

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА ПРЕД УПРАВЛЕНИЕТО НА СЪВРЕМЕННОТО ПРОИЗВОДСТВО**

- 1. Моделът Индустрия 4.0 и неговото влияние върху съвременното научно-техническо развитие**
- 2. Ключови фактори за реализацията на модела Индустрия 4.0**
- 3. Предизвикателства пред обучението на инженери в съвременните условия**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Развитието на човешкото общество в исторически план следва развитието на средствата за производство. В началните периоди се използва двигателната сила на човека. Следва нейната замяна с двигателната сила на животните, водата, парата, електричеството и т.н.**

**Използването на друга двигателна сила, извън тази на човека, позволява изпълнението на дейности без неговото пряко участие. За реализацията на тази цел са необходими средства за управление, които да насочат енергията за изпълнение на задачи, възложени от човек на разнообразни изпълнителни механизми. В резултат се извършва последователност от действия, които да доведат до производството на краен продукт за пазара.**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Развитието на средствата за производство минава през внедряване на различни, иновативни за дадения етап технически постижения. За да се утвърди едно техническо постижение е необходимо да бъдат изпълнени следните условия:**

- да задоволява определени потребности;**
- да са налични интелектуални и технически възможности за неговата реализация;**
- да води до реализиране на икономически и обществен ефект.**

**Развитието преминава през различни етапи, които поради многообразието и сложността на настъпващите промени са наречени революции.**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Първата индустриална революция осъществява преход от аграрна икономика към индустриално производство. Използва се силата на водата и парата, за да механизира производството.**

**Втората индустриална революция използва електрическата енергия, което позволява да се създаде масовото производство.**

**Третата индустриална революция се основава на електрониката и информационните технологии, с цел автоматизация на производството.**

**Четвъртата индустриална революция е продължение на Третата. Известна е като цифрова революция, която тече от средата на миналия век. Отличава се със сливане на технологиите, което премахва границите между физическата, цифровата и биологическата реалности.**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Терминът Индустрия 4.0, наричана още Четвъртата индустриална революция, произхожда от Германия и описва въвеждането на Интернет технологии в областта на индустриалната автоматизация за създаване на интелигентно производство и предоставяне на интелигентни услуги.**

**Парадигмата Индустрия 4.0 е разпознаваема и с изпълнението на функции от висок ред като превантивна диагностика, промишлени комуникации и функционална безопасност.**

**Индустрия 4.0 е комплексен и гъвкав производствен модел, който се превръща от визия за бъдещето в реални действия за развитие и управление на съвременните интелигентни производствени линии.**

# МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ

Реализацията на модела Индустрия 4.0 интегрира взаимосвързаните и интелигентни производствени системи в единната платформа на интелигентното предприятие.



# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

## **Необходимост от въвеждането на модела Индустрия 4.0**

**В наши дни глобализацията на световната икономика донесе силна конкуренция на производствените предприятия от партньори от цял свят. Нейните измерения са от различни посоки:**

- производствени цени, функционалности, качество и времето за пускане на пазара;**
- по-високи екологични стандарти;**
- взискателност на потребителите, което води до трансформация на масовото производство към масово персонализиране.**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Целта на всеки производител е постоянният ръст на продукцията. Той може да се осигури с повишаване на ефективността. Затрудненията пред постигане на тази цел са:**

- директното участие на човека в производствения процес;**
- изискванията на потребителите за индивидуални продукти на цени на масовото производство.**

**Следователно, за да бъде успешно, съвременното производство трябва да бъде адаптивно, гъвкаво, ефективно и насочено към потребителите.**

**За да отговори на тези предизвикателства, производствената индустрия трябва да въведе нови технологии, с цел да бъде конкурентоспособна и да задоволява исканията на потребителите.**



# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Интелектуални и технически възможности за реализацията на модела Индустрия 4.0**

**За да продължи повсеместното въвеждане на модела Индустрия 4.0 е необходим постоянен растеж в редица области:**

- Електроника – вградени системи, сензори, преобразуване на данни;**
- Компютърни системи – мрежови комуникации и протоколи;**
- Задвижвания – преобразуватели на енергия, двигатели;**
- Автоматизация – PLC, SCADA, HMI.**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

## **Икономически и обществен ефект от въвеждането на модела Индустрия 4.0**

**Едно от най-важните предимства на автоматизираното производство е да се произвеждат малки серии с ефективността на масовото производство. Това се дължи на интегрирането на CAD системите във високотехнологичните предприятия и способностите на машините да са готови за производство на нови артикули само чрез въвеждане на нова програма. По този начин се увеличава гъвкавостта и адаптивността на индустриалните предприятия, което ще им позволи да отговорят на изискванията на клиентите.**

**Ролята на човека се свежда до изготвянето на управляващата програма. Изключва се неговото директно участие в производствения процес, което повишава производителността на труда и ефективността на производството.**

# **МОДЕЛЪТ ИНДУСТРИЯ 4.0 И НЕГОВОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ СЪВРЕМЕННОТО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО РАЗВИТИЕ**

**Следващата стъпка в тази посока е автономното производство. Съвременните интелигентни машини, новите форми на адитивно производство, следващото поколение роботи, свързани устройства, интелигентни сензори и кибер-физични системи трансформират изцяло производствения модел. Установяват се нови форми на взаимодействие и обмен на информация между всички участници в производствения процес. Той се съпровожда от автодиагностика и автоизпитания, което води и до авторегулиране.**

**Всички тези понятия и термини са включени в парадигмата Индустрия 4.0. Ползите се постигат чрез оптимизиране на производствената верига и избягване на нежелани престои.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

Ключови фактори за изпълнение на модела Индустрия 4.0 са:

- **Индустриални кибер-физични системи;**
- **Изкуствен интелект;**
- **Edge computing;**
- **Industrial Internet of Things;**
- **Сензорни мрежи;**
- **Мехатроника;**
- **Роботика и др.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Индустриални кибер-физични системи (ИКФС)**

**Кибер-физичните системи са свързващото звено между цифровата и физическата реалност. Тази връзка се осъществява чрез сензори, които са вградени във физическите обекти и мрежови технологии, които доставят данните от тях. Изследванията и развитието на ИКФС се определят като гръбнака за развитието на концепцията Индустрия 4.0.**

