

10ppm/°C リファレンスを 内蔵した PWM 入力/電圧出力の デュアル12/10/8ビット D/A コンバータ

特長

- 待ち時間のない PWM/電圧変換
- 8 μ s 以内に電圧出力を更新して安定化
- PWM 入力周波数: 100kHz ~ 30Hz
- INL: 最大 ± 2.5 LSB、DNL: 最大 ± 1 LSB (LTC2644-12)
- 単調性を保証
- 内部リファレンスまたは外部リファレンスをピンで選択可能
- 電源電圧範囲: 2.7V ~ 5.5V
- 入力電圧範囲: 1.71V ~ 5.5V
- 低消費電力: 2.7mA (3V時)、 $< 1\mu$ A (パワーダウン時)
- $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ での動作を保証
- 12ピン MSOP パッケージ

アプリケーション

- デジタル較正
- トリミングおよび調整
- レベル設定
- プロセス制御および産業用オートメーション
- 計測器
- 自動車

概要

LTC[®]2644 は、PWM 信号を電圧に変換して出力する 12、10、および 8 ビットのデュアル D/A コンバータ・ファミリで、高精度、低ドリフト 10ppm/°C のリファレンスを 12 ピン MSOP パッケージに集積しています。このデバイスはレール・トゥ・レールの出力バッファを内蔵しており、単調性を保証しています。

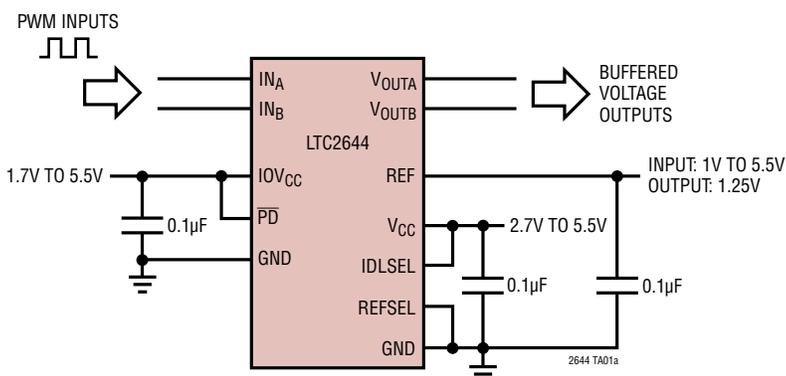
LTC2644 は PWM 入力信号の周期とパルス幅を測定し、各 PWM 入力の立ち上がりエッジ後に、対応する電圧出力 DAC を更新します。DAC 出力は、標準で 8 μ s 以内に更新されて 12 ビット精度に安定化されます。また、最大 5mA (3V 時) または 10mA (5V 時) のソース電流およびシンク電流を供給可能なので、電圧リップルを除去し、低速のアナログ・フィルタおよびバッファ・アンプを置き換えます。

LTC2644 は、10ppm/°C の内部リファレンスを使用する 2.5V のフルスケール出力を備えています。このデバイスは外部リファレンスで動作できるので、これによって外部リファレンス電圧に等しいフルスケール出力を設定できます。PWM 入力が変わらない状態が 60ms より長く続くと、各 DAC はピンで選択可能なアイドル状態に移行します。このデバイスは 2.7V ~ 5.5V の単電源で動作し、1.71V ~ 5.5V の PWM 入力電圧をサポートします。

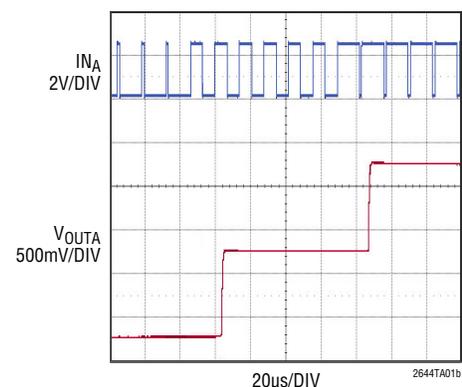
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。5396245、5859606、6891433、6937178、7414561 を含む米国特許により保護されています。

標準的応用例

2チャンネルPWMを入力して電圧を出力するD/Aコンバータ



PWM 入力と D/A コンバータ出力



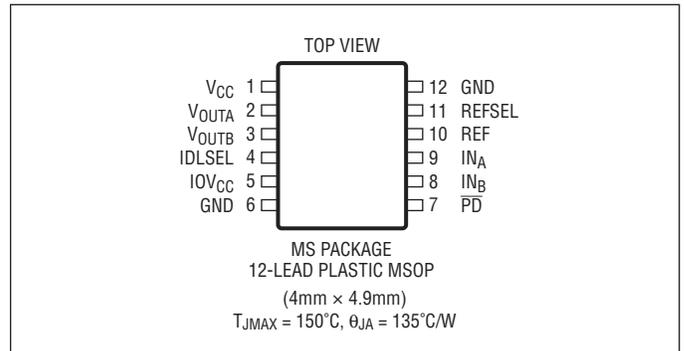
LTC2644

絶対最大定格

(Note 1, 2)

電源電圧 (V_{CC} 、 IOV_{CC})	-0.3V ~ 6V
IN_A 、 IN_B	-0.3V ~ 6V
$IDLSEL$ 、 \overline{PD} 、 $REFSEL$	-0.3V ~ 6V
V_{OUTA} 、 V_{OUTB}	-0.3V ~ 最小 ($V_{CC} + 0.3V$ 、6V)
REF	-0.3V ~ 最小 ($V_{CC} + 0.3V$ 、6V)
動作温度範囲	
LTC2644C	0°C ~ 70°C
LTC2644I	-40°C ~ 85°C
LTC2644H	-40°C ~ 125°C
最大接合部温度	150°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	300°C

ピン配置



発注情報

LTC2644	C	MS	-L	12	#TR	PBF
						無鉛指定
						テープアンドリール TR = 2,500個テープアンドリール
						分解能 12 = 12ビット 10 = 10ビット 8 = 8ビット
						フルスケール電圧、内部リファレンス・モード L = 2.5V
						パッケージ・タイプ MS = 12ピンMSOP
						温度グレード C = 民生用温度範囲 (0°C ~ 70°C) I = 産業用温度範囲 (-40°C ~ 85°C) H = 自動車用温度範囲 (-40°C ~ 125°C)
						製品番号

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。
非標準の鉛仕上の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

製品選択ガイド

製品番号	製品マーキング*	分解能	チャネル	内部リファレンス 使用時 VFS	INL 最大値	パッケージ
LTC2644-L12	644L12	12-Bit	2	2.5V	±2.5LSB	12-Lead Plastic MSOP
LTC2644-L10	644L10	10-Bit	2	2.5V	±1LSB	12-Lead Plastic MSOP
LTC2644-L8	2644L8	8-Bit	2	2.5V	±0.5LSB	12-Lead Plastic MSOP

* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

LTC2644

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 V_{OUT} は無負荷。

LTC2644-L12/-L10/-L8 ($V_{FS} = 2.5\text{V}$)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC2644-L8			LTC2644-L10			LTC2644-L12			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
DC性能												
	Resolution		●	8		10		12			Bits	
	Monotonicity	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref. (Note 3)	●	8		10		12			Bits	
DNL	Differential Nonlinearity	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref. (Note 3)	●		± 0.5		± 0.5		± 1		LSB	
INL	Integral Nonlinearity	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref. (Note 3)	●	± 0.05	± 0.5	± 0.2	± 1	± 1	± 2.5		LSB	
ZSE	Zero-Scale Error	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref., Code = 0	●	0.5	5	0.5	5	0.5	5		mV	
V_{OS}	Offset Error	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref. (Note 4)	●	± 0.5	± 5	± 0.5	± 5	± 0.5	± 5		mV	
V_{OSTC}	V_{OS} Temperature Coefficient	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref. (Note 9)		± 10		± 10		± 10			$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
GE	Gain Error	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref.	●	± 0.2	± 0.8	± 0.2	± 0.8	± 0.2	± 0.8		%FSR	
GETC	Gain Temperature Coefficient	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Ref. (Note 9) C-grade I-grade H-grade		10 10 10		10 10 10		10 10 10			ppm/ $^\circ\text{C}$ ppm/ $^\circ\text{C}$ ppm/ $^\circ\text{C}$	
	Load Regulation	Internal Ref., Mid-Scale, $V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$, $-5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$	●	0.009	0.016	0.035	0.064	0.14	0.256		LSB/mA	
		$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$, $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.009	0.016	0.035	0.064	0.14	0.256		LSB/mA	
R_{OUT}	DC Output Impedance	Internal Ref., Mid-Scale, $V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$, $-5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156		Ω	
		$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$, $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156		Ω	

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OUT}	DAC Output Span	External Reference		0 to V_{REF}		V
		Internal Reference		0 to 2.5		V
PSR	Power Supply Rejection	$V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ or $5\text{V} \pm 10\%$		-80		dB
I_{SC}	Short Circuit Output Current (Note 5) Sinking Sourcing	$V_{FS} = V_{CC} = 5.5\text{V}$ Zero-Scale; V_{OUT} Shorted to V_{CC}	●	27	48	mA
		Full-Scale; V_{OUT} Shorted to GND	●	-28	-48	mA

電源

V_{CC}	Positive Supply Voltage	For Specified Performance	●	2.7	5.5	V
IOV_{CC}	Digital Input Supply Voltage	For Specified Performance	●	1.71	5.5	
I_{CC}	Supply Current (Note 6)	$V_{CC} = 3\text{V}$, Internal Reference	●	2.7	4	mA
		$V_{CC} = 5\text{V}$, Internal Reference	●	4.6	6	mA
$I_{CC}(IOV_{CC})$	Supply Current, IOV_{CC} (Note 6)	$IOV_{CC} = 5\text{V}$	●	25	50	μA
I_{SD}	Supply Current in Power-Down Mode (Note 6)	$V_{CC} = 5\text{V}$, $\overline{PD} = 0\text{V}$	●	0.5	5	μA
$I_{SD}(IOV_{CC})$	Supply Current in Power-Down Mode, IOV_{CC} (Note 6)	$IOV_{CC} = 5\text{V}$, $\overline{PD} = 0\text{V}$	●	0.5	5	μA

2644f

電气的特性

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 V_{OUT} は無負荷。

LTC2644-L12/-L10/-L8 ($V_{FS} = 2.5\text{V}$)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
リファレンス入力							
V_{REF}	Input Voltage Range		●	1	V_{CC}	V	
	Resistance		●	120	160	200	$k\Omega$
	Capacitance			7.5			pF
I_{REF}	Reference Current, Power-Down Mode	DAC Powered Down	●	0.005	1.5	μA	
リファレンス出力							
	Output Voltage		●	1.24	1.25	1.26	V
	Reference Temperature Coefficient	(Note 9)		± 10			ppm/ $^\circ\text{C}$
	Output Impedance			0.5			$k\Omega$
	Capacitive Load Driving			10			μF
	Short Circuit Current	$V_{CC} = 5.5\text{V}$, REF Shorted to GND		2.5			mA
デジタル入力 (I_{NA}、I_{NB}、PD)							
V_{IH}	Digital Input High Voltage		●	$0.8 \cdot I_{OVCC}$			V
V_{IL}	Digital Input Low Voltage		●		0.5		V
I_{LK}	Digital Input Leakage	$I_{NA}/I_{NB} = \text{GND to } I_{OVCC}$	●		± 1		μA
C_{IN}	Digital Input Capacitance	(Note 7)	●		5		pF
AC性能							
t_s	Settling Time From I_{NA}/I_{NB} Rising Edge (Note 8)	$\pm 0.39\%$ ($\pm 1\text{LSB}$ at 8 Bits)		7.0		μs	
		$\pm 0.098\%$ ($\pm 1\text{LSB}$ at 10 Bits)		7.4		μs	
		$\pm 0.024\%$ ($\pm 1\text{LSB}$ at 12 Bits)		7.8		μs	
	Voltage Output Slew Rate			1.0		V/ μs	
	Capacitive Load Driving			500		pF	
	Glitch Impulse	At Mid-Scale Transition		2.1		nV \cdot s	
	DAC-to-DAC Crosstalk	1 DAC Held at FS, 1 DAC Switched 0 to FS		0.9		nV \cdot s	
	Multiplying Bandwidth	External Reference		320		kHz	
e_n	Output Voltage Noise Density	At $f = 1\text{kHz}$, External Reference		180		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
		At $f = 10\text{kHz}$, External Reference		160		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
		At $f = 1\text{kHz}$, Internal Reference		200		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
		At $f = 10\text{kHz}$, Internal Reference		180		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
	Output Voltage Noise	0.1Hz to 10Hz, External Reference		35		nV _{p-p}	
		0.1Hz to 10Hz, Internal Reference		40		nV _{p-p}	
		0.1Hz to 200kHz, External Reference		680		nV _{p-p}	
		0.1Hz to 200kHz, Internal Reference		730		nV _{p-p}	
		$C_{REF} = 0.1\mu\text{F}$					

LTC2644

電気的特性

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 V_{OUT} は無負荷。

LTC2644-L12/-L10/-L8 ($V_{FS} = 2.5\text{V}$)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{PWH}	IN_A/IN_B High Time		●	25		ns
t_{PWL}	IN_A/IN_B Low Time		●	25		ns
t_{PER}	IN_A/IN_B Rising Edge to Rising Edge Period	LTC2644-L12	●	0.160	33	ms
		LTC2644-L10	●	0.040	33	ms
		LTC2644-L8	●	0.010	33	ms
t_3	IN_A/IN_B Idle Mode Timeout		●	50	70	ms
t_4	IN_A/IN_B Rising Edge to DAC Update Delay			3.2		μs
f_{MAX}	IN_A/IN_B Frequency	LTC2644-L12	●	0.03	6.25	kHz
		LTC2644-L10	●	0.03	25	kHz
		LTC2644-L8	●	0.03	100	kHz

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに回復不可能な損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: すべての電圧値は GND を基準にしている。

Note 3: 線形性および単調性は、コード16からコード4095まで (LTC2644-12)、コード4からコード1023まで (LTC2644-10)、コード1からコード255まで (LTC2644-8) 定義される。

Note 4: コード16 (LTC2644-12)、コード4 (LTC2644-10) またはコード1 (LTC2644-8) およびフルスケールでの測定から推測される。

Note 5: このデバイスは短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための電流制限回路を内蔵している。電流制限時には接合部温度が最大定格を超えることがある。規定された最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

