

NIDays09

CONFERÊNCIA TECNOLÓGICA SOBRE
PROJETO GRÁFICO DE SISTEMAS





Gravação de sinais RF: Técnicas avançadas e exemplos de aplicações

Alexsander Loula – Gerente de Engenharia
Bruno Cesar – Engenheiro de Sistemas



Gravação e Reprodução de RF

Tecnologia e Aplicações



Agenda

- Visão Geral
- Principais Tecnologias
 - Barramentos de Dados de Alta Velocidade
 - HDs RAID de Alta Velocidade
 - Estruturas de Programação Paralela
- Configurando sistemas RF
- Exemplos de Aplicações

Gravação e Reprodução de RF

- Grave e reproduza até 3 TB de dados com o NI HDD-8264
- Para gravação de sinais de longa duração



transferência do NI PXIe-5663 para disco

- Largura de Banda de 50 MHz (75 MS/s)
- 300 MB/s
- Pode precisar de pré-seleção

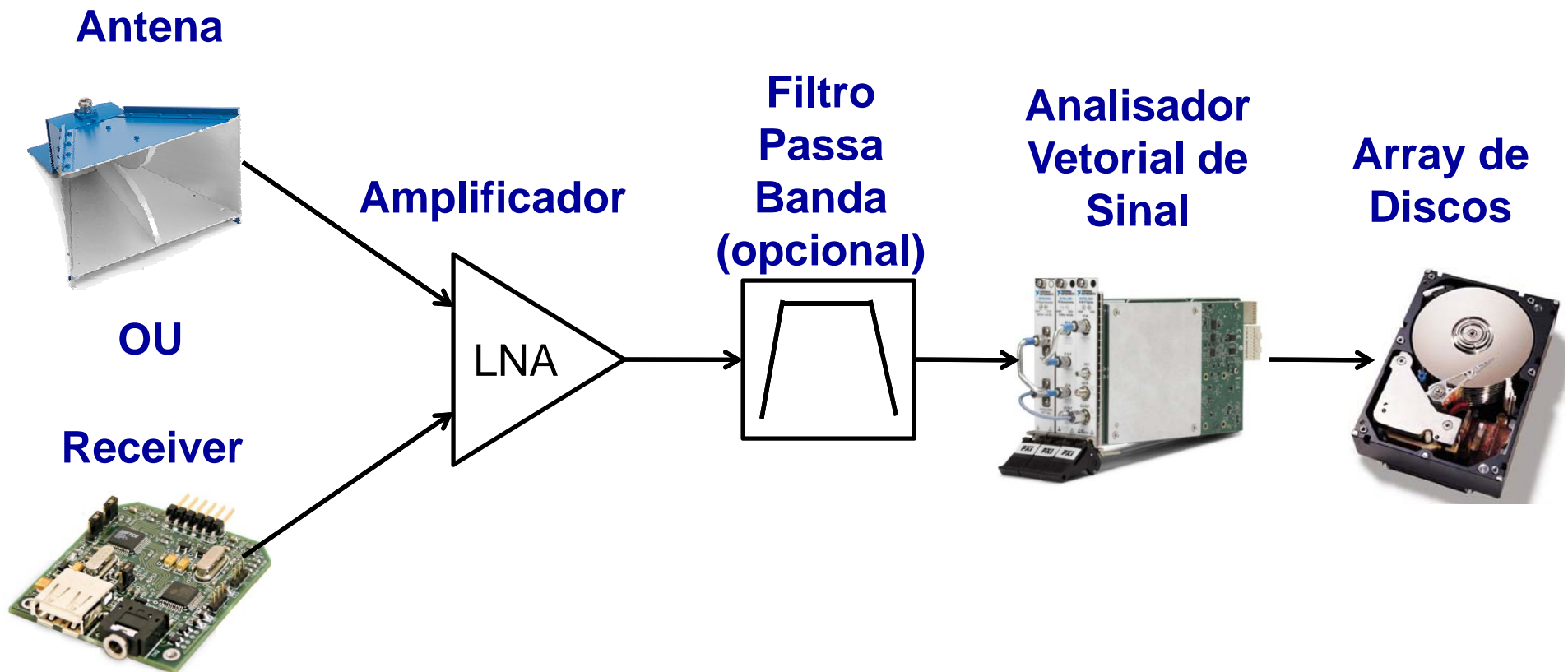


transferência do disco para o NI PXIe-5673

- Largura de Banda de 100 MHz (125 MS/s)
- 500 MB/s
- Formas de onda muito grandes também podem ser criadas em software



