NATIONAL INSTRUMENTS

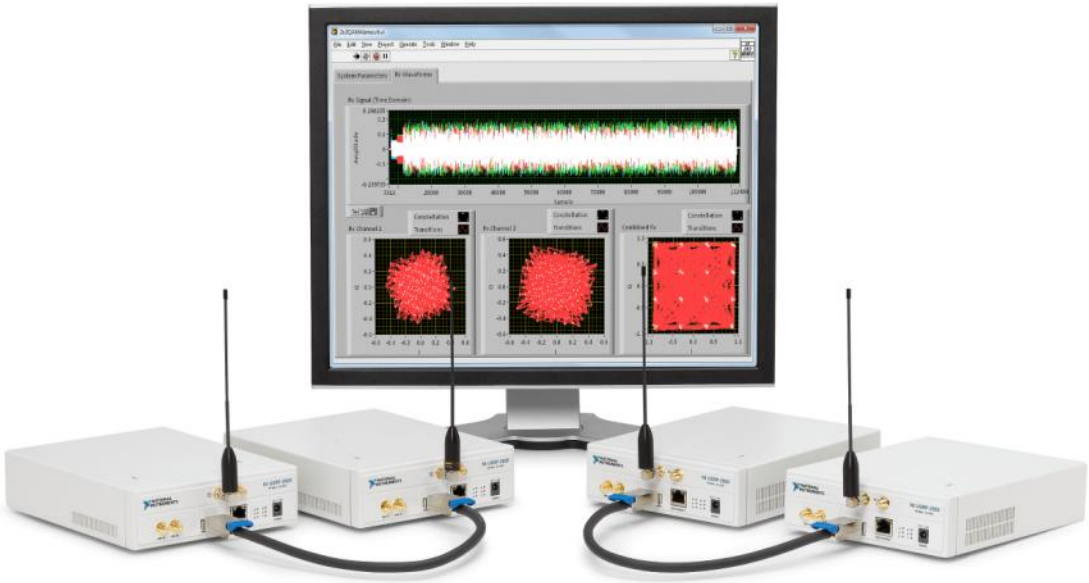
RF & Microwave Test

SYMPOSIUM

NATIONAL INSTRUMENTS™

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

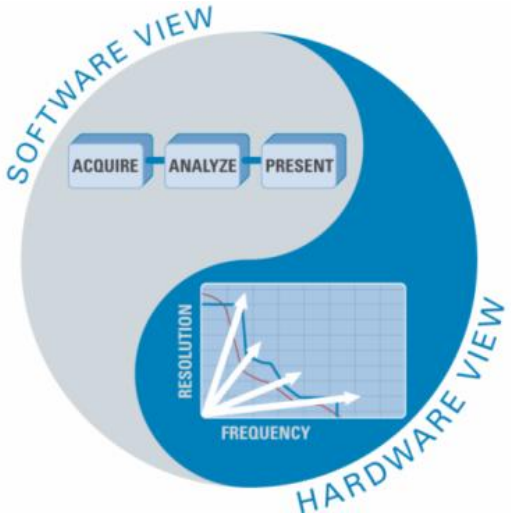
Presenter



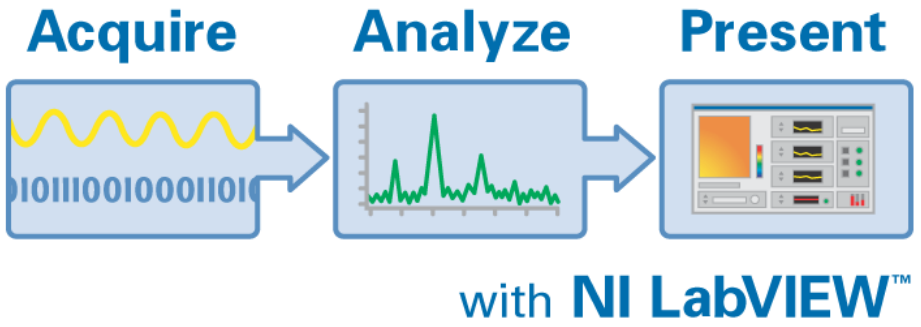
NATIONAL INSTRUMENTS

O compromisso da National Instruments

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

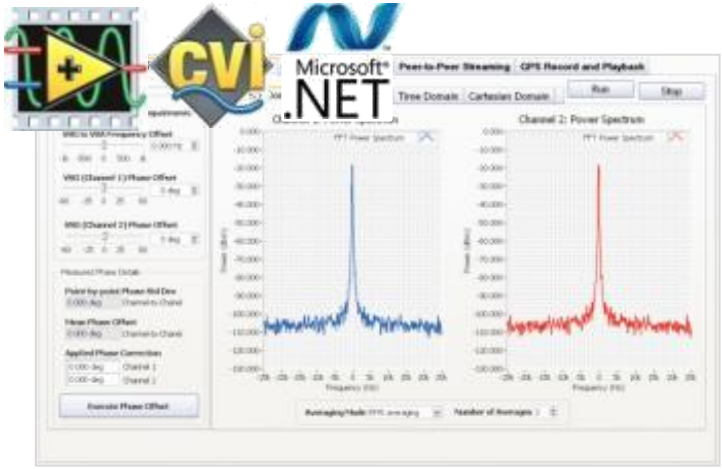


Instrumentação Virtual



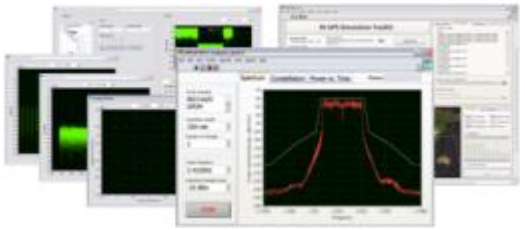
Plataforma de teste de RF da NI

APIs otimizadas

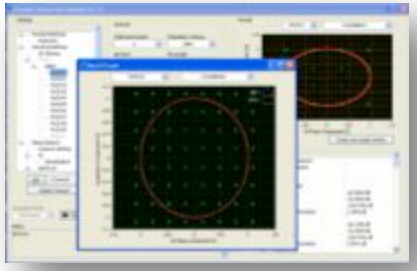


Toolkits de teste de GPS, celular, wireless

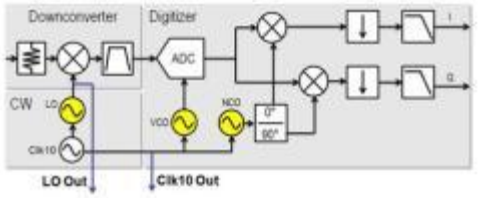
(802.11 a/b/g/n, GSM, EDGE, WCDMA, RFID, WiMAX, GPS, etc.)



Painéis de Instrumentos



Arquiteturas de referência



Processamento multicore

VSAs e VSGs

E/S de FPGA e coprocessamento

Amplificadores e atenuadores

Chaveamento

Medidores de potência

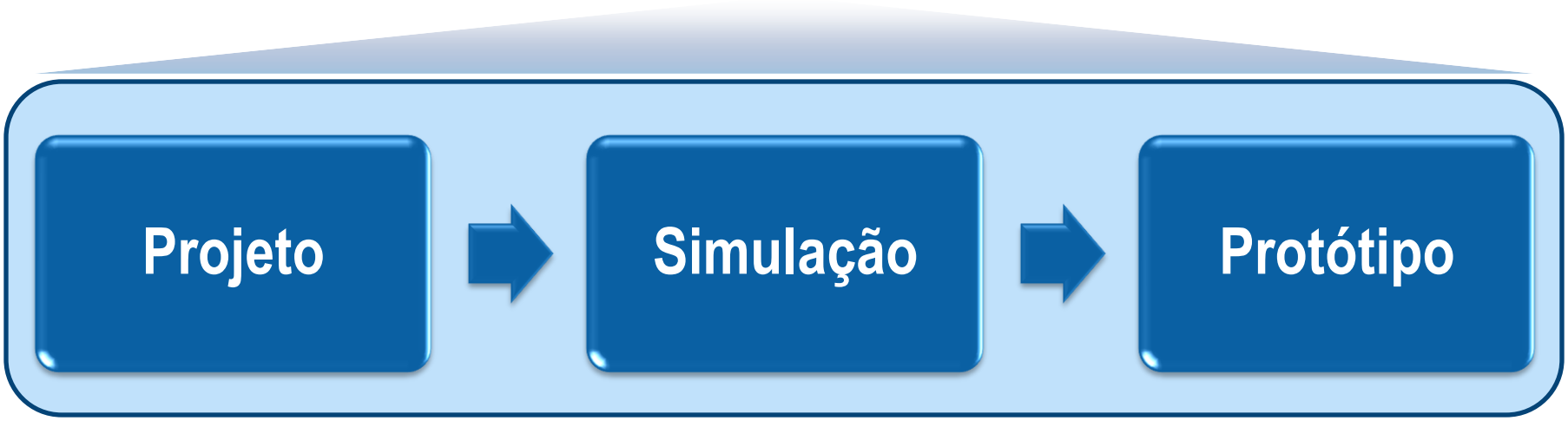
Os próximos 30 anos:

Expandindo o LabVIEW para projeto de sistemas

Do conceito ao protótipo—Rapidamente!

NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW™

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!

