



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – CCE**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEL**

# **Medidas Elétricas e Magnéticas**

## **ELT210**

### **AULA 11 – Aquisição de Dados**

**Prof. Tarcísio Pizziolo**

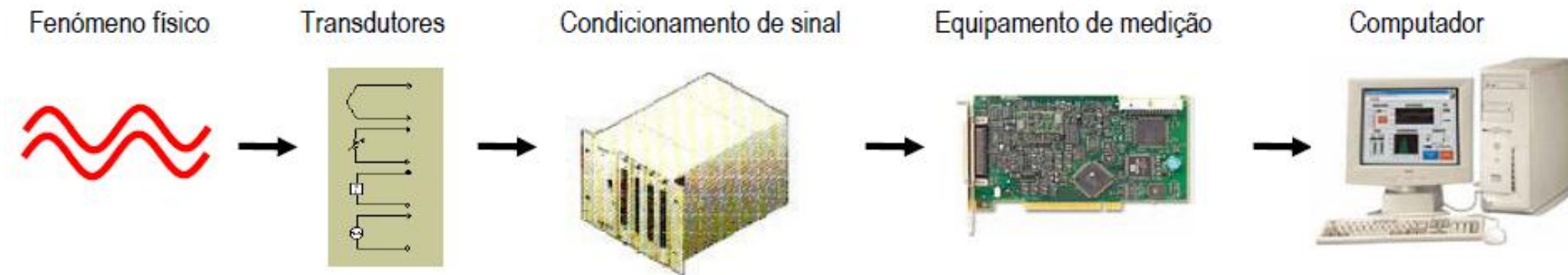
# 1. Definição de Sistema de Aquisição de Dados

- Medição de informações do mundo real.
  - A maior parte dos eventos do mundo real e a sua medição são de **natureza analógica**. Isto é, a medição pode conduzir a uma gama de valores contínuos.
  - Exemplos de quantidades físicas de interesse para medições:
    - Luz
    - Temperatura
    - Pressão
    - Força
    - Deslocamento
- Os sensores e transdutores recebem as quantidades físicas (sinais analógicas) e convertem-nas em quantidades elétricas, tais como tensão, corrente ou impedância.**

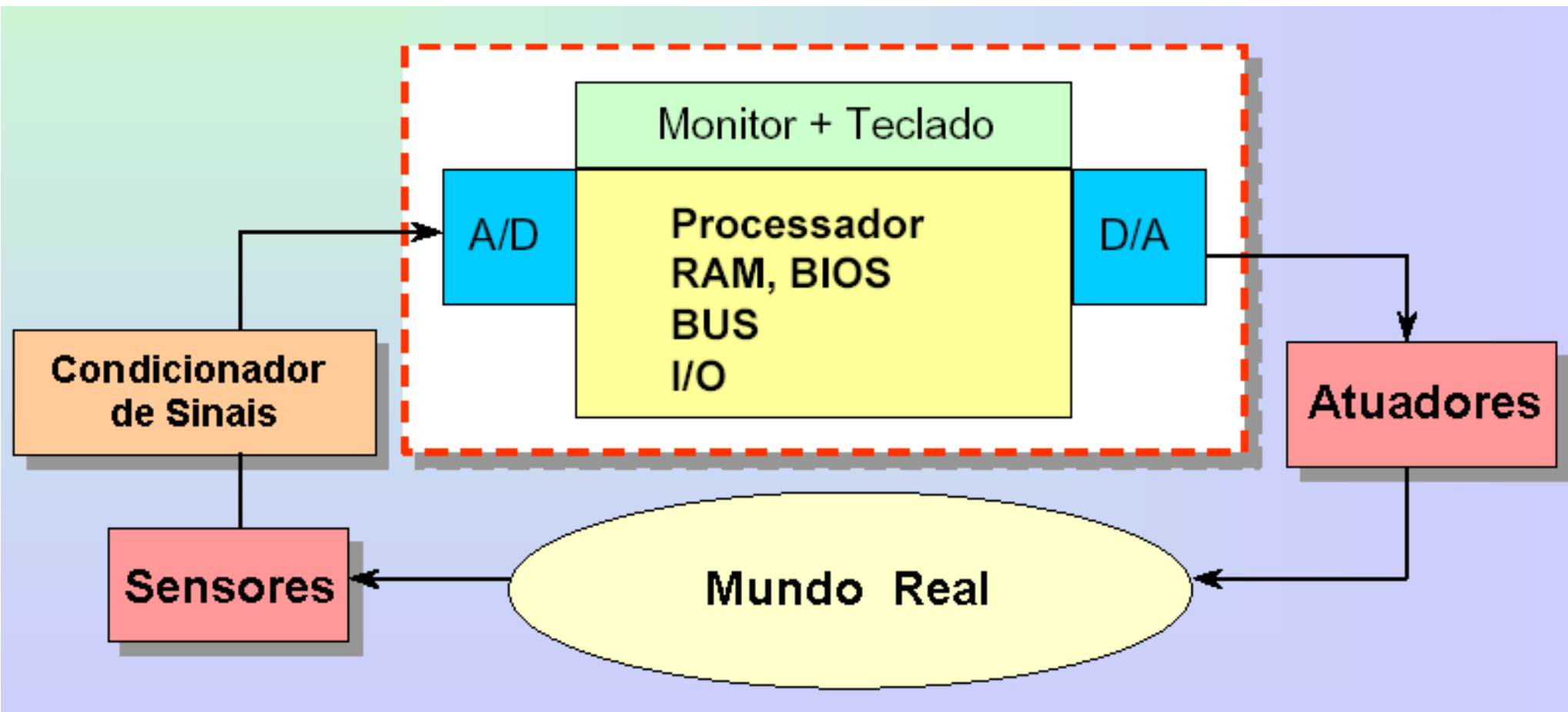
Todas essas grandezas possuem energia. Deste modo, torna-se necessário para sua medição a utilização de dispositivos capazes de receber esta energia, relativa a uma determinada quantidade física da grandeza desejada, e convertê-la numa forma de energia manipulável pelos circuitos eletrônicos.

