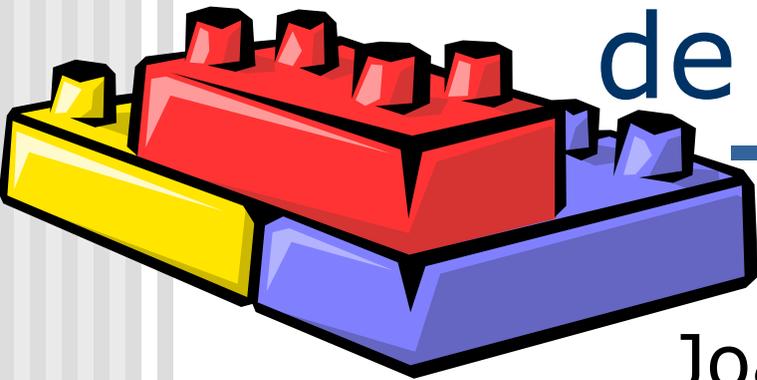
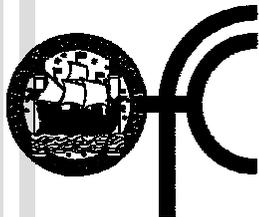


Análise do Tempo de Resposta da Composição de Micro-Protocolos



João Carlos Negrão Ventura

Discussão da Dissertação de Mestrado



*12 de Julho de 2001
Faculdade de Ciências
Universidade de Lisboa*

Introdução

- Motivação
- Breve introdução aos micro-protocolos
- Análise de Escalonabilidade
- Metodologia de análise de escalonabilidade para micro-protocolos
- Aplicação Prática: RELCAN
 - Introdução ao EDCAN e RELCAN
 - Cenários Desenvolvidos
 - Resultados Obtidos

Motivação

- Os sistemas de tempo-real estão a tornar-se distribuídos
 - Problema: Necessidade cada vez maior de serviços complexos.
 - Solução: Uso de composições de micro-protocolos.
- **No entanto, a escalonabilidade destas composições tem de ser garantida!**
- Este trabalho pretende desenvolver uma metodologia que tire partido das propriedades intrínsecas dos protocolos para facilitar a sua análise.

Micro-protocolos

- Os micro-protocolos são objectos modulares que fornecem um dado serviço.
- Através da composição, é possível fornecer vários serviços.
- Interacção entre protocolos através de eventos.
- Cada micro-protocolo é assinante de um conjunto de eventos e é gerador de outros.
- Três sistemas para micro-protocolos em tempo real foram apresentados: *CORDS Paths*, Canais RTD do CactusRT e o *RT-Appia*.

Análise de Escalonabilidade

- A técnica de análise usada é a “*Schedulability Analysis using Time-Offsets*” de Tindell.
 - A utilização de defasamentos permite tirar partido das relações de precedência entre as diferentes tarefas dos micro-protocolos.
 - Melhor maneira de incorporar os tempos de espera da máquina de estado do protocolo.

$$r_i = \max_{q=0,1,2,\dots} (w_{i,q} + W_{ti} - T_{ti}(qe_i + v_{i,ti}) - O_i)$$

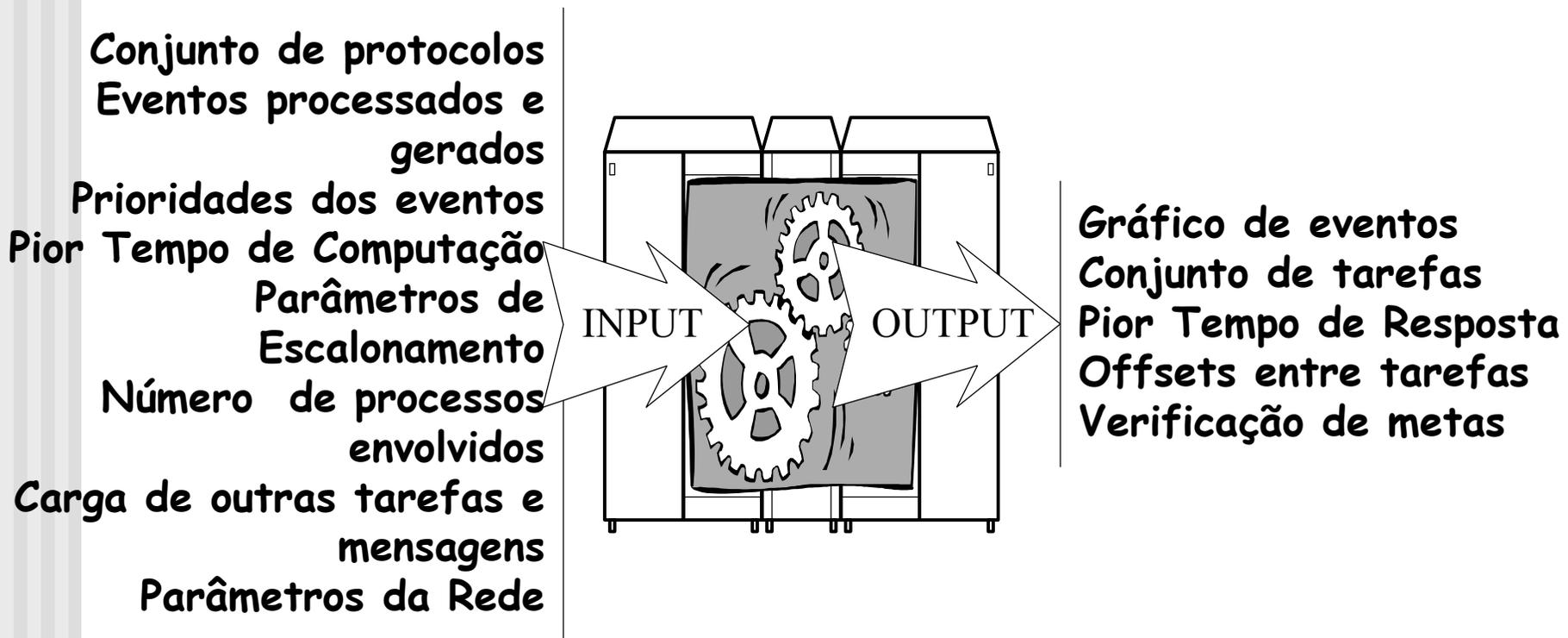
$$w_{i,q} = \tau_i(w) + B_i + (q + 1)C_i + \sum_{\forall t \in \text{trans}} I_{i,t} \quad W_{ti} = \max_{\substack{v_k \in \text{tasks}(ti) \\ W_{ti} = O_k + J_k}} (I_{i,ti} + \tau_i(w))$$

