



*Юбилейна научна конференция
„40 ГОДИНИ КАТЕДРА АВТОМАТИЗАЦИЯ
НА ПРОИЗВОДСТВОТО”, 18 март 2011*

Anniversary Scientific Conference with International Participation

40 Years Department of Industrial Automation

PROCEEDINGS

BULGARIA, SOFIA
18.03.2011



INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE (IPC)

Chairmen: M. Hadjiski

Vice Chairmen: K. Boshnakov

Members:

Batchkova I.	Mladenov M.
Bratengeyer E.	Nenov T.
Velev K.	Nikolov E.
Voutchkov I.	Petkov P.
Vachkov, G.	Petkov M.
Garipov E.	Popchev I.
Damyantov Ch.	Richalet, J.
Djambov P.	Sgurev V.
Elenkov G.	Stoilov T.
Iliev Z.	Stoyanov S.
Yonchev, H.	Uyar E.
King, R.	Frey G.
Kocijan, J.	Fahri O.
Madjarov N.	Tzotchev V.

NATIONAL ORGANIZING COMMITTEE (NOC)

Chairmen: V. Tzotchev

Vice Chairmen: I. Batchkova

Secretary: I. Antonova

Members:

Elenkov G.
Christova N.
Gocheva D.



СЪВРЕМЕННА ИНТЕГРИРАНА СИСТЕМА ЗА ОПЕРАТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИ ПРЕДПРИЯТИЯ

ADVANCED INTEGRATED SYSTEM FOR MANUFACTURING OPERATION MANAGEMENT

В. Филипов¹, Н. Христова², Д. Иванов¹

¹NearSoft Ltd., ул. Триадница 5а, София 1000, E-mail: Vladimir.Filipov@nearsoft.eu

²Химикотехнологичен и металургичен университет-София, Бул. Св.Климент Охридски 8,
1756 София, E-mail: nikolinka@gmail.com

Abstract: In this paper, an advanced integrated system for manufacturing operation management is presented. The developed products seamlessly connect users, teams and knowledge so the people can work more efficiently by taking advantage of relevant information across business processes. The system is aimed to equip managers with the necessary tools for implementing a true Just-In-Time, Six Sigma and Lean Manufacturing methodologies. The developed industrial software products are an innovative approach to implement ISA95 standards for real applications. They are production control oriented, specifically designed for planners, production managers, operators, quality inspectors and process engineers in an integrated plant in order to support individual needs carrying out their duties and tasks.

Key words: Manufacturing Operation Management System, Collaborative Production Management, Enterprise Resource Planning

ВЪВЕДЕНИЕ

Понастоящем темата за комплексната автоматизация на производството и за интеграцията на различните програмно-технически платформи е особено актуална. Обичайната стратегия е внедряване на интегрирани системи за мениджмънт на индустриалните предприятия за повишаване конкурентноспособността и успеха им на пазара, което гарантира високо качество и ниска себестойност на продукцията, както и намалени разходи за поддръжка на информационните системи.

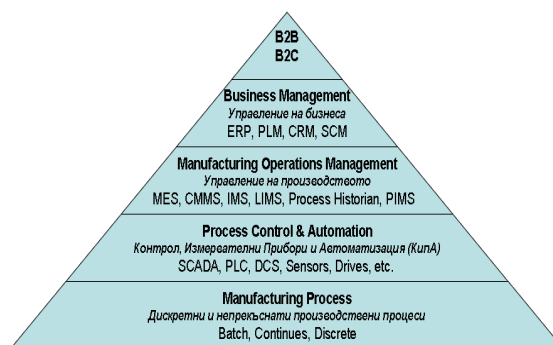
В индустрията има нарастваща нужда не само да се внедрят и използват усъвършенствани оптимизационни техники, за изготвяне на висококачествени производствени графици, но също така и да се наблюдава и контролира изпълнението на тези графици и да се предприемат навременни оперативни действия при нужда, за да се гарантира, че са постигнати максималната ефективност и гъвкавост в производството.