## 2. Sistema de Aquisição de Dados

A figura abaixo mostra o processo de aquisição de dados:



### 3. Arquitetura de um Sistema de Aquisição de Dados

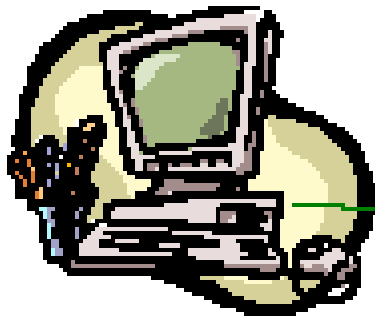


## 4. Tipos de Sistemas de Aquisição de Dados

### 4.1. Sistemas Locais

São denominados sistemas de aquisição de dados remotos aqueles cuja aplicação se encontra próxima do sistema que irá processá-los. Para efeitos de referência, consideram-se sistemas de aquisição de dados locais aqueles cuja aplicação se situa a uma **distância inferior a 30 metros** do elemento de processamento do sinal.

**Local**



**Distância < 30 metros**

**Aplicação**

## 4.2. Sistemas Remotos

Consideram-se sistemas de aquisição de dados remotos aqueles cuja aplicação se encontra a uma **distância superior a 30 metros** do elemento de processamento do sinal..



## 5. Elementos de um Sistema de Aquisição de Dados



Um sistema de aquisição de dados típico para aplicações em Engenharia é composto pelos elementos seguintes:

- **Sensores e Transdutores;**
- **Condicionadores de Sinais;**
- **Módulo ou Placa de Aquisição de Dados;**
- **Processador**

