

Desenvolvimento de um Sistema de Telemetria utilizando conceitos de IOT

Alexander Bento Melo e Jardel Vieira

Resumo—Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de telemetria que envolve a coleta e a análise dos dados utilizando computação na nuvem, dentro do contexto da Internet das Coisas (IOT) para a Indústria, aplicado na indústria de manufatura de couro. Neste contexto este artigo mostra como é possível uma indústria, que ainda depende muito da mão de obra humana, se beneficiar dos conceitos inovadores em termos de tecnologia propostos pela IOT.

Palavras-Chave— IOT, OEE, IBM, Web Services.

Abstract— This paper presents the development of a telemetry system that involves data collection and analysis using cloud computing, within the context of the Industrial Internet of Things (IIOT), applied to the leather manufacturing industry. In this context, this paper shows how an industry, which still relies on human labor, could benefit from innovative concepts in terms of technology proposed by IOT.

Keywords— IOT, OEE, IBM, Web Services.

I. INTRODUÇÃO

No contexto da Internet das Coisas foi criada a Internet das Coisas para a Indústria (Industrial Internet of Things -IIOT) com o objetivo primário de melhorar a eficiência operacional das indústrias e com isso reduzir os custos de produção. Esta nova onda de industrialização ficou conhecida como a Quarta Revolução Industrial e está se expandindo em países da Europa e América do Norte de forma relevante. Grandes empresas como CISCO [1], Huawei, Ericsson, PROMON etc estão trabalhando arduamente para desenvolver a infraestrutura necessária para que as empresas possam implementar plenamente os novos conceitos da IOT dentro da indústria.

O intuito deste trabalho foi desenvolver um sistema que implementasse os conceitos propostos dentro da IOT, utilizando tecnologias existentes e aplicá-los em uma indústria manufatureira como é o caso da indústria do couro, de forma a visualizar os resultados/ganhos de produtividade e redução de custos de produção, de forma prática. Com este objetivo, no final de 2014 foram desenvolvidos sensores e gateways [3] inteligentes para serem instalados em uma indústria de manufatura de couro.

O sistema foi instalado em meados de 2015 e os resultados já nos primeiros meses mostraram um ganho de produtividade que em algumas linhas chegou a 20%. Para chegar a estes resultados foram utilizadas métricas do **Overall Equipment Effectiveness** (OEE), este indicador OEE verifica o quanto a empresa está utilizando os recursos disponíveis (máquinas, mão-de-obra e materiais) na produção. A grande vantagem desse indicador é que ele desmembra a eficiência em três

indicadores que são: disponibilidade, performance e qualidade. Onde a disponibilidade é o percentual do tempo que o equipamento trabalhou em comparação ao tempo em que ele ficou disponível para trabalhar, a performance é a relação entre a velocidade real que o equipamento operou em relação a velocidade padrão que ele deveria operar, e pôr fim a qualidade que é a relação entre o tempo total de produção pelo tempo perdido com a fabricação de peças defeituosas.

No decorrer deste trabalho um dashboard foi desenvolvido para apresentar para o usuário final visualizar os dados obtidos através dos sensores e analisados com base no OEE.

II. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Cientes dos benefícios que os conceitos de IOT e o cálculo do OEE poderia gerar para a indústria, nos deparamos com a dificuldade de obtenção de dados confiáveis e em tempo real.

Para atender esta demanda, idealizamos um equipamento que utiliza tecnologias inovadoras relacionadas à IoT [5] para captar, armazenar, processar e analisar dados de processos produtivos, informando desde o chão de fábrica até a diretoria corporativa em tempo real a Eficiência Global dos Processos.

Após estudar as tendências e desafios lançados pela Accenture e pelo IIoT Consortium, o sistema foi projetado para ser não intrusivo, evitando alterações ou investimentos do parque industrial instalado, e também para cumprir o papel de integrar setores de TI, Automação e Operação.

Em maio de 2015, após um ano de desenvolvimento, testes e implantação, o sistema iniciou sua atuação em uma planta de manufatura de couros. Em 45 dias houve uma melhora de 20% na produtividade da unidade, que já era a mais produtiva do grupo.

O principal motivo desta melhoria foi a identificação de causas de microparadas (menos de 3 minutos), que são impossíveis de serem registradas em formulários ou digitadas em sistemas de informação.

