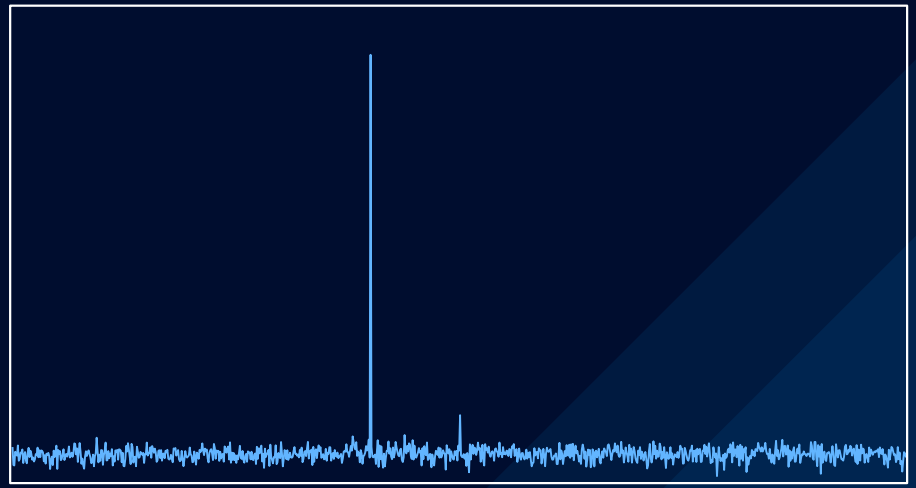
スペクトラム・アナライザの基礎 – ダイナミック レンジ



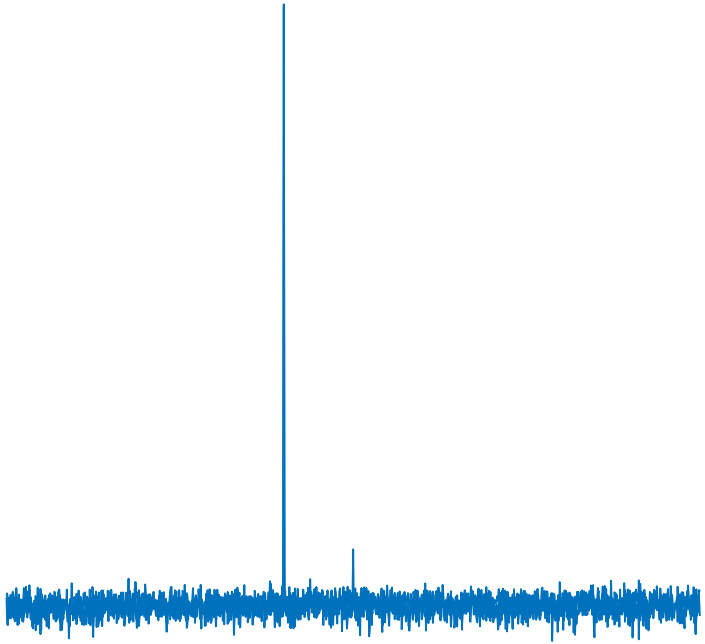
ROHDE&SCHWARZ

Make ideas real

おすすめの視聴方法

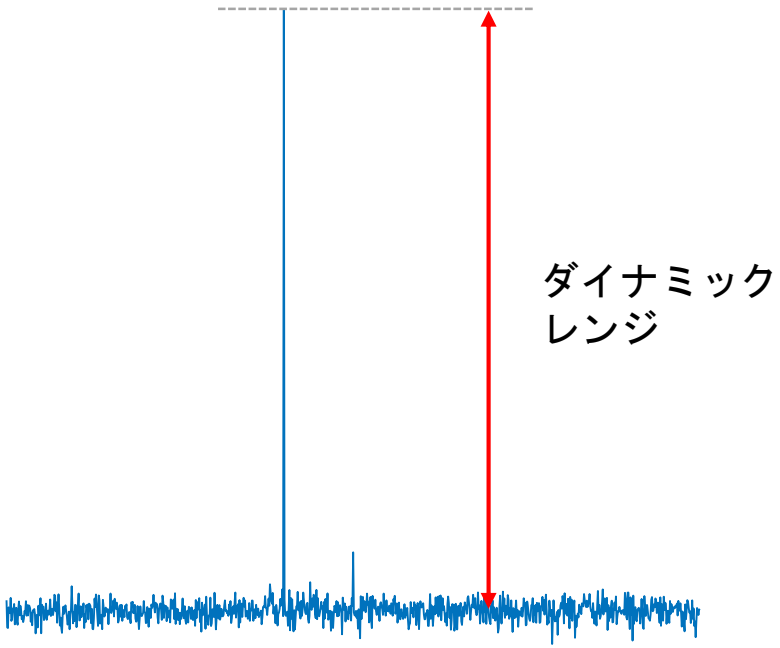
高レベル信号と低レベル信号の測定について

- 必要に応じて、アッテネータを使用して**高レベル**信号を測定できます
- アンプは、**低レベル**信号の測定に役立ちます
- ただし、高レベル信号と低レベル信号の**両方**を**同時に**測定することは困難な場合があります
- スペクトラム解析における重要な測定
