



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

ROADMAPS PARA A INDÚSTRIA DOS BENS DE EQUIPAMENTO E COMPONENTES

1. Sistemas de Monitorização Avançados

Os sistemas de monitorização avançados desempenham um papel crucial na melhoria da competitividade da indústria, fornecendo informações em tempo real, melhorando a eficiência operacional e permitindo a tomada de decisões proactivas. Seguem-se vários exemplos de sistemas de monitorização avançados que podem contribuir para o aumento da competitividade:

- **Internet das Coisas (IoT):** A IoT permite a integração de sensores, dispositivos e máquinas para recolher e transmitir dados através do ecossistema industrial. Ao monitorizarem vários parâmetros, como a temperatura, a humidade, a pressão e o consumo de energia, os sistemas IoT ajudam a otimizar os processos, a minimizar o tempo de inatividade e a reduzir os custos.
- **Sistemas de manutenção preditiva:** Estes sistemas utilizam dados de sensores e do equipamento para prever quando é necessária manutenção antes que ocorra uma falha. Ao analisar padrões e detetar anomalias, os sistemas de manutenção preditiva podem otimizar os períodos de manutenção, evitar tempos de inatividade não planeados e prolongar a vida útil de máquinas e equipamentos.
- **Monitorização e controlo remotos:** Os sistemas de monitorização remota permitem a monitorização em tempo real de processos e equipamentos industriais a partir de uma localização centralizada. Proporcionam visibilidade das operações, permitem o controlo e ajustes de modo remoto e facilitam a resolução de problemas, reduzindo a necessidade de presença física e melhorando os tempos de resposta.
- **Monitorização e gestão de energia:** A monitorização do consumo de energia e a implementação de sistemas de gestão de energia ajudam a identificar ineficiências energéticas, a otimizar a utilização de energia e a reduzir custos. A monitorização em tempo real dos padrões de consumo de energia permite intervenções atempadas e a implementação de medidas de poupança de energia.
- **Monitorização da cadeia de fornecimento:** Os sistemas de monitorização avançados podem seguir e monitorizar o movimento de bens, materiais e inventário ao longo da cadeia de fornecimento. Esta visibilidade permite uma melhor gestão do inventário, previsão da procura e cumprimento de encomendas, conduzindo a tempos de espera reduzidos, maior satisfação do cliente e eficiência operacional global.
- **Controlo de qualidade e monitorização de processos:** Os sistemas de monitorização podem garantir a consistência e a qualidade dos produtos através da monitorização contínua de parâmetros críticos durante o processo de fabrico. A



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

monitorização em tempo real ajuda a identificar desvios, a controlar a qualidade do produto e a implementar prontamente ações corretivas.

- **Análise e visualização de dados:** Os sistemas de monitorização avançados geram grandes quantidades de dados. A utilização de ferramentas de análise e visualização de dados permite às empresas obter informações valiosas, detetar padrões e tomar decisões baseadas em dados. Estes conhecimentos podem levar à otimização de processos, ao aumento da produtividade e a uma melhor tomada de decisões em toda a organização.

2. Desafios para as PME dos setores dos componentes e bens de equipamento

As pequenas e médias empresas (PME) enfrentam vários desafios para se diferenciarem e manterem competitivas num mercado global. De acordo com um inquérito realizado por Thornton Raymond [1] a 300 gestores de empresas com 10 a 499 trabalhadores os principais desafios por estes identificados prendem-se com o recrutamento e a retenção de mão-de-obra (60%), a competitividade (35%), a transformação digital (18%) e o acesso ao financiamento (12%). A escassez de mão-de-obra tem-se vindo a agravar constituindo, atualmente, um entrave à recuperação e ao crescimento económico de várias empresas transformadoras. Para aumentar a sua competitividade, as PME dependem de uma maior produtividade e utilizam frequentemente metodologias robustas como o Lean [2] e o 6 Sigma [3].

A indústria dos bens de equipamento assim como a dos componentes enfrentam grandes desafios desde o advento da 4ª revolução industrial e das tecnologias a ela afetas. A acrescer à indústria 4.0 (i4.0), a transição energética e a sustentabilidade constituem igualmente grandes desafios, mas também oportunidades. Contudo, sendo o setor dos bens de equipamento e dos componentes maioritariamente constituídos por PME então os desafios apresentam-se com uma complexidade superior devido aos menores recursos financeiros, tecnológicos e de recursos humanos das PME. Esta última tem, atualmente, uma especial acuidade devido à reconhecida escassez de recursos humanos, com conhecimento e competências para as necessárias transformações digital e verde, com que o mercado se debate.