$$I_{i,ti} = \sum_{\forall j \in hp(i) \cap \text{tasks}(ti)} \left\lceil \frac{W_{ti} + w - O_j - v_{j,ti}T_{ti}}{e_j T_{ti}} \right\rceil C_j \quad v_{i,ti} = \left\lceil \frac{O_j + J_j - O_i - J_i}{T_{ti}} \right\rceil$$

Modelo Computacional

- Camadas de micro-protocolos.
- Cada micro-protocolo é concretizado usando várias tarefas.
 - *Uma tarefa para cada evento processado.*
- As tarefas são periódicas.
 - *O período é derivado do tempo entre pedidos da camada superior.*

Metodologia de Análise de Micro-Protocolos (1/3)



Metodologia de Análise de Micro-Protocolos (2/3)

- Cada evento processado, gera outros, resultando numa **cadeia de eventos**.
- As tarefas que fazem parte de uma cadeia herdam o período e a meta do evento original.
- O gráfico de eventos é usado para extrair a cadeia de eventos.
 - *Uma cadeia de eventos completa é uma transacção.*

Metodologia de Análise de Micro-Protocolos (3/3)

- **Iterar até os valores convergirem:**
 - Determinar tempo de resposta das tarefas, usando os desfasamentos actuais. Actualizar desfasamento das mensagens para o tempo de resposta das tarefas emissoras.
 - *Determinar tempo de transmissão das mensagens*, usando os desfasamentos actuais. Actualizar desfasamento das tarefas receptoras para o tempo de chegada das mensagens.
- **O sistema prevê o uso dos melhores tempos de transmissão na determinação de desfasamentos “melhor caso”.**
 - De modo a escalonar as tarefas no instante exacto de chegada das mensagens.
- **Por último, comparação entre os tempos obtidos e a meta de cada tarefa.**

