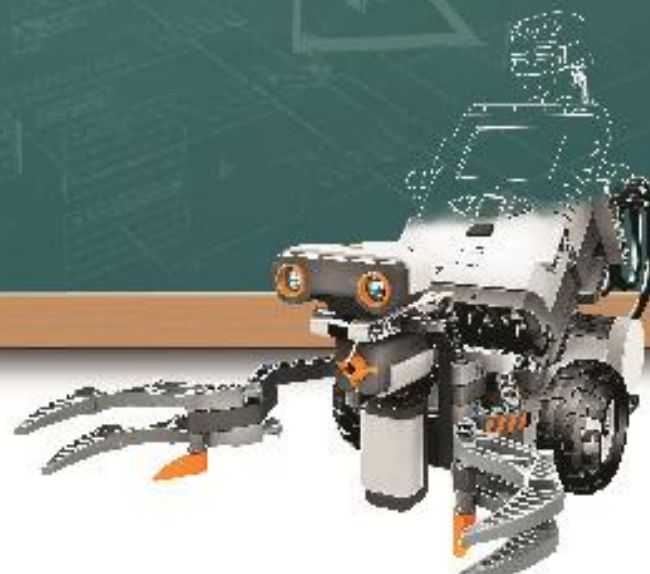




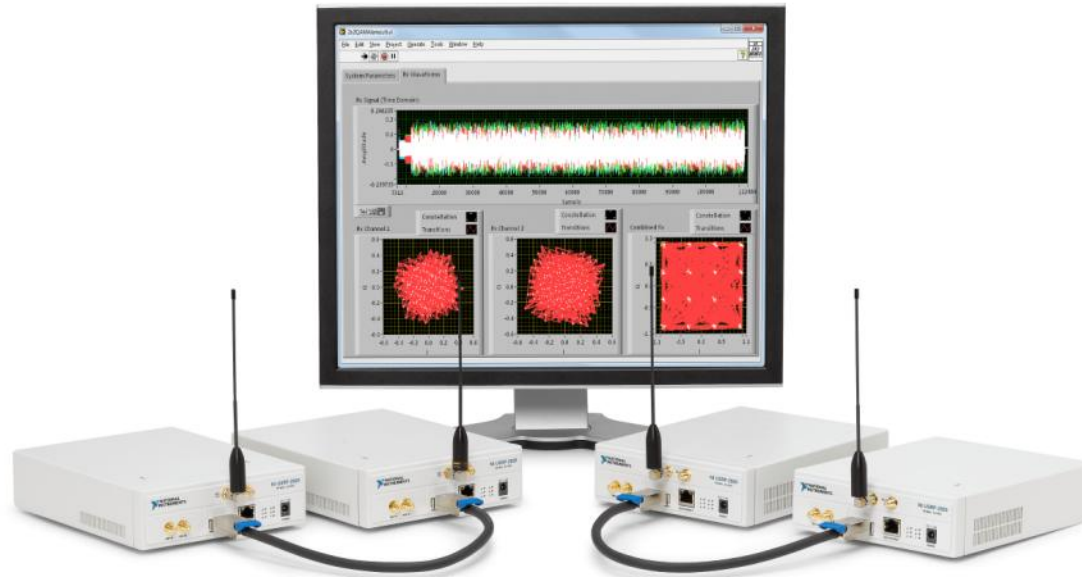
# NI CAMPUS DAY

do engineering



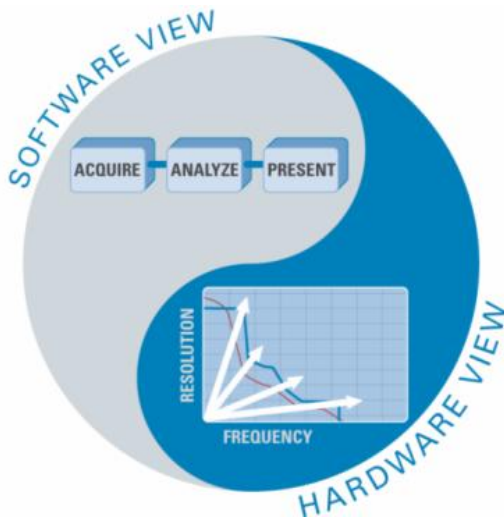
# Reduzindo a lacuna entre projeto e teste com as plataformas National Instruments para Radio Definido por Software (SDR)

Presenter



# O compromisso da National Instruments

“Fazer para o teste e medição o que a planilha fez para a análise financeira.”



## Instrumentação Virtual



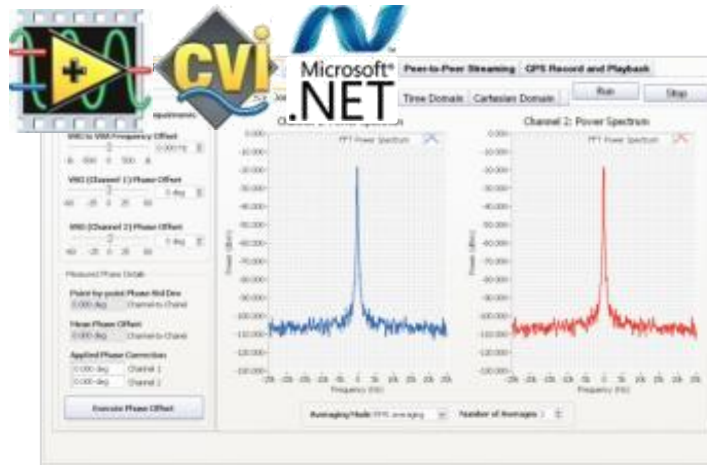
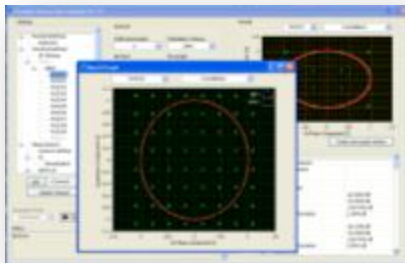
with **NI LabVIEW™**

# Plataforma de teste de RF da NI

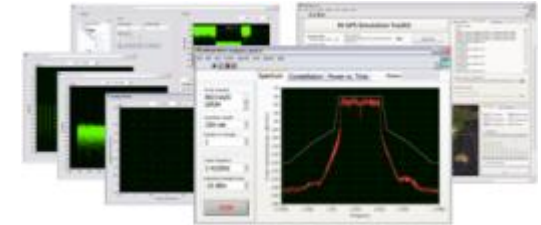
## APIs otimizadas



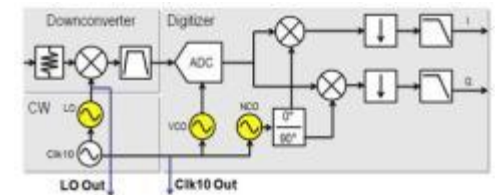
## Painéis de Instrumentos



**Toolkits de teste de GPS,  
celular, wireless**  
(802.11 a/b/g/n, GSM, EDGE,  
WCDMA, RFID, WiMAX, GPS, etc.)



## Arquiteturas de referência



## Processamento multicore



## VSA e VSGs



## E/S de FPGA e coprocessamento



## Amplificadores e atenuadores



## Chaveamento



## Medidores de potência

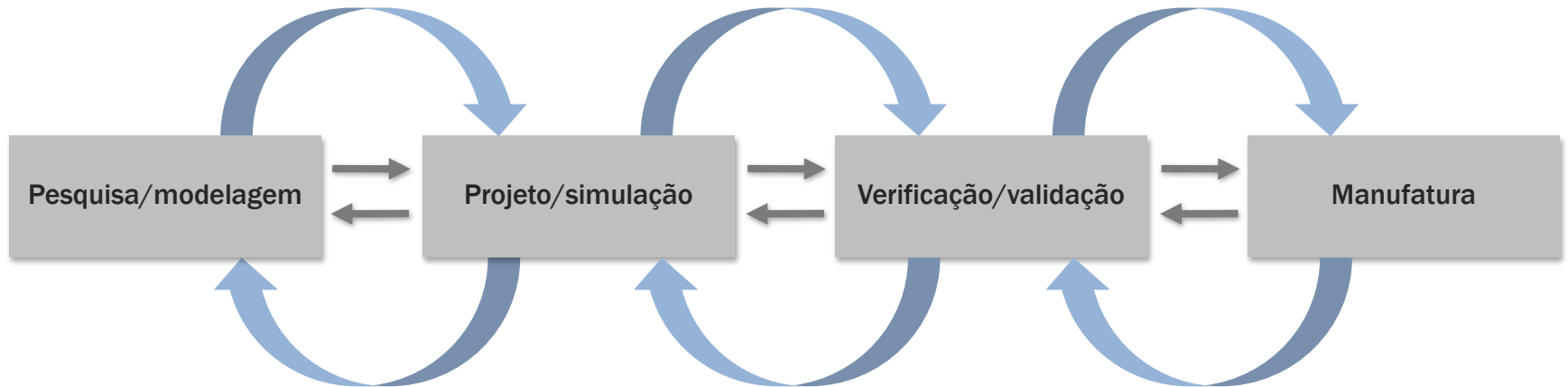
# Os próximos 30 anos:

Expandindo o **LabVIEW** para projeto de sistemas



Verificação do projeto

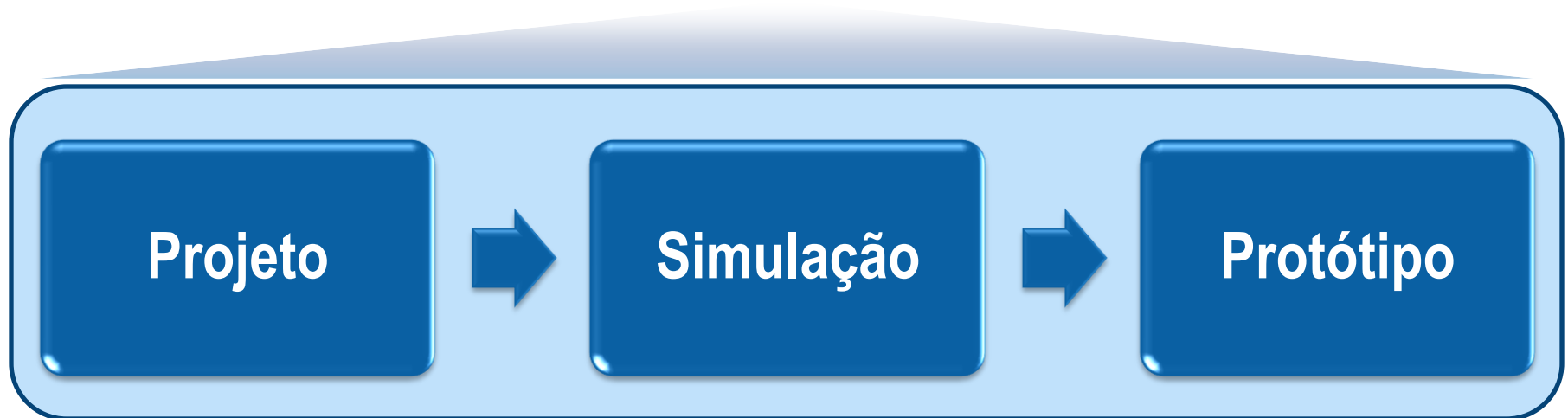
Verificação do produto



# Do conceito ao protótipo—Rapidamente!



Plataforma de Graphical System Design



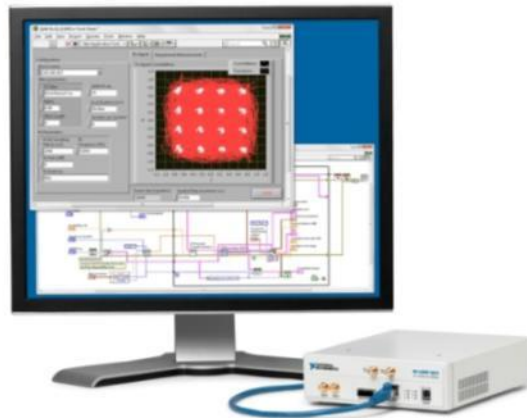
- O graphical system design do LabVIEW fornece uma ferramenta, fluxo integrado
- Curva de aprendizado mais curta
- Integração de sistema facilitada
- Tempo de implementação de hardware reduzido – protótipo rápido!



