



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
SEP 0605 – Automação da Produção

Aula 0 - Programa do Curso

Prof. Eraldo Jannone da Silva



Agenda



- Objetivos
- Programa do Curso
- Avaliações



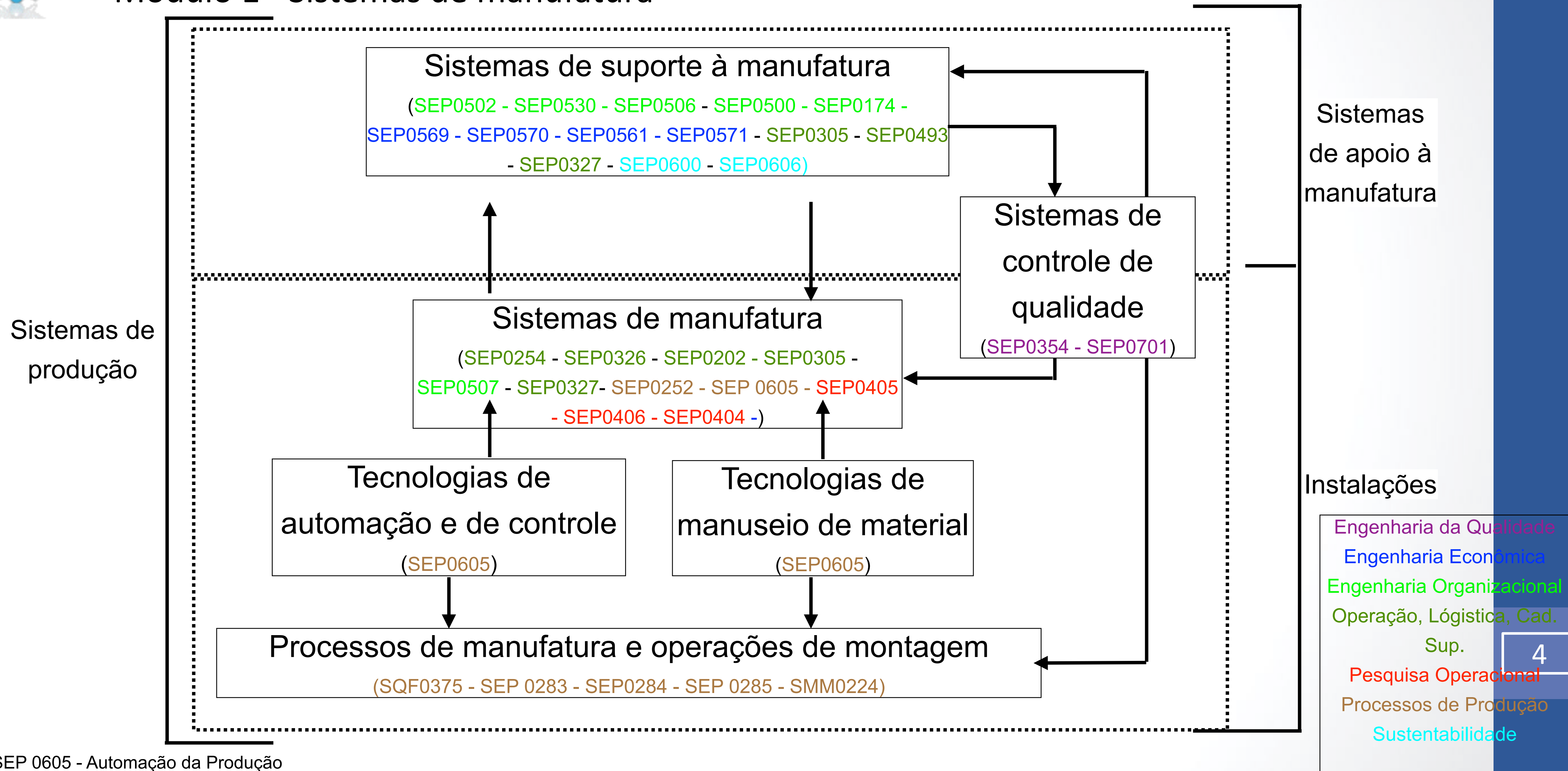
1. Objetivos

- Apresentar e projetar sistemas de automação da produção e suas características, aplicações, capacidades e princípios de programação.



2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura





2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura - Visão sistêmica da empresa e do seu ecossistema



Fonte: https://flexmethod4innovation.com/teoria/conceitos/inovacao/#Visao_sistematica_da_empresa_e_seu_ecossistema



2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura

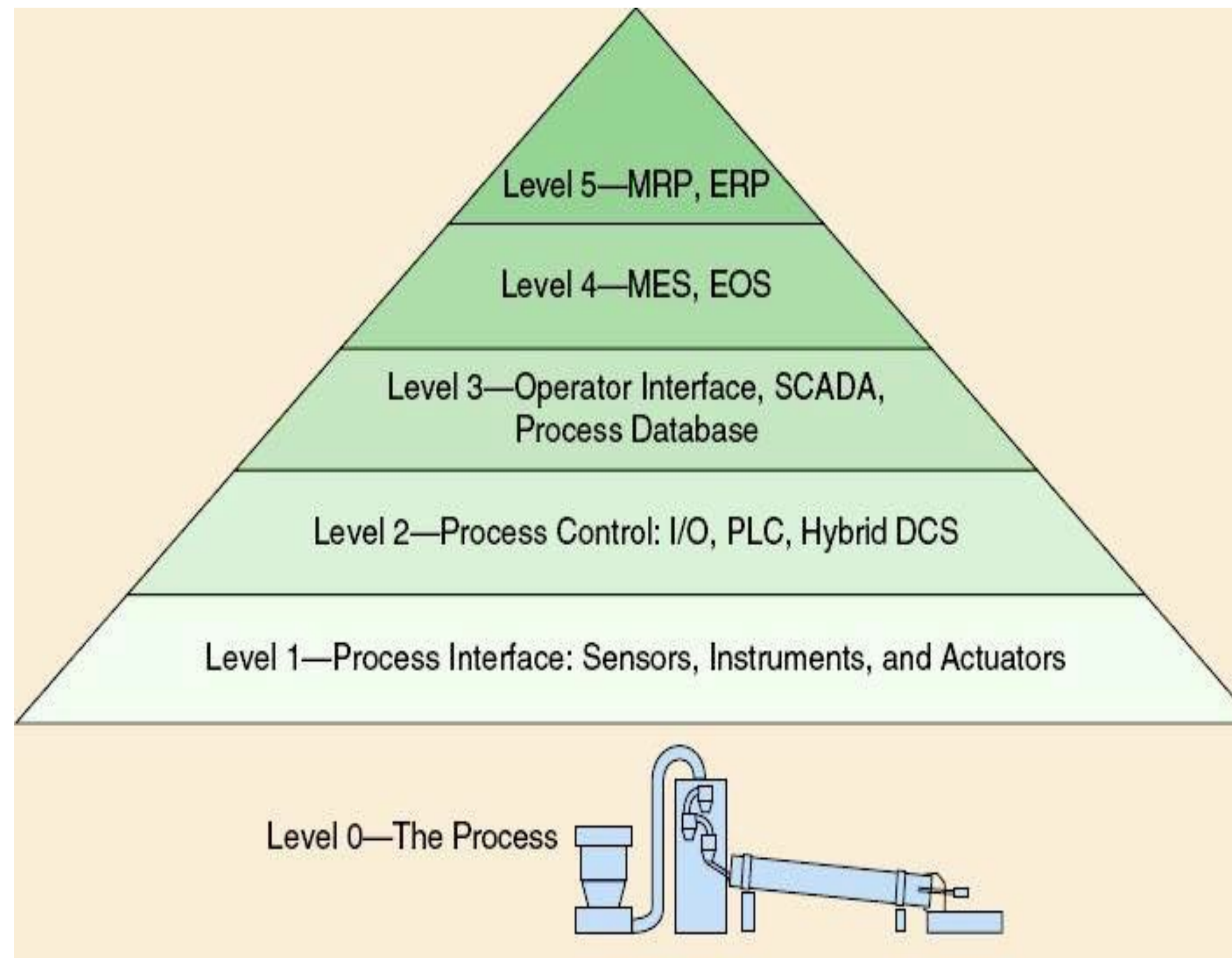


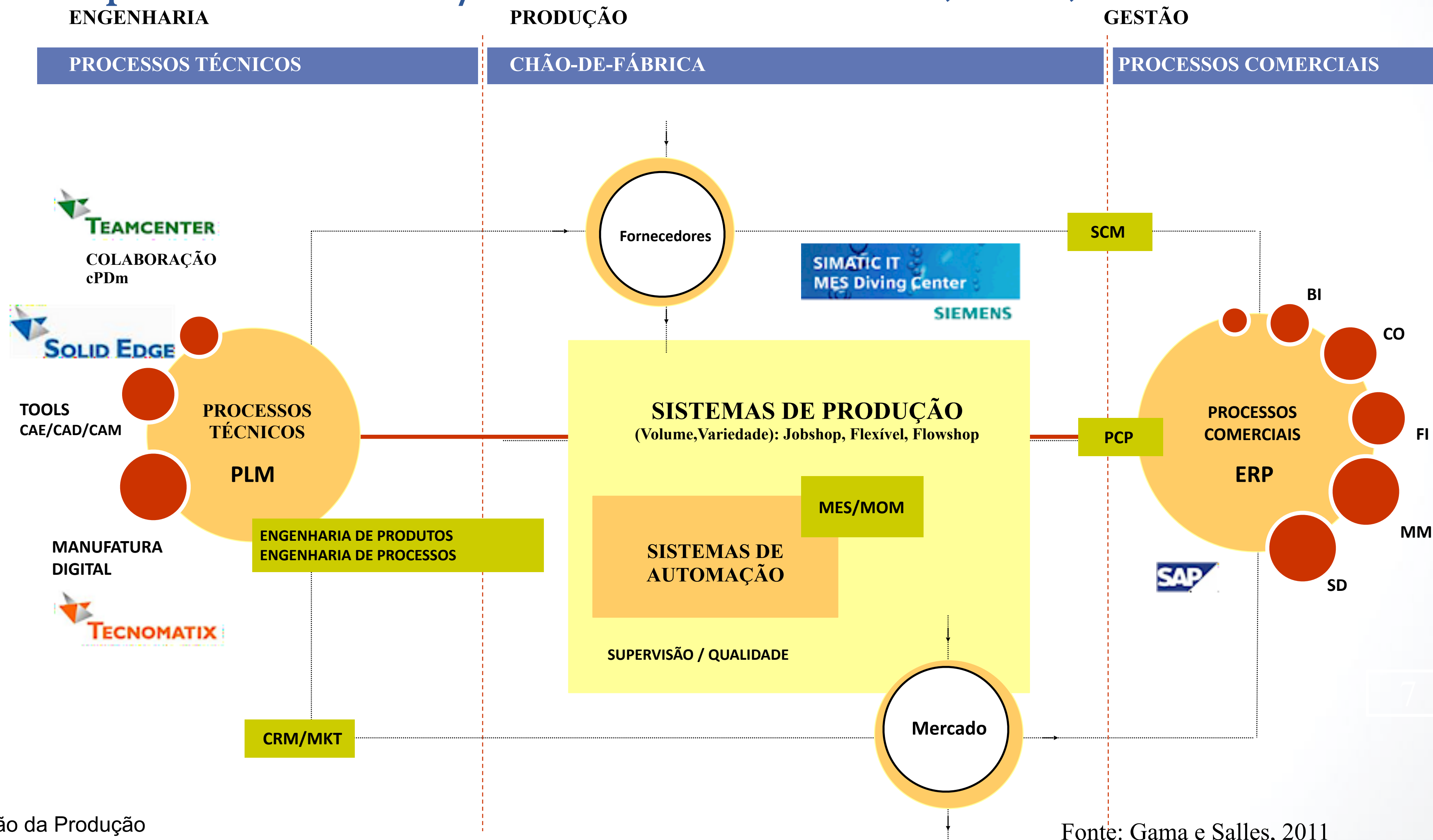
Figure 1 – Automation Pyramid [8].