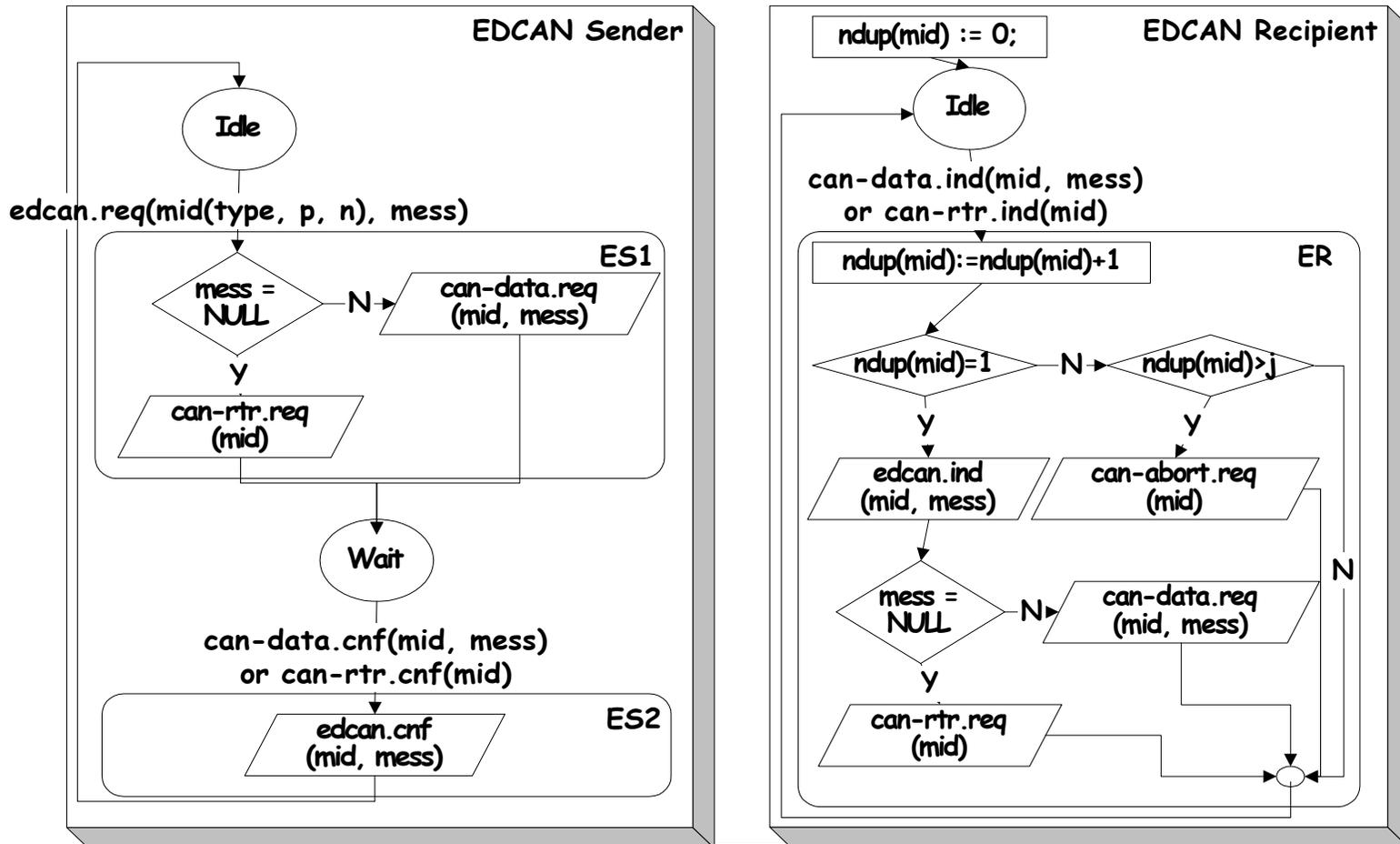
Aplicação Prática: EDCAN+RELCAN

- Pilha de protocolos desenvolvida para fornecer comunicação fiável sobre CAN.
 - *O CAN não garante transmissão atómica quando o penúltimo bit é detectado como inválido em alguns nós.*
- Dois protocolos:
 - *EDCAN: difusão ávida.*
 - *RELCAN: duas fases, e modo de recuperação.*

Aplicação Prática: EDCAN

- EDCAN:
 - *Protocolo de difusão ávida.*
- Protocolo pesado:
 - *Todos os nós retransmitem a mensagem de modo a mascarar os erros.*
- Usado no modo de recuperação do RELCAN ou quando é necessário uma recuperação rápida.

EDCAN: Diagrama lógico



Aplicação Prática: RELCAN

- Protocolo de duas fases:
 - *1ª fase: envio da mensagem.*
 - *2ª fase: envio da confirmação, e entrega da mensagem.*
- Se o emissor falha:
 - *A confirmação não é recebida.*
 - *O EDCAN é activado para recuperar do modo inconsistente.*