**ИКФС са фундаментални в технологичен аспект. Те обхващат вертикалната и хоризонталната свързаност, интеграцията и комуникациите на производствените компоненти, подсистеми и системи за автоматизация.**

**Чрез тях се прилагат подходи за наблюдение и контрол, водещи до поддържане на управляемостта при наличие на външни смущения и неочаквани неизправности.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Индустриални кибер-физични системи (ИКФС)**

**Съществуват различни техники за реализация на мониторинг и управление при индустриалните кибер-физични системи.**

**Цифрови близнаци (digital twins) – генериран вследствие на информацията от сензори образ на промишлен обект или процес.**

**Виртуална реалност (virtual reality - VR) – конструиране на компютърна симулационна система, насочена към генериране на кибер среда, в която потребителите могат да имат усещане за реализъм.**

**Human-in-the-loop (HITL) – индустриален мониторинг и управление основани на интерфейс човек-машина. Хората могат да бъдат интегрирани в ИКФС, ако мислите им могат да бъдат разбрани и интерпретирани на машинни езици.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Индустриални кибер-физични системи (ИКФС)**

**Използвайки последните технологии, ИКФС придобиват вграден интелект, използван във всички области на приложение, като цифрова индустрия, транспорт, здравеопазване и т.н. Назоваването само на няколко специализирани области включва интелигентно земеделие, управление на веригата за доставки и наблюдение на границите.**

**Разнообразието и нарастващият брой области на приложение на ИКФС със силни функционални и нефункционални изисквания, като безопасност, сигурност, ограниченията за работа в реално време и ниската консумация на енергия, водят до нови поколения вградени изчислителни системи, които използват многоядрени устройства и усъвършенствана технология за виртуализация. Цели се развитието на евтини и енергийно ефективни устройства, които предлагат необходимата производителност и свързаност за все по-взискателни среди.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Индустриални кибер-физични системи (ИКФС)**

**Безопасността е основно свойство на ИКФС предвид тяхната роля в множество процеси, включително здравеопазване, индустриално производство и транспорт (самолети, кораби, влакове и превозни средства). Осигуряването на безопасност за ИКФС е крайъгълен камък на нововъзникващата Индустрия 4.0 и на другите концепции, базирани на ИКФС. Безопасността изисква намаляване влиянието както на случайни повреди, така и на кибератаки към изчислителните и мрежовите ресурси и операции.**

**За защита са необходими механизми за сигурност на данните, на които разчитат механизмите за безопасност.**

**Наложително е да се разработят методи и механизми за изграждане на цялостно сигурни ИКФС, не само индивидуално но и в динамични взаимовръзки, където трябва да се постигнат колективни свойства въз основа свойствата за безопасност и сигурност на отделните системи.**



# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Изкуствен интелект**

**Нова глобална прогноза на пазара за изкуствен интелект (AI) в производството предвижда близо 40% сложен годишен темп на растеж през периода от 2019 до 2027 г., достигайки 27 милиарда долара в края на прогнозния период.**

**Бъдещето несъмнено предоставя много възможности за автоматизация и използване на изкуствен интелект, което води до бързото изпълнение на задачите.**

**Без съмнение нарастващото внедряване на индустриалния интернет на нещата (IIoT) е основна технология за включване на AI в производството. Тяхната интеграция може да се разглежда като жив организъм – устройствата на физическия слой, които събират, споделят и реагират на действащи данни, се разглеждат като тялото, за което изкуственият интелект е мозъкът.**

**По отношение на хардуера AI преминава от индустриални компютри и сървъри към вградени устройства.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Изкуствен интелект

Основният инструмент и подмножество на изкуствения интелект е Machine learning. Той определя набор от алгоритми, използвани за създаване на интелигентна система чрез обучение. Machine learning и неговата визуално ориентирана подгрупа, Deep learning, има приложение в производството и роботиката, което играе голяма роля в машиностроенето и други области.

Интелигентните стратегии за управление могат да бъдат представени с взаимодействието между изкуствен интелект, кибер-физични системи и Big data. ИКФС доставят информацията от полевите устройства, Big data съдържат информацията и знанията, а AI предоставя интелигентни инструменти за обучение. Този процес се ускорява допълнително от бързото и повсеместно навлизане на IIoT.

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Изкуствен интелект**

**Значителният в наши дни технологичен напредък, включително „революцията“ в изкуствения интелект (AI), води до увеличаване „интелигентността“ на изчислителните системи и особено на кибер-физичните системи. Това се случва едновременно по време на разработката и на експлоатацията. Автономните и полуавтономни системи са реалност от дълго време в контролирани среди, например работи в производствените линии, но последните разработки дават възможност за създаване на автономни системи, които се саморегулират и адаптират към динамична среда, като ефективните и безопасни автономни (самоуправляващи се) превозни средства.**

**Вградената интелигентност изисква развитието на ефикасни и успешни технологии за вградени системи и ИКФС във всяка област на приложение.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Edge computing

Терминът **Industrial edge computing** описва разпределена платформа, интегрираща ресурси за комуникация, изчисления и съхранение, предназначени да изпълняват приложения в реално време, които могат да бъдат достъпни директно от облака. Може да се разглежда като компютърна програма, която работи по-близо до физическите устройства и осигурява високо бързодействие.

Въпреки че **Edge computing** е приложим в почти всички области, с появата на **Индустрия 4.0** и **Индустриалния интернет на нещата**, заедно с **индустриалните облаци**, той допринася за трансформацията на индустрията към **повсеместна персонализация и производство, основано на услуги**. Неговото приложение се осигурява от **изчислителни възли (edge computing nodes)**, които включват **интелигентни устройства, интелигентни шлюзове (gateways), интелигентни системи и интелигентни локални облаци**.

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Edge computing

Нарастващите изчислителни възможности на кибер-физичните системи водят до мощни разпределени системи, които управляват сложни процеси с висока производителност и надеждност. Традиционният модел - където крайни възли събират информация и предават данните на централизирани системи (или облаци) за обработка и задействане на обратна връзка - бързо се превръща в модел на мощни взаимосвързани възли, които изпълняват сложни обработка на локално ниво и изпращат информация и данни за събитие само по заявка към централните възли. Това увеличава производителността и поддържа обработката в реално време, поради разширената функционалност на локалните възли и намаленото натоварване за централизирана обработка, и подобрява надеждността и сигурността, в резултат на локалното съхранение и по-малко предавани данни, като същевременно спестява честотна лента и намалява сложността на мрежата.