# RF definida por software

## Radio definido por software

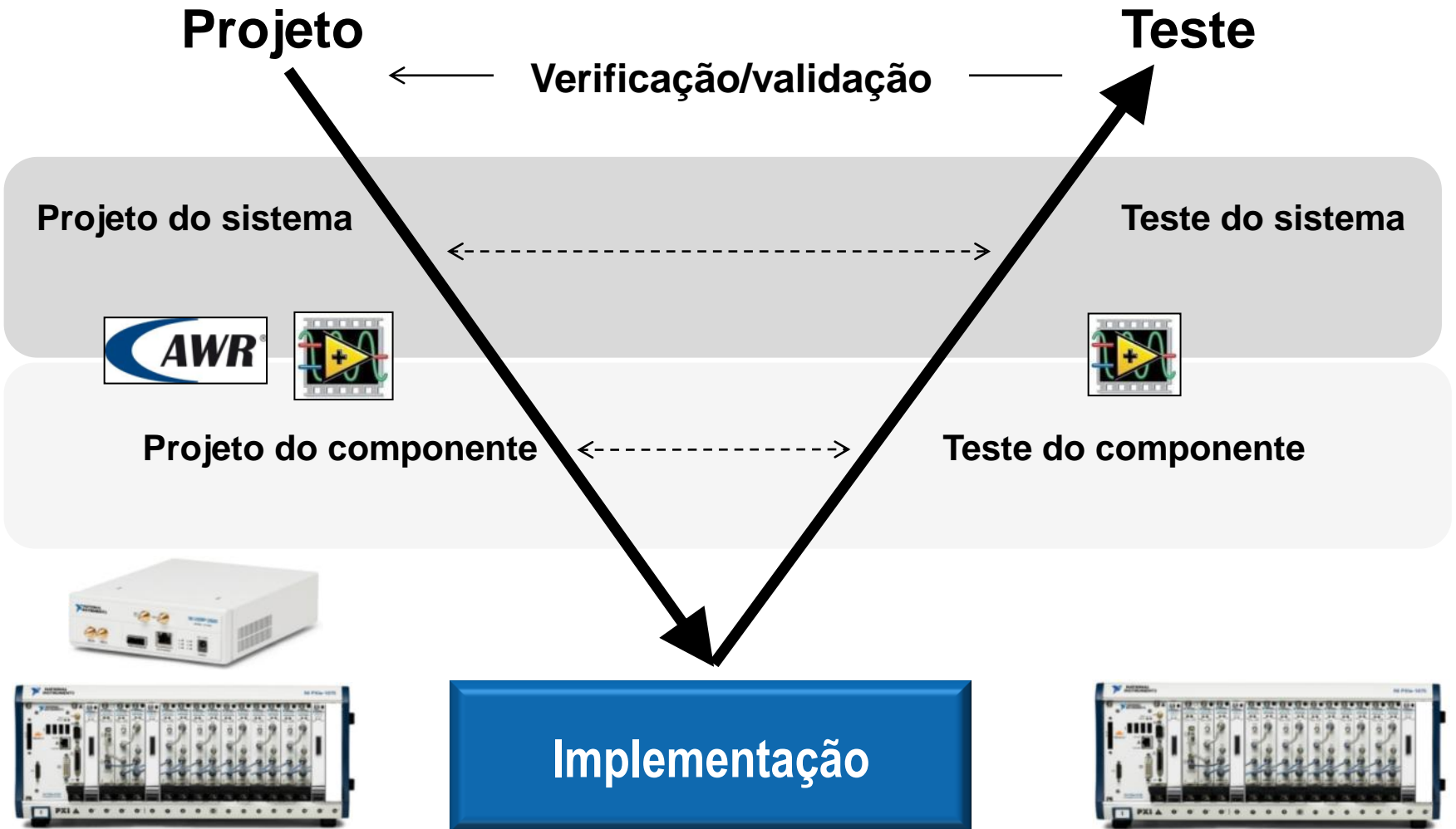
- Baixo custo
- Flexibilidade
- Qualidade de rádio
- Prototipagem rápida



## Instrumentos Modulares de RF

- Calibrado
- Robusto
- Tempo real
- Instrumentação

# Projeto e teste simultâneos



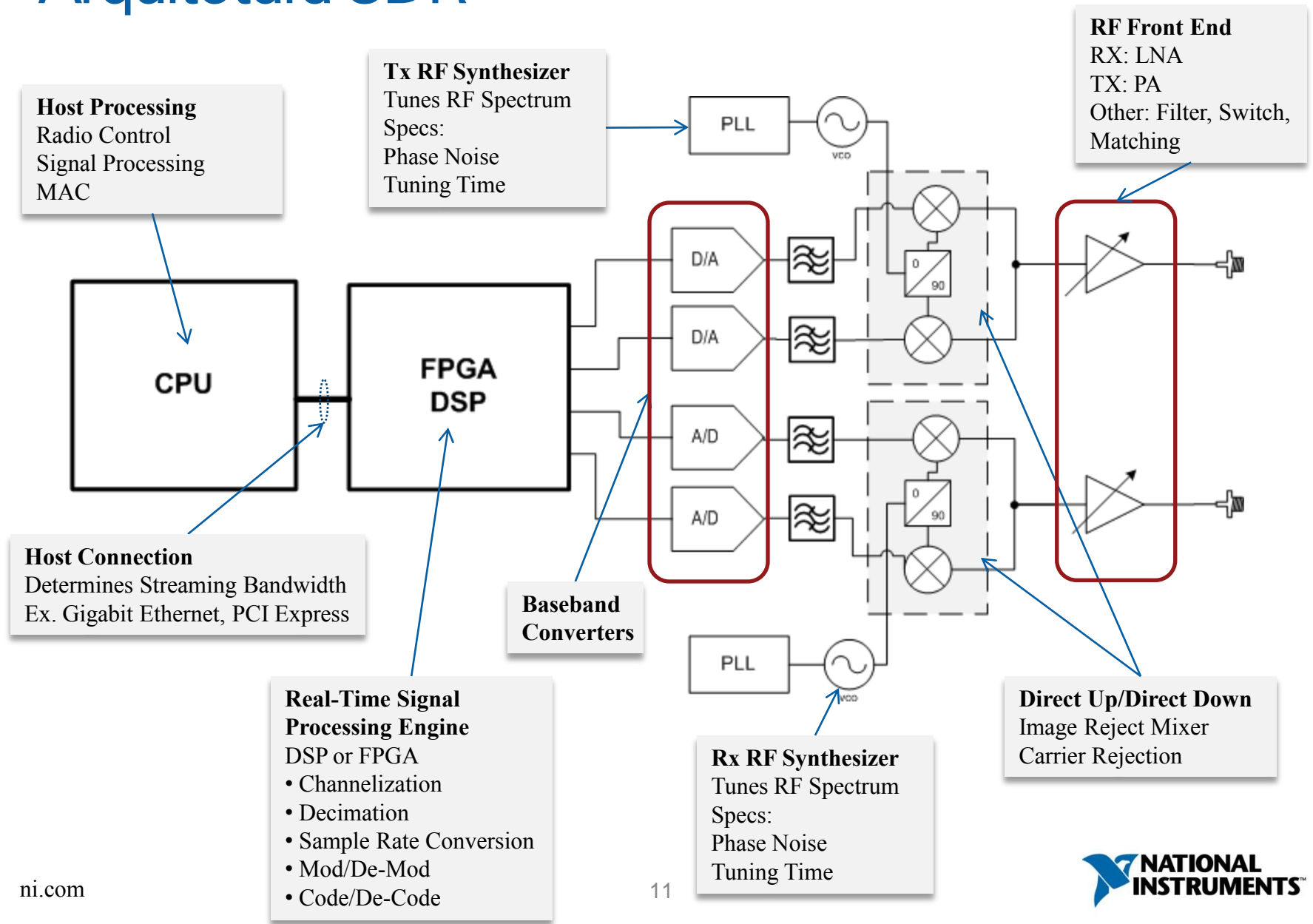


# O que é radio definido por software?

Radio definido por software (SDR) se refere à tecnologia em que módulos de software sendo executados em uma plataforma genérica de hardware são usados para implementar funções de rádio .....

..... como geração de sinal transmitido (modulação) no transmissor e sintonização/detecção do sinal de rádio recebido (demodulação) no receptor.

# Arquitetura SDR



# Arquitetura do sistema NI FlexRIO



## Módulo adaptador NI FlexRIO

- E/S substituível
- Analógico ou digital
- NI FlexRIO Adapter Module Development Kit (MDK)

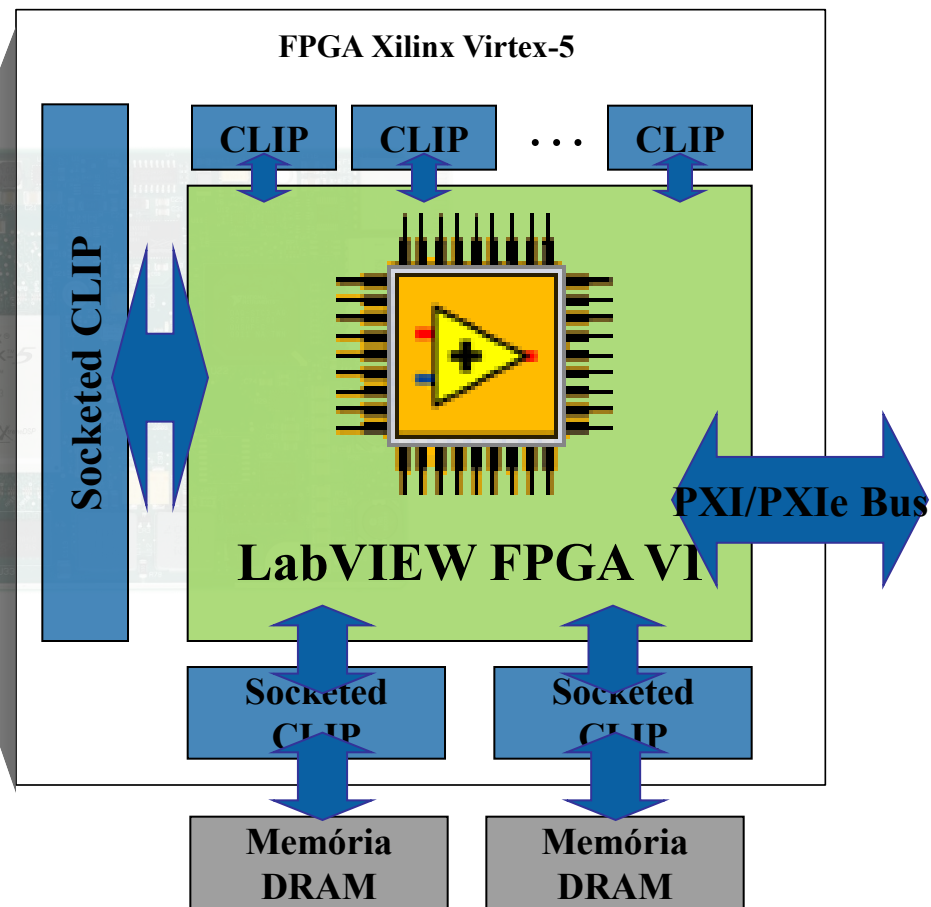
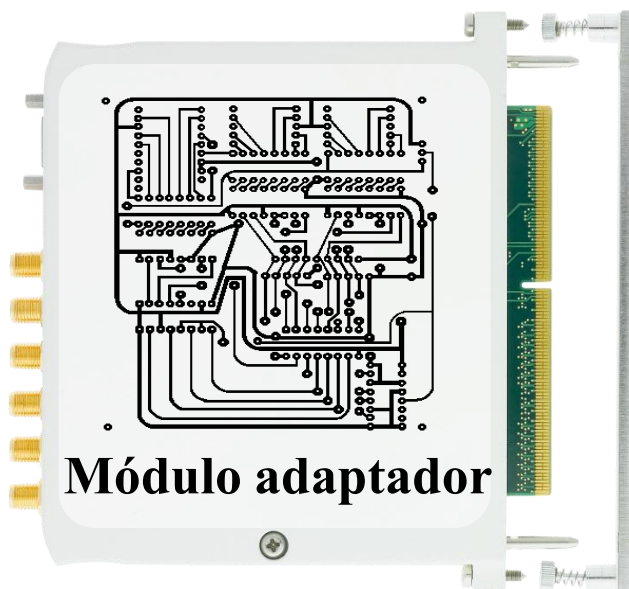
## Módulo FPGA NI FlexRIO

- FPGA Virtex-5
- 132 linhas de E/S digital
- Até 512 MB de DRAM

## Plataforma PXI

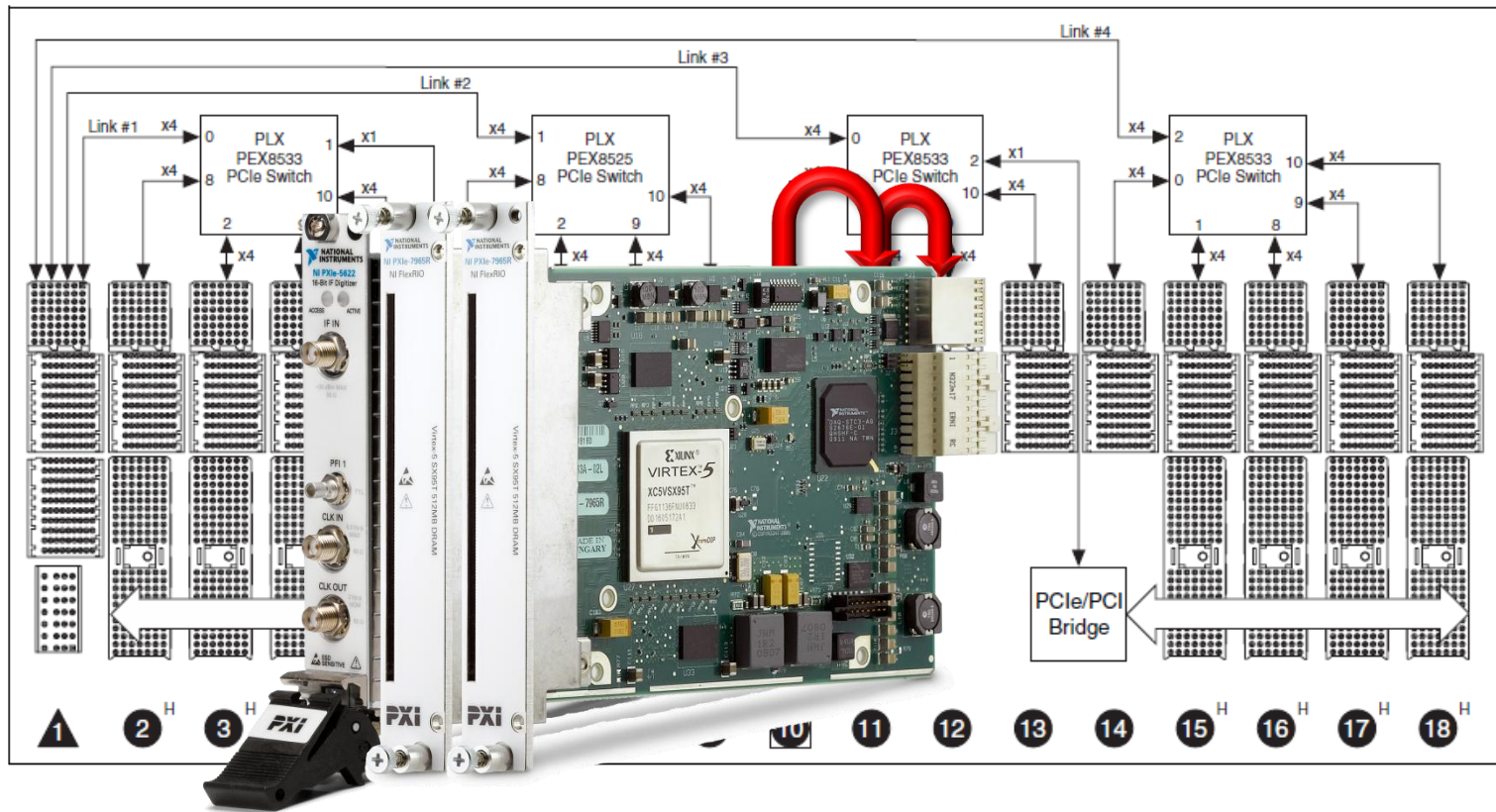
- Sincronização
- Temporização/triggers
- Alimentação/ventilação
- Transferência de dados