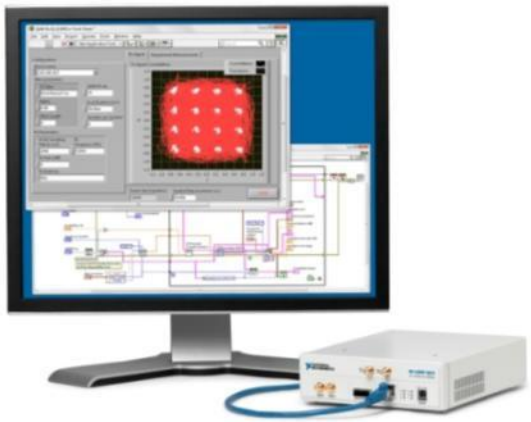
RF definida por software

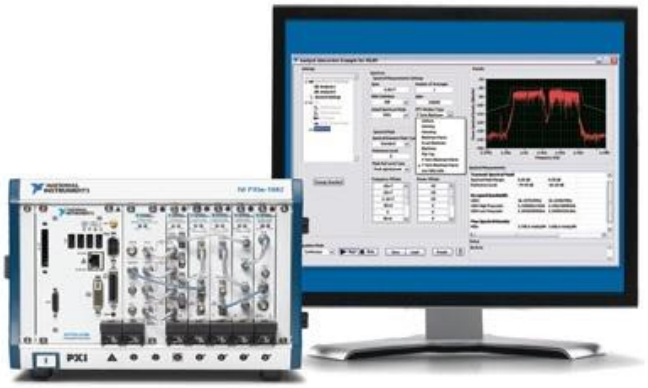
Radio definido por software

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

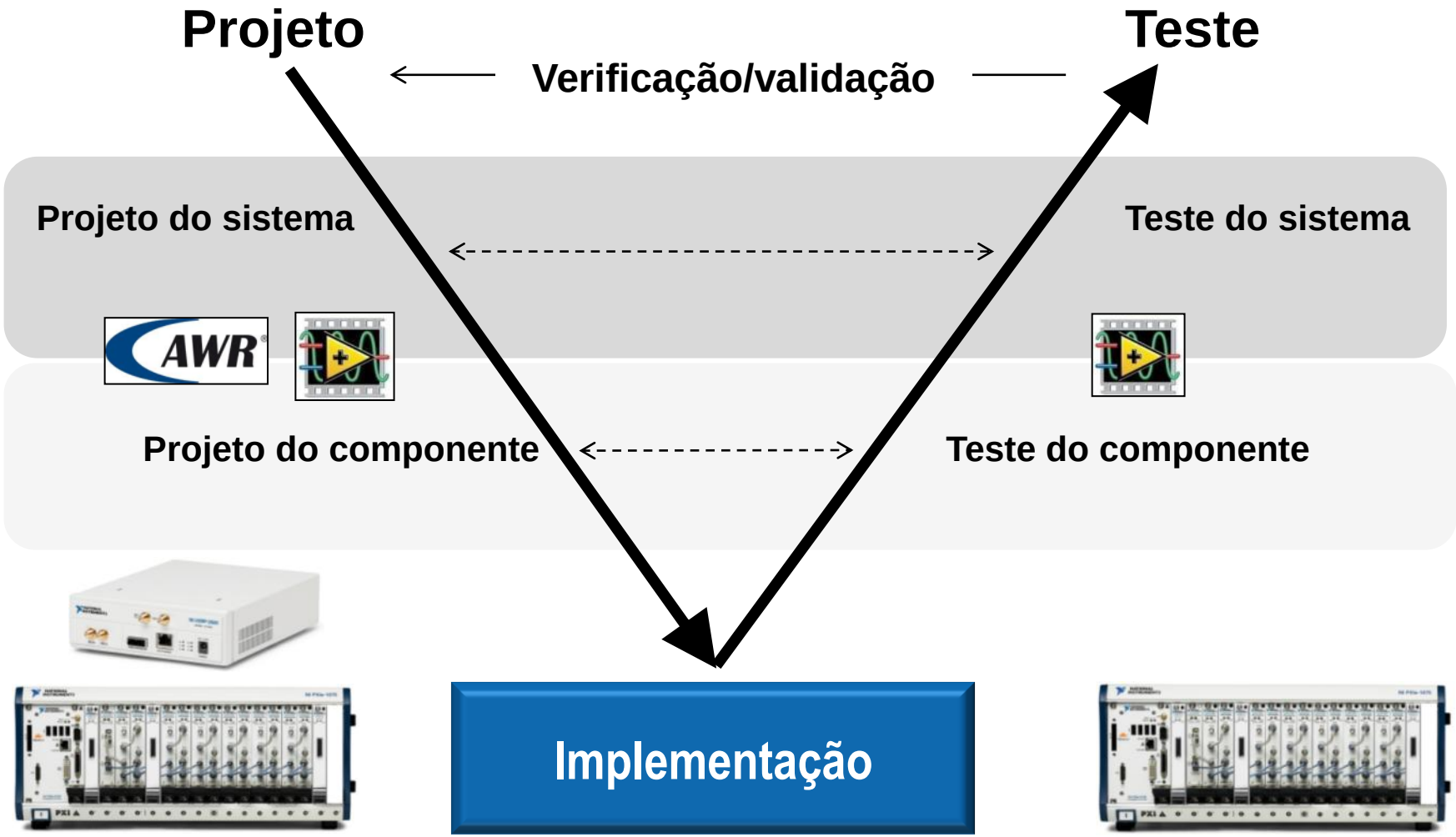
Instrumentos Modulares de RF

- Calibrado
- Robusto
- Tempo real
- Instrumentação





Projeto e teste simultâneos

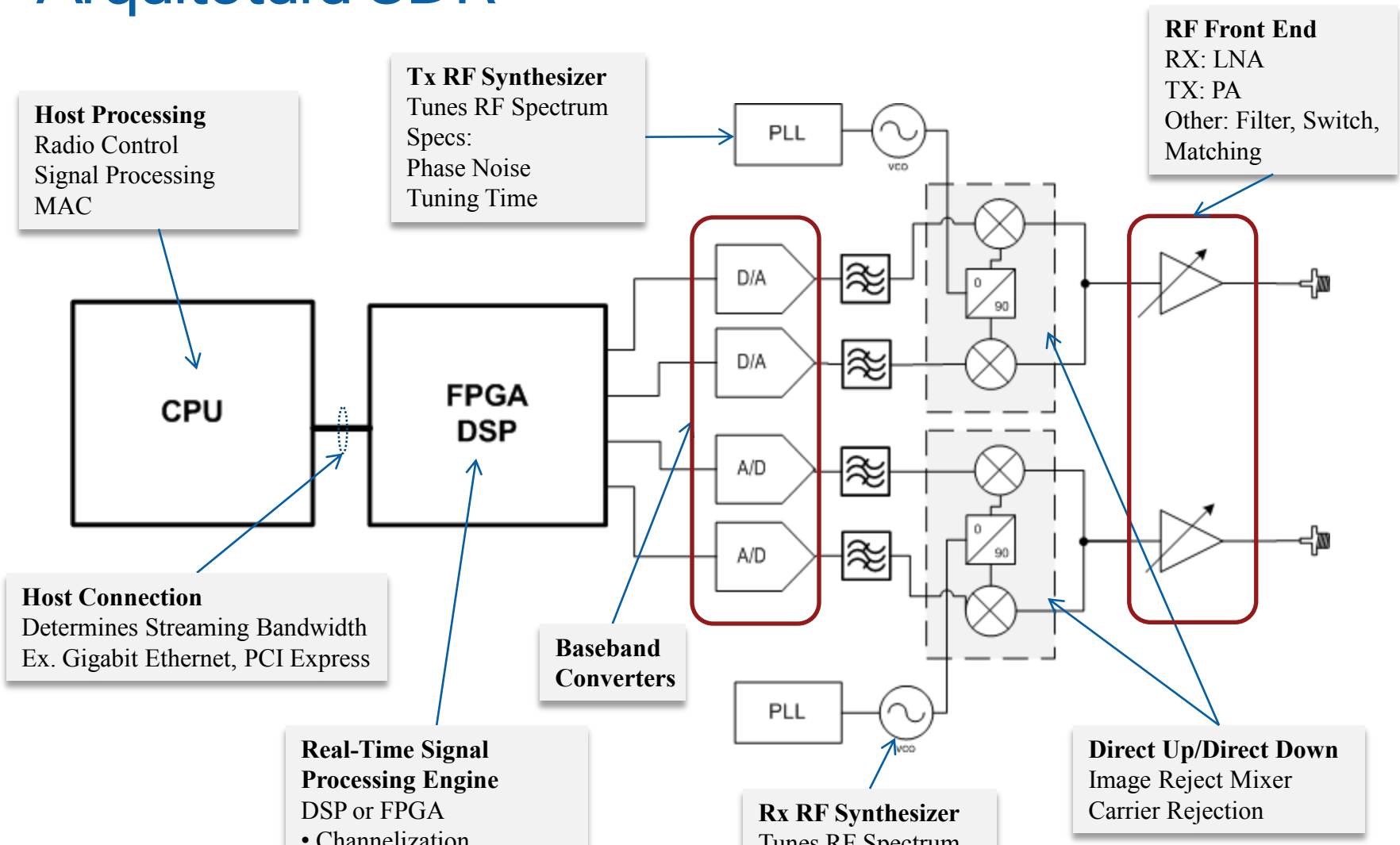


O que é radio definido por software?

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)