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Edge computing

Edge computing, съчетан с методите на изкуствения интелект, позволява по-бърза обработка и взимане на решения в близост до източниците на данни. По-специално, той силно подкрепя еволюцията на автономните кибер-физични системи, които се адаптират към динамична среда, без да се намалява тяхната взаимосвързаност и организираност за изпълнение на сложни приложения от по-високо ниво.

Еволюцията на „интелигентните“ крайни системи позволява изпълнението на силно взискателни разпределени приложения и услуги в различни области.

Изискванията за увеличаване функционалността и ефективността за хиперсвързаност на инфраструктурата на крайните устройства и тези за интелигентните сензори - например интелигентни камери - водят до необходимост от високопроизводителни изчислителни архитектури (HPC) на слоя на кибер-физичните системи.

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Industrial Internet of Things (IIoT)**

**Най-общо терминът IoT представлява цялото разнообразие от измервателни уреди с възможности за мрежови комуникации, които са част от ежедневието - интелигентно здравеопазване, интелигентен транспорт, интелигентни домове, интелигентни градове и т.н.**

**Внедряването на концепцията за IoT в индустриални приложения за обработка в реално време на данни от интегрирани мрежови сензори и изпълнителни механизми, целящи максимално адаптиране на дейностите към динамиката на пазарите и изискванията, позволи на индустрията да има свое собствено подмножество на IoT, обосновано наречено IIoT.**

**Устройствата, предназначени за индустриални приложения, доста се различават от тези за домашна автоматизация. Те трябва да бъдат здрави и надеждни, за да гарантират, че данните се събират вярно, дори в тежката среда, която често се среща в промишлените обекти.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Industrial Internet of Things (IIoT)**

**Тази парадигма ще предизвика внедряването на милиони услуги, реализирани в облак, свързани с непрекъснат мониторинг на електромеханичните и силовите устройства, целящи ранно откриване и диагностика в реално време на възможни повреди на оборудването и продукцията.**

**Управлението на Big data в автоматизацията на процесите е ефективен подход за идентифициране на потенциала за оптимизиране на индустриалните процеси. Индустриалните Big data са органично свързани с IIoT. Това е един от основните източници на Big data.**

**Разпределената природа на IIoT изисква възможности за отдалечено актуализиране на програмата. По този начин разработването на хардуерни и софтуерни инструменти за дистанционно програмиране през Интернет се разглежда като перспективен подход.**



# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Сензорни мрежи

Мониторингът на състоянието е инструмент от съществено значение за повсеместното внедряване на модела Индустрия 4.0, който се нуждае от събиране на огромни количества данни, за да се подобри ефективността на предприятието. Налични в индустриалните облаци, тези данни ще помогнат на операторите да следят текущото състояние на производствения процес и оборудването.

В днешно време индустриалният мониторинг се разпространява на огромни площи и сензорните мрежи трябва да се развият, за да покрият складовете, логистиката, транспорта и оборудването.

Кабелните мрежи са приложими за стационарни устройства. Недостатъкът им е по-високата цена поради по-високите разходи за медта и инсталационните дейности. С използването на преносими устройства приложението на безжични комуникации нараства.

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Сензорни мрежи

Тенденцията в използваните комуникационни стандарти през 2019 г. е анализирана от независимата шведска компания HMS, която работи в световен мащаб и предоставя решения за индустриални комуникации и индустриален интернет на нещата (IIoT). Според този анализ на новоинсталираните възли се наблюдава увеличаване на индустриалния Ethernet и спад на индустриалните интерфейси.

Сред най-популярните индустриални Ethernet протоколи лидер е EtherNet / IP. Следва се отблизо от PROFINET, който със сигурност е стандарт в областта на автоматизацията и е изключително полезен в тежките индустриални условия поради неговата надеждност. Следващите в използването са EtherCAT, Powerlink и Modbus-TCP.

PROFIBUS DP е лидер сред индустриалните интерфейси, следван от CC-Link и Modbus-RTU (Remote Terminal Unit).

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Мехатроника**

**Мехатрониката е интердисциплинарна област, която олицетворява синергията на механичната мощност и прецизното електронно управление, напр. включването на хидравлика и пневматика в системи за точно позициониране. Резултатът от тази синергия се постига в интелигентните сензори и актуатори (задвижващи механизми), които са основата на модела Индустрия 4.0.**

**Мехатрониката се развива много бързо, илюстрирайки интегрирането в производствените машини на предимствата на вградения контрол.**

**Съвременното разширено внедряване на автоматизация изисква свързаност, която може да издържи на по-сурова среда и по-висока степен на експлоатация. Зад тези изисквания към приложение на автоматизацията и роботиката стои управлението на движението, подобласт на автоматизацията, която спомага за повишаване на производителността.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Мехатроника

Последните тенденции в сервозадвижванията съчетават вградения контрол на движението и бързите комуникационни интерфейси. Новите типове двигатели и техниките за управление на преместването подпомагат активно прилагането на парадигмата Индустрия 4.0.

Сервозадвижванията в съвременните интелигентни фабрики се нуждаят от възможности за връзка с производствената Ethernet платформа посредством комуникационен протокол като EtherCAT, Ethernet/IP или PROFINET, за да е възможно функционирането им в синхрон с IoT-свързаните устройства в мрежата. Задвижванията могат да изпращат информация за скоростта и позицията чрез индустриални Ethernet протоколи като CiA 402 за EtherCAT, като същевременно могат да предават обратно към мрежата данни за състоянието на изпълнителния механизъм и да изпращат съобщения за предстояща нужда от поддръжка с помощта на функциите си за превантивна диагностика.

