

Revisão sistemática sobre Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), frente à “Indústria 4.0”

Thiago Henrique de Lisboa e Silva (UFPR) lisboa.thiago@outlook.com

Resumo:

O termo “Indústria 4.0” vem sendo bastante utilizado no meio industrial de operações, especialmente desde 2011 na Alemanha, sendo até comparado à quarta revolução industrial. Dentro da iniciativa e ferramentas aplicadas da “Indústria 4.0”, se destaca a utilização da automação e robótica com foco em aumento de produtividade, flexibilidade, inovação de produtos e processos industriais, além de redução de custos operacionais.

Este trabalho realizou uma revisão sistemática na literatura, sobre Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, também conhecidos como sistemas SCADA, relacionados com a “Indústria 4.0”, com o objetivo de responder as perguntas: o que são, para que servem e como estão relacionados com o termo “Indústria 4.0”.

Palavras chave: Indústria 4.0, Sistemas Supervisórios, Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition.

Systematic review on Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), in front of “Industry 4.0”

Abstract

The term "Industry 4.0" has been widely used in industrial operations, especially since 2011 in Germany, it has been even compared to the fourth industrial revolution. Within the initiative and applied tools of "Industry 4.0", it is highlighted the use of automation and robotics focused on increasing productivity, flexibility, product and industrial process innovation, well as reducing operating costs.

This work carried out a systematic review in the literature on Supervisory Control and Data Acquisition, also known as SCADA systems, related to "Industry 4.0", in order to answer the questions: what they are, what they do and how are they related to the term "Industry 4.0".

Key-words: Indústria 4.0, Sistemas Supervisórios, Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition.

1. Introdução

Temas como maior eficiência, maior produtividade, redução de custos operacionais, são bastante comuns em qualquer empresa ou processo produtivo. A “Indústria 4.0” vem de encontro a resolver essas questões, onde a utilização da automação traz diversas oportunidades de ganho produtivo, bem como maiores desafios sociais. Os desafios sociais estão presentes, devido ao fato de quanto mais uma empresa utiliza sistemas complexos de automação, mais se diminui a interação do operador com o processo, ou seja, é necessário realocar esse operador para outras tarefas e atividades.

O termo SCADA, proveniente do inglês, Supervisory Control and Data Acquisition, pode ser considerado como determinante para o sucesso da automação em processos produtivos, sejam eles das indústrias de energia, óleo, gás, transporte, alimentícia, água, manufatura, automotiva, etc. Sua função pode ser considerada como um sistema ou software que aquisita dados de um processo, trata os dados e envia sinais de comando para a atuação automática do processo, ou seja, aquisita, monitora e controla um processo localmente ou remotamente.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado uma revisão sistemática da literatura, de modo a encontrar nas bases de estudo, uma relação entre os termos “Indústria 4.0” e Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados ou Sistemas Supervisórios, SCADA, ou seja, se autores estão relacionando os termos e se tais trabalhos estão disponíveis nas bases de dados. Tais sistemas são essenciais para o desenvolvimento e proliferação da “Indústria 4.0”.

2. Revisão da Literatura

2.1 Indústria 4.0

Diversas definições “Indústria 4.0”, já foram compiladas em diversos trabalhos. Podemos citar as compilações do trabalho de Cesar et al., onde Kagermann et al (2013) definem que a “Indústria 4.0” vai envolver a integração de Cyber-Physical-System na manufatura e logística além do uso de internet das coisas e serviços nos processos industriais. Kock, v. et al.. (2015), definem que a “Indústria 4.0” é um novo nível de organização e controle de toda a cadeia de valor do ciclo de vida de produtos, é movida por requisitos específicos dos clientes. Prause, G. (2015) define que a “Indústria 4.0” é a fusão entre o mundo físico e o mundo virtual do mundo, sendo que novos conceitos são necessários para o gerenciamento de informação e administração.