Visão Geral do Sistema de Gravação RF



Três Principais Tecnologias

Barramento de
Alta Velocidade

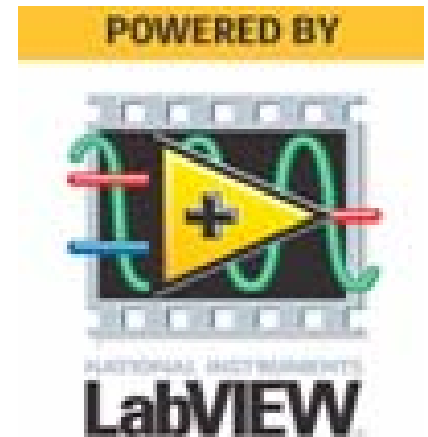
PCI 
EXPRESS®

PXI

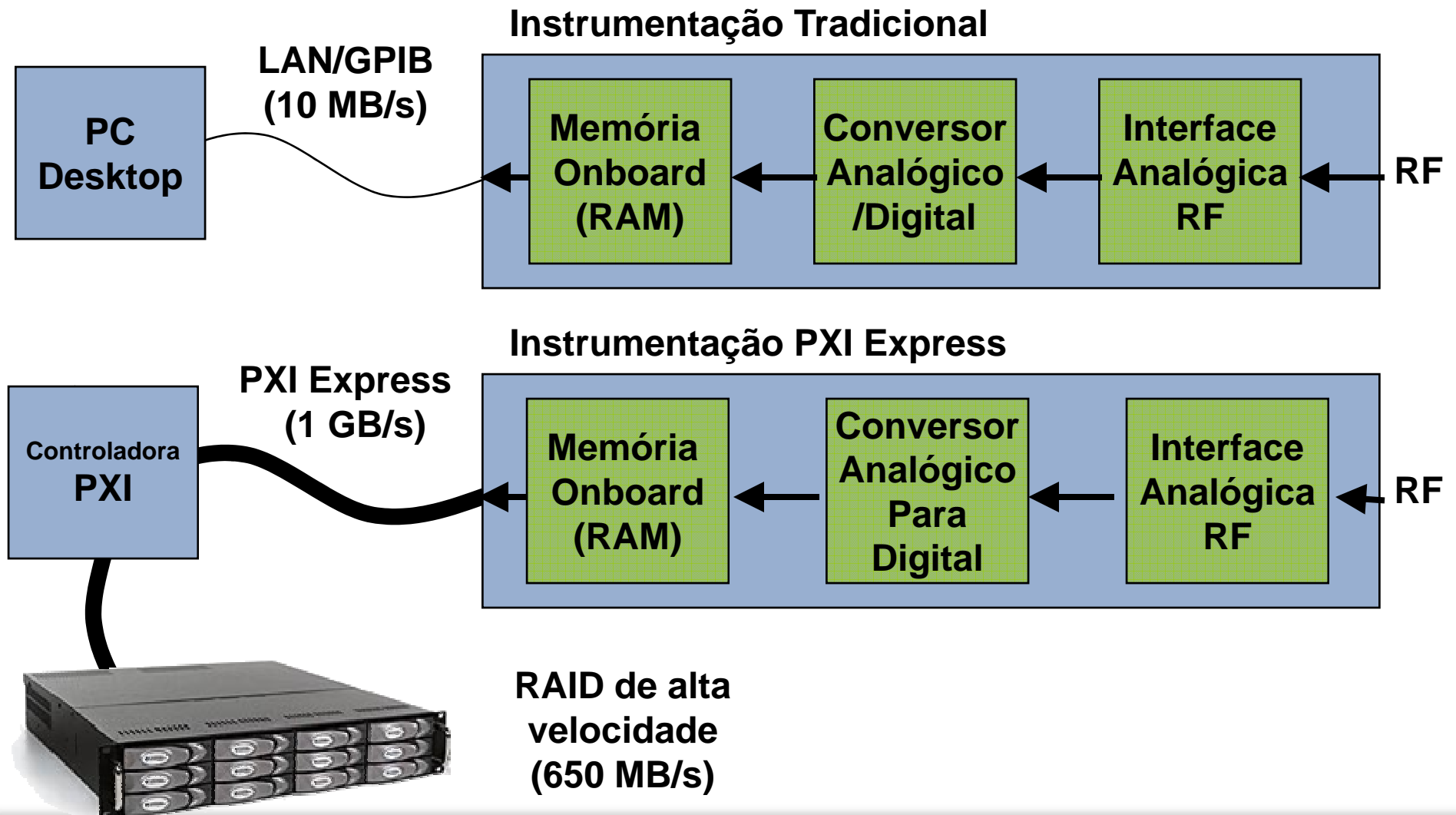
Disco de Alta
Velocidade



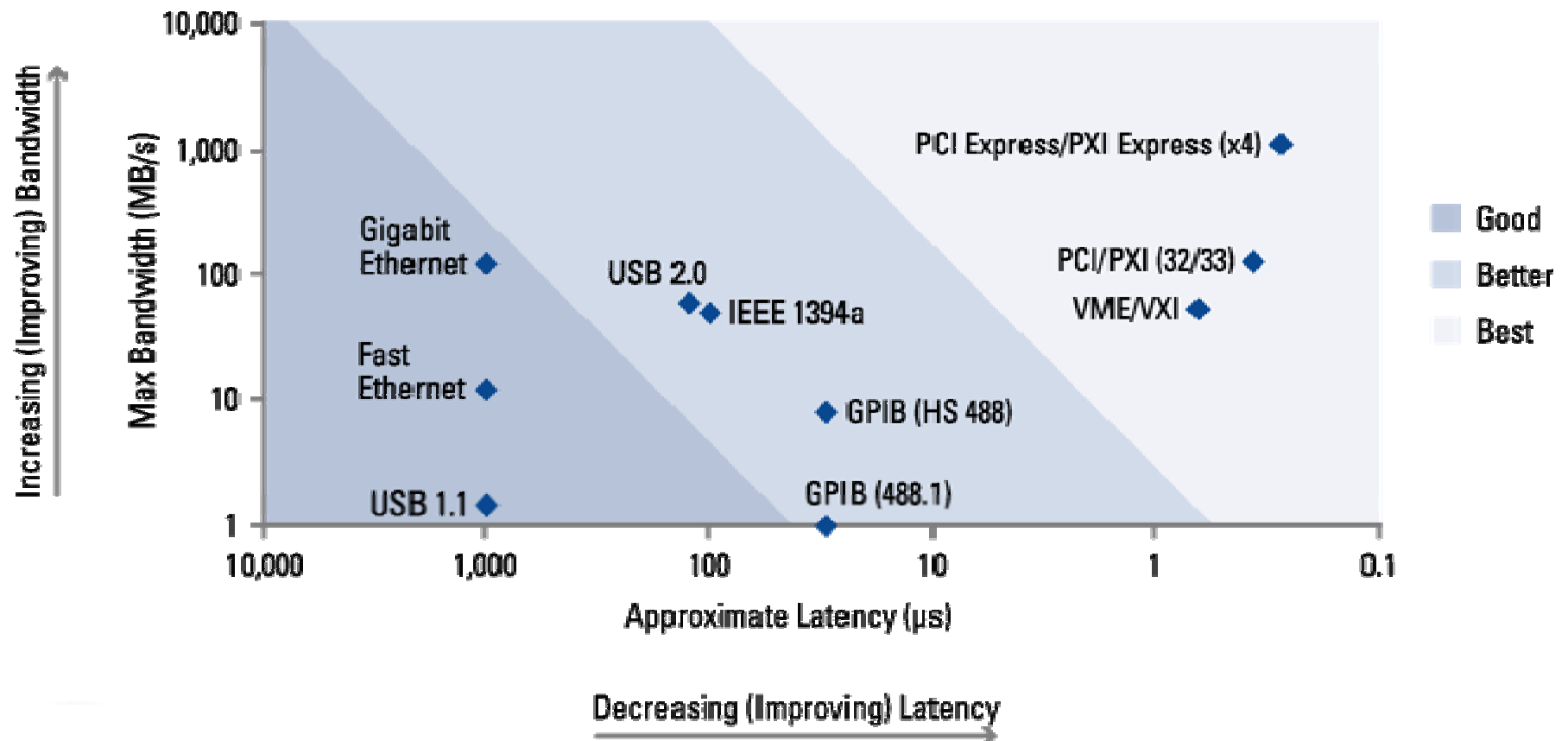
Programação
Paralela no
LabVIEW



Arquitetura de Instrumento- VSA

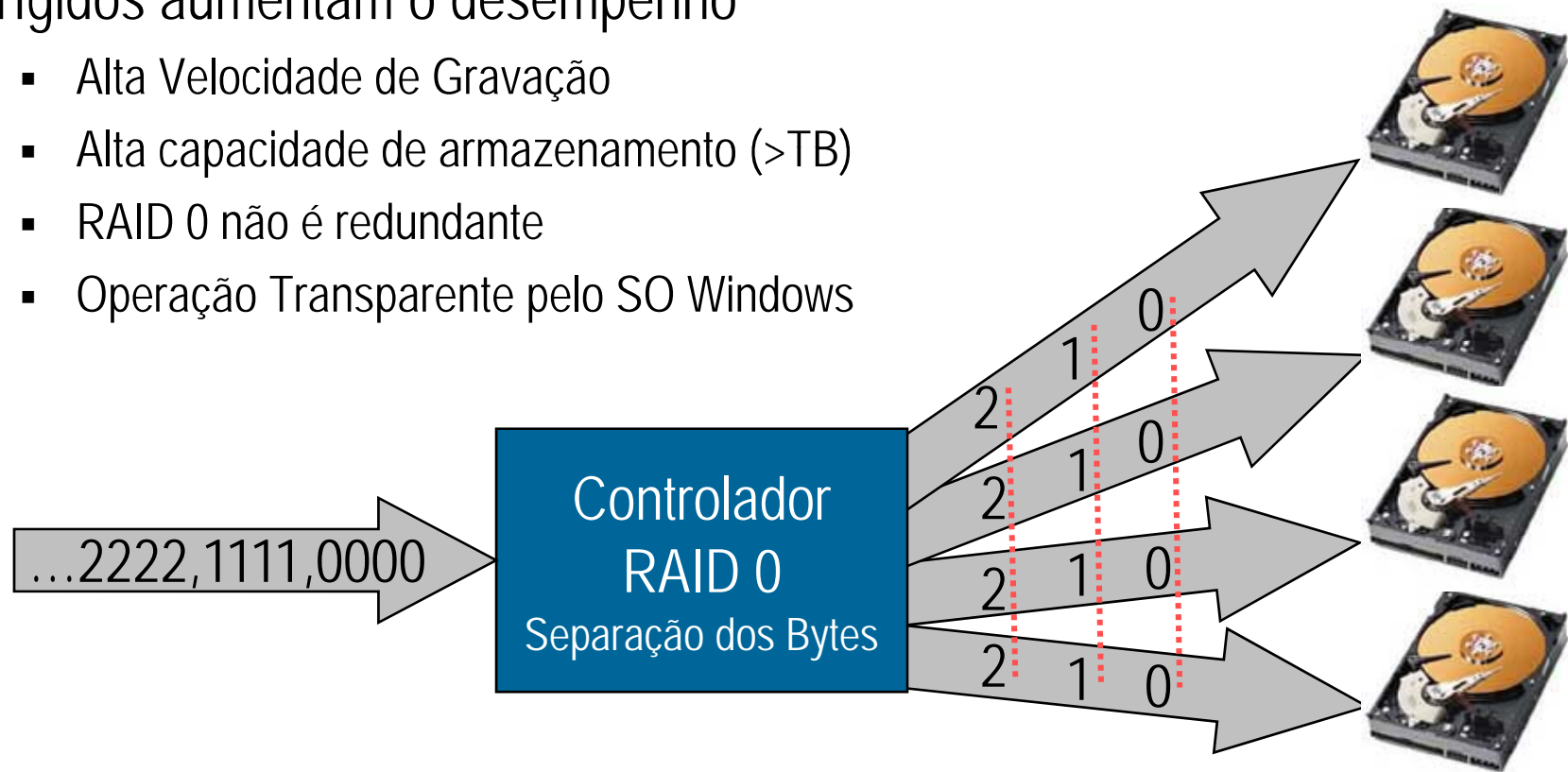


Tecnologia 1: Barramento de Dados de Alta Velocidade



Tecnologia 2: RAID

- Redundant Array of Independent Disks
- Com RAID 0, operações paralelas em múltiplos discos rígidos aumentam o desempenho
 - Alta Velocidade de Gravação
 - Alta capacidade de armazenamento (>TB)
