

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**EDENILSON SAN’ANNA DOS SANTOS – CB3020626**

**HADILTON DE OLIVEIRA SAVI - CB3021173**

**LUIZ USTAVO UIMARAES DA SILVA SANTOS – CB3020649**

SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE PROCESSOS

**Cubatão - SP**

**ANO 2025**

**Cubatão - SP**

**ANO 2025**

SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE PROCESSOS

**EDENILSON SAN’ANNA DOS SANTOS**

**HADILTON DE OLIVEIRA SAVI**

LUIZ GUSTAVO GUIMARAES DA SILVA SANTOS

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Sistema de Gerenciamento de Processos do Curso Superior em Automação Industrial do IFSP Campus Cubatão.

Prof. Me Elcio Rodrigues Aranha

**Cubatão - SP**

**ANO 2025**

**RESUMO**

**Palavras-chave:**

**SUMÁRIO**

[1.0 INTRODUÇÃO](#_Toc526164516) 5

[2.0 DESENVOLVIMENTO](#_Toc526164517) 6

[3.0 PROJETO DE ARDUÍNO UTILIZADO](#_Toc526164518) 13

[4.0 conclusão](#_Toc526164519) 15

# 1.0 INTRODUÇÃO

**Desenvolvimento dos Sistemas de Automação Industrial a partir da Segunda Metade do Século XX**

A automação industrial passou por um grande desenvolvimento a partir da segunda metade do século XX, impulsionada por avanços em eletrônica, computação e engenharia de controle. Esse progresso resultou na modernização da produção industrial, aumento da eficiência e redução de custos operacionais. Este documento apresenta um panorama detalhado dessa evolução, explorando os principais marcos e tecnologias que transformaram a indústria ao longo das décadas.

**Anos 1950-1960: Primeiros Passos e Automação Rigidamente Programada**

Durante a década de 1950, o uso de relés e temporizadores eletromecânicos era predominante nos processos industriais. Sistemas de controle eram desenvolvidos com circuitos elétricos dedicados para cada função, limitando sua flexibilidade e tornando qualquer modificação no processo algo extremamente complexo e demorado.

A automação nesses primeiros tempos era baseada na lógica de relés, onde os sistemas eram projetados para realizar tarefas específicas, sem possibilidade de adaptação rápida. O principal desafio era a dificuldade na manutenção, já que a falha de um relé poderia exigir grandes revisões na fiação e no sistema.

Nos anos 1960, surgiram os primeiros sistemas de controle automático baseados em dispositivos eletrônicos, incluindo transistores e circuitos integrados. A introdução da eletrônica permitiu sistemas mais confiáveis e menores em tamanho, mas ainda assim as configurações continuavam sendo fixas, com pouca flexibilidade.

A automação nesse período era amplamente utilizada em processos como manufatura de automóveis, siderurgia e indústria química, onde operações sequenciais poderiam ser programadas por meio de contatos elétricos e sensores rudimentares.

**Anos 1970: Surgimento do Controlador Lógico Programável (CLP)**

O CLP (Controlador Lógico Programável) é um dispositivo eletrônico utilizado na automação industrial para controlar máquinas e processos. Ele substitui sistemas de controle tradicionais baseados em relés e temporizadores, proporcionando maior flexibilidade, confiabilidade e eficiência.

O CLP surgiu na década entre 1960 e 1970, nos Estados Unidos, a partir da necessidade da indústria automotiva de substituir os sistemas de controle eletromecânicos complexos e difíceis de modificar. A General Motors liderou essa demanda e, em 1968, a empresa Bedford Associates desenvolveu o primeiro CLP, chamado **Modicon 084**. Desde então, o CLP evoluiu significativamente, incorporando novas tecnologias, como redes industriais, programação avançada e integração com sistemas de TI.

Os CLPs possuem diversas características que os tornam ideais para aplicações industriais:

* **Modularidade** – Alguns modelos permitem adicionar módulos de entrada e saída conforme a necessidade.
* **Programabilidade** – Pode ser programado em diferentes linguagens, como Ladder (Linguagem de Contatos) e texto estruturado.
* **Alta confiabilidade** – Projetado para operar em ambientes industriais severos.
* **Rapidez no processamento** – Responde rapidamente a mudanças no processo.
* **Facilidade de manutenção e modificação** – Alterações no programa podem ser feitas sem necessidade de refazer o sistema de controle físico.

Os CLPs são utilizados em diversas aplicações industriais, incluindo:

* **Automação de linhas de produção** (como na indústria automobilística e alimentícia).
* **Controle de máquinas** (prensas, tornos, robôs, etc.).
* **Monitoramento de sistemas elétricos** (subestações, redes de energia).
* **Controle de processos contínuos** (refinarias, tratamento de água, indústrias químicas).
* **Edificações inteligentes** (controle de iluminação, climatização e segurança predial).