RELCAN: Diagrama lógico

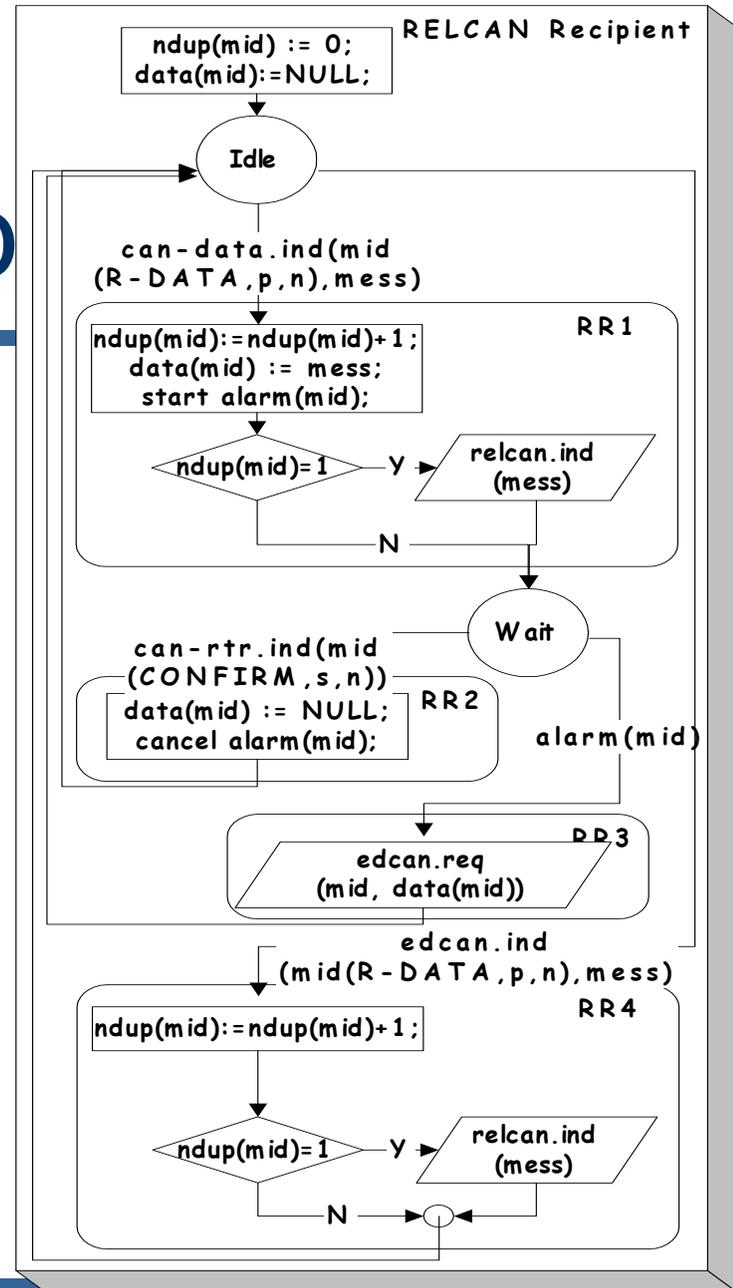
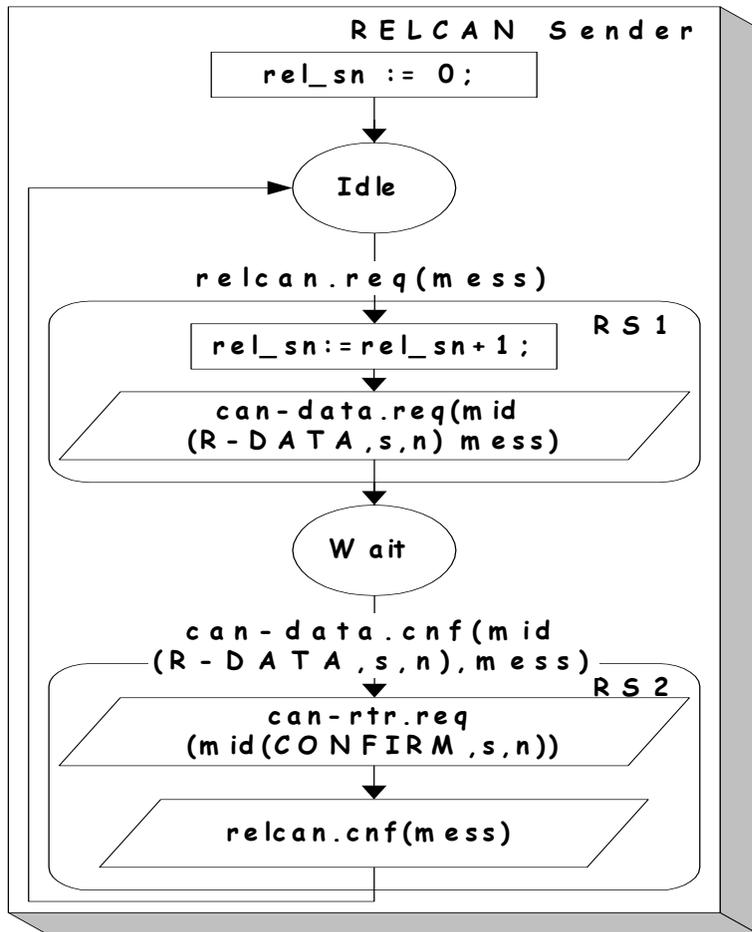
