

高精度16ビットDAC用オペアンプの選択 - デザインノート 214

Kevin R. Hoskins, Jim Brubaker and Patrick Copley

LTC[®]1597 16ビット電流出力DACは、新しい精度の水準とコスト効率を提供します。全温度範囲で±1LSB(最大)のINLおよびDNLの卓越した高い精度と低ドリフト特性を備えています。厳密に調整された4象限抵抗を内蔵しているため、バイポーラ・アプリケーションにおいて高価な外付け抵抗は不要です。回路が最高のDC性能を達成できるように、このデザインノートでは、INL、DNL、オフセット(ユニポーラ)、ゼロ(バイポーラ)、ユニポーラ、およびバイポーラ利得誤差に関して、DACの精度に及ぼすオペアンプの影響を評価するための2組の使いやすい設計式を提供します。この情報を活用すれば、ユニポーラまたはバイポーラ・アプリケーションに必要な精度を備えたオペアンプを容易に選択できます。

図1にLTC1597 DACとLT[®]1468高速セトリング・オペアンプを組み合わせたユニポーラ・アプリケーションを示します。DACの精度に与えるオペアンプの影響を評価するための式を表1に示します。表1の式を計算機により手早く計算した結果を表2に示します。DACのINL、DNL、ユニポーラ・オフセット、および利得誤差においてオペアンプが原因で発生する変動があります。ここで、すべてが1LSBよ

りはるかに低い値であることに注目してください。したがって、LT1468は最適な選択です。

LTC1597の内部設計は、オフセットで誘導されたINLおよびDNLの変動にほとんど影響を受けないようになっています。オペアンプのV_{OS}は最大0.5mVで、10V_{FS}の出力電圧ではわずか0.55LSBのINLおよび0.15LSBのDNLの要因にしかありません。とすると、LT1468のたとえばDACの

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

表2. 高速セトリングLT1468使用時に、INL、DNL、オフセット、および利得誤差における図1の精度の変動。
V_{REF} = 10V

LT1468	標準	INL (LSB)	DNL (LSB)	オフセット (LSB)	利得誤差 (LSB)
V _{OS} (mV)	0.03	0.036	0.009	0.2	0.21
I _B (nA)	3	0.0017	0.0005	0.2	0
A _{VOL} (V/V)	9000k	0.0011	0.0003	0	0.015
合計		0.039	0.01	0.4	0.23

表1. ユニポーラ・アプリケーションでDACの精度に及ぼすオペアンプの影響を判断する簡便式

オペアンプ	INL(LSB)	DNL(LSB)	ユニポーラ・オフセット(LSB)	ユニポーラ利得誤差(LSB)
V _{OS} (mV)	V _{OS} · 1.2 · (10V/V _{REF})	V _{OS} · 0.3 · (10V/V _{REF})	V _{OS} · 6.6 · (10V/V _{REF})	V _{OS} · 6.9 · (10V/V _{REF})
I _B (nA)	I _B · 0.00055 · (10V/V _{REF})	I _B · 0.00015 · (10V/V _{REF})	I _B · 0.065 · (10V/V _{REF})	0
A _{VOL} (V/V)	10k/A _{VOL}	3k/A _{VOL}	0	131k/A _{VOL}

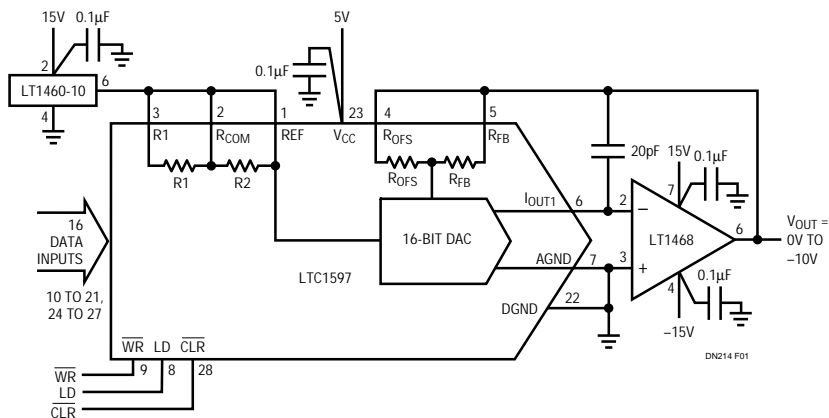


図1. 振幅が10V_{FS}(0V ~ -10V)、16ビットへのセトリングが2µs未満のユニポーラV_{OUT} DAC/オペアンプ回路。0Vから10Vの振幅に対しては、R1、R2、および別のオペアンプによりリファレンスの反転が可能

DNLに及ぼす影響はどの程度でしょうか？表2から、LT1468は出力に約0.01LSBのDNLを追加します。これは、LTC1597の標準0.2LSBのDNLとともに、合計でわずか0.21LSB(標準)のDNLを与えます。これは単調性動作を保証するのに必要な-1LSBよりもはるかに低い値です。

