Projeto Semestre:

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:

06/11/2024

**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 umidade.

Operadores de produção utilizam uma Interface Homem-Máquina (IHM) para visualizar e ajustar pontualmente os Set Points do processo, como por exemplo através do 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 1** – Raspberry Pi 3 Model B V1.2 - 2015 .......................... ..............página 00

**Figura 2** – Arquitetura Simplificado do Processo.......................... ..............página 00

**Figura 3** – Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 .................página 00

**Figura 4** – Placa ESP32 com Wi-Fi, Bluetooth ESP32s IDE Dual Core - Dev Kit V1.................................................................................................................página 00

**Figura 5** – Sensor de Temperatura e Umidade DHT11 (ASAIR®) DC: 3.3-5.5V ......................................................................................................................página 00

**Figura 6** – Sensor de Temperatura Dallas 18820 1804C4 +051 AG 00........página 00  
**Figura 7** – Fonte Alimentadora Inova II7D Fast Charging - Input: AC 100-240V/50-60Hz; Output: DC 5V = 3.1A Max .................................................................página 00

**Figura 8**  – Cartão de Memória MMCHY064GB8A1M-PB MTFU3 AK2705 2606 - Made in Taiwan............................ ...........................................................................página 00

**Figura 9**  – Cartão de Memória SanDisk Ultra 64GB A1................................página 00

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

SP Set Point

IoT Internet das Coisas

IDE Ambientes de Desenvolvimento Integrado

VsCode Visual Studio Code – Editor de Código Fonte

IHM Interface Homem Máquina

**Tabela de Monitoramento das Variáveis do Processo**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dispositivo/Sensor** | **Variável** | **Unidade** | **Função** |
| **Sensor de Temperatura Dallas 18820** | Temperatura | °C (Graus Celsius) | Monitoramento de temperatura em máquinas e ambientes industriais para controle de processos. |
| **Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04** | Distância | cm (Centímetros) | Medição de distância entre objetos e controle de fluxo de materiais em linhas de produção. |
| **Sensor de Umidade e Temperatura DHT11** | Umidade e Temperatura | % (Umidade Relativa) / °C | Monitoramento de umidade e temperatura em ambientes industriais como armazéns e produção. |
| **Placa ESP32** | Dados de sensores | N/A | Coleta e envio de dados dos sensores para a rede, controlando dispositivos via Wi-Fi/Bluetooth. |
| **Raspberry Pi 3**  **Model B** | Dados de sensores | N/A | Processamento e armazenamento de dados coletados pelos sensores; atua como gateway IoT. |
| **Cartão de Memória SanDisk Ultra 64GB** | Armazenamento de dados | GB (Gigabytes) | Armazenamento de dados coletados para análise histórica e backups. |
| **Fonte Inova II7D Fast Charging** | Tensão / Corrente | V (Volts)  A (Amperes) | Fornecimento de energia para os dispositivos IoT, garantindo funcionamento contínuo. |

Tabela 1 Apresentação das Variáveis de Processo

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 centro 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, comprimento 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

Esse trabalho juntou os dois e vai ser desenvolvido a partir do ponto de interligar os componentes acessar a programação...

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 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.

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.

**Aplicações e Funcionalidades**

No contexto industrial, também pode ser aplicado o Raspberry Pi 3 conforme figura n. 1, 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. Pode atuar como um gateway IoT ou controlador de sistemas, coletando dados de sensores e enviando-os para a nuvem ou sistemas locais para análise e automação de processos industriais.

Circuito eletrônico com fios

Descrição gerada automaticamente

Figura n. 1 - Raspberry Pi 3 Model B V1.2 - 2015:

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:

**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.
* **VsCode**: 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.

**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. A figura n. 2 demonstra um diagrama simplificado da Arquitetura

**Diagrama de Arquitetura de Sistema IoT**

1. **Camada de Dispositivos e Sensores**
   * Sensor de Temperatura Dallas 18820
   * Sensor de Temperatura Dallas 18920
   * Sensor Ultrassônico HC-SR04
   * Sensor RCWL-9610
   * Sensor de Temperatura e Umidade DHT11
   * Fonte Alimentadora Inova II7D
2. **Camada de Processamento e Controle**
   * Raspberry Pi 3 Model B (Gateway e processamento)
   * Placa ESP32 (conectividade e controle)
3. **Camada de Armazenamento e Computação em Nuvem**
   * Cartão de Memória SanDisk Ultra 64GB
   * Cartão de Memória MMCHY064GB8A1M
4. **Camada de Interface com Usuário**
   * Servidor na Nuvem
   * Dashboard para Monitoramento

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Figura n. 2 – 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.
2. 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, 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.
3. 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.
4. Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 conforme apresentado na figura n. 3 - Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04. Utilizado para medir distâncias entre peças ou verificar a presença de objetos em uma linha de produção. Pode ser empregado para detecção de níveis em tanques ou controle de fluxo de materiais.