# Módulo adaptador NI FlexRIO



# Arquitetura P2P NI FlexRIO

- mais de 800 MB/s em um sentido
- mais de 700 MB/s em cada sentido
- aproximadamente 10  $\mu$ s de latência
- Até 16 transferências por FPGA



# Capacidade para RF/Banda base do NI FlexRIO



## Transceptor de banda base NI 5781

- 2 entradas de 100 MS/s 14 bits, E
- 2 saídas de 100 MS/s 16 bits



## Digitalizadores de FI NI 5761/62

- 4 entradas de 250 MS/s 14 bits, OU
- 2 entradas de 250 MS/s 16 bits



## Transceptor de banda base NI 5782

- 2 entradas de 250 MS/s 14 bits, E
- 2 saídas de 500 MS/s 16 bits



## Transceptor de banda base NI 7966R

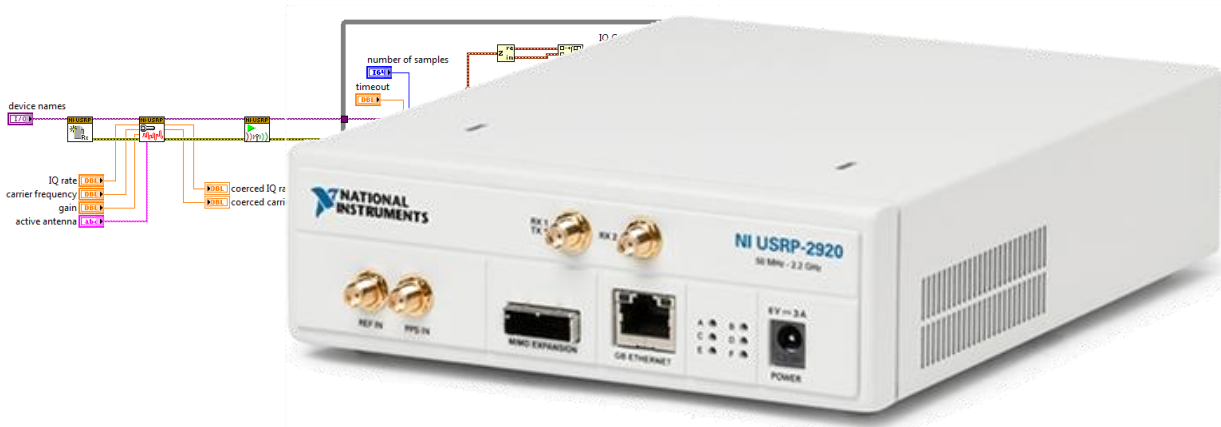
- FPGA Virtex-5 programável por LabVIEW
- PXI Express 800 MB/s ao host



# Plataforma de prototipagem de rádio NI USRP™

*Radio definido por software baseado no LabVIEW*

- Processamento baseado no host simplifica o processamento de sinais
- Acesso imediato a sinais do mundo real
- 20 MHz de largura de banda em tempo real torna a solução disponível para uma vasta gama de aplicações



- Flexível
- Fácil
- Acessível

# NI USRP

## Acessos frontais ao transceptor sintonizável de RF

- Faixa de frequência  
50 MHz–2.2 GHz (NI USRP-2920)  
2.4 GHz e 5.5 GHz (NI USRP-2921)

## Síntese e processamento de sinais

- NI LabVIEW para desenvolver e explorar algoritmos
- NI LabVIEW Modulation Toolkit e outros add-ons do LabVIEW para simular ou processar sinais ao vivo



## Aplicações

- Rádio FM
- TV
- GPS
- GSM
- ZigBee
- Rádio de segurança
- OFDM
- Radar passivo
- Acesso dinâmico ao espectro

## Conectividade 1 Gigabit Ethernet

- Capacidade plug-and-play
- Banda base de transferência de I/Q de até 25 MS/s

# Aplicações do NI USRP

## Acadêmico | Governo | Indústria

- Prototipagem rápida
- Projeto de camada física
- Gravação e reprodução
- Simulador de GPS
- Educação acadêmica
- Inteligência de comunicações
- Fiscalização
- Rádio disponível



MIMO 2x2

### Gravação e reprodução



Rádio de segurança

# Por que usar o NI USRP?

- Ele é um receptor, não um VSA
- Ele é um transmissor, não um VSG
- Ele possui baixo custo
- Ele pode fazer MIMO e Rx e Tx de fase coerente
- Desenvolvimento de DSP baseado em host torna fácil
- O LabVIEW torna ainda mais fácil!

# PROJETO E TESTE DE RF/COMUNICAÇÕES

# Projeto e validação de sistemas de RF

- Faça o protótipo e teste novos padrões rapidamente
- Crie estímulos do mundo real repetíveis
- Caracterize o desempenho do receptor



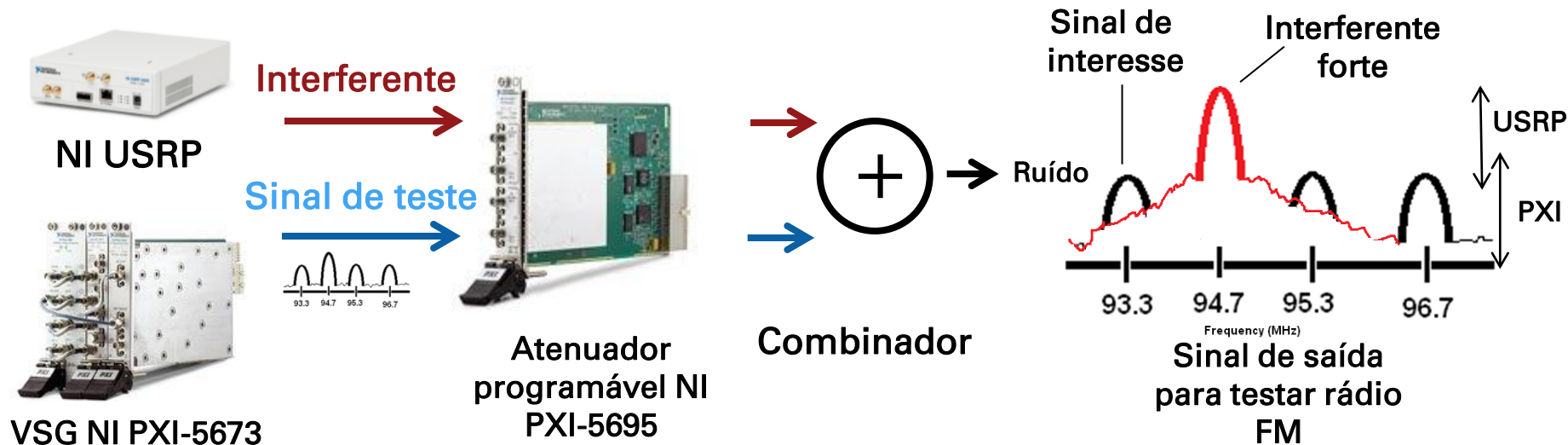
- Rádio FM
- GPS
- e mais...





# Fonte com modulação de RF de baixo custo

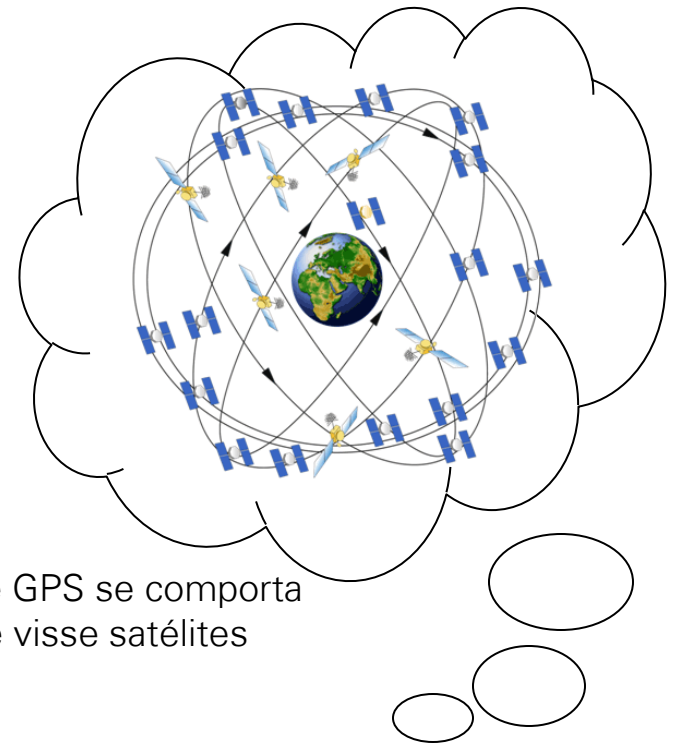
- Mais realista com faixa dinâmica estendida
- Controle do PXI e USRP dentro de um único VI do LabVIEW
- Extensível para muitas aplicações



# Teste e simulação de GPS

## Coisas a simular

- Sinal fraco
- Visão dos satélites obstruídas
- Posição mudando constantemente



Receptor de GPS se comporta como se ele visse satélites reais

Toolkit de GPS cria o sinal no LabVIEW

	<b>niGPS</b>	
▶	Number of Frames	
▶	Enabled Satellites	
▶	Initial GPS Time of Week	

NI USRP-2920 gera o sinal



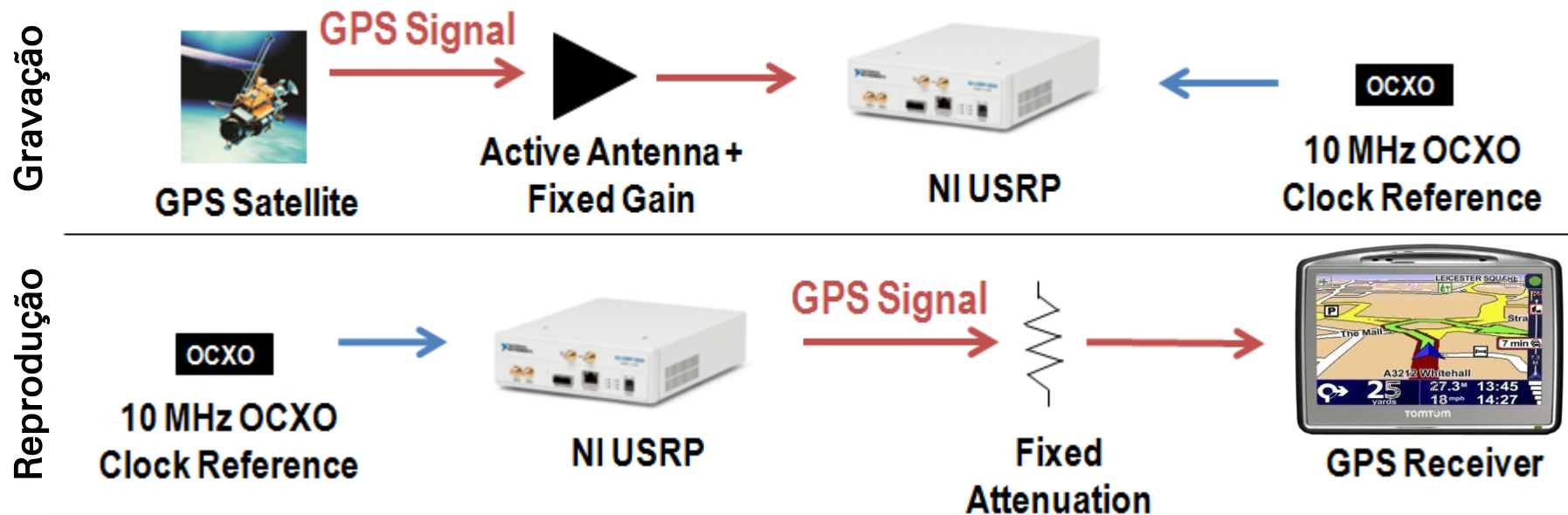
Receptor de GPS



Clock de precisão  
(10 MHz OCXO)

# Gravação e reprodução de GPS

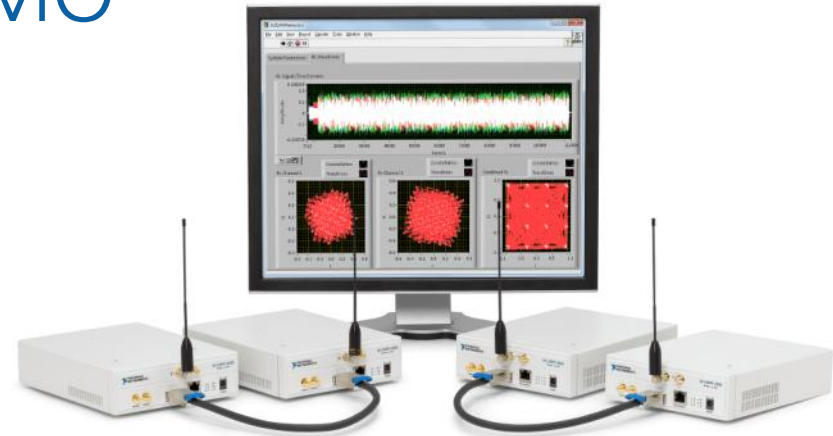
- Grave e reproduza até 20 MHz de largura de banda
- Tire proveito do teste repetível de algoritmos/dispositivos em conjunto de dados realista
- Complete um laboratório PXI com reprodução de baixo custo na sua bancada



