Sistemas de Tempo Real e Linguagens de Programação

Alan Burns e Andy Wellings

Pre-requisitos

- Conhecimentos básicos de ADA e C
- Conhecimentos básicos de Arquitetura de Computadores
- Conhecimentos básicos de Sistemas Operacionais

Objetivos

- Entendimento da visão geral do conceito de sistemas de tempo real
- Compreensão prática com foco na indústria
- Estimular o interesse nesta área de pesquisa

Objetivos Técnicos Gerais

- Entender os requisitos básicos de sistemas de tempo real e como estes requisitos tem influenciado o projeto de linguagens de programação e sistemas operacionais de tempo real.
- Entender as técnicas de implementação e análise que permitem estes requisitos serem alcançados.

O Que é um sistema de tempo-real?

- Um sistema de tempo-real é qualquer sistema de processamento de informação que tem que responder a uma entrada gerada externamente dentro de um finito e determinado período
  - A “corretude” depende não somente do resultado lógico mas também do **tempo** em que foi respondido
  - Falha em responder é tão ruim quanto uma resposta errada!
- O computador é um componente que faz parte de um sistema maior de engenharia => EMBEDDED COMPUTER SYSTEM
- 99% de todos os processadores são para o mercado de sistemas embarcados

Terminologia

- Hard real-time — sistemas onde é absolutamente imperativo que as respostas ocorram dentro de um deadline preciso, ex.: Sistema de controle de vôo.

- Soft real-time — Sistemas onde os deadlines são importantes, mas que ainda funcionarão corretamente se os deadlines são algumas vezes perdidos. Ex.: Sistema de Aquisição de Dados

- Firm real-time — sistemas que são soft real-time mas onde não há nenhum benefício de continuar o processamento daquele evento

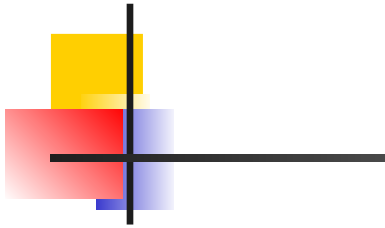
Um único sistema pode ter sub-sistemas de tempo real hard, soft e firm. Na realidade muitos sistemas possuem uma função de custo associada com cada *deadline* perdido.

Terminologia

- Time-aware — sistema faz explícita referência ao tempo (ex.: abra a porta do cofre às 9:00)
- Reativo — sistema deve produzir uma saída dentro de um *deadline* (usando a entrada como referência)
  - Sistemas de Controle são sistemas reativos
  - Requisitos de definição de limites variabilidade de entrada e saída (tempo), jitter de entrada e jitter de saída