 - RAID 0 não é redundante
 - Operação Transparente pelo SO Windows



Taxas Típicas de Disco

- GPS (2 MHz) = 10 MB/s
- Broadcast de TV (6 MHz) = 35 MB/s
- Monitoramento Espectral (20 MHz e superior) = acima de 100 MB/s

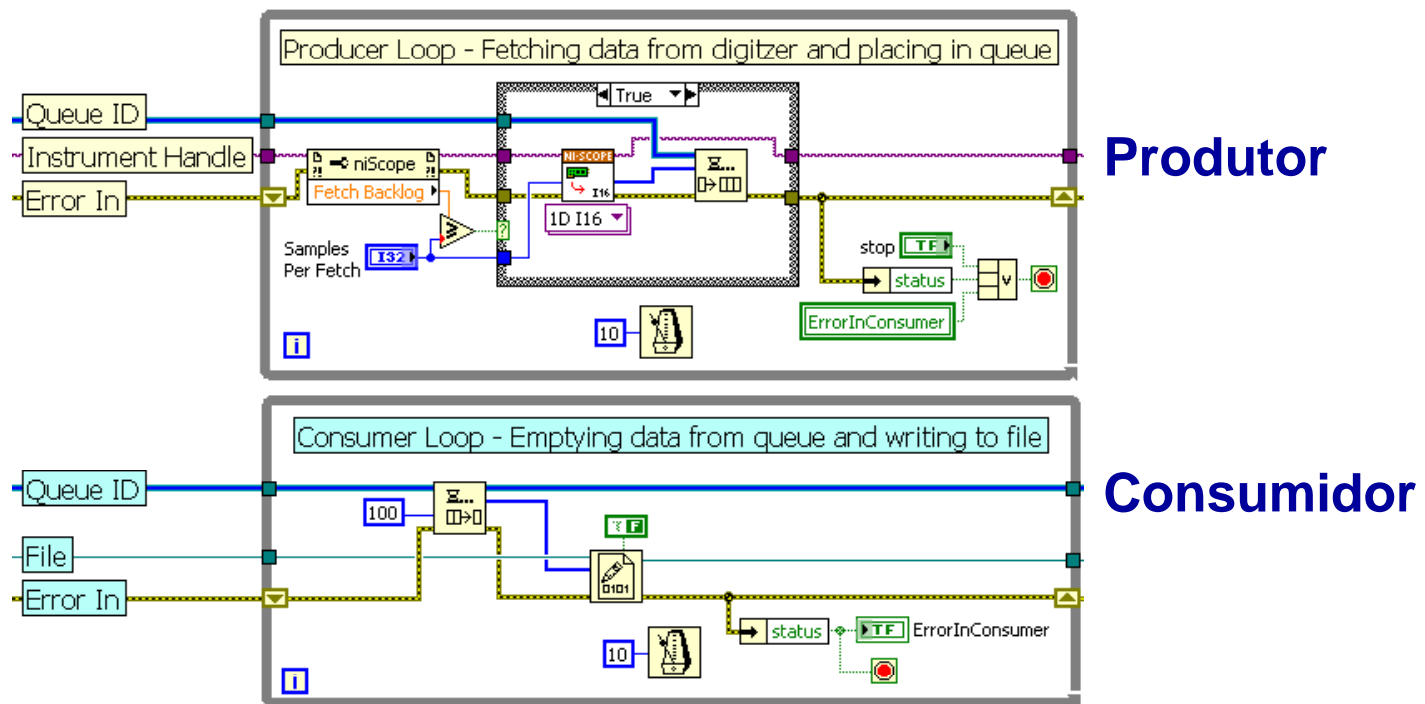
Drive	Transferência (MB/s)	Tamanho	Detalhes
USB hard disk	25	320 GB	Western Digital passport
PXI controller	30	60 GB	NI PXIe-8130
IDE	55	160 GB	Western Digital – 7.200 rpm
SATA	75	250 GB	Seagate Barracuda – 7.200 rpm
RAID 0 (4 disks)	100	1 TB	RAID via Express card
RAID 0 (4 disks)	200	1 TB	NI HDD-8263 RAID controller
RAID 0 (12 disks)	600	3 TB	NI HDD-8264 RAID controller

