Projeto Individual Semestre:

Desenvolvimento de Fábricas Inteligentes com IoT e Computação em Nuvem

Engenharia de Software - 8º Período

Aluno:

Cláudio da Silva Leite

Professor:

Mauricio Noris

Disciplina

Arquitetura de Sistemas IoT e Cloud Computing

Data:

02/09/2024

**RESUMO**

Para o desenvolvimento de fábricas inteligentes utilizando IoT e computação em nuvem, diversos equipamentos e instrumentos são essenciais para criar um ambiente conectado e eficiente. Estes componentes formam a base para a construção de uma fábrica inteligente, sendo a seleção dos equipamentos específicos determinada pelas necessidades da fábrica, pelo orçamento disponível e pelas metas de automação e digitalização.

No projeto, a instalação de sensores no ambiente de produção com custo reduzido gera dados cruciais que são transmitidos de forma otimizada a um controlador central. O Gateway IoT desempenha um papel crucial ao receber dados de vários sensores com tecnologias distintas, permitindo o acompanhamento do processo de produção. Um controlador centralizado é fundamental para monitorar os múltiplos instrumentos distribuídos pelo ambiente fabril, facilitando o controle e monitoramento das variáveis como pressão, vazão, temperatura e fluxo.

Operadores de produção utilizam uma Interface Homem-Máquina (IHM) para visualizar e ajustar pontualmente os Set Points do processo, como por exemplo através de válvulas de controle de temperatura equipadas com obturadores que regulam o fluxo de acordo com o Set Point definido. No entanto, a implementação desses dispositivos enfrenta desafios significativos em um ambiente fabril, como a proteção dos dados contra ameaças cibernéticas. Portanto, é crucial integrar todos os sistemas IoT e de nuvem de maneira eficiente e segura.

Além dos custos iniciais elevados, investimentos significativos em infraestrutura e treinamento de pessoal são necessários para implementar e manter essa tecnologia. A colaboração entre áreas como engenharia, TI e operações é essencial, assim como a escolha criteriosa das tecnologias para atender aos objetivos específicos de produção.

Palavras-chaves: IoT, Programação, Automação, Industria 4.0, Nuvem

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 01– Diagrama de blocos controle PID . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Figura 02– Raspberry Pi 3 . . . . . . .......... . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Figura 03– Modulo wireless NRF24L01 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PID Proporcional Integrativo Derivativo

SP Set Point

IoT Internet das Coisas

IHM Interface Homem Máquina

1. INTRODUÇÃO

A revolução industrial que vivemos hoje, muitas vezes chamada de Indústria 4.0, está profundamente enraizada no desenvolvimento de fábricas inteligentes. Essas fábricas utilizam a Internet das Coisas (IoT) e a computação em nuvem para transformar operações tradicionais em ambientes altamente conectados, eficientes e autônomos. A integração desses elementos permite uma interconectividade sem precedentes entre máquinas, sensores e sistemas, resultando em processos de produção otimizados e decisões baseadas em dados em tempo real.

No coração dessa transformação estão os instrumentos IoT, que desempenham um papel crucial na coleta e transmissão de dados. Sensores inteligentes monitoram diversas variáveis de produção, como temperatura, pressão, fluxo, fluxo e umidade, e enviam essas informações para sistemas centrais através de gateways IoT. A partir daí, a programação entra em cena, permitindo o desenvolvimento de algoritmos sofisticados que processam esses dados, ajustam parâmetros automaticamente e garantem a eficiência e a qualidade do processo produtivo.

Este trabalho aborda as tecnologias e metodologias envolvidas na implementação de fábricas inteligentes, com ênfase na escolha e aplicação de instrumentos IoT e na programação necessária para integrar e automatizar esses sistemas. A importância de uma infraestrutura robusta, combinada com a segurança e a proteção dos dados, também será destacada, assegurando que as fábricas possam operar de forma eficiente e segura. Assim, a junção de IoT e computação em nuvem emerge como o pilar fundamental para o futuro das operações industriais, oferecendo um caminho claro para a automação avançada e a gestão inteligente de processos fabris.