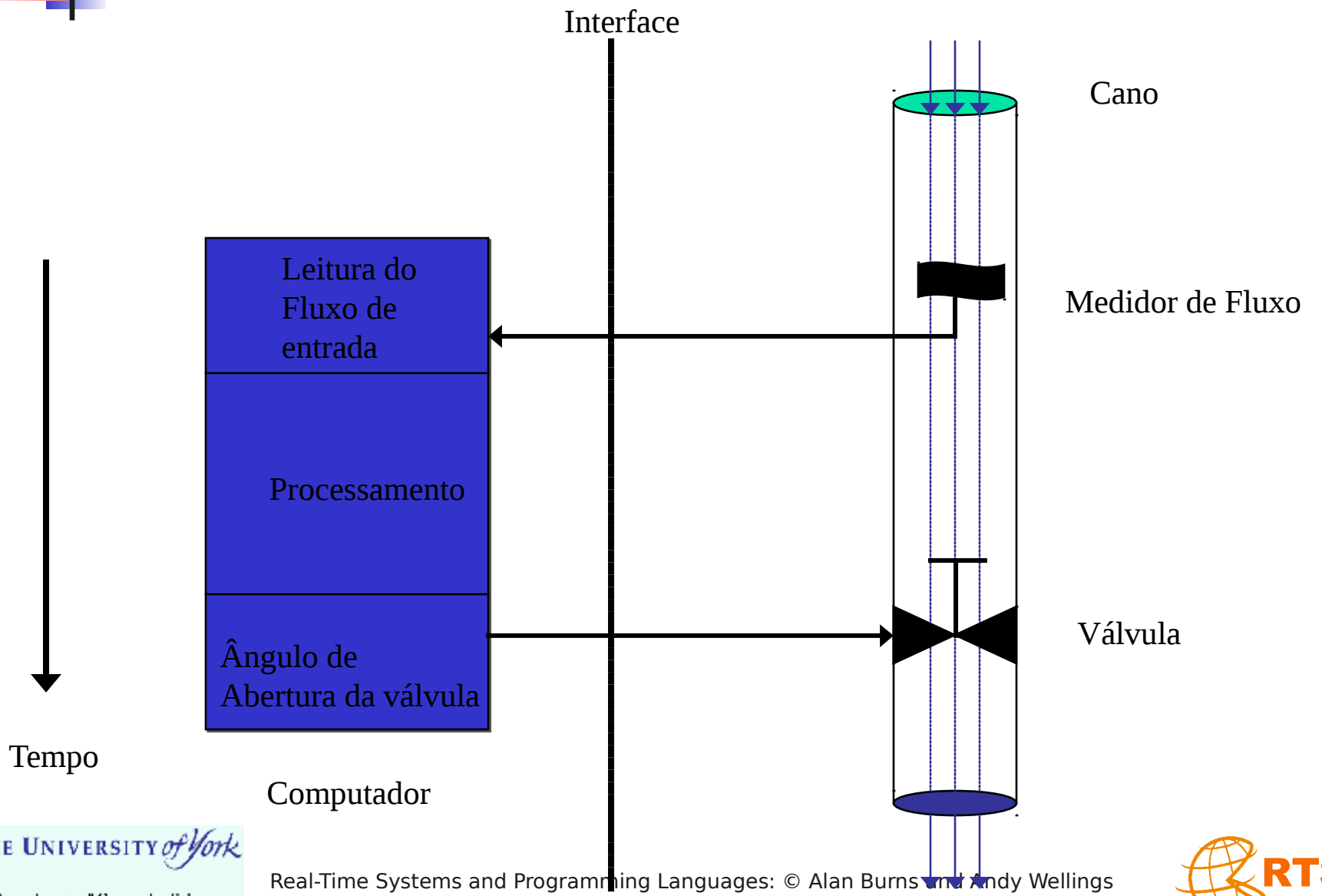
Terminologia

- Time-triggered — computação é disparada em determinado momento pré-definido
  - Lance atividade às 9:00
  - Lance a atividade a cada 25ms – uma atividade periódica
- Event-trigger — computação é disparada por um evento externo ou interno
  - A atividade lançada é dita sporadic se há um limite no intervalo de chegada do evento (pelo menos uma vez em 1h, p. ex.)
  - A atividade lançada é dita aperiodic se não há tal limite