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Мехатроника**

**Последните тенденции при сервосистемите включват вградени контролери за управление на движението, високоскоростни комуникационни интерфейси и все по-широк асортимент от интелигентни възможности. Ако при серводвигателите от по-старо поколение около 80% от капацитета се изчерпваше със задвижване, а едва 20% от него беше заделена за сервизни функции, то при интелигентните съвременни версии съотношението е приблизително обратното. Това е вследствие на значителното нарастване на дела на интелигентните приложения през последните десетилетия с фокус върху ключови приложения като индустриалната комуникация.**

**Произвеждат се микроконтролери с вградени устройства за управление на задвижванията като входове за свързване към преобразуватели на преместване (енкодери) и мощни изходни стъпала за управление на двигатели.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Роботика**

**Индустриалните работи са високо автоматизирани и програмируеми машини, които изпълняват повтарящи се задачи с висока точност, надеждност и производителност. Благодарение на тези свои характеристики те са станали критично необходими в много производствени процеси - сглобяване, опаковане, формообразуване, заваряване, боядисване. Предимство на използването на работи е възможността за препрограмиране, което лесно ще зададе нов модел за операцията.**

**Очевидно роботите превъзхождат хората по отношение на точност и скорост на извършване на дейностите. Също така те могат да се използват 24/7 и предпазват хората от извършване на опасни и тежки дейности във вредни среди.**

**Понастоящем броят на индустриалните работи в света надхвърля 2 милиона.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

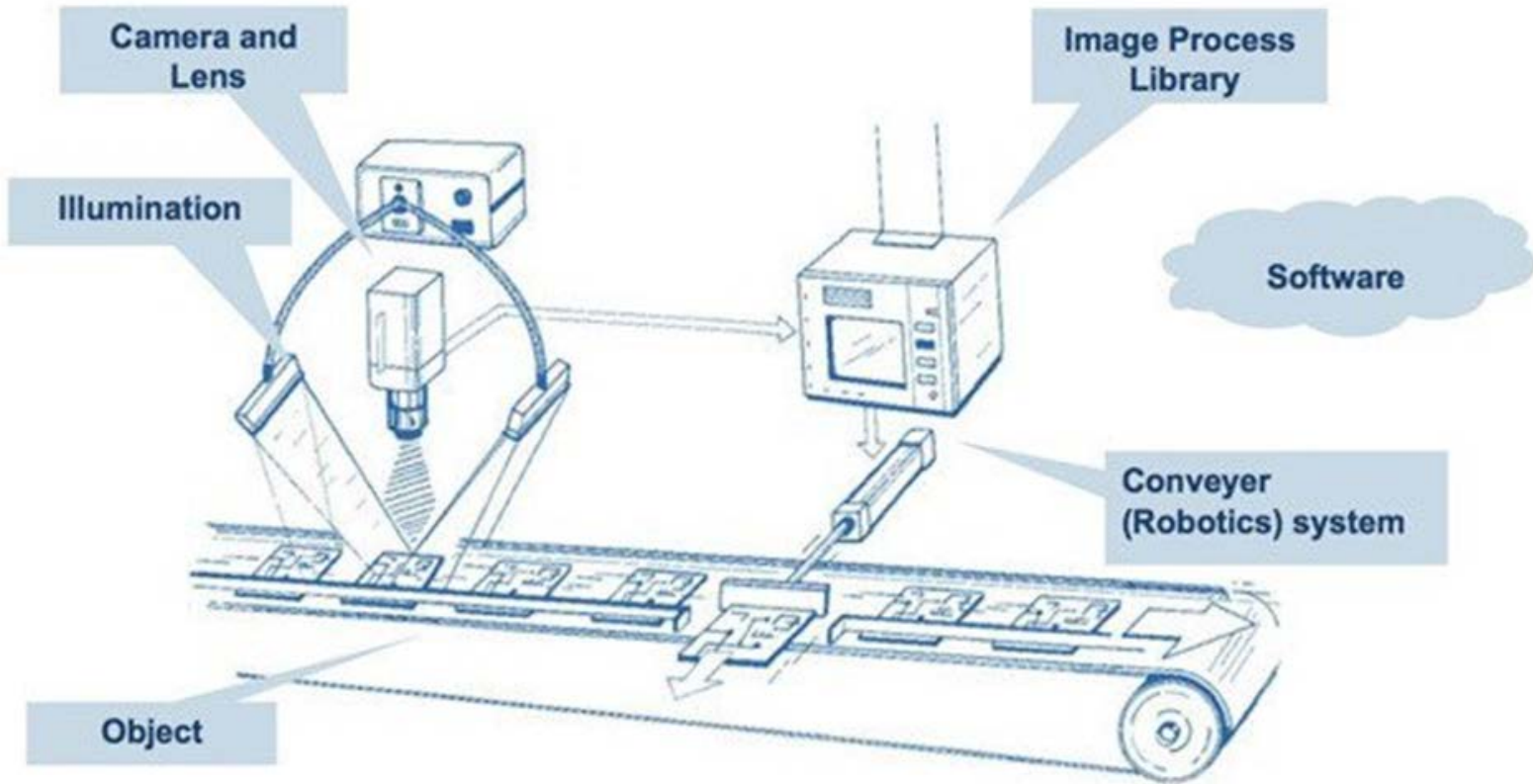
## **Роботика**

**Машинното зрение допринася съществено за производствения сектор, главно като предоставя автоматизирани възможности за проверка като част от процедурите за контрол на качеството. По-рано познати основно като четци на баркодове, тези системи сега използват автоматизирани камери и софтуер за наблюдение на продукти, събиране на данни, проверка за несъответствия, сканиране на етикети и извършване на други функции с висока скорост и без необходимост от намеса на работник.**

**Докато човешкото зрение е най-доброто за качествена интерпретация на сложна, неструктурирана сцена, машинното зрение се отличава с количествено измерване на структурирана сцена поради нейната скорост, точност и повторяемост. На производствената линия система за машинно зрение може да инспектира хиляди части в минута посредством съвпадение на шаблони и лесно да анализира детайли на обекта, твърде малки, за да се виждат от човешкото око.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Роботика





# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Роботика

Основните компоненти на системата за машинно зрение включват светлинен източник, обектив, сензор за изображение, обработка на изображението и комуникации. Източникът осветява частта, която трябва да бъде инспектирана, позволявайки нейните характеристики да изпъкнат, така че да могат да бъдат ясно видими от камерата. Обективът улавя изображението и го представя на сензора под формата на светлина. Сензорът в камерата за машинно зрение преобразува тази светлина в цифрово изображение, което след това се изпраща на процесора за анализ. Обработката на изображението се състои от алгоритми, които преглеждат изображението и извличат необходимата информация, извършват необходимата проверка и вземат решение. И накрая, комуникацията обикновено се осъществява чрез дискретен I/O сигнал или данни, изпратени по серийна връзка към устройство, което регистрира информацията или я използва.