  - 非常に大きな信号が存在する中で、微小な信号を測定すること



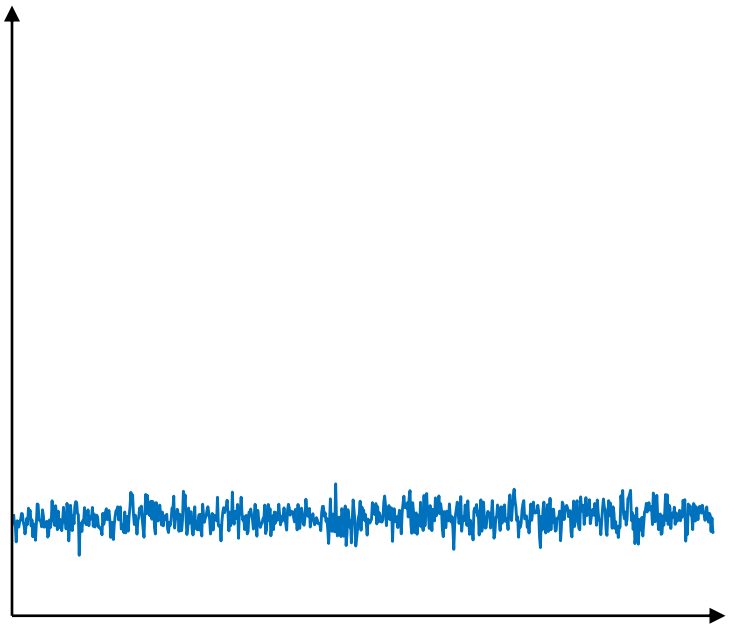
ダイナミックレンジについて

- 同時に**正確に**測定できる最大振幅信号と最小振幅信号の差
- スペクトラムアナライザの重要な仕様
  - 通常はdB（デシベル）で表現される
  - 高いほど良い
  - 最新の仕様で通常 > 100 dB
- 下限における重要な要素は、DANL と位相ノイズである
- 上限における重要な要素は、最大入力電力とコンプレッションである
- スプリアス成分もダイナミックレンジを制限する



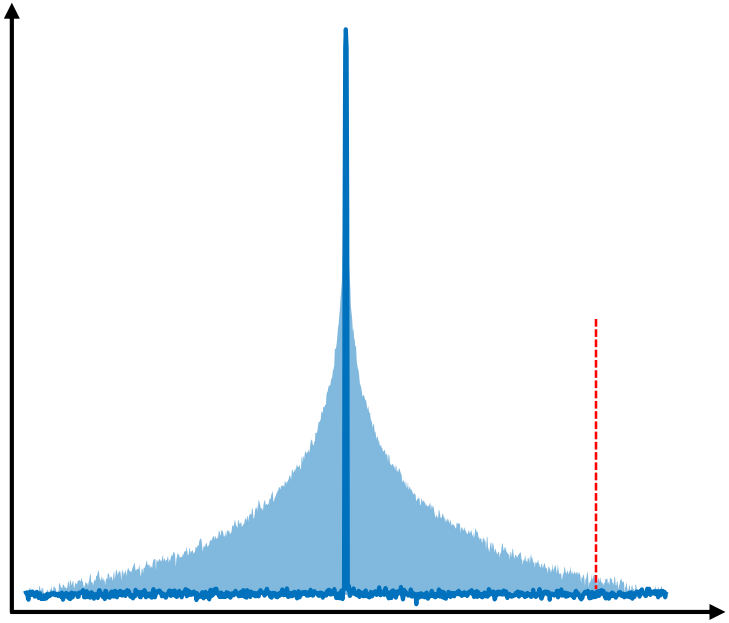
ダイナミックレンジの下限 – DANL (ノイズフロア)