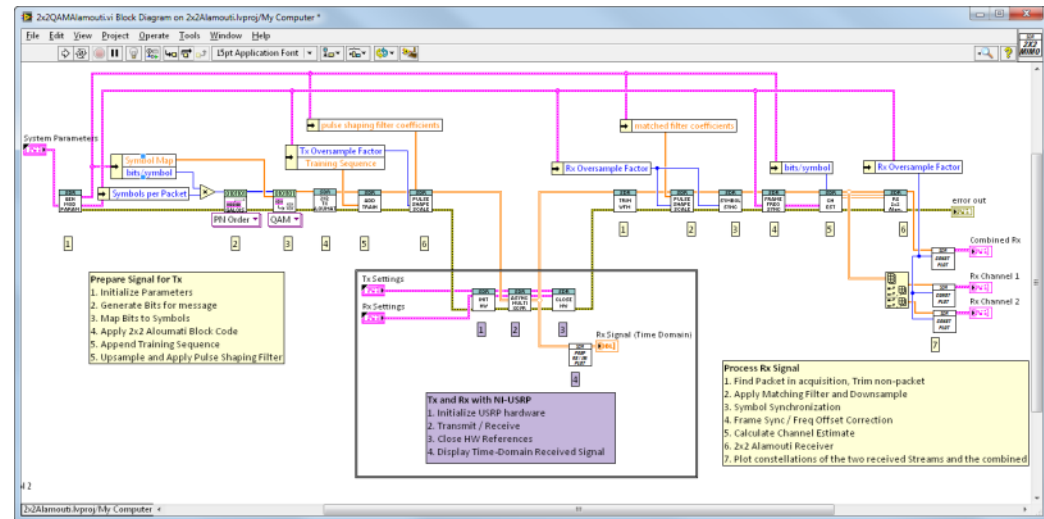
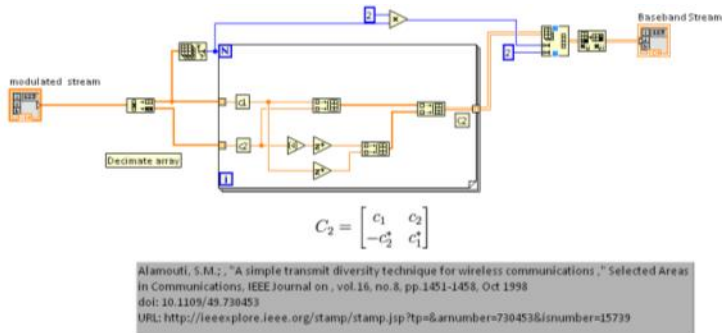
# PESQUISAS EM RF/COMUNICAÇÕES

# Prototipagem de rádio MIMO

- MIMO 2x2 plug-and-play
- Sincronização baseada em driver
- Projetos de referência disponíveis
  - Combinação de máxima relação
  - Codificação de Alamouti

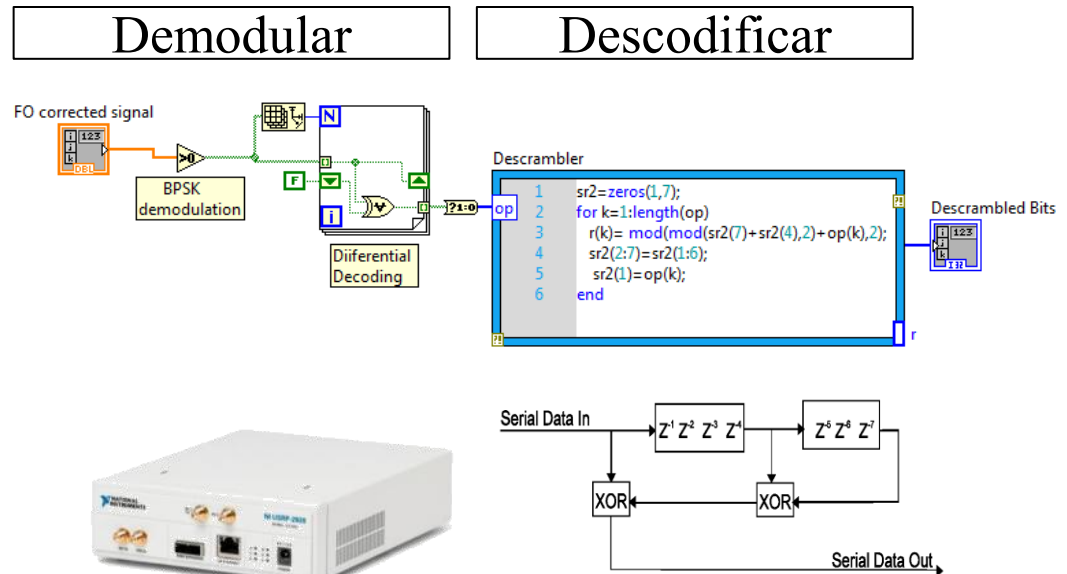


**2x2 MIMO – Codificação de Alamouti**



# Estudo de caso de pesquisa com NI USRP: Protótipo de camada física

- Monitoramento contínuo de vários canais de Wi-Fi
- Demodulação e decodificação de sinais de sinalização 802.11b
- Identificação de hotspots, detectando os níveis de potência relativos



## 802.11b SSID Decoding

Detecção de portadora

Estimação e correção de offset de frequência

Demodulação e decodificação

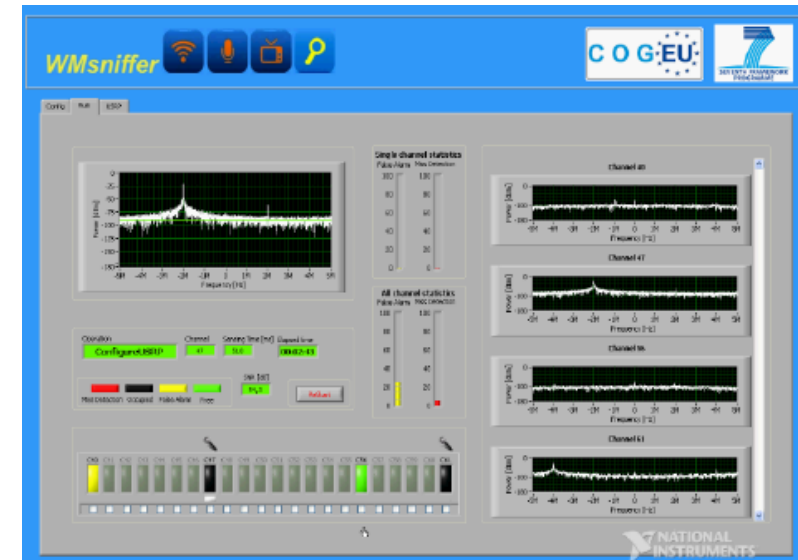
Interpretar o quadro para SSID



# Estudo de caso de pesquisa com NI USRP: Rádio cognitivo e espaço em branco

## LabVIEW Graphical System Design

- Sensoriamento espectral com detecção cega
- Localização geográfica com GPS
- Utilização adaptativa de espectro



“O software LabVIEW e o hardware NI USRP são os principais componentes desse projeto de pesquisa, permitindo que o time elabore protótipos rapidamente e implemente de forma bem sucedida o primeiro banco de ensaio de rádio cognitivo desse tipo” —*Dr. Paulo Marques, COG-EU*

Aveiro, Portugal

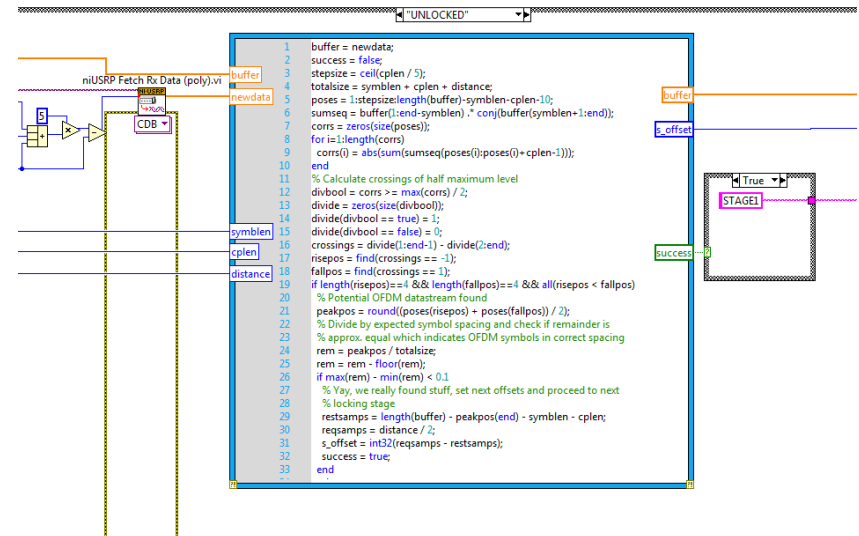
# Estudo de caso de pesquisa com NI USRP : TU-Dresden: “RF suja”

## Estabeleceu um link OFDM de comunicação over-the-air ao vivo

- 1024 subportadoras
- Modulação 256 QAM por subportadora
- Taxa de bits de cerca de 1,4 Mbps em laptop

## VIs do LabVIEW baseados em host

- Scripts importados de arquivo .m
- Uso extensivo do módulo LabVIEW MathScript RT
- Prazo de aproximadamente 2 meses
  - redução do tempo do projeto em 2/3



# EDUCAÇÃO EM RF/COMUNICAÇÕES

# Pacote de comunicações digitais

## Conteúdo do pacote

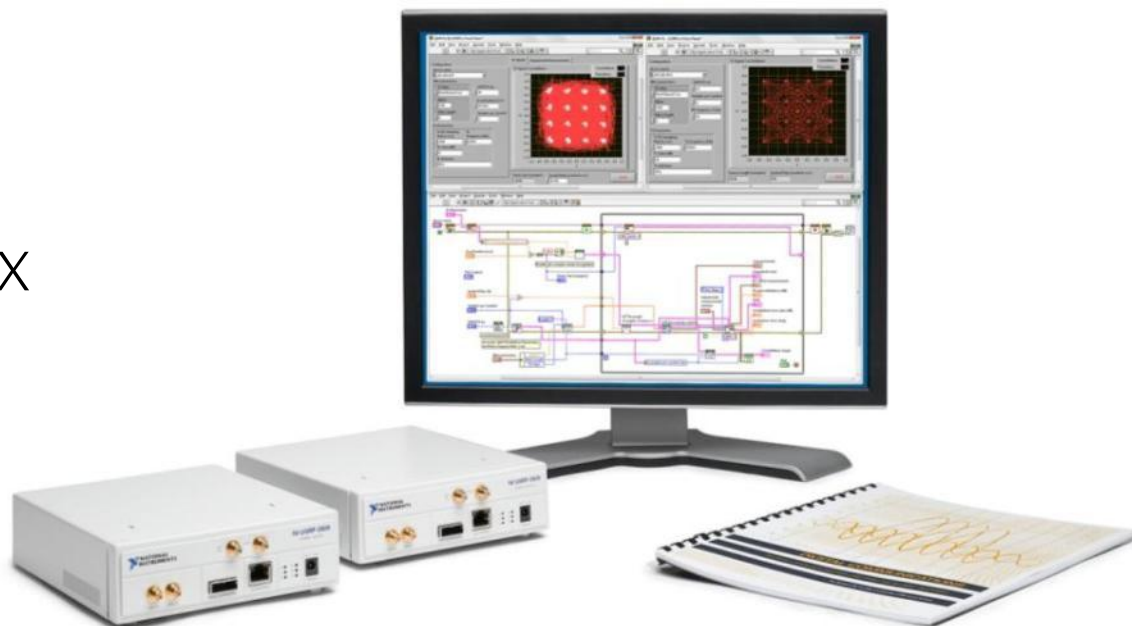
- Dois NI USRP-2920 + Toolkits
- Cabo MIMO
- Manual de laboratório de comunicação digital

## Principais benefícios

- Acessível
- Suportado pela NI
- Sinais reais de RF TX e RX
- Pode ser usado para pesquisa

## Cursos alvo

- Sistemas de comunicação
- Comunicações wireless e digital
- Radio definido por software (SDR)



# Lab Ready| Packet Radio and OFDM

## Laboratório de comunicações digitais

por Dr. Robert Heath, UT Austin

- 1 Simulador de QPSK em AWGN
- 2.1 Modulação/Demodulation
- 2.2 **Pulse shaping**
- 3 Detecção de energia
- 4 Equalização
- 5 Detecção de quadro
- 6 Introdução OFDM
- 7 Correção e sincronização de frequência
- 8 Codificação de canal OFDM



(Entrega com o pacote)

## Laboratório de sistemas de comunicações

por Dr. Sachin Katti, Stanford

- 1 Compressão de dados
- 2 Sincronização, comunicação de pacote e correção de canal
- 3 Modulação
- 4 Demodulação
- 5 Desafio de projeto: Transceptor baseado em pacote

(Gratuito: [ni.com/courseware](https://ni.com/courseware))

# NI USRP na Universidade de Stanford

**Feedback dado por estudante sobre o curso:**

“

Ótima aula! Eu realmente gostei das apresentações, nas quais eu aprendi muito, e os laboratórios foram realmente legais porque nós usamos o hardware. ... Eu estou feliz de ter tido esta aula!

”

Fonte: Stanford EE 49: Teaching Evaluations (Spring Quarter 2011)



# NI USRP na Universidade de Stanford



“

...com o NI USRP, nós pudemos fornecer uma exposição a cursos introdutórios pela primeira vez.

”

“

Os alunos classificaram a aula com **4.94/5.0**, possivelmente tornando-a **uma das maiores classificações entre todas as aulas** na Escola de Engenharia de Stanford.