図2にLTC1597とLT1112デュアル・オペアンプを組み合わせたバイポーラ・アプリケーションを示します。バイポーラ動作で2つのアンプの影響を評価するための非常に簡単な式を表3に示します。表3の式を利用すれば、表4に示す精度の変動が得られます。この場合も、それぞれの影響は1LSBよりもはるかに低いものです。これは適切なオペアンプを選択すれば、バイポーラ・アプリケーションでもLTC1597の優れた直線性と精度が損なわれないことを示しています。

表2と表4の合計は絶対値の代数和で、ワーストケース誤差になります。

表1と表3の簡便な式では直接計算できませんが、温度の影響はユニポーラおよびバイポーラ・アプリケーションとも

容易に処理できます。最初に、オペアンプのデータシートを調べて、全温度範囲でのワーストケースの V_{OS} と I_B を見つけてください。次に、これらの数値を表1または表3の V_{OS} および I_B の式に代入して、温度による影響を計算してください。

表4. LT1112高精度デュアル・オペアンプ使用時の、INL、DNL、バイポーラ・ゼロ、およびバイポーラ利得誤差における図1の精度の変動

	標準	INL (LSB)	DNL (LSB)	バイポーラ・ゼロ誤差 (LSB)	バイポーラ利得誤差 (LSB)
LT1112					
V_{OS1} (mV)	0.02	0.024	0.006	0.198	0.138
I_{B1} (nA)	0.07	0.00004	0.00001	0.0046	0
A_{VOL1}	5000k	0.002	0.0006	0	0.039
V_{OS2} (mV)	0.02	0	0	0.134	0.264
I_{B2} (nA)	0.07	0	0	0.0046	0.009
A_{VOL2}	5000k	0	0	0.013	0.026
合計		0.026	0.007	0.354	0.476

表3. バイポーラ・アプリケーションで、DAC精度に及ぼすオペアンプの影響を判断する簡易式

オペアンプ	INL (LSB)	DNL (LSB)	バイポーラ・ゼロ誤差 (LSB)	バイポーラ利得誤差 (LSB)
V_{OS1} (mV)	$V_{OS1} \cdot 1.2 \cdot (10V/V_{REF})$	$V_{OS1} \cdot 0.3 \cdot (10V/V_{REF})$	$V_{OS1} \cdot 9.9 \cdot (10V/V_{REF})$	$V_{OS1} \cdot 6.9 \cdot (10V/V_{REF})$
I_{B1} (nA)	$I_{B1} \cdot 0.00055 \cdot (10V/V_{REF})$	$I_{B1} \cdot 0.00015 \cdot (10V/V_{REF})$	$I_{B1} \cdot 0.065 \cdot (10V/V_{REF})$	0
A_{VOL1}	$10k/A_{VOL}$	$3k/A_{VOL1}$	0	$196k/A_{VOL1}$
V_{OS2} (mV)	0	0	$V_{OS2} \cdot 6.7 \cdot (10V/V_{REF})$	$V_{OS2} \cdot 13.2 \cdot (10V/V_{REF})$
I_{B2} (nA)	0	0	$I_{B2} \cdot 0.065 \cdot (10V/V_{REF})$	$I_{B2} \cdot 0.13 \cdot (10V/V_{REF})$
A_{VOL2}	0	0	$65k/A_{VOL2}$	$131k/A_{VOL2}$

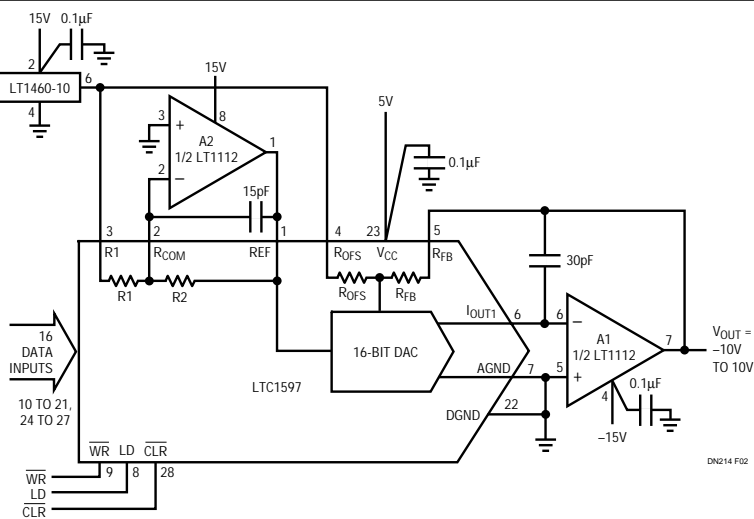


図2. 出力振幅が20V ($V_{OUT} = -10V \sim 10V$)のバイポーラ回路構成

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/data/datasheet/html/j1597i.html>