- 絶対下限は、表示平均雑音レベル (DANL) です。
  - アナライザの内部発生ノイズ
  - 「ノイズフロア」と呼ばれることが多い
- ノイズフロアを下回る信号は表示または測定できない
- DANL の一部は、スペクトラム アナライザのハードウェア / アーキテクチャの関数である
  - 雑音指数
- アナライザの設定も DANL に影響します
  - 特に、分解能帯域幅と入力アッテネータ



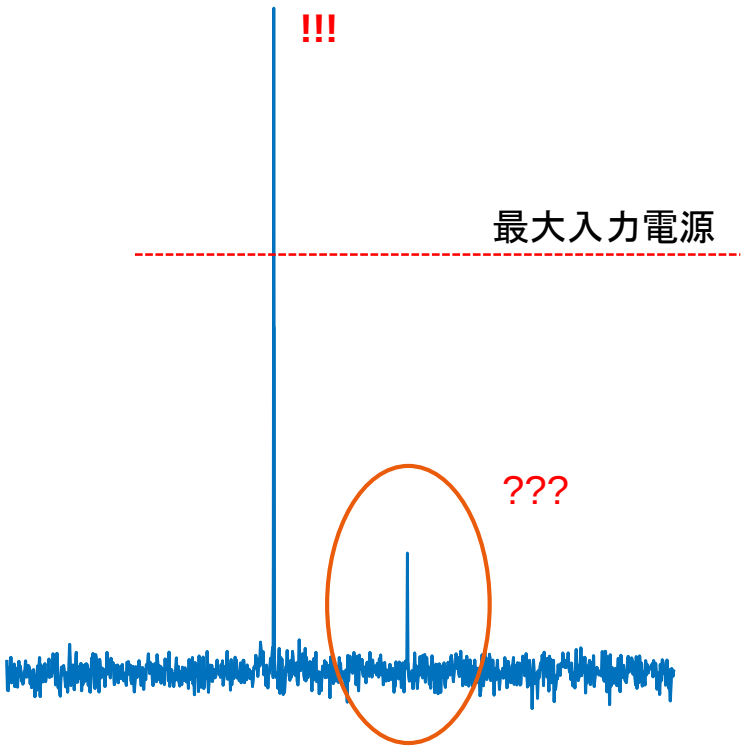
ダイナミックレンジの下限 – 位相ノイズ

- 位相ノイズは、周波数安定度の短期変動である
  - 搬送波の上下にノイズ側波帯を作成
- 多くの場合、信号が「ノイズの多い」オシレータと混合されたときに生成される(相互混合)
- 位相ノイズは、搬送波からのオフセットが近いほど大きくなります
- ノイズ側波帯によって DANL が増加し、ダイナミックレンジが減少する可能性がある