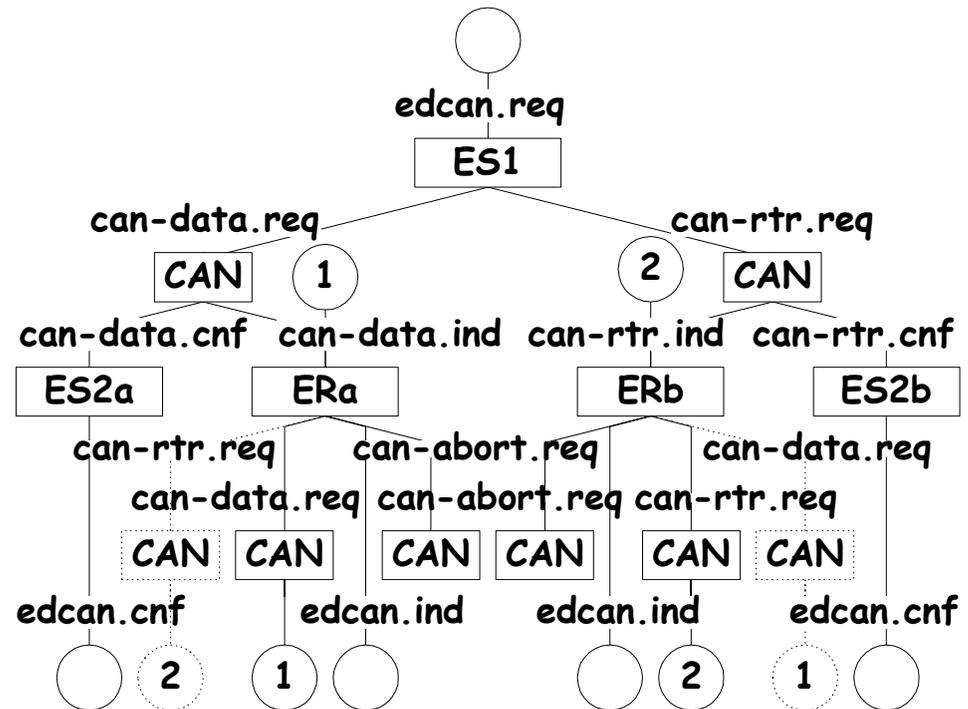
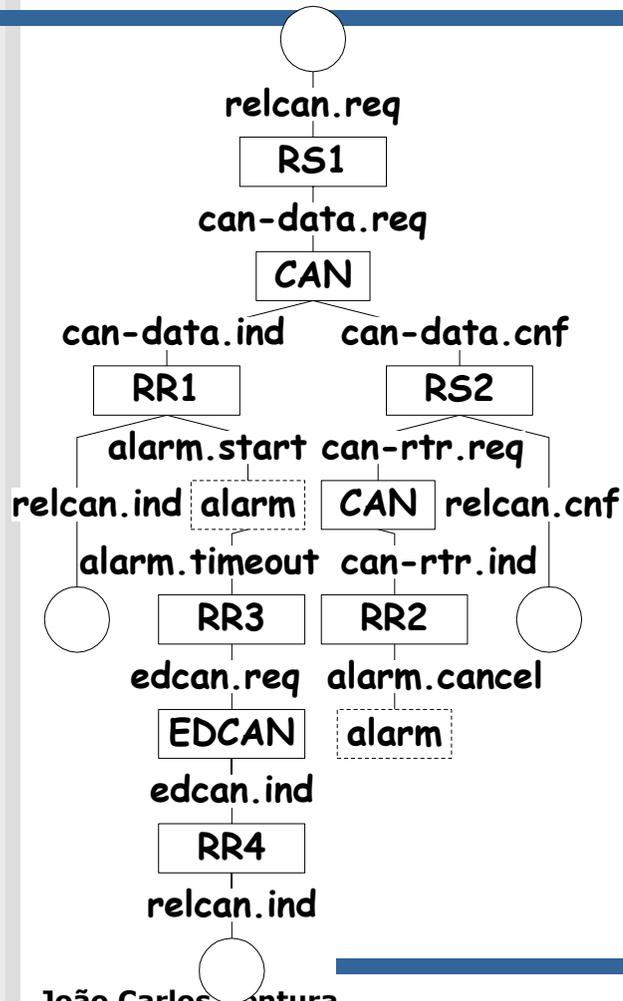