O CLP desempenha um papel essencial na automação industrial e no aumento da produtividade das fábricas. Sua importância está relacionada a:

* **Redução de custos** – Diminui a necessidade de fiação e manutenção de relés.
* **Flexibilidade** – Permite ajustes rápidos no processo sem necessidade de alterações físicas.
* **Segurança** – Melhora a confiabilidade dos sistemas de controle e reduz falhas operacionais.
* **Eficiência energética** – Otimiza o consumo de energia em processos industriais.
* **Integração com outras tecnologias** – Pode ser conectado a sistemas SCADA, IoT e redes industriais para maior controle e monitoramento.

O uso de CLPs continua crescendo com a **Indústria 4.0**, tornando-se cada vez mais integrado a sistemas digitais inteligentes para otimização da produção.

**Anos 1980: Integração de Computadores e Redes Industriais**

Na década de 1980, os computadores começaram a ser amplamente utilizados na automação industrial. Os Sistemas Supervisórios (SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition) foram introduzidos, permitindo o monitoramento remoto e o controle de processos industriais em tempo real.

Além disso, surgiram as primeiras redes industriais, como a MAP (Manufacturing Automation Protocol) e o protocolo Modbus, que facilitaram a comunicação entre CLPs e computadores. Essa integração possibilitou um nível mais alto de automação e otimização dos processos produtivos.

Os principais avanços desse período incluíram:

**Desenvolvimento de sistemas SCADA para monitoramento e supervisão de grandes plantas industriais**

O sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) é um sistema de controle e aquisição de dados utilizado em processos industriais e de infraestrutura crítica, a exemplo de setores de energia elétrica, água, gás e petróleo.

Sua função é coletar, monitorar e controlar dados em um tempo real de diferentes dispositivos, sensores e equipamentos em uma rede, onde ele fornece uma interface gráfica para os operadores e engenheiros de controle, visualizarem e gerenciarem esses dados.

O sistema SCADA funciona por três componentes principais: uma rede de comunicação, um conjunto de equipamentos e sensores, assim como um software de supervisão. A rede de comunicação é responsável por transmitir dados entre os equipamentos e o software de supervisão. Os equipamentos e sensores coletam dados e enviam para o software de supervisão, que processa e exibe as informações para os usuários.

Entre os equipamentos mais comuns estão os sensores, que são responsáveis por coletar informações sobre variáveis como temperatura, pressão, vazão, entre outras. Também são necessários dispositivos como controladores lógicos programáveis (CLP), e controladores de processo, que são responsáveis por controlar os equipamentos de chão de fábrica e processos a partir das informações coletadas pelos sensores.

Outros equipamentos importantes para o funcionamento do sistema SCADA são os computadores e a rede de comunicação, a qual permite a transmissão de dados entre os equipamentos e o software de supervisão. Essa rede pode ser por diferentes tecnologias, como Ethernet, WI-Fi, rádio ou fibra-ótica, dependendo das necessidades de cada processo.

O sistema supervisório SCADA é uma tecnologia fundamental para garantir a eficiência e segurança dos processos industriais, ele permite que os operadores monitorem e controlem dados em tempo real, detectem e corrijam falhas rapidamente, e aumentem a produtividade, no entanto, assim como qualquer tecnologia, esse sistema apresenta vantagens e desvantagens no seu uso na indústria.

As vantagens é a capacidade de controlar e monitorar processos em tempo real, e o grande ganho disso é que permite que os operadores possam detectar e corrigir falhas rapidamente, aumentando a eficiência e reduzindo os custos operacionais, o sistema também fornece uma interface gráfica amigável para os operadores visualizar e gerenciar dados de forma clara e intuitiva, e qual negócio não vai se beneficiar disso? Nesse sentido, as vantagens acabam sendo melhorar a produtividade e reduzir o tempo de treinamento necessário para o pessoal de operação, ainda que existe a possibilidade de integrar diferentes sistemas e dispositivos em uma única plataforma, isso permite que uma visão holística dos processos, facilitando a identificação de oportunidades de melhora e otimização.

As desvantagens, uma delas é a necessidade de investimentos significativos em infraestrutura e equipamentos para sua implementação e manutenção, o investimento inicial nele pode ser bem alto, ele inclui a compra de equipamentos, software e a implantação do sistema, outra desvantagem é a necessidade de proteger a rede de comunicação e dados coletados contra ameaças cibernéticas, como qualquer outra situação, isso requer uma estratégia robusta de segurança da informação e monitoramento constante.