2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura

Exemplo Siemens AG/PLM Software - PLM, MES, ERP

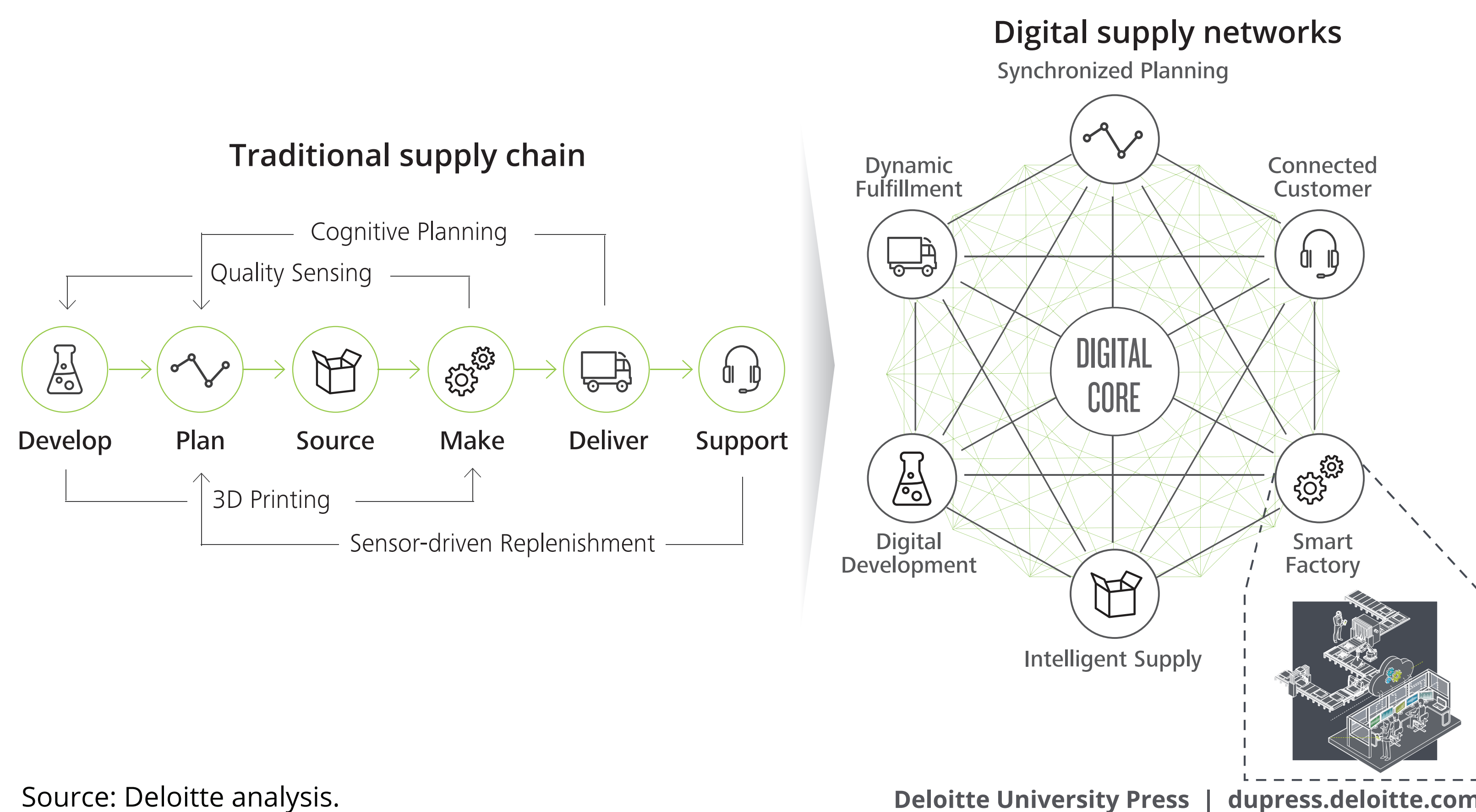




2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura

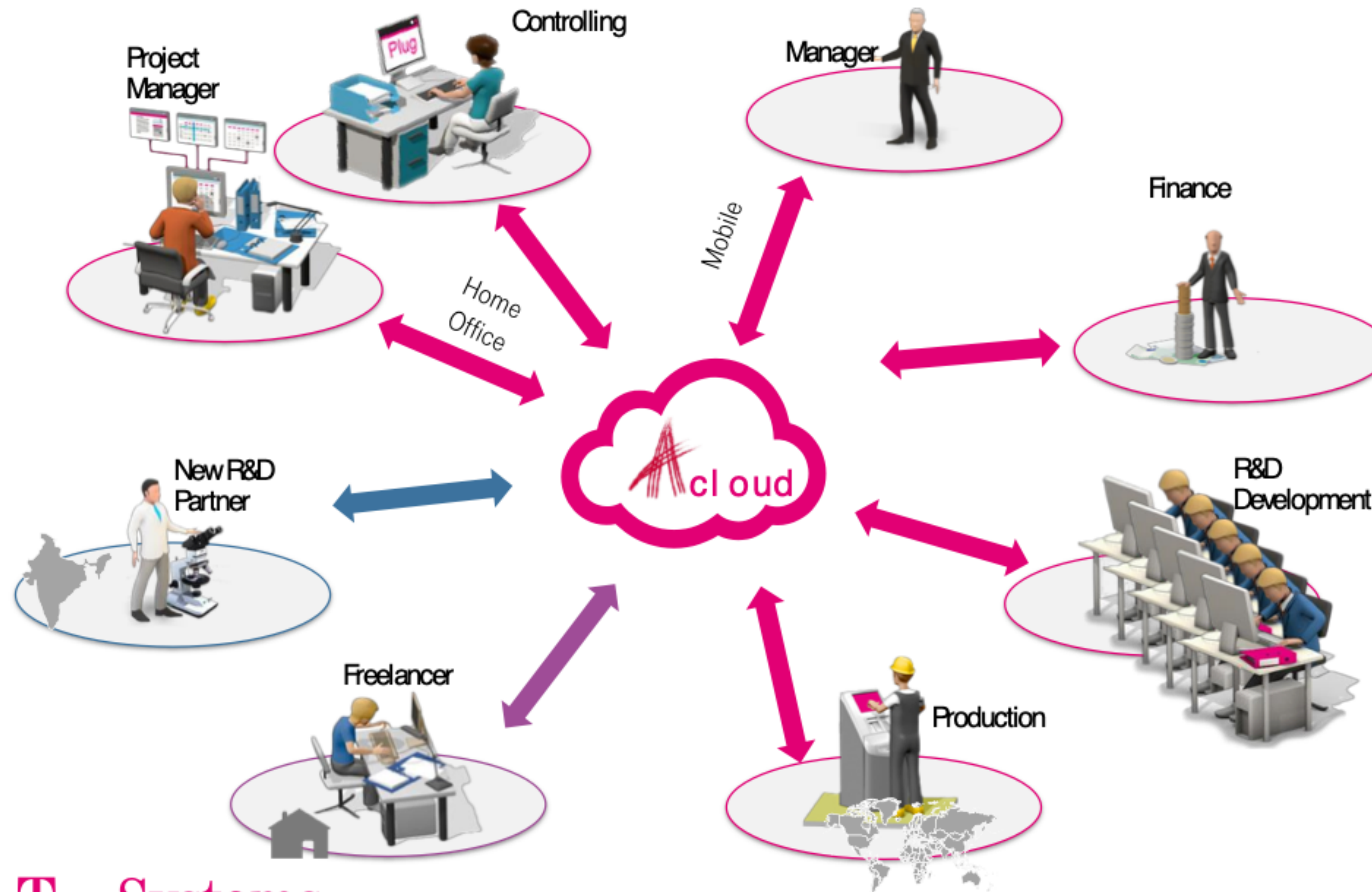
Figure 1. Shift from traditional supply chain to digital supply network





2. Programa

- Cloud PLM





2. Programa

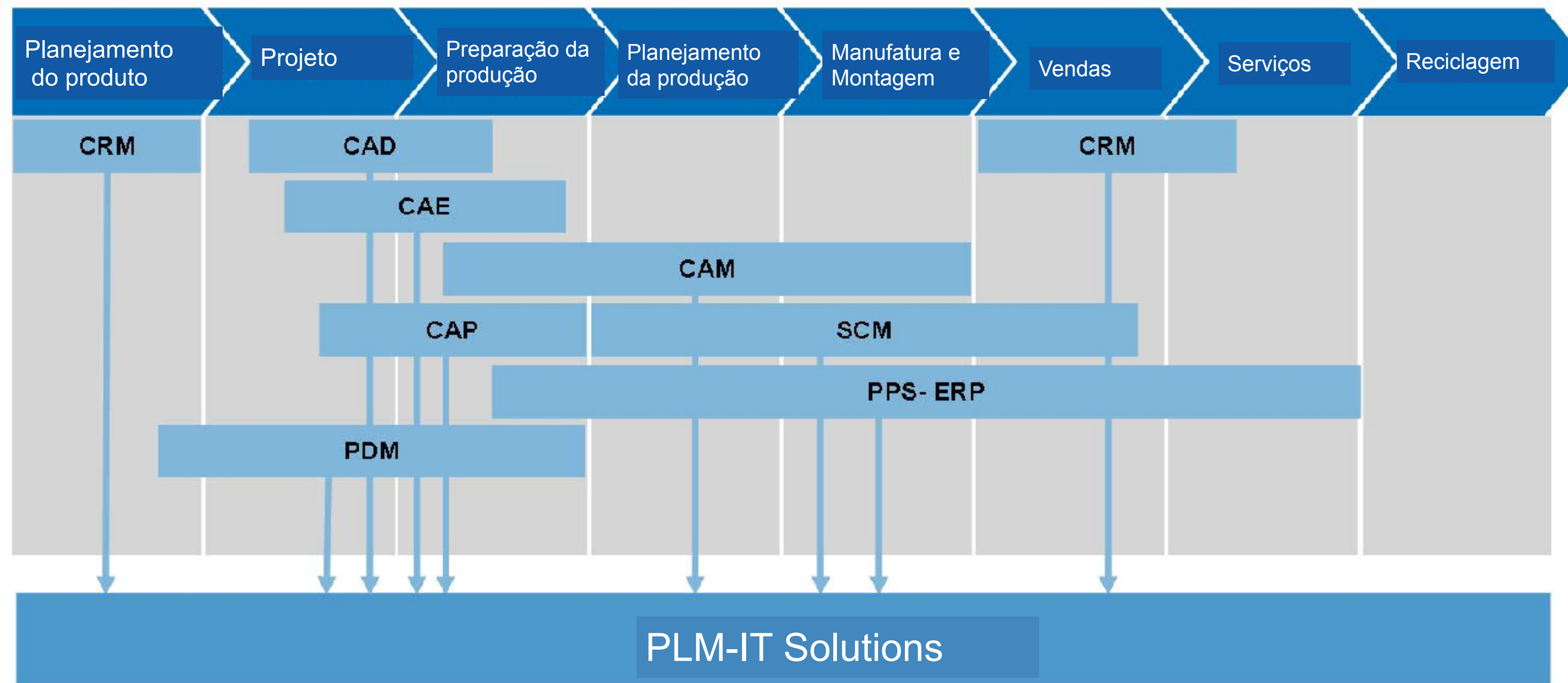
- Módulo 1 - Sistemas de manufatura
 - Product Lifecycle Management (PLM) - Sistema de gestão de um produto e sua informação associada, desde a concepção até o fim da vida.





2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura
 - Product Lifecycle Management (PLM) - Sistema de gestão de um produto e sua informação associada, desde a concepção até o fim da vida.



Legende:

CAD = Computer Aided Design
PDM = Product Data Management
ERP = Enterprise Resource Planning
CRM = Customer Relationship Management

CAE = Computer Aided Engineering
MRP = Material Resource Planning
CAP = Computer Aided Planning
PLM = Product Lifecycle Management

CAM = Computer Aided Manufacturing
PPS = Produktionsplanung und Steuerung
SCM = Supply Chain Management





2. Programa

- Módulo 1 - Sistemas de manufatura - Parte 1

Componentes de um sistema de manufatura

- Máquinas de produção;
- Sistemas de manuseio de materiais;
- Sistemas de controle computadorizado;
- Recursos humanos
- Esquema de classificação para sistemas de manufatura
 - Tipos de operações realizadas
 - Número de estações de trabalho
 - Layout do sistema
 - Níveis de automação e de apoio humano
 - Variedade de peça e produto

- Sistemas de manufatura - Parte 2

- Células de manufatura com uma estação
- Linhas de montagem manuais
- Linhas de produção automatizadas

- Sistemas de manufatura - Parte 3

Sistemas de montagem automatizados

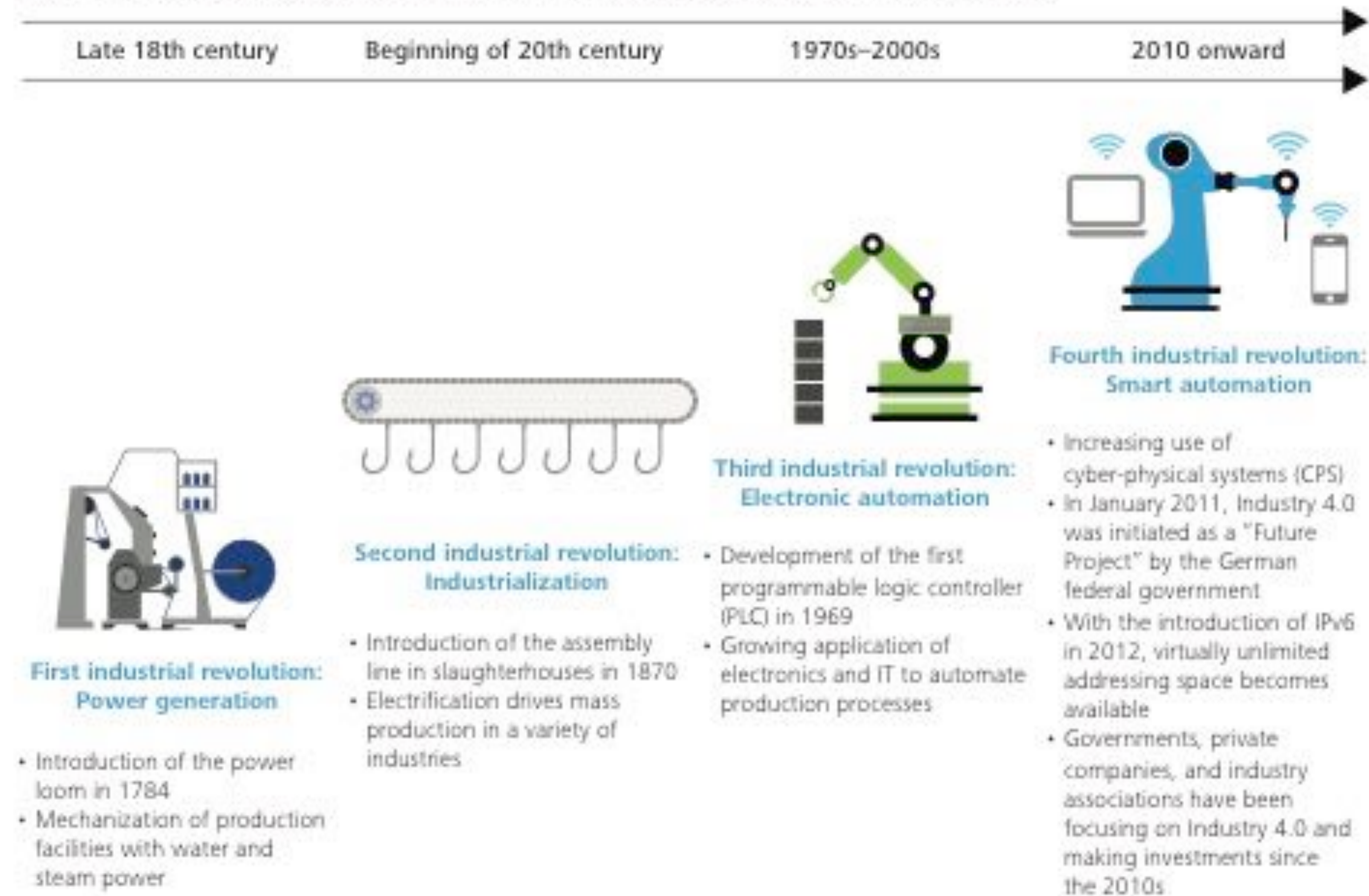
- *Manufatura celular (já estudado em PCP II (SEP0326) e na disciplina SEP0202 - Lay-Out e Produtividade) - consultar material no e-disciplinas referente a aula de hoje.
- Sistemas flexíveis de manufatura



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

Figure 1. A history of industrial revolutions: Industry evolution with key developments



Sources: Germany Trade & Invest, "INDUSTRIE 4.0—Smart manufacturing for the future," July 1, 2014; National Academy of Science and Engineering, "Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0," April 2013; Deloitte analysis.

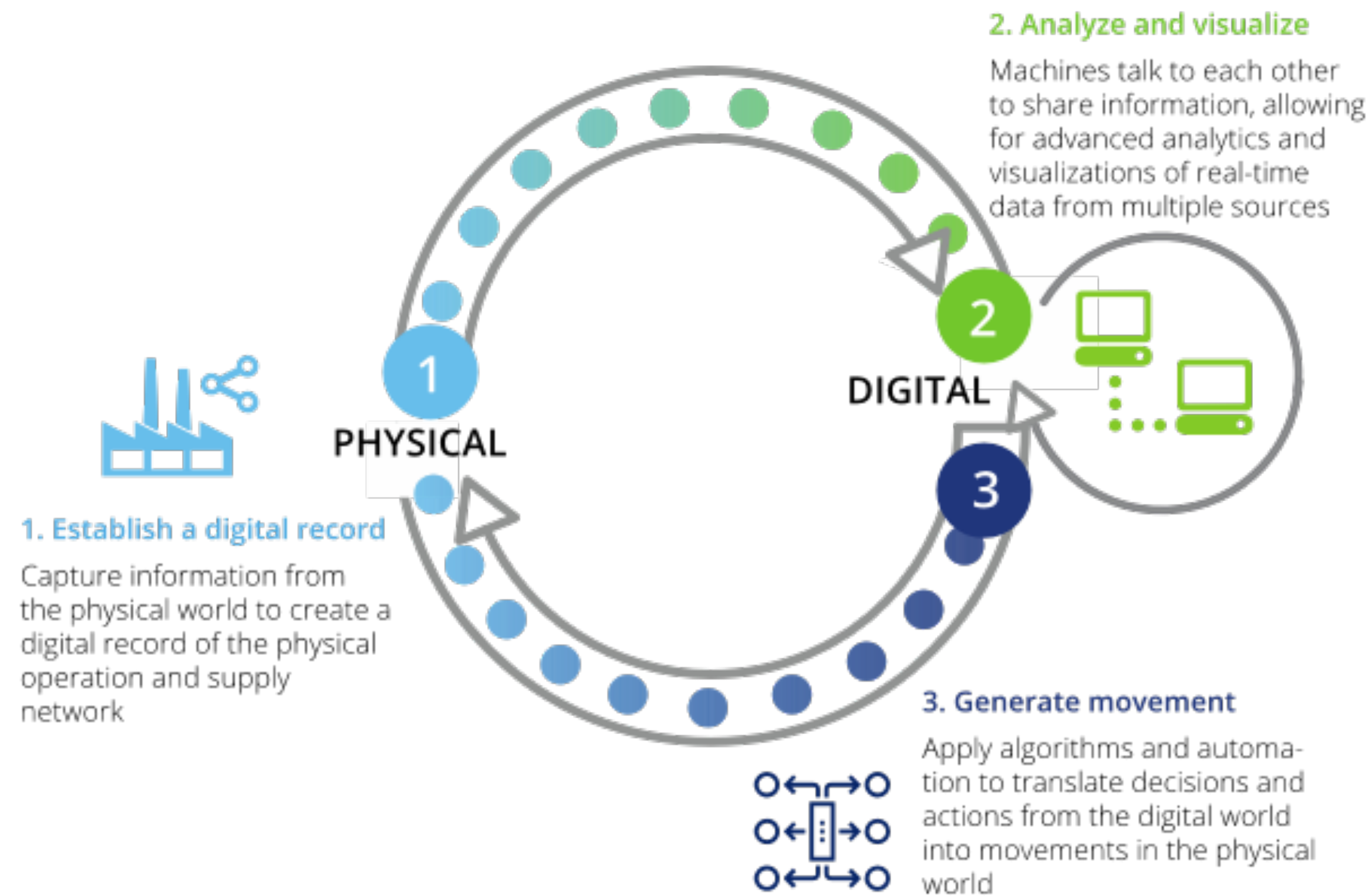
Graphic: Deloitte University Press | DUPress.com



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

Figure 1. Physical-to-digital-to-physical loop and related technologies



Source: Center for Integrated Research.