O conceito da transformação digital de uma empresa constitui, na maioria dos casos, um grande e incontornável desafio devido, essencialmente à já referida falta de conhecimento, tempo e recursos das empresas para empreenderem uma missão tão desafiante. Contudo, é já hoje uma evidência que a digitalização e a introdução de novos conceitos ligados à indústria 4.0 nas empresas é uma mais-valia e uma condição para a competitividade e sustentabilidade dos negócios. É reconhecido o papel fulcral que a informação tem nos processos, produtos e operações numa empresa e, conseqüentemente, na fundamentação das tomadas de decisão, na qualidade dos produtos, na eficiência dos processos, etc. Assim, a informação é um bem essencial e para tal é necessário ter acesso e recolher dados de toda a envolvente



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

da empresa (i.e., máquinas, processos, produtos, etc.). A monitorização é, assim, uma função essencial na transformação das empresas.

Independentemente da idade das infraestruturas/equipamentos a monitorização constitui a etapa fundamental de acesso a dados, aos quais a aplicação de *data analytics*, analítica preditiva, algoritmos de *machine learning*, etc., vai transformar em informação com a qual a empresa poderá vir a obter importantes retornos em termos de melhoria nos processos, aumento de produtividade e aumento de qualidade. A preparação das empresas para a sua transformação de acordo com o novo paradigma da i4.0 implica inovar nos processos utilizando tecnologia de informação inteligente.

Algumas das mudanças mais importantes deverão provir da integração de fluxos de informação através de soluções informáticas sofisticadas e ligação com sistemas avançados de monitorização e supervisão. Isto tornou-se particularmente importante numa era de desenvolvimento rápido de aplicações baseadas na Internet, *cloud computing*, etc., o que permite a integração de sistemas da empresa na cadeia de abastecimento, que pode mesmo incluir a integração do controlo do chão de fábrica. Na base de tais sistemas para a organização da produção, a monitorização tem um papel fundamental no apoio às operações, processos e supervisão dos produtos manufaturados. Contudo, observa-se que muitas soluções de monitorização são implementadas como sistemas locais, *stand-alone*, isto é, sistemas independentes. No entanto, a mudança de paradigma introduzida pela i4.0 obriga a que as funções de monitorização sejam parte de um sistema de informação. A informação obtida da análise dos dados recolhidos poderá servir para alimentar sistemas de tomada de decisão, otimização de operações, processos, planeamento, logística, etc., através da utilização de algoritmos de inteligência artificial.

As visitas e diagnósticos realizados a um conjunto de PME pertencentes aos dois setores industriais em causa no âmbito do SIM4.0 permitiram detetar realidades muito próximas e uma abordagem sobretudo tradicional da monitorização, i.e., processos manuais de recolha de dados e rastreabilidade, manutenção de equipamentos programada, controle de qualidade de produto no final do(s) processos, Neste contexto e face à necessária preparação para a transição para a i4.0 a implementação de soluções avançadas e inteligentes de monitorização reveste-se de grande importância pela sua capacidade de permitirem recolher dados e fazer uso deles em tempo real, otimizando recursos, processos e produtos.

Face às características principais dos setores é traçada seguidamente uma metodologia de abordagem para a implementação da monitorização inteligente nas PME.



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

3. Roadmap para a implementação da monitorização inteligente nas PME

De acordo com o exposto e tendo em consideração o estudo de caracterização dos setores o passo fundamental para uma produção mais inteligente prende-se com a aquisição de informação/conhecimento sobre operações, processos, recursos e demais envolvente da produção. Daqui provem a importância da monitorização e do seu papel na recolha de dados que permite a utilização destes na otimização de processos e recursos e qualidade dos produtos.

Da caracterização dos setores e respetivas necessidades tornou-se evidente que qualquer projeto de implementação de monitorização inteligente deve incluir uma análise da condição atual (empresa, departamento, setor) face aos objetivos de monitorização e automação e das metas traçadas (eficiência processos e/ou recursos; qualidade dos produtos; manutenção preditiva; etc.).

As questões essenciais a responder no início do processo de desenvolvimento do roadmap aplicam-se a qualquer contexto estratégico:

- Para onde queremos ir? Onde estamos atualmente? Como chegar lá?
- Porque precisamos de atuar? O que devemos fazer? Como deveremos fazer? Quando?

Esta caracterização poderá ser complementada por um autodiagnóstico de avaliação da maturidade i4.0, que proporcionará às PMEs um quadro mais completo das suas diferentes dimensões e, conseqüentemente, permitir o desenvolvimento de uma estratégia mais abrangente para toda a empresa.

De uma forma estruturada a implementação de sistemas de monitorização avançados na indústria de componentes e de bens de equipamento requer um planeamento cuidadoso e um roteiro bem definido. De acordo com a caracterização dos setores industriais e experiência adquirida “no terreno” em termos de visitas às PME, diagnósticos à maturidade digital e i4.0 de PME e preparação das ações de demonstração, propõe-se a seguinte metodologia de roteiro para a implementação de sistemas avançados de monitorização nos setores dos componentes e bens de equipamento:

1. IDENTIFICAR OBJETIVOS E INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO (KPIs)

- Definir claramente os objetivos que se pretendem alcançar com os sistemas de monitorização avançados, tais como melhorar a eficiência operacional, reduzir o tempo de inatividade ou melhorar a qualidade do produto;



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

- Identificar os indicadores chave de desempenho (KPIs) que se alinham com os objetivos propostos. Por exemplo, os KPIs podem incluir consumo de energia, taxas de defeitos ou níveis de inventário.

2. AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES

- Avaliar as atuais capacidades de monitorização da infraestrutura e/ou equipamentos e/ou processos e identificar lacunas ou áreas a melhorar.

- Identificar os processos, equipamentos ou áreas críticas que requerem monitorização para atingir os seus objetivos propostos;

- Determinar os pontos específicos de dados e parâmetros que precisam de ser monitorizados para cada processo ou equipamento e a frequência e granularidade da recolha de dados.

3. SELECIONAR TECNOLOGIAS DE MONITORIZAÇÃO ADEQUADAS ÀS NECESSIDADES

- Pesquisar e avaliar as diferentes tecnologias de monitorização disponíveis no mercado capazes de responder às necessidades identificadas em 2., considerando fatores como o custo, a escalabilidade, a compatibilidade e a facilidade de integração com os sistemas existentes;

- Escolher as tecnologias que melhor satisfazem os seus requisitos. Isto pode incluir sensores IoT, sistemas de aquisição de dados, software de análise ou plataformas baseadas na nuvem.

4. DESENVOLVER PLANO DE GESTÃO DE DADOS

- Definir a forma como os dados recolhidos serão armazenados, geridos e protegidos;

- Determinar a frequência e o método de recolha de dados, bem como os requisitos de agregação e armazenamento de dados;

- Considerar a integração de dados com sistemas existentes, como o planeamento de recursos empresariais (ERP) ou sistemas de execução de fabrico (MES).

5. ESTABELECECER UMA INFRAESTRUTURA DE MONITORIZAÇÃO



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

- Instalar o hardware necessário, como sensores, atuadores e dispositivos de recolha de dados, nas áreas ou equipamentos anteriormente identificados; Criar uma infraestrutura de rede para permitir a transmissão de dados e a comunicação entre os dispositivos de monitorização e os sistemas centrais;
- Assegurar a conectividade, escalabilidade e fiabilidade da infraestrutura de monitorização.

6. IMPLEMENTAR A ANÁLISE E A VISUALIZAÇÃO DE DADOS

- Desenvolver ou implementar ferramentas de análise e visualização de dados para processar e analisar os dados recolhidos;
- Implementar algoritmos ou técnicas de aprendizagem automática para extrair conhecimentos, detetar anomalias e prever potenciais problemas;
- Estabelecer painéis de controlo ou mecanismos de reporte para apresentar os dados num formato adequado e significativo para os diferentes atores no chão de fábrica.

7. INTEGRAR OS SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO COM OS FLUXOS DE TRABALHO

- Integrar os sistemas de monitorização com os fluxos de trabalho e processos existentes;
- Definir mecanismos de alerta ou respostas automáticas para eventos críticos ou desvios;
- Formar os colaboradores sobre a forma de interpretar e utilizar eficazmente os dados de monitorização.

8. MONITORIZAR, AVALIAR E APERFEIÇOAR

- Monitorizar continuamente o desempenho e a eficácia dos sistemas de monitorização implementados;
- Analisar os dados recolhidos e avaliar o seu impacto nos KPIs e objetivos enunciados;
- Identificar áreas de melhoria, aperfeiçoar os processos de monitorização e efetuar os ajustamentos necessários.

9. ESCALA E EXPANSÃO DA MONITORIZAÇÃO



UNIÃO EUROPEIA
Fundos Europeus
Estruturais e de Investimento



SIM4.0- Sistemas Inteligentes de Monitorização

- Quando a implementação inicial é bem-sucedida, considerar a possibilidade de alargar a monitorização de forma a abranger processos, equipamentos ou áreas adicionais;
- Explorar oportunidades de integração com outros sistemas ou tecnologias para aumentar ainda mais a eficiência e a competitividade.

A metodologia de roteiro apresentada serve apenas como um guia geral, que embora adequado aos setores em causa, pode sofrer variações dependentes das especificidades das PME como por exemplo, os requisitos organizacionais e os recursos disponíveis. Como já referido anteriormente a existência de recursos com competências pode representar, de facto, um importante constrangimento à implementação de sistemas avançados de monitorização na indústria. Assim, é necessário prever recorrer a conhecimento e orientação especializada quando necessário.

Referências

1. Raymond Chabot Grant Thornton. Les PME Québécoises et Leurs Différents Enjeux: Une Étude Réalisée Auprès des Dirigeants de PME Québécoises; Raymond Chabot Grant Thornton: Montreal, QC, Canada, 2019; p. 46
2. Liker, J. Le Modèle Toyota: 14 Principes Qui Feront la Réussite de Votre Entreprise; Pearson Education: Paris, France, 2009.
3. Alhuraish, I.; Robledo, C.; Kobi, A. A comparative exploration of lean manufacturing and six sigma in terms of their critical success factors. J. Clean. Prod. 2017, 164, 325–337.