Shafiq et al. (2015) definem que a “Indústria 4.0” é a combinação de máquinas inteligentes, produção, processos e sistemas que formam uma rede sofisticada interconectada. Além disso, enfatiza a ideia da coerência, digitalização e ligação de todas as unidades produtivas em uma economia, onde cria a virtualização do mundo real em um grande sistema de informação. Wan, J. et al. (2015) definem a “Indústria 4.0” como um conceito abstrato que integra o mundo virtual e o mundo físico. Erol, S., et al.. (2016) definem que a “Indústria 4.0” propaga a visão onde recentes desenvolvimentos em tecnologia da informação são esperados a permitir novas formas de engenharia cooperativa e manufatura. Uma ideia chave é que produtos e processos inteligentes ligados a informações em tempo real, software de gerenciamento e internet são organizados como agentes autônomos com uma cadeia ágil de criação de valor.

Em linhas gerais, é possível sintetizar as tecnologias e ferramentas da “Indústria 4.0”, da seguinte forma:

- Sistemas Ciber-Físicos ou Cyber-Physical-System;
- Simulação;
- Robôs Colaborativos;
- Big Data;
- Internet das Coisas;
- Computação / Armazenamento em Nuvem;
- Realidade Aumentada;

- Manufatura Aditiva;
- AGVs (Automated Guided Vehicles);

César et. al. (2016) afirmam que estas novas tecnologias e ferramentas têm despertado especial interesse devido ao fato da grande capacidade de armazenar, comunicar e analisar informações de forma independente, sendo que estas tecnologias são partes que caracterizam a chamada 4ª Revolução Industrial, levando como principal vantagem para as operações: flexibilidade para acompanhamento em tempo real de um sistema ou processo e ao mesmo tempo ter flexibilidade para atender às exigências dos clientes.

2.2 SCADA

Os sistemas SCADA, existem desde os anos 1960, iniciados na indústria de gás e líquidos, e na distribuição de água e energia elétrica, com a função de monitoramento dos processos e controle dos mesmos. Esses sistemas SCADA permitem a supervisão e controle de qualquer sistema, graças a uma interface gráfica que realiza a comunicação com um operador ou usuário (Rodríguez, 2007).

Normalmente, esses sistemas estão integrados com controladores, sensores, atuadores e se comunicam via uma rede industrial, hoje em dia, mais comumente utilizada a Ethernet.

Gómez et. al. classificam as principais características de sistemas SCADA como:

- Aquisição e armazenamento de dados, coletam, processam e armazenam as informações recebidas de forma contínua e confiável;
- Representação gráfica de variáveis de processo e seu monitoramento por meio de alarmes;
- Execução de ações de controle para modificar a evolução do processo, atuando em reguladores autônomos básicos de variáveis de processo (setpoints, alarmes, menus, etc.) ou diretamente no processo através das saídas conectadas;
- Arquitetura aberta e flexível;
- Conectividade a outras aplicações e bancos de dados, locais ou distribuídos em redes de comunicação;
- Supervisão, para observar a partir de um monitor a evolução das variáveis de controle.
- Transmissão de informações com dispositivos de campo (sensores e atuadores) e outros computadores ligados à rede;
- Banco de dados, gerenciamento de dados com baixos tempos de acesso a eles;
- Apresentação e representação gráfica dos dados. Interface com o operador ou IHM (Interface Homem Máquina);
- Exploração de dados adquiridos para gerenciamento de qualidade, controle estatístico, gerenciamento de produção e gerenciamento administrativo e financeiro;
- Alerta o operador sobre as mudanças detectadas na planta, tanto as que não são consideradas normais (alarmes) quanto as que ocorrem em suas operações diárias (eventos). Essas mudanças são armazenadas no sistema para análise posterior;