ИНТЕГРИРАНИ СИСТЕМИ ЗА ОПЕРАТИВЕН МЕНИДЖМЪНТ НА ПРОИЗВОДСТВОТО

Съвременните предприятия изискват висока степен на синхронизация на работещия в тях софтуер: системи за планиране на ресурсите (ERP), системи за управление на доставките (SCM), системи за управление на връзките с клиенти (CRM), системи за управление на производството (MES), супервайзорни системи за управление (SCADA), системи за автоматизация и контрол (OCS), системи за поддръжка на производственото оборудване (CMMS) и др. Всички тези приложения трябва да работят заедно, с възможност за пълна интеграция на организационно, информационно и функционално ниво (Фиг.1) [3, 4, 7, 8].

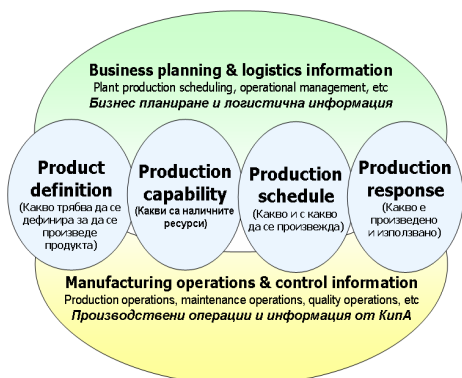
Системите за оперативен управление на производството са ориентирани към контрола на производствения процес.

Благодарение на техните функции, те се използват от операторите, технолозите и производствените мениджъри и ги подпомагат при изпълнението на ежедневните им оперативни задачи. От системите, включени в оперативното управление на производството (Manufacturing Operations Management – MOM, Фиг. 2), най-важна роля имат системите за оперативен планиране (Advance Planning and Scheduling - APS) и системите за управление на производството (Manufacturing Execution Systems – MES) [1, 2, 9].



Фиг.1. Интегрирани системи за управление на производството

Международната асоциация на производителите и доставчиците на MES решения *MESA International* определя 11 основни функции на MES: контрол на състоянието и на разпределението на ресурсите, оперативно/детайлно планиране, диспечеризация на производството, управление на документите, събиране и съхраняване на документите, управление на персонала, управление на качеството на продукцията, управление на производствените процеси, управление на производствените фондове, проследяване историята на продукта, анализ на производителността.

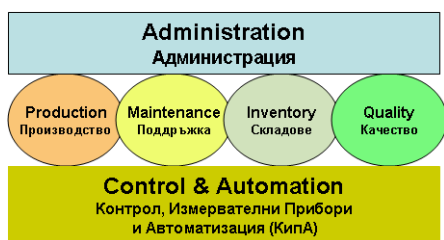


Фиг. 2. Системи за оперативно управление на производството

MOM предоставят необходимата информация за обработка и оптимизация на производствените дейности от получаване на поръчките до производството на готовата продукция. Използвайки актуална и достоверна база от данни, MOM управляват оперативните дейности в предприятието в реално време. Чрез тях се осъществява връзка и между различните информационни нива в предприятието: Системи за автоматизация и контрол (Process Control & Automation), Системи за управление на бизнеса (Enterprise Resource Planning - ERP) [2, 4, 8, 9] и други системи, част от интегрираните системи за комплексна автоматизация. MOM премахва границата между административната и производствената част в едно предприятие, въвеждането му донася огромни ползи за производителите и им разрешава да посрещнат растящите им нужди за качество, скорост и намалена себестойност. Интегрираните системи помагат при вземането на правилни решения, както на технологично-производствено ниво (продукти, планове, история на технологичните параметри и др.), така и на оперативно-отчетно ниво (отчети за производствените процеси, престои, капацитет, натоварване и др.) [9, 10, 13].

