

# RSSF

---

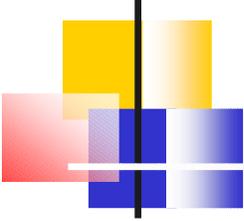
## Aplicações de Redes de Sensores sem Fio em Ambientes Industriais

Leonardo Henrique de Melo Leite

Euler Cunha Martins

**CPDEE** – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - UFMG

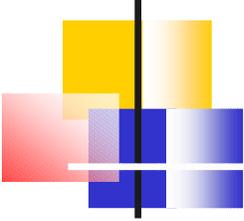
U F  G



# Escopo

---

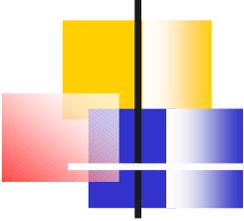
- Motivação
- Introdução
- RSSF em Ambientes Industriais: Automação Industrial
- Projeto e Implementação das RSSF
- Tecnologias e Padrões
- Soluções Comerciais
- Integração com a Rede Fixa
- Uma Proposta de Aplicação Prática
- Discussão



# Motivação

---

- Crescente necessidade de medições para controle de processos na indústria
- Demanda por flexibilidade, densidade e escalabilidade dos pontos de medição
- Especificidade das aplicações
- Redução de custos
- Otimização do espaço físico
- Coexistência com a infraestrutura legada

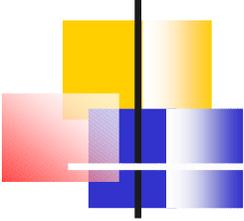


# Motivação

---

As RSSF suportam alguns destes requisitos

- Projetadas para aplicações específicas
- Elevada interação com o ambiente
- Alta densidade/escalabilidade
- Baixa complexidade dos nodos
  - Tamanho reduzido (ordem de  $\text{mm}^3$ )
  - Expectativa de baixo custo ( $< 1\$$ )
- Integração com outras redes de dados

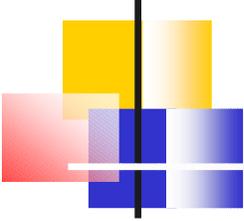


# Introdução

---

- O potencial das RSSF compara-se ao da Internet
- Enquanto a WEB permite o acesso remoto a informações, as RSSFs permitem interação remota com o mundo físico

*"pervasive computing"*

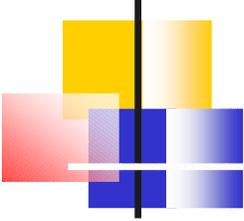


# Introdução

---

## Aplicações típicas das RSSF

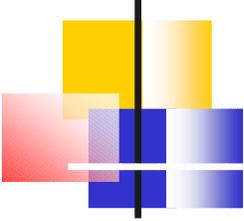
- Uso militar (vigilância)
- Monitoração ambiental
- Gerenciamento de suprimentos
- Automação predial (HVAC)
  - Heating, Ventilating and Air Conditioning
- **Automação Industrial (controle de processos)**



# Introdução

---

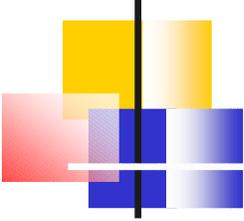
- A atividade industrial demanda uma troca contínua de informações entre máquinas, computadores e operadores
- A implantação de RSSF pode ser vista como uma opção interessante neste cenário, embora o grau de dificuldade também seja elevado, em função das características ambientais



# RSSF em Ambientes Industriais

---

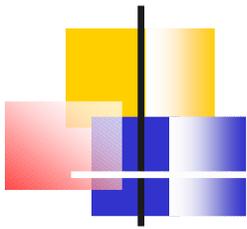
As aplicações de RSSF em automação industrial representam uma das classes de maior potencial dentro da área tecnológica



# RSSF em Ambientes Industriais

---

O ponto de partida para a automação industrial é o sensoriamento das variáveis dos processos (manipuladas e controladas). Este sensoriamento é feito com sinais elétricos tradicionais (analógicos) ou com redes digitais (barramentos de campo - *FieldBus*)

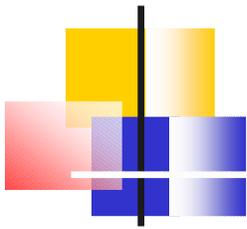


# RSSF em Ambientes Industriais

---

Problemas com as redes de sensores cabeadas:

- Custo do lançamento e manutenção dos cabos
- Falhas de conexão (oxidação, contato)
- Segurança e integridade dos cabos
- Incompatibilidade entre os vários tipos de sensores
  - protocolos
  - sistemas de controle (hardware e software)



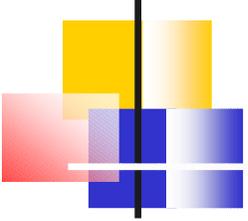
# RSSF em Ambientes Industriais

---

## Desafio

Migrar, integrar e/ou substituir as redes de sensores cabeadas por RSSF

- *Wireless FieldBus*
- *Wireless Industrial Ethernet.*

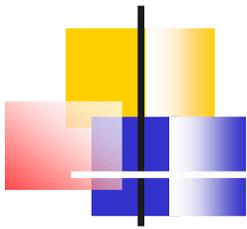


# RSSF em Ambientes Industriais

---

Requisitos das RSSFs em ambientes industriais:

- Interação com o ambiente
- Alta densidade e número elevado de nós
- Auto capacidade de configuração
- Qualidade do serviço (similar às redes tradicionais)
- Tempo de atraso reduzido (possibilidade de *real time*)
- Centralização de dados
- Simplicidade
- Segurança

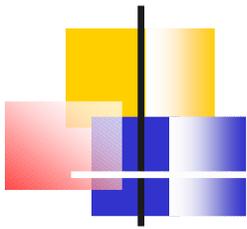


# RSSF em Ambientes Industriais

---

## Operação das RSSF

- Mínimo de intervenção humana
  - auto-organização
  - auto-configuração
  - auto-diagnóstico
- Suportar estruturas fixas existentes
- Coexistência de padrões
  - IEEE-1451 (transdutores)
  - Ethernet (IEEE-802.3)
  - Conexão cabeada aos PLCs



# Projeto e Implementação de RSSF

---

- Estrutura capaz de captar, armazenar, disponibilizar e transmitir dados industriais
  - arquitetura de rede de comunicação
  - protocolos
  - projeto de placas de sensores
  - condicionamento de sinais
  - software de aplicação
- Robustez frente as condições ambientais agressivas (ex. interferência RF)

# Projeto e Implementação de RSSF

## Arquitetura de Rede

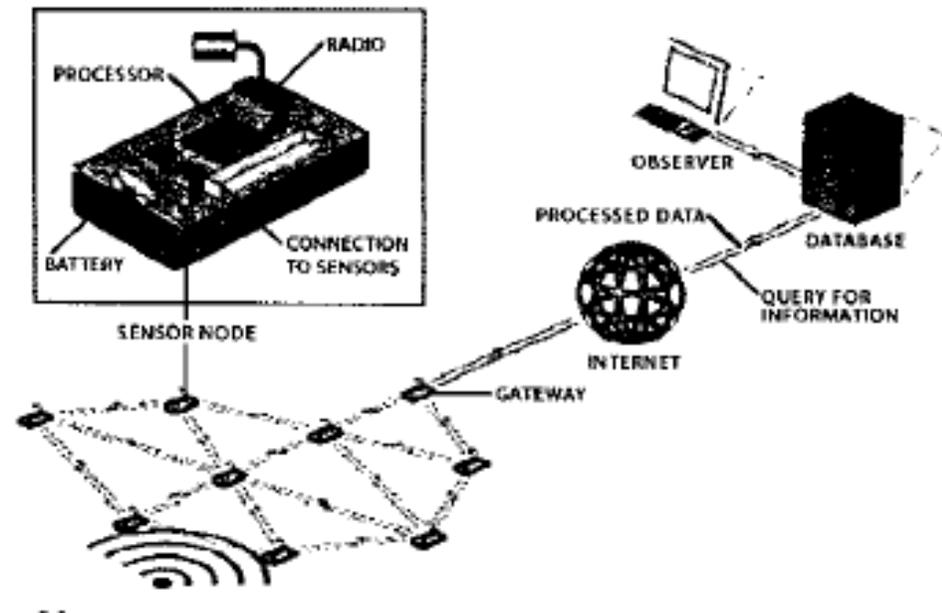
- Roteamento
- Agregação
- Disseminação

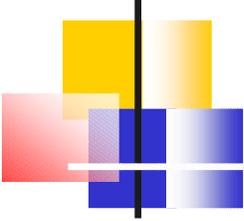
## Hardware

- Unidade sensora
- Unidade de processamento
- Unidade de energia
- Unidade de comunicação