O sistema SCADA tem uma ampla gama de aplicações em diferentes setores da indústria, aqui está alguns exemplos de como esse software é utilizado:

* **Industria Química:** o sistema é amplamente utilizado na indústria química para monitorar e controlar processos complexos, como a produção de produtos químicos, ele torna possível monitorar variáveis como temperatura, pressão e fluxo de materiais, bem como controlar equipamentos, como bombas e válvulas;
* **Energia:** ele é uma tecnologia fundamental nesse setor, em usinas por exemplo, ele é utilizado para monitorar o fluxo de energia elétrica, a temperatura dos geradores, a pressão do vapor, entre outras variáveis críticas, isso ajuda a prevenir falhas e maximizar a eficiência da usina;
* **Água e tratamento de esgoto:** também pode servir nos sistemas de abastecimento e tratamento, com ele, é possível monitorar variáveis como níveis de água, qualidade, pressão, vazão, entre outras, permitindo o controle eficiente do processo e garantindo a segurança e eficácia do sistema.

**Introdução dos primeiros sistemas de Controle Distribuído (DCS - Distributed Control System)**

A história dos sistemas de controle distribuído (DCSs) remonta às décadas de 1960 e 1970, quando os primeiros DCSs foram desenvolvidos para uso nas indústrias química e petroquímica. Durante esse período, a necessidade de sistemas de controle mais avançados para automatizar e controlar processos grandes e complexos tornou-se aparente. Os sistemas de controle tradicionais com fio, que dependiam de uma sala de controle central e dispositivos de controle analógicos, estavam se tornando cada vez mais difíceis e caros de manter.

Em resposta a isso, as empresas começaram a desenvolver novos sistemas de controle que usavam tecnologia digital e elementos de controle distribuídos, como controladores, para controlar processos. Esses sistemas eram conhecidos como sistemas de controle distribuído (DCSs). Os primeiros DCSs usavam hardware e software proprietários e foram desenvolvidos por empresas como Honeywell e Yokogawa. Eles eram usados ​​principalmente nas indústrias química e petroquímica para controlar processos grandes e complexos, como reatores químicos e refinarias de petróleo.

Nas décadas de 1980 e 1990, os DCSs começaram a evoluir e melhorar, com o desenvolvimento de novas tecnologias, como controladores lógicos programáveis ​​avançados (PLCs) e sistemas de controle de supervisão e aquisição de dados (SCADA). Os DCSs também começaram a ser usados ​​em outras indústrias, como geração de energia, tratamento de água e manufatura.

Nos anos 2000, os DCSs continuaram a evoluir com o advento de novas tecnologias, como Ethernet e Internet, que permitiram monitoramento e controle remotos de processos. Os DCSs também começaram a incorporar algoritmos de controle avançados e capacidades de análise de dados para melhorar o controle e a otimização de processos.

Hoje, os DCSs são amplamente utilizados em muitos setores para controlar processos grandes e complexos e são considerados um dos sistemas de controle mais avançados e sofisticados disponíveis.

**Lista de marcas DCS**

Existem várias marcas importantes que produzem e vendem sistemas de controle distribuído (DCSs), incluindo:

* **Siemens**: A Siemens é uma corporação multinacional alemã que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. Seu DCS é chamado **Simatic PCS 7**.
* **Yokogawa**: Yokogawa é uma corporação multinacional japonesa que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. Seu DCS é chamado **CENTUM VP**.
* **ABB**: A ABB é uma corporação multinacional sueco-suíça que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. Seu DCS é chamado ABB Ability System 800xA.
* **Honeywell**: A Honeywell é uma corporação multinacional americana que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. O DCS deles é chamado **Experion**.
* **Rockwell Automation**: A Rockwell Automation é uma corporação multinacional americana que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. Seu DCS é chamado **PlantPA** .
* **Schneider Electric**: A Schneider Electric é uma corporação multinacional francesa que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. Seu DCS é chamado **Foxboro Evo**.
* **Emerson**: A Emerson é uma corporação multinacional americana que produz uma ampla gama de produtos de automação e controle industrial, incluindo DCSs. O DCS deles é chamado **DeltaV**.

Sistemas de Controle Distribuído (DCSs) são amplamente utilizados em uma variedade de aplicações industriais e de infraestrutura para controlar e automatizar processos complexos.