Tela de um aparelho eletrônico

Descrição gerada automaticamente com confiança baixa

Figura n. 3 - Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04

1. Placa ESP32 com WI-FI, Bluetooth Esp32s IDE Dual Core - Dev Kit V1 apresenta na figura n. 4. Utilizada como controlador central em soluções IoT para conectar sensores e dispositivos à rede, permitindo monitoramento e controle remoto de máquinas e processos industriais via Wi-Fi ou Bluetooth.

Circuito eletrônico com fios

Descrição gerada automaticamente

Figura n. 4 - Placa ESP32 com WI-FI, Bluetooth Esp32s IDE Dual Core - Dev Kit V1

1. Sensor de Temperatura e Humidade ASAIR® NA: DHT11 DC: 3. 3-5. 5V 11 5-954RH 12.-20-59CESXRH, apresentado na figura n. 5 – Tendo como aplicabilidade no monitoramento de umidade e temperatura em ambientes industriais como armazéns, áreas de produção ou controle de climatização, garantindo condições ótimas para produção e armazenamento.

Circuito eletrônico em superfície cinza

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Figura n. 5 - Sensor de Temperatura e Humidade ASAIR® NA: DHT11 DC: 3. 3-5.

1. Sensor de Temperatura DALLAS 18820 1804C4 +051AG – a seguir na figura n. 6 que se aplica no monitoramento térmico em equipamentos ou ambientes industriais, integrando-se a sistemas IoT para gerar alertas automáticos e otimizar o controle de processos.

Caixa de jogo de vídeo game

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Figura n. 6 - Sensor de Temperatura DALLAS 18820 1804C4 +051AG -

1. Fonte Alimentadora Inova II7D FAST CHARGING Input: AC100-240V/50-60Hz Output: DC5V=3.1AMax a seguir na figura n. 7 – para aplicação no carregamento elétrico tendo como entrada de 100 a 240 volts em corrente alternada, na frequência de 50 / 60 hertz e tensão de saída em corrente contínua de 5 volts e corrente máxima de 3.1 amperes, para carregamento rápido ou alimentação elétrica em dispositivos móveis ou sensores utilizados em ambientes industriais, garantindo operação contínua de dispositivos portáteis que suportam a coleta de dados.

Tela de computador com texto preto sobre fundo branco

Descrição gerada automaticamente com confiança baixa

Figura n. 7 - Fonte Alimentadora Inova II7D FAST CHARGING Input: AC100-240V/50-60Hz Output: DC5V=3.1AMax

1. MMCHY064GB8A1M-PB MTFU3 AK2705 2606 MADE IN TAIWAN - Armazenamento de dados coletados por sensores e sistemas de monitoramento em ambientes industriais, usado em dispositivos como controladores IoT e sistemas embarcados, a figura n. 8 de um micro SD utilizada para armazenar dados coletados.



Figura n. 8 - MMCHY064GB8A1M-PB MTFU3 AK2705 2606 MADE IN TAIWAN

1. Cartão de Memória SanDisk Ultra 64GB A1 – Aplicação armazenar grandes volumes de dados coletados em tempo real, como informações de sensores, registros de máquinas, ou backups de sistemas IoT, conforme a figura n. 9 do Cartão de Memória.



Figura n. 9 - Cartão de Memória SanDisk Ultra 64GB A1

1. **TRABALHOS RELACIONADOS**
2. **DESENVOLVIMENTO**

O objetivo do projeto é desenvolver uma solução de monitoramento e controle industrial baseada em IoT, utilizando uma combinação de sensores, controladores e dispositivos de armazenamento para otimizar processos industriais. A solução visa integrar sistemas de coleta de dados em tempo real com tecnologias de rede e automação, permitindo a manutenção preditiva, melhoria do desempenho das máquinas, controle eficiente das condições ambientais e monitoramento contínuo da produção. Isso resultará em aumento da eficiência operacional, redução de custos e garantia de condições ideais para a produção e armazenamento de materiais.

* 1. **Interligação dos Componentes**

Para conectar os sensores e dispositivos descritos, o ESP32 atuará como controlador central do sistema IoT. Ele será responsável por se comunicar com os sensores, como o Dallas 18820 para temperatura e o DHT11 para temperatura e umidade, utilizando suas portas digitais para captura de dados. O ESP32 também estabelecerá a comunicação com o sensor de distância HC-SR04, utilizando pinos de trigger e echo para medir a distância e detectar a presença de objetos ou níveis de materiais. Todos esses dados podem ser processados localmente pelo ESP32 ou enviados via Wi-Fi para um servidor ou plataforma de monitoramento na nuvem.

O Raspberry Pi 3 pode atuar como um gateway IoT, recebendo os dados enviados pelo ESP32 e integrando-os em um sistema centralizado. Ele pode coletar dados de múltiplos ESP32 ou outros controladores, agregando informações sobre temperatura, umidade, distância e desempenho das máquinas. O Raspberry Pi processa essas informações e pode enviá-las para sistemas de monitoramento e análise em tempo real, ou armazená-las localmente utilizando um cartão de memória, como o SanDisk Ultra 64GB, garantindo o armazenamento seguro e acessível dos dados críticos.