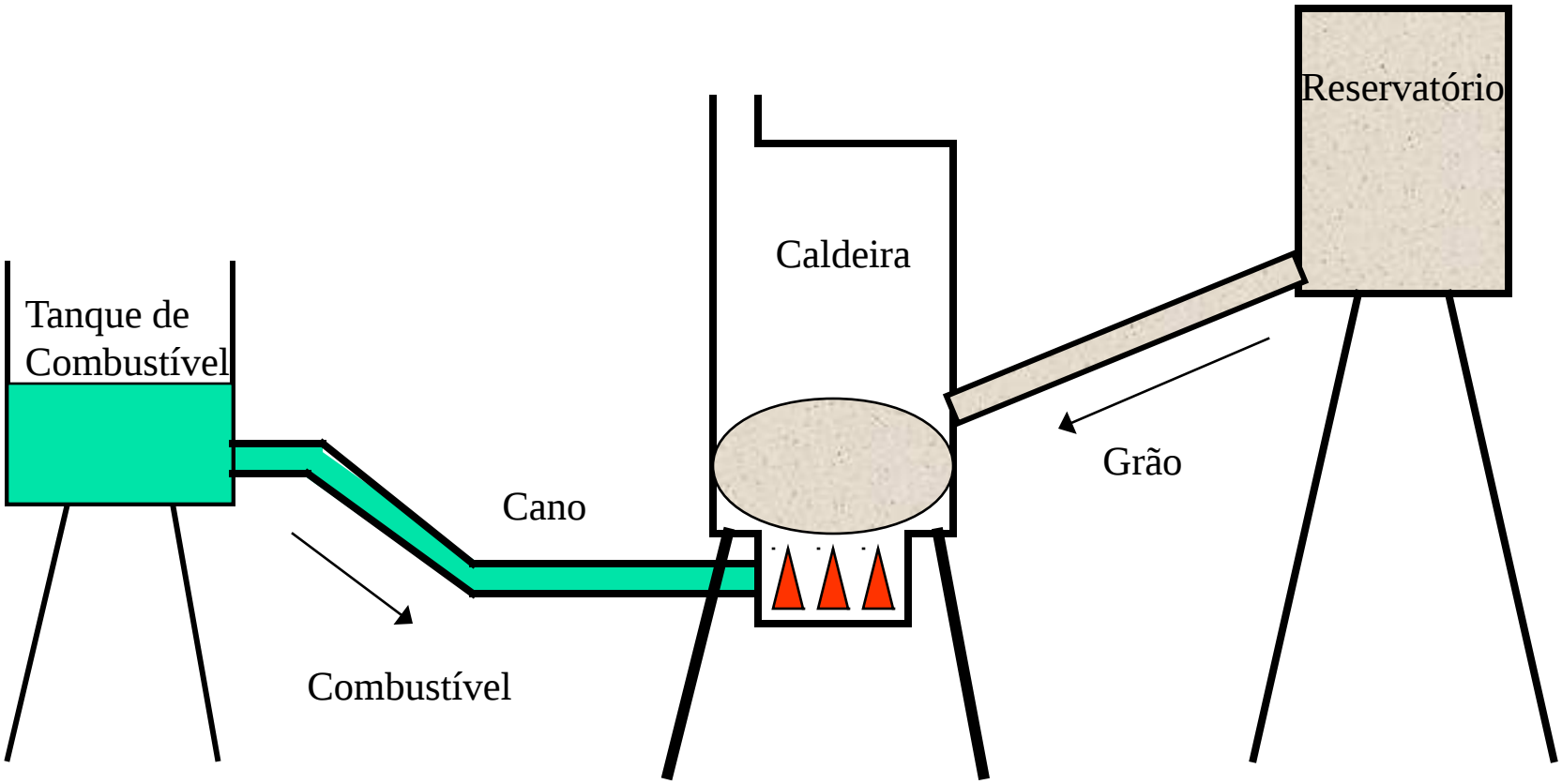


Exemplos de Aplicações

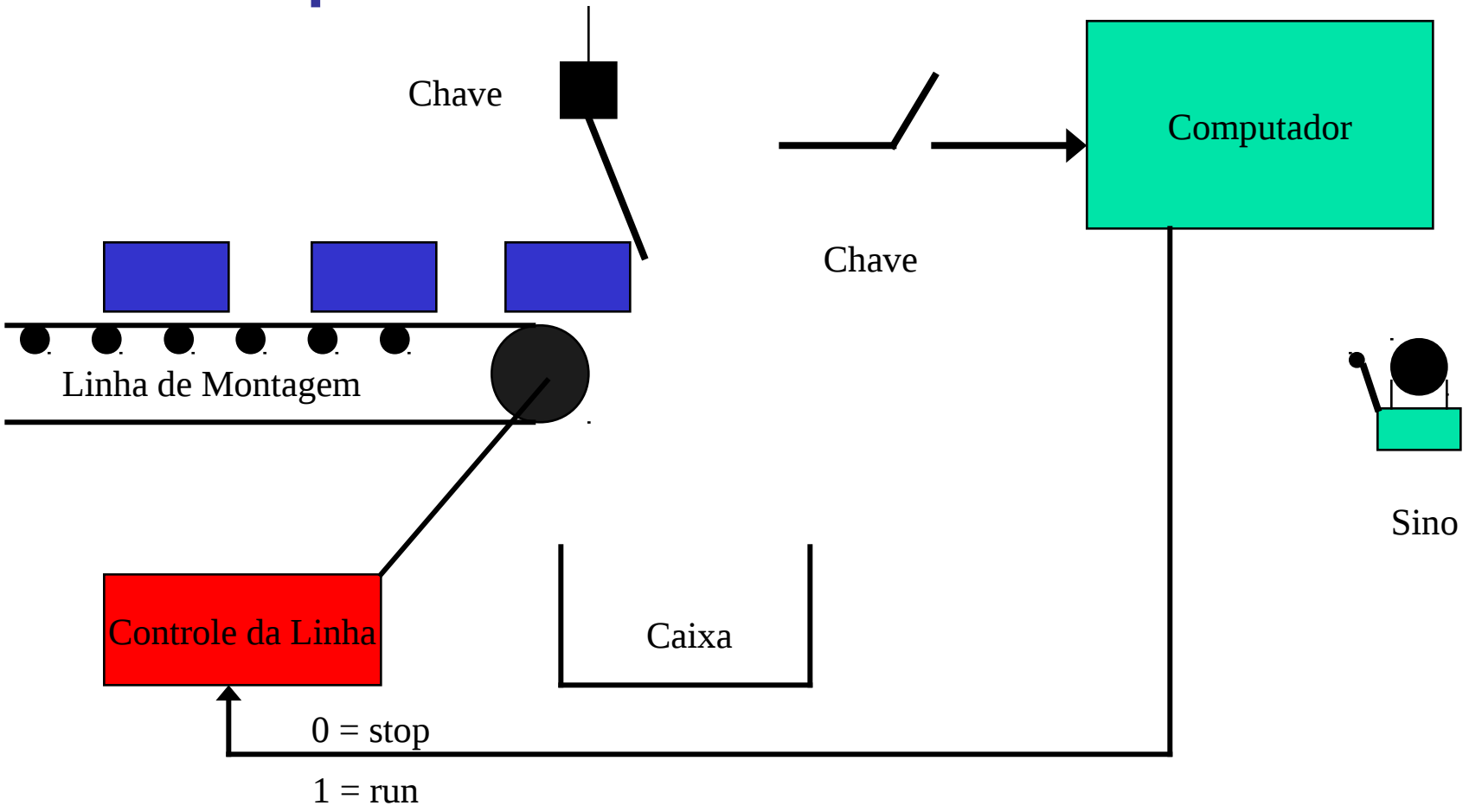
Exemplo: Um simples sistemas de controle de fluidos.