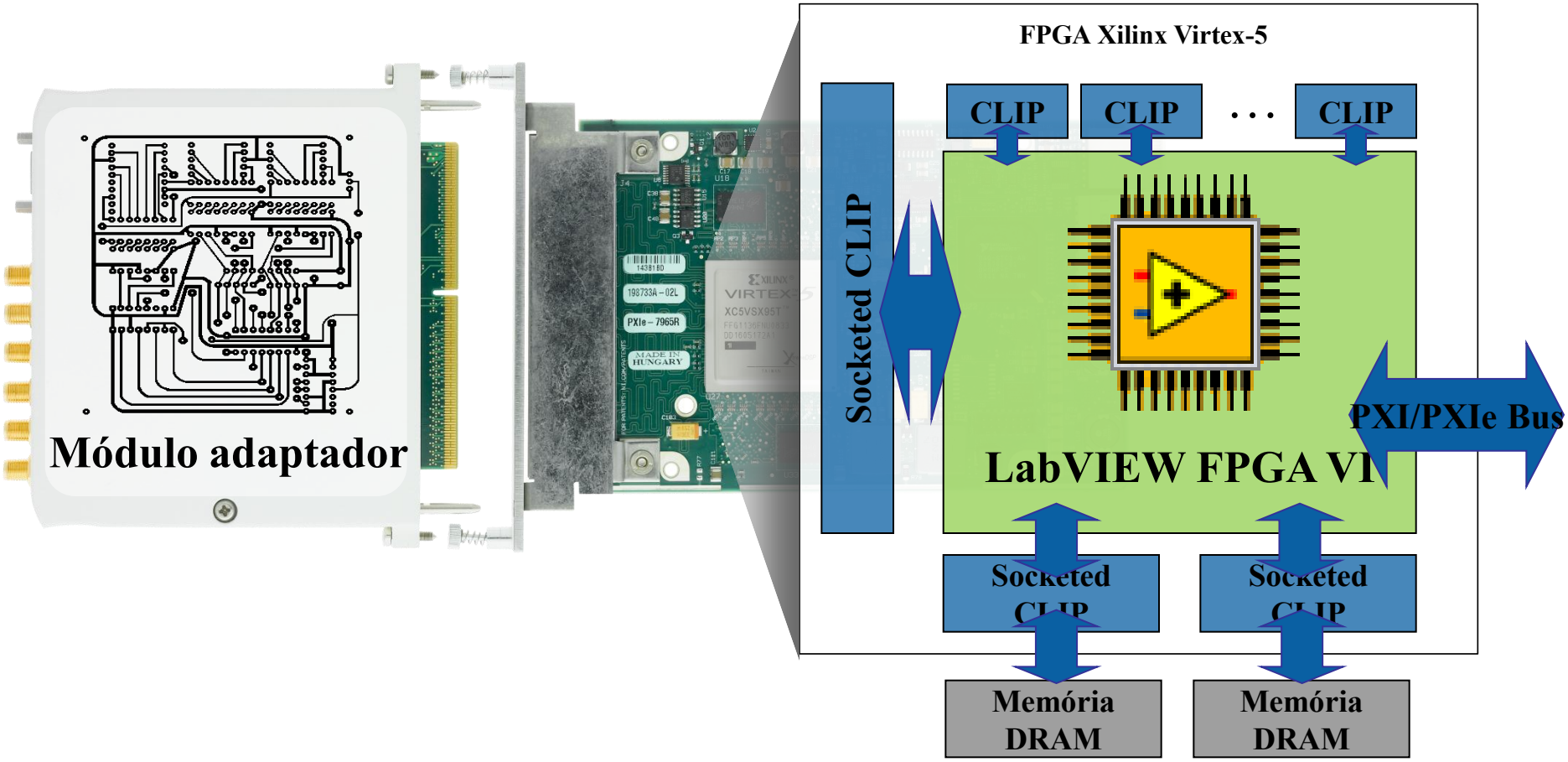
Módulo FPGA NI FlexRIO

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

Plataforma PXI

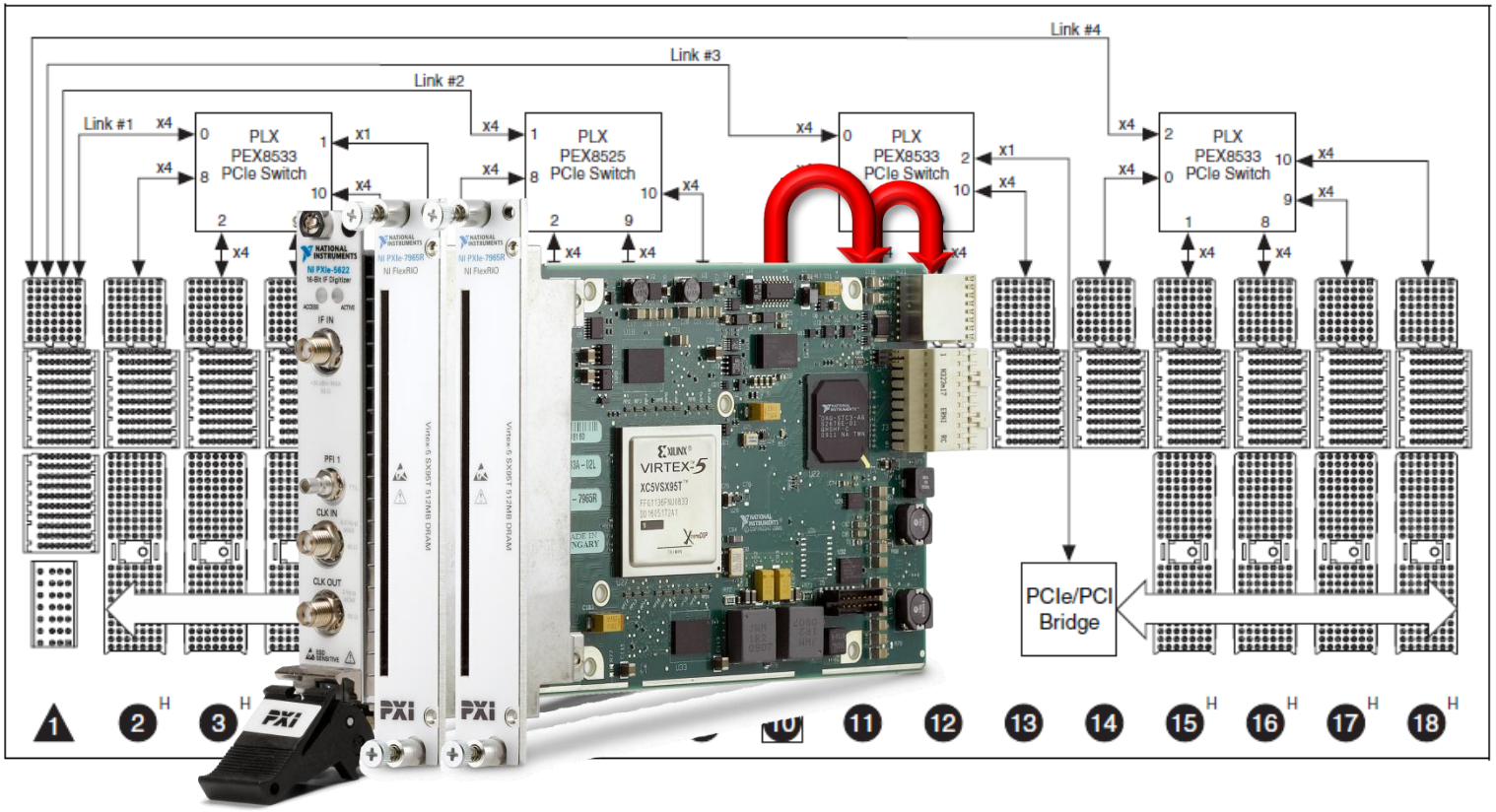
- Sincronização
- Temporização/triggers
- Alimentação/ventilação
- Transferência de dados

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 µs 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

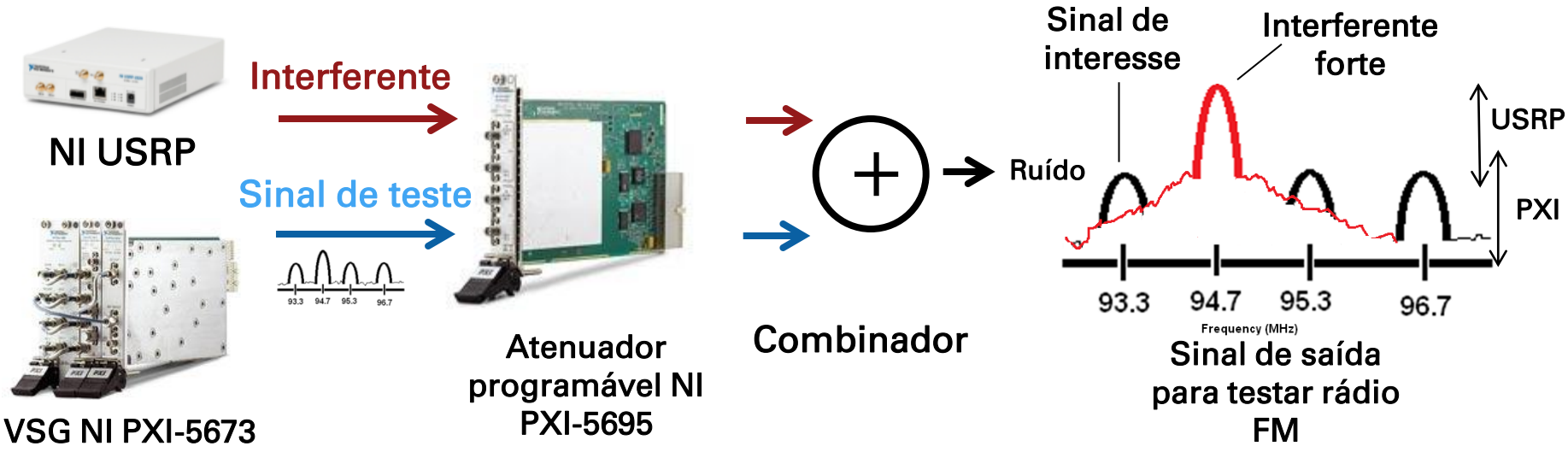
Projeto e validação de sistemas de RF

- 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

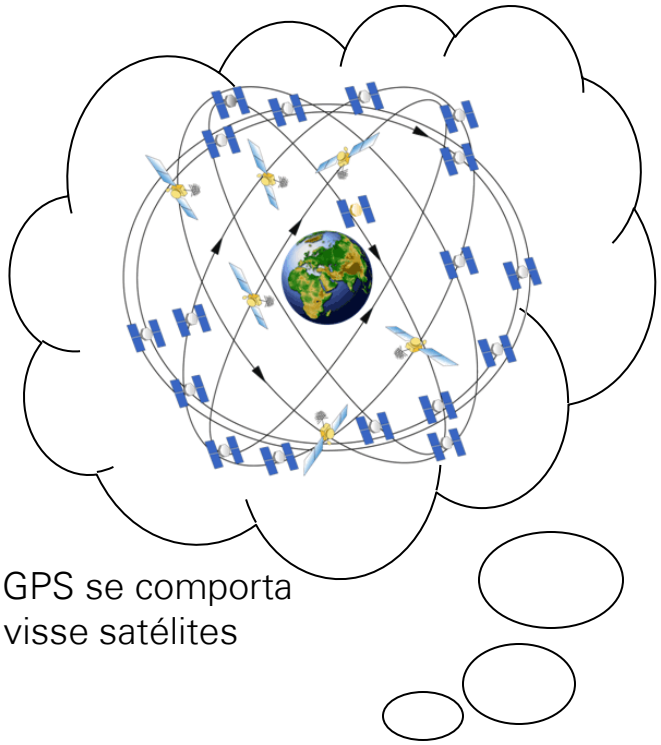
- Mais realista com faixa dinâmica estendida
- Controle do PXI e USRP dentro de um único VI do LabVIEW
- Extensível para muitas aplicações



Teste e simulação de GPS

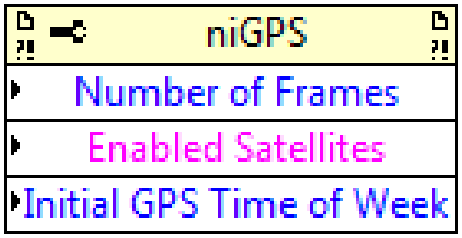
Coisas a simular

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



Receptor de GPS se comporta como se ele visse satélites reais

Toolkit de GPS cria a o sinal no LabVIEW



NI USRP-2920 gera o sinal

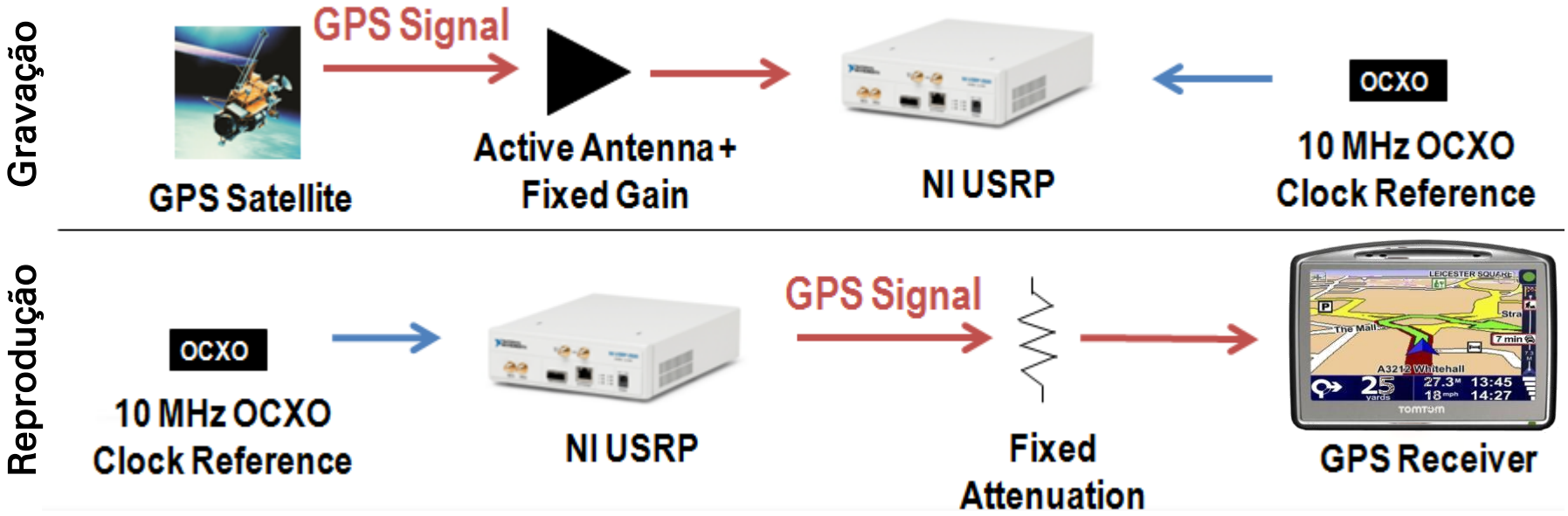
Receptor de GPS

Clock de precisão
(10 MHz OCXO)

NATIONAL INSTRUMENTS

Gravação e reprodução de GPS

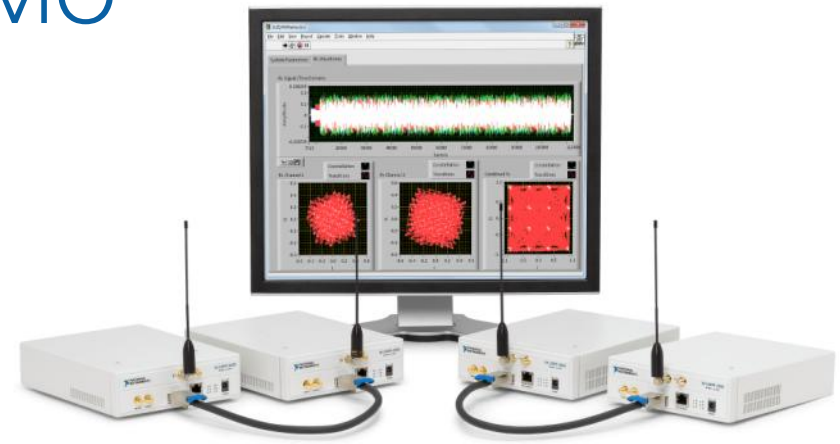
- Grave e reproduza até 20 MHz de largura de banda
- Tire proveito do teste repetível de algorítmos/dispostivos em conjunto de dados realista
- Complete um laboratório PXI com reprodução de baixo custo na sua bancada