1. REFERÊNCIAL TEÓRICO
2. TRABALHOS RELACIONADOS
3. DESENVOLVIMENTO
   1. Instrumentos de Controle de Processo

Os sensores e dispositivos IoT desempenham um papel crucial no monitoramento em tempo real das condições de produção em fábricas inteligentes. Sensores de temperatura e umidade ajudam a controlar o ambiente, enquanto sensores de proximidade detectam a presença de objetos ou pessoas, garantindo segurança e eficiência nas operações. Sensores de vibração são utilizados para monitorar o estado das máquinas, permitindo a detecção precoce de falhas, e sensores de pressão garantem o controle adequado em sistemas hidráulicos e pneumáticos. Além disso, câmeras IoT capturam imagens e vídeos em tempo real, auxiliando no monitoramento e controle de qualidade.

No monitoramento de processos industriais, sensores de pressão e fluxo são fundamentais para acompanhar o movimento de líquidos e gases, assegurando a eficiência dos sistemas e identificando problemas antes que se tornem críticos. Sensores de velocidade e vibração monitoram o funcionamento das máquinas, permitindo a implementação de manutenções preventivas, reduzindo o risco de falhas inesperadas.

* 1. Malha de Controle Proporcional Integral e Derivativo

Para garantir esse controle temos a programação de um controlador PID confome a figura 1, em um ambiente industrial envolve a implementação de um algoritmo que ajusta continuamente os parâmetros de controle para manter uma variável de processo no seu ponto de ajuste desejado. O controlador PID usa três componentes principais: o ganho proporcional (Kp), que ajusta a resposta com base no erro atual; o tempo integral (Ti), que corrige erros acumulados ao longo do tempo; e o tempo derivativo (Td), que antecipa mudanças no erro para evitar oscilações.

O processo começa com a aquisição de dados, onde a variável de processo é medida e comparada com o ponto de ajuste para calcular o erro. O controlador PID então calcula o sinal de controle combinando as respostas proporcional, integral e derivativa. Esse cálculo é feito em tempo real, ajustando o controle de acordo com as variações da variável monitorada.

Após a implementação do algoritmo PID, o próximo passo é integrar o controlador com o sistema industrial, como um SCADA ou um controlador lógico programável (CLP). É crucial ajustar os parâmetros Kp, Ti e Td para otimizar o desempenho e minimizar o erro. Testes e validação são realizados para garantir que o controlador PID opere eficientemente, mantendo a variável de processo estável e dentro dos limites desejados.

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Figura 1 – Diagrama de blocos controle PID

Texto

Descrição gerada automaticamente

Para garantir a qualidade e inspeção dos produtos, sensores ópticos e de imagem realizam inspeções visuais, detectando possíveis defeitos. Sensores de medição de pH e concentração são essenciais em processos químicos, garantindo a consistência e a qualidade dos produtos finais.

A segurança e a eficiência também são reforçadas com sensores de segurança e emergência, como os de detecção de incêndio e gases tóxicos, que protegem os trabalhadores e evitam acidentes graves. Sensores de consumo energético e monitoramento de recursos hídricos ajudam a identificar oportunidades de economia e eficiência no uso de energia e água. Todos esses sensores coletam dados precisos em tempo real, que são processados na nuvem, permitindo análises detalhadas, automação de decisões e otimização dos processos nas fábricas inteligentes

* 1. Gateways IoT

Gateways IoT industriais são dispositivos que conectam sensores e outros dispositivos IoT à rede de dados da fábrica, coletando informações e transmitindo-as para a nuvem. Eles desempenham um papel na integração de dados da fábrica com sistemas de computação em nuvem. Além disso, dispositivos de computação em borda (Edge Computing Devices) processam os dados localmente antes de enviá-los para a nuvem, o que ajuda a reduzir a latência e a demanda por largura de banda, melhorando a eficiência e a rapidez na tomada de decisões.