Note 6: 0V または $10V_{CC}$ での IN_x 。

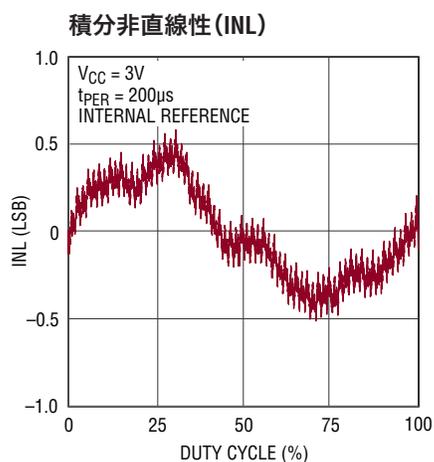
Note 7: 設計によって保証されているが、製造時にはテストされない。

Note 8: 内部リファレンス・モード。D/Aコンバータは、1/4スケールから3/4スケールへ、および3/4スケールから1/4スケールへステップ変化する。負荷は $2\text{k}\Omega$ で 100pF と並列に GND に接続する。

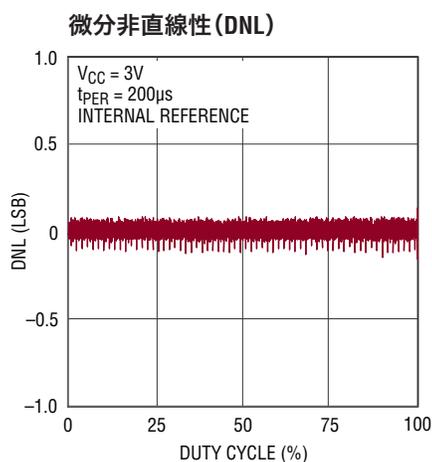
Note 9: 温度係数は出力電圧の最大変化を規定温度範囲で割って計算される。

標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。)

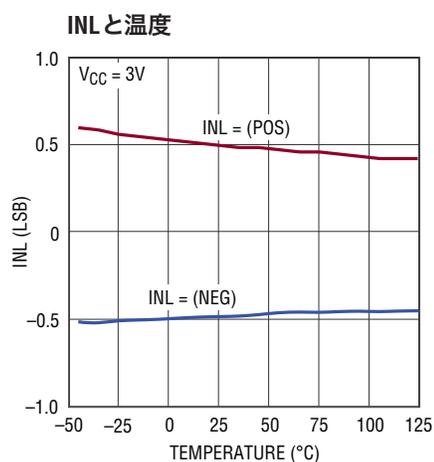
LTC2644-12 (内部リファレンス、 $V_{FS} = 2.5\text{V}$)



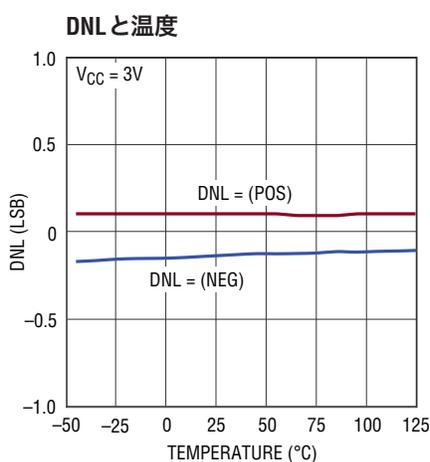
2644 G01



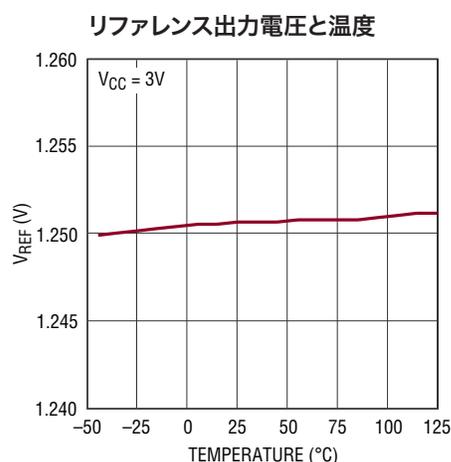
2644 G02



2644 G03

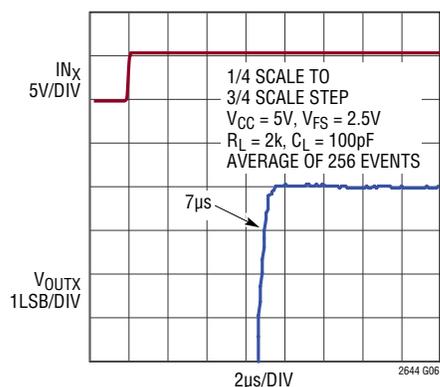


2644 G04



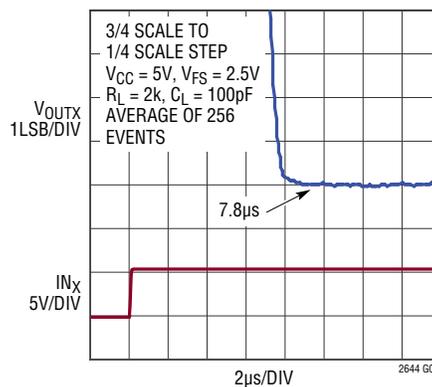
2644 G05

±1LSBまでのセトリング時間 (立ち上がり)



2644 G06

±1LSBまでのセトリング時間 (立ち下がり)

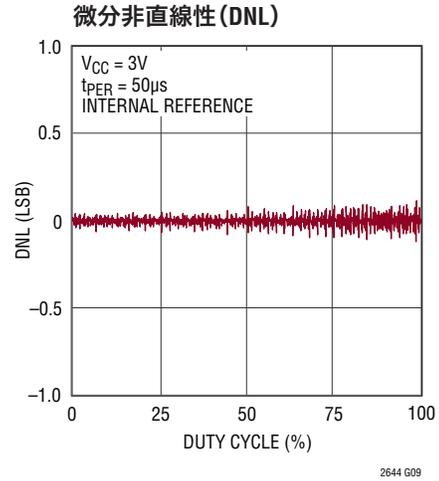
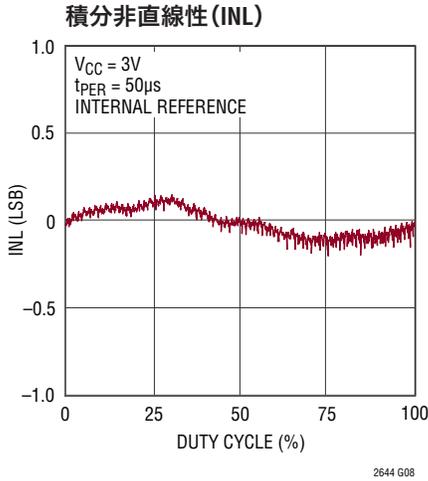