”

*Dr. Sachin Katti*

[ Engenharia elétrica e de computação ]



# NI USRP EM PROFUNDIDADE

# NI USRP por dentro

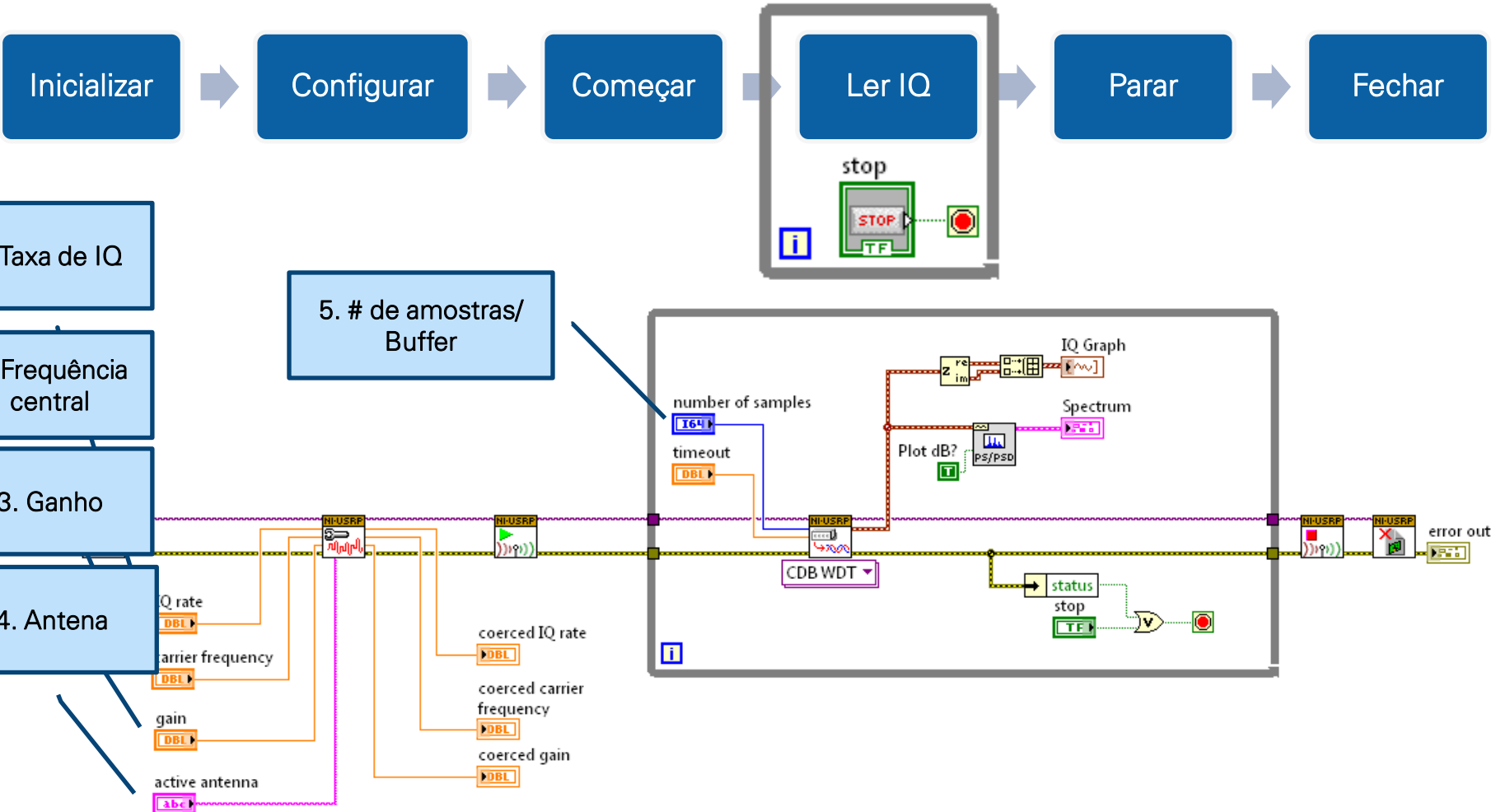
Transceptor  
de RF

Banda base I/Q

Processamento  
de software



# Software driver do NI-USRP



# Software driver do NI-USRP

Inicializar

Configurar

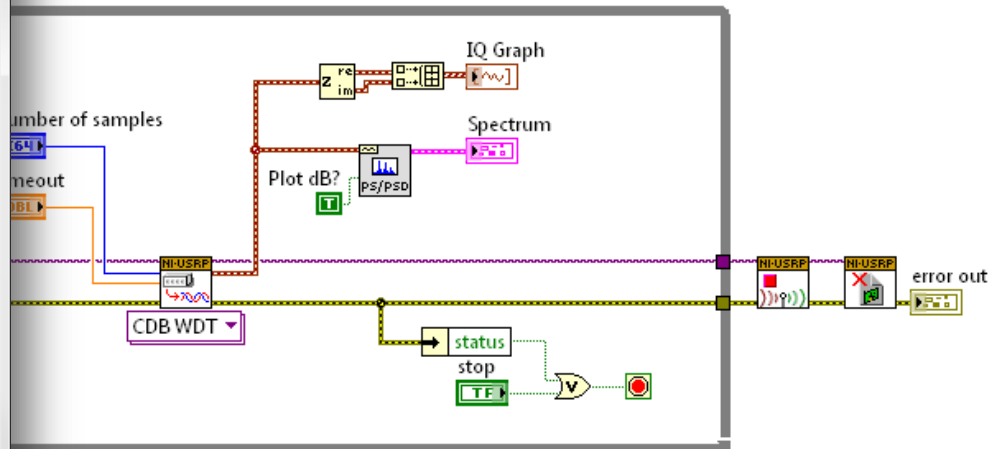
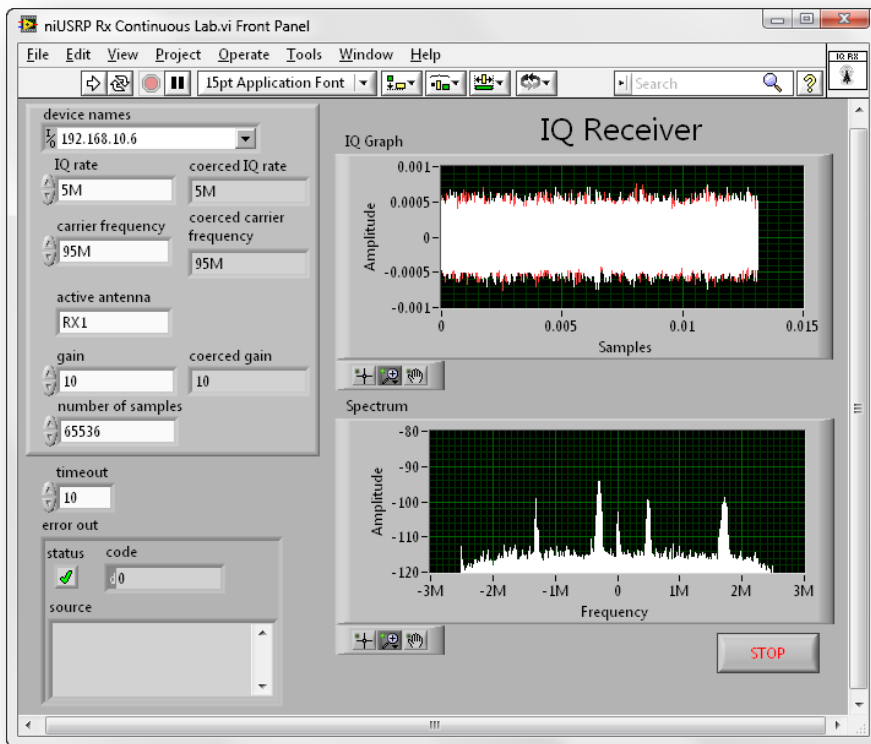
Começar

Ler IQ

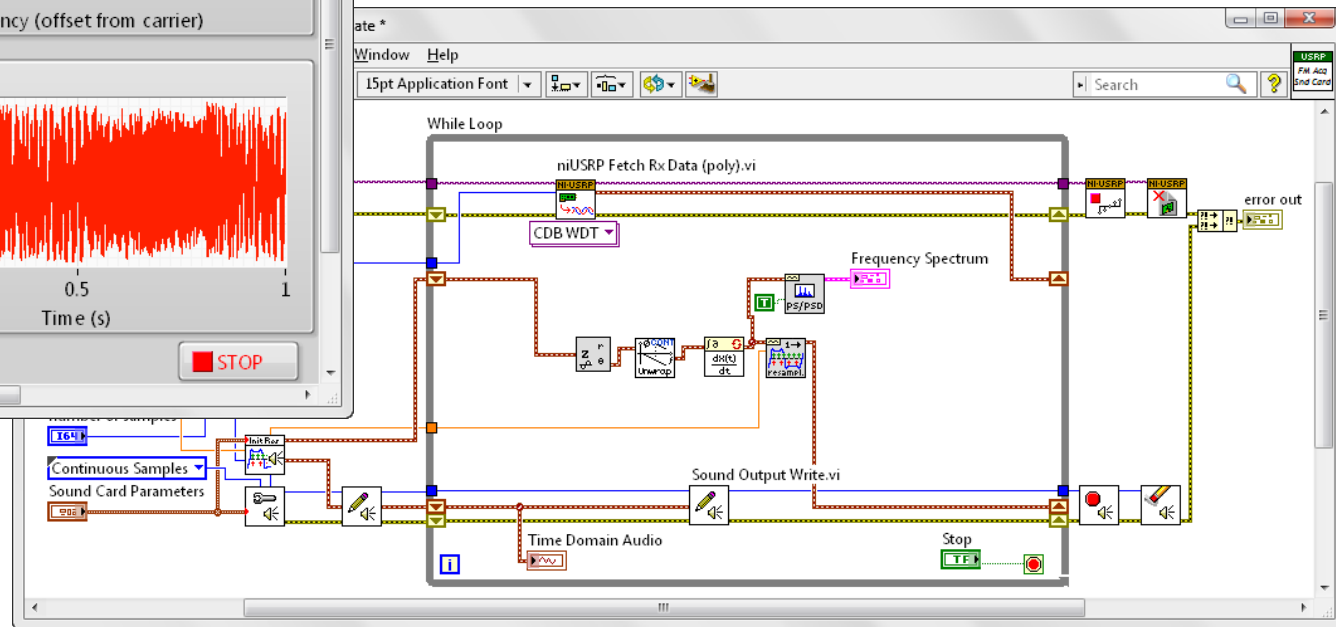
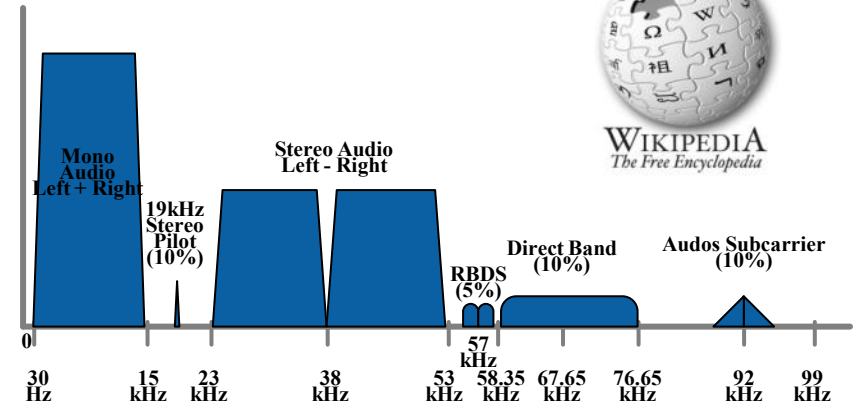
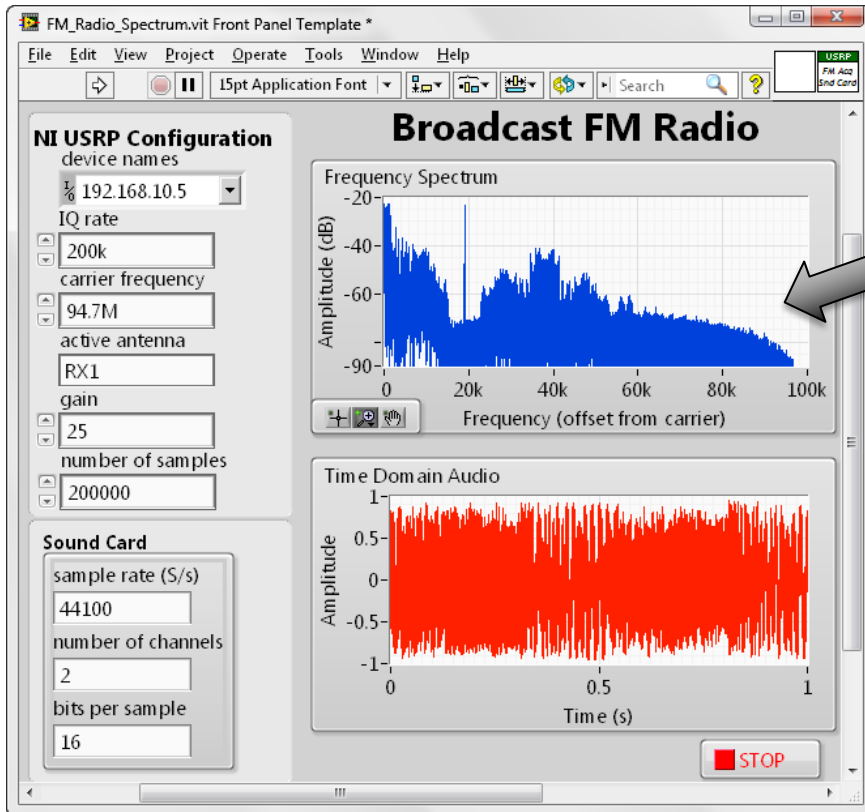
Parar