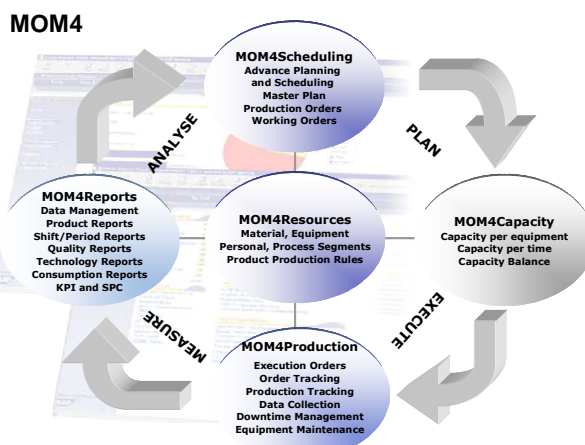
ISA-95 използва обобщаващ модел (Фиг. 3), който замества традиционните MES дефиниции, за да категоризира основните производствени операции във всяка област и да дефинира различните функции: управление на производствения процес; поддръжка на оборудването; качествен контрол и управление на складовете. Първите две части от ISA – 95 стандартизират интерфейса между системите за бизнес управление (ERP) и системите за оперативно управление на производството (MOM) (Фиг. 2) – информацията съдържа:

- Дефиниции за състава на готовия продукт.
- Данни за свободните производствени мощности и капацитети.
- Оперативен (текущ) производствен план.
- Отчети и анализи за изпълнението на производствения процес.



Фиг. 3. Обобщен модел СИСТЕМА ЗА ОПЕРАТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВОТО – MOM4

Системата за оперативно управление на производството MOM4 на NearSoft е софтуерно решение, обхващащо широк набор от конфигурируеми функции и изградено на базата на стандарта ANSI/ISA – 95. MOM4 покрива целия производствен процес – от получаване на материалите и суровините до складиране на готовата продукция. Гъвкавата ѝ структура позволява да бъде изготвяна индивидуална конфигурация за различните производства и различните начини на управление на производствения процес. Системата MOM4 е съставена от дейности, свързани с координация и контрол на производствения процес (Фиг. 4). Модулите на системата MOM4 са разработени да са съвместими с промишлени стандарти като OPC, ANSI/ISA-95, и B2MML [5, 6, 9] и позволяват системата да оперира с каквато и да е ERP система и всякакви PLC/DCS средства за автоматизация.



Фиг. 4. Структура на системата MOM4

Системата MOM4 дава възможност за управление на производствените процеси по най-добрия начин "Consistently doing the Right Things Well" и отразява принципите за постоянно подобряващи се технологии в методологиите като Six Sigma и Lean Manufacturing.

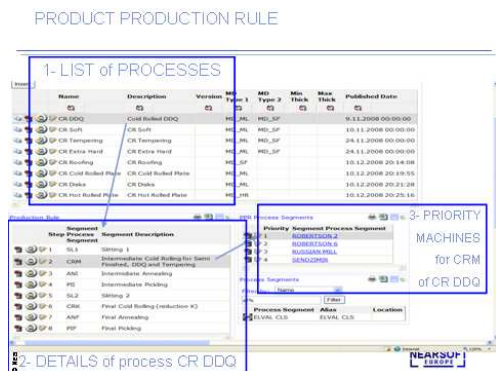
Има пет категории в оперативния мениджмънт:

- Производствен модел – виртуализиран модел на производството, който включва базовите дефиниции за ресурсите (материали, оборудване и машини) и описание на производствените маршрути (routing).
- Планиране и производствени графици – съдържа функции като производствено планиране, оптимизиране и симулация на производствените графици. Целта за този сегмент е да определи какви продукти да се направят, кога да се направят и какво оборудване да се използва.
- Баланс и управление на мощностите –включващ изработка и поддръжка на работните графици (смени), баланс на мощностите и разпределение на крайния капацитет и т.н.
- Изпълнение и производство – този сегмент включва планиране на краткосрочни кампании, оптимизация на престойте за настройка, проследяване на производството, събиране на данни, управление на работния поток и др.
- Анализ на производствения процес - произлиза от нуждата да се събират, съхраняват, организират и да се предават данните, информацията и съобщенията. Той включва изготвянето на работни карти, отчети по смени, продукти, поръчки и т.н., генеалогия на продукта, анализи за добив, производителност, ефективност и натоварване, КПД и други полезни индикатори. Въз основа на съхранените данни,

мениджърите извършват статистически и аналитични анализи, за да оптимизират и подобряват производствения процес.