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Роботика

Идентифицирането и разпознаването на части се постига чрез четене на баркодове, матрични кодове за данни, директни марки на части и символи, отпечатани върху части, етикети и опаковки. Оптична система за разпознаване на символи чете буквено-цифрови знаци без предварително знание, докато оптичната система за проверка на символи потвърждава наличието на символен низ. Системите за машинно зрение също идентифицират части, като намират уникален шаблон или идентифицират елементи въз основа на цвят, форма или размер.

Технологията улеснява откриването на дефекти, замърсители, функционални недостатъци и други нередности в произвежданите продукти. Машинното зрение може също така да проверява продуктите за пълнота, като например осигуряване на съвпадение между продукта и опаковката в хранително-вкусовата и фармацевтичната промишленост, както и проверка на предпазните пломби, капачките и пръстените върху бутилките.

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

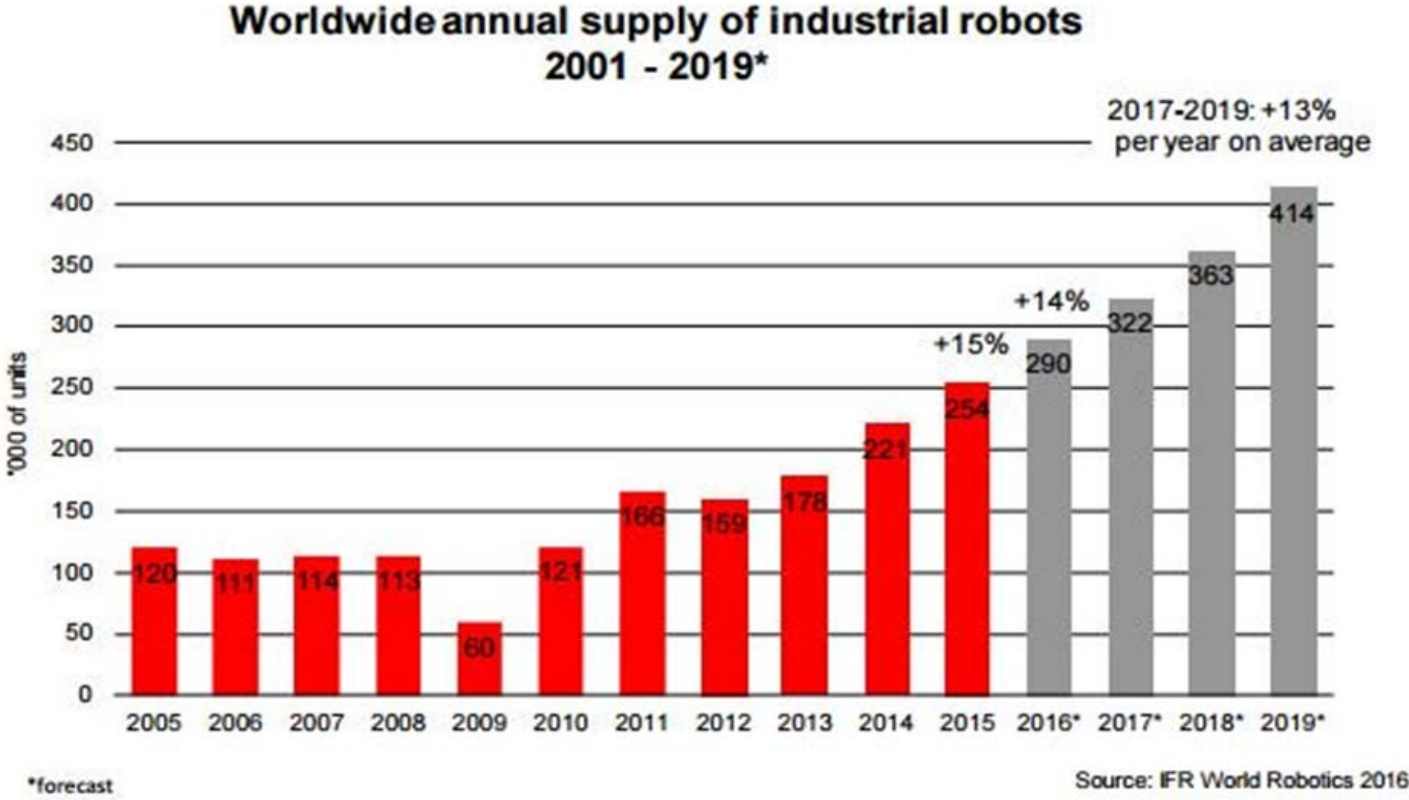
## Роботика

Данните, събрани в реално време, могат да се използват за идентифициране на сигнали или предприемане на коригиращи действия, преди машините или компонентите да се разрушат. При премахване на физическия контакт между изпитващата система и тестваните части, машинното зрение предотвратява повреда на частите и елиминира времето за поддръжка и разходите, свързани с износването на механичните компоненти. Машинното зрение носи допълнителни ползи за безопасността и експлоатацията, като намалява участието на човека в производствения процес. Нещо повече, предотвратява се замърсяването на чисти помещения от човека и предпазва работниците от опасна среда.

Тъй като Индустрия 4.0 продължава да разширява и подобрява автоматизацията, използването на интелигентни камери и сензори за изображение за събиране на данни в реално време и вземане на решения ще спести време и пари и ще стане критично за възможностите за контрол на качеството в производството.