Fechar

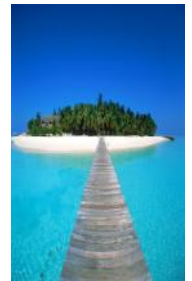
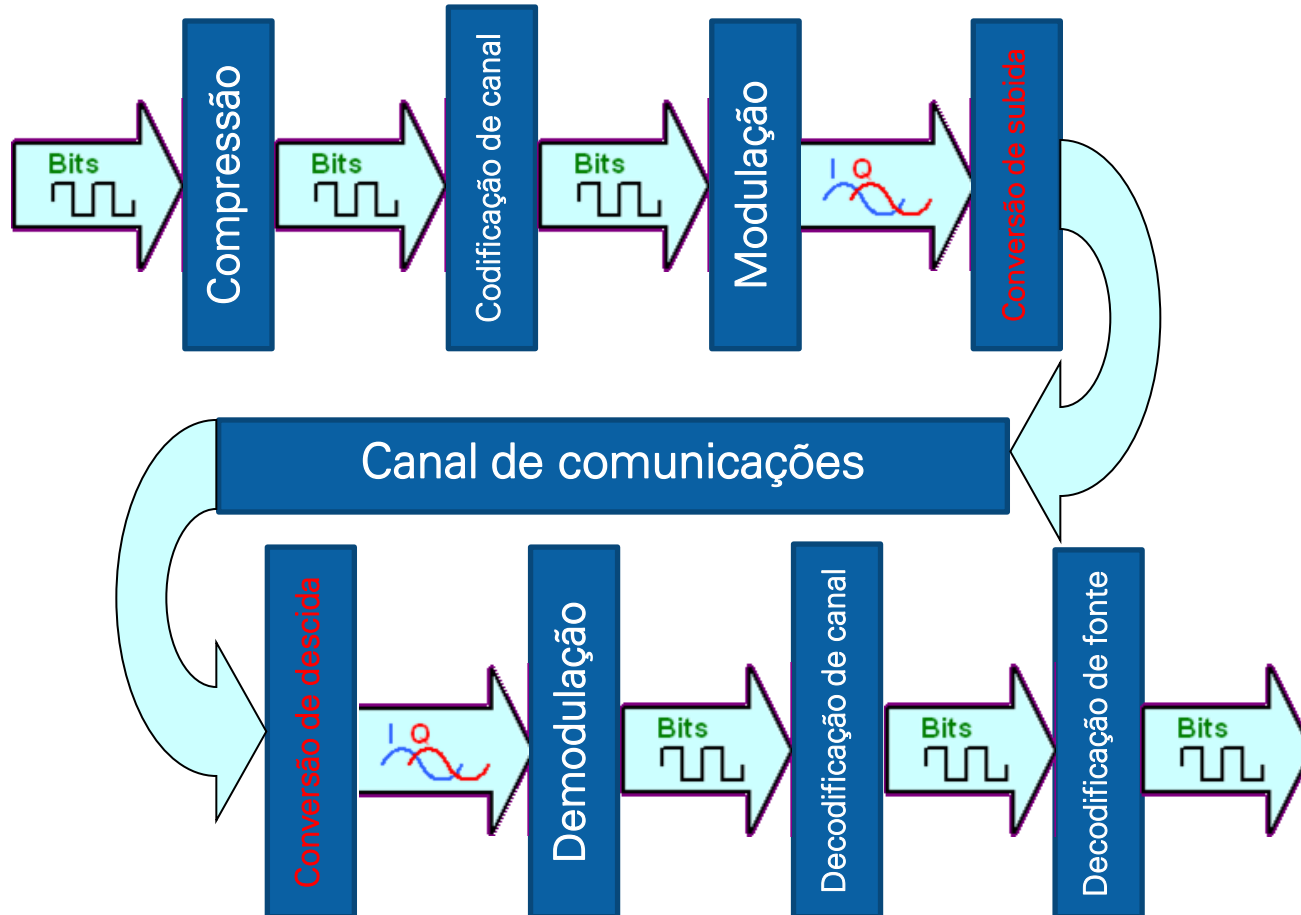
stop



# Decodifique e ouça rádio FM ao vivo



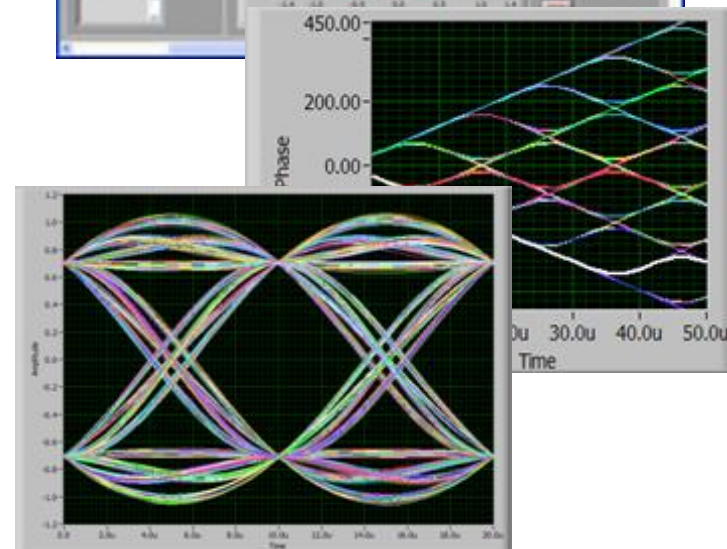
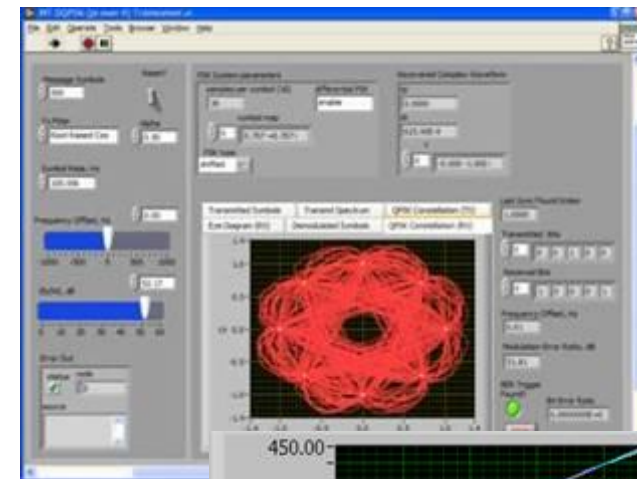
# Sistema de comunicação digital



# Projetos de comunicações no LabVIEW

## LabVIEW Modulation Toolkit

- Formatos de modulação analógica e digital
  - AM, FM, PM
  - ASK, FSK, MSK, GMSK, PAM, PSK, QAM
  - Customizado
- Visualização
  - 2D and 3D eye, trellis, constellation
- Análise de modulação
  - BER, MER, EVM, burst timing, desvio de frequência,  $\rho$  (rho)
- Enfraquecimentos
  - Additive white Gaussian noise (AWGN)
  - Offset DC, quadrature skew, desequilíbrio de ganho de I/Q, ruído de fase
- Equalização, codificação de canal, modelos de canal

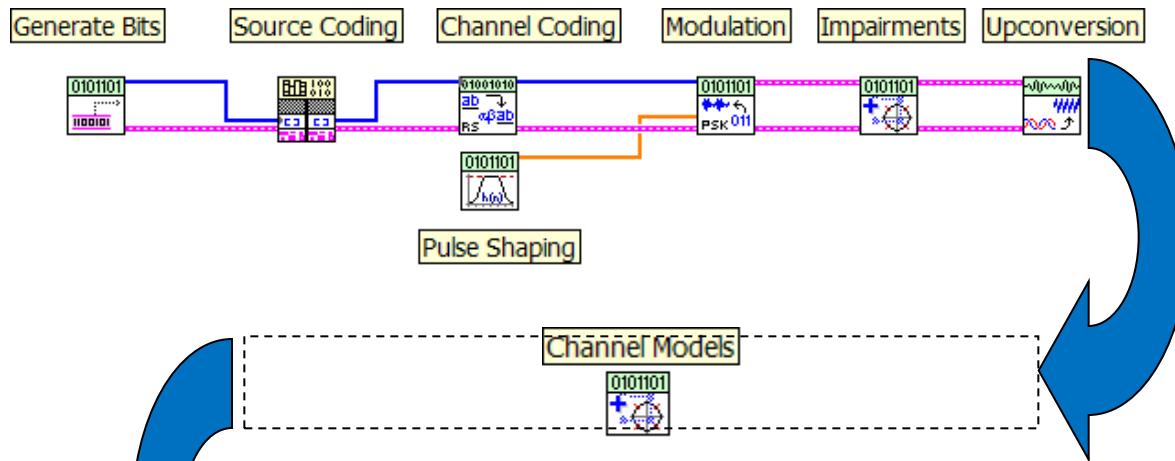




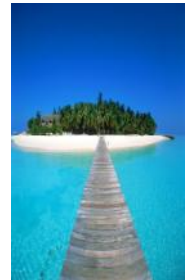
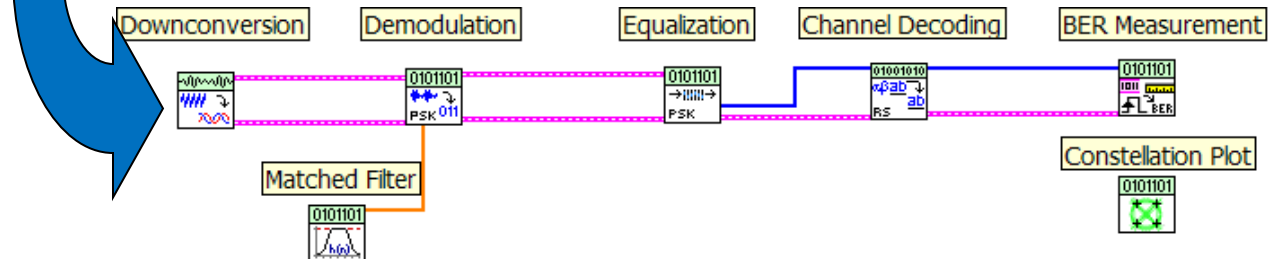
# Sistema de comunicação digital