Deloitte Insights | deloitte.com/insights



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

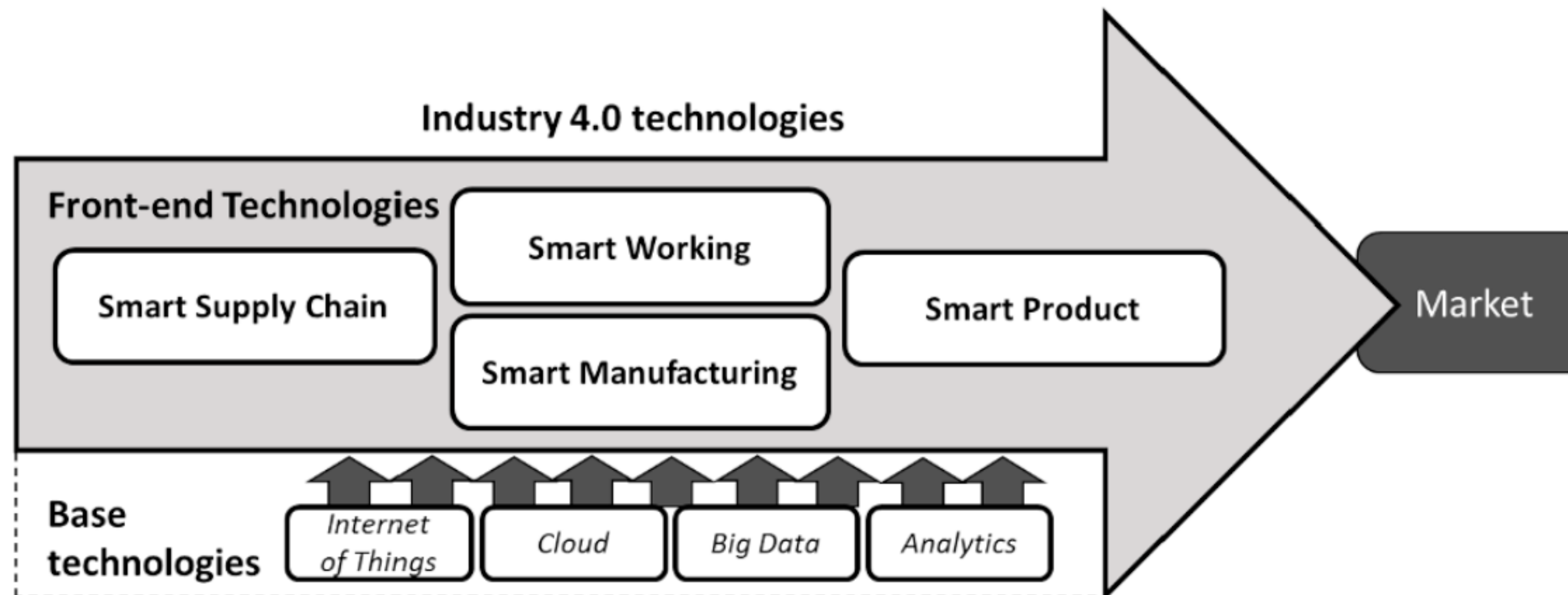


Fig. 1. Theoretical framework of Industry 4.0 technologies.

Fonte: A.G. Frank et al., *Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies*
International Journal of Production Economics 210 (2019) 15–26



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

Internet das coisas (IoT)



Fonte:Future Technologies

“Trata-se de um novo paradigma na comunicação eletrônico de dados sem fio, no qual objetos de nosso dia a dia passam a ter capacidade de se conectarem por meio da internet, de modo a colaborar entre si, com o objetivo de executarem uma determinada função” Atzori e colaboradores (2010)

Internet Industrial das coisas (IIoT)



Fonte:QRAPP Technology

"Internet Industrial das coisas (IIoT) é a rede de componentes industriais inteligentes e altamente conectados que são implantados para atingir alta taxa de produção com custos operacionais reduzidos por meio de monitoramento em tempo real, gerenciamento eficiente e controle de processos industriais, ativos e tempo operacional." (Khan e colaboradores, 2020)

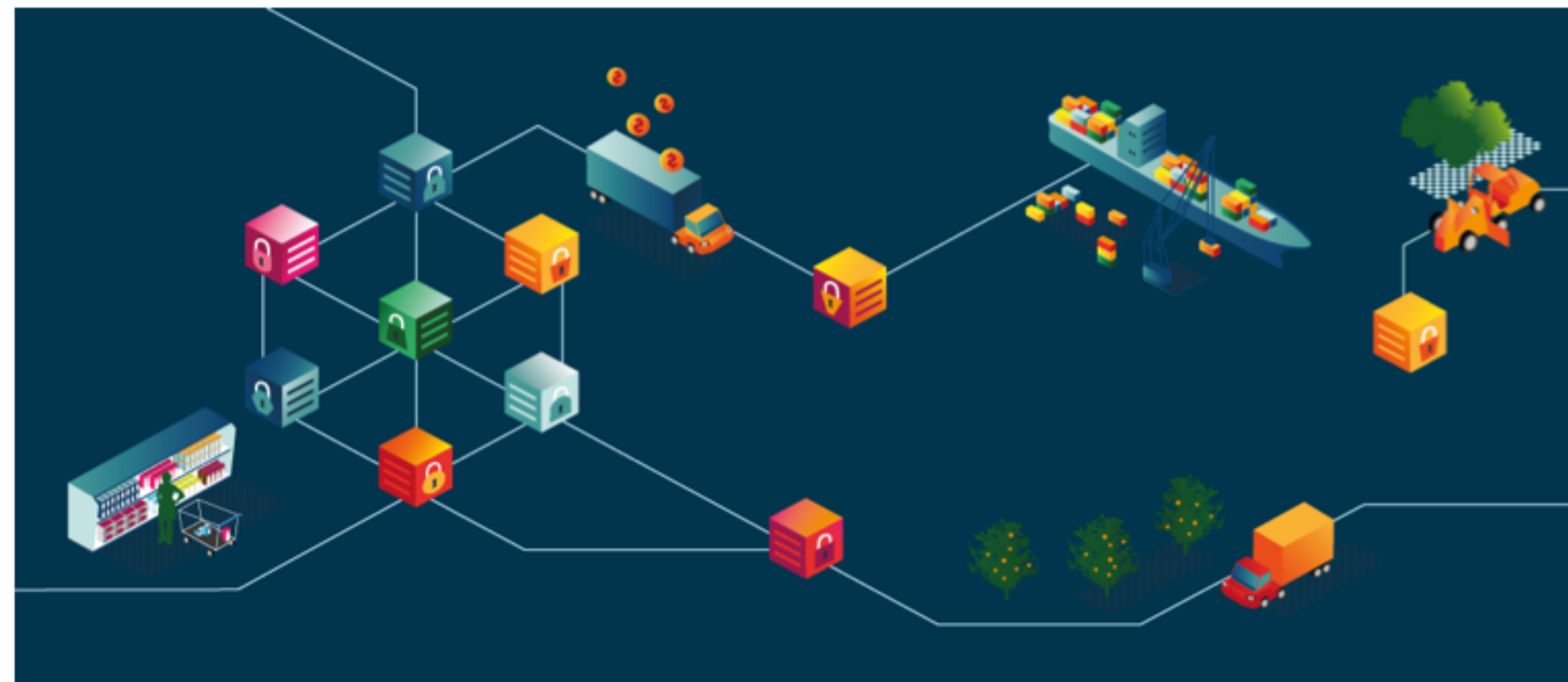


2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva



- *Blockchain* (protocolo simples e inovador que permite que transações sejam simultaneamente anônimas e seguras, mantendo um livro-razão de valor público e inviolável) –

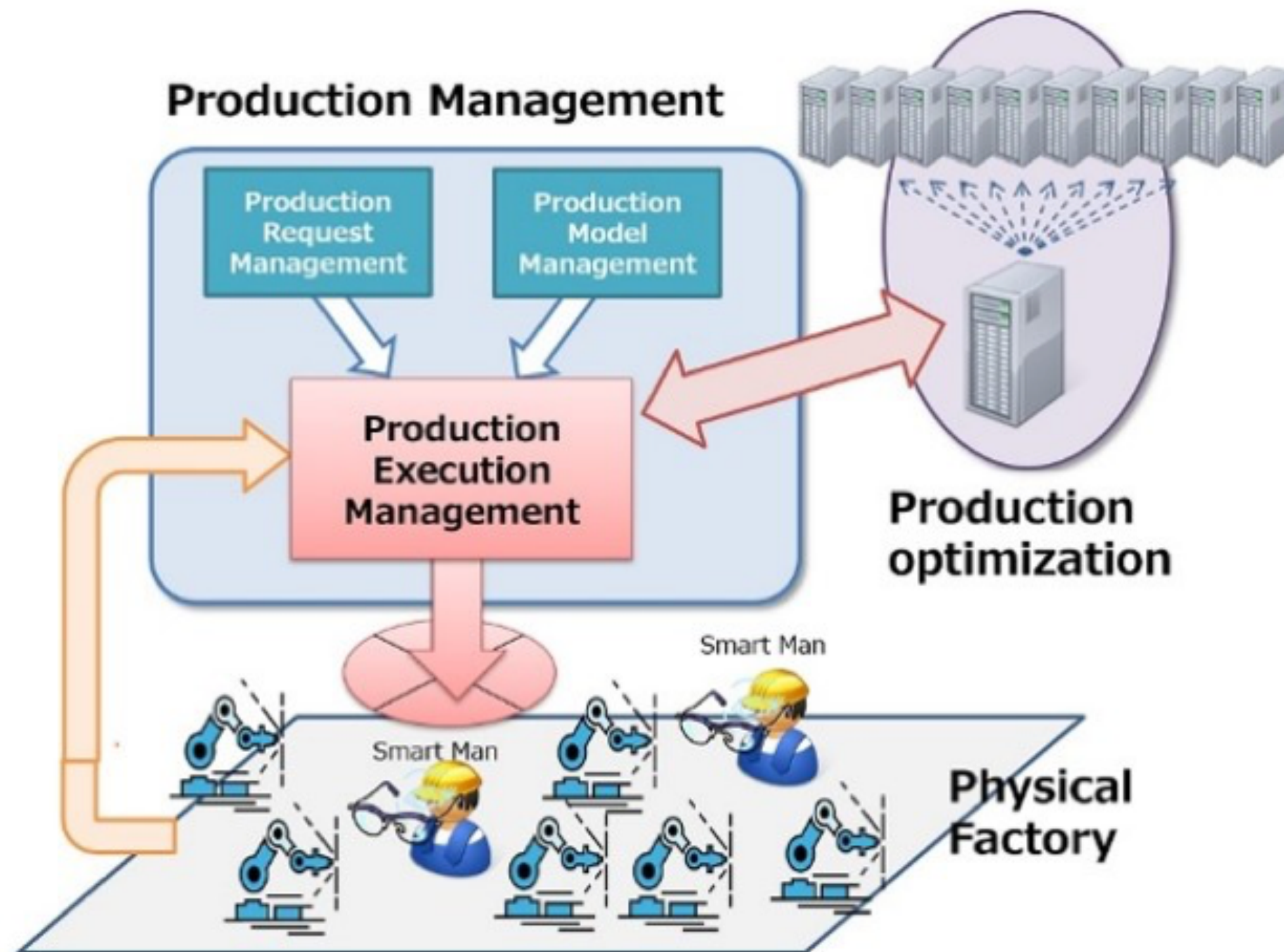


<https://revistapesquisa.fapesp.br/decifrando-o-blockchain/>



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva



Fonte: Lexer (<http://www.lexer.co.jp/en/product/iot>)

“Os sistemas ciberfísicos (CPS) são sistemas de entidades computacionais colaborativas que estão em intensa conexão com o mundo físico circundante e seus processos em andamento, fornecendo e utilizando, ao mesmo tempo, serviços de acesso e processamento de dados disponíveis em a Internet .”

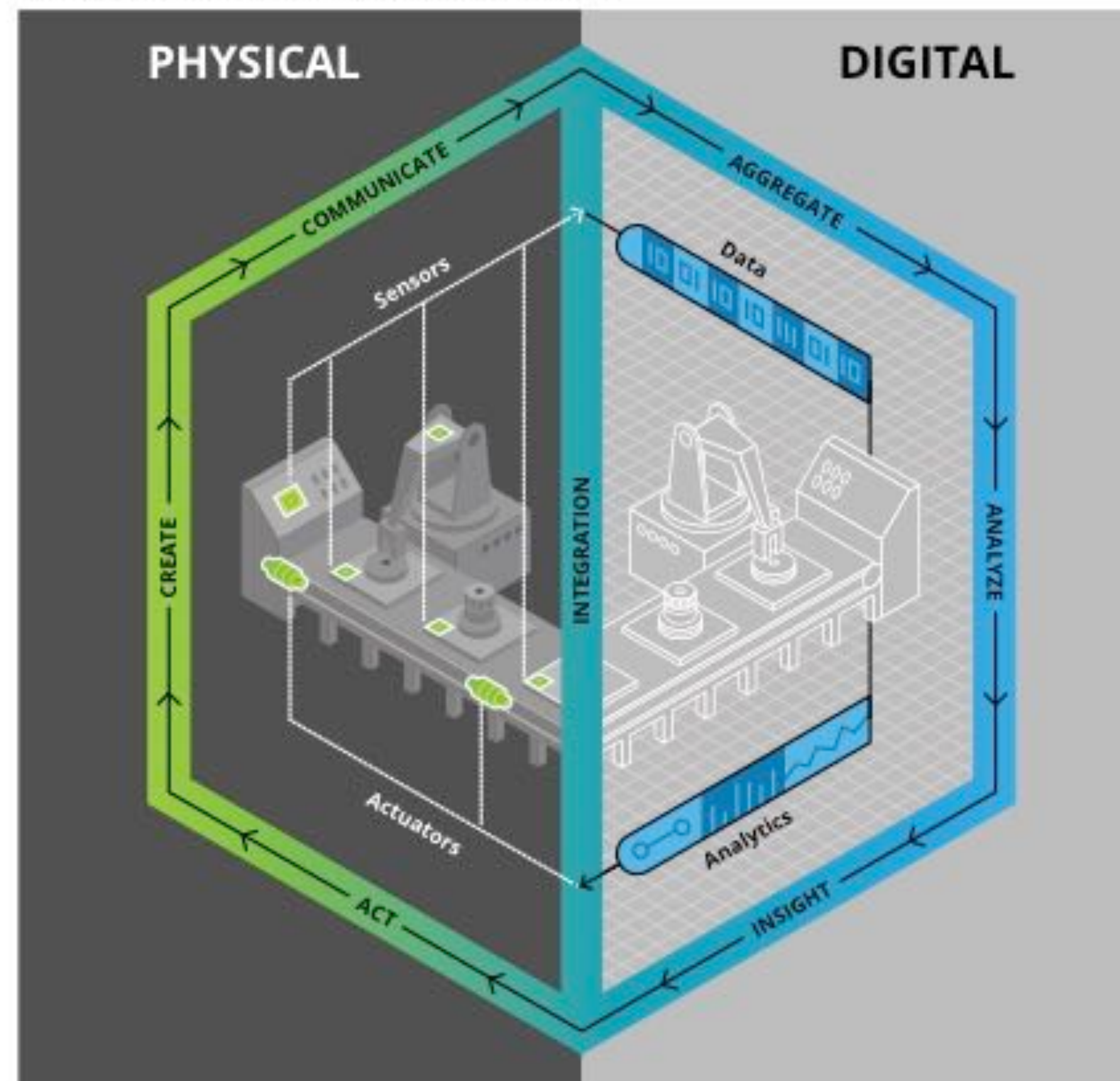
L. Monostori et al. / Cyber-physical systems in manufacturing, CIRP Annals - Manufacturing Technology 65 (2016) 621–64



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva
- Digital Twin

Figure 1. Manufacturing process digital twin model



Source: Deloitte University Press.

