

信号発生器用 DAC の非線形性補正

若林 和行^{*1}
Kazuyuki Wakabayashi

小林 修^{*2}
Osamu Kobayashi

小林 春夫^{*1}
Haruo Kobayashi

松浦 達治^{*1}
Tatsuji Matsuura

^{*1}群馬大学大学院 工学系研究科 電気電子工学専攻 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1
Electronic Engineering Dept. Gunma University, Kiryu 376-8515

^{*2}半導体理工学研究センター (STARC)

1. 通信用デバイス線形性テストの入力信号

通信用電子デバイスの線形性のテストをする際に、入力信号として歪のない 2 トーン正弦波が必要である。その信号を生成するには SoC 内もしくは AWG (任意波形発生器) での DAC と DSP コアを利用する[1]。歪の少ない正弦波を発生させるにはアナログフィルタで高調波を除去するが、2 トーン信号の場合は信号の近傍に IMD3 (三次相互変調歪) が生成され、これはフィルタで取り除くことができない。そこでここでは IMD3 を除去する構成を 2 つ提案する。

2. 非線形補正 DAC の提案構成 1

一つ目の提案構成は、2 つの DAC と加算器を用いる方法である (図 1)。2 つの DAC に、位相差 (+π/6、-π/6) の 2 トーン信号を DSP から与えて、加算器で足し合わせることで歪みを打ち消す。図 1 に示すように IMD3 (2ω₁-ω₂, 2ω₂-ω₁) と 3 次高調波(3ω₁, 3ω₂) を打ち消すように位相差を与える。出力 y は以下の式となる。

$$y = \sqrt{3}(aA + \frac{3}{4}bA^3 + \frac{3}{2}bAB^2) \sin \omega_1 t + \sqrt{3}(aB + \frac{3}{4}bB^3 + \frac{3}{2}bA^2B) \sin \omega_2 t - \frac{3\sqrt{3}}{4}bA^2B \sin(2\omega_1 + \omega_2)t - \frac{3\sqrt{3}}{4}bAB^2 \sin(2\omega_2 + \omega_1)t$$

DAC を 2 つ使用しているが、基本波信号の振幅が √3 (≒ 1.7) 倍となるため、消費電力は 1.7/2 倍程ですむ。2 つの DAC 間の特性マッチングが必要である。電流出力 DAC を用いれば電流による加算が容易に実現できる。この構成で 2 トーンを出力すると、信号の近傍の IMD3 と 3 次高調波が除去されていることが確認できる (図 2)。

3. 非線形補正 DAC の提案構成 2

2 つ目の提案構成は、一つの DAC に位相の異なる信号を 1 クロック毎に時分割で入力させる方法である (図 3)。この方法では加算器が必要なく DAC も一つで IMD3 を除去できる。IMD3 と 3 次高調波は除去されることが確認できる(図 4)。時分割の信号を使用しているため、図 2 にはない高周波成分 (ωs/2-ω₁, ωs/2-ω₂ 等) が生じているが、DAC 出力 1 次ホールドの効果及びフィルタリングにより除去可能である。

今後 提案構成 2 を AWG 実機で有効性確認を行う。
<参考文献> [1] A. Maeda, "A Method to Generate a Very Low Distortion, High Frequency Sine Waveform Using an AWG", IEEE International Test Conference (Oct. 2008)

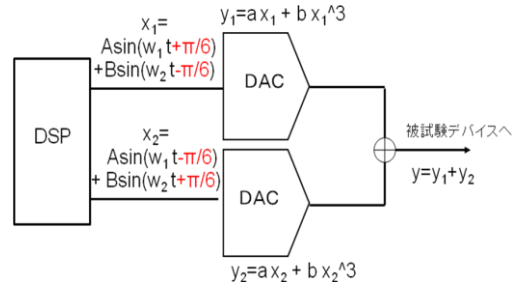


図 1. 提案構成 1 (2 つの DAC と加算器使用)

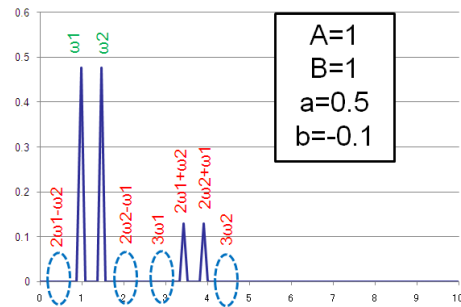


図 2. 図 1 の出力 y のパワースペクトラム(IMD3 が除去)

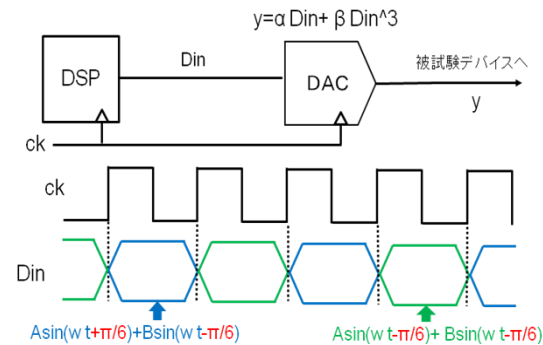


図 3. 提案構成 2 (1 クロック毎に位相差を切り替える)

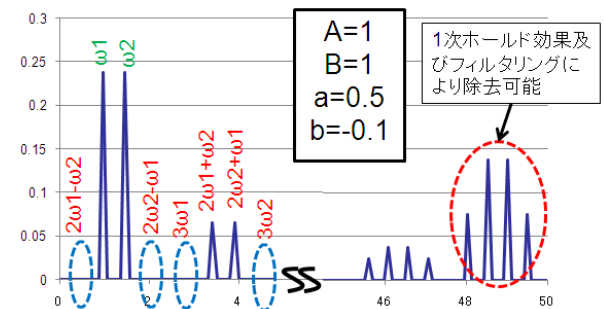


図 4. 図 3 の出力 y のパワースペクトラム(IMD3 が除去)