2644 G07

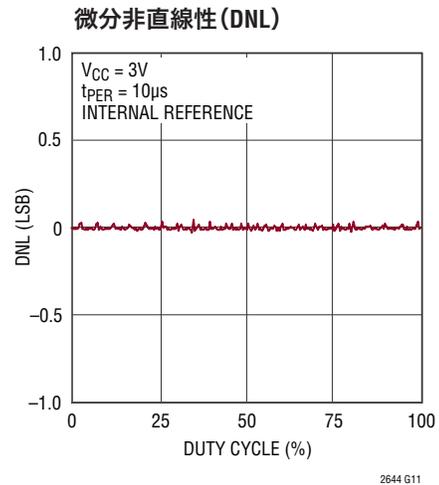
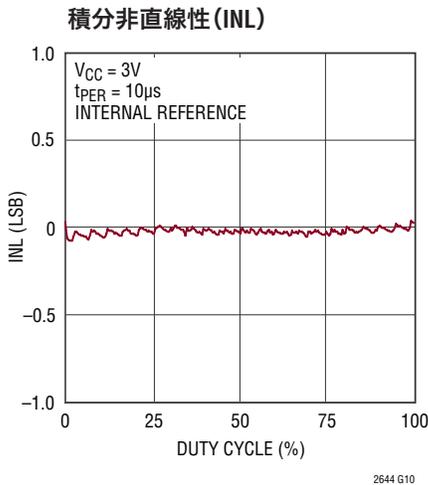
LTC2644

標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$)

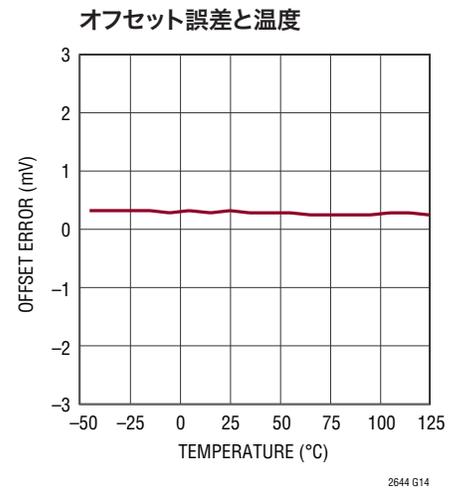
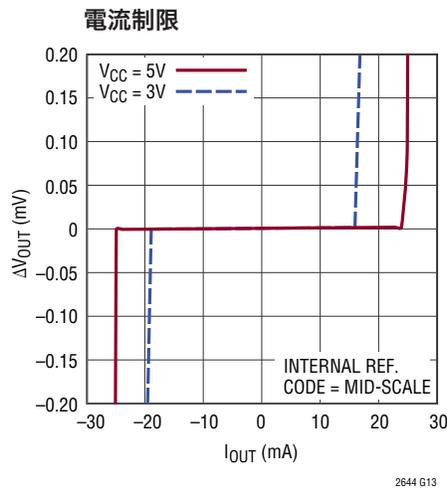
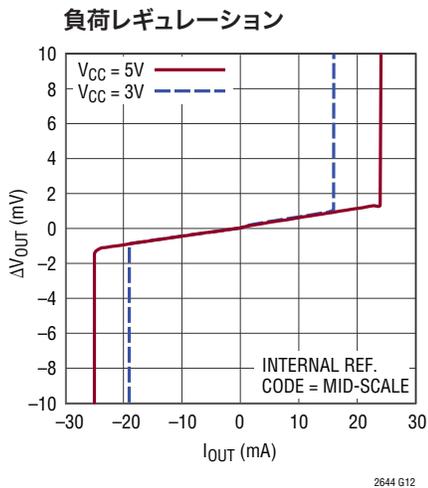
LTC2644-10 (内部リファレンス、 $V_{FS} = 2.5\text{V}$)



LTC2644-8 (内部リファレンス、 $V_{FS} = 2.5\text{V}$)

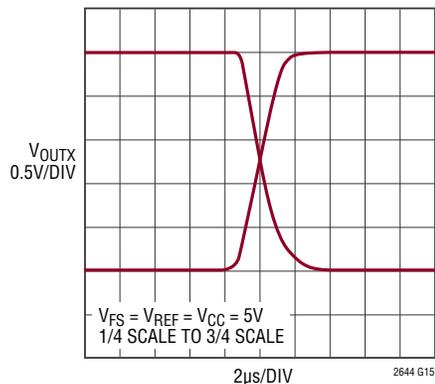


LTC2644

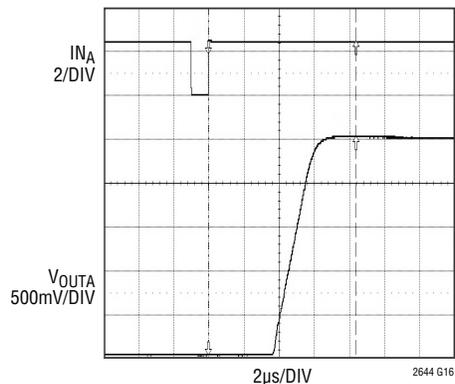


標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}_0$) (内部リファレンス、 $V_{FS} = 2.5\text{V}$)

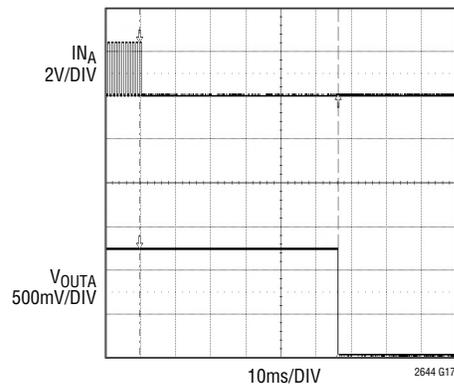
大信号応答



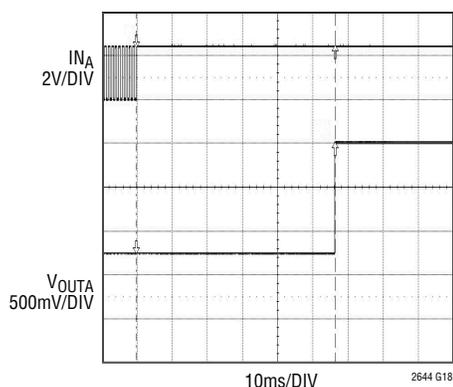
IN_X から V_{OUTX} までの
遅延フルスケール・トランジション



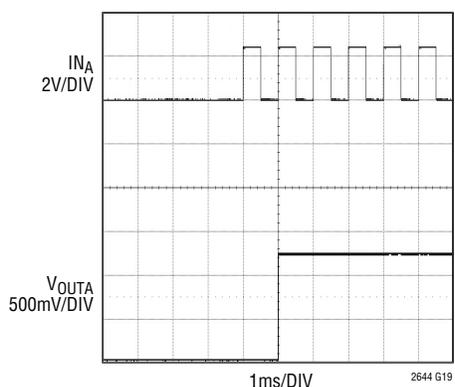
ミッドスケールから
アイドル・モードのゼロスケールに
移行 ($IDLSEL = GND$)



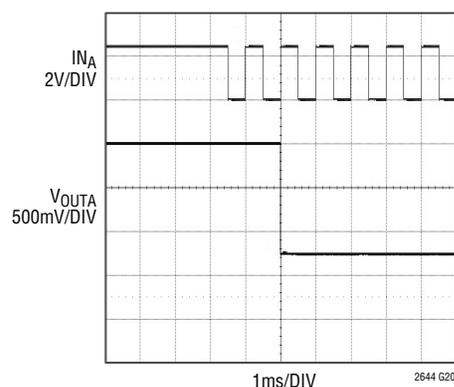
ミッドスケールから
アイドル・モードのフルスケールに移行
($IDLSEL = GND$)