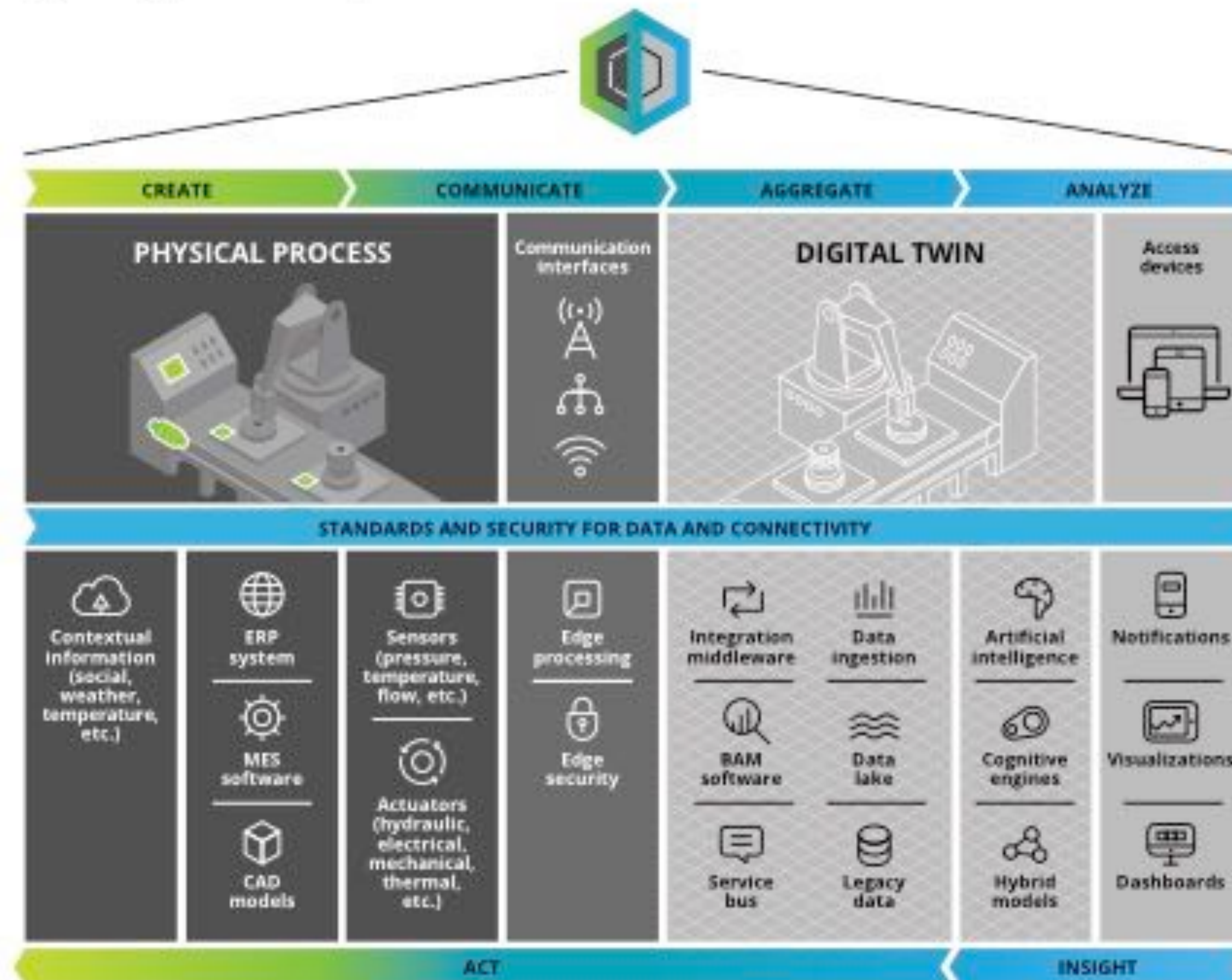
Deloitte University Press | dupress.deloitte.com



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

Figure 2. Digital twin conceptual architecture



Source: Deloitte University Press.

Deloitte University Press | dupress.deloitte.com



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

2. Inteligência artificial (AI)

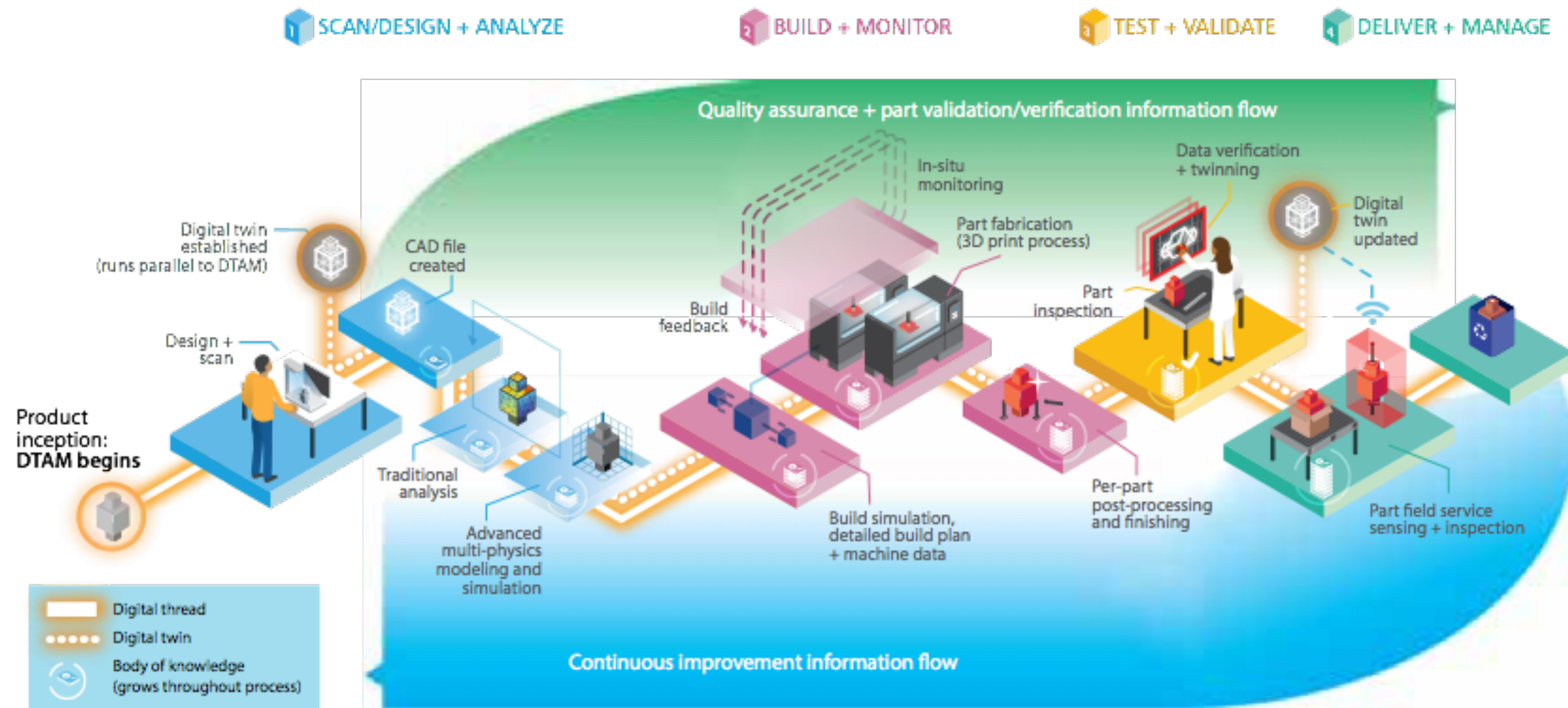
- Termo: 1956 – John McCarthy – MIT-EUA
- Nils (2010): “uma atividade dedicada a tornar inteligentes as máquinas, e a inteligência é a qualidade que permite que uma entidade funcione adequadamente e com capacidade de previsão em seu ambiente.



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

Figure 1. The digital thread for additive manufacturing



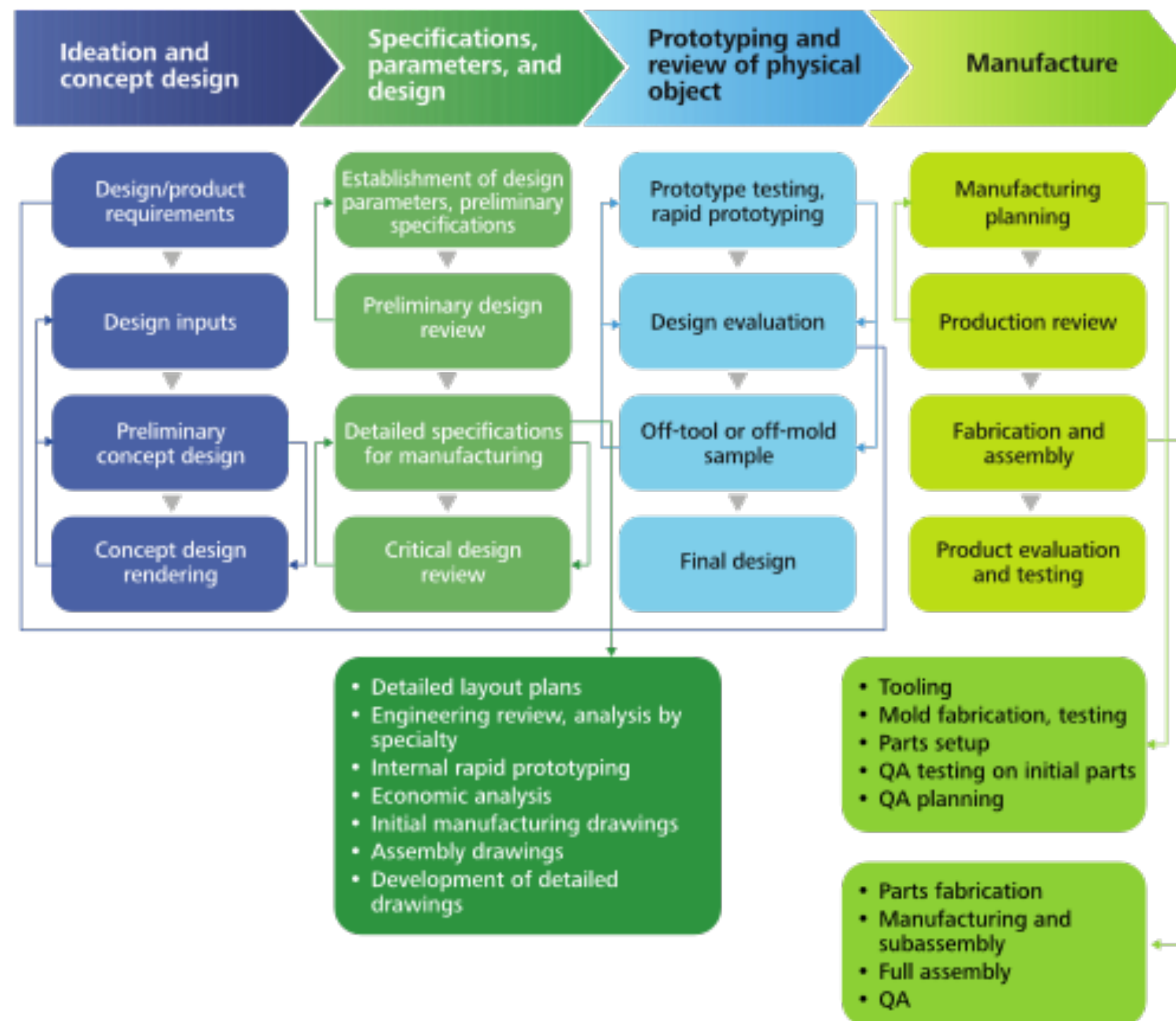
Deloitte University Press | dupress.deloitte.com



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

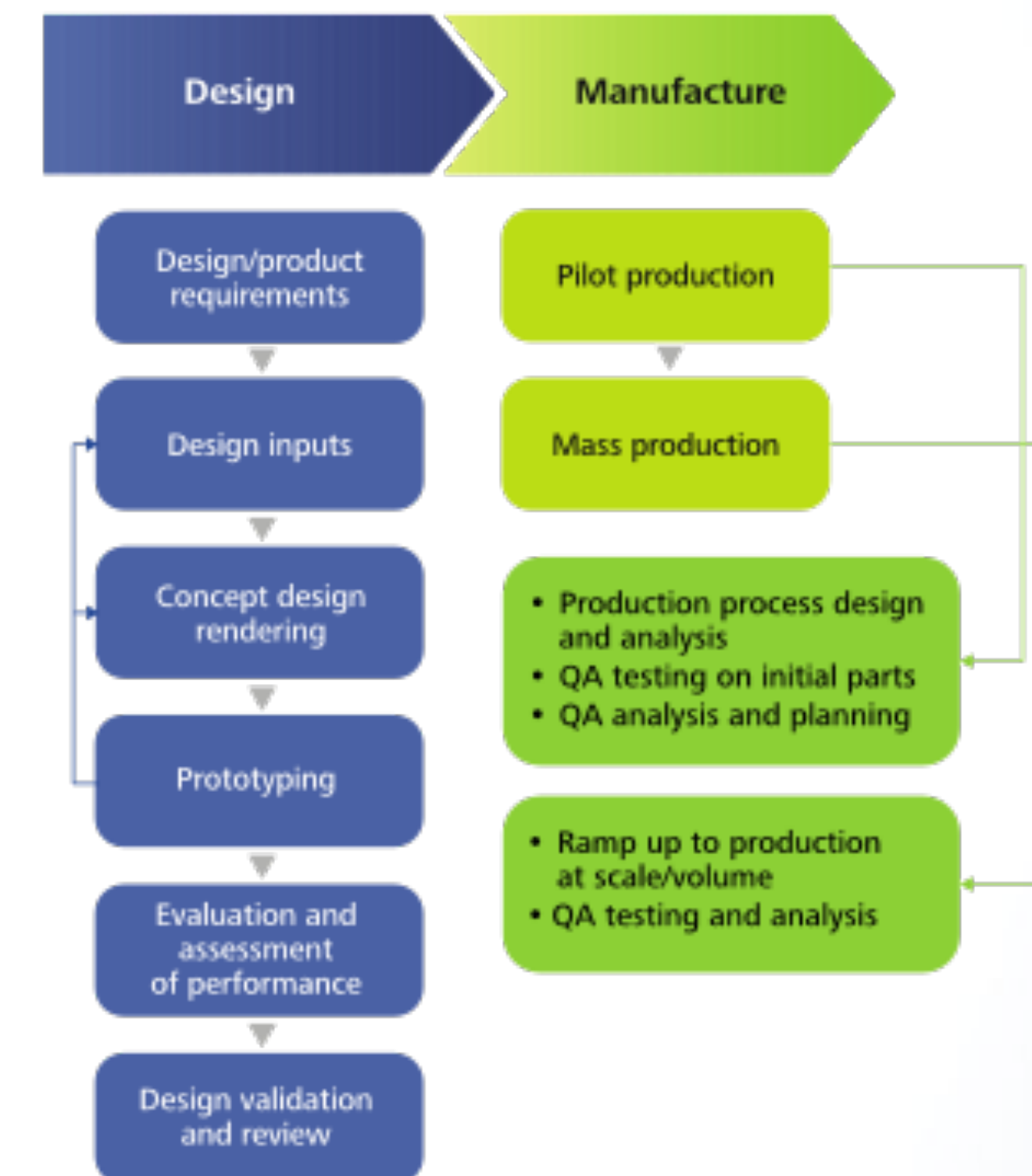
Figure 2. "Extended and specialized" design and production process



Source: Deloitte analysis.