## Software

- Sistema Operacional
- Software de Aplicação
- Software de gerenciamento





# Projeto e Implementação de RSSF

---

## Projeto

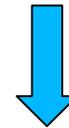
- consumo de energia
- alcance limitado do rádio
- interferência na comunicação rádio
- robustez (ambiente)

## Implementação - Nós

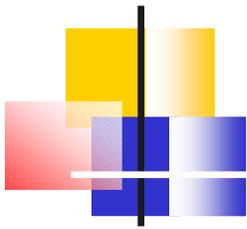
- Colocação dos nós sensores
- Quantidade de nós
- Densidade
- Grau de redundância
- Custo de blindagem

## Gerenciamento

- Detecção de falhas nos nós
- Falhas no sensoriamento
- Monitoração da qualidade da rede
- Upgrade do software
- Provisionamento de QoS



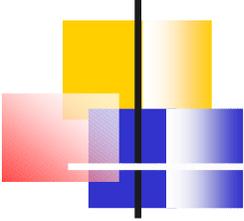
**FCAPS**



# Exemplos de Aplicação

---

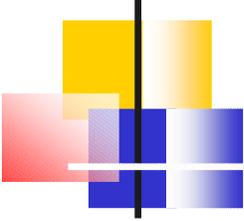
- Indústria Química
  - Gerenciamento remoto de tanques de mistura
    - informação do inventário dos tanques em tempo real
      - ✓ nível
      - ✓ agentes químicos
      - ✓ temperatura
    - integração com sistemas PLC instalados



# Exemplos de Aplicação

---

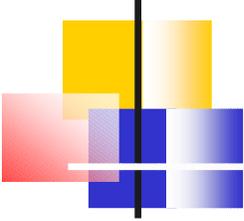
- Indústria de Papel e Celulose
  - Diagnóstico e manutenção preventiva
  - Sensores instalados nas máquinas e linhas de produção
  - Sensoriamento
    - ✓ Temperatura
    - ✓ Velocidade
    - ✓ Pressão
    - ✓ Vibração



# Exemplos de Aplicação

---

- Refinaria de Petróleo
  - Monitoração da temperatura em dutos
  - Atualmente o monitoramento é feito por redes cabeadas
    - Custo proibitivo
    - Cabeamento em áreas de risco
  - Monitoração global
  - Flexibilidade na instalação



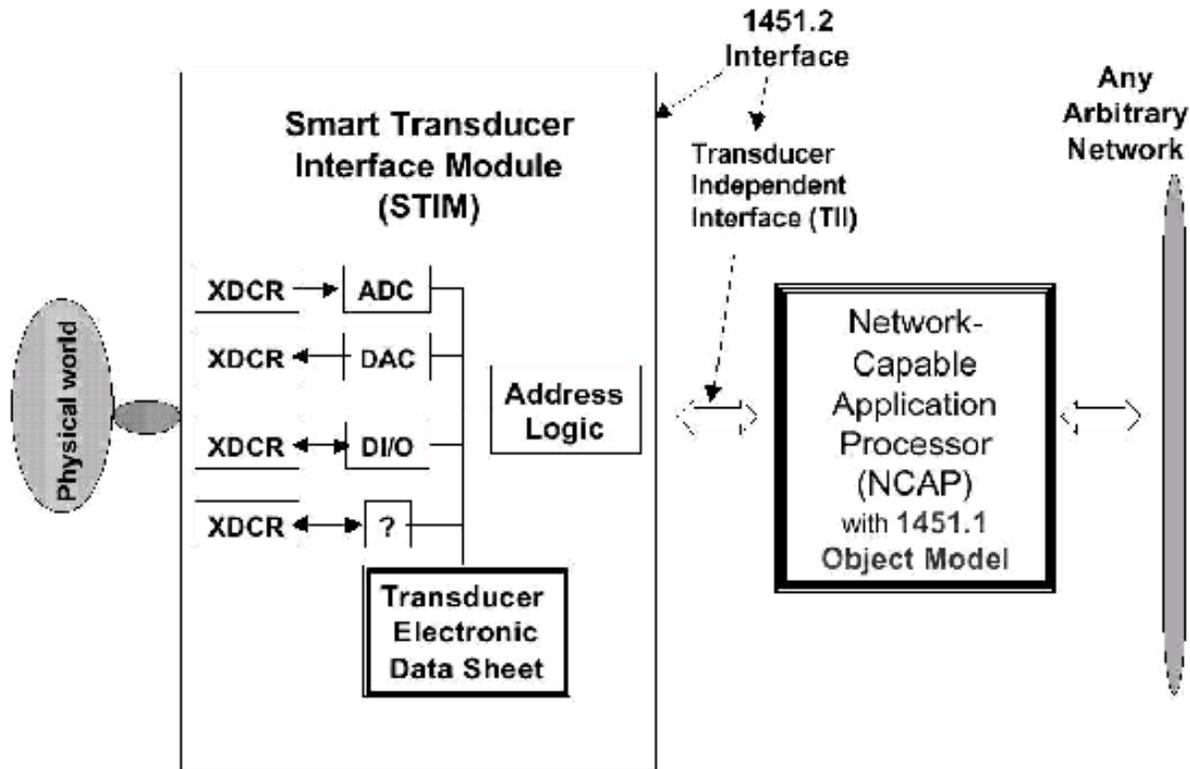
# Tecnologias e Padrões Atuais

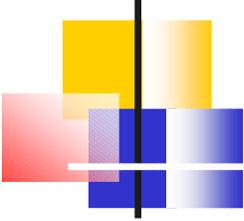
---

- Padrões de Comunicação
  - IEEE 802.11b
  - IEEE 802.15.1 – Bluetooth
  - ZigBee Alliance IEEE 802.15.4
  - IEEE P1451.5 → sensores para indústria

# Tecnologias e Padrões Atuais

IEEE P1451.5



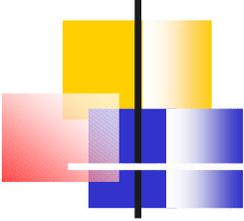


# Soluções Comerciais

---

- Empresa: Crossbow Technology
  - Produto: Mica Motes & Smart Dust
  - Tecnologias: Nós modulares com sensores adaptáveis
  - Aplicações: Monitoração ambiental e segurança