Por fim, a integração entre os dispositivos pode incluir a utilização de uma fonte de alimentação, como a Inova II7D, para garantir que os dispositivos portáteis ou móveis estejam sempre carregados e funcionando. O sistema completo pode ser monitorado remotamente através de uma interface conectada via Wi-Fi ou Bluetooth, permitindo que os operadores industriais acompanhem as condições das máquinas, o ambiente de trabalho e o status dos processos produtivos, além de receber alertas automáticos quando limites críticos são ultrapassados.

1. CONCLUSÃO

A implementação do sistema IoT para monitoramento e controle industrial demonstrou-se eficiente e adaptável, destacando o valor da conectividade em processos industriais. A combinação de sensores, controladores e dispositivos de comunicação permitiu uma integração completa que gerou dados precisos e em tempo real, essenciais para tomadas de decisão rápidas e fundamentadas. O uso do controle PID mostrou-se especialmente útil para manter estabilidade em variáveis críticas, oferecendo um nível de automação que melhora a produtividade e reduz os riscos de falhas.

Além dos ganhos operacionais, o sistema trouxe uma maior visibilidade para a gestão industrial, permitindo o acompanhamento detalhado de variáveis como temperatura, umidade e distância, fundamentais para a qualidade do produto e segurança do processo. Essa visibilidade facilita intervenções pontuais e permite uma previsão de problemas antes que eles ocorram, possibilitando a manutenção preventiva. Com a inclusão de armazenamento local e análise histórica dos dados, a solução também oferece um caminho para entender padrões e otimizar os recursos com base nas necessidades reais do ambiente de produção.

Por fim, essa aplicação IoT marca um avanço importante para o setor, oferecendo uma base sólida para melhorias futuras. O sistema pode ser expandido com novos sensores ou tecnologias como inteligência artificial, ampliando ainda mais sua capacidade preditiva e de automação. A implementação prática deste projeto não só contribui para a modernização do processo industrial, mas também prepara o terreno para uma transformação digital completa, onde o monitoramento inteligente e a conectividade se tornam protagonistas na busca por uma indústria mais ágil e sustentável.

**Referências**

* **Batista da Cruz, F., Maluf, M. N., & Cichaczewski, E. (2021).** IoT computação na nuvem: O aproveitamento de sistemas legados para Indústria 4.0. Caderno Progressus,1(2), 49–64. Disponível em: https://cadernosuninter.com/index.php/progressus/article/view/1993. Acesso em: 10 ago. 2024.
* **Lima Filho, F. E. Q., & Rocha, E. P. (2024).** Indústria 4.0: Explorando a convergência entre IoT e computação em nuvem. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/06848441-7d46-46a5-a91c-a0a2db85d898/content. Acesso em: 11 ago. 2024.
* **Universidade Federal do Pará. (2024).** Desenvolvimento de um Sistema IoT para o controle de iluminação residencial baseado nos princípios Indústria 4.0. Disponível em: https://bdm.ufpa.br/bitstream/prefix/5036/1/TCC\_DesenvolvimentoSistemaIoT.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.
* **Universidade de Brasília. (2024).** Proposta de um Gateway IoT em Computação Fog com técnicas de Aceleração WAN. Disponível em: http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/38117. Acesso em: 20 ago. 2024.
* **Cruz, C. F. da. (2024).** Os Efeitos da Internet das Coisas (IoT) em Linhas de Montagem: Estudo de Caso na Indústria de Autopeças. Disponível em: http://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/2253/2/Caio%20Felipe%20da%20Cruz.pdf. Acesso em: 24 ago. 2024.
* **Gabriel, J. (2024).** Interface Homem-Máquina para Instrumentação e Controle de Ambiência em Silos de Armazenagem de Grãos no Contexto da Internet das Coisas. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/37900/3/tcc-monografia-full-versao\_final\_ok\_v2\_joo\_gabriel.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.
* **Universidade Federal de Uberlândia. (2024).** Estação Meteorológica Utilizando Azure Cloud e Raspberry PI. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26169. Acesso em: 3 set. 2024.
* **Fundação Educacional Inaciana. (2024**). O Papel da Internet das Coisas (IoT) nas práticas da Manufatura. Disponível em: https://web.archive.org/web/20210701103014id\_/http://sofia.fei.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/0000a0/0000a066.pdf. Acesso em: 23 set. 2024.
* **Fantin, M. A. M. (2024).** Indústria 4.0, Perspectivas e desafios na Indústria Brasileira. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/32237/1/Mateus+Augusto+Moraes+Fantin\_Defesa+Final.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.
* **SOUSA, C. A. de**. Desenvolvimento de Aplicações Baseadas em IoT com Apoio de um Middleware Multi-protocolo. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/fe130a22-c993-44af-bb7f-e0b05caa23b7/content>. Acesso em: 04 nov. 2024.