Antes do monitoramento das microparadas, a ineficiência era toda atribuída a paradas para manutenção ou performance da equipe, e as causas não eram tratadas adequadamente.

As tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema foram:

- Sensores e microcontroladores (Atmega328, Attiny85) programado em C++.
- Comunicação RF 2.4Ghz em rede mesh (Bluetooth Low Energy, Zigbee).

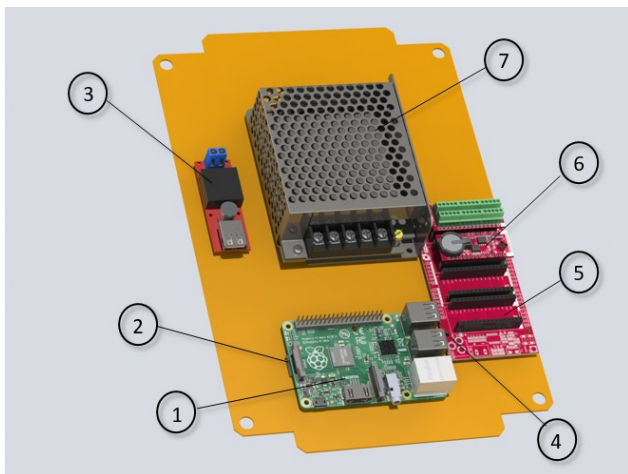
Alexander Bento Melo, Departamento de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas-MG, Brasil, E-mails: alexbentomelo@ufu.br. Jardel Vieira, IOTeam, Uberlândia – MG, Brasil, E-mails: jardel@ioteam.com.br.

- Banco de dados NoSql com sincronismo bi-direcional e Restful JSON, facilitando a integração com sistemas legados (Apache CouchDb, IBM Cloudant), com funções de mapreduce embutidas e atuando como servidor web HTML5+JS.
- Gateways entre a rede mesh e a internet utilizando Raspberry PI com modem 3G, chip M2M, ou interligado à rede TCP/IP existente.
- Servidores em nuvem e local com mesmas características, baseados em Linux Debian e baixa necessidade de processamento, podendo ser instalados em Raspberry PI localmente, sincronizados com instâncias T2.nano da Amazon Web Services, programados em C++, Python, Node.js

A Figura 1 mostra as principais partes do gateway principal do sistema.

Este gateway, é responsável por receber os dados, armazená-los em uma base de dados local e enviá-los para a nuvem que está hospedada na Cloud da IBM. Uma vez recebidos os dados são analisados e os resultados enviados de volta para o Gateway e então apresentados localmente. O acesso aos dados analisados também está disponível em um dashboard hospedado na Cloud da IBM.

A aplicação embarcada no servidor da IBM é tratada em outro artigo.



REF.	DESCRIÇÃO
1	CPU Compacta 700Mhz 512MB
2	Cartão de Memória 8G CLASS 4
3	Regulador de Tensão 12/5V
4	Adaptador de Rede Wireless
5	Placa microprocessadora e Módulo I/O
6	Relógio de Tempo Real
7	Fonte Chaveada 12V/2A
	Case com cooler 12V
	Monitor LCD 7"
	Módulo de Rede ZigBee
	Suporte Metálico

Fig. 1. Principais partes integrantes do Gateway.

CPU

A CPU que integra o sistema possui um processador com a arquitetura ARM, a GPU VideoCore IV e a memória RAM.

As especificações gerais são:

- Processador ARM 11 de 700 MHz;
- GPU VideoCore IV de 250 MHz;
- 256 MB total de RAM;
- Saída de Vídeo HDMI e RCA;
- Saída de áudio P2;
- Interface de rede ethernet;
- 2 ou 4 portas USB;
- Conector Micro USB para alimentação (5 volts, 700mA).

O Sistema Operacional baseado em Linux é processado a partir do cartão de memória que deve ser manipulado para as configurações iniciais do sistema.