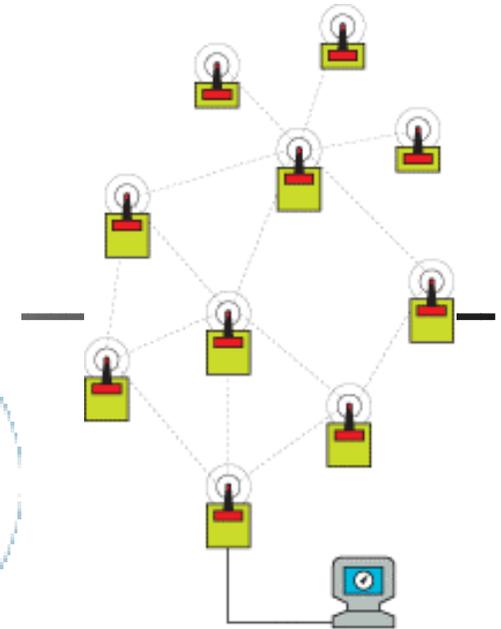




# Soluções Comerciais

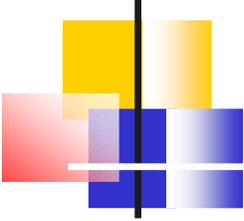
- Empresa: Ember

- Produto: CI com rádio (rede padrão ZigBee)



- Tecnologias: Nós auto-organizáveis e software

- Aplicações: Automação predial, automação industrial e defesa

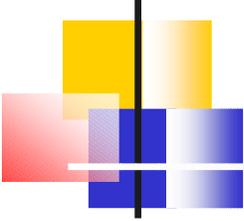


# Soluções Comerciais

---

- Empresa: Xsilogy
  - Produto: Sky Beam
  - Tecnologias: Rádio, sensores (4 a 20 mA) e software de rede
  - Aplicações: monitoração de equipamentos industriais, temperatura e ventilação



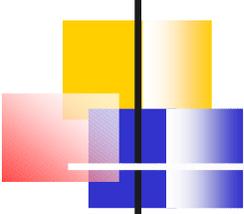


# Soluções Comerciais

---



- Empresa: Rockwell
  - Produto: HiDRA (Highly Deployable Remote Access) WN para aplicações industriais
  - Tecnologia: HiDRA rede sem fio para aplicações industriais
  - Aplicações: monitoração hospitalar, manutenção de sistemas e controle industrial



