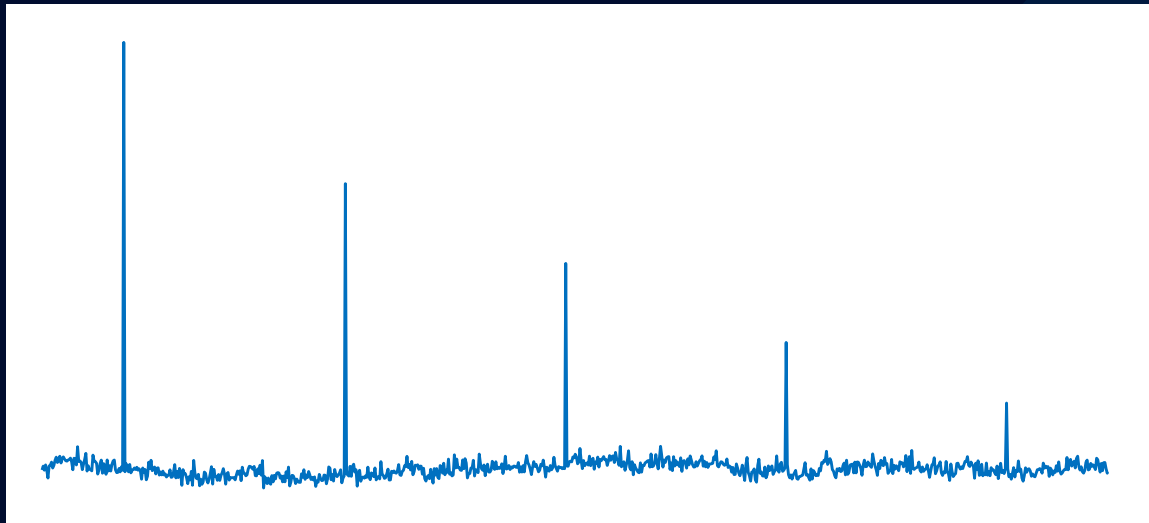


# 高調波歪み測定の基本



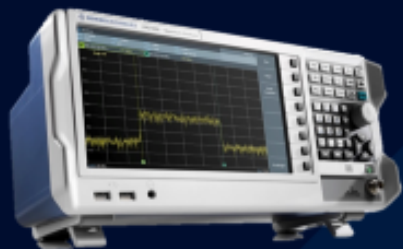
**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# おすすめの視聴方法

スペクトラム・アナライザの基礎



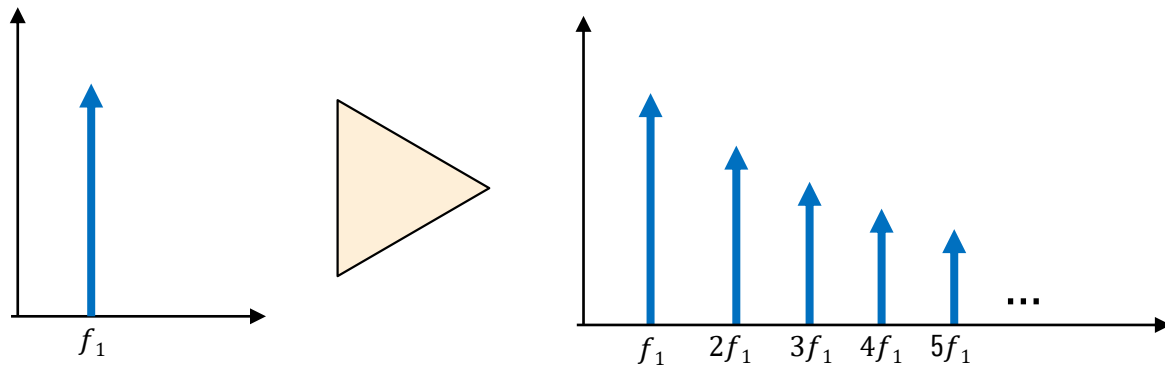
**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