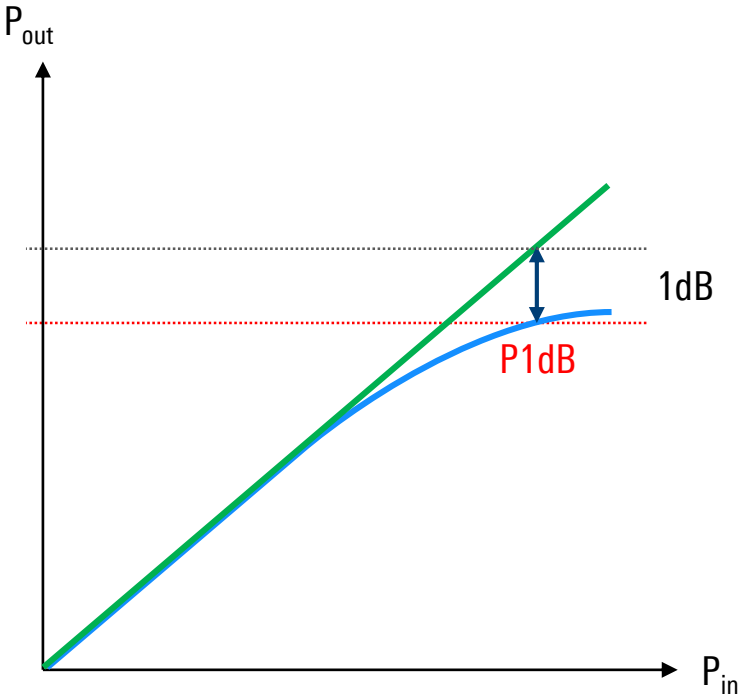
ダイナミックレンジの上限 – 最大入力電力

- すべてのスペクトラム・アナライザには最大入力電力がある
  - 最新の計測器では +30 dBm (1 W) が、一般的である
- この電力を超えると、アナライザのフロントエンドが損傷または破壊される可能性がある
- 外部アッテネータを使用して、入力電力を安全なレベルまで下げることができる
  - しかし、アッテネータは低振幅信号をノイズフロアよりも下げることがある



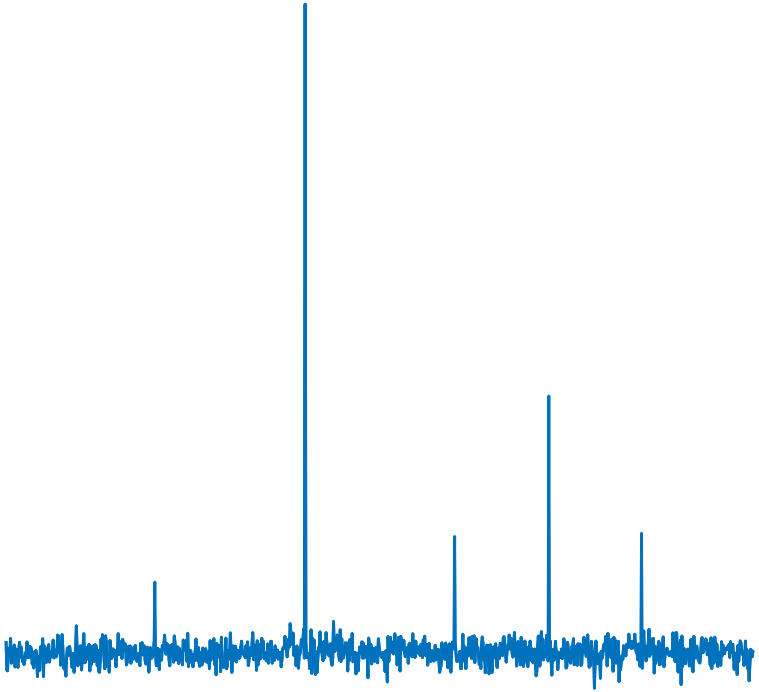
ダイナミックレンジの上限 – コンプレッション (圧縮)

- スペクトラム・アナライザには内部アクティブ・デバイスがある
- ゲインのある理想的なデバイスでは、 $P_{out} = P_{in} + g$
- 特定の入力レベルを超えると、実際のデバイスはリニアにゲインを生成できなくなる
  - これをコンプレッション (圧縮) と呼ぶ
- 1 dB コンプレッションポイント (P1dB) で定量化
  - P_{out}が予想より 1 dB 低いポイント
- コンプレッションは、高振幅信号を正確に測定する方法を制限する
  - ダイナミックレンジは、正確な測定ができる範囲として定義される