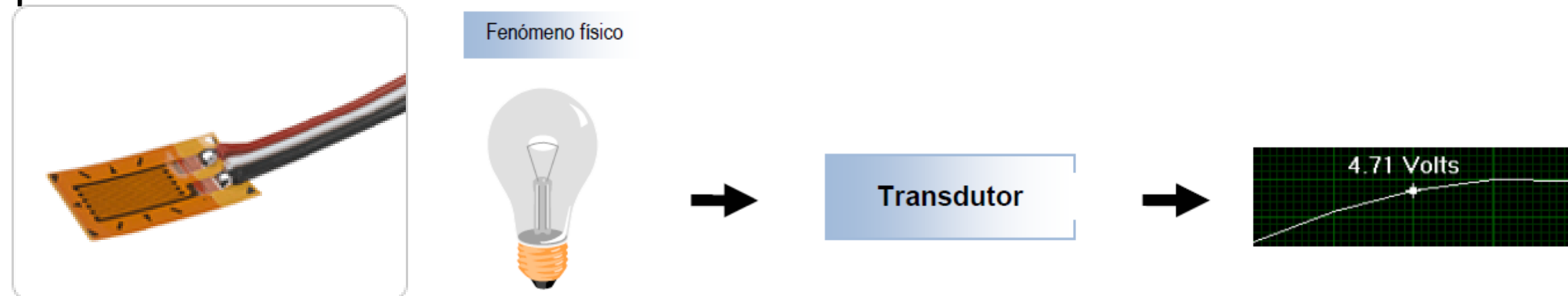
## 5.1. Sensores e Transdutores

Os Sensores e Transdutores percebem as alterações nas variáveis a serem medidas e produzem sinais elétricos que os sistemas de aquisição medem.

Ex.: termopares, resistências dependentes de temperatura (RTD's), termistores e sensores em circuitos integrados convertem a temperatura para um sinal analógico, que pode ser medido por um conversor analógico digital.

Também são aplicados os extensômetros, transdutores de fluxo, transdutores de pressão, que medem força e variação de fluxo e pressão, respectivamente.

Em cada caso, os sinais elétricos produzidos são proporcionais aos parâmetros físicos.

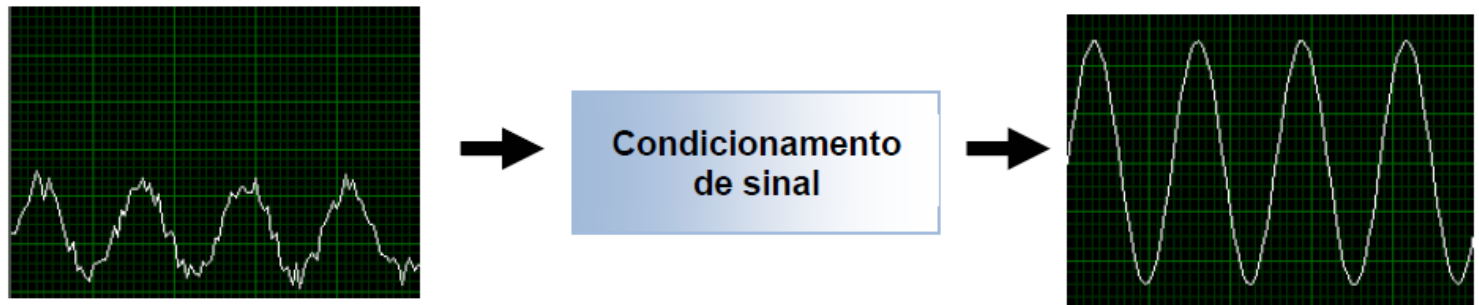




## 5.2. Condicionadores de Sinal

- Os sinais elétricos gerados pelos sensores e transdutores devem ser otimizados para a escala de entrada do conversor A/D.
- Os dispositivos condicionadores de sinal amplificam sinais de baixa intensidade, isolando-os e filtrando-os para uma medição mais precisa.
- Os circuitos de condicionamento de sinal utilizados apresentam uma grande variedade de características:

- **Amplificação** – O tipo mais comum de condicionamento é a amplificação. Os sinais de baixa intensidade como os dos termopares, por exemplo, devem ser amplificados para aumentar a resolução e reduzir o ruído. Para uma maior precisão, o sinal deve ser amplificado de forma, que a tensão máxima do sinal a ser condicionado coincida com a tensão máxima de entrada do conversor A/D;



- **Isolamento** – Outra característica comum no condicionamento de sinais é o seu **isolamento dos sensores/transdutores** em relação à **entrada do conversor**, de forma a garantir a segurança.
  - O sistema a ser monitorado pode conter "**transientes**" de alta tensão que podem danificar o conversor.
  - Outra razão para o isolamento é garantir que as leituras do equipamento de aquisição sejam imunes a diferenças de potencial entre os referenciais “terra” utilizados.
- **Multiplexagem** – Trata-se de uma técnica para medir diversos sinais utilizando um único equipamento de medição.

Geralmente o equipamento de condicionamento de sinal para sinais analógicos fornece **multiplexagem** para uso com sinais que variam lentamente, tais como temperatura. O conversor A/D amostra um canal, comuta para o próximo, amostra, comuta para o próximo, amostra e assim sucessivamente. Por amostrar muitos canais ao mesmo tempo, a taxa de amostragem efetiva de cada canal será inversamente proporcional ao número de canais amostrados.

