

# XXII Salão Iniciação Científica

18–22 Outubro 2010 UFRGS

## Sincronização de Dispositivos 802.11a Operando em Redes 802.11n



André Michielin Câmara  
andre.camara@ufrgs.br



Orientador: Prof. Dr. Roger Pierre Fabris Hoefel

Laboratório de Comunicações (LACOM) – Dep. de Engenharia Elétrica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

### I. INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa analisa e sintetiza algoritmos de sincronização para o padrão de redes locais sem fio IEEE 802.11a.

#### Objetivo:

Avaliar a influência da sincronização sobre a compatibilidade legada entre os padrões 802.11a e 802.11n.

#### Metodologia:

Os resultados foram obtidos a partir de um simulador desenvolvido em Matlab.

Expressões analíticas de primeira ordem foram derivadas para validar o simulador.

### II. IEEE 802.11a e 802.11n

São dois padrões de redes locais sem fio (WLAN – Wireless Local Area Network).

#### IEEE 802.11a:

- Versão final lançada em 1999.
- Atinge taxas de até 54 Mbps na camada física.
- Opera na banda de 5 GHz.
- Ainda presente em diversos dispositivos.



Dispositivo 802.11a.

#### IEEE 802.11n:

- Versão final ratificada em 2009.
- Atinge taxas de até 600 Mbps na camada física.
- Utiliza múltiplas antenas, sistema chamado de MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)
- Opera nas bandas de 2,4 e 5 GHz.

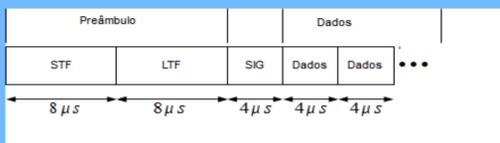


Dispositivo 802.11n.

Ambos os dispositivos **operam na mesma banda de frequência**. Desta forma, um **modo de operação compatível (modo legado)** com dispositivos antigos foi desenvolvido.

### III. Sincronização

Os padrões 802.11a e 802.11n utilizam **pacotes OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Neste tipo de sistema é necessário **identificar** o início do pacote e a **posição de cada símbolo OFDM** dentro do mesmo. Este **procedimento** é chamado de **sincronização**.

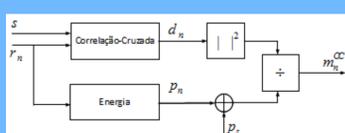


Estrutura de um pacote 802.11a.

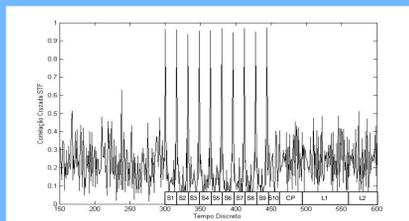
Os primeiros **campos** transmitidos são de **treinamento**, utilizados no receptor para detectar a presença do pacote, **estimar o ponto de sincronismo**, estimar o canal e para outras tarefas essenciais.

#### Algoritmo de Correlação Cruzada:

Realiza a correlação cruzada entre o sinal recebido e uma cópia pura armazenada no receptor. Resulta em picos indicando a posição dos símbolos de treinamento.



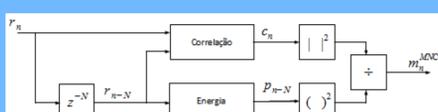
Métrica de correlação cruzada.



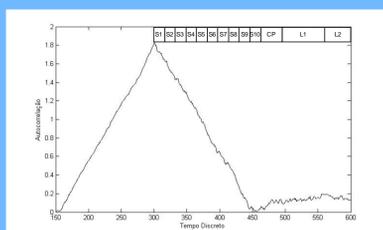
Sinal resultante da métrica de correlação cruzada.

#### Algoritmo de Autocorrelação:

Realiza uma correlação entre o sinal recebido e um trecho atrasado deste mesmo sinal. Resulta em um pico que indica o começo do pacote.



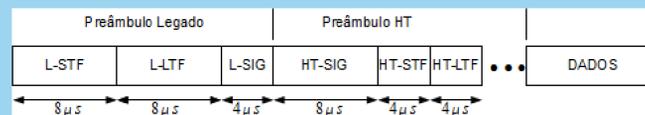
Métrica de autocorrelação.



Sinal resultante da métrica de autocorrelação.

### IV. Compatibilidade Legada

Foi desenvolvida de modo a **permitir que dispositivos dos dois padrões operem num mesmo ambiente**.



Pacote 802.11n em formato misto.

**Problema:** Campos legados foram desenvolvidos para sistemas que transmitem por **uma antena**, mas dispositivos **802.11n utilizam múltiplas antenas**. Quando transmitido por múltiplas antenas, resulta em **distorções no diagrama de irradiação**.

#### Solução: "Cyclic Shift Diversity",

que elimina este efeito ao descorrelacionar o sinal de cada antena. **É necessário avaliar quais seus efeitos sobre a sincronização.**

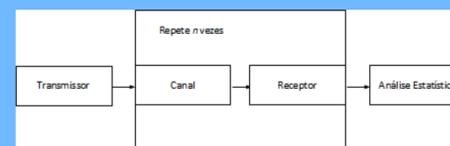


Efeito de beamforming.

### V. Resultados

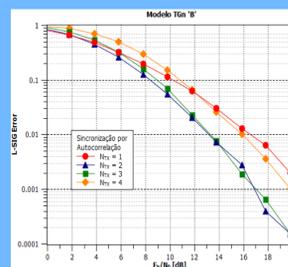
Resultados obtidos através de um **simulador desenvolvido em Matlab**

Para analisar o **desempenho** dos algoritmos é utilizado a **taxa de erro no campo SIG**, que contém informações sobre o pacote.

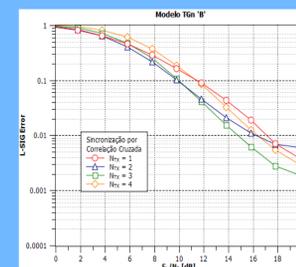


Estrutura básica do simulador.

**Canal TGn B:** Simula ambientes residenciais e pequenos escritórios.



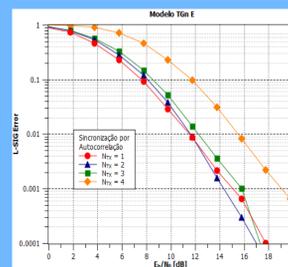
Resultados para autocorrelação.



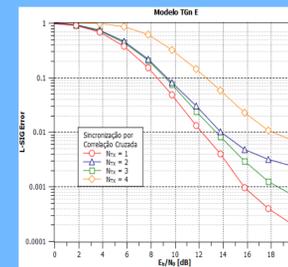
Resultados para correlação cruzada.

**Análise:** Aumento no número de antenas melhora o desempenho. Algoritmo de autocorrelação é superior em relação ao de correlação cruzada.

**Canal TGn E:** Simula grandes escritórios.



Resultados para autocorrelação.



Resultados para correlação cruzada.

**Análise:** O aumento no número de antenas degrada a performance. O algoritmo de autocorrelação apresenta um desempenho muito melhor que o de correlação cruzada.

### VI. CONCLUSÕES

**Sincronização por autocorrelação:** Os resultados obtidos mostram que a compatibilidade legada é obtida.

**Sincronização por correlação cruzada:** O desempenho sofre uma grande degradação, principalmente em ambientes com maior multipercurso.