



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**WILK COELHO MAIA**

**PROJETO DE UM *FRONT-END* ANALÓGICO PARA ETIQUETAS  
PASSIVAS *RFID***

TERESINA - PIAUÍ, 24 DE MARÇO DE 2017

**WILK COELHO MAIA**

**PROJETO DE UM *FRONT-END* ANALÓGICO PARA  
ETIQUETAS PASSIVAS *RFID***

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo curso  
de Engenharia Elétrica da Universidade Federal  
do Piauí - UFPI.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eduardo do Prado Villar-  
roel Zurita

TERESINA - PIAUÍ, 24 DE MARÇO DE 2017

M217p    Maia, Wilk Coelho.  
Projeto de um *Front-End* Analógico para Etiquetas  
passivas *RFID* / Wilk Coelho Maia. – 2017.  
11 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

"Orientador: Marcos Eduardo do Prado Villarroel Zurita"

1. Engenharia Elétrica. 2. Etiquetas Passivas. 3. *Front-End*. 4. *RFID*. I. Título.

CDD 621.3

**WILK COELHO MAIA**

**PROJETO DE UM *FRONT-END* ANALÓGICO PARA  
ETIQUETAS PASSIVAS *RFID***

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo curso  
de Engenharia Elétrica da Universidade Federal  
do Piauí - UFPI.

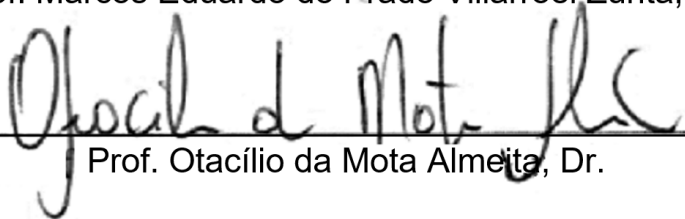
Orientador: Prof. Dr. Marcos Eduardo do Prado Villar-  
roel Zurita

Aprovado em 23 de janeiro de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Marcos Eduardo do Prado Villarroel Zurita, Dr.



Prof. Otacílio da Mota Almeida, Dr.



Prof. Rafael Rocha Matias, Dr.

# Agradecimentos

A Deus pelos caminhos que até aqui me trouxeram.

À minha família pelo apoio incondicional, pelo suporte sempre prestado e pelo amor a mim dedicado.

Aos professores do curso que me ajudaram e guiaram nos momentos de incerteza, em especial ao professor orientador pela ajuda nesta caminhada.

Aos colegas e amigos Francisco Victor e Andrei Carvalho. Sem vocês esta página estaria em branco.

## *Resumo*

Por décadas, aplicações nos campos militar e civil demandam melhoria no desempenho de dispositivos eletrônicos. A constante evolução da sua tecnologia de desenvolvimento vem possibilitando o aumento significativo do desempenho alcançado por eles e, simultaneamente, a redução da energia demandada em seu funcionamento. A utilização de etiquetas passivas RFID já é uma realidade em diversos setores, com aplicações que variam do comércio ao setor de segurança. Este trabalho apresenta o projeto e resultados de simulação de um *front-end* analógico para etiquetas desse tipo. São projetados e implementados, em nível de simulação, os módulos responsáveis pela obtenção de energia a partir de um sinal de radiofrequência captado pela etiqueta e por alimentar seus demais módulos. Foi utilizada tecnologia CMOS IBM 8RF 130 nm para o projeto e simulação de um retificador, referenciais de tensão e corrente e retificadores. Os módulos são analisados e simulados individualmente e, posteriormente, em conjunto. O resultado final obtido foi um dispositivo genérico que pode ser utilizado em etiquetas para diversas aplicações.

**Palavras-chave:** RFID, Front-end, Etiqueta passiva.

## *Abstract*

For decades, applications on military and civil fields demanded performance enhancements of electronic devices. The continual evolution on its development technology enables the significant growth on performance achieved by them and, simultaneously, a cutback on demanded energy. RFID passive tags are already a fact on many areas, with applications ranging from commerce to security. This work presents the project and simulation results of an analog front-end for such tags. The modules responsible for energy harvesting from incoming waves and for supplying power to specific modules of each tag are projected and implemented, on simulation level. CMOS IBM 8RF 130 nm technology was used for the project and simulation of a rectifier, voltage and current references and rectifiers. The modules are analyzed and simulated individually and, afterwards, together. The result obtained was a generic device that can be used in many kinds of tags.

**Keywords:** RFID, Front-end, Passive tag.

# Lista de ilustrações



# Lista de tabelas

# Lista de siglas e abreviaturas

RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
EPC	<i>Electronic Product Code</i>
TTL	<i>Transistor-Transistor Logic</i>
ECL	<i>Emitter-Coupled Logic</i>
CMOS	<i>Complementary MOS</i>
BiCMOS	<i>Bipolar-Complementary MOS</i>
MOS	<i>Metal Oxide Semiconductor</i>
NMOS	Transistor MOS de canal N
PMOS	Transistor MOS de canal P
CC	Corrente Contínua
CA	Corrente Alternada
PTAT	<i>Proportional To Absolute Temperature</i>
CTAT	<i>Complementary To Absolute Temperature</i>

# Sumário