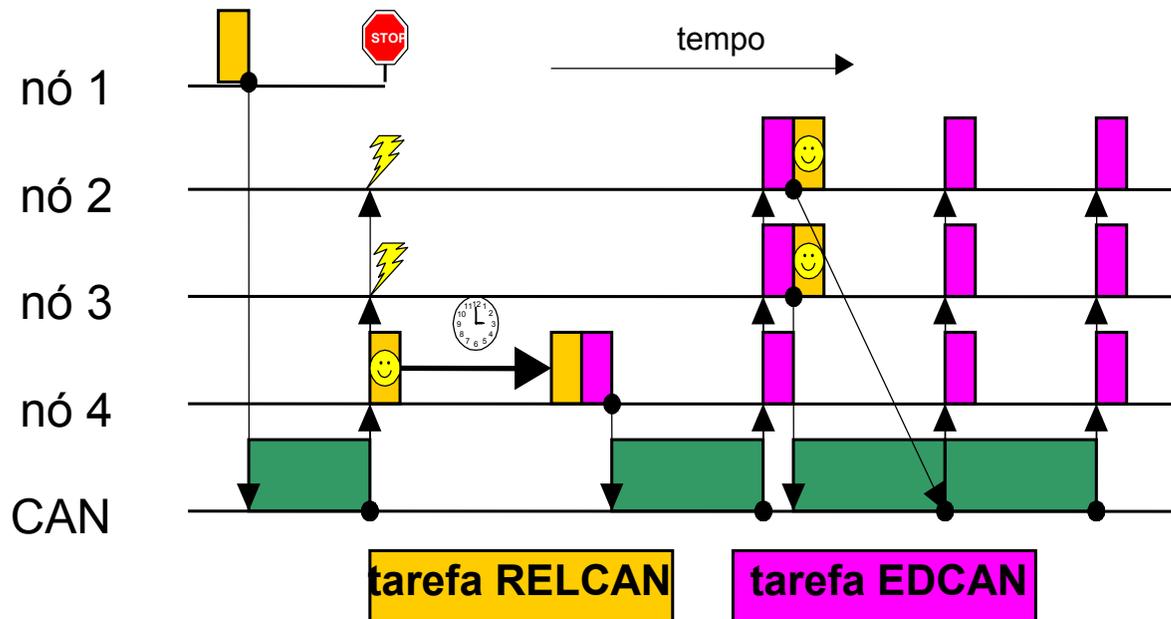
Gráfico de Eventos: RELCAN e EDCAN



Cenário Simple: descrição

- Rede de 4 nós
- 1 emissor que falha
- 1 receptor correcto
- Sem efeitos de *jitter*, bloqueio e escalonamento
- Período= $2000\mu s$
- Pior Tempo de Computação= $150\mu s$
- Max. transmissão mensagem = $157\mu s$
- Alarme= $400\mu s$

Cenário Simples: demonstração



- **Pior tempo de resposta=1928 μ s (falha do emissor)**
 - *Desfasamentos obtidos: 0, 307, 857, 1007, 1314, 1464, 1621, 1778*