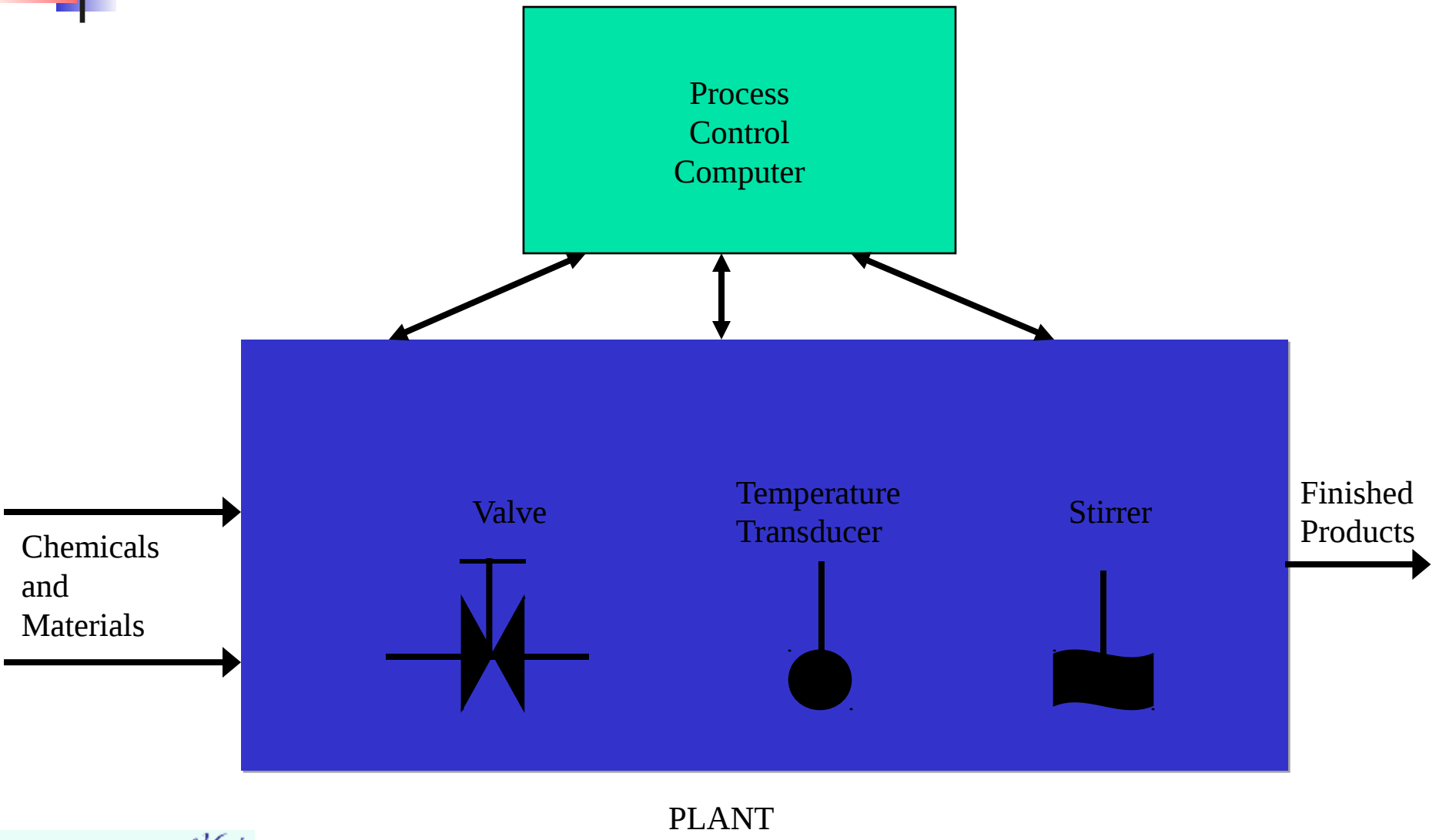
Planta de um torrador de grãos



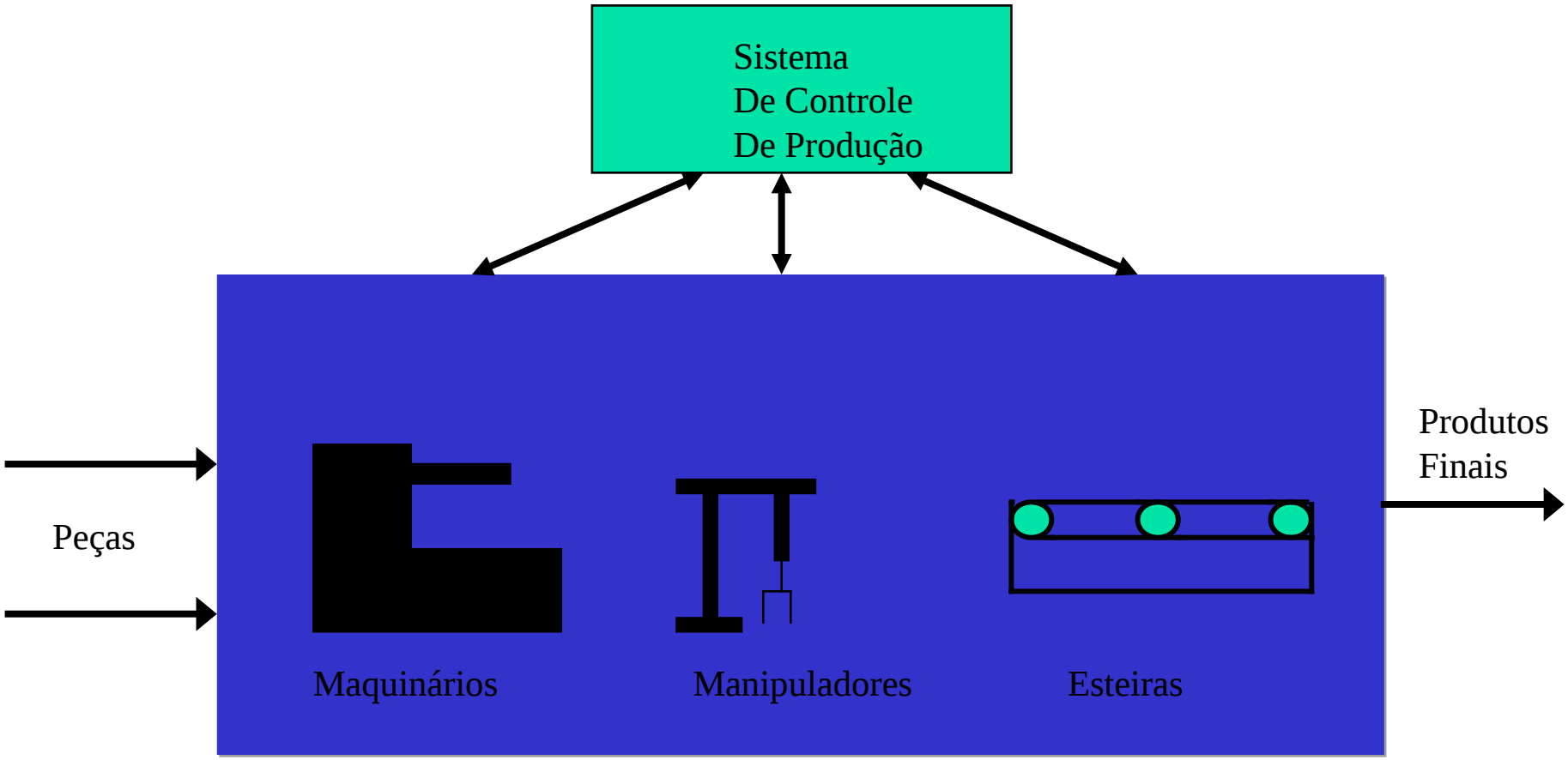
Estação de empacotamento



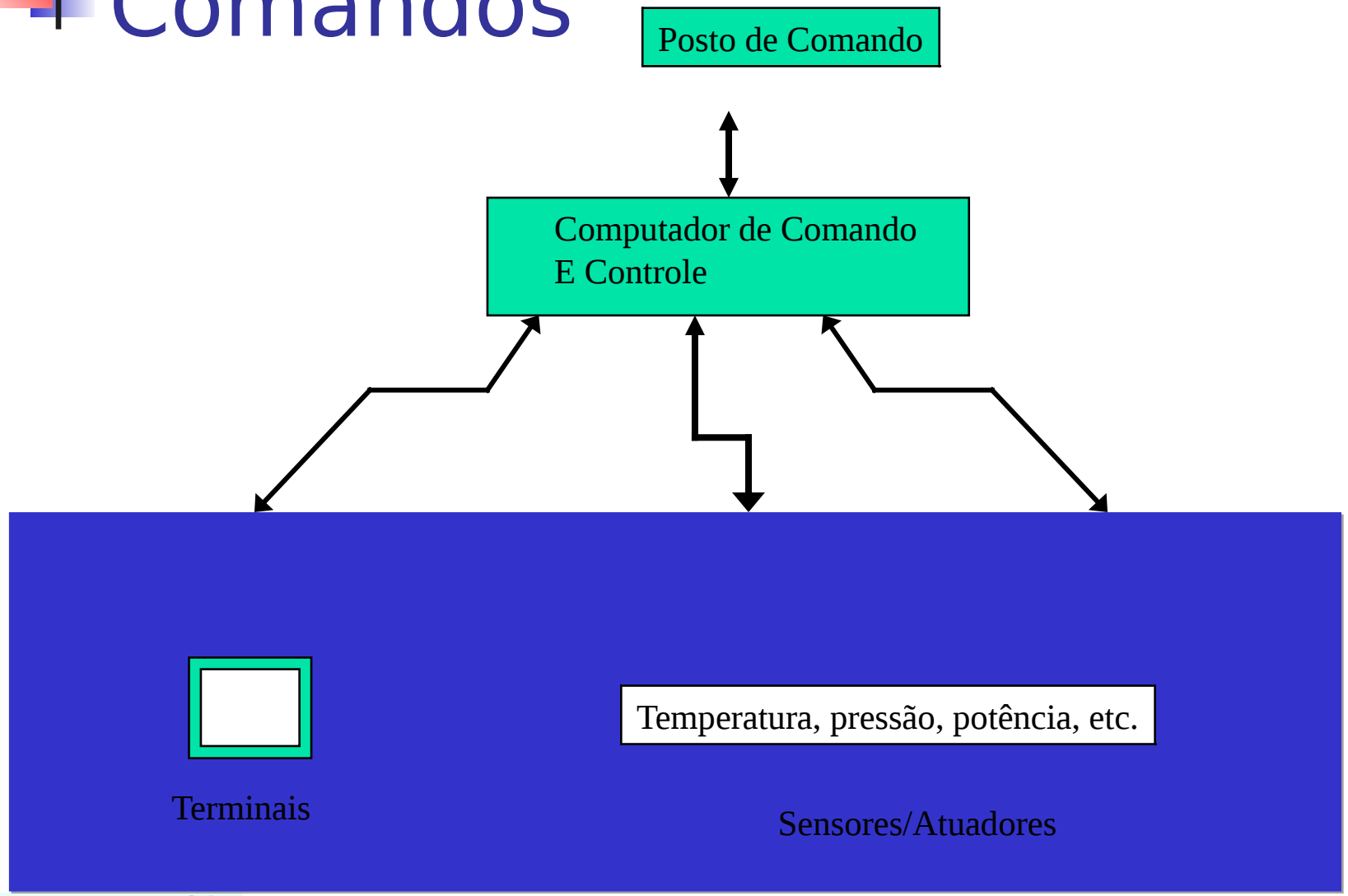
A Process Control System



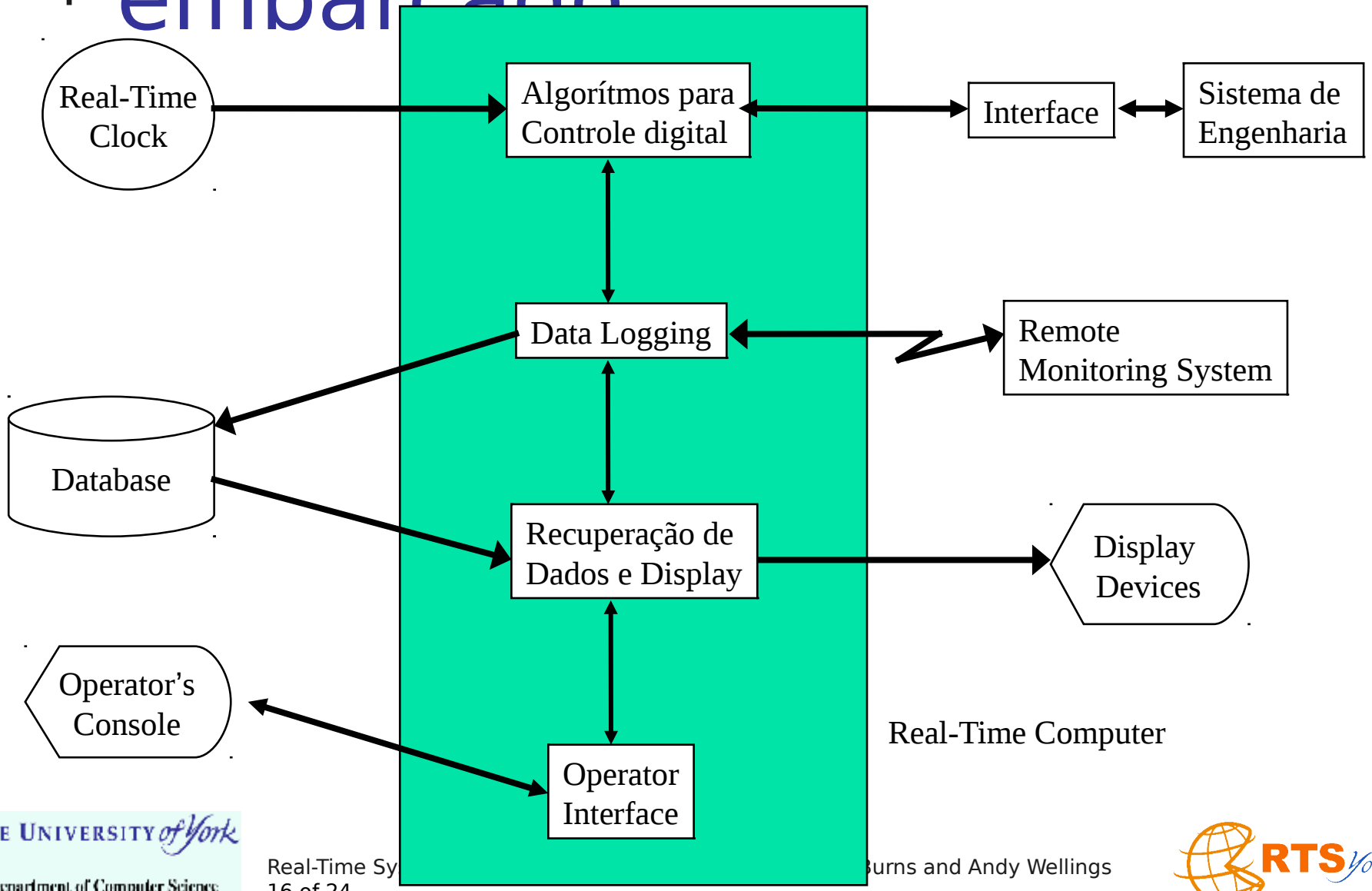
Sistema de Controle de Produção



Sistema de Controle e Comandos



Um típico sistema embarcado



Outros Sistemas de Tempo Real

- Sistemas Multimídia
  - Incluindo dispositivos móveis (smartphones)

- Sistemas Cyber-Físicos