# Rockwell HiDRA

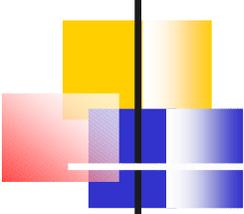
---



## HiDRA™ Wireless Network System *for* Industrial Applications

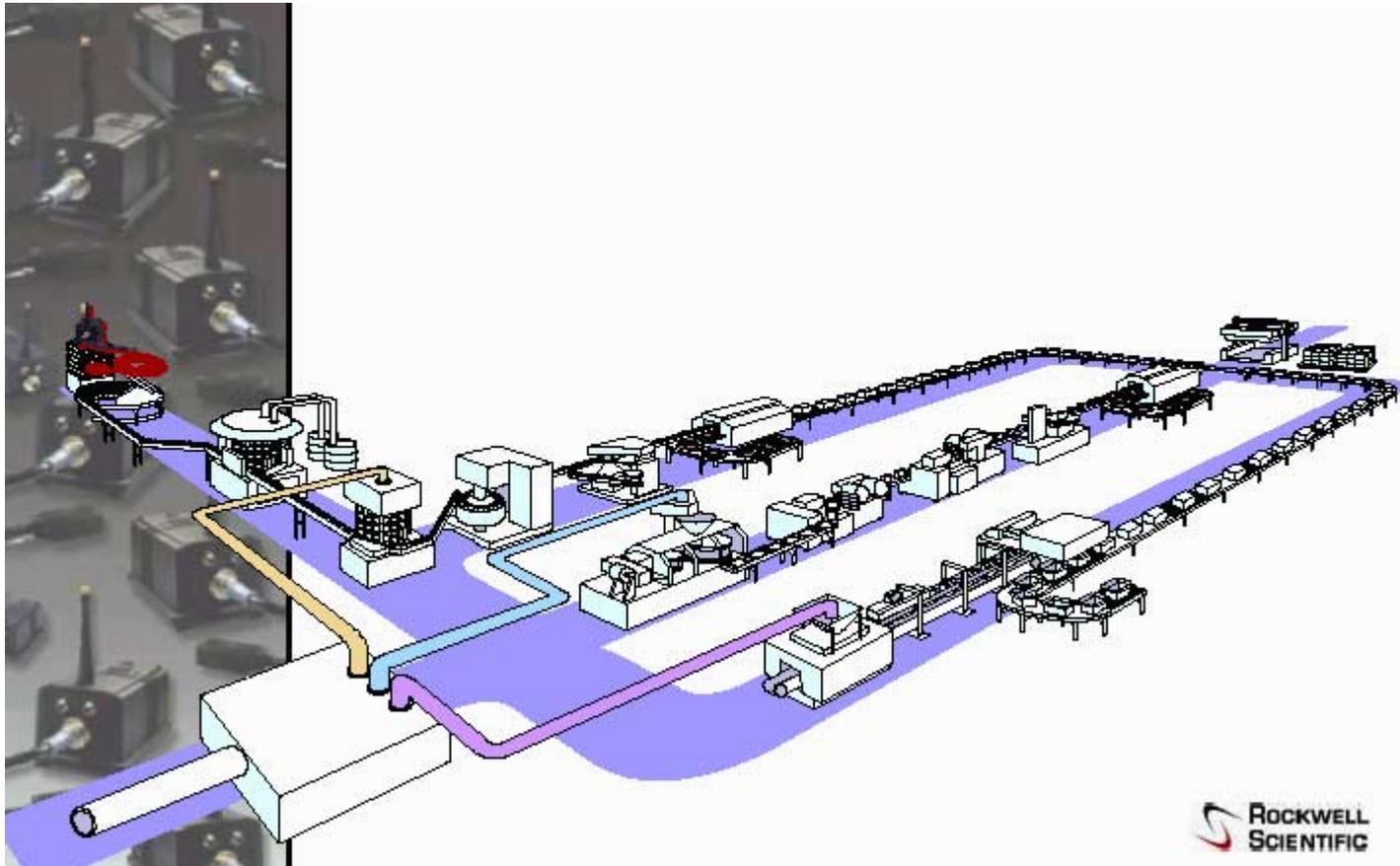
---

- Health & Monitoring
- Condition Based Maintenance
- Industrial Controls

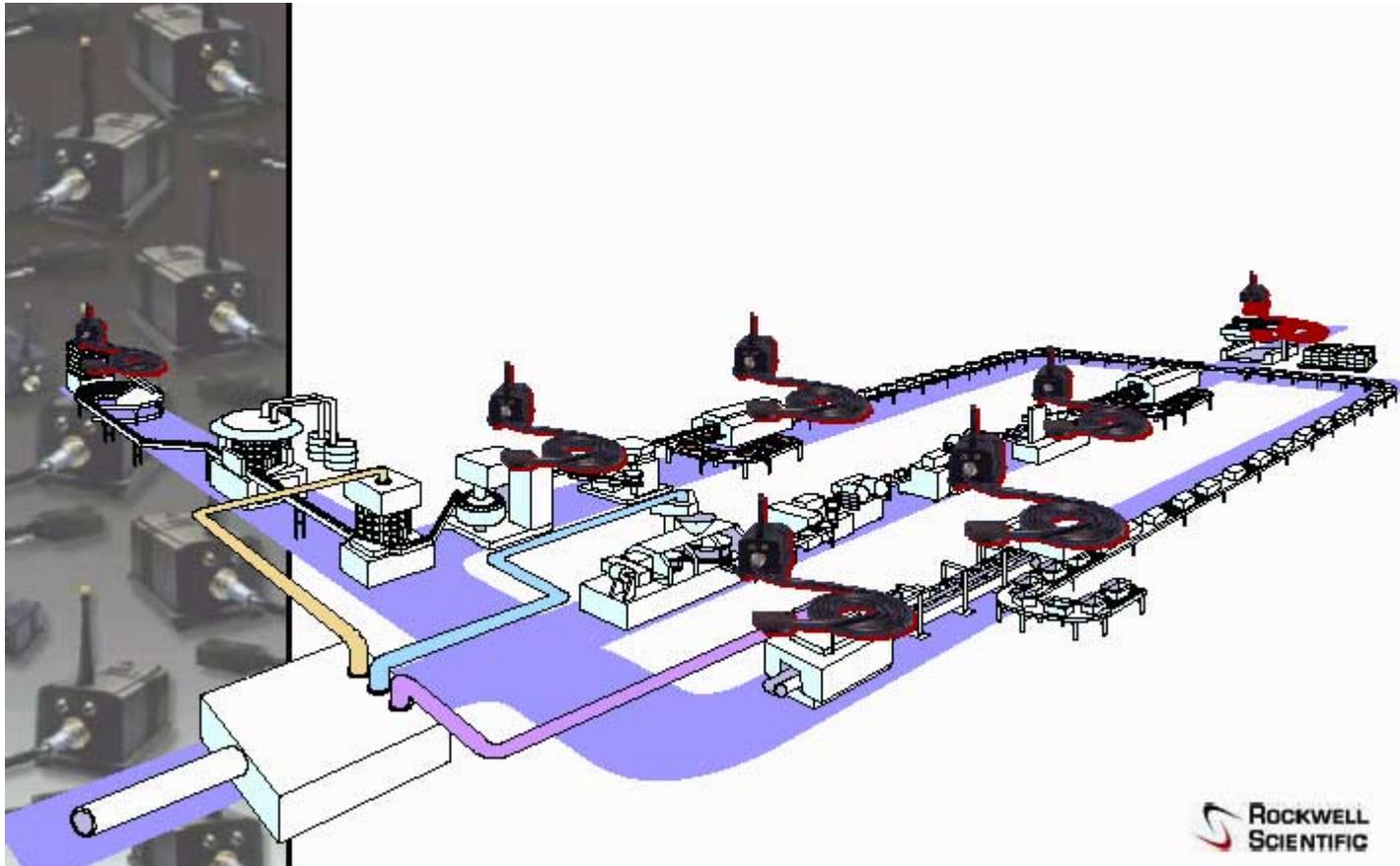


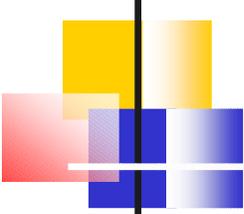
# Rockwell HiDRA

---



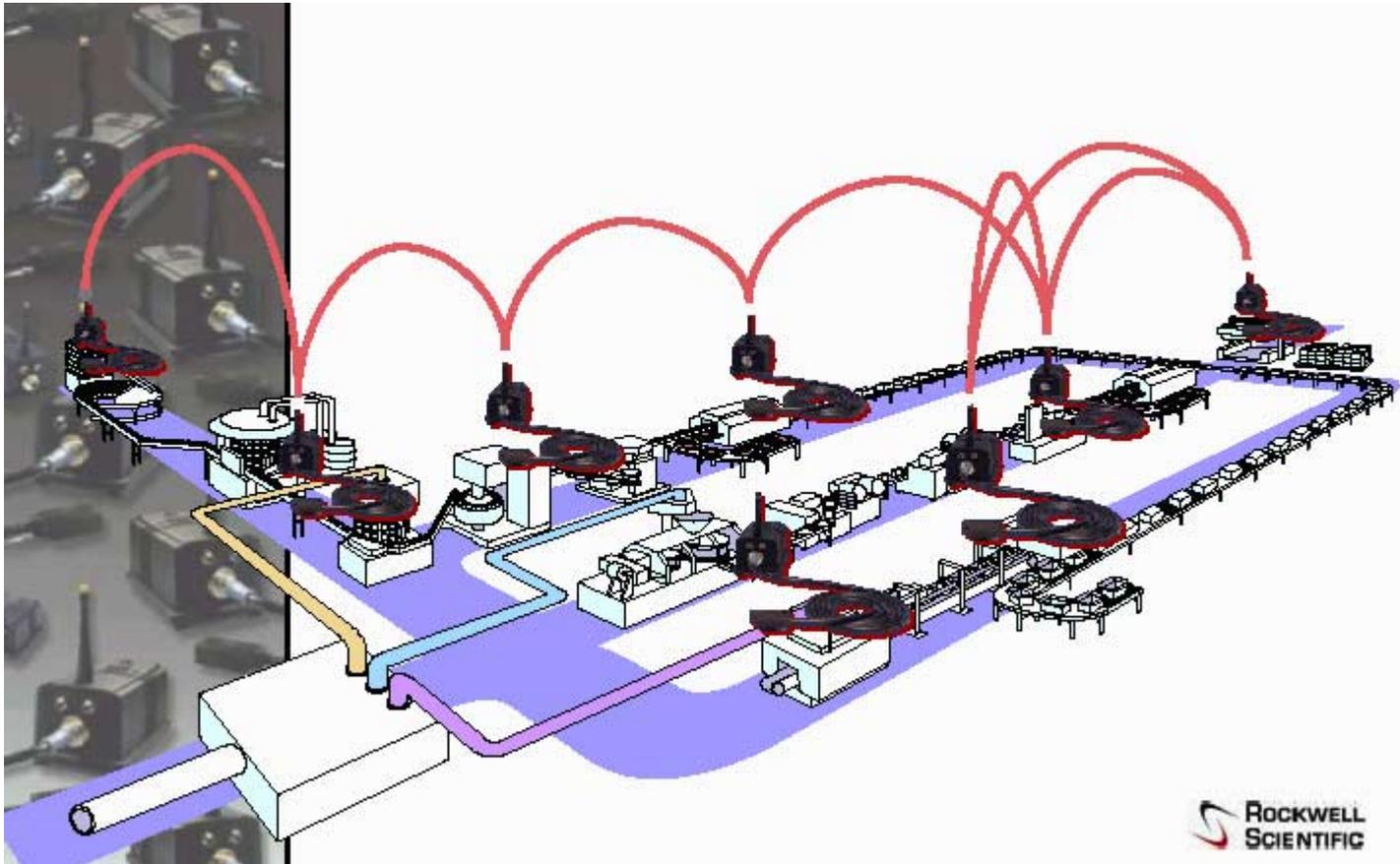
# Rockwell HiDRA

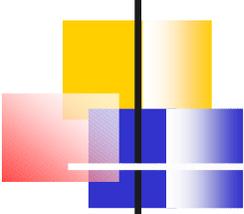




# Rockwell HiDRA

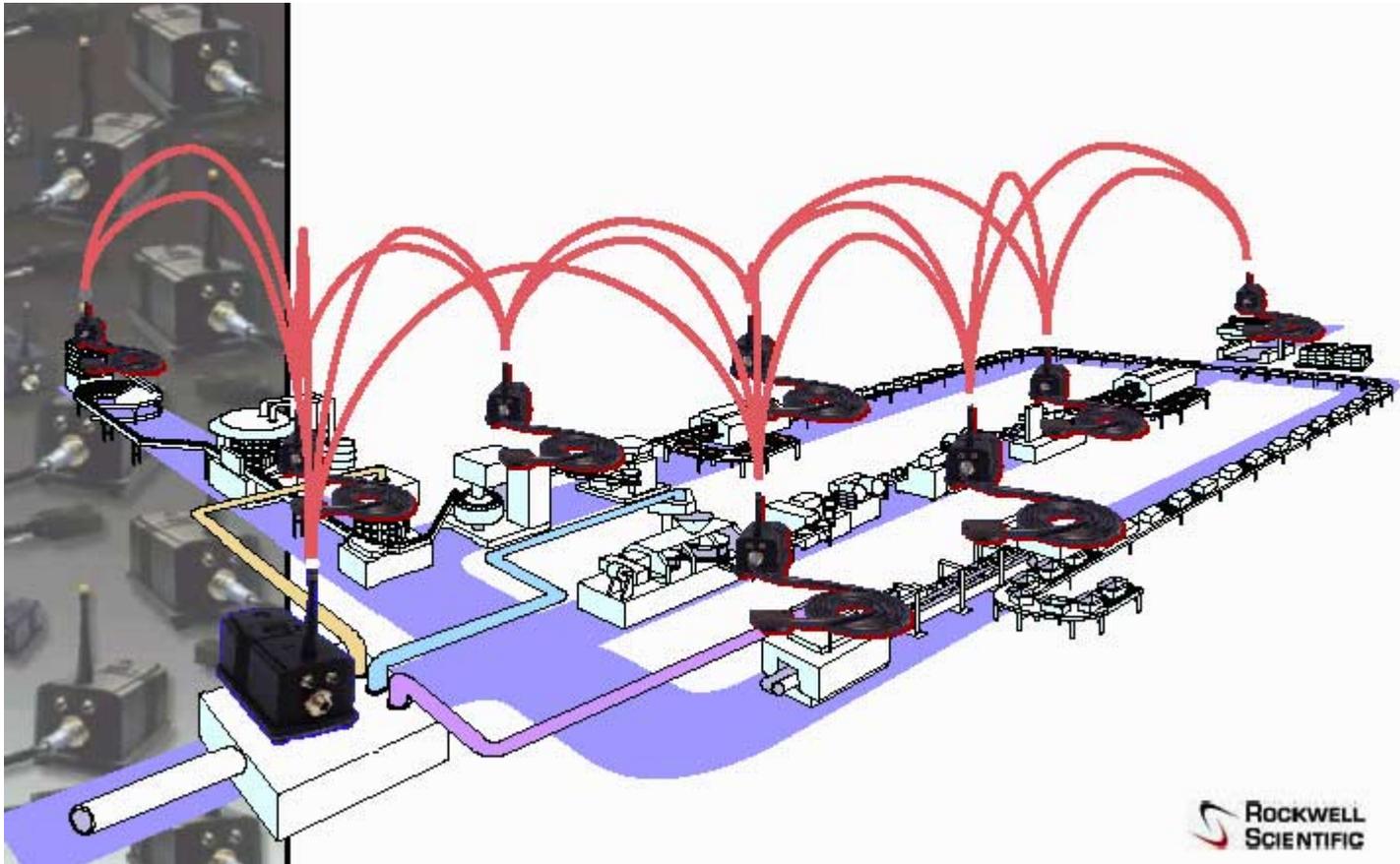
---





# Rockwell HiDRA

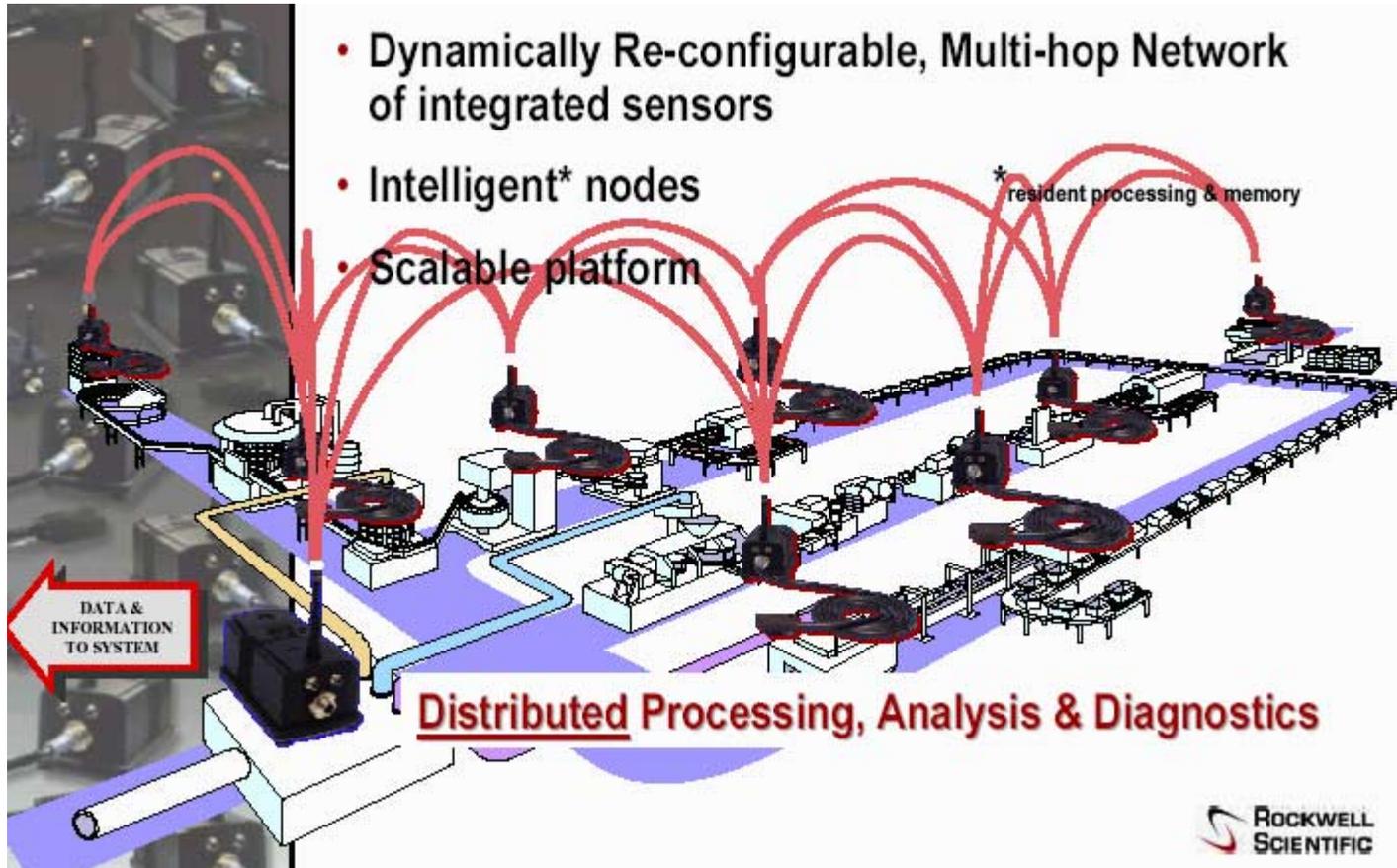
---



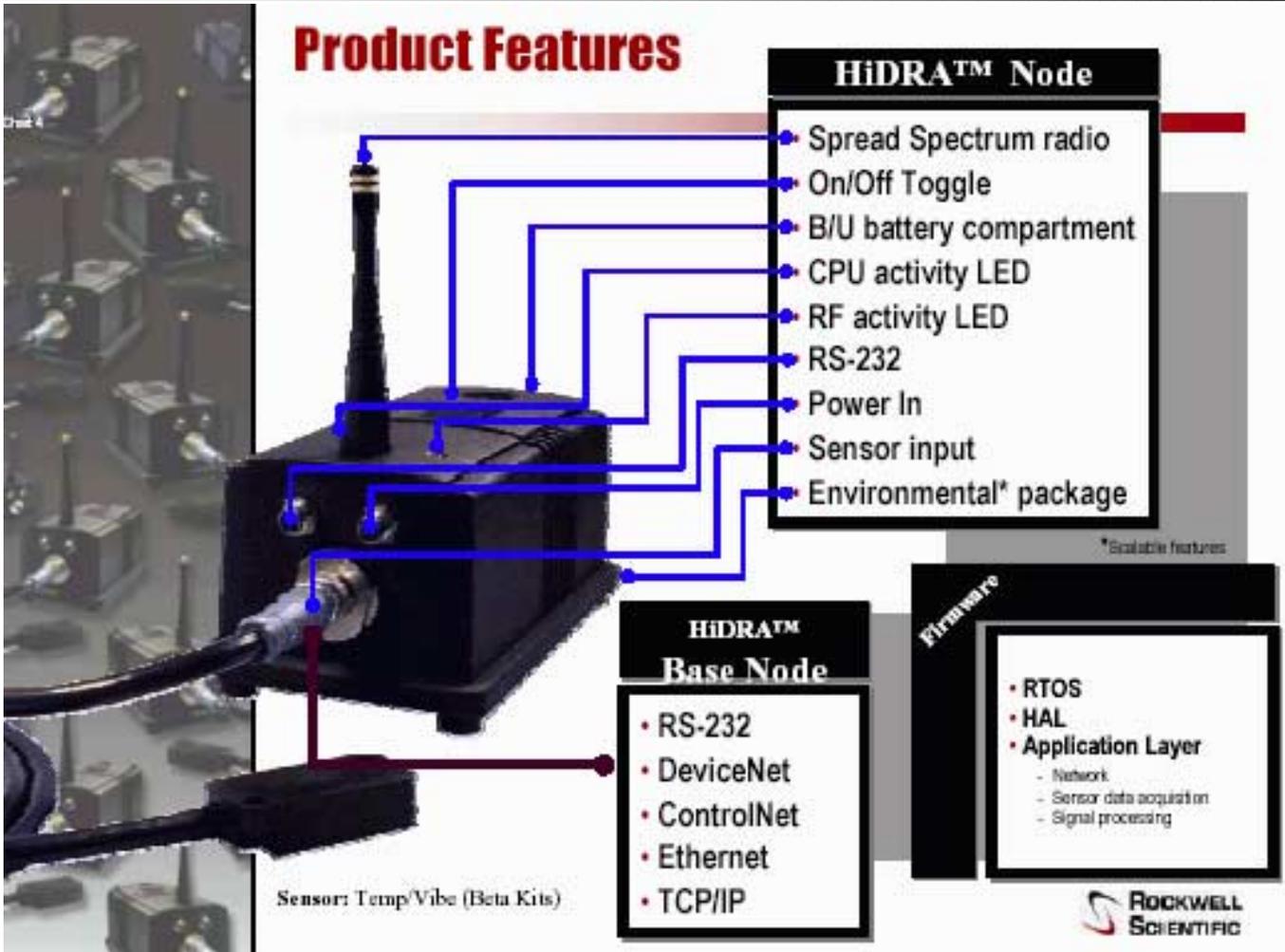
# Rockwell HiDRA

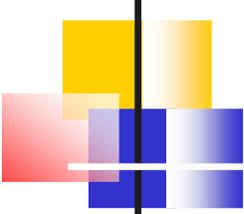
- Dynamically Re-configurable, Multi-hop Network of integrated sensors
- Intelligent\* nodes
- Scalable platform