No contexto industrial, também pode ser aplicado o Raspberry Pi 3 conforme figura 2, que pode ser utilizado para automação e controle de processos, monitoramento de sistemas, e coleta de dados em tempo real. Ele pode atuar como um controlador para dispositivos IoT, um servidor local para armazenamento e análise de dados, ou uma interface para sistemas de supervisão e controle, oferecendo uma solução compacta e econômica para diversas aplicações industriais.

Circuito eletrônico com números

Descrição gerada automaticamente

Figura 2 - Raspberry Pi3

Programar um Raspberry Pi 3, onde suporta diversas linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento. Aqui estão alguns passos e opções para começar a programar no Raspberry Pi 3:

**Preparação Inicial**

* **Instalar o Sistema Operacional**: O Raspbian (agora chamado Raspberry Pi OS) é a escolha mais comum. Já instalado no seu dispositivo, ele vem com várias ferramentas de desenvolvimento pré-instaladas.
* **Conexão e Acesso ao Sistema**: Conecte o Raspberry Pi a um monitor, teclado, e mouse, ou configure o acesso remoto via SSH/VNC para programar sem necessidade de periféricos adicionais.

**Escolha da Linguagem de Programação**

* **Python**: A linguagem mais popular para Raspberry Pi, especialmente para projetos de IoT e automação. O Python já vem pré-instalado no Raspberry Pi OS.
* **Node.js**: Ideal para quem prefere JavaScript, especialmente em projetos que envolvem servidores web ou aplicações em tempo real.
* Abaixo temos um exemplo de um Script em Python:

Tela preta com letras brancas

Descrição gerada automaticamente

Figura 3 – Script para fazer um Led piscar conectado a GPIO 18

**Instalação de Ferramentas de Desenvolvimento**

* **IDE (Ambientes de Desenvolvimento Integrado)**:
* **Thonny**: Um IDE simples para Python, ótimo para iniciantes.
* **Geany**: Um editor de texto leve que suporta múltiplas linguagens.
* **Visual Studio Code**: Pode ser instalado para uma experiência mais avançada, suportando várias linguagens e extensões.

**Programação com GPIO**

* **Bibliotecas**: Para controlar os pinos GPIO (General Purpose Input/Output) e interagir com sensores, LEDs, etc.
* **RPi.GPIO**: Uma biblioteca Python simples para controlar GPIO.

O módulo wireless NRF24L01 conforme a figura 3 é utilizado para comunicação sem fio entre dispositivos, facilitando a troca de dados entre sensores, atuadores e controladores em sistemas distribuídos. Sua aplicação inclui a transmissão de informações de monitoramento e controle em tempo real, a integração de dispositivos em redes sem fio de baixo custo, e a automação de processos industriais, oferecendo uma solução eficiente e flexível para a comunicação sem fio em ambientes industriais.

Circuito eletrônico em fundo preto

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Figura 3 - Módulo Wireless NRF24L01

* 1. Infraestrutura de Rede

A infraestrutura de rede para fábricas inteligentes com IoT é composta por redes Wi-Fi industriais, que garantem alta disponibilidade e segurança para a conexão de dispositivos; Ethernet industrial, que oferece conexões de rede confiáveis e de baixa latência através de cabos e switches; e redes Mesh IoT, que cobrem grandes áreas da fábrica com conectividade constante, garantindo a comunicação eficaz entre dispositivos em ambientes complexos.

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Figura 4 – Arquitetura Simplificado do Processo

* 1. Serviços de Computação em Nuvem

Plataformas de IoT em nuvem, como Azure IoT Hub, AWS IoT Core e Google Cloud IoT, são utilizadas para gerenciar dispositivos IoT, coletar e processar dados em tempo real. Esses dados são armazenados em serviços de armazenamento em nuvem, como Azure Blob Storage ou AWS S3, que suportam grandes volumes de informações. Ferramentas de análise de dados, como Azure Machine Learning, permitem realizar análises preditivas e aplicar aprendizado de máquina para otimizar processos. Além disso, serviços de monitoramento e log, como Azure Monitor ou AWS CloudWatch, garantem o acompanhamento contínuo da performance e segurança dos sistemas IoT e nuvem.