Производствен модел и продуктови дефиниции /MOM4Resources/ - описва информацията за производствената ситуация на компанията, производствените мощности и операции с различни нива на абстракция. Той представя детайлна виртуална картина на производствените мощности на завода и текущия производствен статус и възможности; подпомага другите модули на MOM4 и е полезен за производствен контрол в реално време.

Представянето на структурираните ресурси и процеси позволява достоверно отразяване на производствените мощности и техните способности относно материали, персонал, оборудване и процесни фази (Фиг.5). Дефинирането на продукта включва характеристики и рецепти, съдържащи информация от какво и как ще бъде произведен продуктът, които са свързани с кореспондиращи поръчки от оперативния план. Посредством тях автоматично се задават регулиращите параметри за контрол на производствения процес.



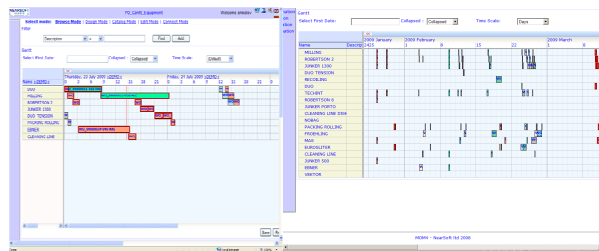
Фиг. 5. Производствени маршрути в MOM4

Оперативни производствени планове /графици/ /MOM4Scheduling/. Този модул включва дейностите на оперативното планиране и изготвянето на производствени графици – дейности по текущото планиране и управление на производствените поръчки, проследяването на производствения процес и производствените ресурси. Оперативният производствен план (Фиг. 6) съдържа функции за въвеждане на производствените поръчки и за изразходване на материалите, като финализира и препоръчва постъпващите поръчки за следващите дни или седмици.

Планирането на производството е по-сложно в заводите за метали, отколкото в повечето други индустрии. Тъй като ERP системите често нямат необходимата детайлна информация, изисквана за планирането на специфични производствени дейности, производствени съоръжения, материали, служители и др., MOM4 работи заедно с ERP системата, за да изградят съгласувана информационна система за цялостно производство.

MOM4Scheduling предоставя единна заводска функционалност за планиране, като се започне от създаването на производствени поръчки (PO) въз основа на клиентските поръчки (CO), генериране на съответните работни поръчки (WO) за всяка стъпка, и се завърши с тяхното групиране в кампании за всеки участък. За да се пригответи производствената, към нея трябва ръчно или автоматично да се свържат работни поръчки, посредством

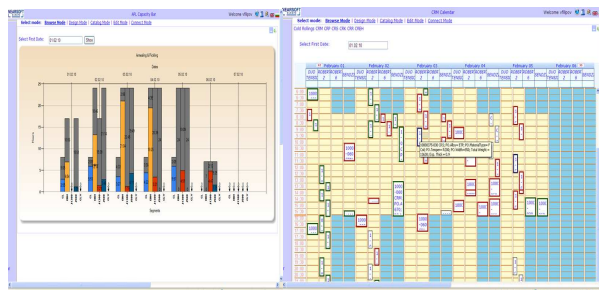
предефинирани критерии и специален планиращ алгоритъм, базиран на параметрите, описани в правилата за производство на продукта.



Фиг. 6. Модул **Оперативни производствени планове**

Системата поддържа оптимизация на поръчките по предварително зададени правила. Диспечерните функции на системата трансферират поръчките и съответните инструкции за производство към свързаните с тях работни места и/или системи за управление.