\* resident processing & memory



# Rockwell HiDRA





# Rockwell HiDRA

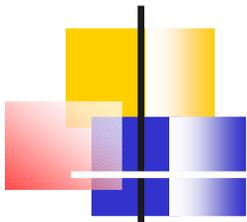


## Circuit Board Configuration

- **Radio**
  - Spread Spectrum Digital chipset
  - 100 meter\* range
- **Processor**
  - StrongARM 133MHz\* processor
  - 4MB Flash memory\*, 1MB SRAM\*
  - Supports RS232, SPI, USB standards
- **Sensor**
  - Accepts up to 5 sensor inputs
- **Power Supply**
  - Produces 3.3V, 3V, and 1.5V
  - Distributes from (2) 9V batteries
  - Also accepts 4-14VDC external power



\*Scalable features



WINA

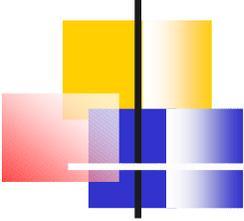


**WINA**  
WIRELESS INDUSTRIAL NETWORKING ALLIANCE

Accelerating  
the adoption of  
wireless technologies  
in  
industry




ISM frequencies  
ZigBee 802.11 a/b/g  
802.15.4  
spread spectrum  
1451-  
Bluetooth cyber-  