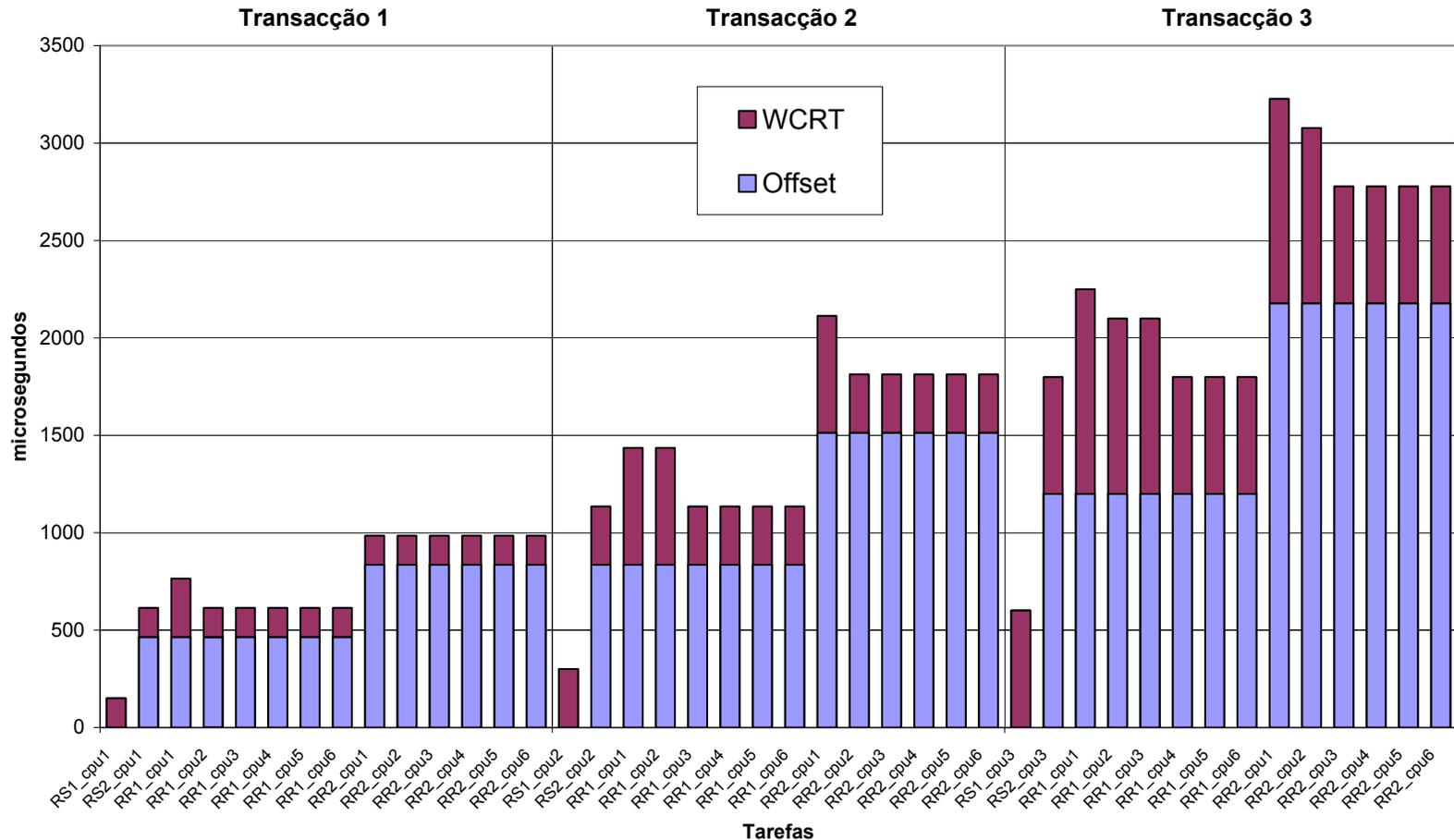
Cenário Simples: resultados obtidos

- Tempo de resposta é menor se o emissor não falhar.
 - $WCRT=757\mu s$.
 - *Mensagens de tamanho máximo.*
- Determinação dos desfasamentos para o melhor caso:
 - $O_{rs1}=0\mu s, O_{rs2}=O_{rr1}=214\mu s, O_{rr2}=428\mu s, O_{rr3}=764\mu s, O_{rr4}=1278\mu s$.
 - $O_{es1}=0\mu s, O_{es2}=O_{ER}=214\mu s$.
 - Estes desfasamentos permitem que a tarefa esteja pronta para execução no instante de chegada da mensagem.
 - *Contudo, os atrasos devem ser tidos em conta no jitter.*

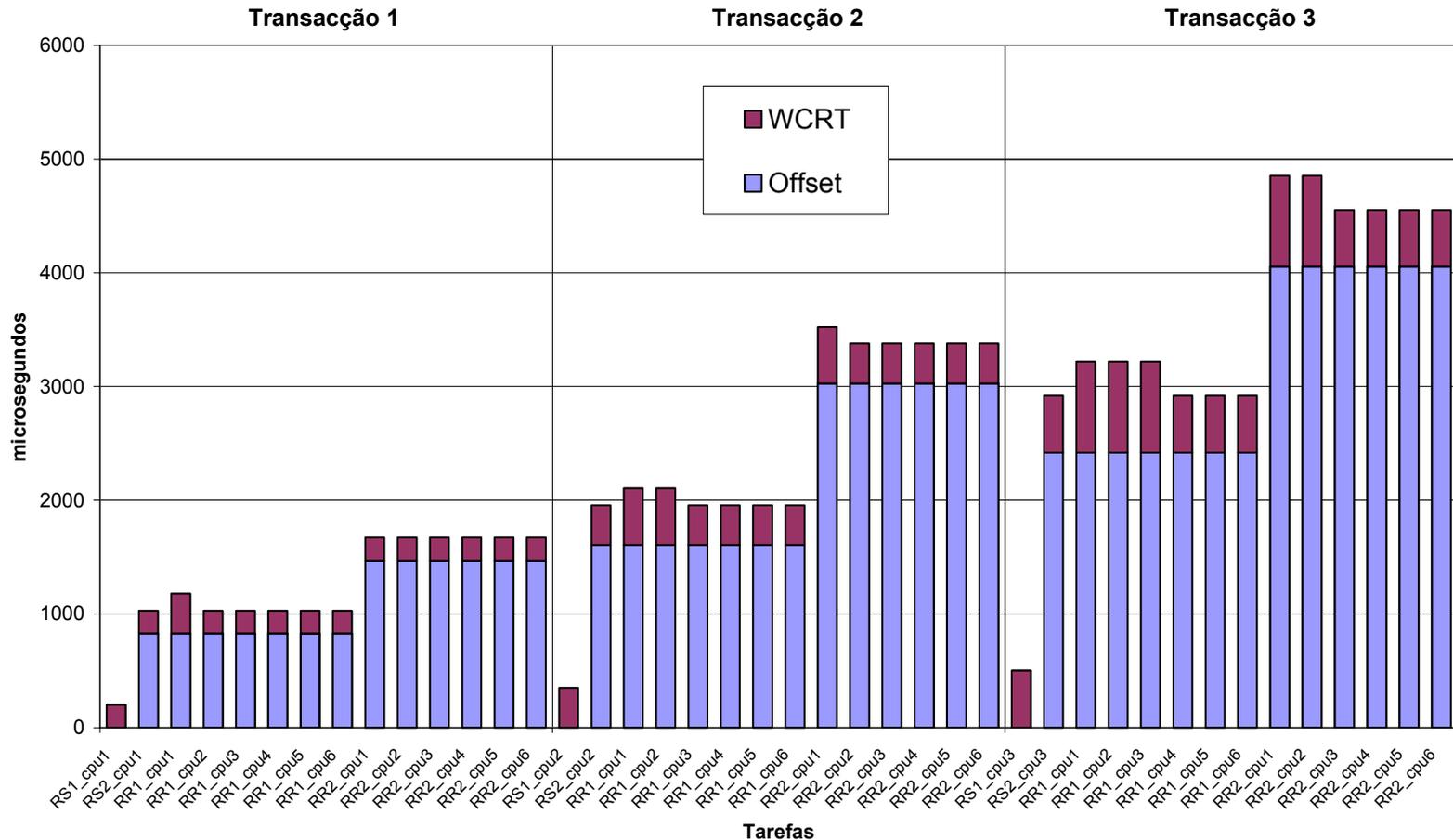
Cenário Complexo: descrição

- De modo a testar a interferência, o seguinte cenário complexo foi desenvolvido:
 - *6 nós no barramento CAN.*
 - *4 nós são emissores, todos são receptores.*
 - *Cada mensagem (e portanto as tarefas que a processam) tem uma prioridade diferente.*
- Cada mensagem é transmitida de forma independente, maximizando a interferência.