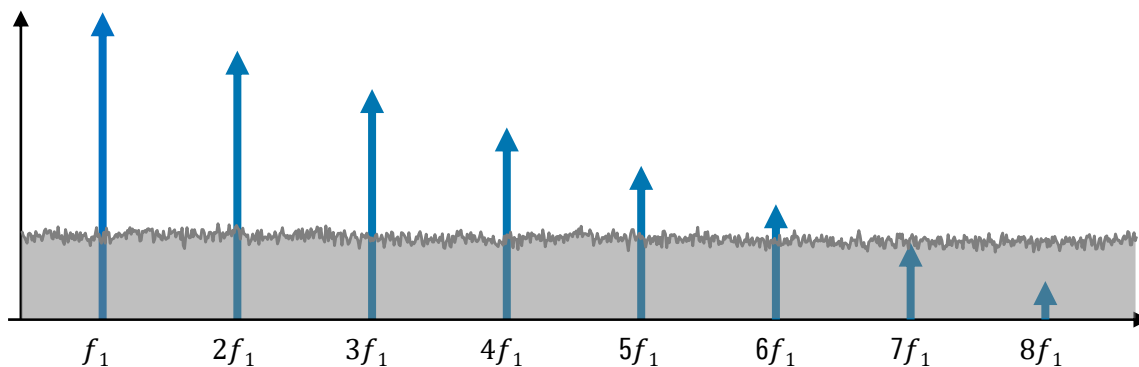
# 高調波について

- ▶ 高調波は、基本信号の整数倍で現れる信号のコピーである
- ▶ 非線形デバイスによって一般的に作成される
- ▶ 高調波は通常、その「次数」によって参照される
  - 2次高調波、3次高調波など



# 高調波と振幅

- ▶ 高調波の振幅は一般に次数が増加するにつれて減少する
- ▶ 通常、非常に高次の高調波は無視できるほど小さい
  - ノイズフロアの下



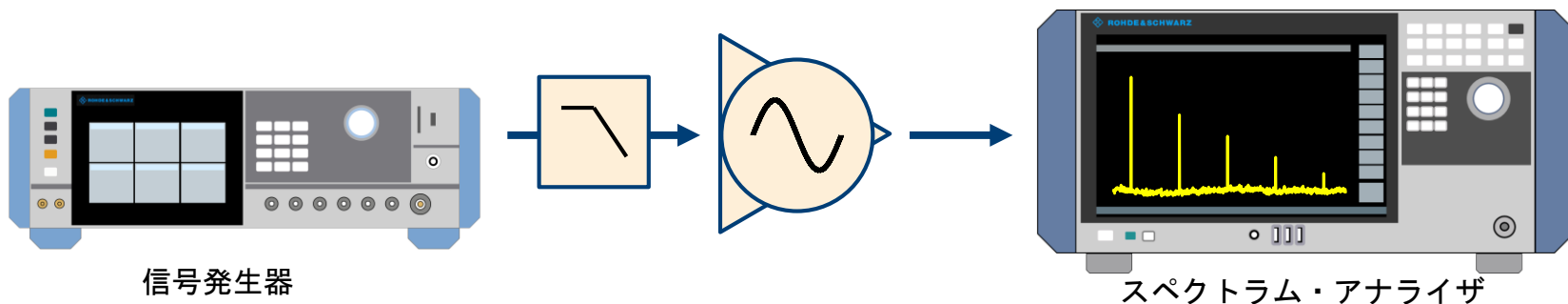
# 高調波：良いか悪いか？

- ▶ 高調波は有用な場合がある：
  - 高調波ミキサは、高レベルの局部発振器を使用して意図的に高調波を生成する
  - これらの高調波は、非常に高い周波数の信号を、より低い周波数にダウンコンバートするために使用できる
- ▶ ほとんどの場合、高調波は望ましくない
- ▶ 高調波は通常、ローパスフィルタを使用して抑制できる
- ▶ 高調波信号のレベル（振幅）を個別およびグループとして測定することが重要
  - 高調波歪み測定



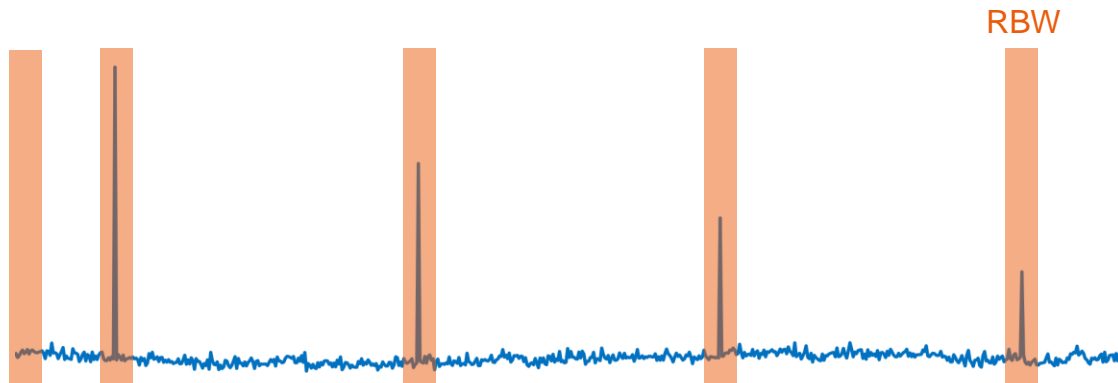
# 高調波歪み測定手順

- ▶ RF アプリケーションの場合、高調波歪みはスペクトラムアナライザを使用して測定される
  - 基本波および各高調波周波数で測定するために使用されるゼロスパンモード
  - アナライザは、高い直線性、低ノイズ、および高ダイナミックレンジを備えている必要がある
- ▶ 信号発生器は、基本的な入力信号を供給するために使用されることがある
  - 信号発生器は高調波を低く抑える必要がある
  - 出力をフィルター処理する必要がある場合もある



