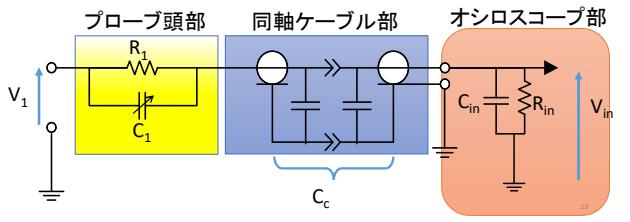
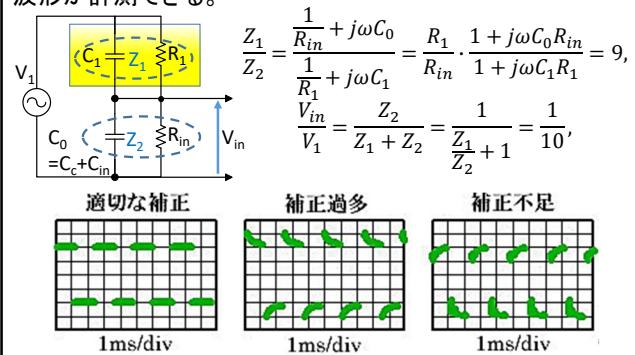


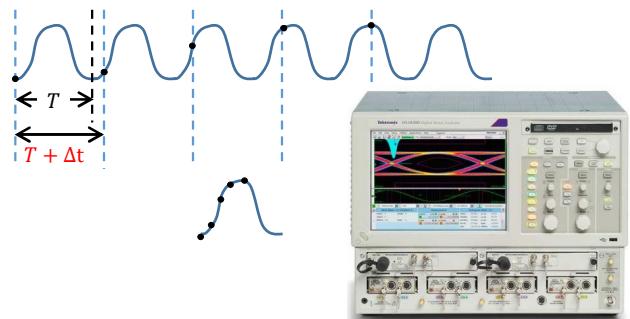
プローブ: アンテナ(減衰器)として動作する10:1の受動電圧プローブが多く使用されている。10:1では、測定する電圧がプローブによって1/10にされてからオシロに入る。通常のオシロの入力インピーダンスは $R_{in}=1M\Omega$ 程度の抵抗と $C_{in}=20pF$ 程度の容量が並列に存在していて、これが高周波数の波形計測に悪影響を与える場合がある。



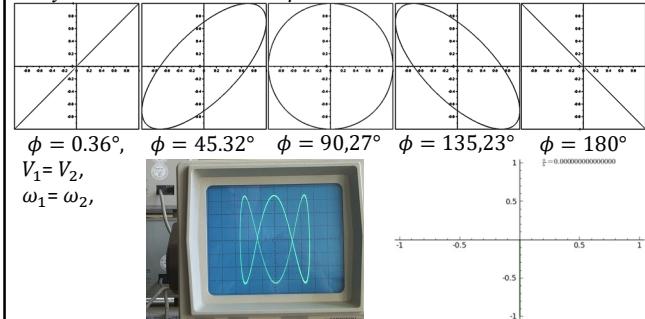
しかし、 $R_1=9M\Omega$ のプローブをオシロスコープに繋げて、 $C_1R_1 = (C_{in} + C_c)R_{in} \equiv C_0R_{in}$ となる様に、可変コンデンサ C_1 の値を調整すれば周波数 ω の影響を打ち消して正確な波形が計測できる。



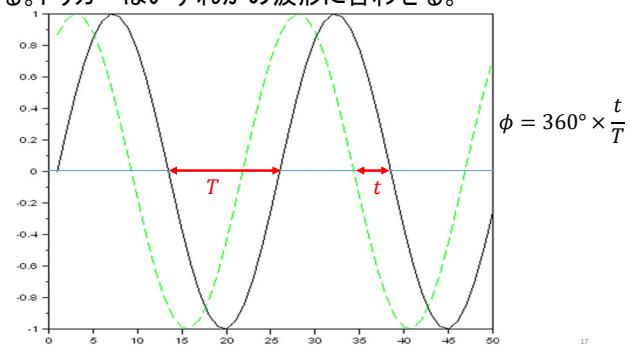
サンプリングオシロスコープ: 対象となる測定系の周波数が高過ぎて(周期 T が短過ぎて)、時間間隔 Δt でのサンプリングが困難なとき、 $T+\Delta t$ あるいは $nT+\Delta t$ (n は整数) の時間間隔でサンプリングすることによって原波形を Δt 毎にサンプリングした場合と等価な観測結果を得る。



位相計測: オシロスコープの2つ入力を、
 $x = V_1 \sin \omega_1 t, \quad y = V_2 \sin(\omega_2 t + \phi)$,
と x 軸、 y 軸に割り当てるヒラサージュ図形(Lissajous figure)を描くことができる。 $t = 0$ のとき、 $x = 0, y = V_2 \sin \phi$ ので、 y 軸の切片より位相差 ϕ を求めることができる。