Matemática: Conversão de Largura de Banda para Duração de Sinal

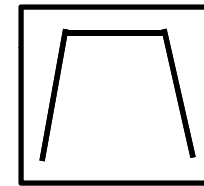
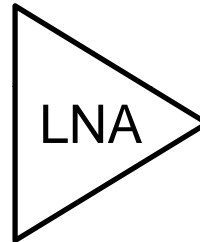
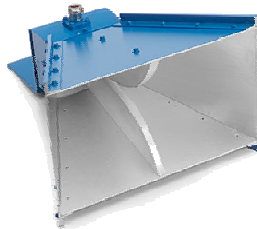
- Largura de Banda RF = $0.8 \times \text{taxa I/Q}$
 - Por exemplo, 50 MS/s = **40 MHz** largura de banda de tempo real
 - Dispositivo de conversão digital - downconversion
- Transferência de Dados = 4 bytes por amostra \times taxa I/Q (amostras/s)
 - Cada amostra = 2 bytes para I e 2 bytes para Q
 - 40 MHz = 50 MS/s \times 4 = 200 MB/s
- Duração com tamanho de 2 TB
 - 50 MHz = 2 Horas
 - 40 MHz = 2,5 Horas
 - 20 MHz = 5 Horas
 - 4 MHz = 25 Horas

Tecnologia 3: LabVIEW Multithreading

- Programação Gráfica simplifica transferência rápida de dados
- Ambiente paralelo/multithreaded otimiza transferência rápida de dados

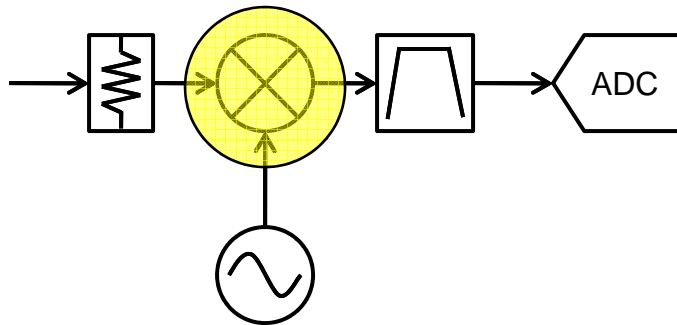


Configurando Sistemas RF para gravar sinais irradiados



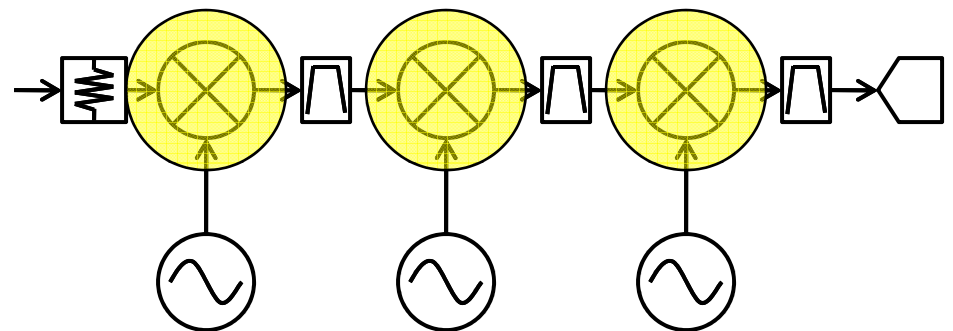
Downconverter - Sinal versus Superhet

Downconversion de estágio único



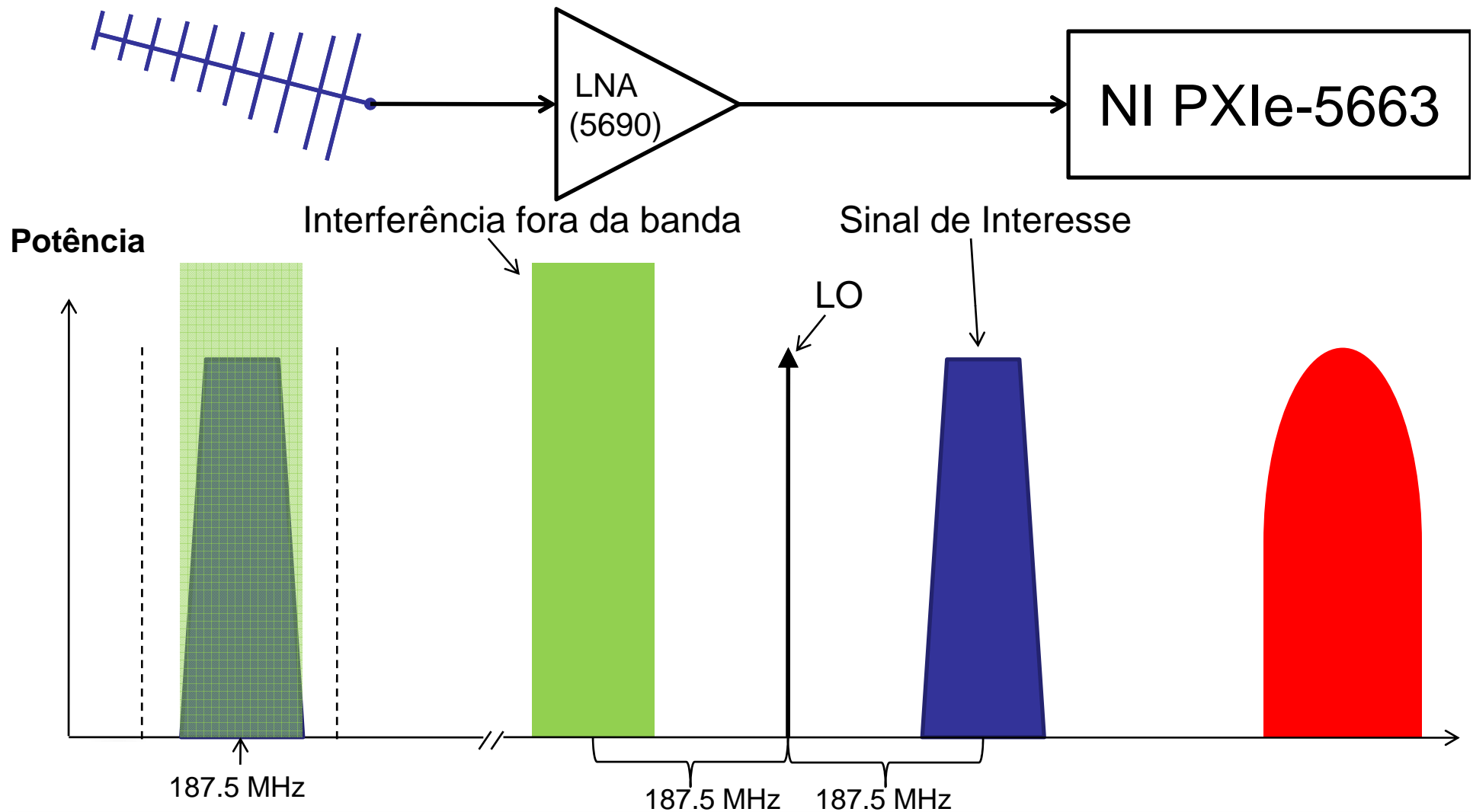
- Exemplo = NI PXIe-5663
- Pré-seleção (filtro) sempre recomendado
- Melhor *Noise Floor*