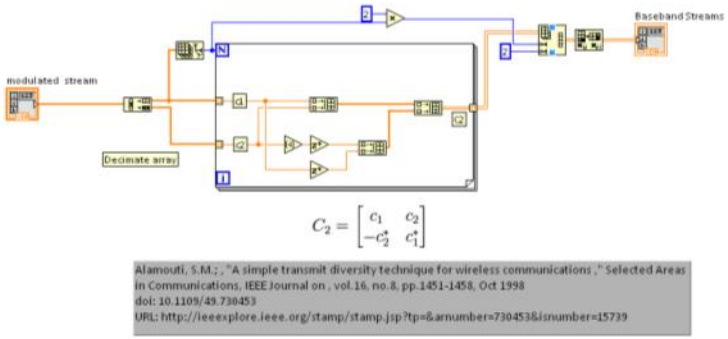
PESQUISAS EM RF/COMUNICAÇÕES

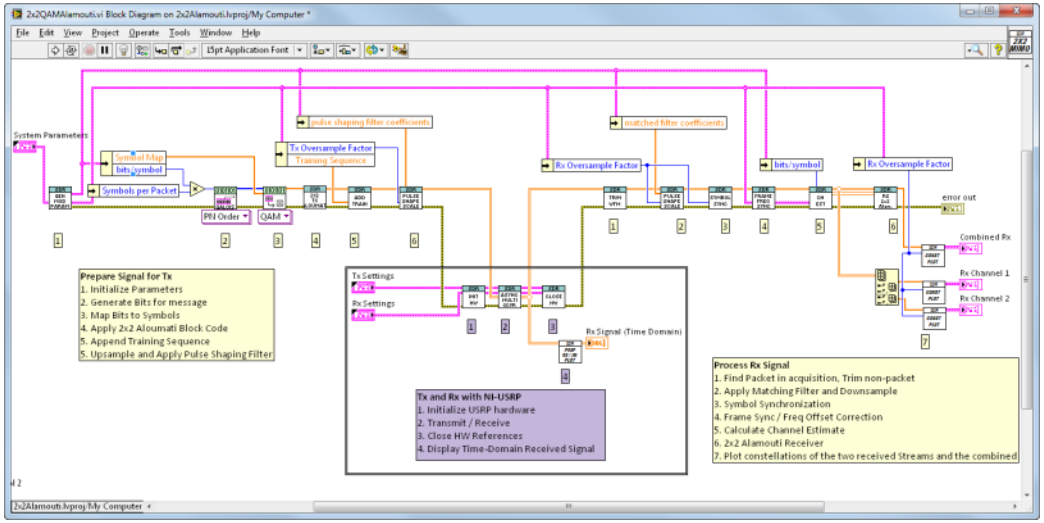
Prototipagem de rádio MIMO

- 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



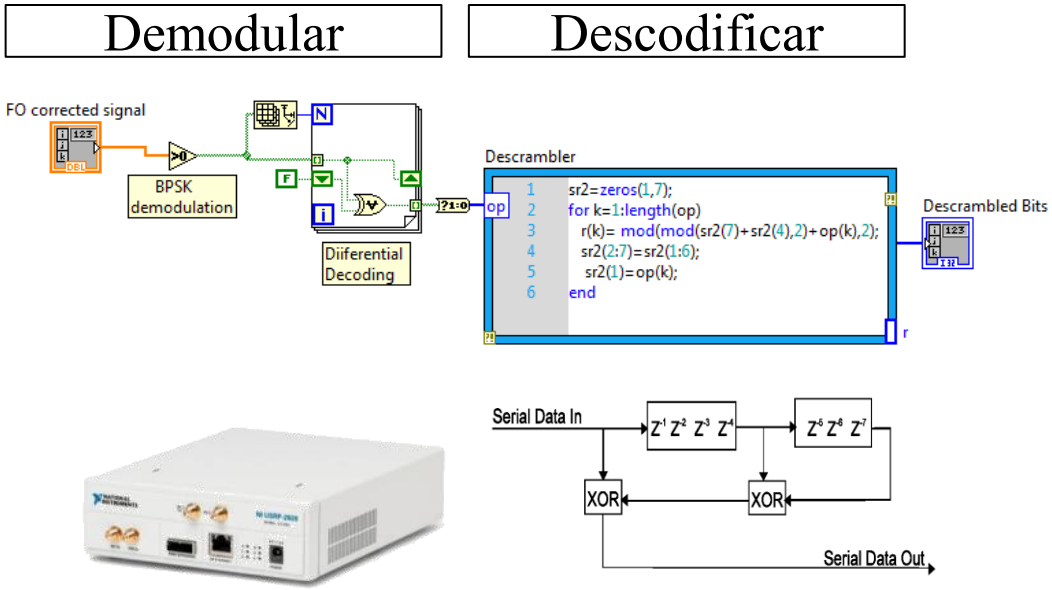


Estudo de caso de pesquisa com NI USRP:
Protótipo de camada física

UT DALLAS The University of Texas at Dallas

Dr. Murat Torlak

- Monitoramento contínuo de vários canais de Wi-Fi
- Demodulação e descodificação 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 descodificação → Interpretar o quadro para SSID

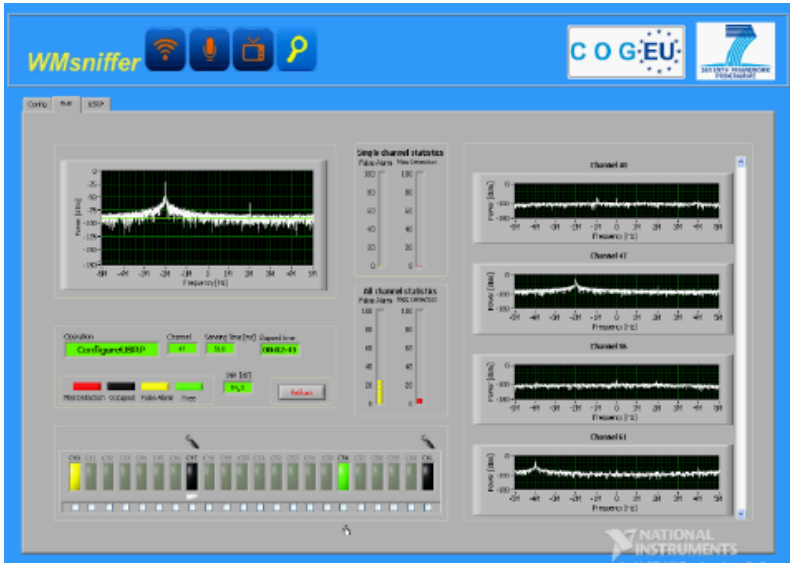
Estudo de caso de pesquisa com NI USRP:
Rádio cognitivo e espaço em branco

instituto de telecomunicações

COGEU

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, COGEU*

Aveiro, Portugal

Estudo de caso de pesquisa com NI USRP :
TU-Dresden: "RF suja"

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

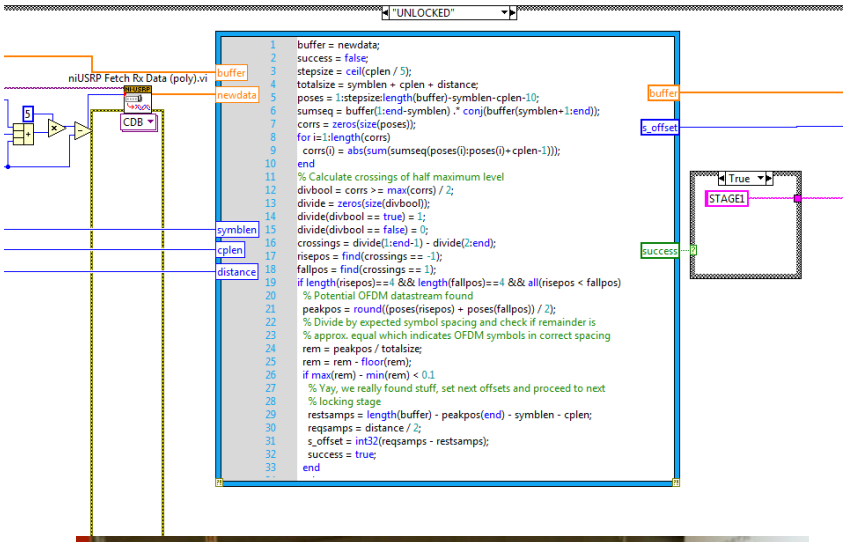
Estabeleceu um link OFDM de comunicação over-the-air ao vivo

- 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

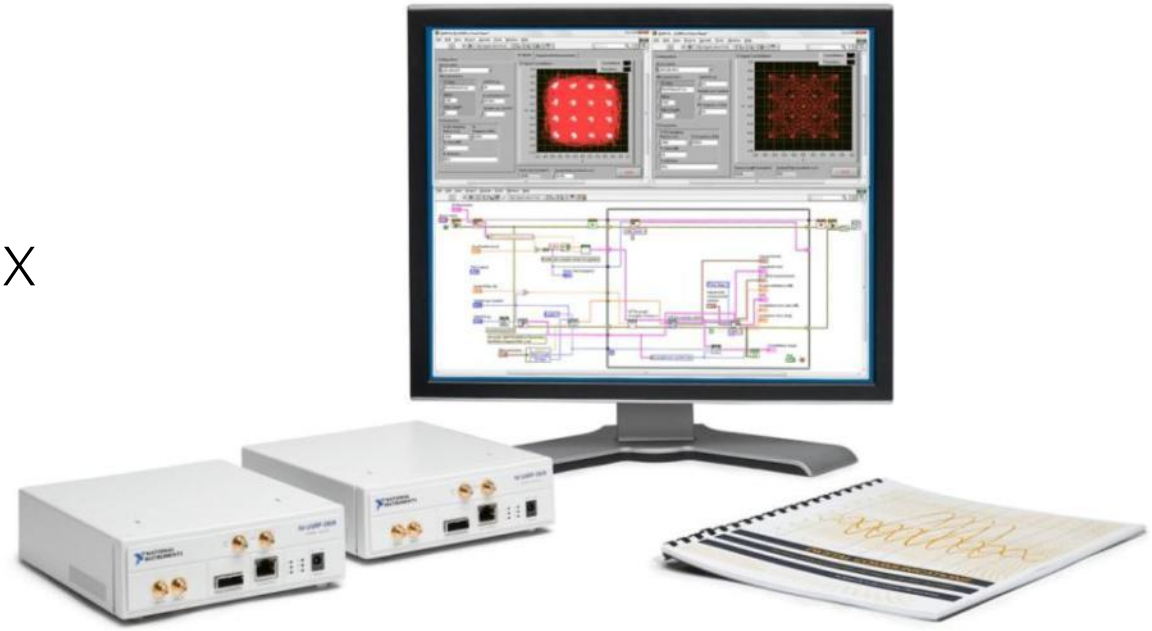
- Dois NI USRP-2920 + Toolkits
- Cabo MIMO
- Manual de laboratório de comunicação digital

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)

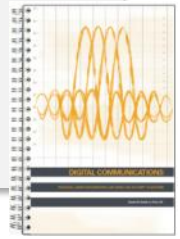


Lab Ready| Packet Radio and OFDM

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)