Tais sistemas também possuem uma combinação de pelo menos quatro outros subsistemas, um computador central que atua como “host ou servidor” do sistema, um sistema de controle e aquisição de dados local, uma rede de comunicação e uma interface operacional. Com relação aos controladores, destacam-se os Controladores Lógicos Programáveis, os quais estão em uso desde a década de 60. É possível encontrar na literatura, outros artigos que tratam das relações desses controladores com a “Indústria 4.0”, os quais são equipamentos chave para a automação industrial. Os sistemas SCADA, podem se enquadrar dentro das características de sistemas ciber-físicos, big data e armazenamento na nuvem. Tais características se devem, devido ao fato de que através desses sistemas, um processo ou operação industrial, estará em tempo real sendo monitorada, com ações automáticas, com ou sem a atuação de um operador. Através dos dados gerados e monitorados por esses sistemas, é possível com o conjunto de informações (big data), tomadas de decisões mais estratégicas referentes à produtividade do processo. A figura 1 ilustra uma topologia básica de um sistema SCADA e seus subsistemas.

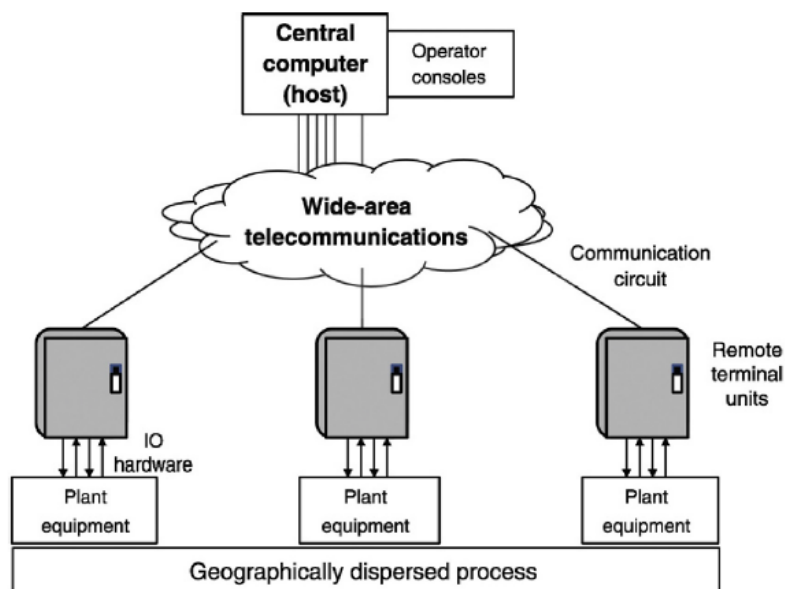


Figura 1 – Topologia de Sistemas SCADA

Fonte: Industrial Process Automation Systems

3. MÉTODO DA PESQUISA

Um ponto importante para se alcançar os objetivos de um artigo científico, é a escolha do método de pesquisa. Neste artigo foi realizada uma revisão de literatura sistemática, com o objetivo de avaliar o conteúdo existente nas bases delimitadas, relacionadas à “Indústria 4.0” e sistemas SCADA. Segundo Brereton et al. (2007), a revisão sistemática consiste em identificar, avaliar e interpretar as pesquisas relevantes relacionadas a um específico problema, tópico, área ou fenômeno de interesse.

3.1 Delimitação da Pesquisa

As seguintes etapas foram consideradas para a realização desse artigo:

1.	Revisão da Literatura (“Indústria 4.0” & SCADA)
2.	Delimitação da Pesquisa (Bases e Datas)
3.	Revisão Sistemática da Literatura
4.	Análise dos Dados e Resultados
5.	Considerações Finais

Tabela 1 - Pesquisa

Os artigos foram delimitados a partir de três bases de dados conhecidas e utilizadas no meio acadêmico, sendo elas: Scielo, Base de Periódicos da Capes e Science Direct. A limitação temporal foi considerada de 2012, ano em que o termo “Indústria 4.0” começou a ser estabelecido, até 2017. Os idiomas restringidos foram o Português, Inglês e Espanhol. Os termos e palavras-chave da pesquisa que foram utilizados: “Indústria 4.0”, Sistemas Supervisórios, Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition.