  - Conectando sistemas baseados em web com o mundo real

Características de um STR (RTS)

- **Tempos de resposta garantidos** — nós precisamos estar aptos a predizer com precisão o pior caso de tempo de resposta para os sistemas; eficiência é importante, mas predição é essencial
- **Controle concorrente de componentes do sistema** — dispositivos operam em paralelo no mundo real; melhor então é modelar este paralelismo por entidades concorrentes no programa

- **Facilidade de interagir com hardware de propósito geral**

Características de um STR

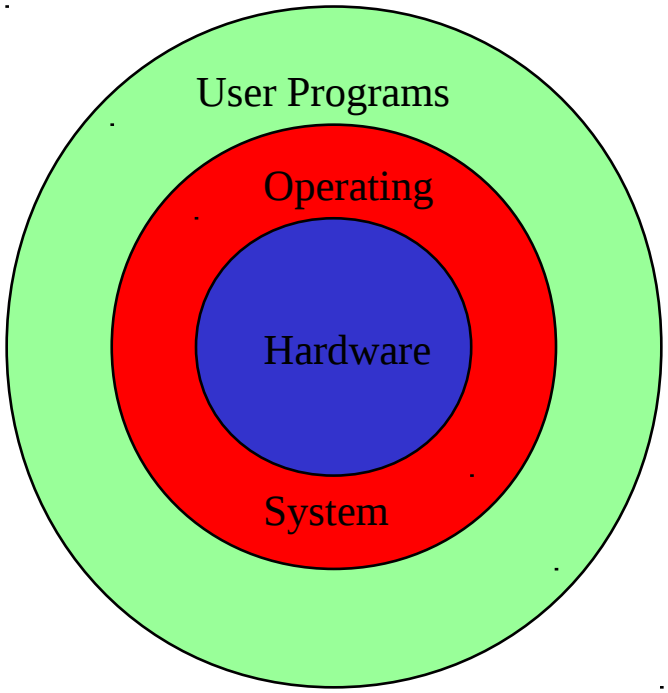
- **Suporte para computação numérica** – estar apto a suportar computação discreta/contínua necessária para os algorítmos retro-alimentados.
- **Tamanho e Complexidade** — variam de algumas centenas de linhas de códigos em assembler ou C até 20 milhões de linhas de ADA. Questão da variedade quanto o tamanho. Sistemas Escalonáveis.