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)**

NATIONAL INSTRUMENTS

NI USRP na Universidade de Stanford

STANFORD
UNIVERSITY

> …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

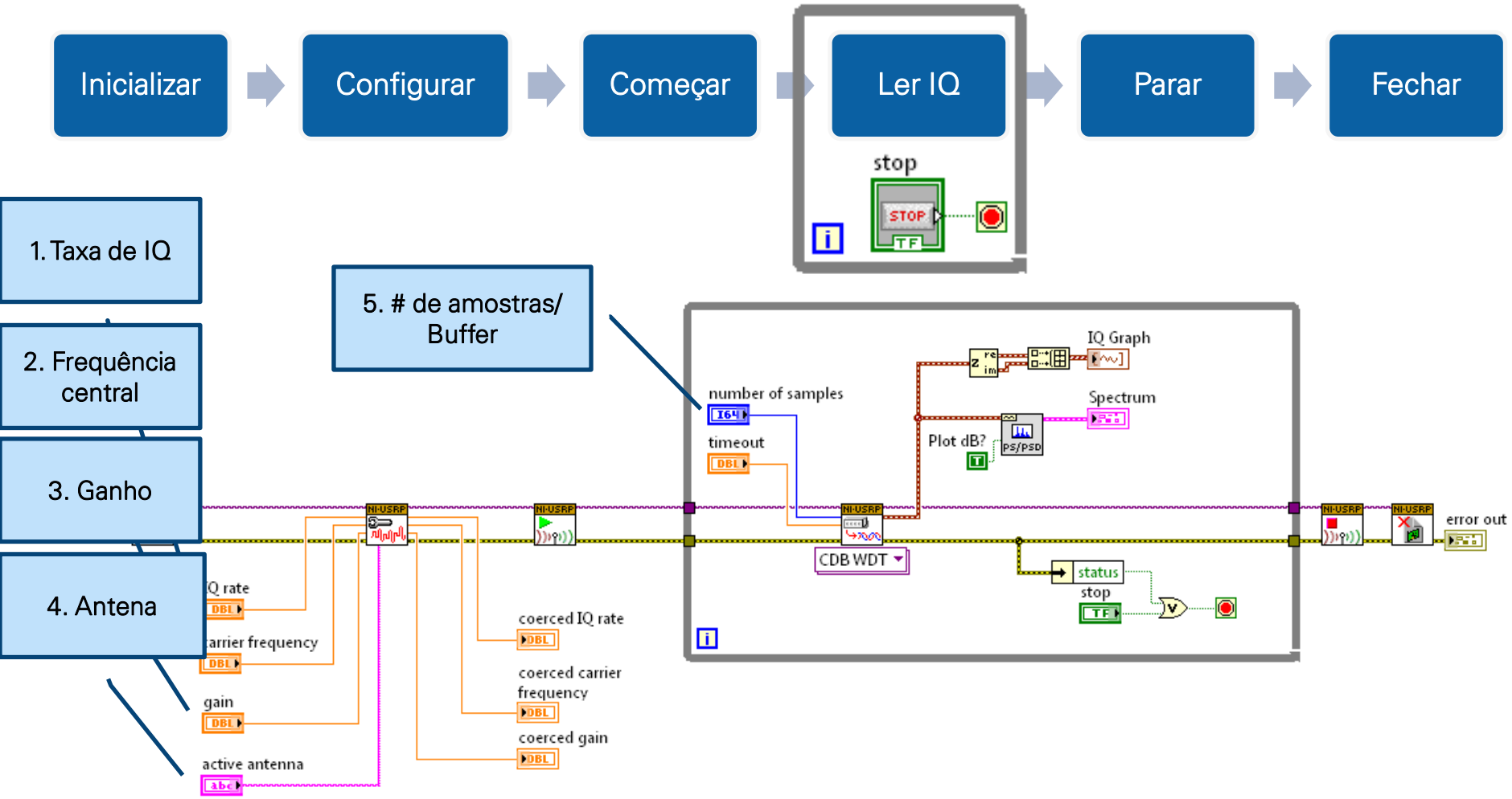
NI USRP por dentro

Transceptor de RF

Banda base I/Q

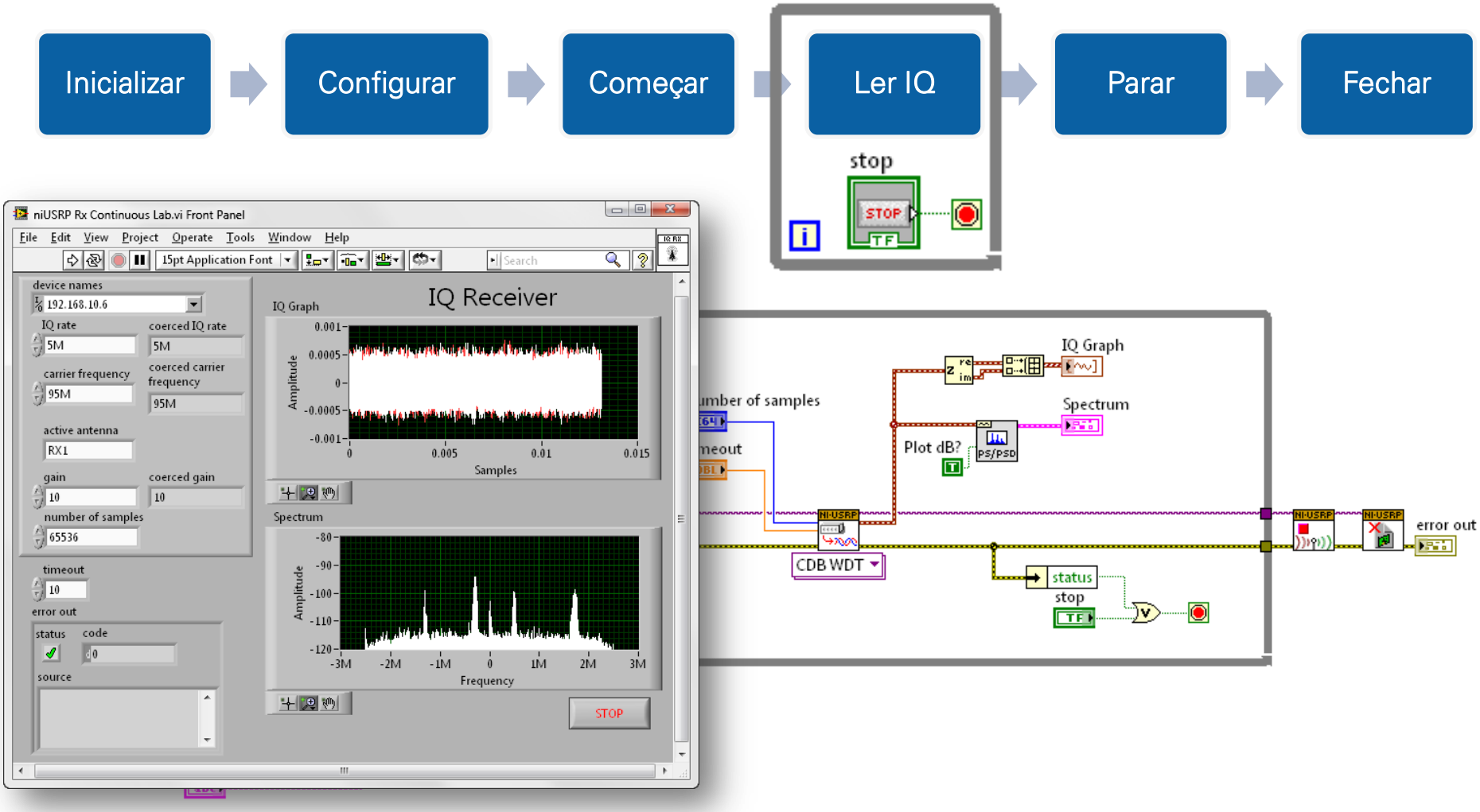
Processamento de software

Software driver do NI-USRP

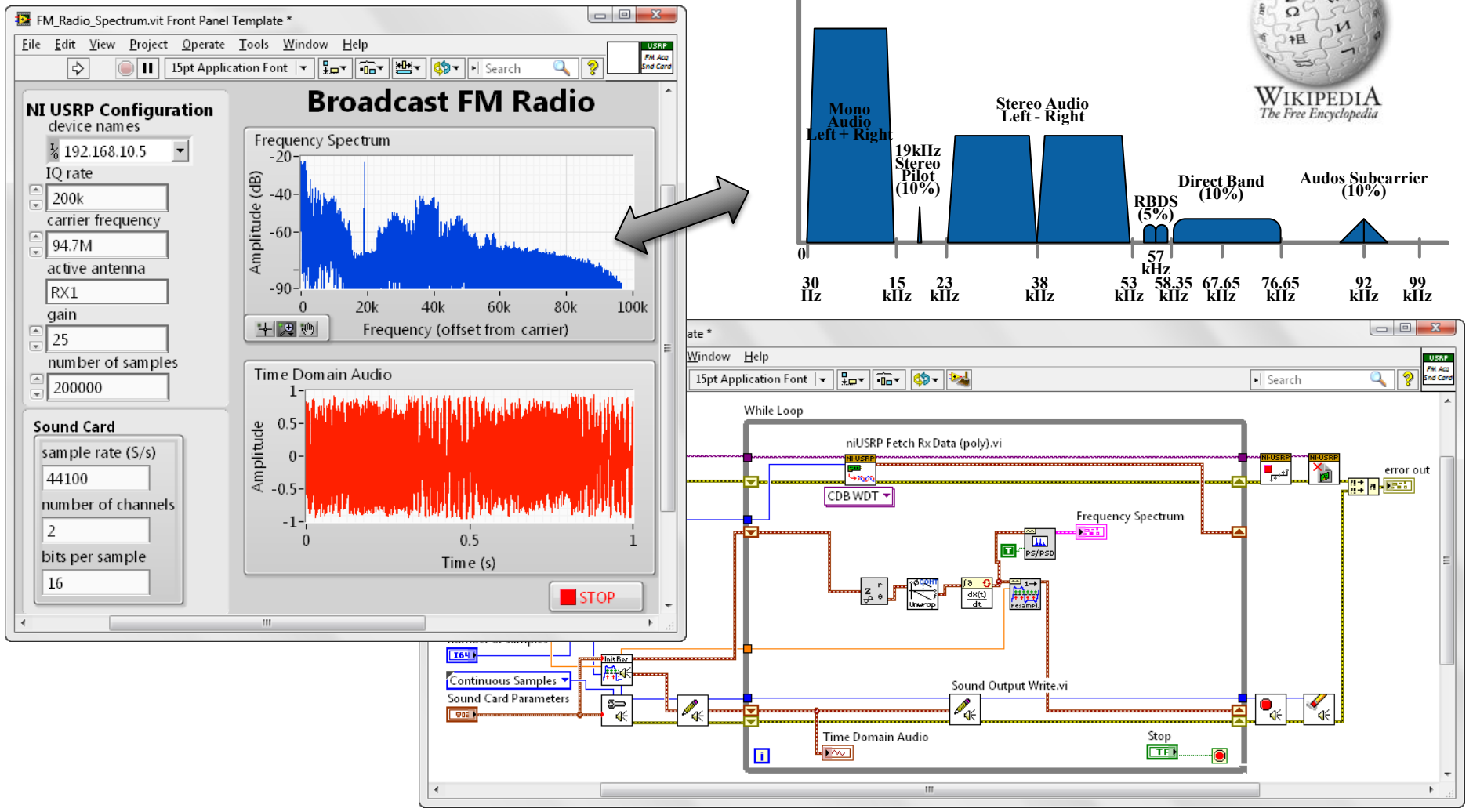


