Sumário

- O que é o tempo-real.
- Tipos de sistemas de tempo-real.
- Exemplos de sistemas de tempo-real.
- Características dos sistemas de tempo-real.
- Dificuldade de garantir o comportamento no tempo.

Definição

- Tempo de resposta:

  Intervalo de tempo entre o estímulo e a resposta do sistema.

- Sistema de tempo-real:

  Um sistema de tempo real é um sistema em cuja especificação são explicitamente requeridos tempos de resposta pré-determinados.

Tipos de sistemas de tempo-real

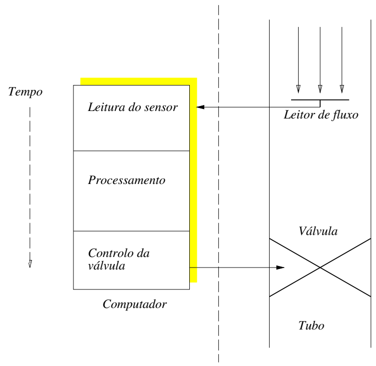
- Estrito (hard real-time).

  Imperativo cumprir as metas. Ex: risco de perca de vidas humanas (controlo de avião, de central nuclear, etc.).

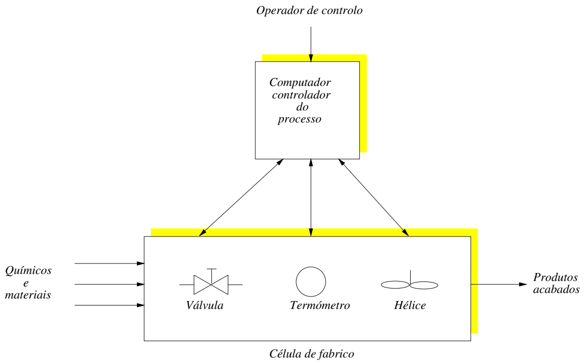
- Lato (soft real-time).

  Tempo é importante, o sistema está concebido para cumprir metas embora seja aceitável que por vezes estas não sejam atingidas. Ex: aquisição de dados para controlo da produção de um processo fabril.

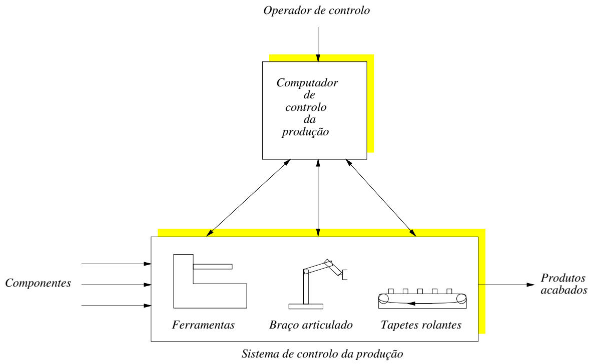
Controlo de processos



Sistema de controlo

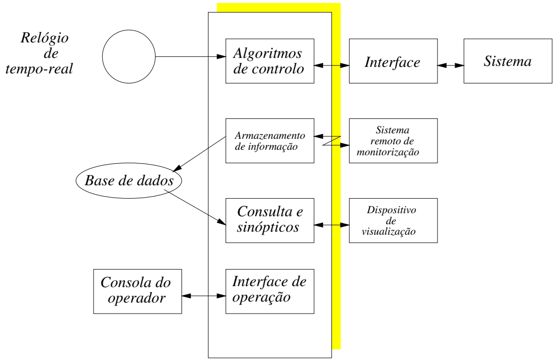


Sistema fabril



Comunicação, comando e controlo

Sistema embebido



Características: tamanho e complexidade.

- Diversos módulos.
- Grande diversidade de dispositivos e funções.
- Necessidade de manutenção dos programas:

  Para acompanhar o desenvolvimento tecnológico, novos produtos finais, etc.
- Extensibilidade.

  Novos componentes não devem comprometer nem a correcção nem o comportamento temporal do sistema.

Características: manipulação de números reais.

- Ciclo de controlo com realimentação.
- Leitura de dados (sensores, conversão analógico-digital).
- Execução do algoritmo de controlo.

  Garantir a sua execução atempada.
- Produção de resultados (conversão digital-analógica, actuação).

Caracteristicas: fiabilidade e segurança.

- Aviónica.
- Sistemas médicos.
- Sistemas militares.
- A falha do sistema pode levar a perda de vidas humanas (ou elevadas quantias de dinheiro).

Características: controlo de processos concorrentes.

- Vários dispositivos necessitam de ser controlados.
- Pseudo-concorrência: *a rapidez relativa do processador permite tratar os diversos dipositivos de um modo série, dando a ilusão de serem executados em simultâneo.*
- Concorrência real: *usando diversos processadores (possivelmente distribuídos fisicamente).*

Características: facilidades de tempo-real.