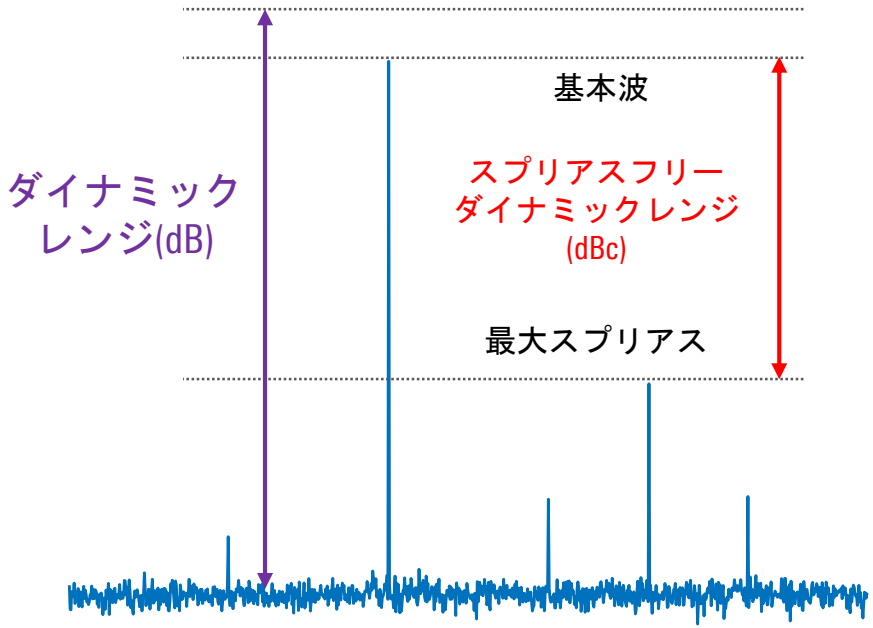
スプリアス信号について

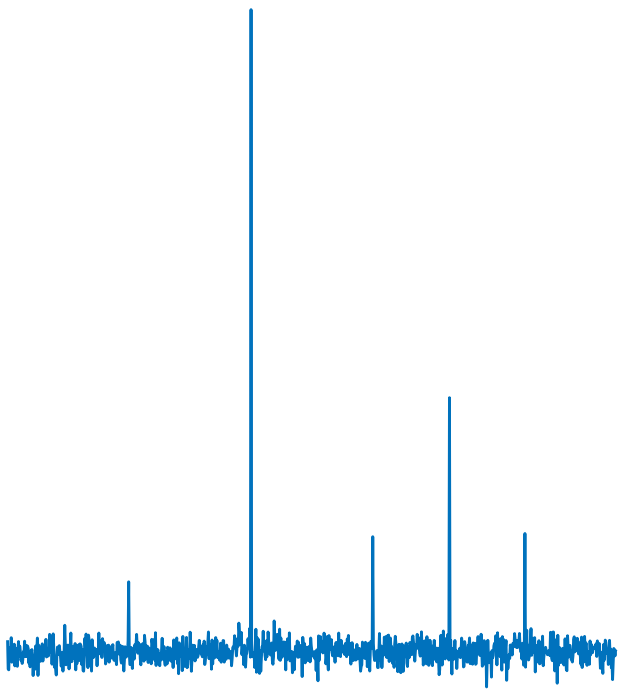
- コンプレッションは、歪み (スプリアス) 成分を生成する可能性がある
  - 高調波と相互変調積
  - アナライザ内部で生成
- ほとんどのスプリアス信号は、入力周波数と振幅に関連している (予測可能)
- 入力周波数とは関係ない場合もある
- スプリアス信号の回避は困難
- 入力信号を正確かつ確実に測定する能力を制限する



スプリアスフリー ダイナミックレンジ (SFDR)

- **スプリアスフリー ダイナミックレンジ (SFDR)**は、スプリアス信号によって引き起こされる制限を定量化する
- SFDR は、**基本波**と**最大スプリアス**の間の振幅差
  - 通常、dBc (基本波または搬送波に対する dB)で表現される
- スプリアスの振幅は、基本波の振幅の関数
- SFDRは、強力なスプリアス信号によってダイナミックレンジが制限されている場合に使用される
  - ノイズやコンプレッションではない



まとめ

- **ダイナミックレンジ**は、同時に正確に測定できる最大振幅信号と最小振幅信号の差
  - スペクトラム解析における重要な性能指標
- ダイナミックレンジの上限は、安全な最大入力電力とコンプレッション
- ダイナミックレンジの下限は主にDANL
  - 位相ノイズもDANLを増加させる可能性がある
- **スプリアスフリーダイナミックレンジ** (SFDR) は、基本波と最大スプリアスの差
  - 強力なスプリアス信号の存在によってダイナミックレンジが主に制限される場合に使用