## NI LabVIEW Modulation Toolkit



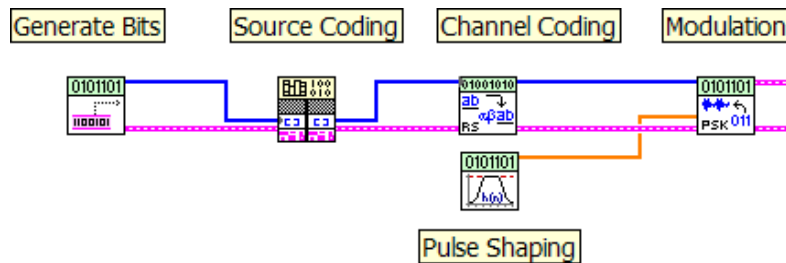
## NI LabVIEW Modulation Toolkit



# Sistema de comunicação digital

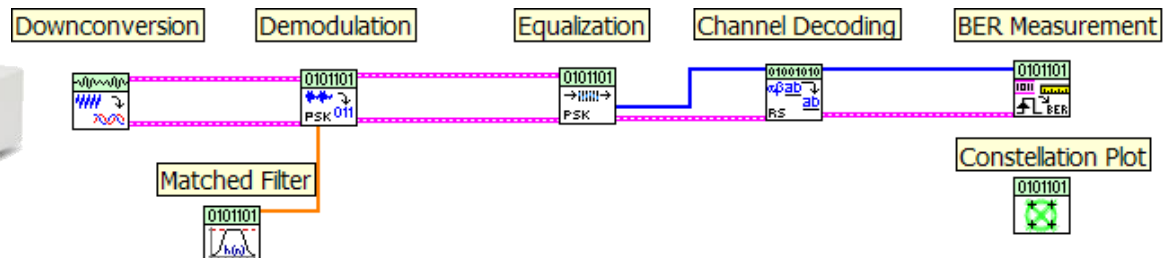


## NI LabVIEW Modulation Toolkit

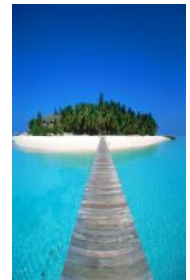


NI USRP

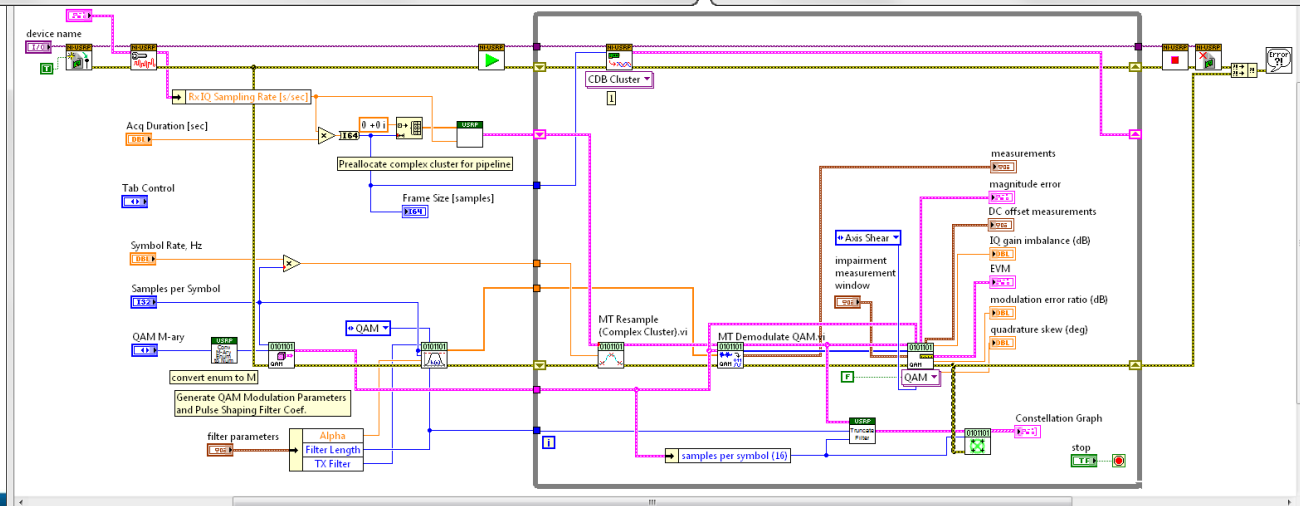
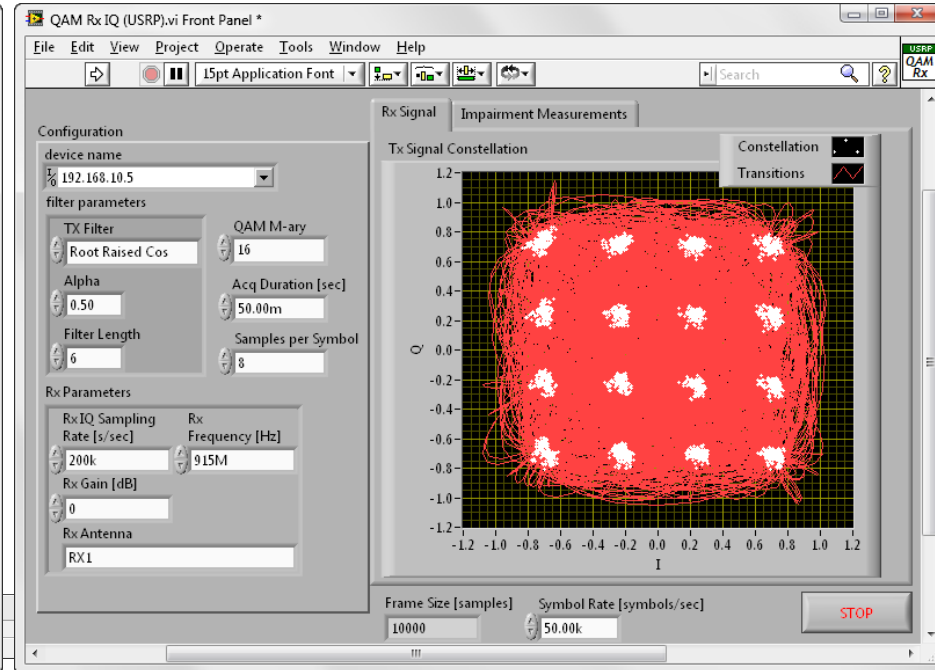
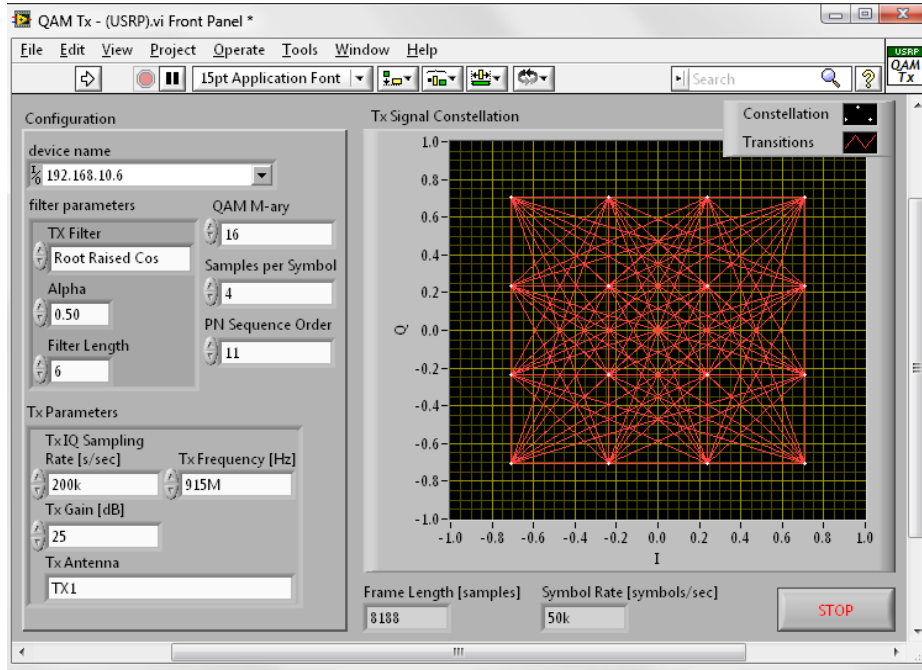
## NI LabVIEW Modulation Toolkit



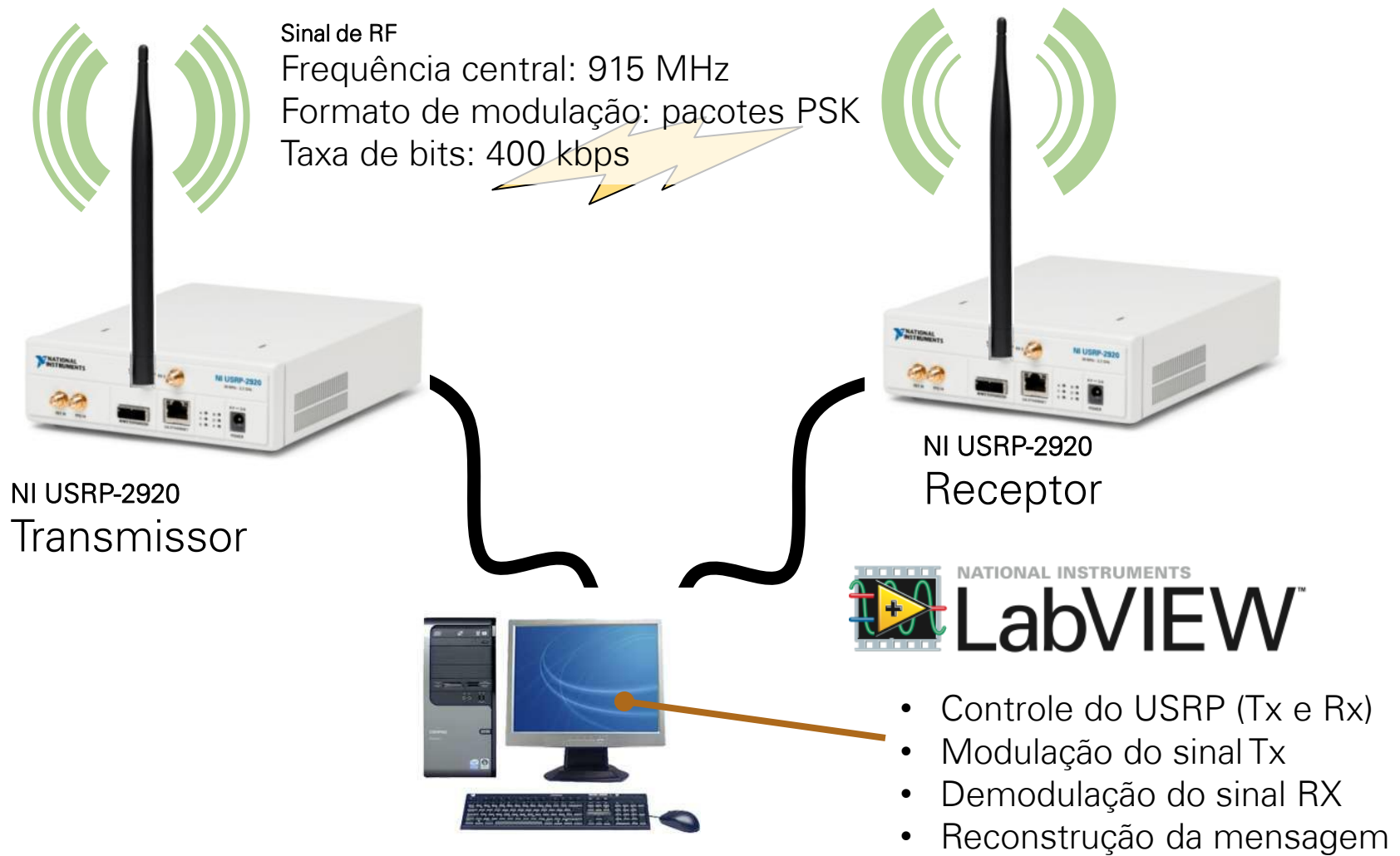
NI USRP



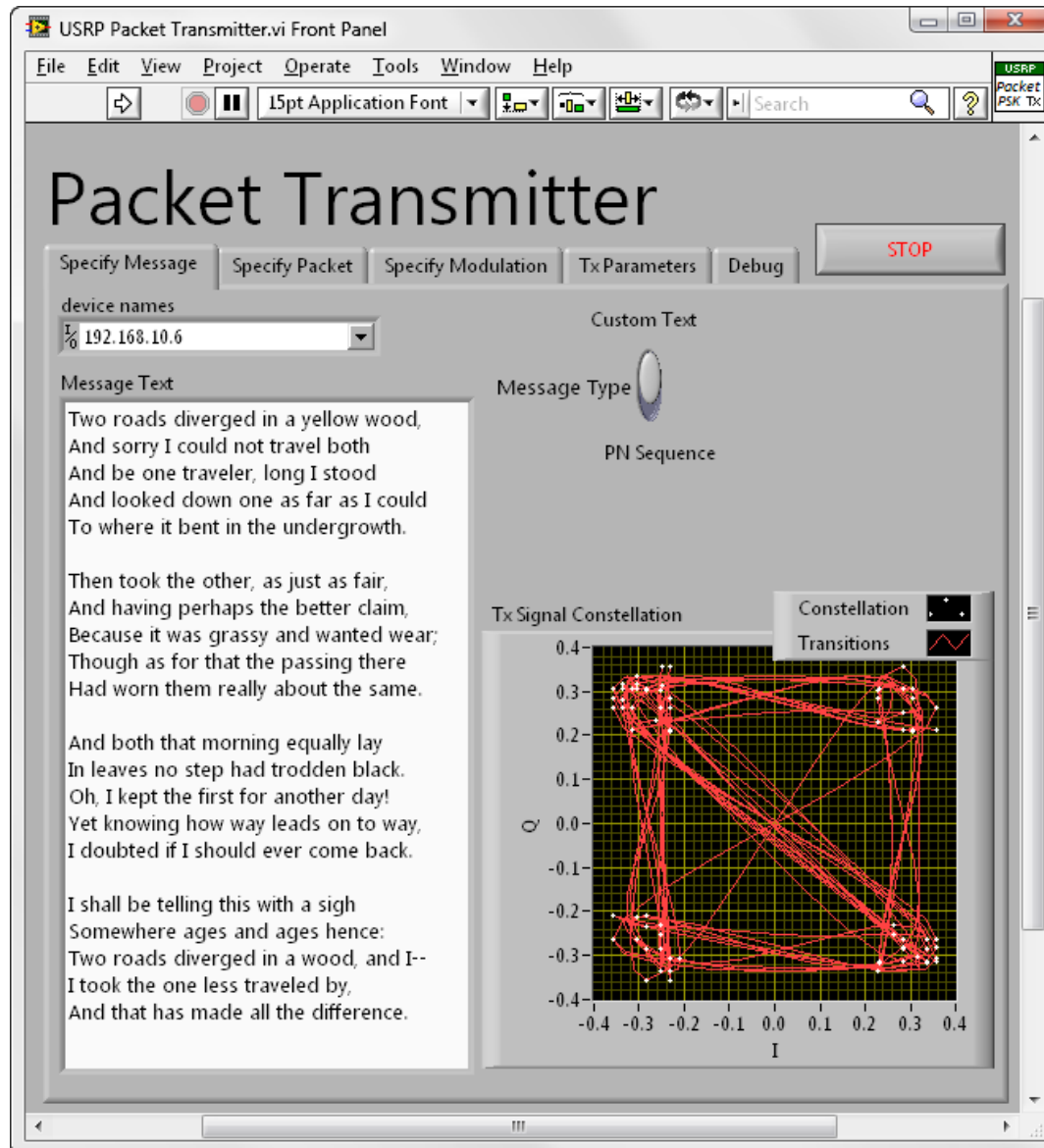
# Tópicos avançados de comunicações digitais



# Instalação de link de comunicação baseado no pacote



# Transmissor baseado em pacote

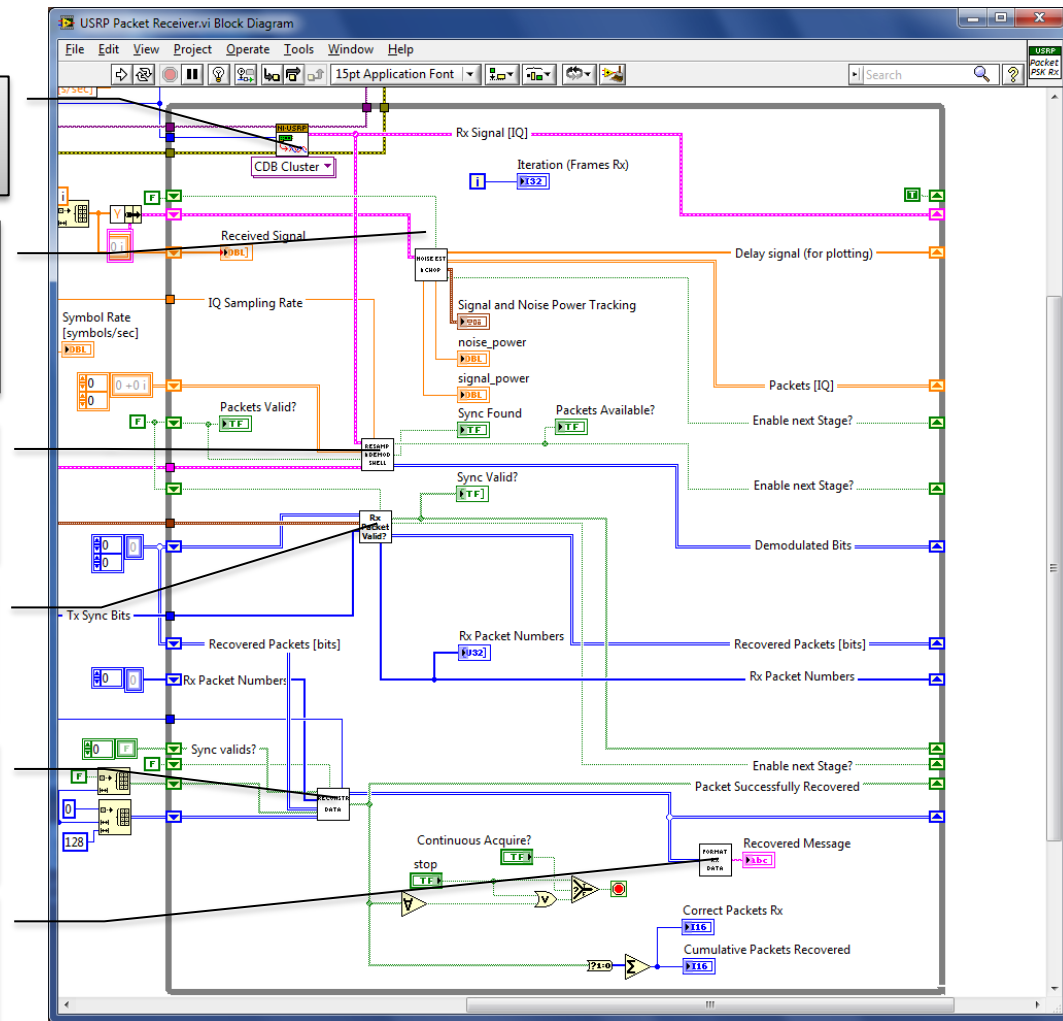
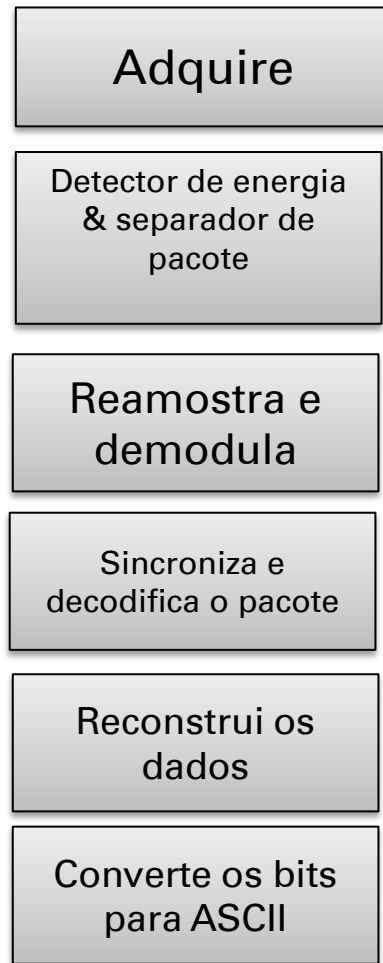