3.2 Revisão Sistemática da Literatura

Uma revisão sistemática requer, como qualquer estudo, uma questão clara, critérios de seleção bem definidos, de modo que garanta a qualidade dos estudos sintetizados e possa ser reproduzida por outros, além de uma conclusão que forneça novas informações com base no conteúdo garimpado (Thomas, 2012).

Assim, foram determinadas as seguintes tabelas, para enquadrar os artigos pesquisados através de todas as palavras-chave desse artigo. As palavras-chave foram pesquisadas, utilizando-se os três idiomas delimitados no artigo, enquadrados por ano e quantidade de artigos encontrados no título e resumo. A tabela 2 apresenta os resultados da pesquisa encontrados, utilizando a palavra-chave “Indústria 4.0” nas três bases de dados em questão:

Palavra-Chave	Ano	Base de Dados	Filtro	Total
Indústria 4.0 Industry 4.0	2012	Scielo	Por Título	0
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			2
	2017			1
	2012	Base de Periódicos da Capes	-	0
	2013			0
	2014			1
	2015			0
	2016			5
	2017			1
	2012	ScienceDirect	-	0
	2013			2
	2014			24
	2015			82

	2016			229
	2017			320

Tabela 2 – Palavra-chave: Indústria 4.0

A tabela 3 apresenta os resultados da pesquisa encontrados, utilizando a palavra-chave “Sistemas Supervisórios” nas três bases de dados em questão:

Palavra-Chave	Ano	Base de Dados	Filtro	Total
Sistemas Supervisórios	2012	Scielo	Por Título	0
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			0
	2017			0
	2012	Base de Periódicos da Capes	-	2
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			1
	2017			1
	2012	ScienceDirect	-	0
	2013			0
	2014			6
	2015			0
	2016			0
	2017			0

Tabela 3 – Palavra-chave: Sistemas Supervisórios

A tabela 4 apresenta os resultados da pesquisa encontrados, utilizando a palavra-chave “Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados” nas três bases de dados em questão:

Palavra-Chave	Ano	Base de Dados	Filtro	Total
Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados	2012	Scielo	Por Título	0
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			0
	2017			0
	2012	Base de Periódicos da Capes	-	0
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			0
	2017			0

	2012	ScienceDirect	-	0
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			0
	2017			0

Tabela 4 – Palavra-chave: Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados

A tabela 5 apresenta os resultados da pesquisa encontrados, utilizando a palavra-chave “Supervisory Control and Data Acquisition” nas três bases de dados em questão:

Palavra-Chave	Ano	Base de Dados	Filtro	Total
Supervisory Control and Data Acquisition	2012	SciELO	Por Título	0
	2013			0
	2014			0
	2015			0
	2016			0
	2017			0
	2012	Base de Periódicos da Capes	-	90
	2013			113
	2014			106
	2015			102
	2016			107
	2017			63
	2012	ScienceDirect	-	152
	2013			225
	2014			282
	2015			348
	2016			338
	2017			351

Tabela 5 – Palavra-chave: Supervisory Control and Data Acquisition

A tabela 6 apresenta os resultados da pesquisa encontrados, utilizando a palavra-chave “SCADA” nas três bases de dados em questão:

Palavra-Chave	Ano	Base de Dados	Filtro	Total
SCADA	2012	SciELO	Por Título	0
	2013			0
	2014			1
	2015			2
	2016			0
	2017			0
	2012	Base de Periódicos da Capes	-	667
	2013			718

	2014			818
	2015			817
	2016			810
	2017			586
	2012	ScienceDirect	-	588
	2013			603
	2014			649
	2015			524
	2016			460
	2017			308