Downconversion Super-Heteródino

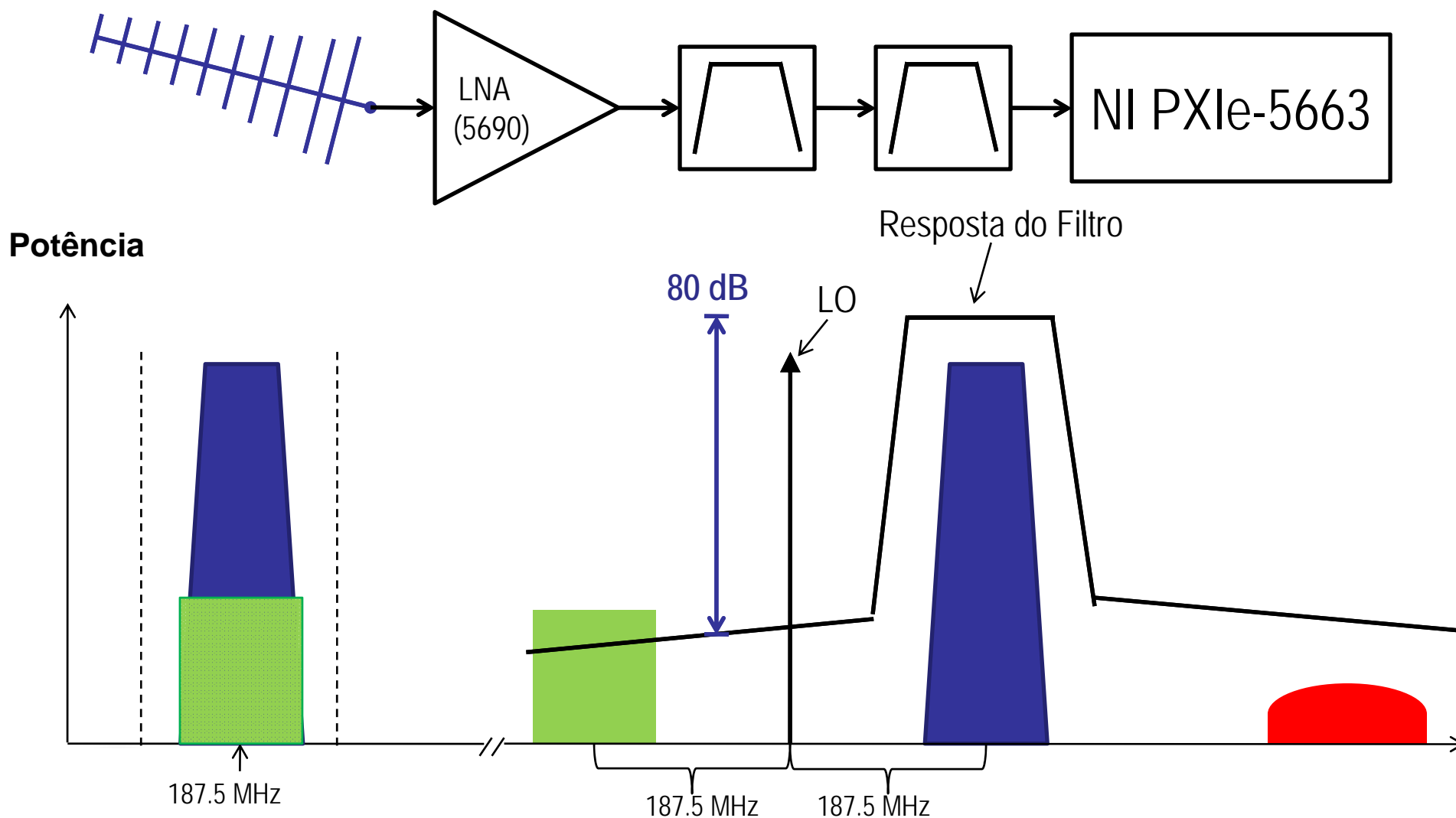


- Exemplo = NI PXI-5661
- Algumas vezes requer pré-seleção (filtro)
- Melhor rejeição de IF e sinais fora da banda

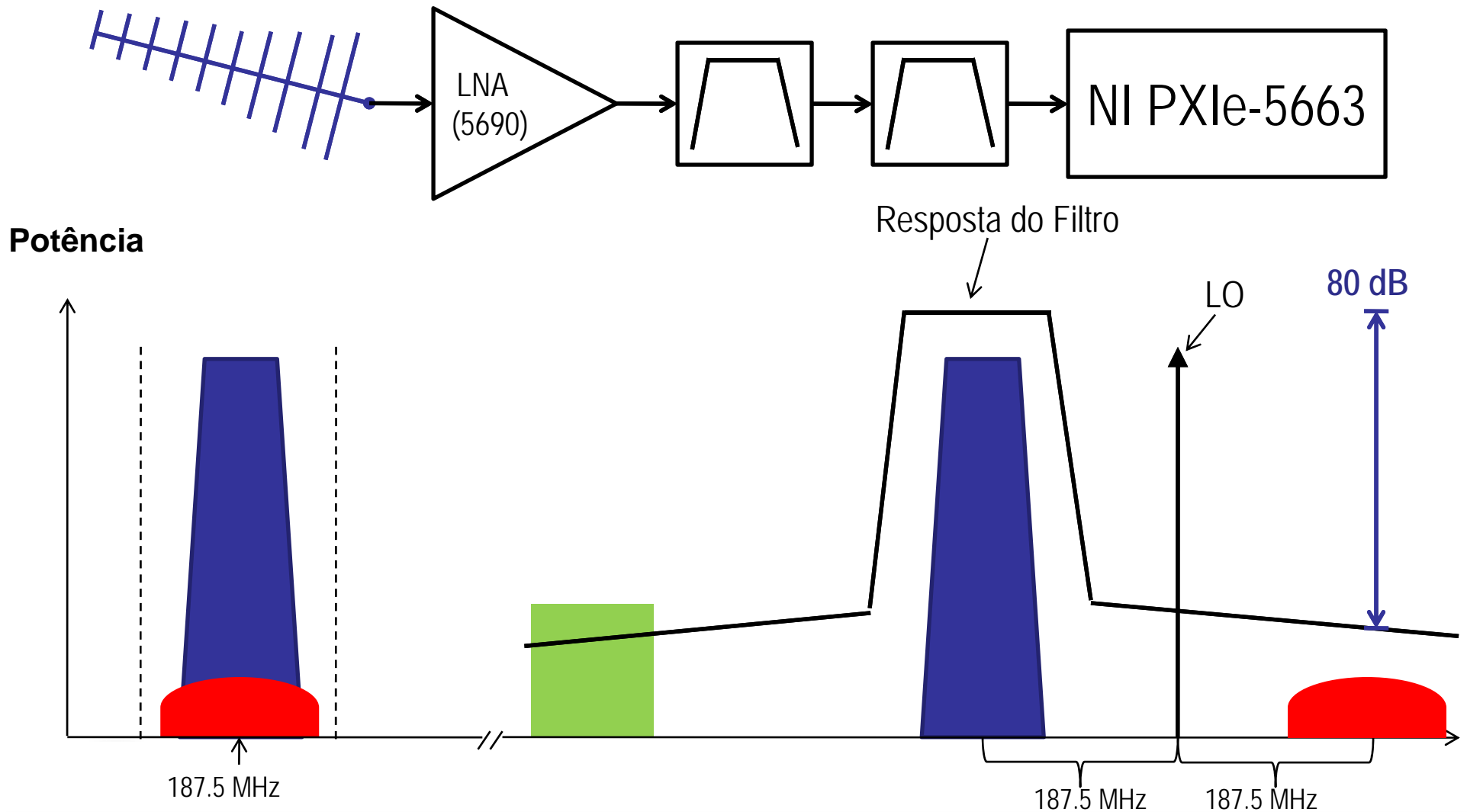
Gravação de estágio único SEM um Filtro de Pré-seleção