- **Confiabilidade e Segurança Extremas** — sistemas embarcados tipicamente controlam o ambiente em que eles operam, falha deste controle pode resultar em perda de vida, agressão ao meio-ambiente ou perdas econômicas.

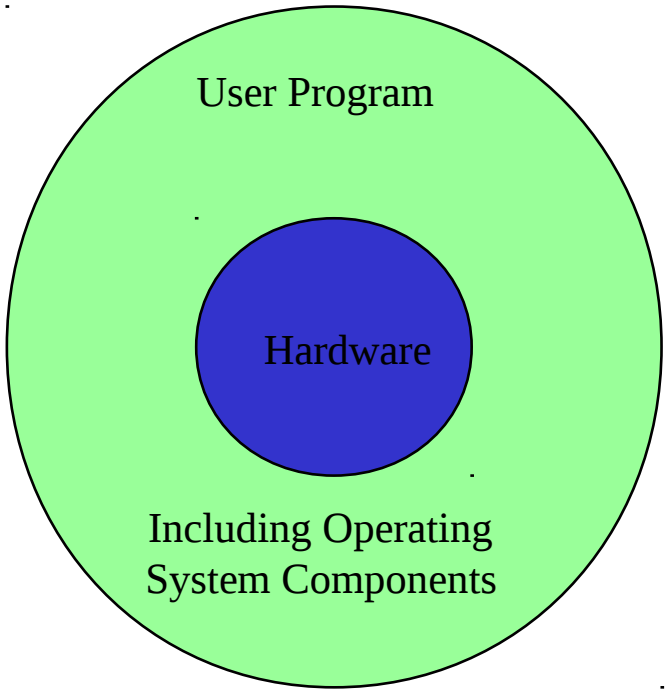
Linguagens de Programação RT

- Linguagens Assembly
- Linguagens de implementação de sistemas Sequenciais — ex.: RTL/2, Coral 66, Jovial, C.
- Ambas normalmente precisam de um S.O.
- Linguagens concorrentes de alto-nível. ex.: Ada, Chill, Modula-2, Mesa, Java.
- Sem suporte de S.O. (não obrigatório)!
- Vamos considerar aqui:
  - Java/Real-Time Java
  - C e Real-Time POSIX (não em detalhes)
  - Ada 2005