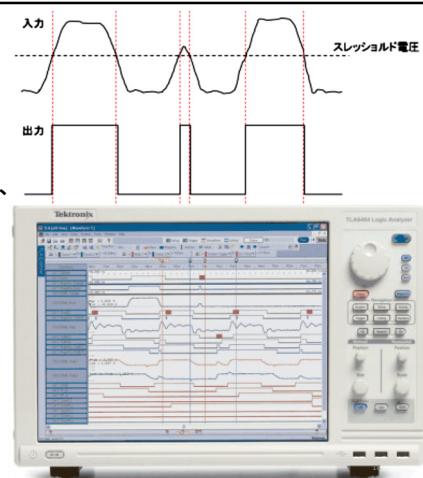


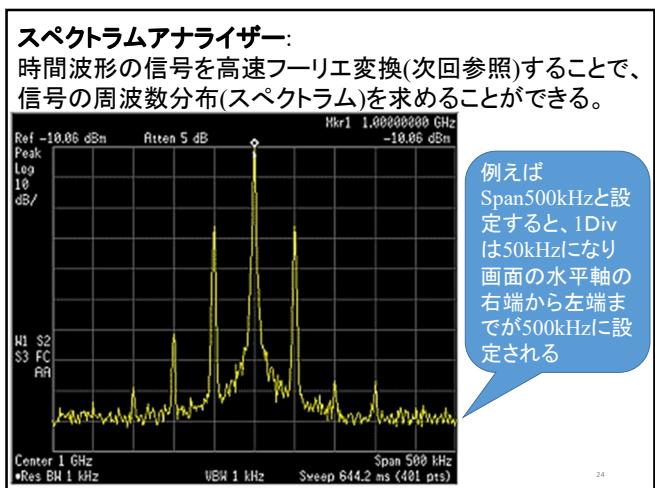
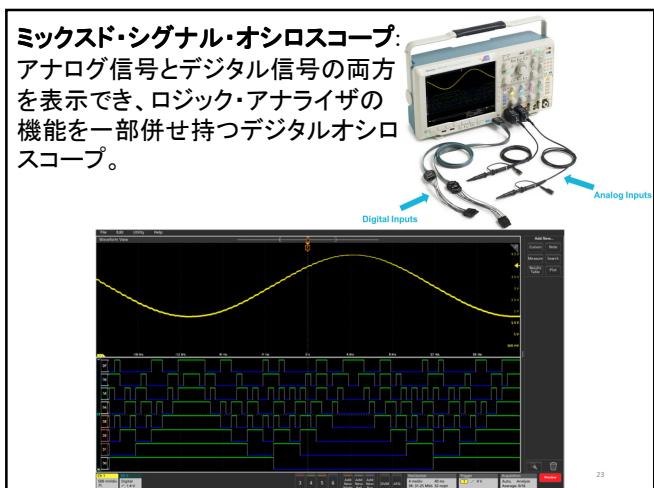
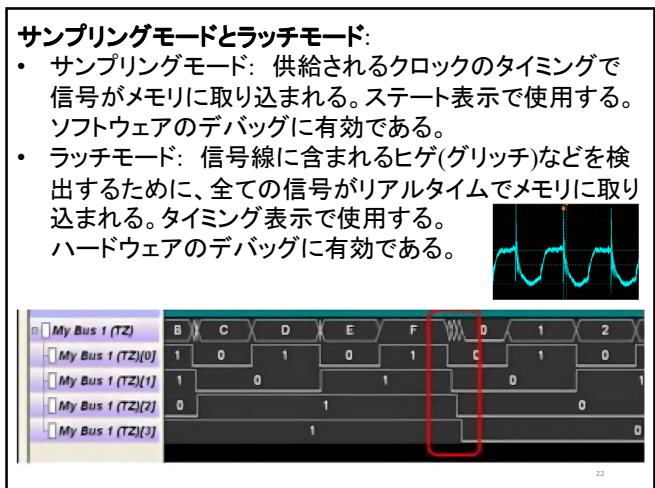
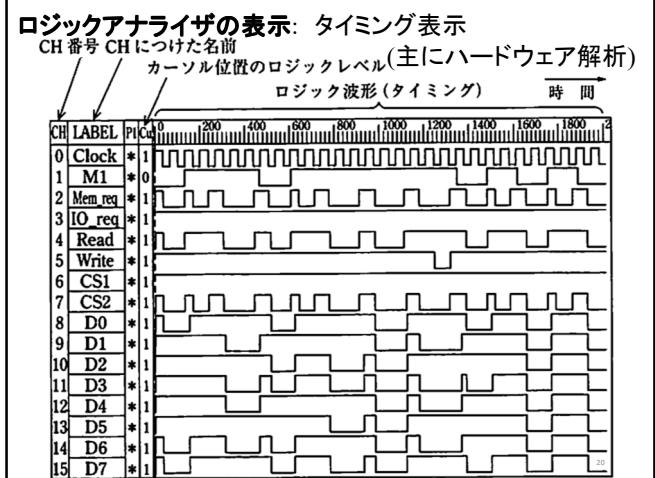
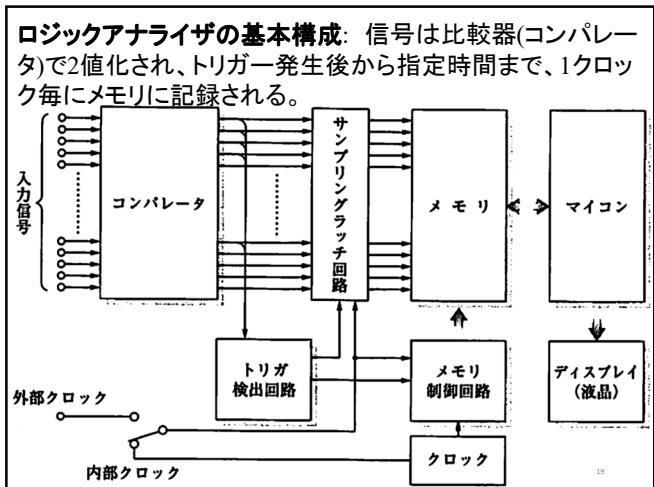
時間差による位相差計測: 2現象オシロスコープ(入力が2つある)で周波数が同じ2つの波形を同時にディスプレイに表示させると、両方の波形の位相差を読み取ることができる。トリガーはいずれかの波形に合わせる。