Graphic: Deloitte University Press | DUPress.com

Figure 3. "Condensed and collaborative" design and production process



Source: Deloitte analysis.

Graphic: Deloitte University Press | DUPress.com



2. Programa

- Módulo 2: Indústria 4.0: IoT, blockchain; sistemas ciberfísicos; digital twin; IA e manufatura Aditiva

Conexão 4.0

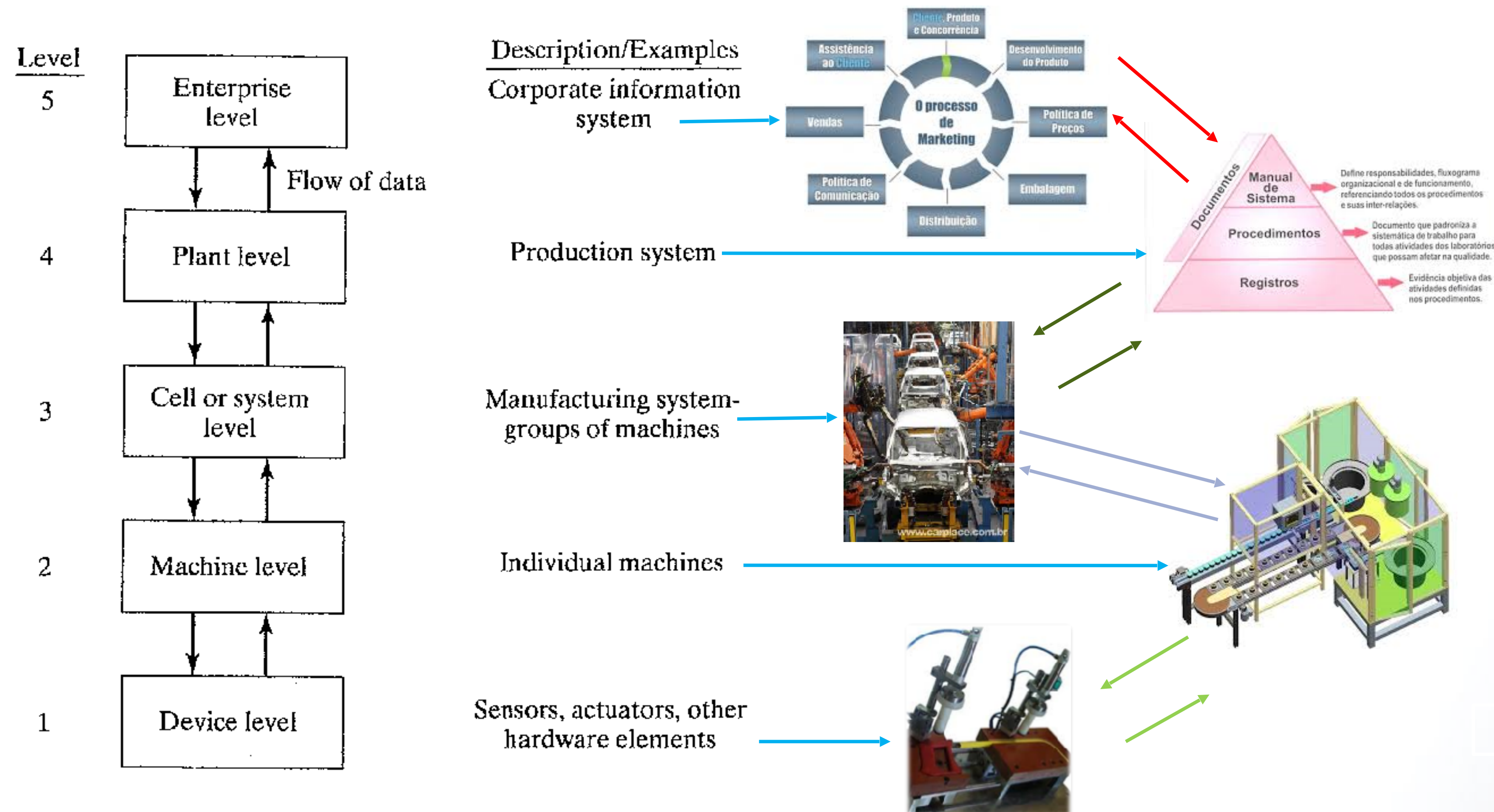
<https://globoplay.globo.com/v/9348524/>

- Fazenda sustentável (<https://www.cnbc.com/video/2017/03/05/one-of-the-most-sustainable-farming-enterprises-meets-hi-tech.html?play=1>)



2. Programa

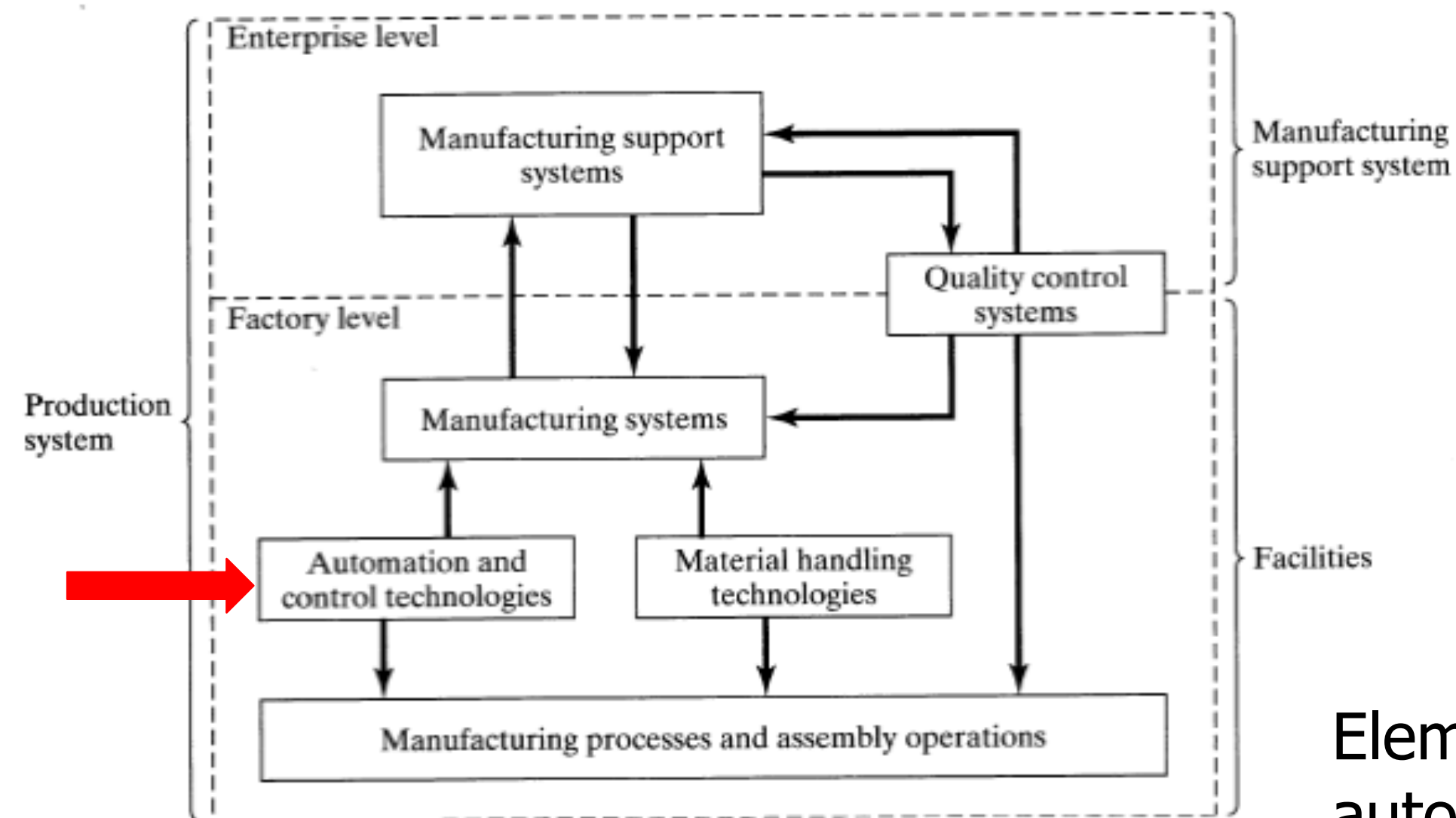
- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Automação e sistemas de controle industrial



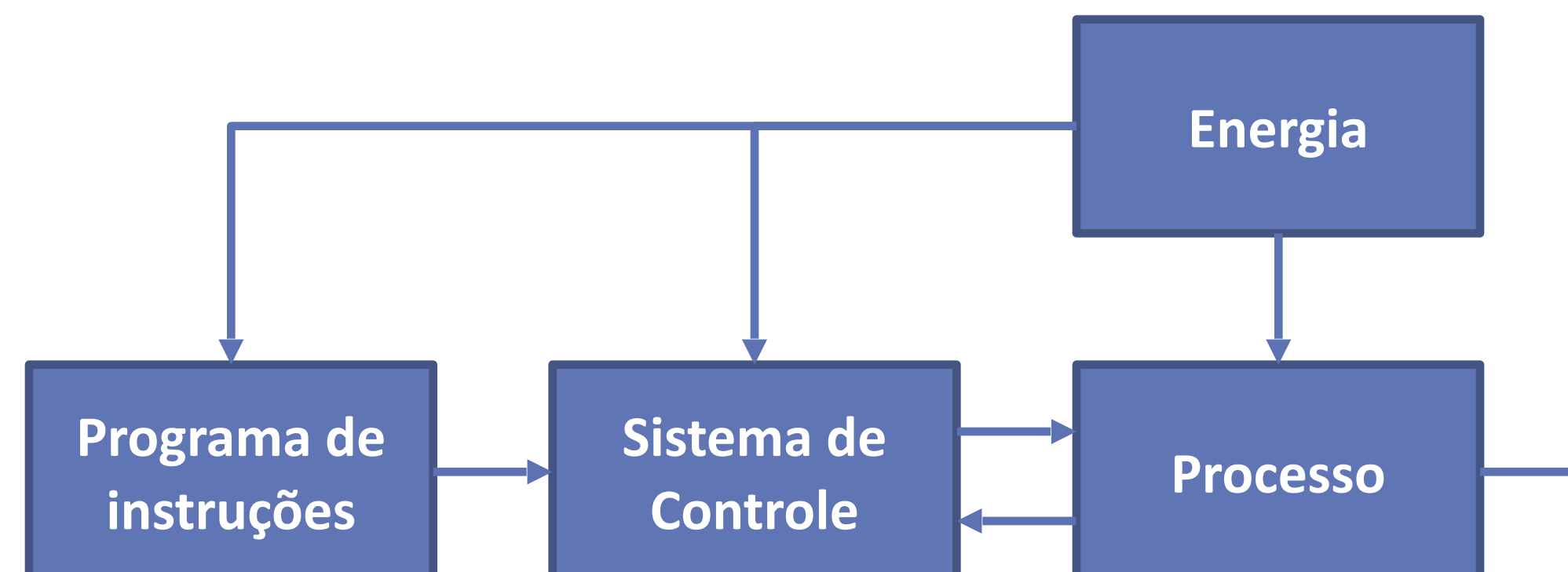


2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Automação e sistemas de controle industrial



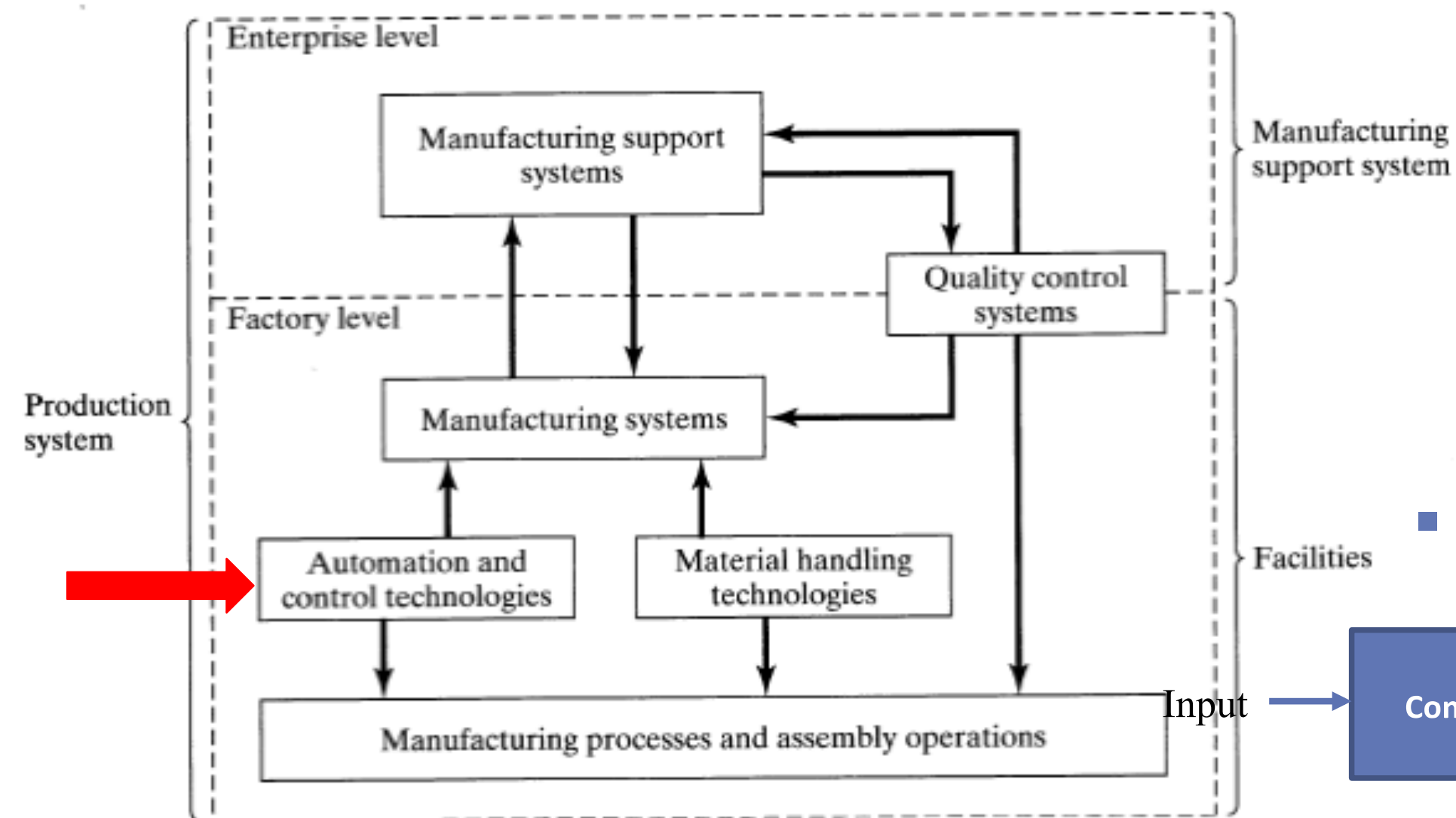
Elementos básicos de um sistema de automação