security  
cellular telephones



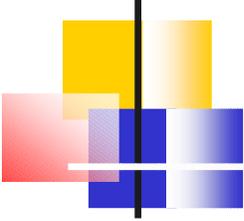
# WINA

---

## **WINA brings together suppliers and end-users**

3e Technologies International  
ChevronTexaco  
Eaton  
Ember Corporation  
Electric Power Research Institute  
ExxonMobil  
General Electric  
General Motors  
Honeywell  
Invensys  
MeadWestvaco Corporation  
Millennial Net  
Motorola  
National Institute of Standards  
and Technology  
Oak Ridge National Laboratory  
Omnex Controls  
RAE Systems  
ZigBee Alliance



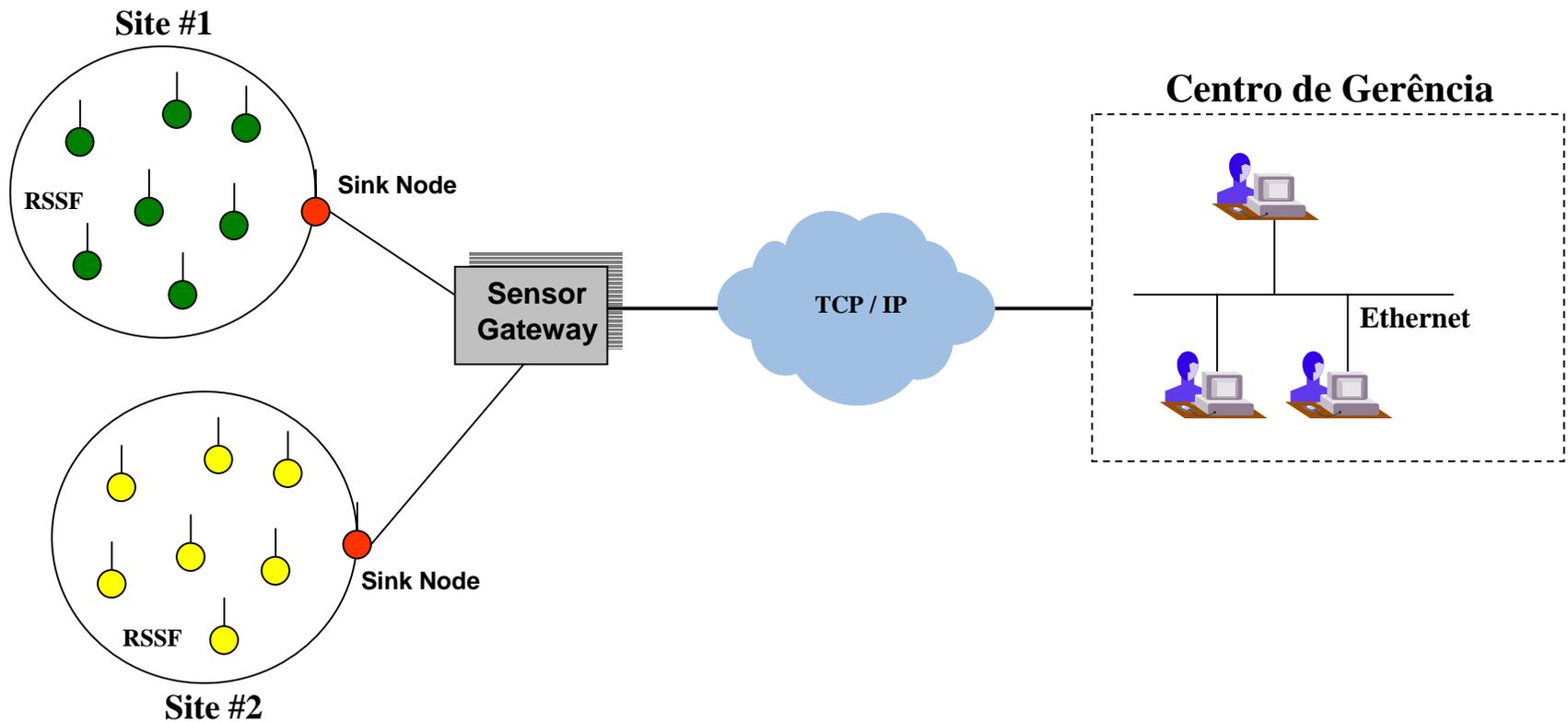


## Integração com a Rede Fixa

---

- Integração das RSSF com a rede de dados da indústria
- Tendência de gerenciamento integrado via Web
- Gateways para conexão entre a redes
  - Agregação de dados
  - Gerenciamento flexível
  - Acesso eficiente pela internet