Alguns exemplos de aplicações do DCS incluem:

* **Geração de energia**: DCSs são usados ​​para controlar e monitorar processos de geração de energia, como usinas de energia a carvão, a gás e nucleares. Eles são usados ​​para controlar e monitorar as variáveis ​​do processo, como temperatura, pressão, fluxo e nível, para garantir a operação segura e eficiente da usina de energia.
* **Petróleo e gás**: DCSs são usados ​​para controlar e monitorar processos na indústria de petróleo e gás, como perfuração, refino e produção petroquímica. Eles são usados ​​para controlar e monitorar as variáveis ​​do processo, como pressão, fluxo e nível, para garantir a operação segura e eficiente do processo.
* **Tratamento de água**: DCSs são usados ​​para controlar e monitorar processos em estações de tratamento de água, como purificação de água, dessalinização e tratamento de águas residuais. Eles são usados ​​para controlar e monitorar as variáveis ​​do processo, como fluxo, pH e temperatura, para garantir a operação segura e eficiente do processo.
* **Produtos farmacêuticos e biotecnologia**: DCSs são usados ​​para controlar e monitorar processos na indústria farmacêutica e biotecnológica, como fermentação, destilação e purificação. Eles são usados ​​para controlar e monitorar as variáveis ​​do processo, como temperatura, pH e pressão, para garantir a operação segura e eficiente do processo.
* **Fabricação**: DCSs são usados ​​para controlar e monitorar processos na fabricação, como linhas de montagem, sistemas robóticos e sistemas de embalagem. Eles são usados ​​para controlar e monitorar as variáveis ​​do processo, como temperatura, pressão, fluxo e nível, para garantir a operação segura e eficiente do processo.
* **Infraestrutura**: DCSs também são usados ​​para controlar e monitorar processos em infraestrutura, como sistemas de controle de tráfego, sistemas de automação de edifícios e sistemas de transporte. Eles são usados ​​para controlar e monitorar as variáveis ​​do processo, como temperatura, pressão, fluxo e nível, para garantir a operação segura e eficiente do processo.

**Expansão das redes industriais, permitindo a comunicação entre diferentes dispositivos e sistemas de controle**

**Protocolo Ethernet:** A Tecnologia predominante para LANs atualmente é a Ethernet. Este é um protocolo simples, de baixo custo de implantação, criado na década de 70 e que vem evoluindo desde então. Do seu início a menos de 10Mbps para até 1Gbps atualmente (Gigabit Eth) e além (10 Gbit Eth, 40GbEth e 100GbEth). A figura apresentada no slide acima mostra o esboço original do diagrama do protocolo Ethernet. Ethernet é um protocolo de interconexão para redes locais - Rede de Área Local (LAN) - baseada no envio de pacotes. Ela define cabeamento e sinais elétricos para a camada física, e formato de pacotes e protocolos para a camada de controle de acesso ao meio (Media Access Control - MAC) do modelo OSI. A Ethernet foi padronizada pelo IEEE como 802.3. A partir dos anos 90, ela vem sendo a tecnologia de LAN mais amplamente utilizada.

O protocolo Ethernet foi originalmente concebido para funcionar com diferentes topologias de rede e mídias (interfaces), tais como cabo coaxial, cabo de par trançado e fibra ótica. O protocolo é a essência da aplicação das normas IEEE 802.2 (LLC) e IEEE 802.3 (MAC). Ele utiliza endereços físicos (MAC Address) compostos por 6 Bytes. A versão mais comumente difundida do protocolo é a versão de cabo par trançado não blindado (UTP), com conector RJ-45, conhecida como 10BASET. Nesta versão, o quadro Ethernet possui até 1518 Bytes. O protocolo Ethernet pode operar no modo Half-Duplex (quando na topologia Barramento ou com os dispositivos interconectados via HUB) ou Full-Duplex (quando os dispositivos são conectados via SWITCH).

O protocolo Ethernet opera na camada 2 do modelo OSI e possui as seguintes subdivisões:

• LLC – Controle do Enlace Lógico, desenvolvida para garantir interoperabilidade entre as redes LAN

• MAC – Controle de Acesso ao Meio, que governa toda a operação do método de acesso. Ela também recebe os quadros (frames) de dados da camada superior e repassa para a camada inferior (subcamada PLS) para codificação.

• PLS – Sinalização da Camada Física, responsável por codificar e decodificar os dados através da codificação Manchester, à uma taxa de 10Mbps.

• AUI – Unidade Interface Anexos (Attachment), é uma especificação que define a interface entre os níveis PLS e MAU, independente do meio (cabo coaxial, UTP ou Fibra Óptica). Em velocidades maiores, a unidade AUI recebe o nome de MII ou GMII.

• MAU – Unidade de Anexo ao Meio, é dependente do meio. O MAU é o transceptor (transmissor e receptor) que produz o sinal apropriado para cada meio em particular. Além de transmitir e receber os dados, o MAU é capaz de detectar as colisões (CSMA-CD).

• MDI – Interface Dependente do Meio, é o hardware de conexão do transceptor ao meio.

**Crescimento do uso de microprocessadores nos CLPs, tornando-os mais rápidos e eficientes**