- Especificar o instante do início de execução de uma tarefa.
- Especificar o instante em que um determinado resultado deve ser produzido.
- Lidar com cenários aonde não é possível assegurar TODAS as metas.

  Situações de sobrecarga (dia da mãe). Quais os serviços mínimos.
- Lidar com situações em que as metas são alteradas dinamicamente.

  Emergências. Mudanças de planos.

Características

- Acesso aos dispositivos.

  Leitura e escrita em registos.
- Gestão das excepções e alarmes.

  Quando valores pré-definidos são excedidos.

Características: concretização eficiente.

- Geralmente a eficiência é um factor chave.

  Limitações na capacidade de processamento.

  Racionalização de recursos.

Depressa diferente de “a tempo”

- É necessário:

  Elevado desempenho.
- No entanto:

  Mas baixa carga e rapidez não...

  ... oferece **garantias**.
- Previsibilidade:

  É possível prever o comportamento do sistema nos diversos domínios (valor, tempo, etc).

Para oferecer garantias é necessário:

- Determinismo:

  O estado seguinte depende exclusivamente do estado actual e das entradas do sistema.

- Pior-caso:

  Considerar o funcionamento no pior caso (o que pressupõe descobrir qual é o pior caso!).

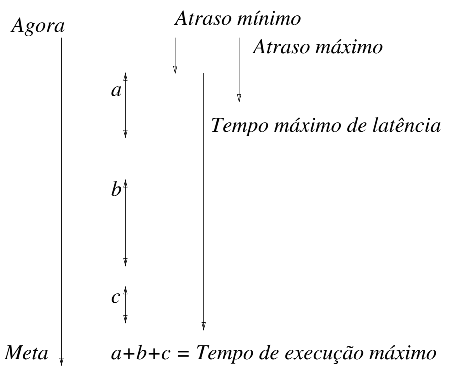
- No entanto:

  Importa minimizar a redundância.

Domínio temporal de um processo

- Meta: *Altura em que a tarefa deve ter terminado a sua execução.*
- Atraso mínimo: *Atraso mínimo após o qual se pode iniciar a tarefa.*
- Atraso máximo: *Atraso máximo antes do qual se deve iniciar a tarefa.*
- Tempo de execução máximo.
- Tempo máximo de latência: *Tempo máximo entre a activação e a terminação da tarefa.*

Domínio temporal (ilustração)



Prioridade

- Indicação da importância relativa dos processos.
- Pode ser utilizada pelo escalonador para definir quais os processos que devem ter acesso ao processador.
- É de difícil utilização.

Dificuldade da gestão das prioridades

- Um processo de alta prioridade pode ficar dependente de um recurso detido por um processo de baixa prioridade.

  Processos de prioridade intermédia podem impedir o processo de baixa prioridade de libertar o recurso e, deste modo, impedir o progresso do processo de alta prioridade.

- A este fenómeno chama-se inversão de prioridade.

Especificação de domínios temporais

- Linguagens "tradicionais" não fornecem suporte específico a declaração de domínios temporais:

  Só através de utilização de atrasos.

- Existem outras linguagens com suporte mais sofisticado neste campo:

  Real-time Euclid.

Especificação de domínios temporais em Real-Time Euclid

- Domínio temporal: `frame`:

  frame 60 (60 unidades de tempo).

- Activação de tarefas (periódicas e/ou esporádicas):

  periodic frame 60 first activation atTime 600.

  periodic frame 60 first activation atEvent interrupcao.

  atEvent interrupcao frame 60.

Tolerância a faltas

- Uma meta pode não ser atingida se:

  Os cálculos do pior tempo de execução estão errados.

  As hipóteses feitas ao gerar um escalonamento estavam erradas.

  O escalonador tem um "bug".

  O sistema está a operar fora dos parâmetros previstos.

Recuperação para-a-frente

- Uma linguagem que permita especificar metas pode gerar excepções, por exemplo, quando:

  Metas não são atingidas.

  Tempos de execução não são cumpridos.

Recuperação para-trás

- Caso uma meta não seja atingida:

  Repõe-se o estado do processo.

  Tenta-se um algoritmo alternativo.

Especificação de domínios temporais em Pearl

- Activação de tarefas (periódicas ou esporádicas):

  AFTER 10 MIN ALL 60 SEC ACTIVATE tarefaX.

  WHEN interrupcao ALL 60 SEC ACTIVATE tarefaY.

Resumo

- O que é o tempo-real.
- Tipos de sistemas de tempo-real.
- Exemplos de sistemas de tempo-real.
- Características dos sistemas de tempo-real.
- Garantir o comportamento no tempo.
- Especificação de metas e escalonamento.
- Tolerância a faltas.