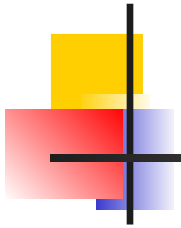
Linguagens RT e os SOs



Typical OS Configuration



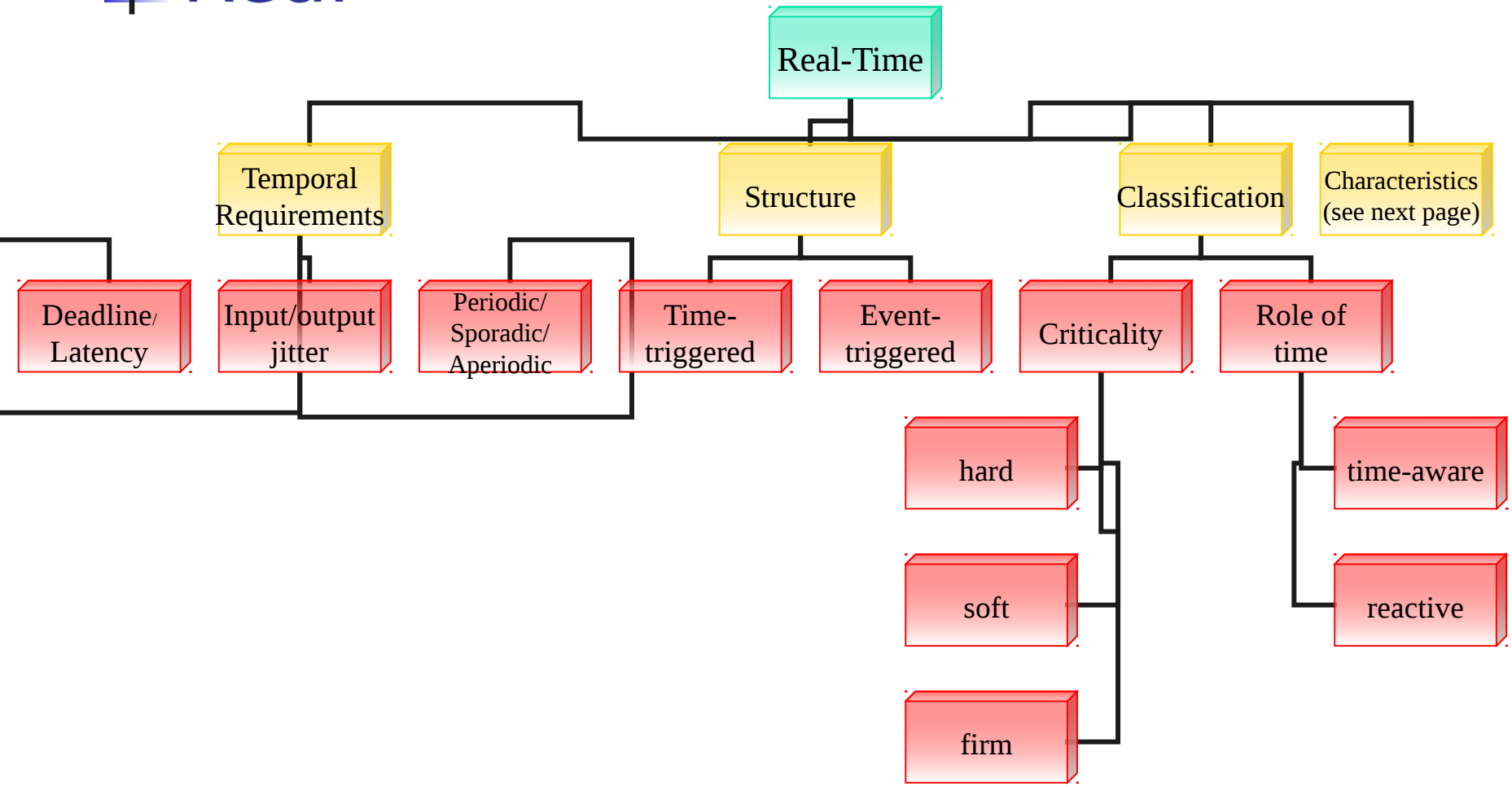
Typical Embedded Configuration



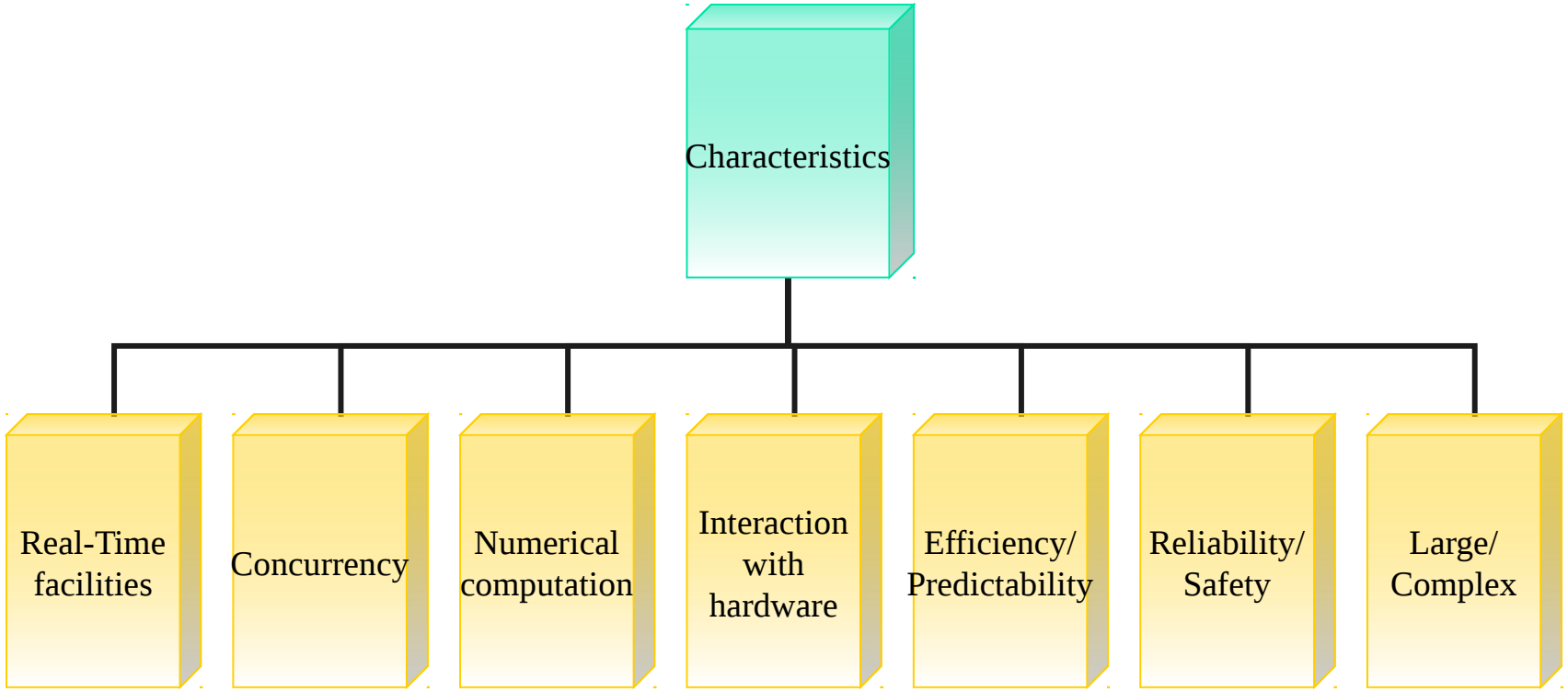
Resumo

- Esta aula introduz definições chaves e exemplos de sistemas de tempo real
- Os aspectos básicos de um sistemas de tempo real são representados no seguinte diagrama

Aspectos de Sistemas de Tempo Real



Aspects of Real-Time Systems



Exercícios

- Responda
  - O que é um sistema de tempo real?
  - Diferencie os STR *hard,soft* e *firm*.
  - Defina a linguagem ADA e que versão ela está?
  - A partir do site http://ideone.com, compile e execu

```
--Programa Alo Mundo

With Ada.Text_IO; Use Ada.Text_IO;

Procedure AloMundo is

begin
        Put("Programação em Ada!");
        New_Line;
        Put_Line("Exemplo do Olá Mundo!!");
end AloMundo;
```