Software driver do NI-USRP

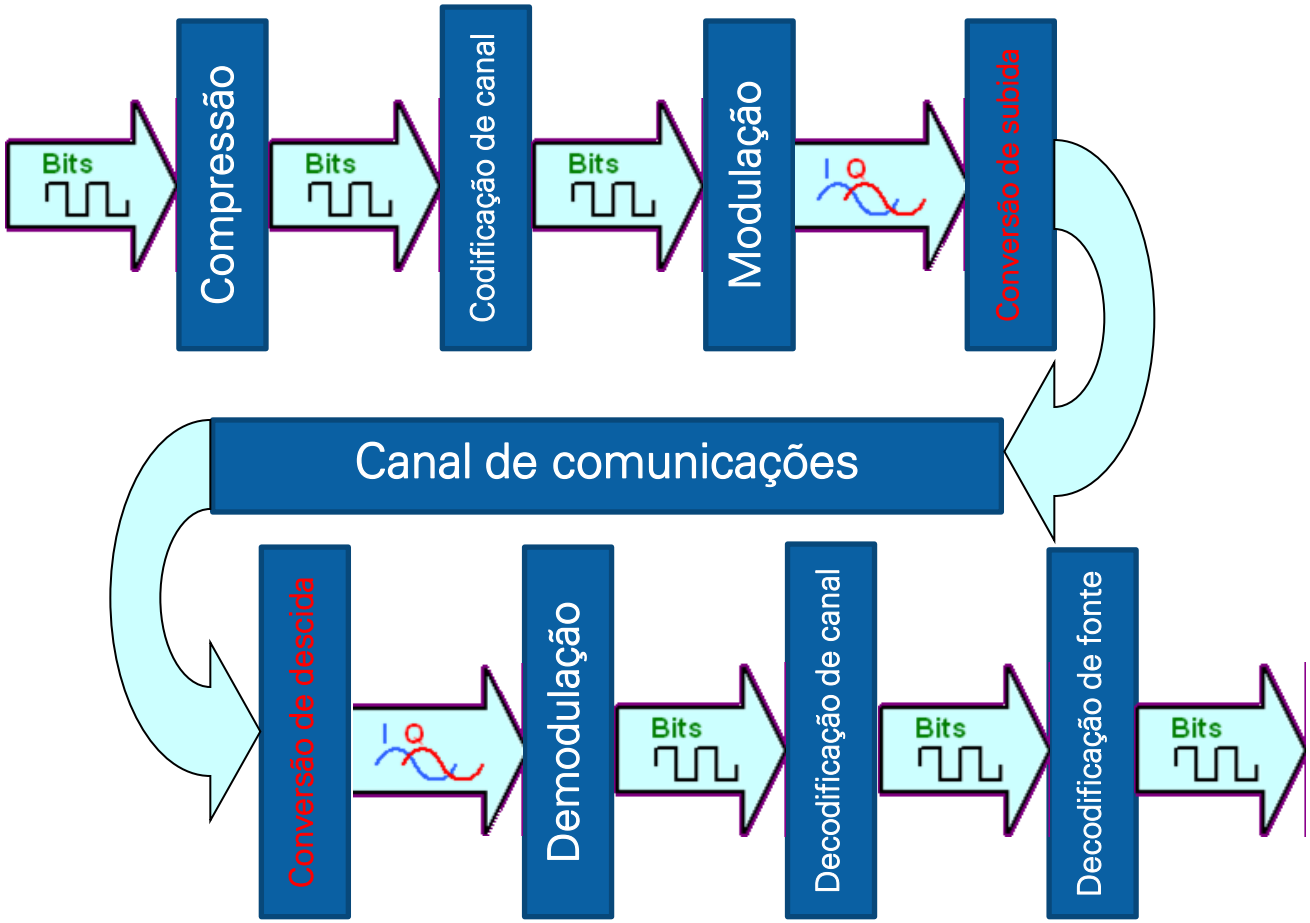
Inicializar → Configurar → Começar → Ler IQ → Parar → Fechar



Decodifique e ouça rádio FM ao vivo



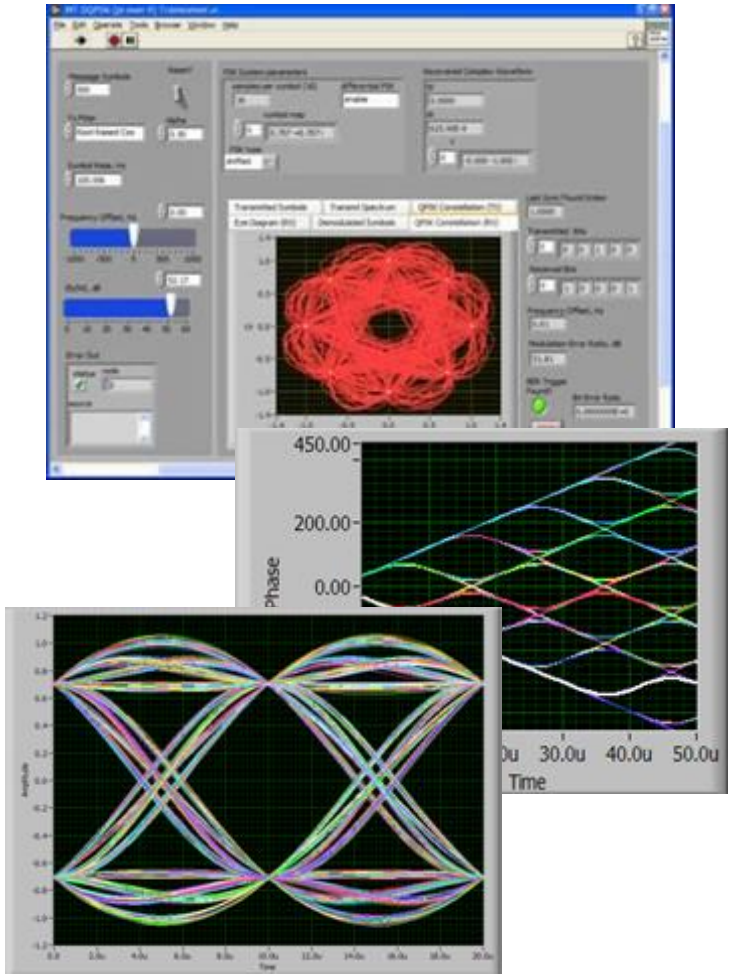
Sistema de comunicação digital



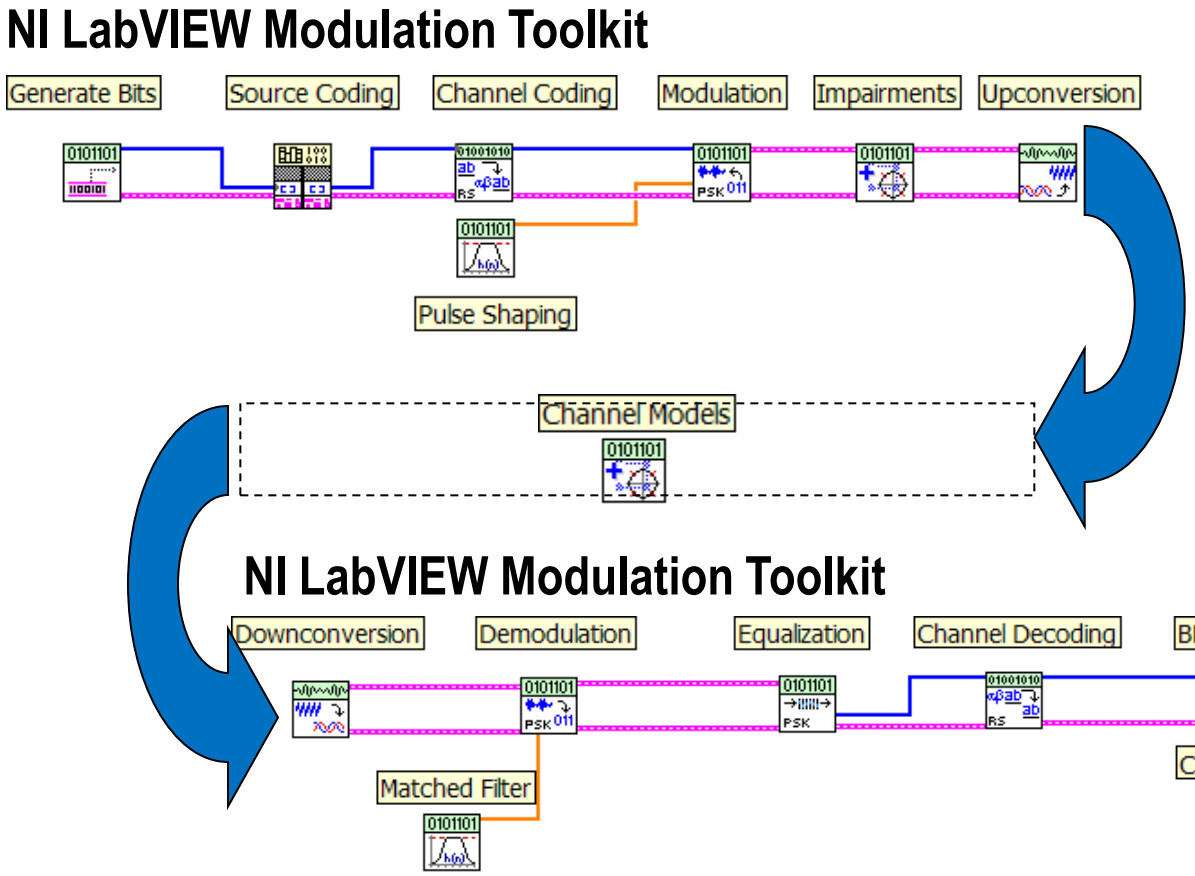
Projetos de comunicações no LabVIEW

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, ρ (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