- **Filtragem** – O objetivo de um filtro é remover os sinais indesejados do sinal que será medido.
  - Um filtro de ruídos é utilizado para sinais **DC**, como temperatura, para atenuar os sinais de alta frequência, que podem reduzir a precisão da medição.
  - Geralmente, os sinais **AC** como a vibração, requerem um tipo de filtro diferente, conhecido por filtro ***anti-aliasing***. Tal como o filtro de ruído, o filtro ***anti-aliasing*** é também um filtro passa-baixa; entretanto, requer uma frequência de corte muito alta, e remove em geral, por completo, todas as frequências do sinal superiores à largura de banda de entrada do equipamento. Se esses sinais não forem removidos, estes surgirão erroneamente com os sinais da largura de banda de entrada do equipamento.
  - Os equipamentos projetados especificamente para medição de sinais **AC** incluem filtros ***anti-aliasing***.

- **Excitação** – O condicionamento de sinais pode gerar a excitação para alguns transdutores.
  - Os extensômetros, termistores, e RTDs, por exemplo, requerem uma tensão externa ou corrente de excitação. Geralmente, os módulos de condicionamento de sinais para esses transdutores geram esses sinais.
  - As medições com RTD são feitas geralmente com uma fonte de corrente, que converte a variação de resistência em relação a uma tensão mensurável.
  - Os Extensômetros, que são equipamentos de baixa resistência, são usados tipicamente na configuração de ponte de **Wheatstone**, com uma fonte de tensão para excitação.
- **Linearização** – Uma outra função do condicionamento de sinal é a linearização. Muitos transdutores, como os termopares, têm uma resposta não-linear às variações nos fenômenos que estão sob medição.

### 5.3. Módulos ou Placas de Aquisição

Uma placa de aquisição de dados é geralmente composta pelos seguintes elementos:

- Entradas Analógicas
- Conversor A/D
- Conversor D/A
- Saídas Analógicas
- Entradas e Saídas Digitais
- Contadores e Temporizadores



### 5.3.1. Entradas Analógicas

- As especificações de entradas analógicas fornecem informações sobre as características e a precisão do sistema de aquisição de dados. As especificações básicas informam sobre o número de canais, a taxa de amostragem, a resolução e a escala de entrada.

- **Número de Canais** – O número de canais analógicos de entrada é especificado pelas entradas *single-ended* e diferenciais. As entradas *single-ended* são todas referenciadas a uma terra comum. Estas entradas são usadas para os sinais de entrada **> 1 V**, as distâncias entre a fonte de sinal ao *hardware* de entrada analógica são **< 3 m** e todos os sinais de entrada partilham uma terra comum. Se os sinais não se enquadrarem nesses critérios, devem-se utilizar as entradas diferenciais. Nas entradas diferenciais, cada entrada tem sua própria terra; os erros causados por ruídos são reduzidos.

- **Taxa de amostragem** – Este parâmetro determina a frequência com que as conversões são efetuadas.

- **Escala** – A escala refere-se aos níveis de tensão máxima e mínima que um conversor pode quantizar.

### 5.3.2. Conversor Analógico-Digital (A/D)

- O conversor A/D converte o sinal de entrada de natureza analógica para um valor digital. A precisão da conversão é dependente da resolução e linearidade do conversor. O ganho e os erros de offset do amplificador de entrada afetam ainda a precisão. A principal característica a ser observada num conversor A/D é a sua taxa de desempenho ou seja, o sua taxa de processamento (*throughput*).
- Os três elementos que especificam o *throughput* de um conversor A/D são:
  - 1) o tempo de conversão;
  - 2) o tempo de aquisição;
  - 3) o tempo de transferência.
- O *throughput* é a taxa à qual estes três tempos são completados. Geralmente, o *throughput* é o fator mais importante na escolha da interface de aquisição de dados.
- Pelo **Teorema de Nyquist**, por exemplo, para a amostragem precisa de um sinal de **1 kHz**, a taxa de *throughput* mínima deve ser de **2 kHz**.