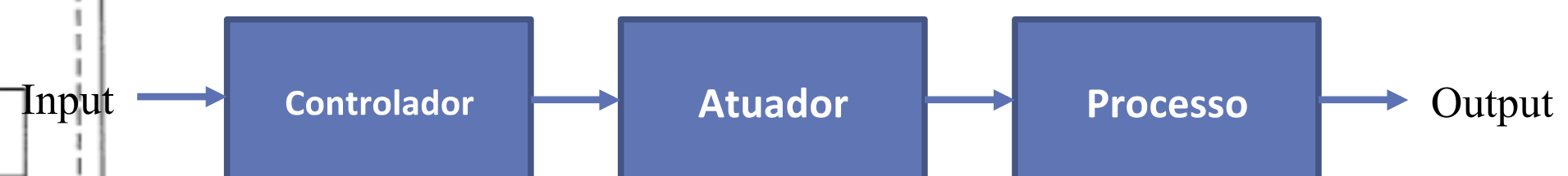
2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Automação e sistemas de controle industrial

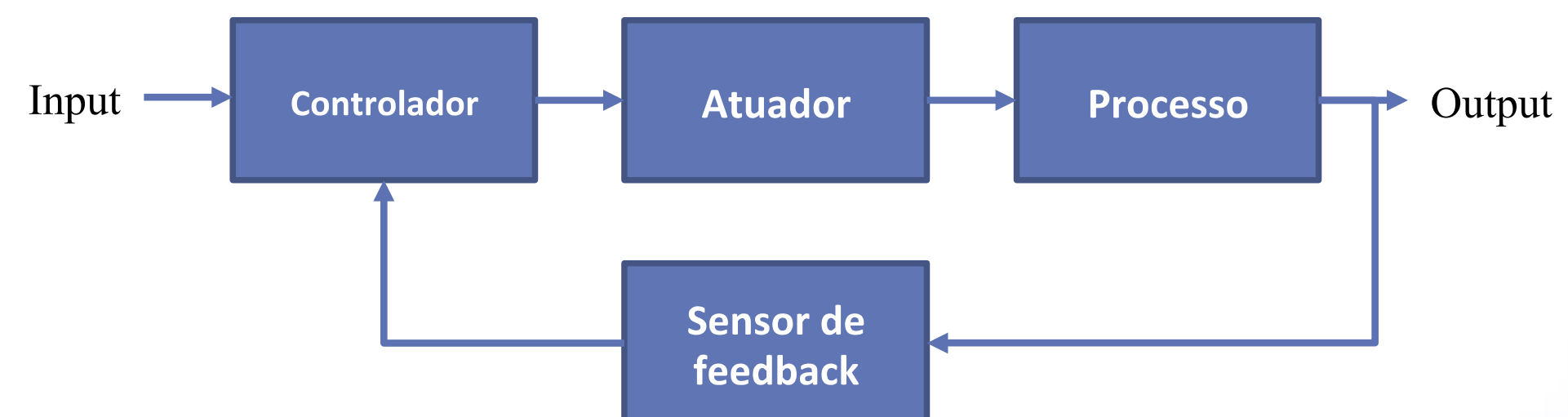


Sistemas de Controle

■ Malha aberta



■ Malha fechada

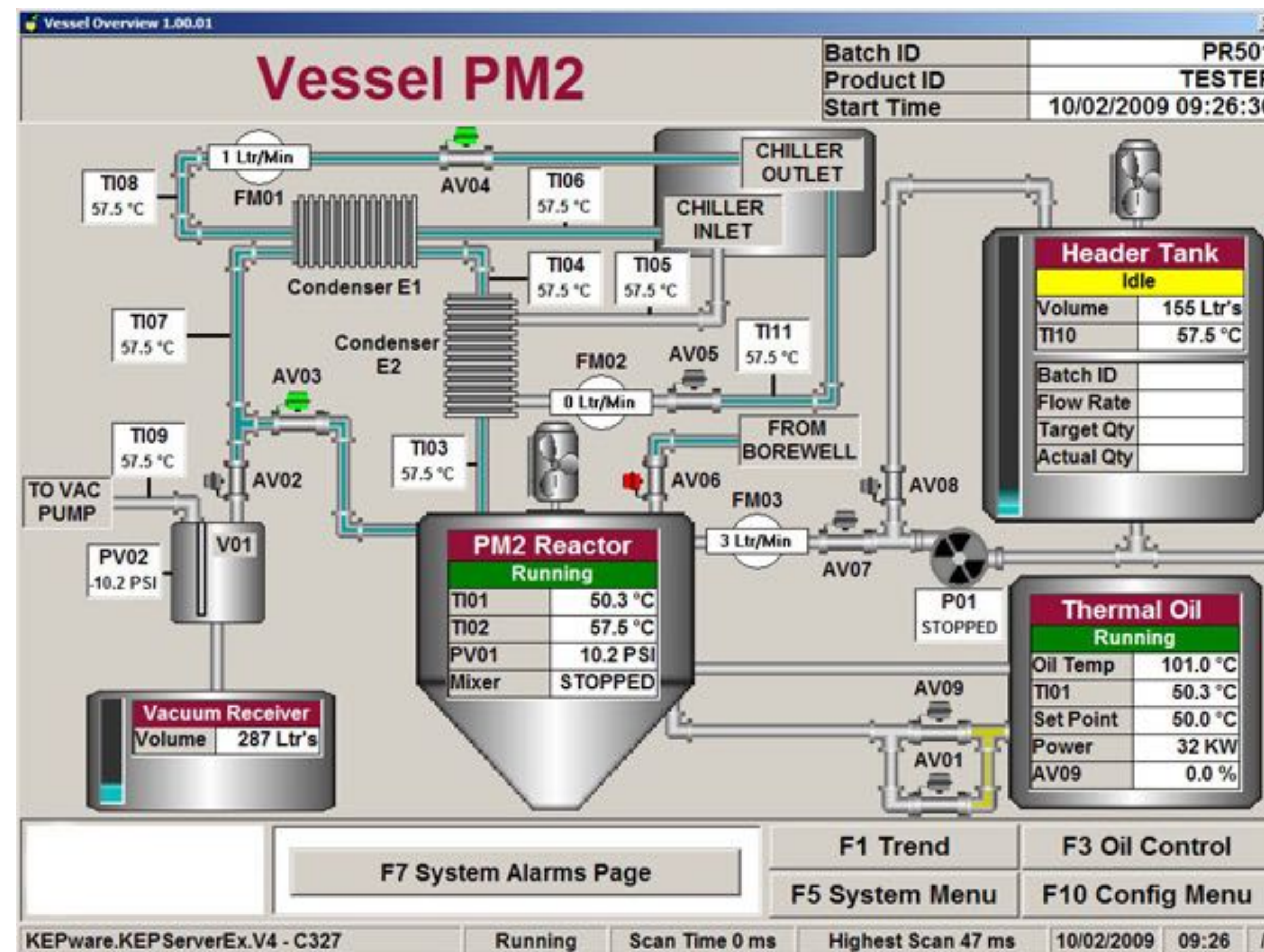




2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Automação e sistemas de controle industrial

Processos contínuos





2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Automação e sistemas de controle industrial

Processos discretos

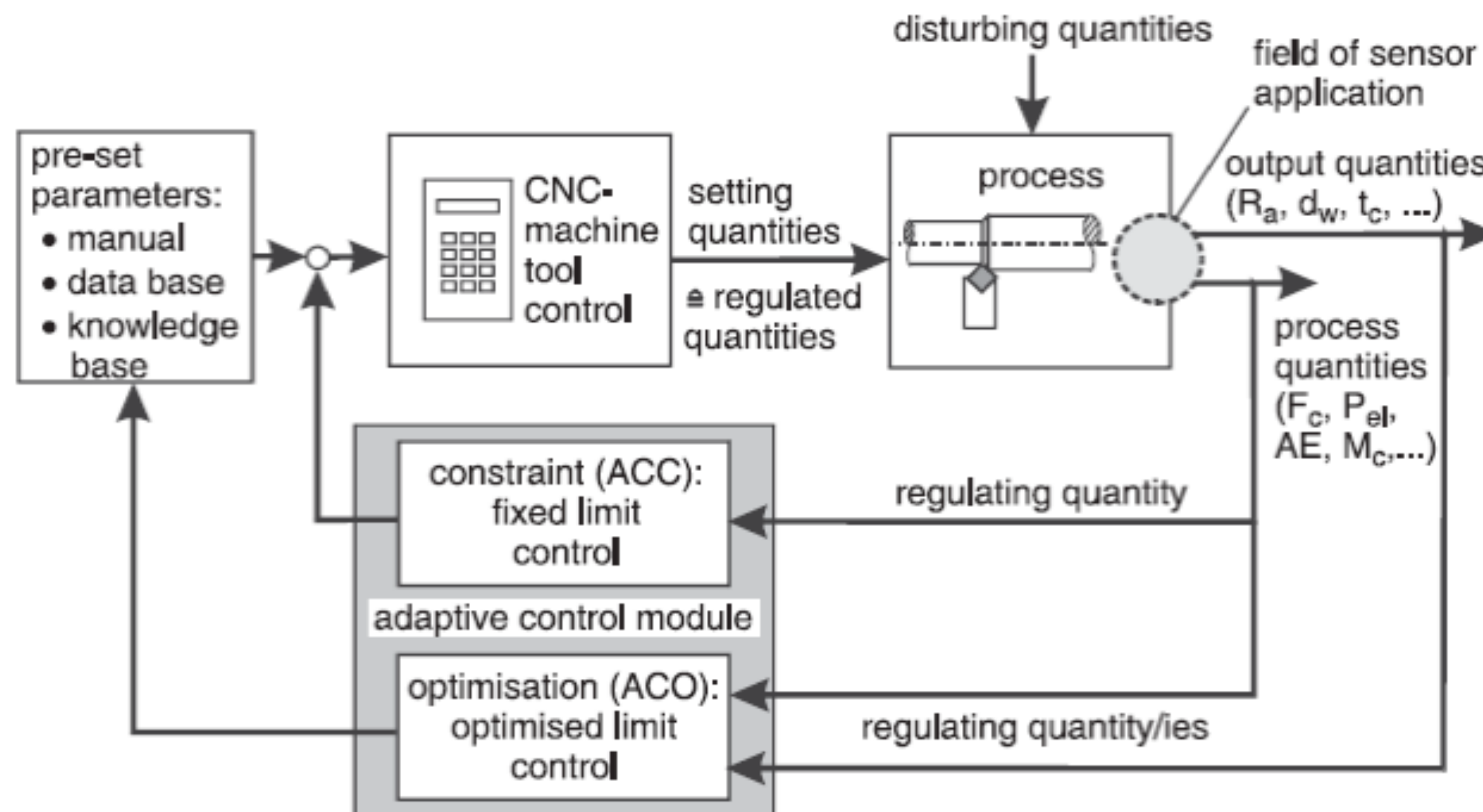


Fig. 4.3-22 Schematic set-up of adaptive control systems



2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Componentes de hardware para automação de processos

Sensores



Touch Sensor



Ultrasonic Sensor



PIR Sensor Pyroelectric (“Passive”) Infrared



Speed Sensor



Temperature Sensor

**Different Types of
Sensors and Their
Applications**



2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Componentes de hardware para automação de processos

Atuadores



<http://www.directindustry.com/prod/oriental-motor/product-15580-388361.html>



2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Controle numérico, controle discreto utilizando controladores lógico programáveis e sistemas on-chip.