ロジックアナライザ:

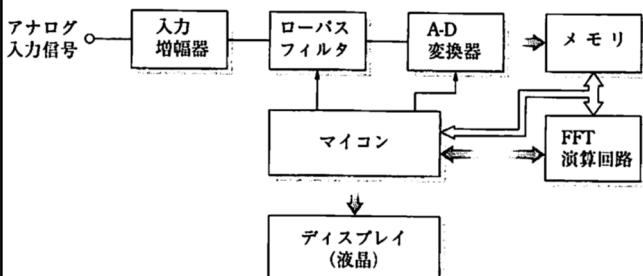
デジタル回路のデバグ等に利用される。多チャンネル(数10~数100)のロジック信号波形と、それを閾値で'0'と'1'に2値化した値を同時に観測できる。また、信号を8ビット幅等のバスのデータとして読み取ってバイトやワード単位で表示させることもできる。





デジタルスペクトラムアナライザの構成:

アナログ入力信号は、解析可能周波数以下を通すローパスフィルターを通った後デジタルデータに変換されメモリに記録される。それを高速フーリエ変換(FFT)したものがディスプレイに表示される。



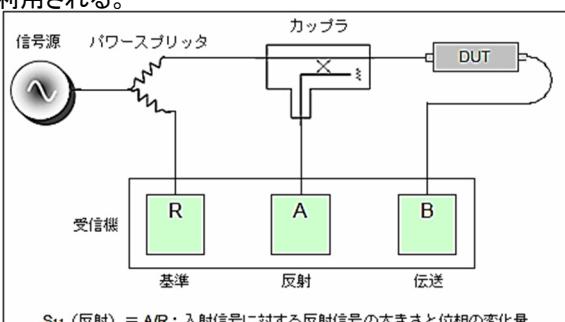
25

スペクトラムアナライザの解説:



26

ネットワークアナライザ: 高周波電子回路網の通過・反射電力の周波数特性を測定する測定器。回路のインピーダンス整合の確認や伝送ケーブル内での反射箇所の特定などに利用される。



S_{11} (反射) = A/R : 入射信号に対する反射信号の大きさと位相の変化量
 S_{21} (伝送) = B/R : 入射信号に対する伝送信号の大きさと位相の変化量

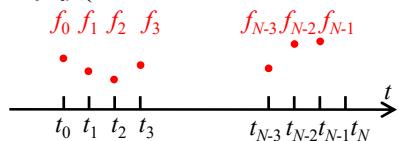
ネットワークアナライザの解説:



28

次回の予告: 高速フーリエ変換

離散フーリエ変換(Discrete Fourier Transform: DFT):



区間 $[0, T]$ を N 分割した各点 t_i で、サンプリングされた関数値 f_i のフーリエ変換(級数展開)を離散フーリエ変換という。

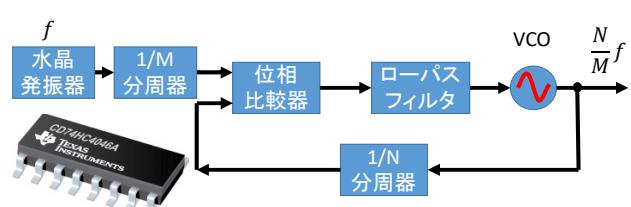
高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform: FFT):

離散フーリエ変換は、大体サンプリング数 N の2乗(N^2)回の掛け算を行う必要がある。しかし、サンプリング数 N が2の乗数(2, 4, 8, 16, ...)の時は、計算量を大幅に減らすことができる。この方法を高速フーリエ変換(FFT)という。

29

(参考)PLL(Phased Lock Loop)の基準周波数の発振:

安定した周波数発振源として広く利用されている。電圧制御発振器(Voltage-controlled oscillator: VCO)は、制御電圧で発振周波数を変えられる発振器である。



32