Gravação COM um Filtro de Pré-seleção (Low-Side LO injection)

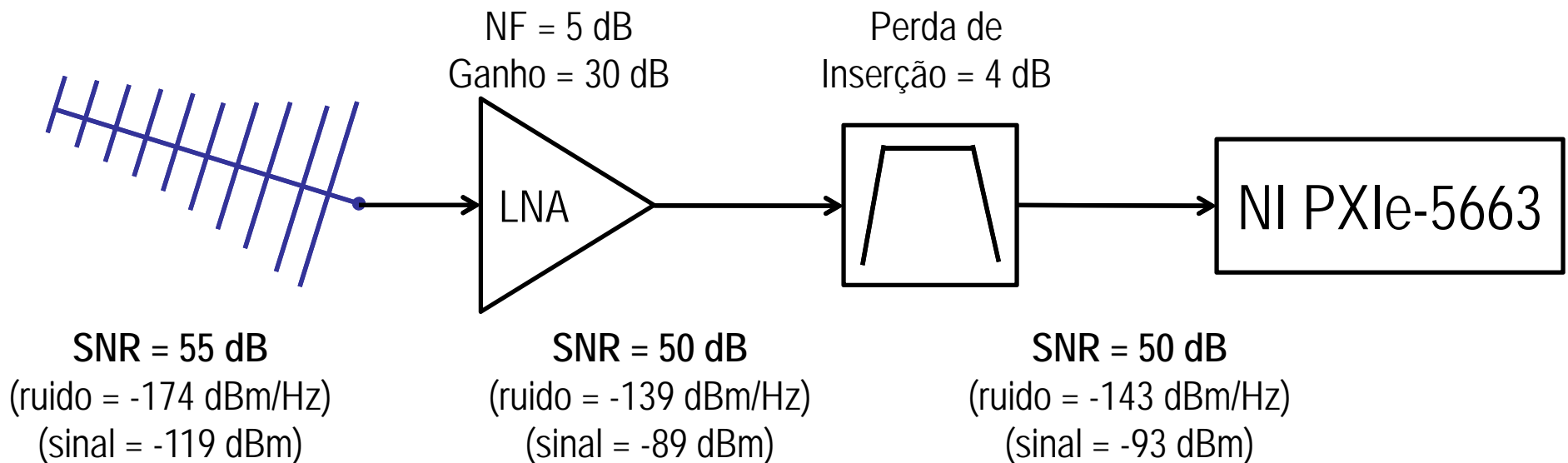


Escolhendo o Lado do LO Injection



Configurando o Filtro de Pré-seleção

- Filtro deve ser centralizado no sinal de gravação
- Sempre posicione o filtro depois do LNA (low-noise amplifier)
 - Filtros induzem perdas de inserção inerente
 - Atenua ruído induzido pelo LNA



Calculando a Figura Cascadeada de Ruído

- Amplificadores adicionam ruídos a qualquer sinal – Figura de Ruído (NF)
- Filtros têm figuras de ruído – perdas por inserção
- NF de um sistema cascadeado pode ser calculado por:

$$nf_{receiver} = nf_1 + \frac{nf_2 - 1}{g_1} + \frac{nf_3 - 1}{g_1 g_2} + \frac{nf_n - 1}{g_1 g_2 \cdots g_n}$$

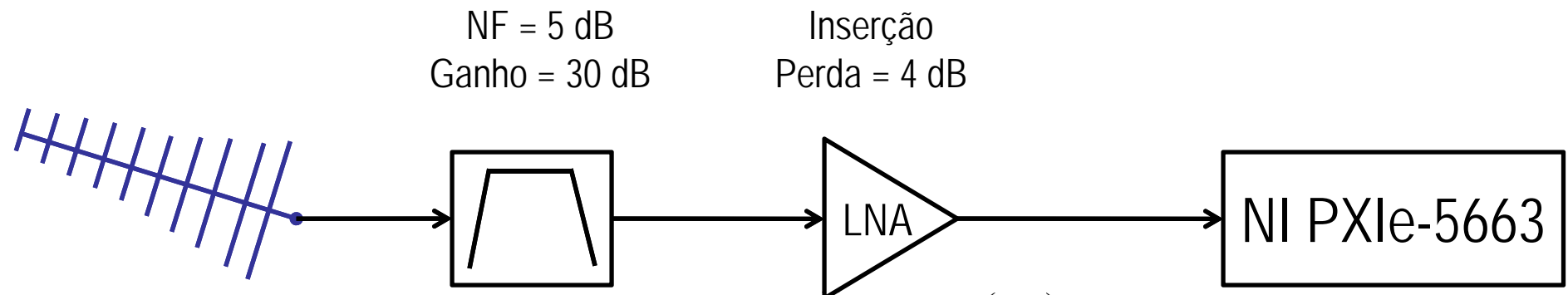
$$NF_{dB} = 10 \times \log_{10}(nf) \quad nf = 10^{\left(\frac{NF_{dB}}{10}\right)}$$

NF = Noise figure

nf = Noise factor

g = Gain (linear)

Cenário 1: Filtro Antes do LNA



$$nf_{filter} = 10^{\left(\frac{4dB}{10}\right)} = 2.51$$

$$g_{filter} = 10^{\left(\frac{-4dB}{10}\right)} = 0.4$$

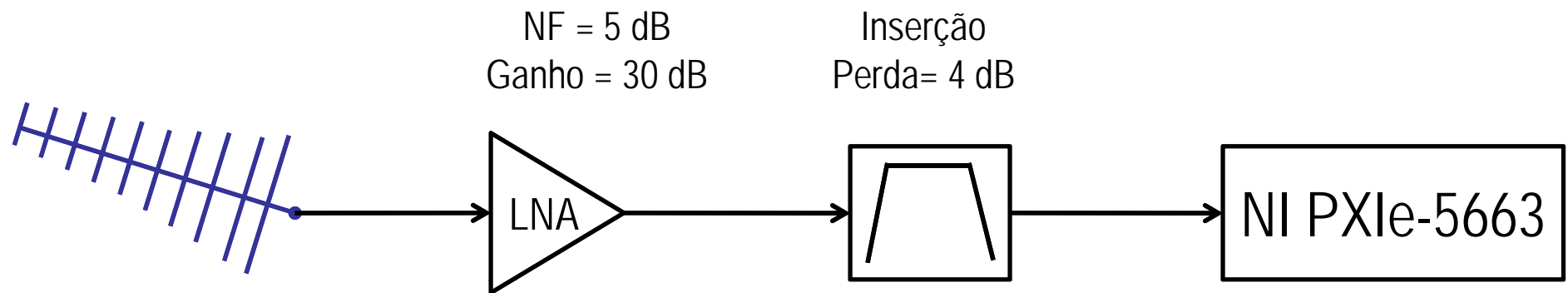
$$nf_{LNA} = 10^{\left(\frac{5dB}{10}\right)} = 3.16$$