CNC

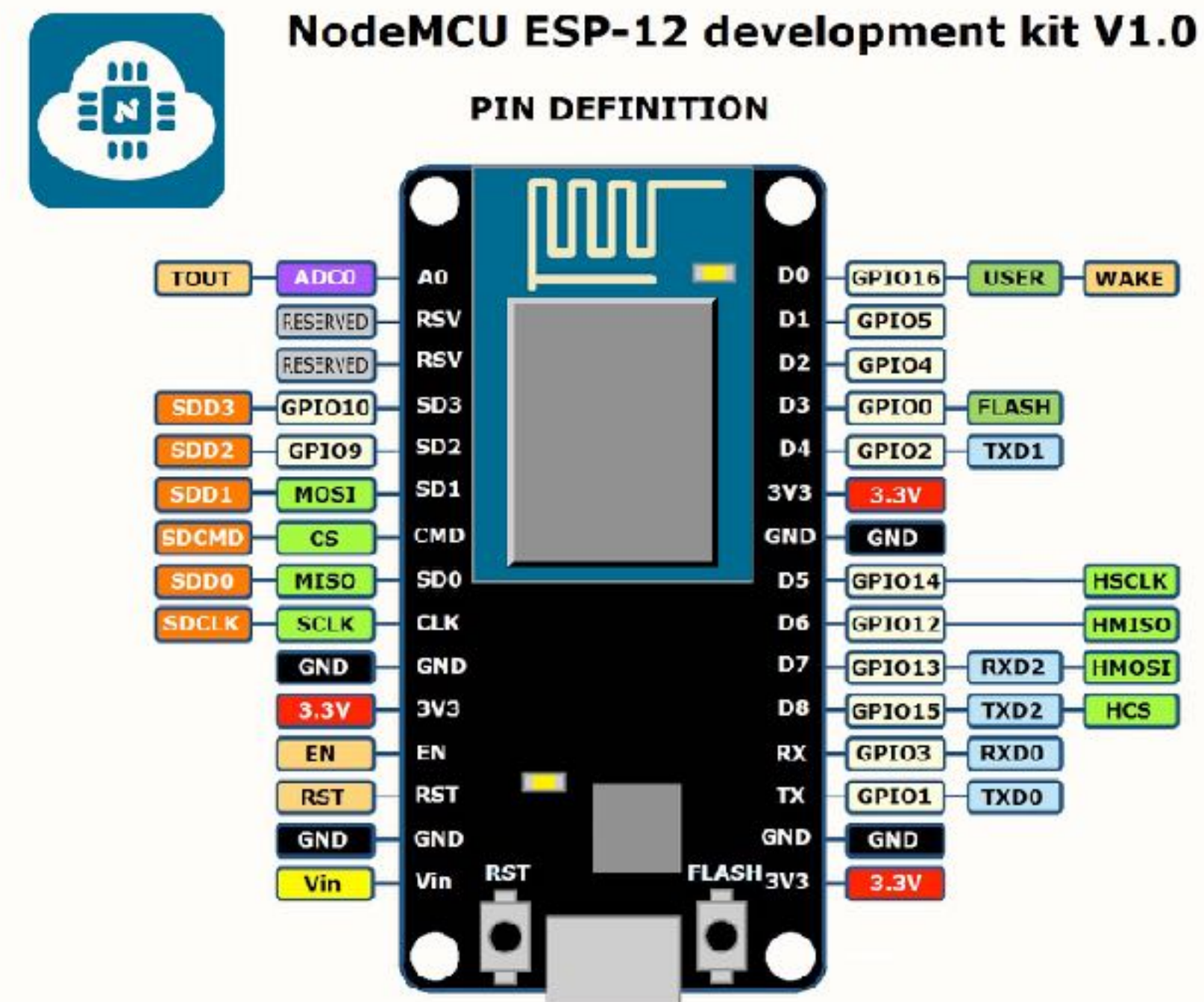
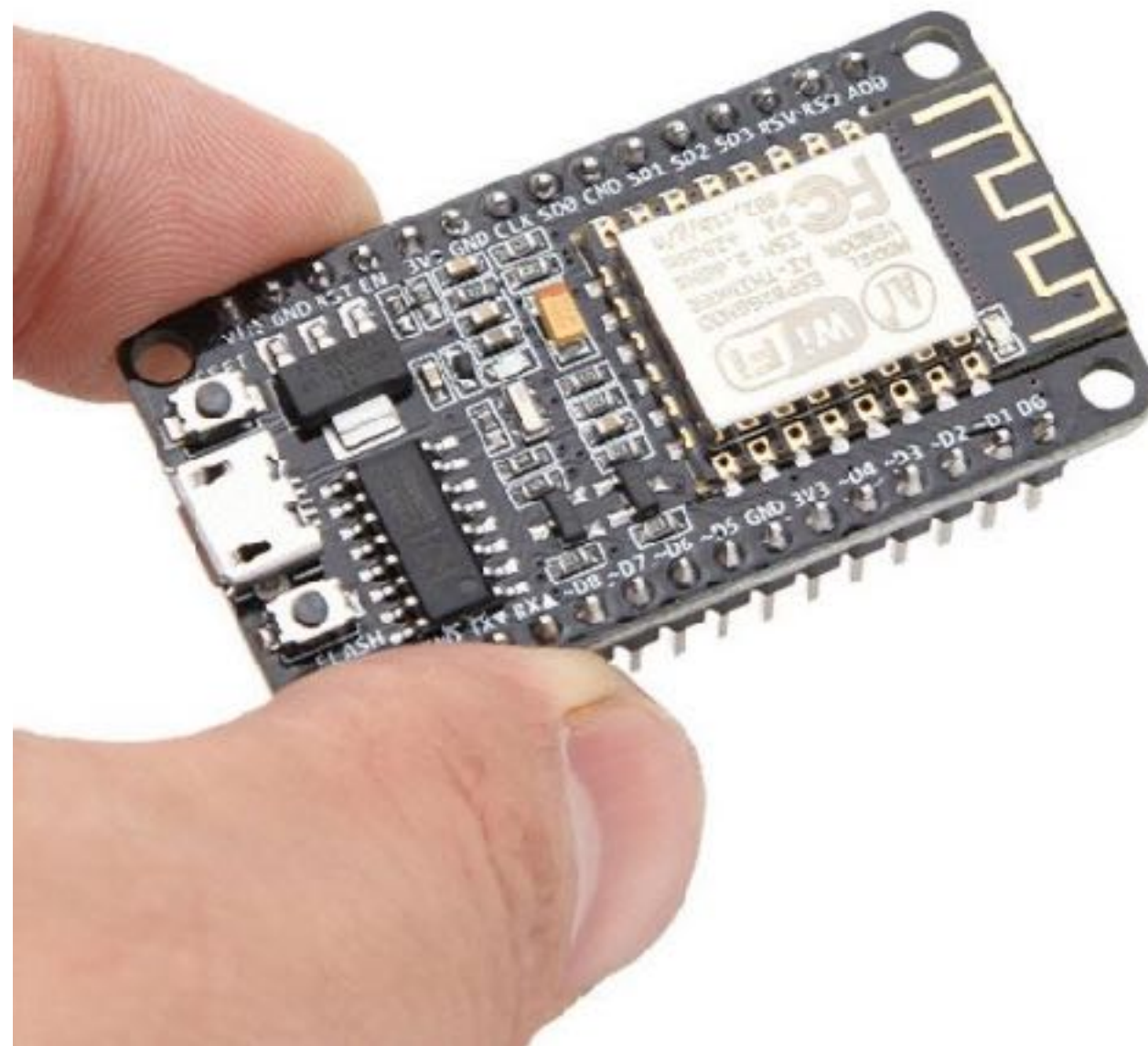


CLP



2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Controle numérico, controle discreto utilizando controladores lógico programáveis e sistemas on-chip.

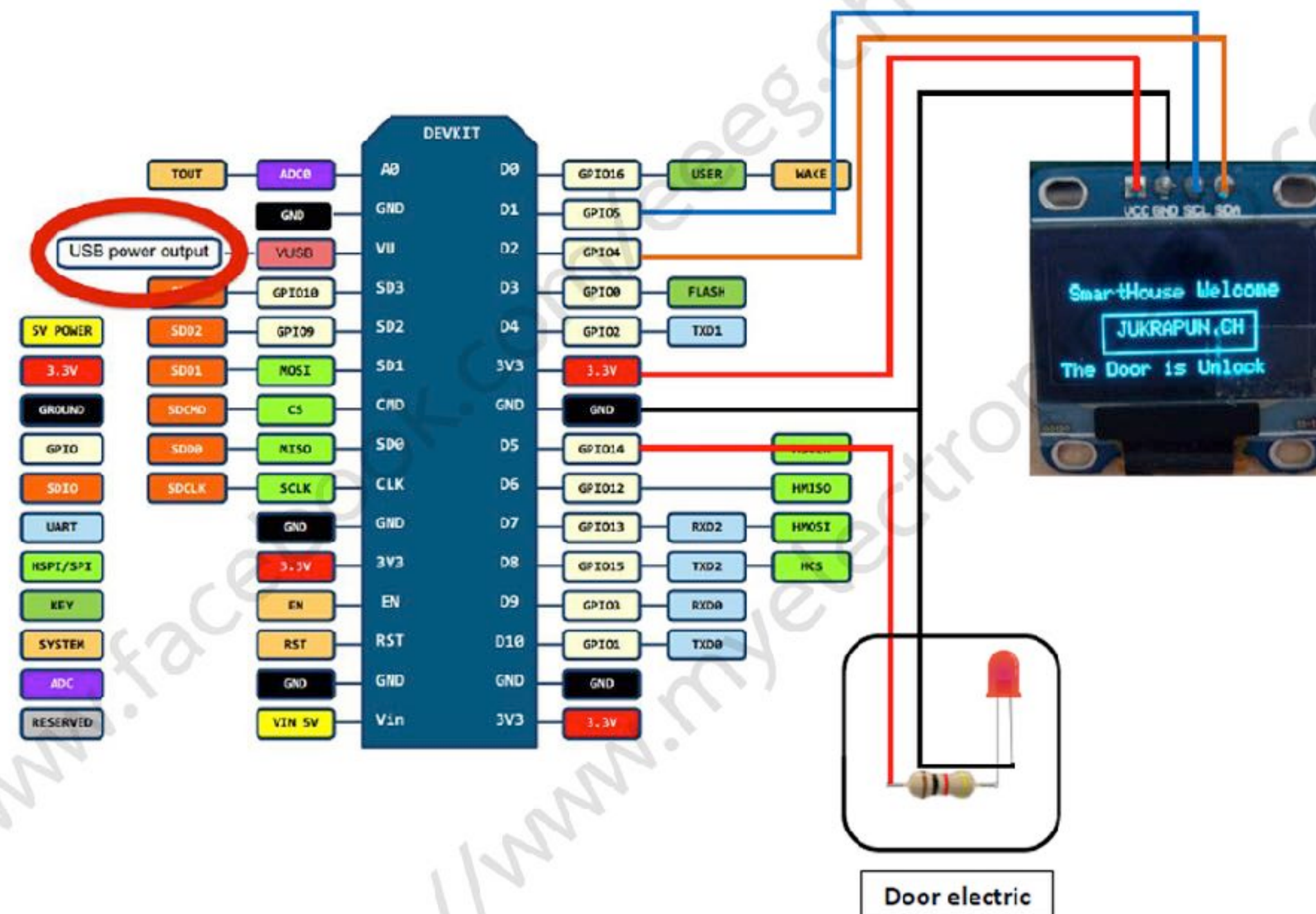


O NodeMCU é um firmware e kit de desenvolvimento que permite a programação de protótipos para a Internet das Coisas (IoT).



2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Controle numérico, controle discreto utilizando controladores lógico programáveis e sistemas on-chip.



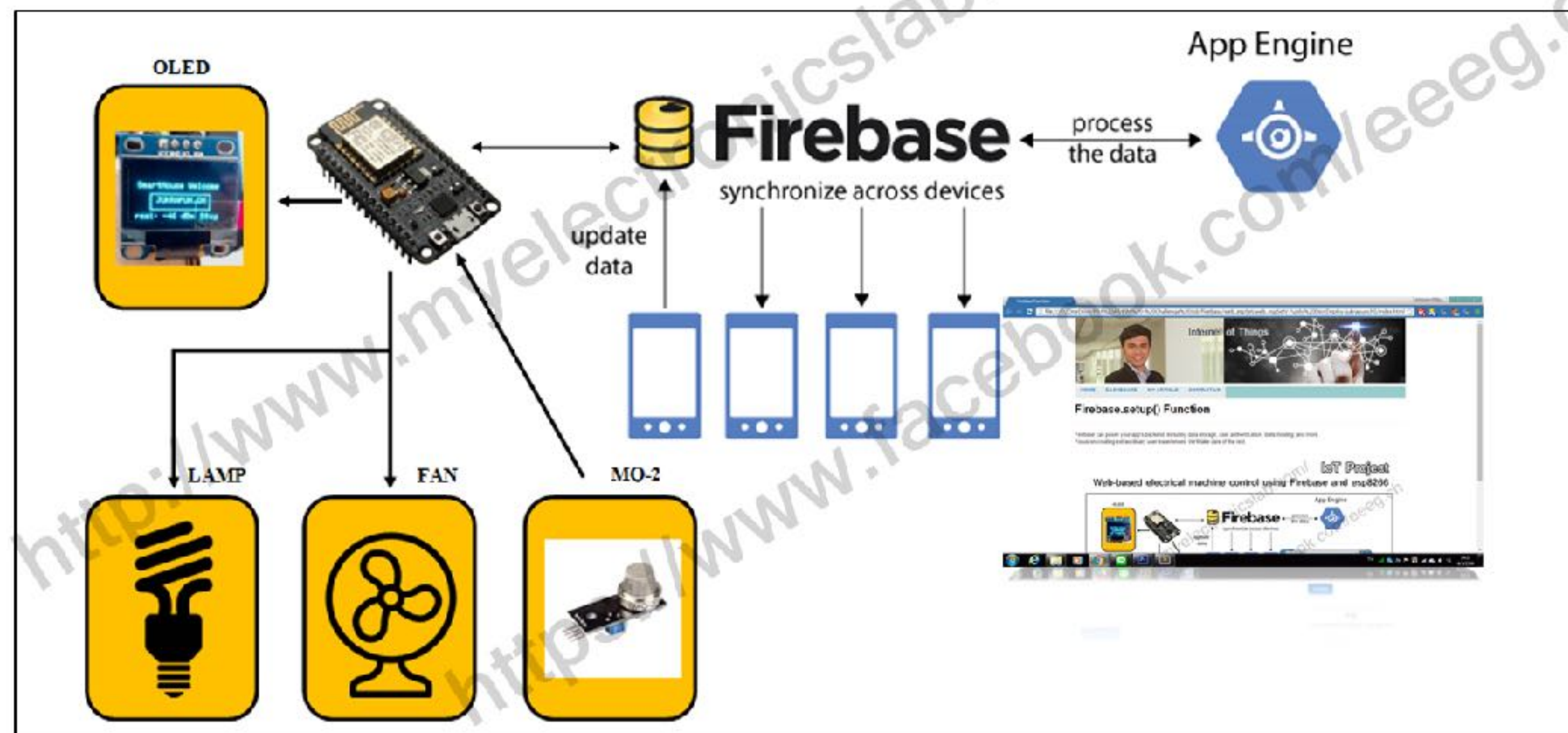


2. Programa

- Módulo 3: Automação e sistemas de controle industrial e componentes de hardware para automação de processos
 - Controle numérico, controle discreto utilizando controladores lógico programáveis e sistemas on-chip.

IoT Project

Web-based electrical machine control using Firebase and esp8266





2. Programa

- Módulo 4: Identificação automática e captura de dados, tecnologias de inspeção - Robótica Industrial e Sistemas automáticos de transporte e armazenamento de materiais