### 5.3.2.1. Tempos do *throughput* de um conversor A/D

- **Tempo de conversão:** é o tempo necessário para o conversor A/D produzir um valor digital, correspondente ao valor da entrada analógica.
- **Tempo de aquisição:** é o tempo necessário associado ao circuito analógico que adquire o sinal.
- **Tempo de transferência:** é o tempo de transferência corresponde ao tempo necessário para transferir os dados da interface, para os "centros de processamento" (memória dos computadores).



### 5.3.3. Saídas Analógicas

- As saídas analógicas são necessárias para gerar os sinais de um sistema de aquisição de dados.

As especificações para o conversor D/A que determinam a qualidade do sinal de saída são:

- **Tempo de ajuste;**
- ***Slew Rate***; (*Slew Rate (velocidade de varrimento* em português) define-se como a velocidade de resposta do **amplificador instrumental** a uma variação de tensão na entrada.
- **Resolução de saída.**
- **Tempo de ajuste** – é o tempo necessário para a saída (um amplificador, um relé ou outros circuitos) alcançar um modo estável. Normalmente, o tempo de ajuste é especificado para uma alteração na tensão.

### 5.3.3. Saídas Analógicas

- ***Slew Rate*** – é a taxa máxima de variação que o conversor D/A pode produzir para o sinal de saída. O Tempo de ajuste e o *Slew Rate* trabalham juntos na determinação da rapidez das alterações no nível do sinal de saída.
- Um conversor D/A com um pequeno Tempo de ajuste e um *Slew Rate* alto pode gerar sinais de alta frequência porque é necessário um tempo pequeno para alterar com precisão a saída para um novo nível de tensão.

**Exemplo 1:** geração de sinais de áudio.

O conversor D/A precisa de um *Slew Rate* alto e de um pequeno Tempo de ajuste para gerar sinais de alta frequência para cobrir a escala de áudio.

**Exemplo 2:** fonte de tensão que controla um aquecedor.

O conversor D/A não precisa de um *Slew Rate* alto porque o aquecedor não responde rapidamente a alterações de tensão.

### 5.3.3. Saídas Analógicas

- **Resolução de Saída** – é o número de bits no código digital que gera o sinal analógico.
  - Um número de bits elevado reduz a amplitude de cada incremento de tensão de saída, tornando possível, desse modo, a geração de sinais que variam suavemente.
  - As aplicações que requerem uma escala dinâmica grande com pequenas variações incrementais de tensão no sinal de saída analógico necessitam de uma resolução de saída alta.

### **5.3.5. Entradas e Saídas Digitais**

- Geralmente as Interfaces de Entrada e Saída Digital são usadas nos sistemas de aquisição de dados baseados em PC para controlar processos, gerar padrões para teste e comunicar com os equipamentos periféricos.
- Em cada caso, os parâmetros incluem o número de linhas (entradas/saídas) digitais, a taxa à qual se pode admitir e gerar dados digitais nessas linhas, assim como a capacidade de acionamento dessas linhas. Se as linhas digitais são usadas para controlar eventos tais como desligar aquecedores, motores ou luzes, não é normalmente necessária uma taxa de dados alta, pois esses equipamentos não têm uma resposta muito rápida.
- O número de linhas digitais deve estar relacionado com o número de processos a serem controlados..

### 5.3.5. Entradas e Saídas Digitais

- Em cada um desses exemplos, a corrente necessária para acionar e desligar esses equipamentos deve ser menor que a corrente disponibilizada pelo equipamento.
- Contudo, com acessórios de condicionamento de sinais digitais apropriados, podem-se usar sinais TTL de baixa corrente, do hardware de aquisição de dados, para monitorar ou controlar tensões elevadas e sinais de corrente de dispositivos industriais.
- Por exemplo, a tensão e a corrente necessárias para abrir e fechar uma válvula grande, são aproximadamente  **$100\text{ V}_{AC}$**  e  **$2\text{ A}$** . Por estar na saída um dispositivo digital na faixa de  **$0\text{ a }5\text{ V}_{DC}$**  e alguns miliampéres, é necessário geralmente um módulo de acionamento com acoplamento óptico, para ativar o sinal de potência que controla a válvula.