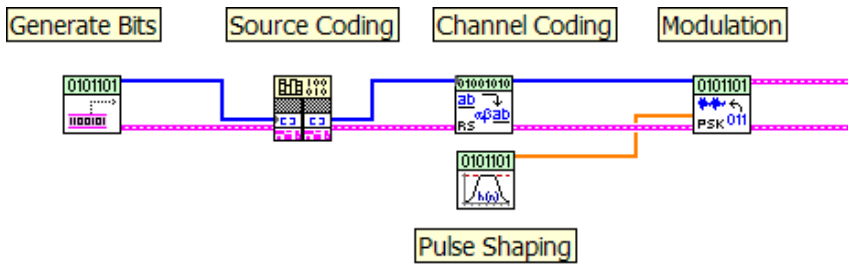


Sistema de comunicação digital



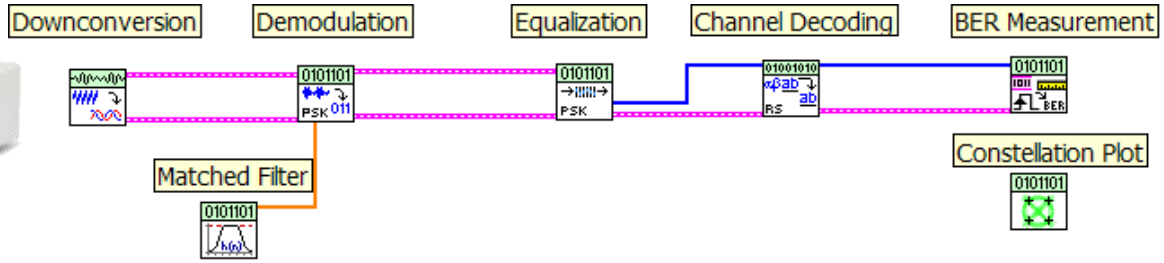
Sistema de comunicação digital

NI LabVIEW Modulation Toolkit



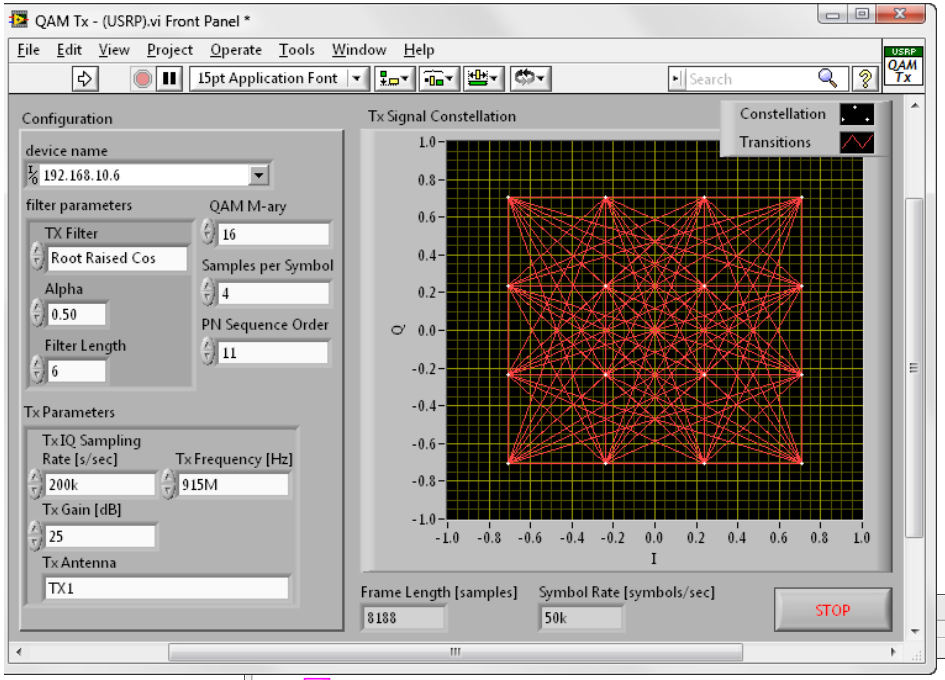
NI USRP

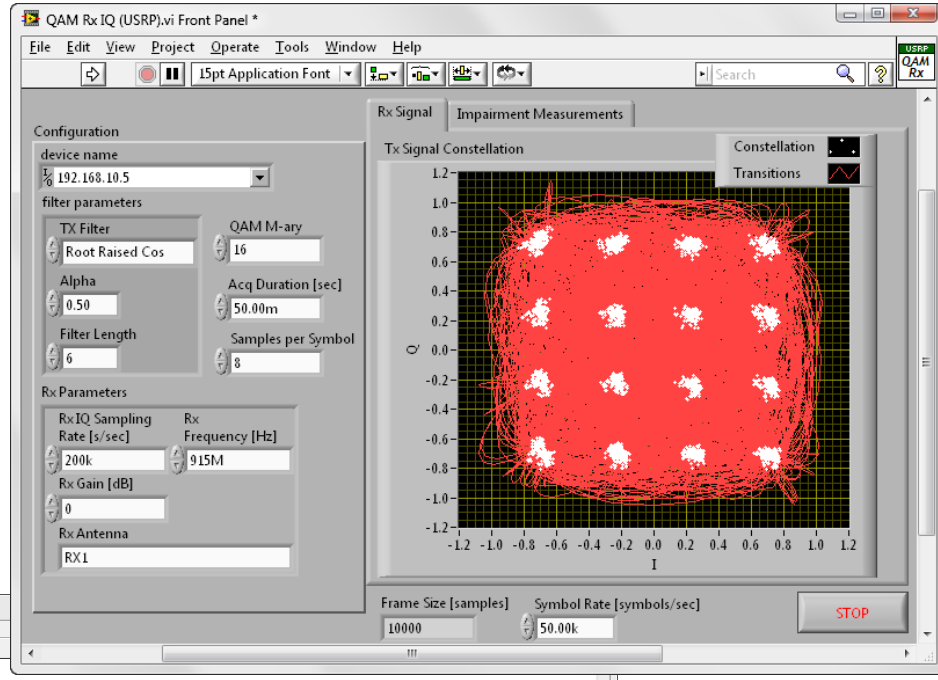
NI LabVIEW Modulation Toolkit

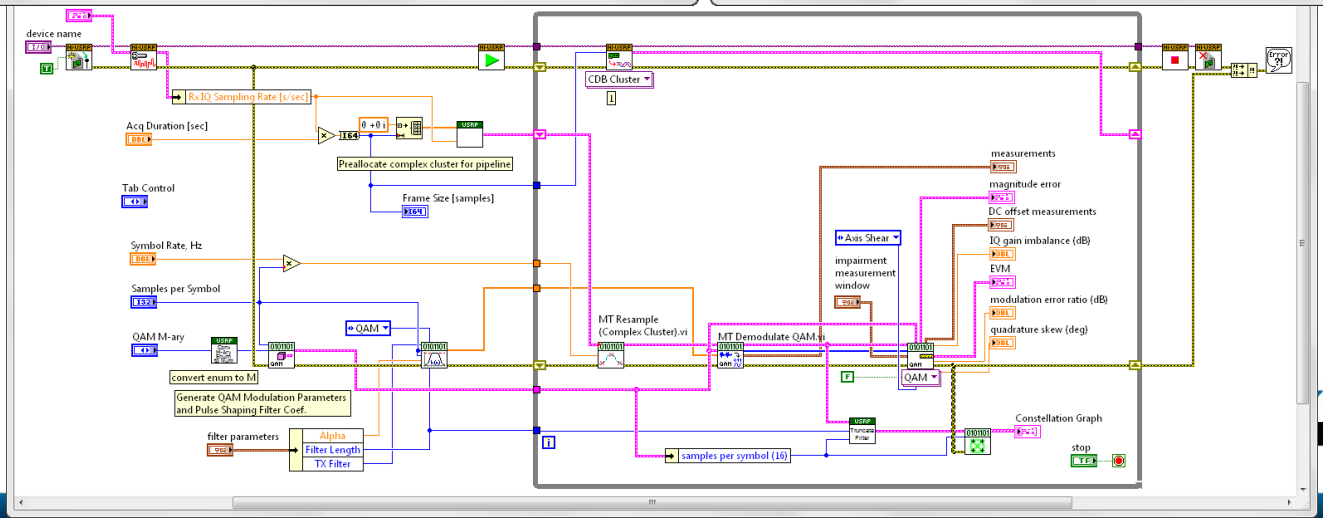


NI USRP

Tópicos avançados de comunicações digitais







NATIONAL INSTRUMENTS

Instalação de link de comunicação baseado no pacote

NI USRP-2920
Transmissor

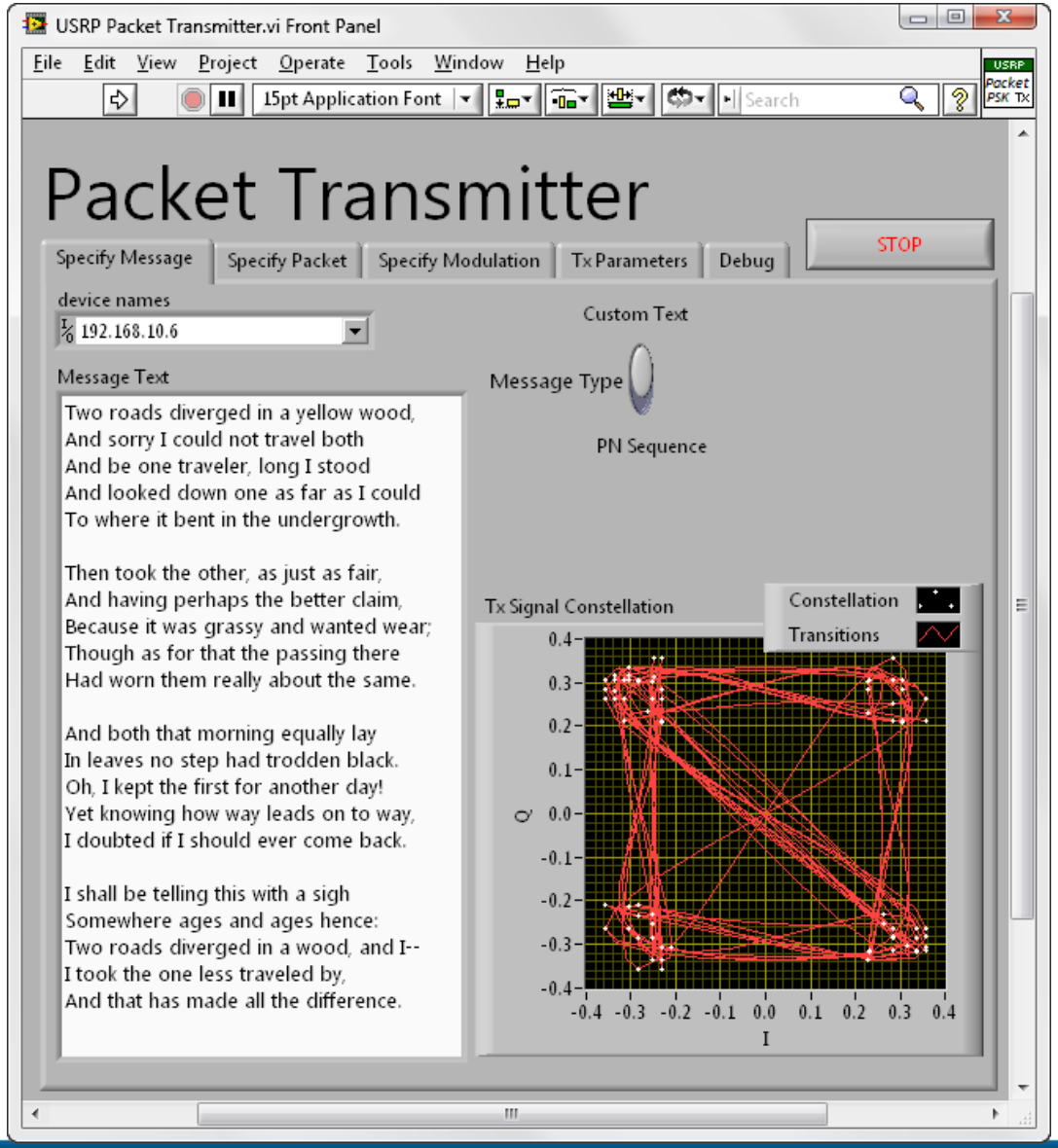
Sinal de RF
Frequência central: 915 MHz
Formato de modulação: pacotes PSK
Taxa de bits: 400 kbps

NI USRP-2920
Receptor

NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW

- Controle do USRP (Tx e Rx)
- Modulação do sinal Tx
- Demodulação do sinal RX
- Reconstrução da mensagem

Transmissor baseado em pacote



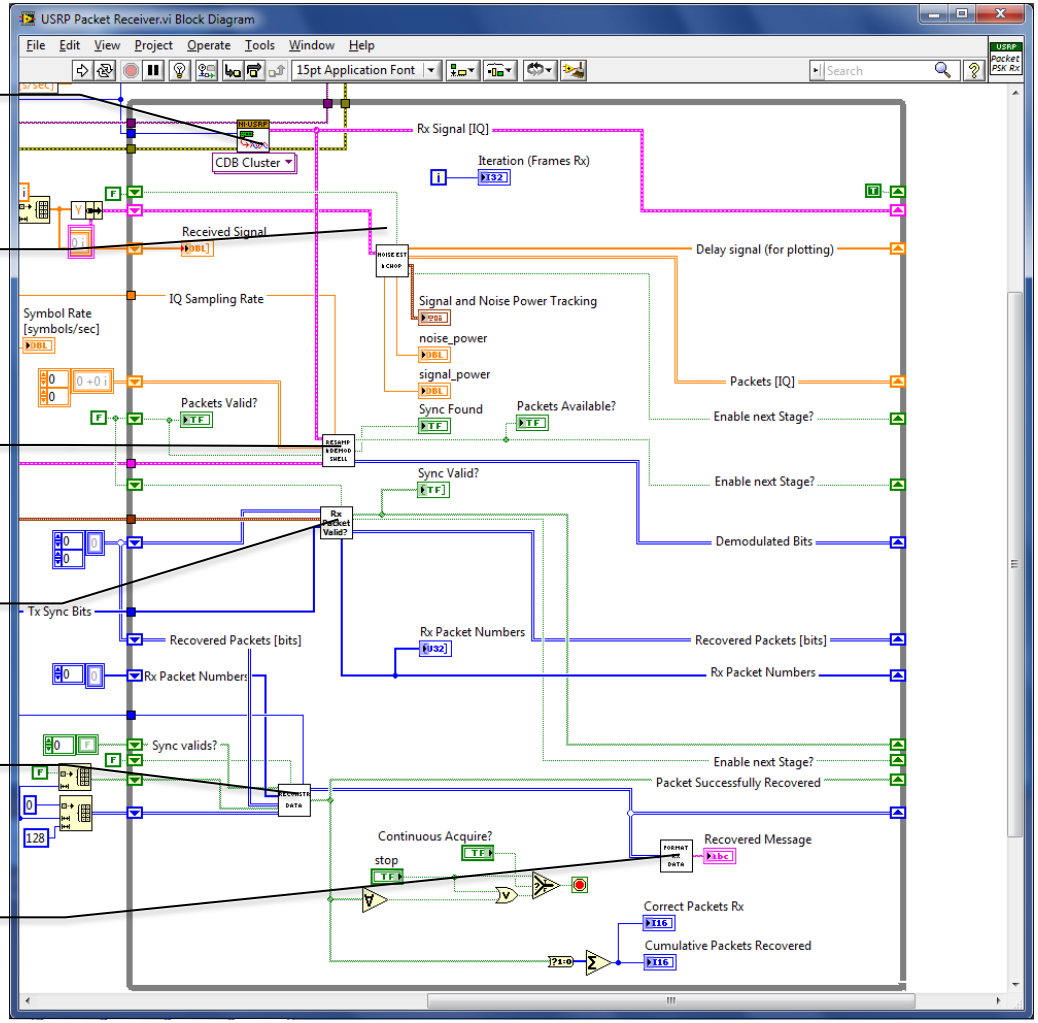
NATIONAL INSTRUMENTS

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 reordernar 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