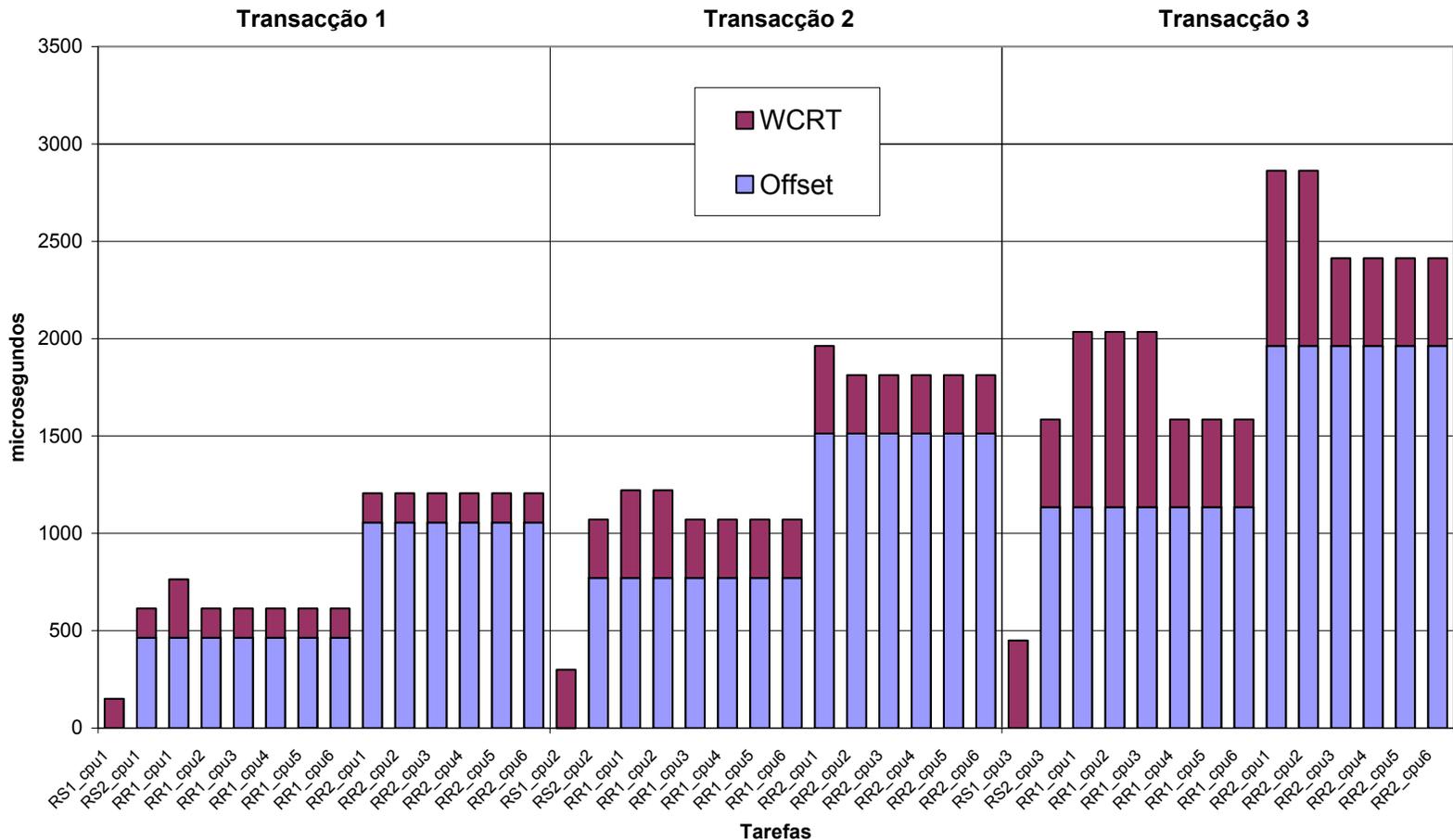
Cenário Complexo: Base



Cenário Complexo: Jitter+Bloqueio e Escalonador



Cenário Complexo: Prioridades Alternativas



Conclusões

- Foi proposta uma metodologia que permite obter os piores tempos de resposta de composições de micro-protocolos.
- A ferramenta de Tindell foi estendida de modo a suportar o modelo.
 - *Suporte para sistemas distribuídos.*
- Validação da metodologia através do uso de um exemplo concreto.

Direcções Futuras

- Módulo de análise do protocolo.
- Módulo de obtenção do Pior Tempo de Computação (WCCT).
- Verificar os resultados contra uma rede EDCAN real.