- Identificação automática e captura de dados



Bar code readers



Direct part marking identification

Fonte: Acrovision



2. Programa

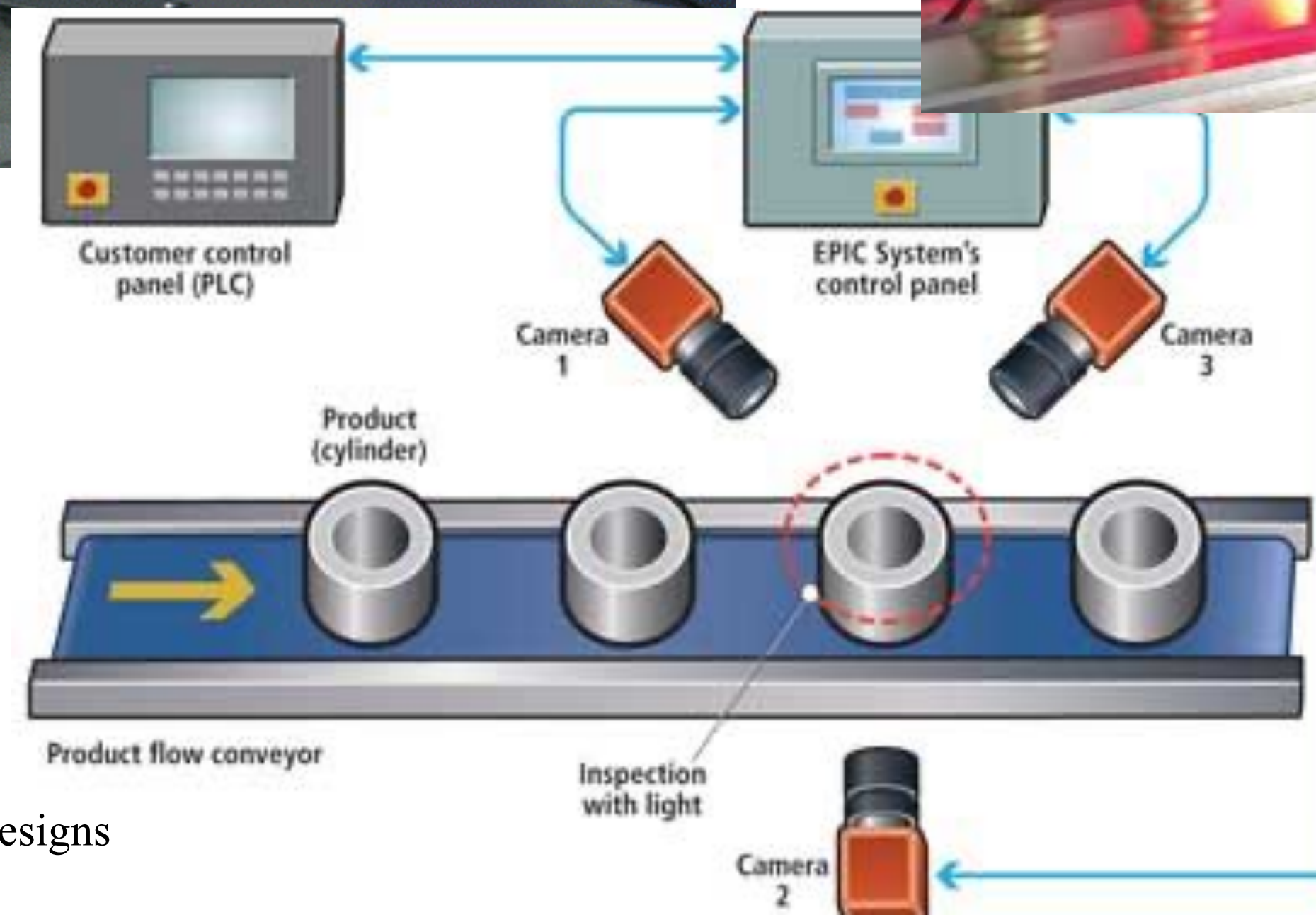
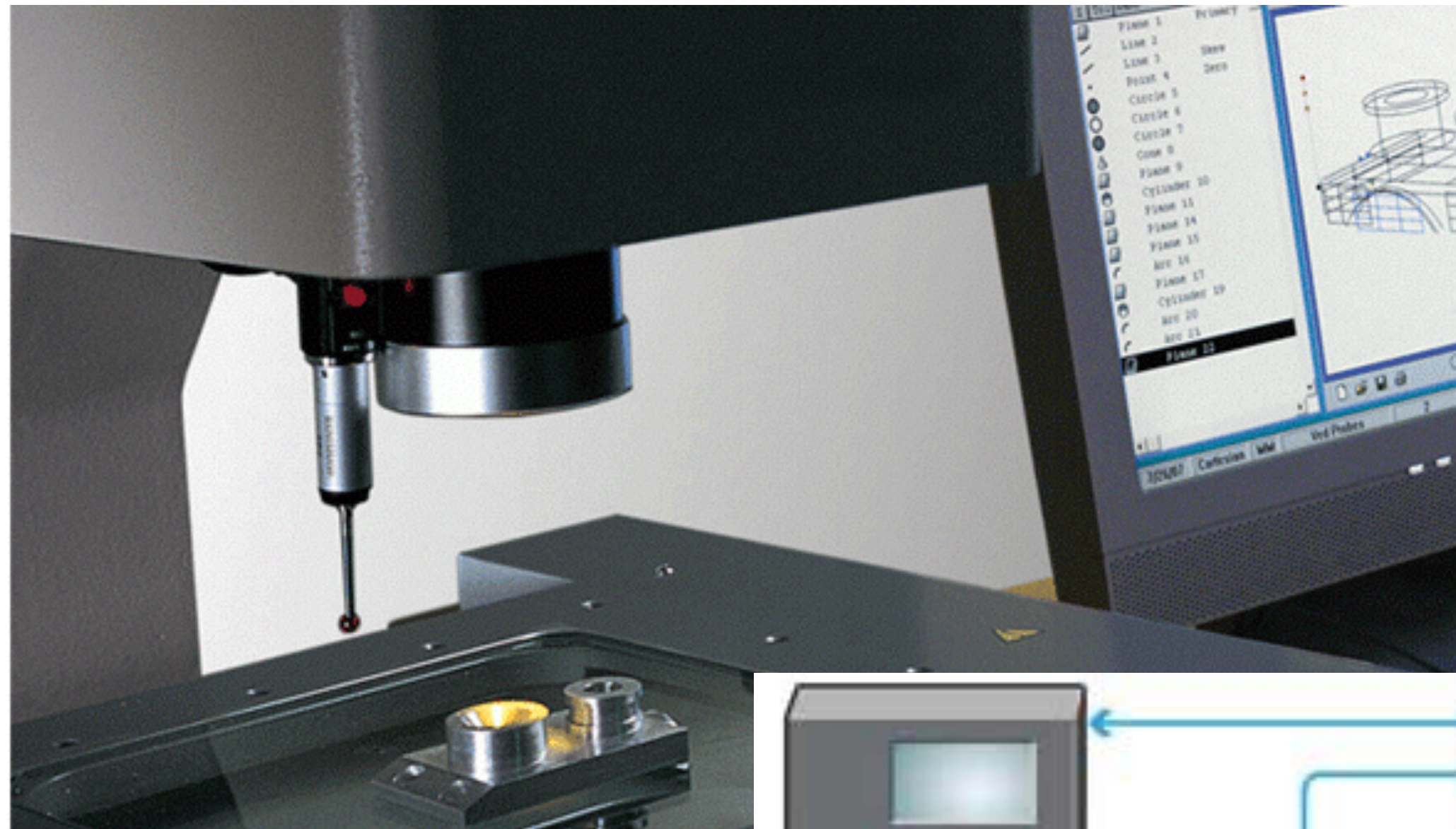
- Módulo 4: Identificação automática e captura de dados, tecnologias de inspeção - Robótica Industrial e Sistemas automáticos de transporte e armazenamento de materiais
 - Identificação automática e captura de dados





2. Programa

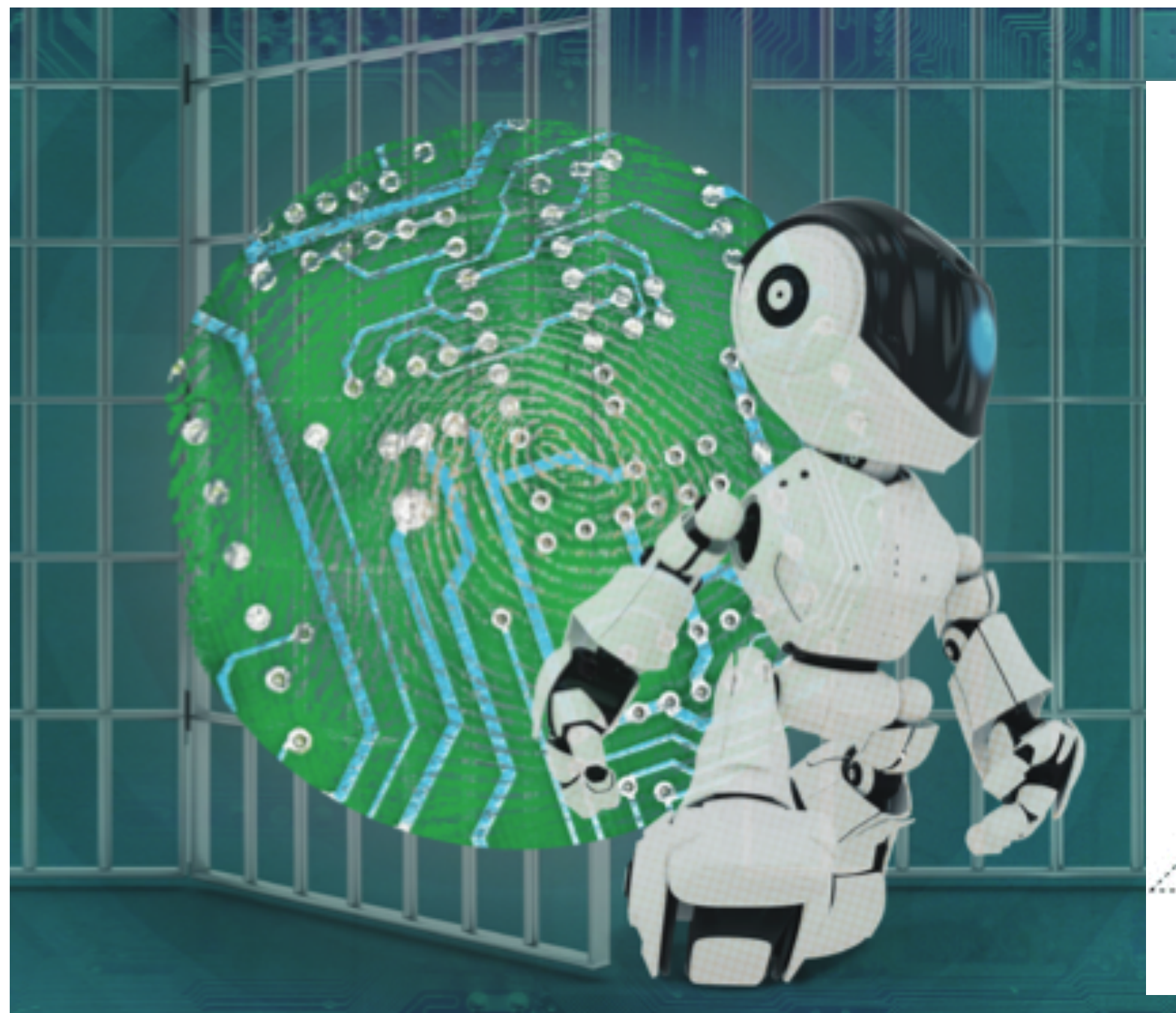
- Módulo 4: Identificação automática e captura de dados, tecnologias de inspeção - Robótica Industrial e Sistemas automáticos de transporte e armazenamento de materiais
 - Tecnologias de inspeção



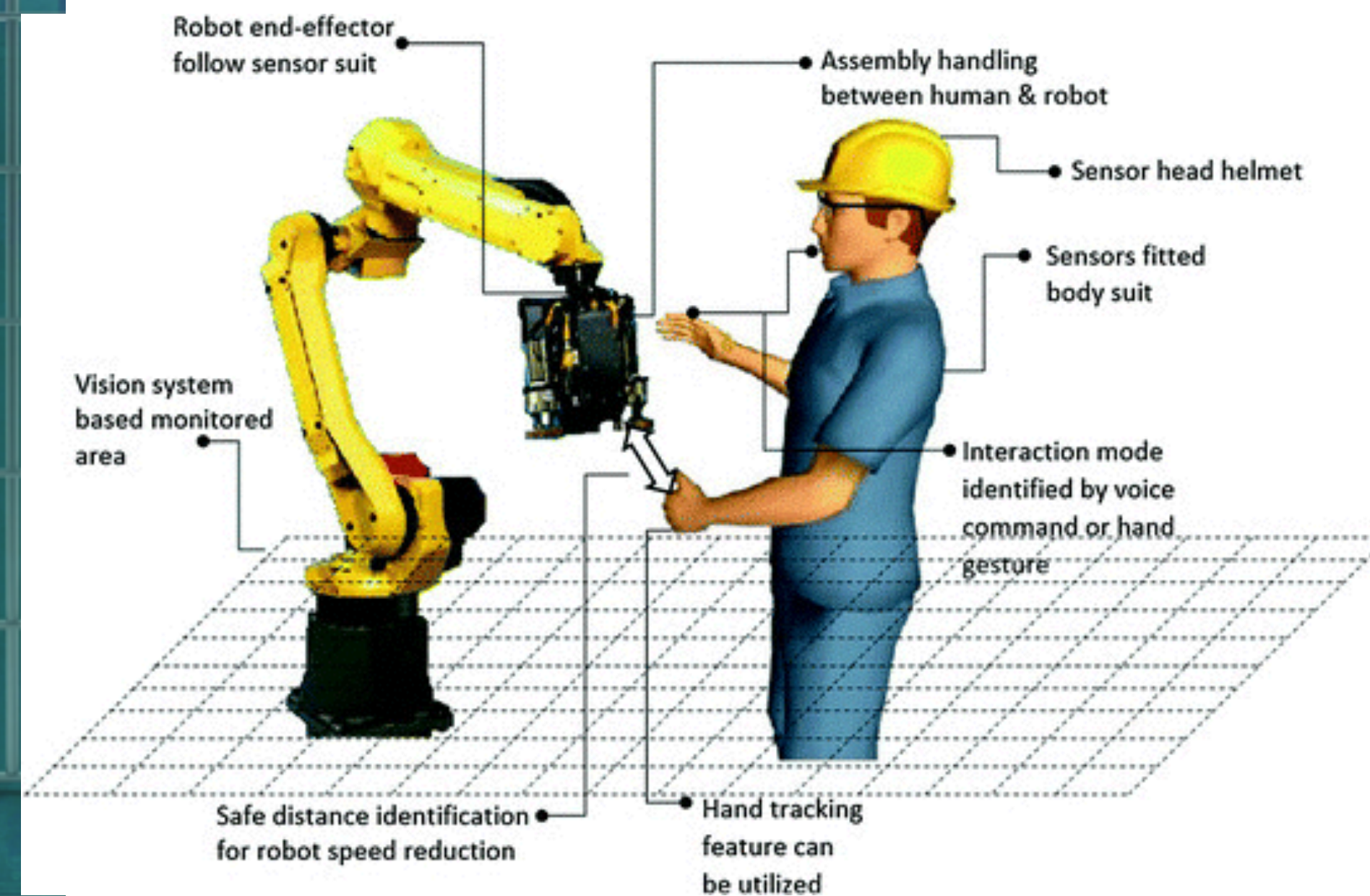


2. Programa

- Módulo 4: Identificação automática e captura de dados, tecnologias de inspeção - Robótica Industrial e Sistemas automáticos de transporte e armazenamento de materiais
 - Robótica Industrial – programação de robôs / robôs colaborativos / aspectos sociais e de segurança



Fonte: Deloitte Insights



Khalid et al, Dynamics in Logistics - Proceedings of the 5th International Conference LDIC, 2016 Bremen, Germany (pp.39-48)



2. Programa

- Módulo 4: Identificação automática e captura de dados, tecnologias de inspeção - Robótica Industrial e Sistemas automáticos de transporte e armazenamento de materiais
 - Sistemas de transporte de materiais e sistemas de armazenamento



Fonte: Dematic



Fonte: MHI



Fonte: Abel Womac



3. Métodos de avaliação

- MA = média das atividades realizadas no e-disciplinas (testes rápidos e gates de avaliação)



4. Cronograma do curso



SEM	DIA	TÓPICO DA AULA PRESENCIAL	ATIVIDADE EXTRA
1	15/03	Orientações gerais - Introdução ao curso -	
2	22/03	Sistemas de manufatura – parte 1	
3	29/03	Sistemas de manufatura - parte 2	Teste rápido aula parte 1
4	05/04	Sistemas de manufatura - parte 3	Teste rápido aula parte 2
5	12/04	Feriado	
6	19/04	Avaliação - GATE 1	
7	25/04	Indústria 4.0 Parte 1	
8	03/05	Indústria 4.0 Parte 2: lot, sistemas ciberfísicos e digital twin	Teste rápido aula Industria 4.0 parte 1
9	10/05	Indústria 4.0 Parte 3: Blockchain e inteligência artificial	Teste rápido aula Industria 4.0 parte 2 e videoaula
10	17/05	Indústria 4.0 Parte 4: Manufatura aditiva	Teste rápido aula Industria 4.0 parte 3 e videoaula
11	24/05	Avaliação – GATE 2 - Parte 1	Questionário - Gate 2
12	31/05	Avaliação – GATE 2 - Parte 2	Jogo Indústria 4.0
13	07/06	Módulo 3 - Introdução à automação e sistemas de controle industrial Módulo 3 - Componentes de hardware para automação de processos	
14	14/06	Módulo 3 - Controle numérico / Controle discreto utilizando controladores lógico programáveis / Sistemas on-chip	Teste rápido Introdução à Automação / Componentes de hardware para automação de processos
15	21/06	Avaliação - Módulo 3– GATE 3	
16	28/06	Módulo 4 - Identificação automática e captura de dados – Tecnologias de inspeção	
17	05/07	Módulo 4 - Robótica Industrial – programação de robôs e robôs colaborativos	Teste rápidos - Identificação automática e captura de dados - tecnologia de inspeção
18	12/07	Módulo 4 Sistemas de transporte de materiais e sistemas de armazenamento	Teste rápido Robótica Industrial
19	19/07	Avaliação – Módulo 4 - GATE 4	Questionário - Gate 4



5. Bibliografia básica

- Groover, M.P. 2015, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, 816p.
- RICHARD, L.S., ERNEST, L.H., Handbook of Industrial Automation, Marcel Dekker, Inc. New York, 2000.
- Materiais adicionais a serem disponibilizados no e-disciplinas



Próxima aula



- Sistemas de manufatura - parte 1