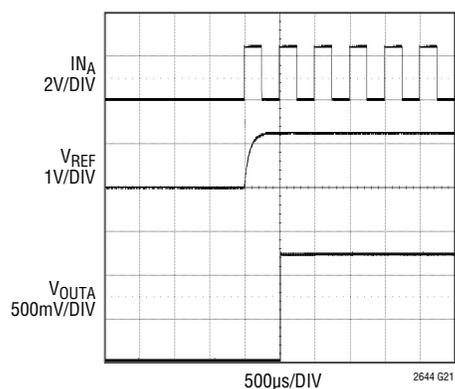
アイドル・モードのゼロスケールを
終了してミッドスケールに移行
($IDLSEL = GND$)



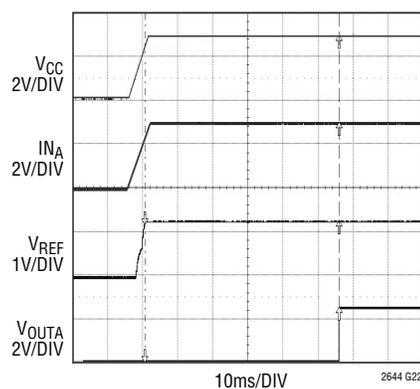
アイドル・モードのフルスケールを
終了してミッドスケールに移行
($IDLSEL = GND$)



アイドル・モードのパワーダウン
(1チャンネル)を終了して
ミッドスケールに移行 ($IDLSEL = V_{CC}$)



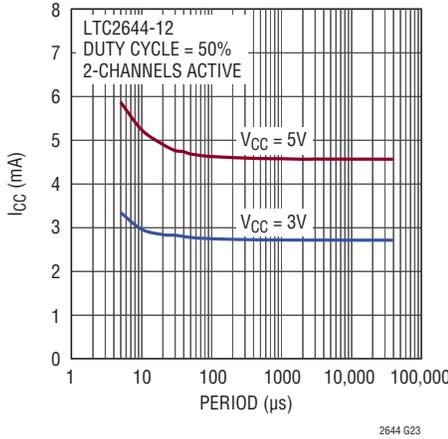
パワーオンリセットから
アイドル・モードのフルスケールに
移行 ($IDLSEL = GND$)



LTC2644

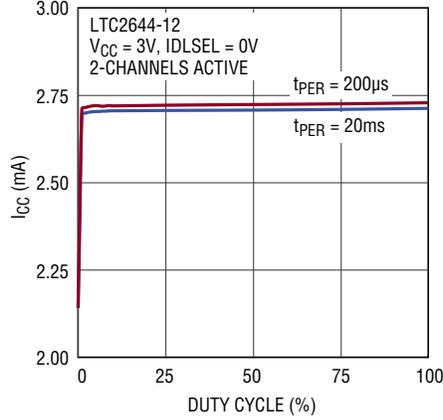
標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}_o$) (内部リファレンス、 $V_{FS} = 2.5\text{V}$)

電源電流と入力周期 (t_{PER})



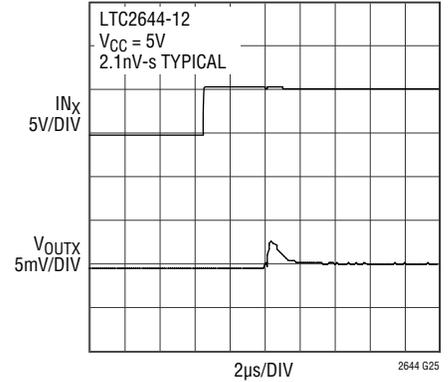
2644 G23

電源電流とデューティ・サイクル (t_{PW}/t_{PER})



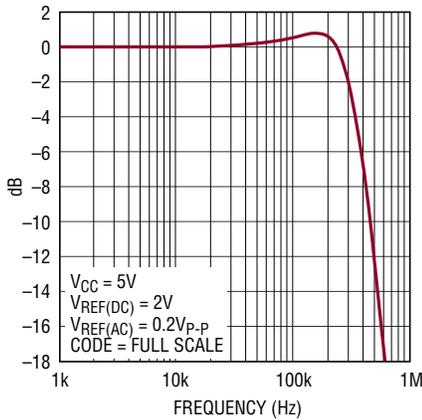
2645 G24

ミッドスケールの
グリッチ・インパルス



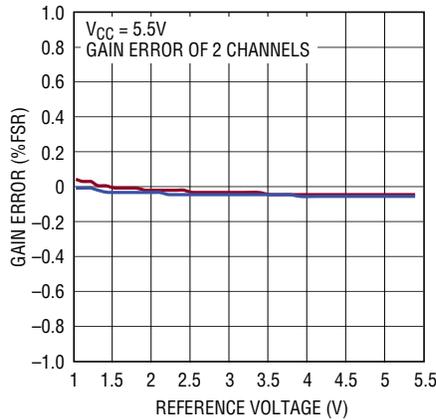
2644 G25

乗算帯域幅



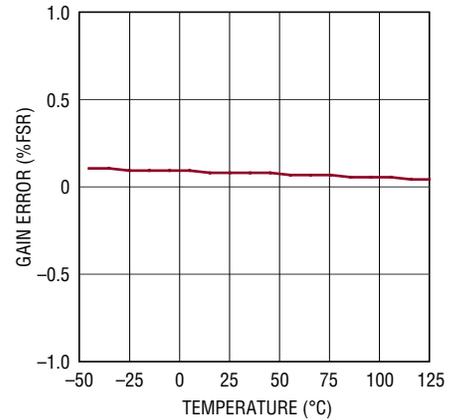
2644 G26

利得誤差とリファレンス入力



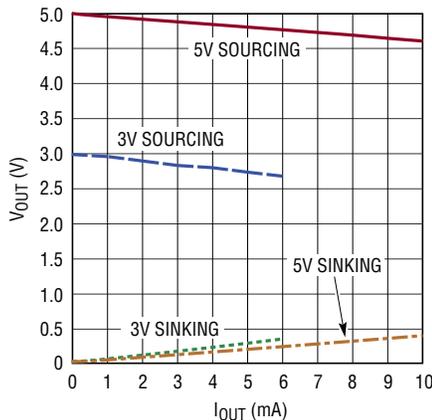
2644 G27

利得誤差と温度



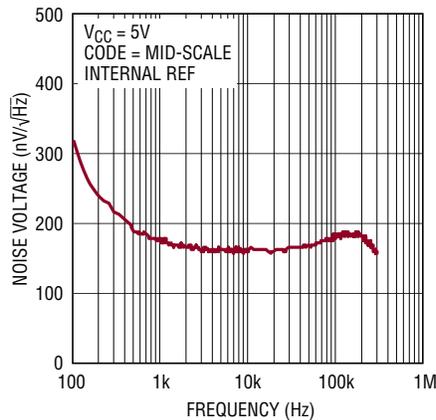
2644 G28

レールでのヘッドルームと
出力電流



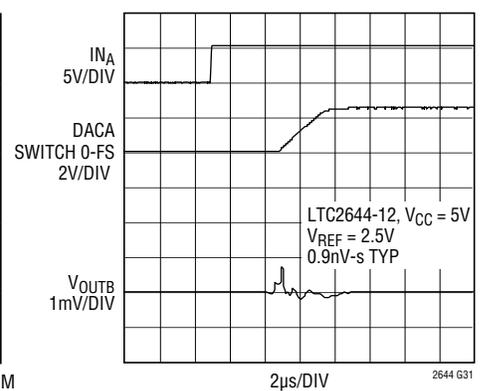
2644 G29

ノイズ電圧と周波数



2644 G30

DAC-DAC 間クロストーク
(ダイナミック)