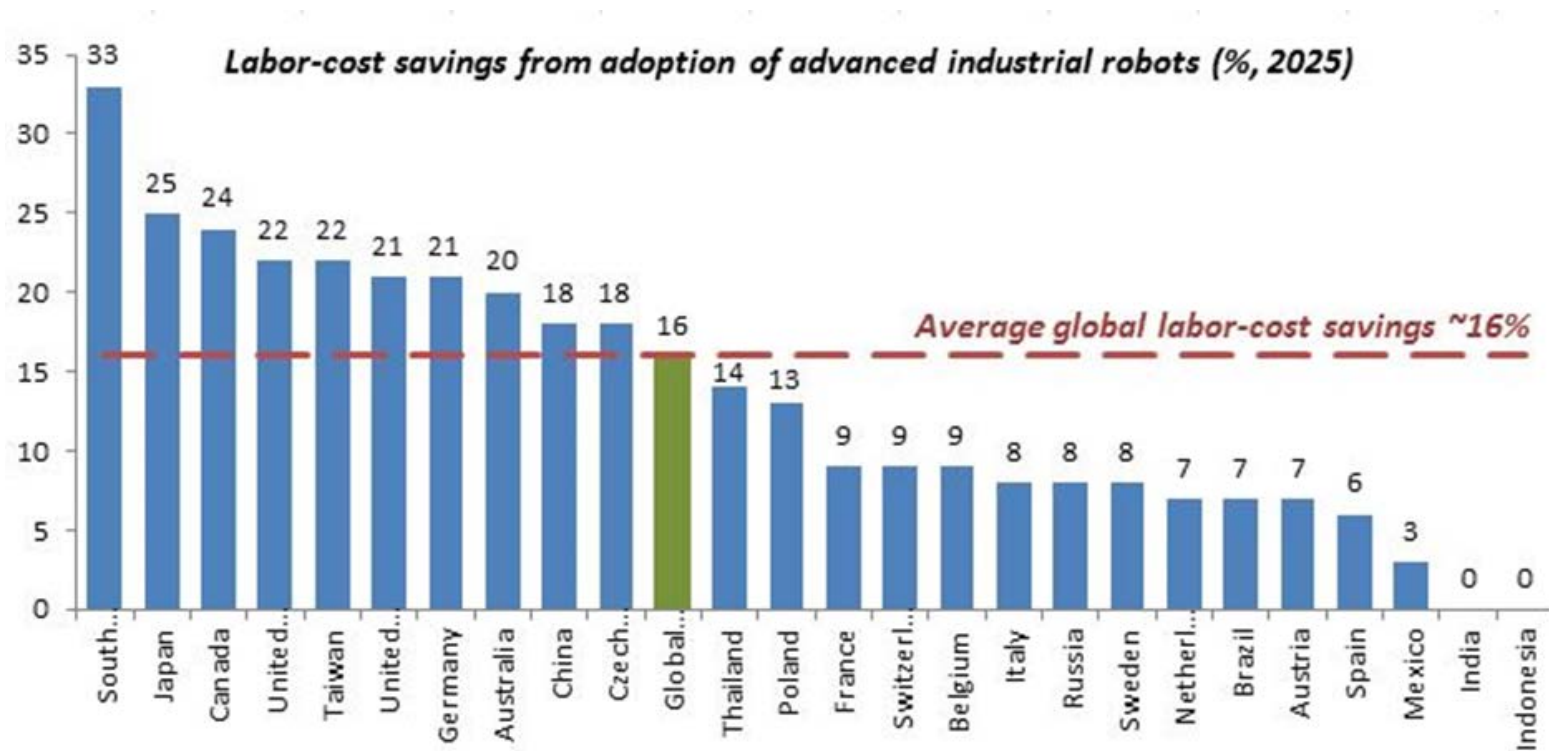
# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Роботика



# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Роботика



# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Роботика

Сравнително нова тенденция в роботиката е развитието на сътруднически (collaborative) работи или коботи (co-bots). Коботите, които са проектирани да работят безопасно с хората, стават все по-често срещани в индустриалните производствени приложения. Четирите най-големи производители на индустриални работи (ABB, Bosch, Fanuc и Kuka) следват стартиращи компании като Rethink Robots и Universal Robots в разработването на коботи. Сътрудническите работи използват сензори с оценка на безопасността, което позволява на оператора да работи в същото пространство като робота и да изпълнява съвместно задачи без страх от нараняване. Тъй като цените на тези сензори с оценка за безопасност падат, тенденцията се отразява в цената на коботите.

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **Роботика**

**Изключително лесното и бързо пренастройване на коботите ги прави отличен избор за автоматизация на заваръчните процеси в малки и средни предприятия с честа смяна на режимите. Предимствата на колаборативния робот за заваряване включват широк обхват от заваръчни процедури, лесно програмиране, висока мобилност благодарение на компактните размери. Обикновено за програмирането на кобота не се изискват специализирани познания за програмирането на роботизирани и CNC машини, а смяната на различни детайли и операции отнема само минути.**

**Възможностите, които роботизираното заваряване открива, също така разширяват потенциала за инженерно конструиране, тъй като то позволява извършване на прецизни операции, с ниво на качество, каквото не би могло да се постигне при ръчно заваряване поради фактора човешка грешка.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Програмируемият логически контролер (PLC) е основна градивна единица на съвременната индустриална автоматизация. С бързото навлизане на глобалното производство в епохата на Четвъртата промишлена революция тази фундаментална технология е изправена пред множество предизвикателства.**

**PLC продължава да изпълнява функцията на главен блок за управление на производствените машини и във високотехнологични платформи за интелигентни фабрики като Industrial Internet of Things (IIoT).**

**Съвременните програмируеми логически контролери стават все по-гъвкави и лесноприспособяеми. Те са способни да разчитат множество входящи потоци данни от различни източници и да бъдат програмирани с комплексна логика, която позволява прецизно изпълнение на сложни последователности.**



# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**PLC играе ролята на централен процесор за вземане в реално време на решения за производствените операции. Входните сензори в мрежата изпращат данни директно към контролера, а той автоматично подава съответните команди към оборудването в зависимост от моментните потребности. PLC контролерите служат и за интерфейс между оператора и машината, повишавайки сигурността на взаимодействието между тях и степента на автоматизация на системата.**

**PLC контролерите могат да обработват почти едновременно хиляди входни и изходни сигнали, дори в тежки работни условия, характерни за индустриалното производство, например при екстремни температури. За да се редуцират или елиминират електрическите смущения пък се осигурява специална изолация на устройството. Това е особено важно при наличието на чувствителни сензори и процеси, които изискват прецизен мониторинг и адекватно управление.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Концепцията за интелигентна фабрика от бъдещето включва интелигентни свързани сензори, които изпращат информация едновременно както към PLC, така и към облака. По този начин данните от PLC във връзка със сензора и данните от други полеви устройства могат да бъдат интегрирани заедно, за да покажат цялостна картина на производствената система.**