* 1. Softwares e Aplicações

Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) são utilizados para o controle e monitoramento centralizado de processos industriais, permitindo a supervisão eficiente de operações complexas. Os Sistemas MES (Manufacturing Execution Systems) gerenciam e controlam as operações de produção, desde o lançamento de ordens de produção até a entrega do produto final, garantindo a eficiência e a qualidade no processo de fabricação. Além disso, aplicativos de monitoramento remoto, disponíveis em plataformas móveis ou web, permitem o monitoramento em tempo real e o controle de dispositivos IoT a partir de qualquer lugar, proporcionando flexibilidade e maior controle sobre as operações industriais.

* 1. Ferramentas de Segurança

Firewalls industriais protegem as redes da fábrica contra ameaças externas, enquanto sistemas de detecção de intrusão (IDS) monitoram o tráfego de rede para identificar tentativas de invasão. A criptografia de dados é utilizada para proteger as informações tanto em trânsito quanto armazenadas na nuvem, garantindo a segurança dos dados sensíveis.

* 1. Equipamentos de Integração

Controladores Lógicos Programáveis (PLC): Integram diferentes sensores e atuadores, realizando controles automáticos baseados em dados IoT.

Protocolos de Comunicação Industrial: Como Modbus, OPC UA, MQTT para comunicação entre dispositivos IoT, PLCs e sistemas de TI.

* 1. Equipamentos de Backup e Redundância

Sistemas de Alimentação Ininterrupta (UPS): Garantem a operação contínua de dispositivos críticos em caso de falha de energia.

Servidores Redundantes: Para garantir a alta disponibilidade dos serviços de computação em nuvem e de controle de fábrica.

* 1. Dispositivos de Interface Humano-Máquina (HMI)

Painéis HMI Touchscreen: Para operadores interagirem diretamente com o sistema de controle de fábrica, visualizando dados em tempo real e controlando equipamentos.

1. CONCLUSÃO

**Bibliografia**

Data 10/08/2024 às 15:00 h

Batista da Cruz, F., Nassif Maluf, M. ., & Cichaczewski, E. . (2021). IOT computação na nuvem: o aproveitamento de sistemas legados para industria 4.0. *Caderno Progressus*, *1*(2), 49–64. <https://cadernosuninter.com/index.php/progressus/article/view/1993>

Data 11/08/2024 às 08:00 h

Industria 4.0: explorando a convergência entre IoT e computação em núvem. Francisco Everardo Queiroz de Lima Filho [1], Ednardo Pereira da Rocha [2]

<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/06848441-7d46-46a5-a91c-a0a2db85d898/content>

Data 12/08/2024 às 22:30 h

Desenvolvimento de um Sistema IoT para o controle de iluminação residencial baseado nos princípios Indústria 4.0

<https://bdm.ufpa.br/bitstream/prefix/5036/1/TCC_DesenvolvimentoSistemaIoT.pdf>

Data 20/08/2024 às 12:00 h

Proposta de um Gateway IOT em Computação Fog com técnicas de Aceleração WAN

<http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/38117>

Data 24/08/2024 às 08:00 h

Os Efeitos da Internhet das Coisas (IoT) em Linhas de Montagens: Estudo de Casa na Industria de Autopeças

<http://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/2253/2/Caio%20Felipe%20da%20Cruz.pdf>

Data 25/08/2024 às 09:30h

Interface Homem-Máquina para Instrumentação e Controle de Ambiência

em Silos de Armazenagem de Grãos no Contexto da Internet das Coisas

<https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/37900/3/tcc-monografia-full-versao_final_ok_v2_joo_gabriel.pdf>

Data 03/09/2024 às 18:20 h

Estação Meteorológica Utilizando Azure Cloud e Raspberry PI

<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26169>