2644 G31

ピン機能

V_{CC} (ピン1) : 電源電圧入力。2.7V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V。0.1μFのコンデンサを使用してGNDにバイパスします。

V_{OUTA}、V_{OUTB} (ピン2、3) : DACのアナログ電圧出力。DAC出力電圧は、次式で計算することができます。

$$V_{OUTX} = V_{REF} \cdot t_{PWHX} / t_{PERX}$$

ここで、V_{REF}は内部リファレンス・モードでの2.5Vまたは外部リファレンス・モードでのREFピンの電圧、t_{PWHX}は先行するIN_Xの周期のパルス幅、t_{PERX}はIN_Xの最新の2つの立ち上がりエッジ間の時間です。

IDLSEL (ピン4) : アイドル・モード選択入力。アイドル・モード・タイムアウト遅延t₃ (公称遅延は60ms)よりも長い間、PWM入力に立ち上がりエッジが入力されなかった場合のDAC出力の動作を選択する場合、IDLSELをGNDまたはV_{CC}に接続します。使用できるアイドル・モードの状態は、高インピーダンス出力状態のパワーダウン、前の状態のホールド、ゼロスケール、またはフルスケールです。このピンは、パワーオンリセット後のDAC出力の初期状態も選択します。

IOV_{CC} (ピン5) : I/O電源電圧入力。1.71V ≤ IOV_{CC} ≤ 5.5V。0.1μFのコンデンサを使用してGNDにバイパスします。

GND (ピン6、12) : グランド。

\overline{PD} (ピン7) : アクティブ“L”パワーダウン入力。デバイスを標準電源電流が1μA未満のパワーダウン状態にするには、 \overline{PD} をGNDに接続します。通常動作の場合は、 \overline{PD} をIOV_{CC}に接続します。

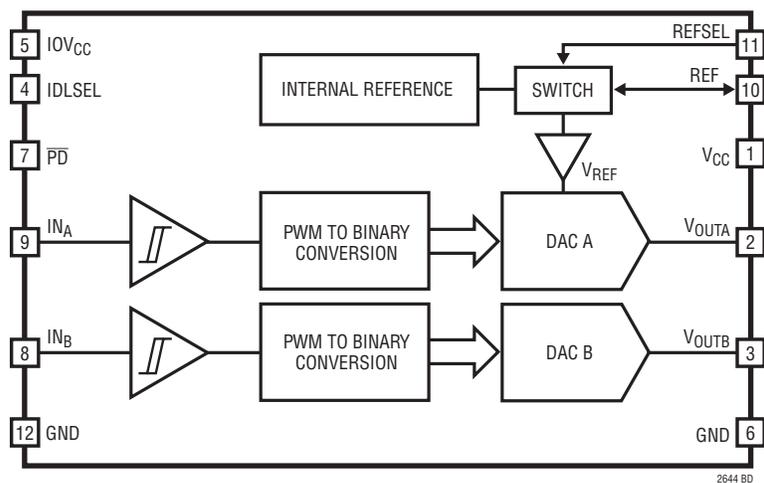
IN_A、IN_B (ピン9、8) : PWM入力。30Hz～6.25kHz (12ビット)、25kHz (10ビット)、または100kHz (8ビット)の範囲で、パルス幅変調入力周波数を適用します。各IN_Xの立ち上がりエッジの後で、デバイスは、パルス幅と周期に基いてデューティ・サイクルを計算し、DACチャネルのV_{OUTX}を更新します。ロジックレベルは、IOV_{CC}を基準にします。

REFSEL (ピン11) : リファレンス選択入力。内部リファレンス・モードを選択する場合は、REFSELをGNDに接続します。外部リファレンス・モードを選択する場合は、REFSELをV_{CC}に接続します。

REF (ピン10) : リファレンス電圧の入力または出力。REFSELをV_{CC}に接続した場合、REFは入力(1V ≤ V_{REF} ≤ V_{CC})になり、入力された電圧によってフルスケールDAC出力電圧が設定されます。REFSELをGNDに接続した場合、10ppm/°C、1.25Vの内部リファレンス(フルスケールの1/2)がこのピンで使用可能になります。この出力は最大10μFでGNDにバイパスすることが可能で、外部のDC負荷電流を駆動するときはバッファを接続する必要があります。

LTC2644

ブロック図



タイミング図

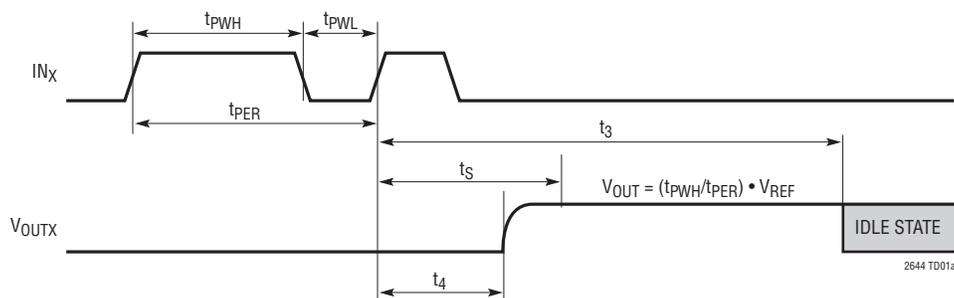


図 1a.

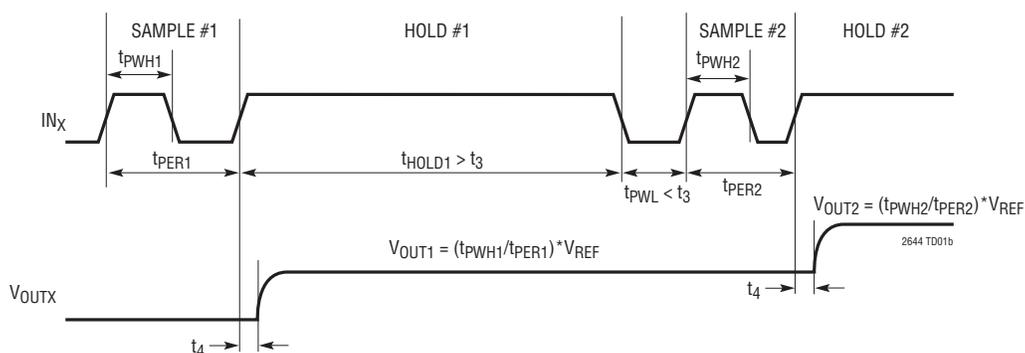


図 1b. サンプル/ホールド動作 (IDLSEL = V_{CC})

