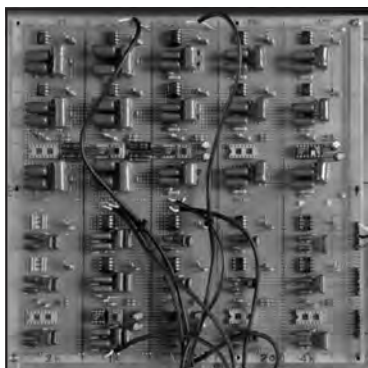


新連載



20 ~ 20kHz で -150dBc! FFT 超低ひずみ測定システム

第1回 純アナログを劇的に改善できる
現代的FFT方式ひずみ率測定

魚田 隆 / 魚田 慧 Takashi Uota / Kei Uota

本誌700号記念付録の創刊号に目を通しているうちに、本誌で過去に発表した製作記事や実験記事⁽¹⁾⁽²⁾が思い出されました。およそ40年程前のことです。内容は、ひずみ率測定方法の話でした。長い時間が経っていますし、この際、大幅に改め、また時代に応じた新しい測定機を提案したいと思います。

純アナログ回路から見た ひずみ率測定と限界

● 測定の基本…ひずみ率は正弦波発振器と基本波除去フィルタの組み合わせで測る

図1(a)に示すように、40年もの昔においては、ひずみ率測定システムは、純アナログ回路で構成されていました。

低ひずみ(理想的には無ひずみ)のCR正弦波発振器を信号源とし、試験対象(DUT, Device Under Test)に入力します。出力信号には入力した周波数(基本波)と高調波ひずみが含まれています。ノッチ・フィルタで出力信号から基本波を除去すると、ひずみ成分だけが得られます。ひずみ成分だけの振幅と、出力信号の振幅を比較することで、ひずみ率が得られます。

● 測定限界 - 120 dBc は ノッチ・フィルタで決まる
ひずみ率の測定限界は、基本波を除去するノッチ・フィルタの雑音密度と、ひずみ成分の振幅を測る交流電圧計(実効値測定タイプ)の帯域幅で決まってしまう、およそ -110 ~ -120 dBc でした。

なぜなのか、ざっと概算してみましょう。10 kHz の第7高調波まで観測するには、交流電圧計の帯域幅は80 kHz まで必要です。これは等価雑音帯域(ENB)にしておよそ90 kHz 程度になります。

ノッチ・フィルタに使う抵抗値は、試験対象側の負荷になるので、あまり低くできません。私の製作例では8 kΩ でした。この場合、抵抗から発生する熱雑音だけでも雑音密度は11.3 nV/√Hz あります。交流電圧計の帯域(帯域幅 $B_{ENB}=90$ kHz)内に発生する雑音を計算してみると、 $\sqrt{B_{ENB}} = 300$ なので、雑音密度11.3 nV/√Hz を300倍した3.4 μV_{RMS} になります。

つまり信号入力(= DUT 出力)が1 V_{RMS} なら、ひずみ率0.0003% (= -110 dBc, 以下全て dBc 表示)が測定限界です。試験信号が1 kHz なら、交流電圧計の帯域は1/10で足りるので、ひずみ率の測定限界は -120 dBc まで向上します。

ただし、DUT の出力電圧は、ひずみ率を測りたい電圧で決まるのであって、測定機の都合では決められ

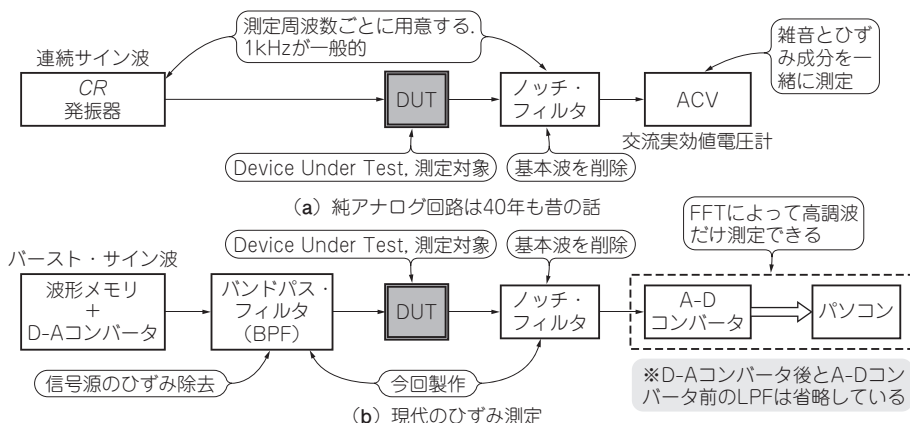


図1 現代のひずみ測定システムではFFTなどの信号処理を折り込んでフィルタ設計できるぶん精度を上げやすい