# Integração com a Rede Fixa

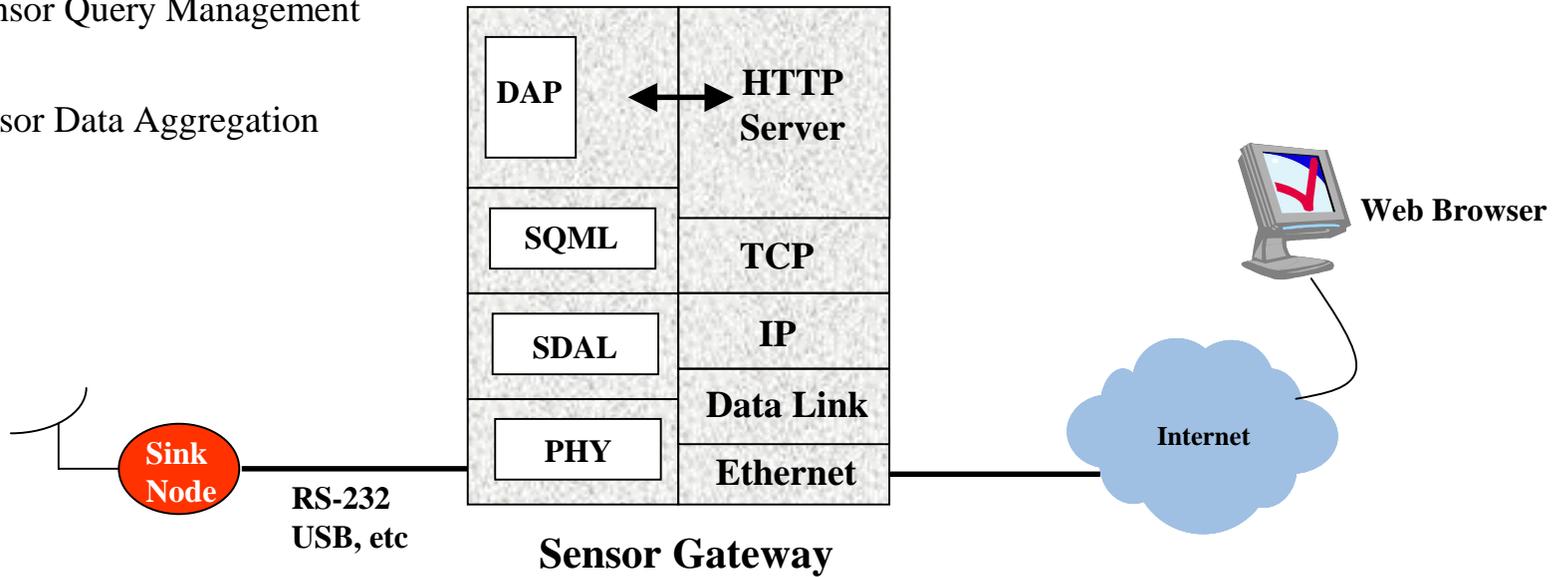


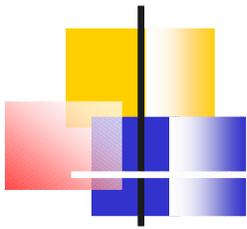
# Integração com a Rede Fixa

**DAP:** Data Analysis Process

**SQML:** Sensor Query Management Layer

**SDLA:** Sensor Data Aggregation Layer

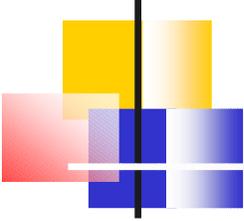




## Integração com a Rede Fixa

---

- Data Analysis Process (DAP)
  - Autenticação de usuário
  - Processamento de consulta da web browser
  - Processamento de resposta da rede de sensores
  - Armazenamento de dados ( consultas e resultados)



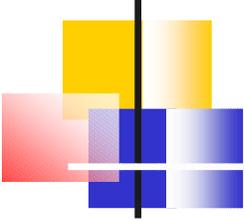
# Integração com a Rede Fixa

---

- Sensor Query Management Layer (SQML)
  - Sensor Query ↔ Web Query

## Consultas e parâmetros

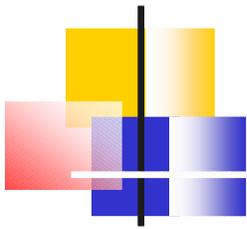
- Qual a área monitorada ? Toda a área ou subárea ?
- Quais tipos de sensores devem responder ?
- Conteúdo: valor máximo, mínimo, média, maior, menor
- Intervalo
- etc



## Integração com a Rede Fixa

---

- Sensor Data Aggregation Layer (SDAL)
  - Dissiminação das consultas para a RSSF
  - Agregação de dados oriundos dos nós sorvedouros (sink node)