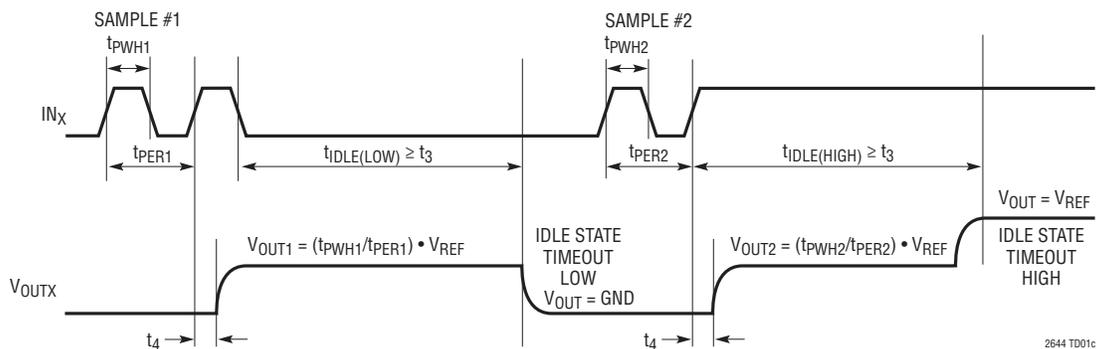


図 1c. 透過の動作 (IDLSEL = GND)

動作

LTC2644は、デュアルPWMを入力して電圧を出力するD/Aコンバータ・ファミリであり、12ピンMSOPパッケージで提供されます。このデバイスは、PWM入力のパルス幅と周期を測定し、各PWM入力の立ち上がりエッジの後に、対応するDAC出力を更新します。各D/Aコンバータは外部リファレンスを使用するか、内部リファレンスによる2.5Vのフルスケール電圧を使用して、レール・トゥ・レールで動作できます。3種類の分解能(12、10、および8ビット)を使用できます。

PWMから電圧への変換

LTC2644は、PWM入力を、高精度の安定したバッファ付き電圧に変換します。待ち時間や遅いセトリングは発生せず、ディスクリフト・ソリューションで、高い値を持つ受動部品が不要になります。PWM入力ピン(IN_X)は、30kHzから最大6.25kHz(12ビット)、25kHz(10ビット)、または100kHz(8ビット)までの周波数を受け入れます。

デューティ・サイクルは、各PWM入力の立ち上がりエッジの後で、前回の“H”および“L”のパルス幅に基いて計算されます。生成されるデジタルDACコードkは、次式で計算されます。

$$k = 2^N \cdot t_{\text{PWHX}} / t_{\text{PERX}}$$

ここで、t_{PWHX}は先行するIN_Xの周期のパルス幅、t_{PERX}はIN_Xの最新の2つの立ち上がりエッジ間の時間です。デジタルからアナログへの伝達関数は次のとおりです。

$$V_{\text{OUT(IDEAL)}} = \left(\frac{k}{2^N}\right) V_{\text{REF}}, \text{ for } k = 0 \text{ to } 2^N - 1$$

ここで、Nは分解能、V_{REF}は2.5V(内部リファレンス・モードの場合)またはREFピンの電圧(外部リファレンス・モードの場合)です。

DAC更新のタイミング

DAC出力V_{OUTX}の更新は、IN_Xに入力される各立ち上がりエッジの後に発生します(図1a)。遅延t_Sは、IN_Xの立ち上がりエッジから、前回の周期のデューティ・サイクルに対応する安定したV_{OUTX}出力電圧までの遅延です。遅延t_Sは、計算サイクル遅延(t₄)および出力DACの実際のセトリングで構成されます。PWM-バイナリ間の内部計算サイクルは、IN_Xの立ち上がりエッジの直後から始まります。遅延t₄の経過後に計算サイクルが完了し、DAC出力V_{OUTX}が更新されます。通常、DAC出力は、IN_Xの立ち上がりエッジから8μs以内で12ビット精度に安定化します。

PWM入力アイドル・モードの選択

アイドル・モード・タイムアウト遅延t₃(公称遅延は60ms)よりも長い間、PWM入力の立ち上がりエッジが受信されなかった場合、DAC出力はアイドル・モード状態に移行します。アイドル・モード状態は、下の表1に従ってIDLSELをGNDまたはV_{CC}に接続することによって設定できます。なお、これらのピンは、パワーオン・リセット後のD/Aコンバータの初期状態も制御します。

表1. パワーオン・リセットおよびアイドル・モード状態

IDLSEL	パワーオン・リセット	IN _X がアイドル“L”	IN _X がアイドル“H”
GND	ゼロスケール	ゼロスケール	フルスケール
V _{CC}	パワーダウン 高インピーダンス	パワーダウン 高インピーダンス	ホールド

透過的動作

PWM入力のデューティ・サイクルが0%または100%になる可能性のあるアプリケーションの場合は、IDLSELをGNDに接続して透過的動作を選択します。この場合、アイドル“L”入力によってD/Aコンバータがゼロスケールに設定されるか、アイドル“H”入力によってD/Aコンバータがフルスケールに設定されます。図1cに、透過的動作のタイミングを示します。PWM入力の2つの立ち上がりエッジの間の時間が、アイドル・モード・タイムアウト遅延t₃(最小50ms)未満である場合、2番目の立ち上がりエッジの後で、DACコードが更新されます。なお、アイドル“H”入力状態の後に、アイドル“L”入力状態が続く場合があります。

動作

サンプル/ホールド動作

LTC2644は、パルス幅/周期を**サンプリング**し、対応する電圧レベルを無期限に**ホールド**する機能を備えています。PWM入力が連続的に動作する必要のあるアナログ・フィルタの実装とは異なり、LTC2644は、不連続なPWM入力を使用して動作できます。サンプル/ホールド動作を選択するには、IDLSELをV_{CC}に接続します。この動作では、1組の立ち上がりエッジで十分にD/Aコンバータが更新され、PWM入力がアイドル“H”の場合に、DACコードが前回の値を維持します。図1bに、サンプル/ホールド動作の正しいタイミングを示します。2つの立ち上がりエッジの間の時間が、アイドル・タイムアウト遅延 t_3 (最小50ms)未満である場合、DACコードが更新されます。2つの立ち上がりエッジの間の時間が t_3 (最大70ms)よりも長い場合は、無視され、DACコードは前回の値を維持します。なお、パワーオン・リセット後、またはIN_Xがアイドル“L”の場合、D/Aコンバータはパワーダウンして高インピーダンス出力状態になります。

IN_Xの周期が短い場合の動作

PWMから電圧への変換の精度は、6.25 kHz (12ビット)、25kHz (10ビット)、または100kHz (8ビット)までのIN_Xの入力周波数に対して保証されます。IN_X入力の周波数が速くなるのに比例して、アナログ出力の分解能と精度が減少します。IN_X入力の周期が計算遅延 t_4 (公称3.2μs)よりも短い場合、D/Aコンバータの更新はスキップされ、DACコードは前回の値を維持します。

IN_Xのパルス幅が短い場合の動作

IN_Xの各立ち上がりエッジの後で、確実にDAC出力が更新されるようにするには、IN_X入力に、 t_{pWH} および t_{pWL} よりも長い“H”パルス幅と“L”パルス幅を供給します。 t_{pWH} よりも短い“H”パルスによって、DACコードがゼロスケールとして計算され、 t_{pWL} よりも短い“L”パルスによってDACコードがフルスケールとして計算されます。わずか数ナノ秒という極めて短いパルス幅の場合、入力エッジが認識されない可能性があります。その場合、D/Aコンバータの更新は完全にスキップされ、DACコードは前回の値を維持します。