Tabela 6 – Palavra-chave: SCADA

4. ANÁLISE DOS DADOS

Analisando os resultados das pesquisas nas bases de dados, é possível verificar que a escolha da palavra-chave é fundamental para se encontrar artigos relacionados aos Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA). Dependendo com qual termo a busca é realizada, ou seja, se utilizando a língua portuguesa, inglesa, ou até mesmo a abreviatura, a diferença de resultados é bastante elevada. O Gráfico 1, mostra que os termos “Indústria 4.0” ou “Industry 4.0” são encontrados regularmente nas bases da ScienceDirect, enquanto as bases Scielo e Periódicos da Capes o número de resultados é bastante baixo.

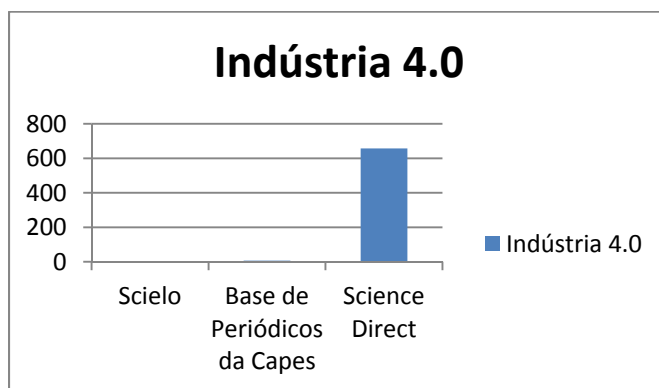


Gráfico 1 – Indústria 4.0

O Gráfico 2 mostra que o termo Sistemas Supervisórios não possui tanta relevância nas bases e não é encontrado regularmente nas bases.

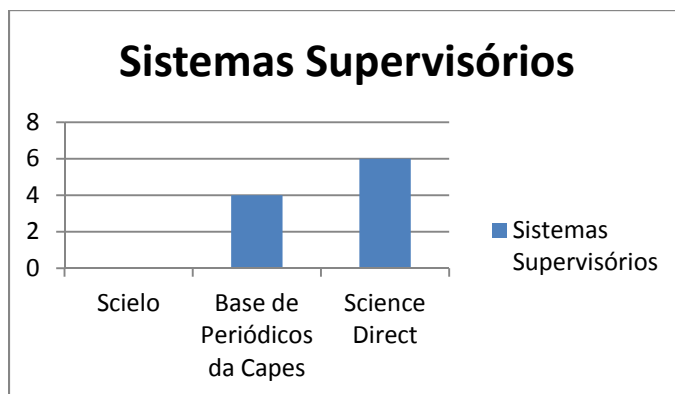


Gráfico 2 – Sistemas Supervisórios

O Gráfico 3, mostra que o termo “Supervisory Control and Data Acquisition” é encontrado regularmente nas bases da ScienceDirect, e Base de Periódicos da Capes, enquanto a base Scielo, o número de resultados é nulo.

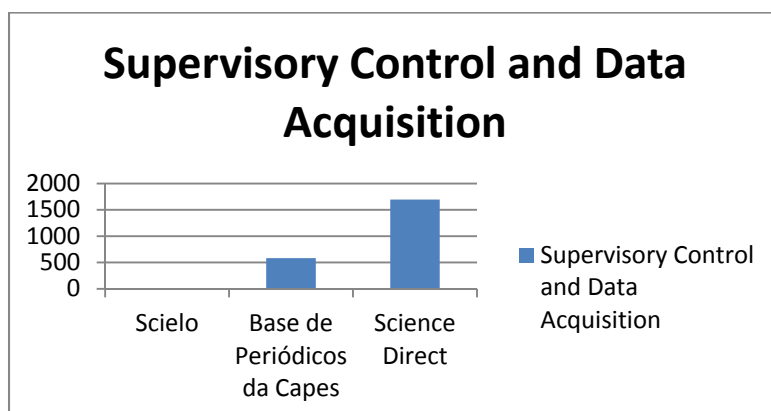


Gráfico 3 – Supervisory Control and Data Acquisition

O Gráfico 4, mostra que o termo “SCADA” é encontrado regularmente nas bases da ScienceDirect, e Base de Periódicos da Capes, enquanto a base Scielo, o número de resultados é nulo.