Cartão de Memória

O cartão de memória do sistema é onde está instalado o Sistema Operacional da CPU e por consequência onde também estão disponíveis os seguintes elementos do sistema:

- Configurações da rede Wifi que será utilizada para acesso remoto à CPU que permitirá o ajuste e verificação de parâmetros sempre que necessário.
- Configuração do ID do equipamento que é o número pelo qual o sistema associará as informações coletadas à máquina ao qual o equipamento está instalado.
- Configurações de Inicialização que são os scripts que definem a aplicação que será inicializada, o modo de exibição do monitor entre outros. Estes parâmetros são configurados na implantação do sistema.
- Banco de Dados que armazena todos os dados recebidos.
- Aplicações que são os softwares que processam os dados e gerenciam o armazenamento e envio dos mesmos.

Placa microprocessadora e Módulo I/O

É nesta placa que os sensores de captação de dados são conectados. O software embarcado processa cada mudança de estado dos sensores e envia a CPU um “log” com informação do horário do evento e o sensor relacionado.

As entradas de sinais estão previamente preparadas para serem conectadas em sensores que atuam com o sistema de “contato seco”. Acoplamento com sensores de interface diferente podem ser utilizados com o uso de relés ou contadores de acoplamento.

Relógio de Tempo Real

Um dos módulos utilizados na placa microcontroladora é um módulo RTC - Relógio de Tempo Real que possui um oscilador interno que mantém atualizado o horário a ser

utilizado pelo sistema. O chip RTC do módulo armazena dia do mês, dia da semana, mês, ano, hora, minuto e segundo.

A Figura 2 mostra a arquitetura de rede do sistema.



Fig. 2. Arquitetura de Rede do Sistema

O sistema possui uma série de facilidades que permitem a comunicação entre os diversos elementos da rede.

A Arquitetura desta rede varia com o contexto de cada aplicação o que facilita a utilização do sistema em diversas situações.

Além da possibilidade de utilização de Rede WI-FI para os casos de disponibilidade deste tipo de rede, a principal alternativa de comunicação sem fio entre os elementos do sistema é a rede ZigBee.

ZIGBEE

Uma das principais vantagens do ZigBee é o fato de suportar redes em malha, onde, havendo vários caminhos possíveis, é possível eliminar falhas de comunicação no caso de falha de um nó de rede.

Na topologia em malha (mesh), a rede auto organiza-se de forma a otimizar o tráfego de dados, podendo abranger áreas geográficas relativamente extensas como por exemplo um prédio de grandes dimensões.

Dashboard

A Figura 3 mostra o Dashboard utilizado para permitir que o usuário visualize e controle todos os dados captados através de um Web browser ou através de uma aplicação para Android.



Fig. 3. Arquitetura de Rede do Sistema

Este sistema é acessível localmente e também remotamente pela internet e permite sua utilização em smartphones e tablets, registrando dados e compartilhando informações com outras pessoas.

Na nuvem o sistema utiliza a infraestrutura da Plataforma Bluemix da IBM que agrega todos os diferenciais de disponibilidade e segurança e permite a integração com outros sistemas como ERP ou MES por WEB Service.

III. INSTALAÇÃO E RESULTADOS

O sistema foi instalado em uma planta de manufatura de couros instalada em Naviraí-MS. A princípio dois processos foram escolhidos para receber o sistema, que são: Redescarne e Enxugamento do couro, ambos os processos apresentavam dados de produtividade muito abaixo das metas traçadas diariamente.

Para se ter uma ideia a meta de Redescarne diário por máquina era de 3500 unidades e a alcançada ficava em média 2430 unidades, ou seja, era atingido diariamente 69% da meta de produção traçada.

Já as metas da máquina Enxugadora estavam em 4200 couros e alcançava uma média de 3192 couros diários o que significa 76%.

Antes da instalação do sistema não haviam dados concretos sobre a disponibilidade e performance das máquinas.

A Figura 4 mostra o sistema instalado ao lado de uma máquina Enxugadora.



Fig. 4. Máquina Enxugadora sendo monitorada

A Figura 5 mostra o sistema instalado em uma máquina de Redescarne.



Fig. 5. Máquina de Redescarne sendo monitorada

Nesta “test bed” foram utilizadas derivações diretas dos sensores das máquinas para os Gateways remotos, isto quer dizer que neste primeiro modelo não foram empregados sensores sem fio desenvolvidos posteriormente.