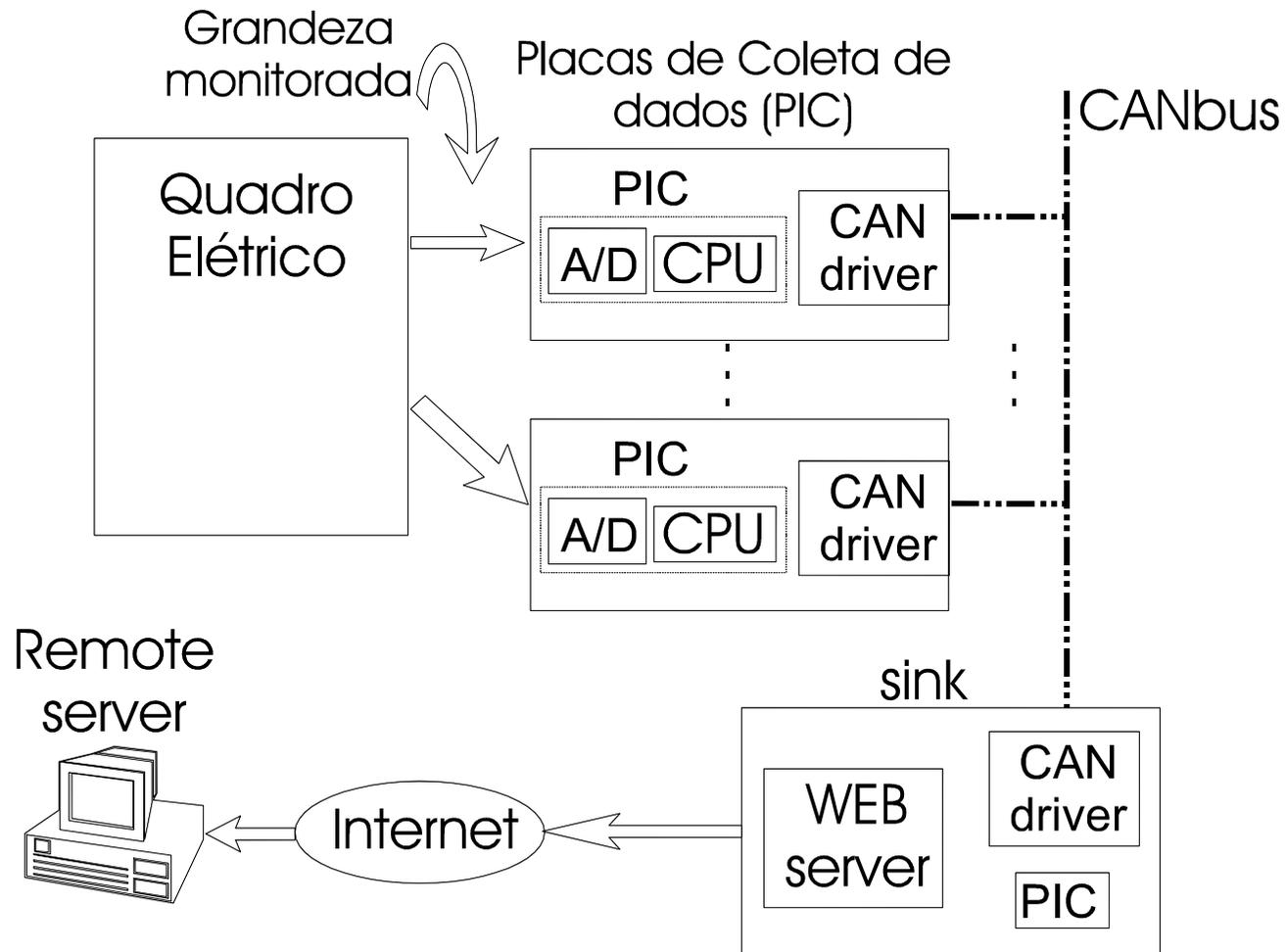


# Proposta de Aplicação Prática

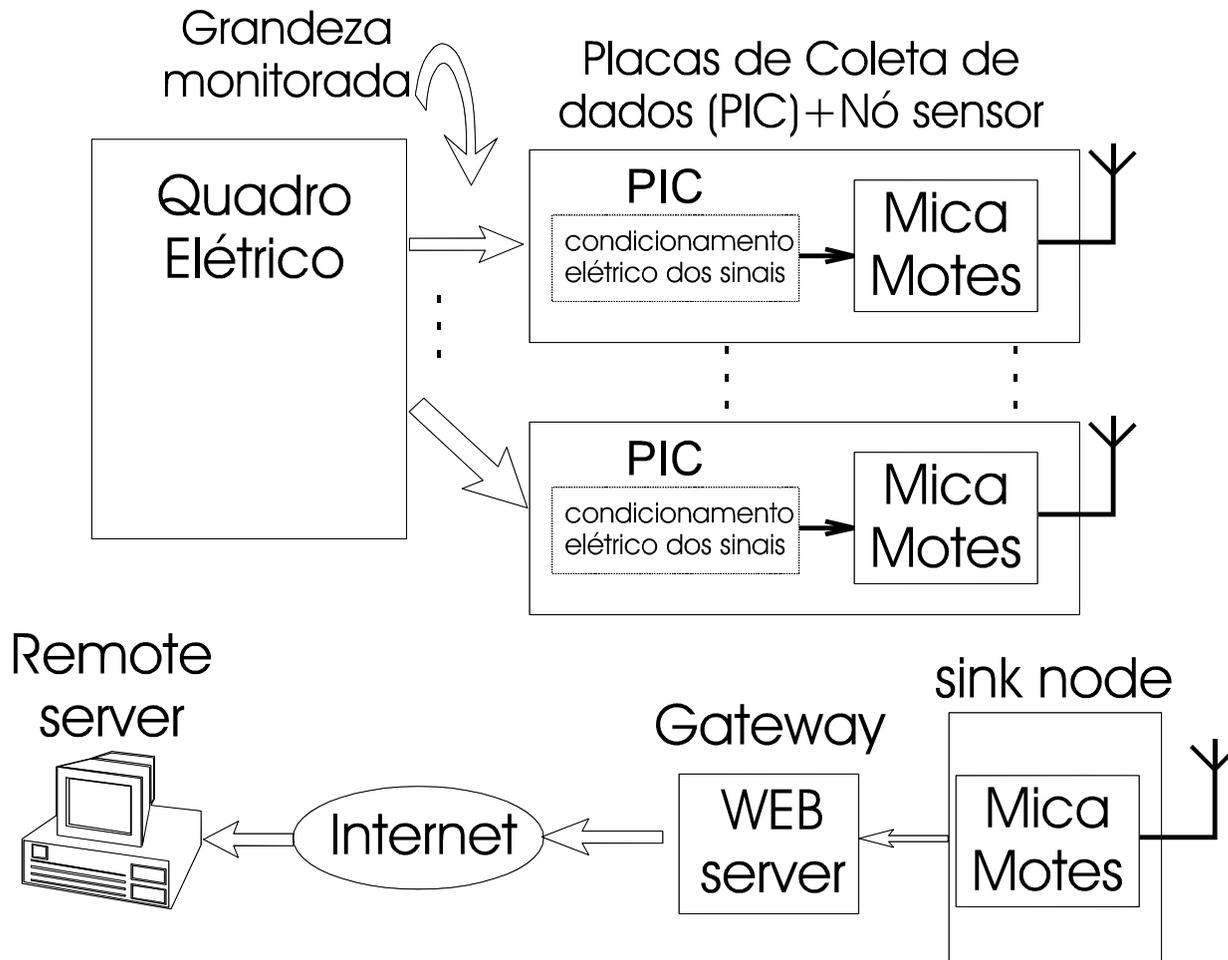
---

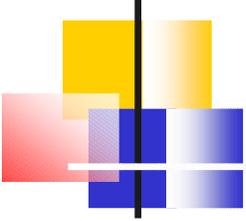
- Medidas de grandezas elétricas e físicas em instalações prediais utilizando RSSF
  - Tensão
  - Corrente
  - Iluminação
  - Temperatura
- Integração da RSSF com a rede Internet

# Redes de Sensores Convencionais



# Redes de Sensores sem Fio

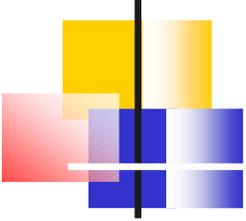




# Discussão

---

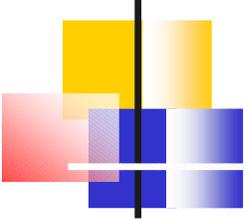
- A aplicação das RSSF em ambientes industriais depende:
  - Qualidade de Serviço (QoS)
    - Baixa taxa de erros
    - Tolerância à falhas
    - Baixa latência
  - Custo
  - Janela de Oportunidade



# Discussão

---

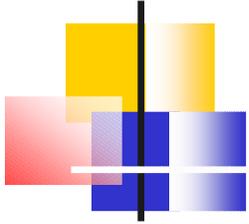
- Integração com as redes existentes
- Atendimento às aplicações específicas
- Robustez às interferências ambientais



# Referências

---

- Shen X., Wang Z., Sun Y. **"WSN for Industrial Applications"**, 5th World Congress on Intelligent Control and Automation, June 2004
- Kwang, Jeongik, Nhok, Doo **"A Design and Implementation of Wireless Sensor Gateway for Efficient Querying and Managing through World Wide Web"**, IEE, vol 49, No. 4, November 2003
- Thorner, Carsten **"Industrial"**. IEE Computing & Control Engineering aug-sep 2004
- Bucci, Landi **"The use of Wireless Network for Distributed Measurement Applications"**, IEEE Technology Conference, AK, USA, 2-32 May 2003



# Obrigado !

Leonardo Henrique de Melo Leite  
[lleite@fitec.org.br](mailto:lleite@fitec.org.br)

Euler Cunha Martins  
[euler@ele.deii.cefetmg.br](mailto:euler@ele.deii.cefetmg.br)