### 5.3.6. Contadores e Temporizadores

- Normalmente, os contadores e os temporizadores são utilizados em muitas aplicações, incluindo a contagem de eventos digitais, a temporização digital de impulsos e a geração de ondas quadradas e de impulsos.
- Podem-se implementar todas essas aplicações, utilizando os três sinais de contadores e temporizadores: **gate, fonte e saída**.
  - **Gate** – é a entrada digital que é usada para habilitar ou desabilitar a função do contador;
  - **Fonte** – é a entrada digital que provoca o incremento do contador em cada impulso, gerando assim a base de tempo para as operações de temporização e contagem;
  - **Saída** – gera ondas quadradas ou impulsos na linha de saída.

## 5.4. Processadores

- São os elementos responsáveis pelo processamento dos sinais adquiridos.
- Atualmente os mais utilizados em sistemas de aquisição de dados são os computadores pessoais (PC).

## 6. Aplicações que utilizam Sistemas de Aquisição de Dados

### 6.1. Agricultura

- **Sistema de Controle e Monitorização de Estufas** – Um PC é utilizado para monitorar e controlar a temperatura, a umidade e a irrigação. Um fino controle e monitoração permitem avaliar os métodos precisos a serem conduzidos para determinar as condições otimizadas para as culturas.
- **Sistema de Controle e Monitoração de Criação de Peixes** - Um PC é utilizado para controlar as condições da água. O sistema monitoriza a temperatura, o pH e a taxa de oxigénio de um tanque. Estas informações são usadas no controle dos compressores, dos aquecedores, dos misturadores ácido/base e da entrada e saída de fluxo de água para manter as condições desejadas.



## 6.2. Indústria automobilística

- **Teste de Estrada** – Os sistemas com PC portáteis são usados para capturar e analisar dados pertinentes dos fatores de desempenho tais como o ruído, o desempenho do motor, da suspensão e da aceleração.

- **Teste Automóvel de Pré-Montagem** - As soluções de aquisição de dados baseadas em PC são usadas no teste elétrico e eletrônico de montagem, tais como um painel de comando.

Um painel de comando é colocado numa instalação de teste e o PC controla os atuadores que movem as chaves e os controles e medem o resultado.

## 6.3. Meio Ambiente

- **Monitoração de Aquecimento Solar de Água** – Um PC com uma placa multifunção é usada para medir a eficiência e a distribuição de temperatura de um aquecedor solar de água. A água aquecida é utilizada para fornecer água quente aos moradores de um complexo de apartamentos.
- **Sistemas de Controle de Poluição** – Um PC é usado para monitorar uma série de sensores que medem o nível de poluentes do ar, que passam através do sistema. Baseado nessas medições, o sistema usa um queimador para eliminar a presença dos poluentes antes de liberar o ar para fora. O sistema é usado em pequenas e médias fábricas de componentes semicondutores.
- **Sistema de Monitoramento da Qualidade de Água** - Múltiplos PC's com placas de aquisições de dados são usados para monitorizar a qualidade da água usada numa instalação de produção automóvel. O sistema mede a qualidade da água armazenada nos tanques usadas para lavar as peças do carro antes da pintura.

## 6.4. Geradores de Energia

- **Simuladores de Equipamentos de Radiação** – Muitos fabricantes de equipamentos de raio-X usam uma combinação de placas e módulos de expansão para construir equipamentos simuladores de radiação usados na terapia do câncer.
- **Monitorização de Sistemas Geradores Portáteis** – Um PC é usado para implementar um sistema de teste de geradores de energia portátil. O sistema monitora as entradas, as saídas e as condições de funcionamento tais como a potência de saída, a temperatura, o consumo de combustível, o fluxo de ar e a eficiência.

# Aquisição de Dados *Wireless*

- Os Sistemas de Aquisição *Wireless* constituem um exemplo de sistema de aquisição de dados remoto. A tecnologia *Wireless* é uma alternativa ao cabeamento para a troca de dados em medições e aplicações de automação. As vantagens incluem:
  - solução mais barata e mais conveniente;
  - compatibilidade com aplicações que envolvem partes móveis ou correias de transporte;
  - fácil de usar devido à configuração transparente.
- Pode-se utilizar comunicação sem fios para qualquer faixa de frequência livre de licença ou frequências autorizadas. Pode-se adquirir dados num local que possua um sistema de I/O distribuído, e então transmitir em cima de ondas de rádio para um computador. Dependendo do poder do transmissor, são permitidas distâncias até **10 Km** não necessariamente dentro de linha-de-visão.