**Концепцията за Индустрия 4.0 поставя фокус върху бързото и динамично производство, базирано на подходящата мрежова архитектура за директна комуникация между полевите устройства и услуги. PLC контролерите са интегрална част от тази концепция, от технологични платформи като IIoT, както и от визията за интелигентна фабрика. Заедно със сензорите, измервателните устройства, радиочестотните (RFID) устройства и човеко-машинните интерфейси (HMI), те са неизчерпаеми източници на данни с ключово значение за предприятието, както на ниво технологични, така и на ниво бизнес процеси.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Комуникационните и приложни сценарии, дефинирани от Индустрия 4.0 и IoT, могат да бъдат условно разделени в две групи концепции за архитектура. От една страна са услугите в контекста на автоматизацията, например т. нар. детерминирани програмируеми логически контролери с функции за управление, а от друга – услугите в IT контекст. В резултат са възможни три основни комуникационни модела - B2B, B2M и M2M комуникация.**

**При първия сценарий (B2B, business-to-business) са налице два бизнес процеса, които комуникират помежду си, например платформите за управление на производството (MES) и за ресурсно планиране (ERP). Обменът на данни между човеко-машинния интерфейс и MES платформата например, между сензора и облака или между два отделни модула на MES системата може да отнеме от няколко милисекунди до няколко минути.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

При B2M (business-to-machine) комуникацията даден бизнес процес в реално време комуникира с производствен процес в реално време. Пример за това е бизнес приложение, което обменя информация с машина. Времето, необходимо за осъществяване на комуникацията, например между HMI и PLC или между MES и PLC, отново може да варира от няколко милисекунди до няколко минути.

Терминът M2M вече е доста популярен в сферата на мобилните радиокомуникации. Там M2M означава осъществяване на интерфейсна връзка между устройства посредством мобилна комуникация с дадени IT процеси. В този контекст е разпространено мнението, че M2M е налице, когато в приложението се използва SIM карта. Комуникацията се съсредоточава върху процеса на обмен на информационни модели и т. нар. семантична съвместимост. Ключови фактори за този процес са интегритетът на пренос и сигурността на достъп до индивидуална информация или услуги.

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

Концепцията за M2M (machine-to-machine) комуникация обхваща два производствени процеса в контекста на автоматизацията, които обменят данни помежду си в реално време. Такъв пример е контролер за роботизирана система, който изпраща информация за управлението в хоризонтално направление към ръчен контролер за робот. Обменът протича в детерминиран цикъл в реално време в диапазона от няколко микросекунди до няколко милисекунди. Друг пример са два контролера, които обменят помежду си информация хоризонтално – бързо (в реално време), циклично и независимо от Fieldbus мрежите. Тук детерминизмът изпълнява ролята на качество на услугата (QoS), като са налице и съответните изисквания към комуникационния процес. Те са дефинирани от гарантираната продължителност на процеса, например при време на реакция от 100 ms.

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Индустрия 4.0 и IoT са концепции, които изискват висока степен на мрежова свързаност и комуникация между устройства и услуги. Те се отличават с необходимостта големи обеми данни да бъдат изпращани от ниво сензор към ниво IT система. Кореспондиращите протоколи и стандарти за PLC-базирано управление правят Индустрия 4.0 и IoT идеални решения за обмен на информация с подобен мащаб. Друг фундаментален фактор, допринасящ за приложимостта на новите комуникационни платформи, е т. нар. ориентирана към услуги архитектура (SOA) и ролята на програмируемия логически контролер в нея. Достъпът до PLC през уеб услуга всъщност не е нова технология. Тогава възниква въпросът каква е същността на иновацията в SOA-базираните PLC продукти и каква добавена стойност осигуряват.**

**Концепцията за SOA-PLC включва възможности за обектно-ориентирана комуникация на данни, достъпна за информация в реално време и в хронологичен план, както за различни аларми и услуги на базата на международния IEC стандарт.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**При SOA-базираните PLC системи изпращането на информация към контролера може да се осъществи в единичен комуникационен акт – стойностите на информацията вече не се трансферират в рамките на множество трансакции, а се приемат като единна услуга с входни и изходни параметри. Това значително съкращава комуникационните сесии между PLC и MES системата и позволява по-висока производителност вследствие на по-интензивния обмен на данни. В допълнение, тази конфигурация драстично намалява инженерните разходи за комуникационна връзка между производственото и управленското ниво на мрежата.**

**Днес функцията за интеграция между сървър и клиент, заложена в програмируемите контролери, позволява изграждането на интелигентни мрежи и в същото време гарантира висока степен на сигурност с права на достъп до мрежовите слоеве на услугите.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**С развитието на технологиите през годините и въвеждането на Fieldbus (IEC 61158) протокола програмируемите логически контролери стават все по-свързани.**

**Базовата архитектура на IEC 61131 – стандарта за PLC, приема всеки контролер в мрежата като логически независимо устройство с индивидуална конфигурация.**

**Традиционно програмите се състоят от взаимосвързани функционални блокове, всеки от които може да бъде написан на даден стандартен IEC език. Работните задачи задействат тези функции, а всяка задача се конфигурира за изпълнение по предварително определен начин – в цикъл, непрекъснато, задействана от часовник или входящ сигнал. Така поведението на производствената система, дефинирано от програмируемия контролер, е периодично.**



# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

## **PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Такава архитектура осигурява предсказуеми резултати с нисък риск от грешка, но се оказва доста тромава в условия на работа с по-модерни средства за индустриална автоматизация, които изискват много по-голяма гъвкавост. IoT платформите например налагат използването на контролни системи, които мога да кооперират много по-задълбочено. Отделните PLC контролери се нуждаят от възможности не просто да функционират в близко сътрудничество помежду си, но и с останалите системи във фабриката, а също и да могат да осъществяват външна комуникация към облачна платформа например.**