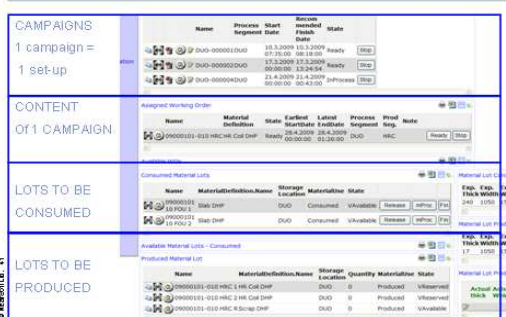
Баланс и управление на мощностите /MOM4Capacity/ MOM4 подпомага изработката и поддръжката на работните графици по екипи и смени, баланс на мощностите и оптимално разпределение на крайния капацитет. Системата поддържа работни режими за една, две, три или повече смени, както и различни ротационни шаблони. В зависимост от зададената производителност на различните участъци MOM4 се опитва оптимално да натовари производствените мощности (Фиг. 7).



Фиг. 7. Модул **Баланс на мощностите**

Изпълнение и производство /MOM4Production/ Работните поръчки (WO) се изпращат за изпълнение към производството и се групират в поръчки за изпълнение (EO). Групирането става по предварително зададени критерии с цел да се намали времето за настройка на машините (Фиг. 8).

Operator's screen – Machine program

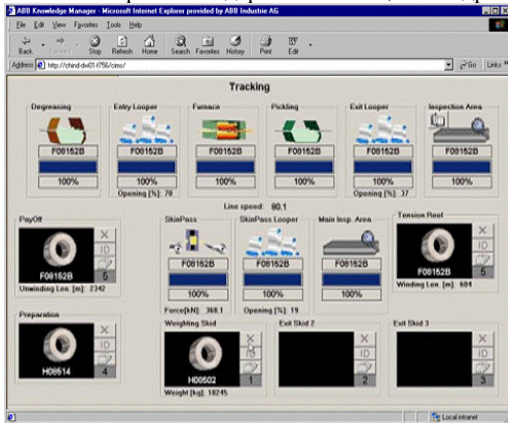


Фиг. 8. Модул **Поръчки за изпълнение**

Проследяването на производствения процес (Фиг. 9) отразява движението на материалите през различните етапи на производствения процес и събирането на информация за текущо произвежданата продукция; осигурява информация за операторите на всеки

производствен етап, като показва състоянието на производствените поръчки, актуални технологични параметри и инструкции за действие.

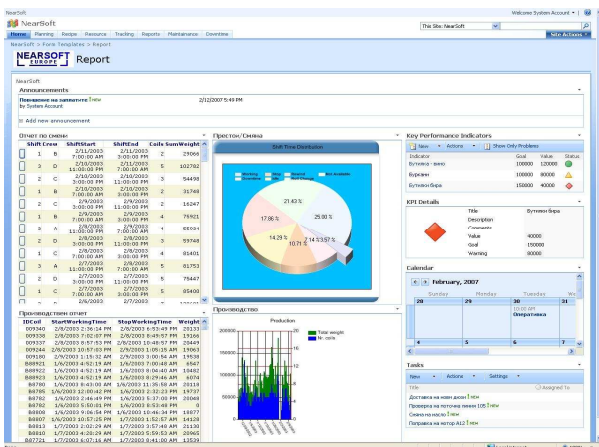
Събиране и съхранение на информацията /MOM4Production - Data Collection/ - събира информация за производствените и процесни параметри от различните контролни системи за съхранение в база данни (Oracle, MS SQL Server, и др.) и я прави достъпна за използване от следващите процеси. Освен по хронологичен ред информацията се групира и съхранява в базата данни по характеристики като: поръчка, продукт, производствена смяна и др. Комуникацията с контролните системи е на основата на отворени стандарти като OPC, VIP и др.