$$g_{LNA} = 10^{\left(\frac{30dB}{10}\right)} = 1000$$

$$nf_{receiver} = nf_1 + \frac{nf_2 - 1}{g_1} = 2.51 + \frac{3.16 - 1}{0.40} = 2.51 + 5.40 = 7.91$$

$$NF_{dB} = 10 \times \log_{10}(7.91) = 9.0$$

Cenário 2: LNA DEPOIS do Filtro

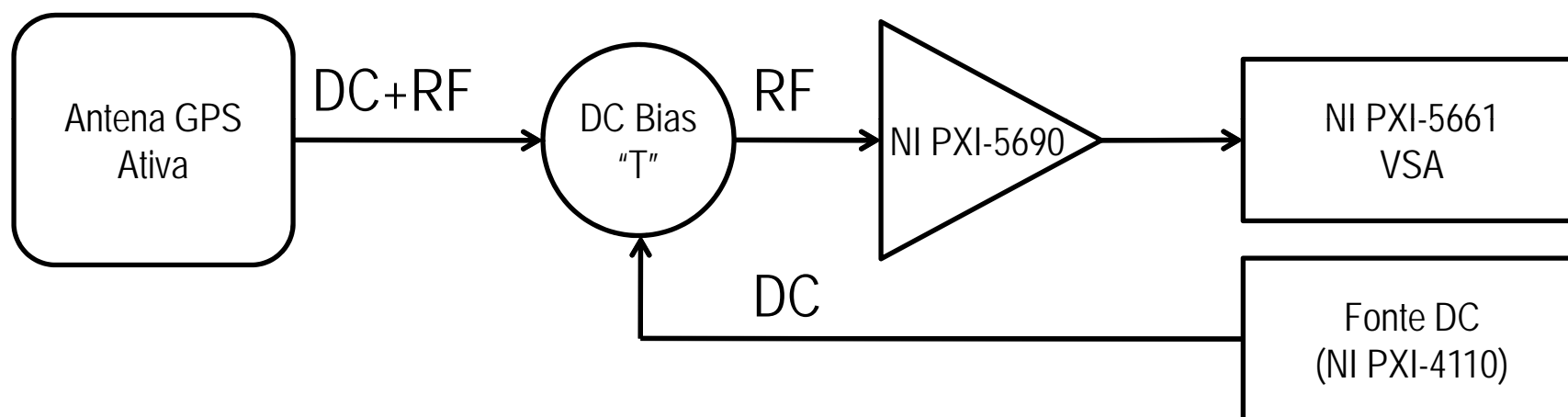


$$nf_{LNA} = 10^{\left(\frac{5dB}{10}\right)} = 3.16 \quad nf_{filter} = 10^{\left(\frac{4dB}{10}\right)} = 2.51$$
$$g_{LNA} = 10^{\left(\frac{30dB}{10}\right)} = 1000 \quad g_{filter} = 10^{\left(\frac{-4dB}{10}\right)} = 0.4$$

$$nf_{receiver} = nf_1 + \frac{nf_2 - 1}{g_1} = 3.16 + \frac{2.51 - 1}{1000} = 3.16 + 0.00151 = 3.16$$

$$NF_{dB} = 10 \times \log_{10}(3.16) = 5.0$$

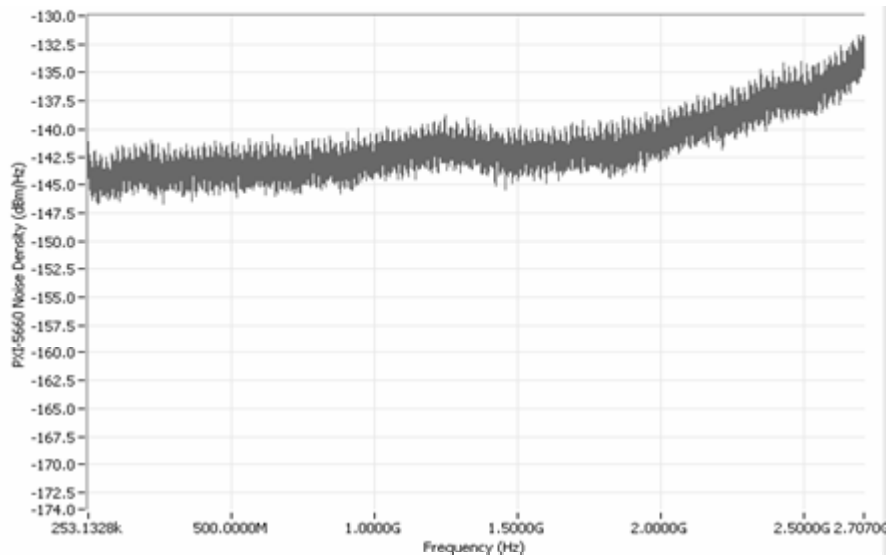
Usando Antenas Ativas – GPS



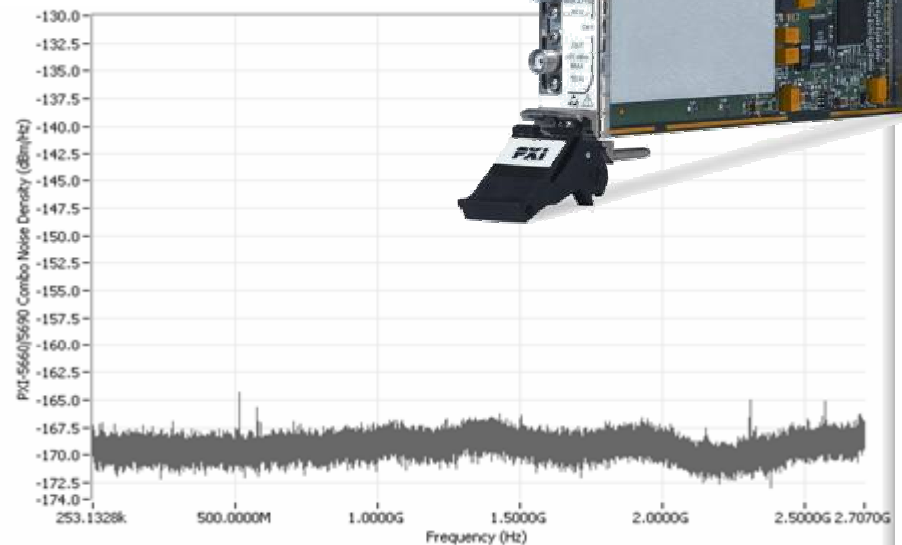
Demo: Gravação e Reprodução de RF

NI PXI-5690 Pré Amplificador de RF

- Canal 0: Ganho de 30 dB com figura de ruído de 5 dB – Típico
- Canal 1: Ganho de -10 à 20 dB e superior – Típico em 1,5 GHz
- 100 kHz a 3.0 GHz alcance de frequência
- Vendido Separadamente