Sendo assim, os Gateways remotos capturavam as informações e em um primeiro momento apresentavam os dados de produtividade in loco para o operador da máquina.

Além disso as informações coletadas eram enviadas via Zigbee, para o Gateway principal que estava instalado na sala de TI. Ao receber estes dados, com uma frequência de 5 Hertz, o gateway armazenava a informação na base de dados e então enviava via conexão 3G para a nuvem. A conexão 3G foi utilizada pois devido a restrições de segurança a rede Wi-Fi da empresa não foi liberada para o projeto.

Ao receber estes dados o sistema de análise os envia para a aplicação na nuvem, esta aplicação foi desenvolvida para avaliar a produtividade da linha e também para analisar as microparasadas. Após a análise a aplicação devolve os resultados/indicadores de OEE que podem ser acessados visualizados com auxílio de Dashboard.

Uma outra funcionalidade é que os Gateways remotos conversam entre si, enviando informações de produtividade uns para os outros com o intuito de garantir o sincronismo dos dados o tempo todo e no futuro poder utilizar este dado para determinar ações a serem tomadas em chão de fábrica.

Nas primeiras semanas após a instalação do sistema, os tempos de paradas das máquinas podem ser observados e detalhados, veja um exemplo na Tabela 1.

TABELA I. TEMPOS DE PARADAS DAS MÁQUINAS

Semana	Causas de parada (minutos)										Total	
	Causa	Elétrica	Falta de MP	Mecânica	microparada	Movimentação	null	Não Apointada	Programada	Retrabalho		Set-up
Exaustamento			180		1,685	10	15	15	180		5	2,09
Pré-descarne	20				1,72	60	15		175		15	2,005
Redescarne			35		1,29		95		60	50	10	1,54
Totals	20	180	35	4,695	70	125	15	415	50	30	5,635	

Para esta primeira fase foram disponibilizados alguns motivos de parada para apontamento, o que possibilitou identificar os motivos de parada de forma fácil e rápida.

Em relação a produtividade, já na primeira semana foi possível observar um ganho significativo nas máquinas de Redescarne, as quais obtiveram um ganho de produtividade de 20%.

As enxugadoras tiveram ganhos de produtividade da ordem de 12%.

IV. CONCLUSÕES

A principal conclusão que se tira deste trabalho é que a utilização adequada da tecnologia em processos produtivos pode no curto prazo de tempo trazer resultados de melhora de produtividade e por consequência redução de custos que são necessárias para a indústria que quer se manter competitiva.

A utilização do sistema desenvolvido mostrou que o tratamento adequado dos dados é a chave para conseguir bons resultados e justificar o investimento. Em uma época que se fala constantemente de Big Data e de Análise de Dados, mais importante que coletar é coletar o dado correto e tratá-lo para que o mesmo possa ser utilizado de forma útil.

A falta de uma infraestrutura adequada de comunicação “Machine-to-Machine”(M2M) no Brasil ainda gera problemas e limitações na rede de comunicações que precisam ser vencidos com outras estratégias.

Observou-se também que a análise e tomada de decisão em tempo real proporciona a mitigação muito mais rápida da causa raiz, elevando a produtividade. Ao mesmo tempo o sistema cumpriu dois desafios citados: integrou a Operação com a TI sem alterar a infraestrutura da fábrica.

REFERÊNCIAS

- [1] E. Daves, “A Internet das Coisas – Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo”, CISCO, 2011.
- [2] A. Luigi, L. Antonio e M. Giacomo, “The Internet of Things: A survey”, Computer Networks, Volume 54, Issue 15, Pages 2787-2805, 2010.
- [3] G. Kortuem ; F. Kawsar ; V. Sundramoorthy ; D. Fitton, “Smart object as building block for Internet of Things”, IEEE Internet Computing ,Volume:14 , Issue: 1, Pages 44-51, 2010.
- [4] F. Siegemund, "A Context-Aware Communication Platform for Smart Objects", Proc. 2nd Int'l Conf. Pervasive Computing (Pervasive 04), pp. 69-86, 2004.
- [5] C. Efstratiou, "Experiences of Designing and Deploying Intelligent Sensor Nodes to Monitor Hand-Arm Vibrations in the Field", Proc. 5th Int'l Conf. Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys 07), pp. 127-138, 2007.