

# **Análise do Tempo de Resposta de Tarefas Executando no Sistema Operacional FreeRTOS**

Projeto de Dissertação de Mestrado  
Orientador: Rômulo Silva de Oliveira  
Co-Orientador: Andreu Carminati (IFSC)

## **1. Introdução**

Sistemas computacionais de tempo real são identificados como aqueles sistemas computacionais submetidos a requisitos de natureza temporal. Nestes sistemas, os resultados devem estar corretos não somente do ponto de vista lógico, mas também devem ser gerados no momento correto. As falhas de natureza temporal nestes sistemas são, em alguns casos, consideradas críticas no que diz respeito às suas consequências.

Na literatura, os sistemas de tempo real são classificados conforme a criticalidade dos seus requisitos temporais. Nos sistemas tempo real críticos (*hard real-time*) o não atendimento de um requisito temporal pode resultar em consequências catastróficas tanto no sentido econômico quanto em vidas humanas. Quando os requisitos temporais não são críticos (*soft real-time*) eles apenas descrevem o comportamento desejado. O não atendimento de tais requisitos reduz a utilidade da aplicação mas não a elimina completamente nem resulta em consequências catastróficas.

Na medida em que o uso de sistemas computacionais prolifera em nossa sociedade, aplicações com requisitos de tempo real tornam-se cada vez mais comuns. Estas aplicações variam muito com relação ao tamanho, complexidade e criticalidade. Entre os sistemas mais simples estão os controladores embutidos em utilidades domésticas, tais como lavadoras de roupa. Na outra extremidade deste espectro estão os sistemas embutidos em veículos e o controle de tráfego aéreo.

Com aplicações mais complexas, executando em computadores mais poderosos, surge a necessidade de empregar sistemas operacionais com bom comportamento temporal e que facilitem o atendimento dos requisitos temporais. Tais sistemas são normalmente chamados de sistemas operacionais de tempo real. Podemos citar como exemplo o FreeRTOS ([www.freertos.org](http://www.freertos.org)).

Existe simultaneamente uma enorme literatura sobre modelagem e análise do comportamento temporal de sistemas computacionais. Esta teoria permite a princípio que o desenvolvedor do sistema possa descrevê-lo usando um certo conjunto de abstrações (tarefas, períodos, tempo de computação, interferência, bloqueio, etc) e depois usar modelos algébricos (apresentados na disciplina Tempo Real I) para antecipar comportamentos no pior caso, sem a necessidade de testes nos quais tais cenários de pior caso sejam realmente observados.

Haveria ganhos importantes com a melhor integração entre a teoria de escalonamento de tempo real e os sistemas operacionais de tempo real. Por exemplo, a análise do tempo de resposta é um método clássico utilizado na análise da escalonabilidade de sistemas de tempo real de prioridade fixa, que é o caso do FreeRTOS. No entanto, não existem modelos apropriados para a análise de aplicações em tais sistemas operacionais, não sendo possível usar a análise do tempo de resposta.

## **2. Objetivo**

Estudar a modelagem de aspectos dos sistemas operacionais de tempo real a luz da teoria de escalonamento tempo real, especificamente a análise do tempo de resposta em sistemas que trabalham com prioridade fixa.

A dissertação deverá incluir um estudo da bibliografia relativa à análise de tempo de resposta. Será escolhido o FreeRTOS como estudo de caso, o qual terá alguns de seus aspectos modelados visando análise de tempo de resposta. A validação de tal modelagem será feita através da comparação dos tempos de resposta previstos pelos modelos e daqueles realmente observados através de medição no sistema em questão.

Espera-se ao final que o mestrando conheça a teoria de escalonamento tempo real em geral, mas especificamente a análise de tempo de resposta, e a problemática de sua aplicação em sistemas operacionais de tempo real existentes. O estudo deverá mostrar uma possível modelagem para aspectos do sistema operacional de tempo real escolhido como estudo de caso, e sua validação experimental.

### **3. Lista de Atividades**

- (a) Estudar os conceitos básicos dos sistemas de tempo real.
- (b) Estudar a análise de tempo de resposta para sistemas de tempo real.
- (c) Estudar os conceitos básicos dos sistemas operacionais de tempo real.
- (d) Estudar e implementar aplicações exemplo no FreeRTOS.
- (e) Definir os aspectos que serão modelados e o propósito da análise de tempo de resposta a ser aplicada, envolvendo o sistema completo com FreeRTOS e aplicação.
- (f) Fazer a modelagem da plataforma alvo a luz da análise de tempo de resposta e considerando o propósito definido.
- (g) Montar um cenário de testes onde uma aplicação alvo será analisada a luz da teoria e ao mesmo tempo executada e medida em condições reais, a fim de validar os modelos construídos.
- (h) Propor mudanças nos modelos de tarefas e sistemas usados ou nos algoritmos de escalonamento existentes, buscando contemplar a realidade encontrada no estudo de caso.
- (i) Redigir artigos para publicação em congressos e/ou revistas.
- (j) Redigir a dissertação.

### **4. Bibliografia Parcial**

- [1] R. I. Davis and A. Burns, A survey of hard real-time scheduling algorithms and schedulability analysis techniques for multiprocessor systems, *Systems Research*, 2009.
- [2] G. Buttazzo, *Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications*. Springer, 2 ed., 2005.
- [3] J. W. S. Liu, *Real-Time Systems*. Prentice Hall, 1 ed., 2000.
- [4] D. B. de Oliveira, R. S. de Oliveira, Timing Analysis of the PREEMPT RT Linux Kernel, *Software Practice and Experience*, Volume 46, Issue 6, pages 789–819, June 2016.
- [5] N. C. Audsley, A. Burns, R. I. Davis, K. W. Tindell, A. J. Wellings, Fixed priority pre-emptive scheduling: An historical perspective, *Real-Time Systems*, March 1995, Volume 8, Issue 2–3, pp 173–198.
- [6] R. I. Davis, A. Zabus, A. Burns, *IEEE Transactions on Computers*, Efficient Exact Schedulability Tests for Fixed Priority Real-Time Systems Volume 57, Issue 9, Sept. 2008.
- [7] R. S. de Oliveira. *Fundamentos dos Sistemas de Tempo Real*. Edição do autor, 2018.