PXI-5661 Noise Floor

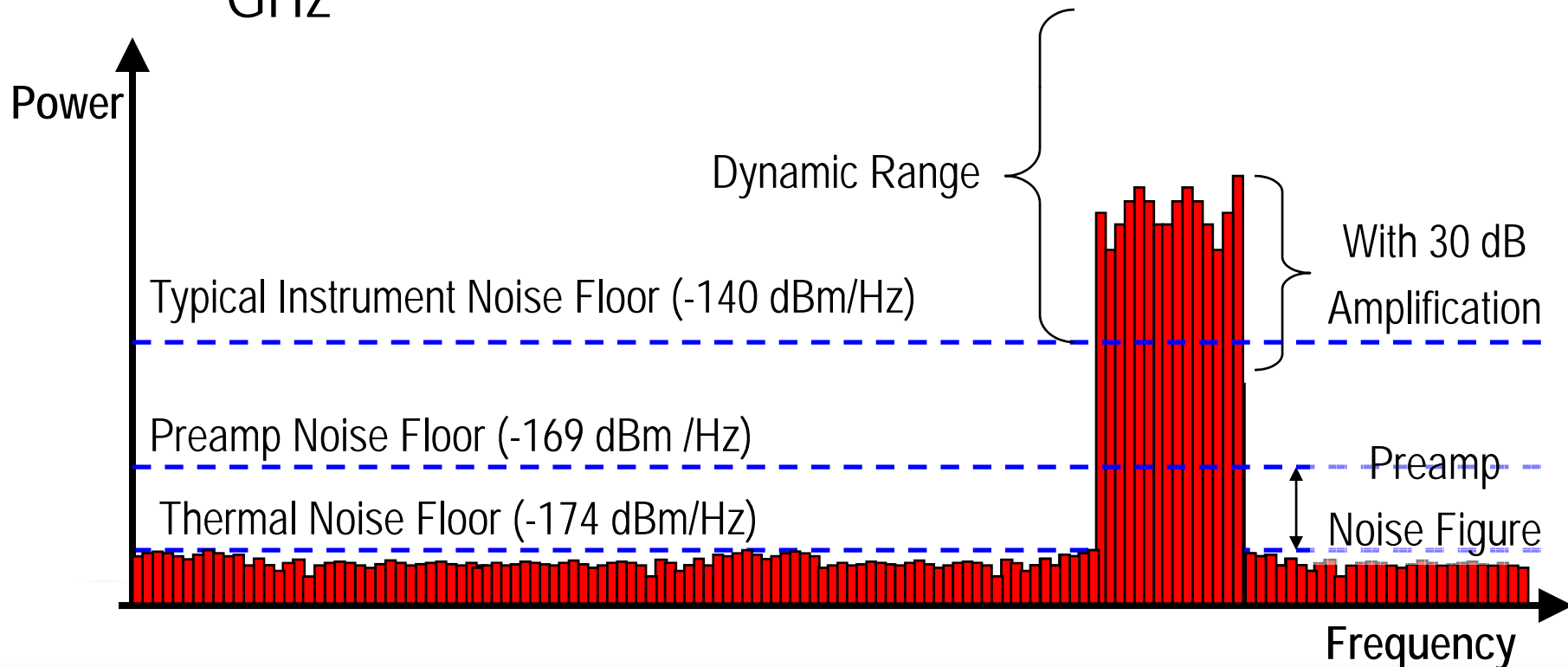


PXI-5661 com pré amplificador



Quando usar um pré amplificador

- PXI-5690 figura de ruído: 5 dB típico para 3 GHz
- PXI-5661/5690 *noise floor*: -162 dBm/Hz para 2.7 GHz



Exemplo de Aplicação: Teste de Receptor GPS

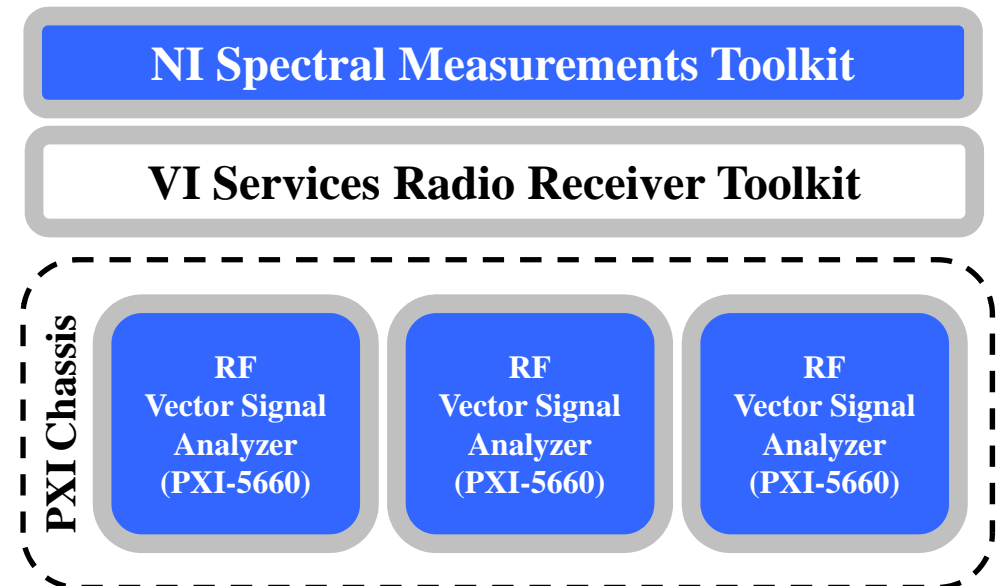
- Simulado com LabVIEW
 - Teste de sensibilidade e precisão de posição
 - Geração de um ou múltiplos satélites (1 a 12 satélites)
 - Configurações personalizadas de latitude, longitude, altitude e velocidade
- Gravação e Reprodução
 - Habilidade para capturar imparidades do mundo real (*multipath fading*)
 - Capture dinamicamente mudanças de potência de satélite
 - Posição dinâmica de posição/velocidade (drive test)



Exemplo de Aplicação: Chengdu Huari–Monitoramento Espectral por RF



Imagem cortesia de Huari Telecom



“Nós melhoramos significante a funcionalidade e o desempenho de nosso monitor de rádio e sistemas de busca direcional usando o módulos RF da NI e a plataforma PXI.”
– Jingyou Mo, President, Huari Telecom

Novos Instrumentos RF de 6.6 GHz

NI PXIe-5663 VSA

- Downconverter heterodyne de estágio único
- 10 MHz a 6.6 GHz
- Largura de banda instantânea de 50 MHz (3 dB)
- Ruído de Fase 112 dBc (10 kHz) a 1 GHz
- Até 80 dB SFDR



NI PXIe-5673 VSG

- Upconversion de RF Direto (homodyne)
- 85 MHz a 6.6 GHz
- Largura de Banda instantânea >100 MHz
- Ruído de Fase 112 dBc (10 kHz) a 1 GHz
- RF de até +10 dBm de potência de saída



Resumo

- Stream-to-disk possível graças as tecnologias:
 - Barramento de dados de alta velocidade
 - HDs RAID de alta velocidade
 - Estrutura de programação paralela do LabVIEW
- Gravação de RF requer atenção especial configuração do sistema RF
- Gravação e reprodução permite aplicações únicas
 - Teste de Receptor
 - Monitoramento de Espectro



Obrigado!

Não esqueça de preencher a avaliação.

Para mais informações acesse ni.com ou
ligue para (11) 3149-3149