# Estrutura do pacote



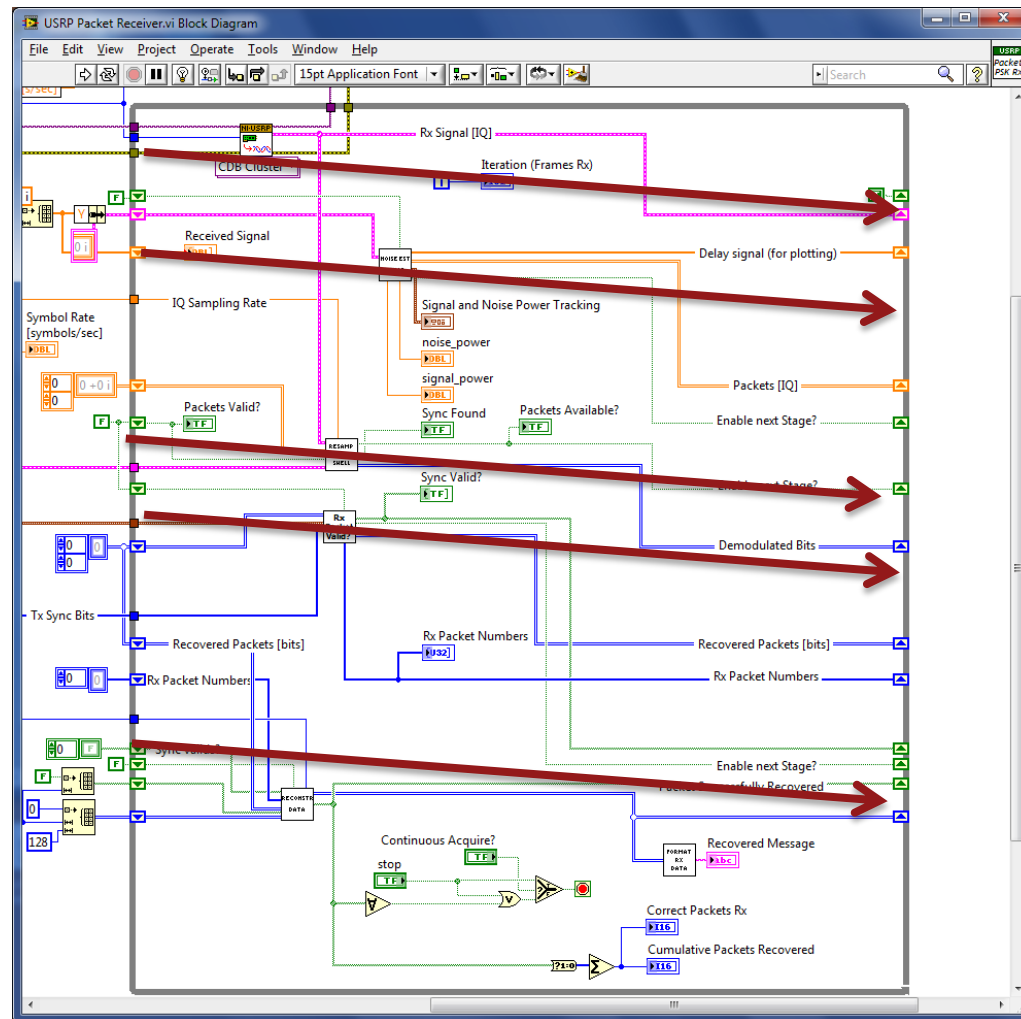
Campo	Tamanho [bits]	Descrição
Banda de guarda	30	Allow initialization of Rx PLL, filters, etc.
Sequencia de sincronização	20	Sincronização entre quadro e símbolo
Número do pacote	8	Faixa:0 a 255 usado para reordenar os pacotes e detectar pacotes perdidos
Dados	64–256	Campo de dados de tamanho variável, tamanho detectado dinamicamente no fim do Rx
Pad	20	Allows for filter edge effects

# Receptor: Arquitetura de shift register com pipeline

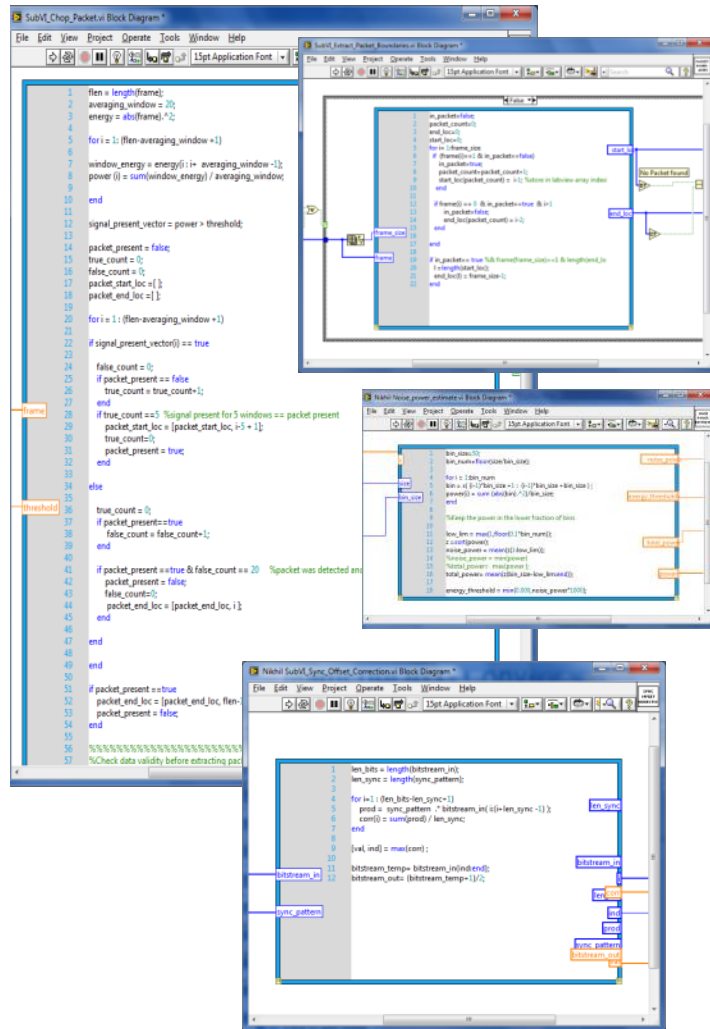




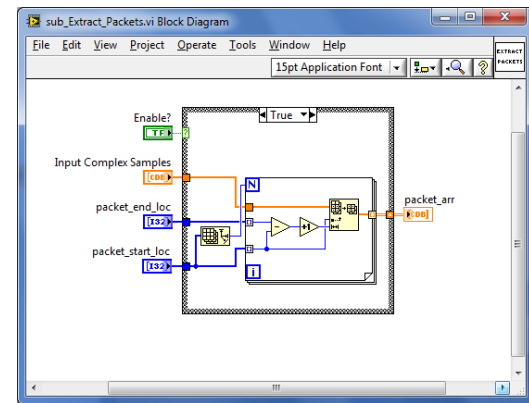
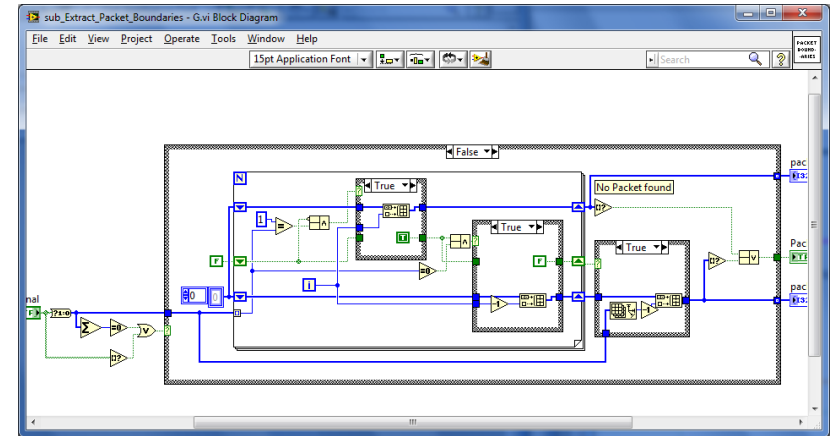
# Receptor: arquitetura de shift register com pipeline



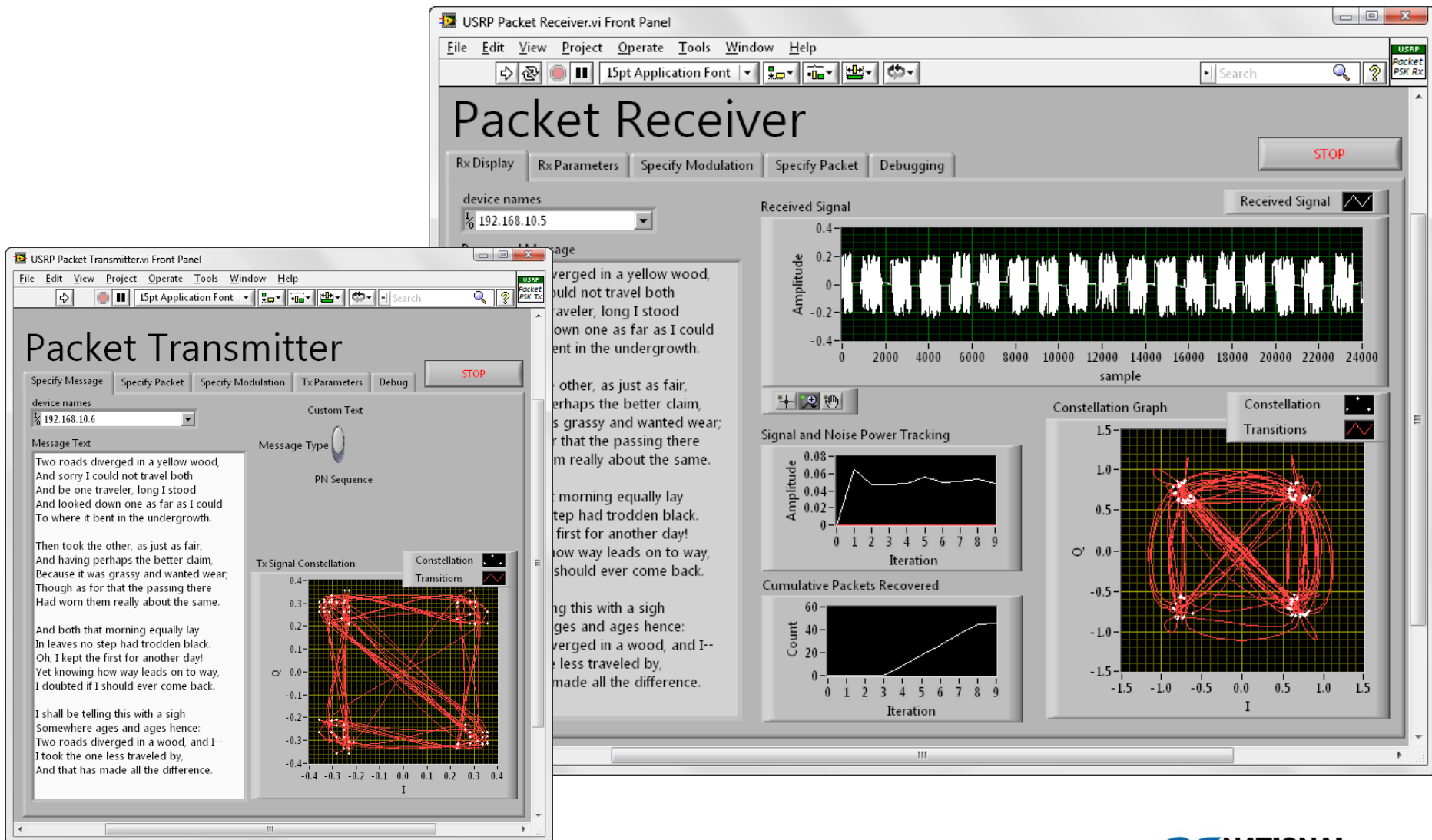
# LabVIEW MathScript RT e implementações gráficas



e



# Transceptor baseado em pacote



# Resumo

- O LabVIEW oferece uma abordagem gráfica para encurtar o processo do projeto e aproximar a integração hardware/software para uma transição direta do projeto ao teste
- A NI fornece um espectro completo de soluções de RF/comunicações: teste, pesquisa e educação em RF
- O LabVIEW e o NI USRP formam uma plataforma de radio definido por software acessível e de fácil uso



## Fale conosco

**Telefone:** +55 11 31493149

**E-mail:** [ni.brasil@ni.com](mailto:ni.brasil@ni.com)

**Web:** [brasil.ni.com](http://brasil.ni.com)

## Agende uma visita

Você também pode visualizar no site da National Instruments:

Estudos de caso, artigos técnicos, seminários web e exemplos de aplicações.