Фиг. 9. Модул **Проледяване на производствения процес**

Анализ на производствения процес /MOM4Reports/ (Фиг. 10) – извършва се с набор от справки, отчети, екранни форми и инструменти, дефинирани съгласно нуждите на клиента. Отчетите се групират обикновено в следните категории: отчети за производствените процеси, отчети за характеристиките на произведен продукт, отчети за качеството на продукта, технологични отчети за процеса, експлоатационни отчети, инженерни отчети и др.

Платформата за системата MOM4 позволява използването на стандартни хардуерни средства (сервъри, клиенти, средства за комуникация) и не изисква никакви допълнителни специфични добавки. Компонентите на хардуера на системата могат да бъдат конфигурирани по различен начин в зависимост от размера на системата и специфичното приложение.



Фиг. 10. Модул **Анализ на производствения процес**

Внедряването на MOM4 води до реализацията на значими икономически ефекти за компанията, и само по себе си представлява конкурентно предимство в условията на динамична и сложна пазарна среда. Основните ползи са:

- **По-добри решения** – повече информация в реално време помага за вземането на по-бързи, по-добре мотивирани управленски решения, повишаващи производителността (10÷25%) и ефективността – намалени оперативни разходи (5÷10%).
- **Подобрен контрол на производството** – вземаните управленски решения позволяват да се постигне по-голяма гъвкавост при натоварване на производствените мощности и производствения процес и намаление на междинния склад (15÷30%).
- **Изпълнение на поръчките на време** – оптимизиране в реално време и изпълнение на поръчките в тясна интеграция на производството с бизнес системите за планиране на ресурсите (ERP) – подобрени доставки навреме (2÷10%).
- **Поддържане на постоянно и високо качество на продукцията** чрез унифицирано дефиниране на продуктите и проследяване на продуктовите характеристики по време на производствения процес.
- **Средната възвръщаемост** е от 6 до 12 месеца в зависимост от вида индустрия, дължащо се на подобряване на производствените операции. В компании, използващи тези решения, се наблюдават годишни ползи в размер от 3 до 10 пъти на началните инвестиции.
- **Ниски разходи за внедряване и обслужване, възможности за поддръжка и разширяване** чрез лесна връзка с други системи през стандартизиран интерфейс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brown, M., “Collaborative Production Management in the Process Industries: A Stepwise Approach from KPIs to Workflow Processes”, *Matrikon Inc.*, 2005.
2. Cumbie, B. A., Z. Jourdan, T. Peachey, T. M. Dugo and C. W. Craighead, “Enterprise Resource Planning Research: Where Are We Now and Where Should We Go from Here?”, *Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA)*, 7:2, 2005, pp. 21-36.
3. Gorbach, G. and the ARC Global CPM Team, “Demand for CPM/MES Reported Strong in All Key Regional Markets”, *ARC INSIGHTS*, Dec. 15, 2005.
4. Hendricks, K.B., V.R. Singhal and J.K. Stratman, “The impact of enterprise systems on corporate performance: A study of ERP, SCM, and CRM system implementations”, *Journal of Operations Management*, Vol. 25, Issue 1, January 2007, pp. 65-82.
5. IEC/ISO 62264-1, *Enterprise-control system integration - Part 1: Models and terminology*, 2003, IEC.
6. Johnsson, C. and H. Schumacher, *Communication through B2MML – is that possible?*, WBF, 2004.
7. Kletti, J., *Manufacturing Execution Systems – MES*, 9783540497431 (3540497439), [Springer](http://www.springer.com), 2007.
8. Moon, Y.B., “Enterprise Resource Planning (ERP): a review of the literature”, *International Journal of Management and Enterprise Development*, Vol. 4, 3, 2007, pp. 235 – 264.
9. Williams, T.J., *The Purdue Enterprise Reference Architecture, A Technical Guide for CIM Planning and Implementation*, ISA, ISBN 1-55617-265-6, 1992.