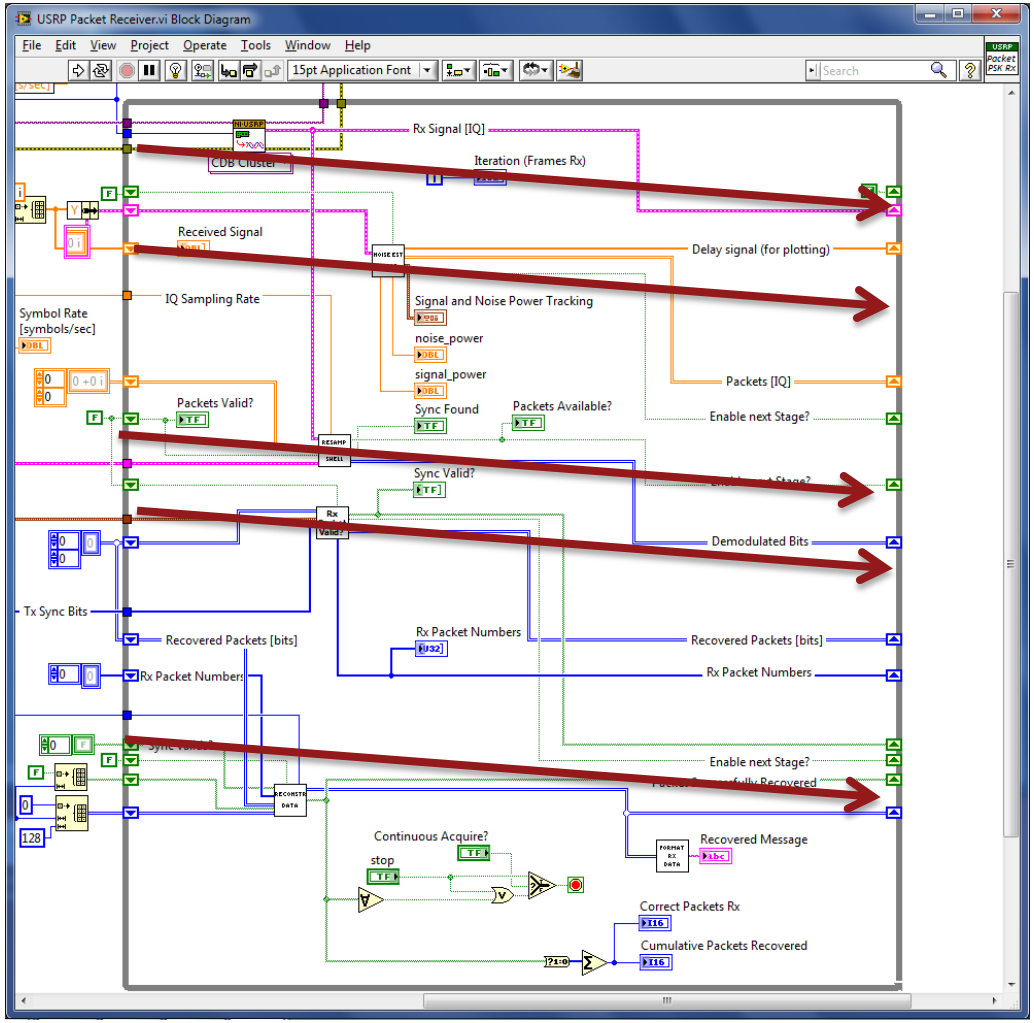
Receptor: Arquitetura de shift register com pipeline

- Adquire
- Detector de energia & separador de pacote
- Reamostra e demodula
- Sincroniza e decodifica o pacote
- Reconstrui os dados
- Converte os bits para ASCII



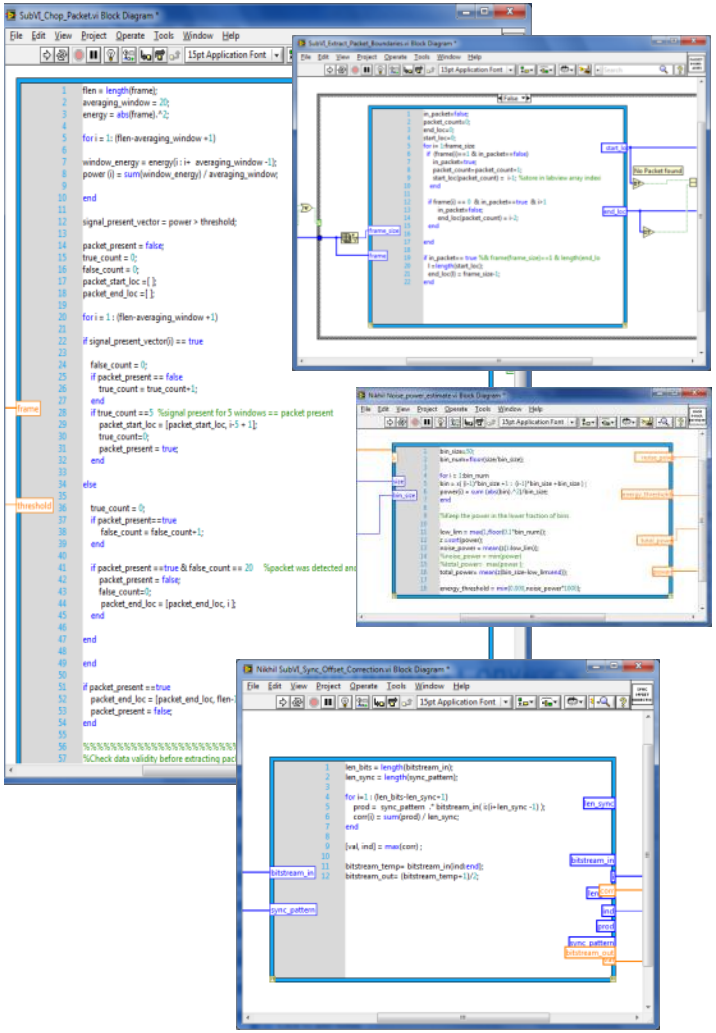
NATIONAL INSTRUMENTS

Receptor: arquitetura de shift register com pipeline

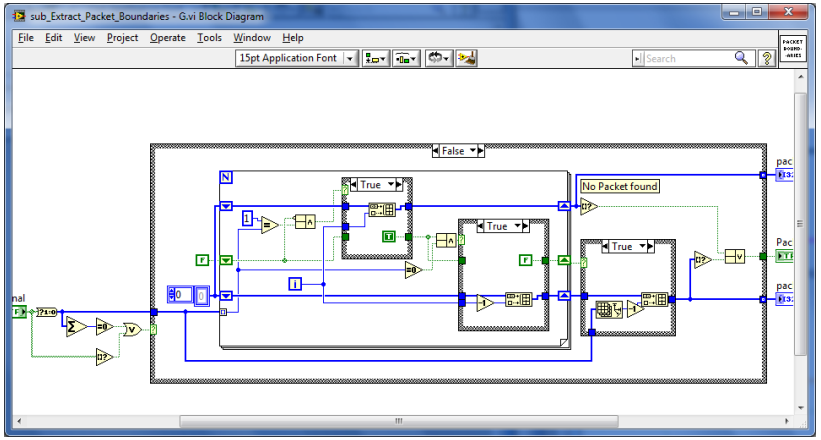


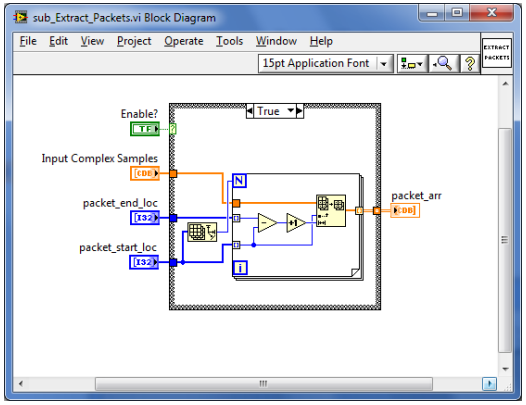
NATIONAL INSTRUMENTS

LabVIEW MathScript RT e implementações gráficas

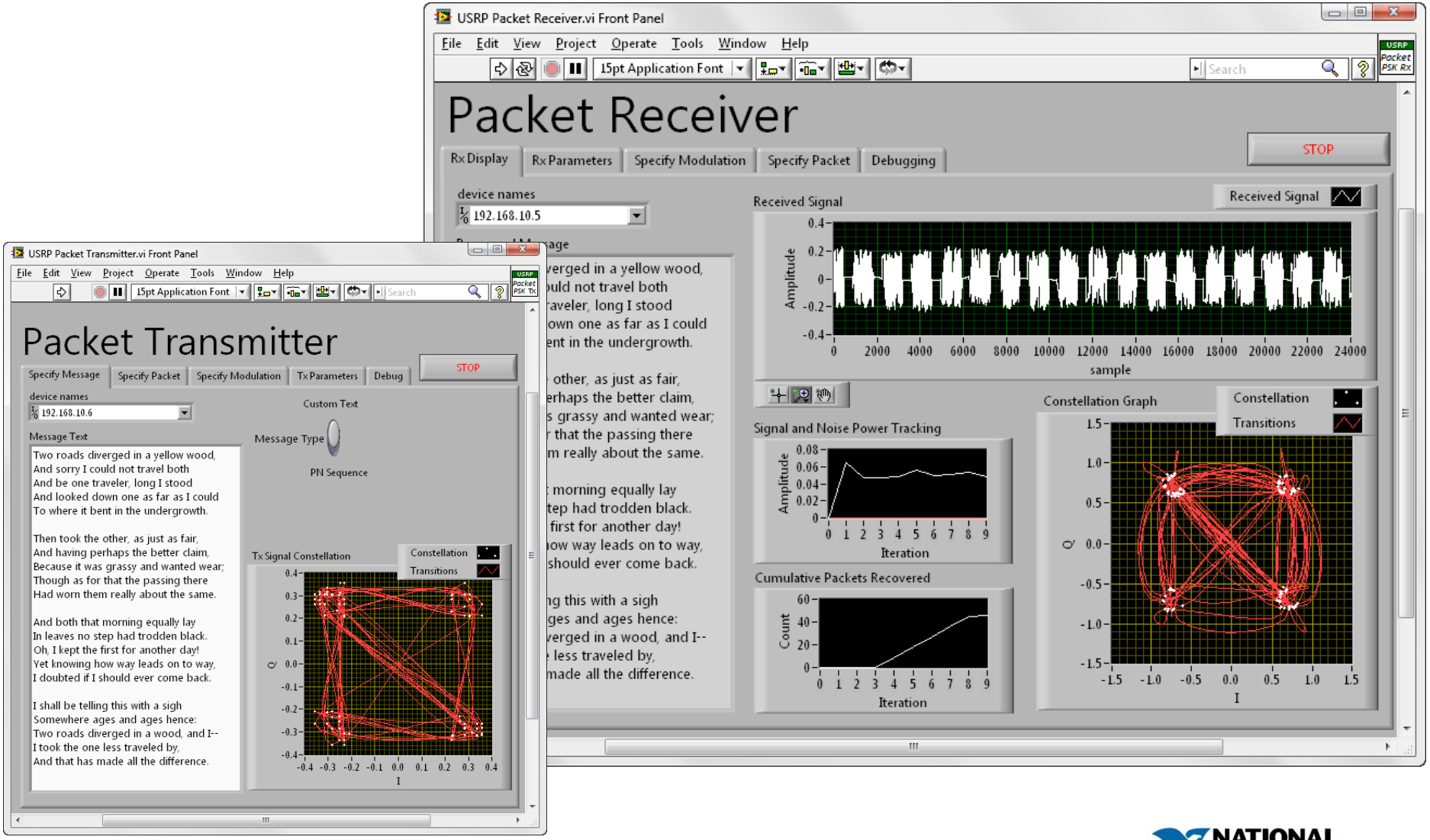


e





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

NATIONAL INSTRUMENTS

RF & Microwave Test

SYMPOSIUM

NATIONAL INSTRUMENTS™