (eye tracking). Контролерът е предназначен за управление на различни интелигентни (Smart) устройства в домашна среда. Разгледано е съвременното състояние на

проблема, предложена е архитектура, асоциативен алгоритъм за управление (разработен на принципа на избор между една от трите команди), както и първоначална експериментална оценка на точността на разпознаване на входните условия и ефективността на задачите за управление. Показани са резултатите от експериментално изследване за управление чрез говор.

2.11. Стамболов Г., Г. Попов, А. Иланска

Формален подход за управление на автоматизирана линия за плодови напитки чрез мрежа на Петри, Международна научна конференция МТФ'2012, 18-20 октомври 2012, ТУ-София, стр. 388 - 397.

В настоящата публикация е представен формален подход за управление на автоматизирана линия за плодови напитки, в частта си при процесите за етикиране на бутилки чрез апарата на мрежи на Петри. За реализация на етикиращите операции е използван формален подход с използване на универсални мрежи на Петри. С оглед на автоматичното и бързо преминаване от формален към изпълним програмен код са използвани специален тип сигнално интерпретиращи мрежи на Петри. Разработен е формален модел за логическо управление на операцията етикиране със самозалепващи се етикети". Разработеният модел е преизползваем и може да бъде имплементиран на произволно избран PLC, поддържащ стандарта IEC 61131. Моделът на сигнално-интерпретиращата мрежа на Петри е верифициран чрез граф на достижимост и симулация в средата на специализираните софтуери HPSim и SIPN Editor.

2.12. Stambolov G.

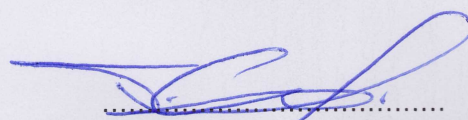
Development a Petri-Net Control Model for Automation Sorting Station, 7th International Seminar Advanced Manufacturing Technologies (AMT 2013), June 26-30, 2013, Sozopol, Bulgaria, pp. 31-38.

В настоящата публикация е представено изграждането на формализиран модел за управление на автоматична сортираща станция, реализиран чрез универсална и сигнално-интерпретираща мрежа на Петри. Моделът е изграден на базата на аналитично моделиране на различните съставни единици, изграждащи системата (датчици и изпълнителни устройства), чрез които се реализират различните сортиращи задачи. Разработеният модел се използва за изпълнение на различни сценарии за сортиране на детайли на базата на техния цвят и материал. На базата на разработения модел като сигнално-интерпретираща мрежа на Петри е възможно генерирането на код за управление (IL код), който може да бъде имплементиран на произволно избран PLC, поддържащ стандарта IEC 61131. Моделите на универсалната и сигнално-интерпретиращата мрежа на Петри са верифицирани чрез графове на достижимост и са реализирани симулации в софтуерните среди HPSim и SIPN Editor. Като бъдеща посока на изследването е поставена задачата за трансформиране на кода за управление (IL код) към софтуерната среда FBDC с цел реализиране на система за управление чрез преизползваеми функционални блокове, изградени на базата на стандарта IEC 61499.

**2.13. Stambolov G., P. Petkova,
Development of Petri-net control models for reconfigurable milling machines,
International conference "Development in Machining Technology (DiM2015),
24-25 April 2015, Cracow, Poland, pp. 178-191.**

В представената разработка са предложени модели за управление на ниво приложение при реализиране на технологични операции в реконфигурируеми производствени машини чрез мрежи на Петри, като се използва тяхната модификация от по-висок клас – сигнално-интерпретиращи мрежи на Петри (SIPN). Разработените модели са верифицирани чрез графове на достижимост и симулация в средата на SIPN Editor, като са генерирани IL кодове за управление. Предложен е подход за структуриране на представените модели в библиотека от знания с цел тяхната преизползваемост при разработване на модели за управление чрез програмируеми логически контролери за реконфигуриращи се фрезови машини. При нужда от реконфигуриране на производството представените модели на типови фрезови операции е възможно да бъдат модифицирани в две направления – чрез добавяне или отстраняване на моделите в последователността на изпълнение в предписания маршрутен технологичен процес или чрез промяна на базови параметри (скорост, подаване, дълбочина на рязане и т.н.) в модела за управление

Септември, 2017 г.



/гл.ас. д-р Григор Стамболов/