**Друга особеност на интелигентните фабрики е все по-масовото прилагане на решения за разпределено управление на ниво машина. Така вместо да се използва единичен PLC за управление на дадена машина с множество изпълнителни механизми и роботизирани манипулатори, функциите за управление в реално време се разпределят от архитектурата към индивидуалните подсистеми.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Възможността всеки контролер в мрежата да комуникира с останалите и да отразява външно генерирани събития, например промени в клиентските поръчки, подобрява времената на отговор и цялостната оперативна ефективност.**

**Мрежовата свързаност и разпределеният контрол са от ключово значение за IIoT-базираните PLC контролери, като сега са необходими и много по-мощни процесори. Важни изисквания са висока производителност при изпълнението на задачи, възможност за работа с протоколи за сигурност на ниво трансакция на данни като TLS (Transaction-Layer Security), както и достатъчно памет за обезпечаване на IP (internet-protocol) комуникация.**

**5G е първата безжична комуникационна мрежа, способна да ускори бизнес процеси, свързани с AI, автономните автомобили, роботиката, индустриалния Интернет на нещата (IIoT) и умните градове. Технологията обещава да промени производството, където нуждата от прозрачност и проследимост ще расте.**

# **КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0**

**PLC – основно средство за автоматизирано управление в индустрията**

**Промяната може да се постигне чрез събиране и анализ на данни чрез IoT устройства и с бързата скорост на 5G. Мрежови сензори позволяват да се изведе информация от взаимодействията в реално време между машини, системи, активи и др. Очаква се, че до 2025 г. пазарът на IoT за производството ще нарасне до 575 млрд. USD, а броят на свързаните устройства в сектора на автоматизацията ще се увеличи 50 пъти. Те ще бъдат динамично интегрирани с мрежи, облачни решения и цифрови екосистеми чрез бърза и защитена взаимосвързаност без забавяния. Така ще взаимодействат и осигуряват по-качествена информация.**

**5G ще увеличи данните. Според Четвъртото издание на Глобалния индекс за взаимосвързаност (GXI) инсталираният капацитет на частната взаимосвързаност в производството ще нарасне с 36% годишно между 2019 и 2023 г. и ще достигне 1 310 терабита. Производството ще заема 8% от планирания глобален общ капацитет за взаимосвързаност до 2023 г.**

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Ползи от внедряването на модела Индустрия 4.0

Резултатите от внедряването на модела Индустрия 4.0 показват, че автоматизираните фабрики доставят продукти на пазара по-бързо и по-евтино. Мотивацията за внедряване на индустриална автоматизация е колко бързо ще се осъществи възвръщаемостта на инвестицията (return on investment - ROI). В [Brian Derrick, "Industrial IoT (IIoT) - Where is Silicon Valley?"] са посочени публично обявени примери в различни области на индустрията:

- Една компания за кисело мляко внедри напълно автоматизирана производствена линия, която увеличи капацитета с 300%, намалява разходите с 30% и намалява брака с 95%;

# КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА МОДЕЛА ИНДУСТРИЯ 4.0

## Ползи от внедряването на модела Индустрия 4.0

- Рафинерия за петрол е монтирала безжични акустични сензори и клапани за газовия поток. Тази система се изплати за пет месеца с възвръщаемост на инвестициите от 271% годишно за 20 години. Освен това решението им спести над 3 милиона долара загуби на емисии на въглеродороди годишно чрез бързо откриване и ремонт на дефектни клапани;
- Фирма, която произвежда санитарен гел, намалява производствените разходи с 50% и постига възвръщаемост на инвестициите за шест седмици чрез внедряване на решение за анализ на данни към свързаните им производствени машини;
- Фирма за полупроводниково производство автоматизира своята система за работа с клиенти на потребителски интегрални схеми и постигна 419% ROI за 3 месеца и над 4 милиона долара спестявания годишно.

# **ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД ОБУЧЕНИЕТО НА ИНЖЕНЕРИ В СЪВРЕМЕННИТЕ УСЛОВИЯ**

**Често погрешно схващане е, че изкуственият интелект ще премахне много работни места и професии. Истината е точно обратното, въпреки факта, че една от целите на автоматизацията е да се намали броят на хората в работната сила, които извършват рискована и изтощителна работа, която иначе може да бъде извършена от модерни машини и специализирани роботи.**

**Индустрията изисква повече експерти в областта на изкуствения интелект, роботиката и обработката на данни. Докато софтуерните инженери са квалифицирани да изпълняват тези задачи, в други области в бранша липсват експерти, които могат да решат определени проблеми.**

**Бързото развитие на изкуственият интелект мотивира индустриалните инженери да се квалифицират в тази област, отваряйки вратата към много нови работни места.**

# **ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД ОБУЧЕНИЕТО НА ИНЖЕНЕРИ В СЪВРЕМЕННИТЕ УСЛОВИЯ**

**Инженерната професия преживява технологичен бум, откривайки нови инструменти и материали, които улесняват иновациите.**

**Развитието на технологиите, свързани с IoT, в комбинация с AI може да доведе до необходимост от откриване на нови работни места, както и до нови дисциплини и области на работа.**

**Новите технологии се нуждаят от все повече и по-способни инженери. Все още не достигат софтуерни инженери, PLC програмисти и проектантите на вградени системи. Бързият напредък в тези области ще ускори преквалификацията на инженерите от други клонове. Освен това инженерите по индустриална автоматизация трябва да продължават да се квалифицират, за да следват развитието на техниката.**

# **ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД ОБУЧЕНИЕТО НА ИНЖЕНЕРИ В СЪВРЕМЕННИТЕ УСЛОВИЯ**

**В своя статия през 2000 г. (Levine, A. 2000. The remaking of the American university. Innov. Higher Education. 25, 253–267) проф. Артър Левайн предположи, че пет мощни сили потенциално биха променили драстично висшето образование. Те са възходът на информационната икономика, променящата се демография, новите технологии, приватизацията на висшето образование и сближаването на организациите, произвеждащи знания. След малко повече от десетилетие и половина се случва голяма част от прогнозата и той очаква следните тенденции:**

- Висшето образование ще бъде индивидуализирано;**
- Фокусът на висшето образование ще се измести от преподаване към учене;**
- Значението на придобитите степени ще намалее по важност (образование, основано на компетентност).**