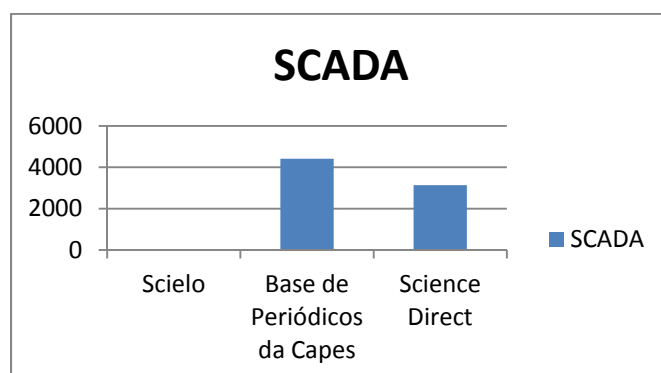


Gráfico 4 – SCADA

Para a palavra-chave “Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados”, não foram encontrados resultados relevantes. É interessante verificar que a tradução literal para a língua portuguesa, não nos fornece resultados relevantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão da literatura, é possível identificar que os sistemas SCADA, podem se enquadrar em diversas tecnologias e ferramentas da “Indústria 4.0.” Os que mais se destacam são sistemas ciber-físicos, big data e armazenamento na nuvem. O uso desses sistemas SCADA aumenta o nível de automação de processos e operações, consequentemente aumentando sua eficiência, qualidade, monitoramento e controle. É possível verificar que não existem tantos artigos, publicados nessas bases, que possuam referência explícita com “Indústria 4.0” e “SCADA” juntas no título ou resumo. Entretanto, a palavra-chave que mais se destaca para os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados é “SCADA”.

Este trabalho ficou limitado a apenas uma metodologia de revisão sistemática, bem como somente algumas das bases mais relevantes do meio acadêmico. Como sugestão para trabalhos futuros, uma análise mais detalhada das bases, bem como utilização de outras

palavras-chaves, pode melhorar o número de respostas de artigos. Além disso, esse artigo não se preocupou com uma análise bibliométrica, relevando os autores, citações, relevância do meio de publicação dos artigos.

Referências

BRERETON, P.; KITCHENHAM, B.; BUDGEN. *Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain.* 2007.

CÉSAR, F.; MACHADO, M.; RODRIGUES, F.; MAKIYA, I. *INDUSTRY 4.0: A bibliometric analysis and guidelines for future research perspectives.* 2016.

GÓMEZ, J; REYES. *Temas especiales de instrumentación y control.* 2008.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0.* Final report of the Industrie 4.0 Working Group. ACATECH – National Academy of Science and Engineering. Federal Ministry of Education and Research. 2013.

KÖCHE, J. *Fundamentos de Metodologia Científica teoria da ciência e prática da pesquisa.* 14.ed. rev. e ampl. Petrópolis: Vozes. p. 122-126. 1997.

MEHTA, B.; REDDY, Y. *Industrial Process Automation Systems - Design and Implementation.* 1st Edition, 2014.

SHAFIQ, S. I.; SANIN, C.; SZECZERBICKI, E.; TORO, C. *Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: A specialized form of Cyber Physical System for Industries 4.0.* 19th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems. Procedia Computer Science. v. 60, p. 1146-155. 2015.

SHAW, W. *Cybersecurity for SCADA Systems.* Oklahoma: PennWell Corporation. 2006.

THOMAS, J.; NELSON, J.; SILVERMAN, S. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física.* 6ª Edição. 2012.