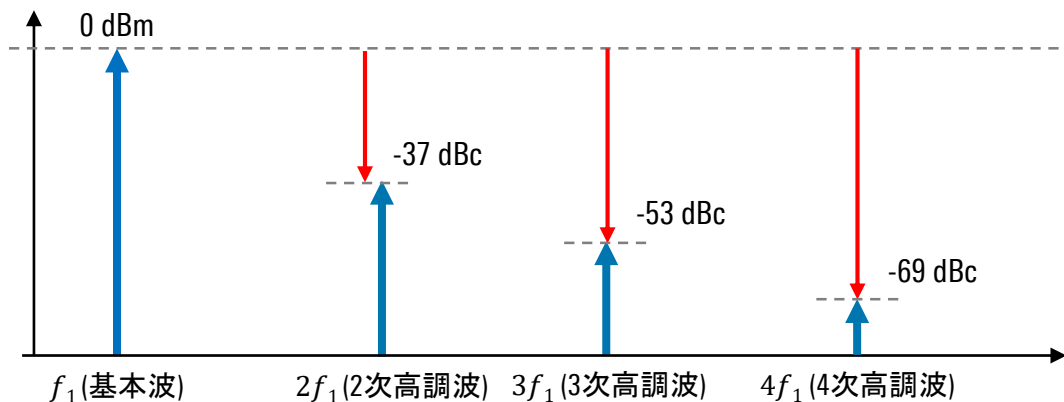
# ゼロスパンで高調波を測定する

- ▶ ゼロスパンモードは、基本波と高調波を個別に測定するために使用される
  - スイープの代わりに、アナライザは特定の固定周波数で測定する
- ▶ アナライザは、ユーザー定義可能な**分解能帯域幅 (RBW)** 内でパワーを測定する
  - 高調波よりわずかに広くなるように選択する必要がある
  - 高調波次数が増加すると、RBW も増加する必要がある場合がある
- ▶ アナライザはユーザーが定義した時間で測定する



# 高調波歪み測定結果

- ▶ 高調波歪みは2つの方法で定量化できる
  - 個々の高調波の振幅
    - 基本波の振幅に対する相対値 (dBc)
  - 基本波に対する複数の高調波のパワー
    - 全高調波歪み(THD)、% または dB



周波数	パワー
基本波	0.00 dBm
2次高調波	-36.81 dBc
3次高調波	-52.70 dBc
4次高調波	-69.13 dBc

THD: 1.46% (-36.70 dB)



# 全高調波歪み (THD) の計算

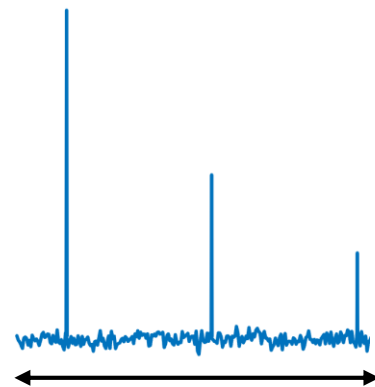
- ▶ 通常はスペクトラムアナライザによって自動的に  
行われる
  - ユーザー定義の高調波数
- ▶ 通常は dB (対数) 単位で結果を指定する
  - dBm から線形単位 (ワットなど) に変換する
  - THD を % で計算します ( $P$  = 電力 (ワット))
  - % 値は dB 値に変換できる

$$THD(\%) = 100 * \sqrt{\frac{P_2 + P_3 + \dots + P_n}{P_1}}$$

$$THD(dB) = 20 \log_{10} \frac{THD(\%)}{100}$$

# THD+N の概要

- ▶ THD は、高調波によって引き起こされる歪みのみを考慮する
- ▶ 一部のアプリケーション (特にオーディオ) では、ノイズの影響も重要である
  - 全高調波歪み + ノイズ (THD + N)
  - 帯域幅全体で測定 (N 高調波ではない)
  - % または dB で表現される
- ▶ 最新のスペクトラム・アナライザが登場する前は、THD + Nの方が THD よりも簡単に測定できた
  - 基本波を切り抜いて測定するだけである
- ▶ RFアプリケーションでは、あまり一般的でない測定
- ▶ THD + N は本質的に SINAD の逆数であることに注意する



# まとめ

- ▶ 高調波は非線形デバイスによって生成される
  - 一般的な現象
  - 振幅は通常、次数とともに減少する
  - 通常は望ましくない (歪みを生成する)
- ▶ 高調波歪みの測定が重要
  - スペクトラム・アナライザ（および信号発生器）の使用
- ▶ 結果は基本波に対して与えられる
  - 個々の高調波 (dBc)
  - 定義されたすべての高調波 (THD、% または dB)
- ▶ THD+N もノイズの影響を考慮しますが、オーディオアプリケーションでより一般的に使用される