パワーオン・リセット

LTC2644は、電源の最初の投入時に出力を既知の状態にリセットするので、システムの初期設定が一定に保たれ、再現可能になります。表1に従ってIDLSELピンをGNDまたはV_{CC}に接続すると、D/Aコンバータが初期化されてゼロスケール(デバイスがパワーダウン状態)になり、DAC出力が高インピーダンスになります。

アプリケーションによっては、D/Aコンバータの起動時に下流の回路が動作状態になるので、この時間にD/Aコンバータからのゼロ以外の出力に対する感度が高くなる場合があります。LTC2644は、ゼロスケール・リセットを選択した場合にパワーオン・グリッチを低減する回路を内蔵しています。電源が5Vまで上昇するのに1ms以上かかる場合、電源投入時にアナログ出力が上昇する標準的な電圧はゼロスケールから5mV以内です。通常、グリッチの振幅は電源の電圧上昇時間が長くなるにつれて小さくなります。

リファレンス・モード

高精度の外部リファレンスが使用できないか、スペースが制限されているため望ましくないアプリケーションに備えて、LTC2644はユーザーが選択できるリファレンスを内蔵しています。内部リファレンス・モードを選択するには、REFSELピンをGNDに接続します。

REFピンでは、10ppm/°C、1.25Vのリファレンスを供給できます。この電圧は、2.5VのフルスケールDAC出力電圧範囲を提供するために、内部で2倍に増幅されます。REFピンにバイパス容量を追加するとノイズ性能が向上します。0.1μFを推奨しますが、最大10μFを発振なしで駆動できます。REF出力は、外部DC負荷電流を駆動するときにはバッファを付加する必要があります。

代わりに、DACを外部リファレンス・モードで動作させるには、REFSELピンをV_{CC}に接続します。このモードでは、外部からREFピンに供給する入力電圧によってリファレンス($1V \leq V_{REF} \leq V_{CC}$)を得るので、電源電流が減少します。このモードでは、フルスケールのDAC出力電圧は、REFピンの電圧に等しくなります。

動作

パワーダウン・モード

消費電力が制限されるアプリケーションの場合、パワーダウン・モードを使用して、2つ未満のDAC出力が必要なときに、電源電流を低減できます。パワーダウン・モードでは、バッファ・アンプ、バイアス回路、および内蔵リファレンス回路がデイスレーブル状態なので、実質的に電流が流れません。

IDLSELをV_{CC}に接続した場合に、チャネルのいずれかまたは両方をパワーダウンするには、PWM入力(IN_A/IN_B)を、アイドル・モード・タイムアウト遅延 t_3 の間、“L”に維持します。内部リファレンスは、外部リファレンス・モードが選択されるか、両方のDACチャネルがパワーダウンすると、自動的にパワーダウンします。また、両方のDACチャネルと内部リファレンスをパワーダウンするには、 $\overline{\text{PD}}$ ピンを“L”に引き下げます。内部リファレンスがパワーダウンすると、REFピンは高インピーダンス(標準で1G Ω を超える)になります。

透過的動作(IDLSEL = GND)の場合、 $\overline{\text{PD}}$ が“H”に戻ると、通常動作電流が再開されます。サンプル/ホールド動作(IDLSEL = V_{CC})の場合、LTC2644は、PWM入力での最初の立ち上がりエッジが受信されるまで、完全にパワーダウンしたままになります。PWM入力の2つの立ち上がりエッジの間の時間が、アイドル・モード・タイムアウト遅延 t_3 (最小50ms)未満である場合、DACコードが更新されます。PWM入力の2番目の立ち上がりエッジの後でチャネルが更新されるまで、DAC出力は高インピーダンスのままになります。

電圧出力

LTC2644の内蔵レール・トゥ・レール・アンプは、5V時に最大10mA、3V時に最大5mAのソース電流またはシンク電流が流れる場合、負荷レギュレーションを保証しています。

負荷レギュレーションは、広範囲の負荷電流にわたって定格電圧の精度を維持するアンプ能力の評価基準です。強制負荷電流の変化当たりの出力電圧の変化の測定値をLSB/mAの単位で表します。

DC出力インピーダンスは負荷レギュレーションと同等であり、LSB/mAから Ω への単位変更を計算するだけで求めることができます。負荷をレールから十分に離して駆動した場合、アンプのDC出力インピーダンスは0.1 Ω です。

負荷電流が一方のレールから流れているとき、そのレールを基準にした出力電圧のヘッドルームは出力デバイスの標準50 Ω のチャネル抵抗によって制限されます(たとえば、シンク電流が1mAのとき、最小出力電圧は50 Ω ・1mA、つまり50mVになります)。「標準的性能特性」セクションの「レールでのヘッドルームと出力電流」のグラフを参照してください。

アンプは最大500pFの容量性負荷を安定して駆動します。

レール・トゥ・レール出力に関する検討事項

どのようなレール・トゥ・レール電圧出力デバイスでも、出力は電源電圧範囲内に制限されます。

D/Aコンバータのアナログ出力をグランドより低い電圧にすることはできないので、図2bに示すように、アナログ出力が、達成可能な最小コードを制限することがあります。同様に、REFピンがV_{CC}に接続されているときは、制限がフルスケールの近くで生じることがあります。V_{REF} = V_{CC}でD/Aコンバータのフルスケール誤差(FSE)が正の場合は、図2cに示すように、最大コードの出力がV_{CC}に制限されます。V_{REF}がV_{CC} - FSEより小さいと、フルスケールの制限は生じません。

オフセットと直線性は、D/Aコンバータの伝達関数の(出力の制限が生じない)領域にわたって定義され、テストされます。

基板のレイアウト

プリント回路基板は、回路のアナログ部分とデジタル部分の領域を分けることが必要です。1枚の切れ目のないグランド・プレーンを使用し、アナログ信号とデジタル信号の配線はグランド・プレーンの別の領域上で注意深く行います。こうすることで、影響を受けやすいアナログ信号からデジタル信号を遠ざけ、デジタル・グランド電流とグランド・プレーンのアナログ部分の間の相互作用を最小限に抑えます。LTC2644のGNDピンからグランド・プレーンまでの抵抗はできるだけ小さくします。ここの抵抗はデバイスの実効DC出力インピーダンス(標準で0.1 Ω)に直接追加されます。LTC2644が同種の他のデバイスに比べてこの影響を受けやすいというわけではないので注意してください。むしろ、レイアウトに基づいて性能を向上させることが可能であり、実現可能な性能が過大な内部抵抗によって制限されることはありません。

動作

誤差を最小限に抑える別の技法は、別の電源グランド帰路トレースを別の基板層に使用する方法です。このトレースは電源と基板の接続箇所とD/Aコンバータのグランド・ピンの間に配線します。このようにして、D/Aコンバータのグランド・ピンはアナログ・グランド、デジタル・グランド、および電源グランドの共有点になります。LTC2644に大量のシンク電流が流れている場合、この電流はグランド・ピンから直接電源グランドのトレースに流れ、アナログ・グランド・プレーンの電圧には影響を与えません。

場合によっては、グランド・プレーンを遮断して、デジタル・グランドの電流をグランド・プレーンのデジタル部分に限定することが必要になります。これを行う場合は、目的を果たすために必要な範囲に限定してグランド・プレーン内に隙間を設け、隙間の上をまたぐトレースがないようにします。

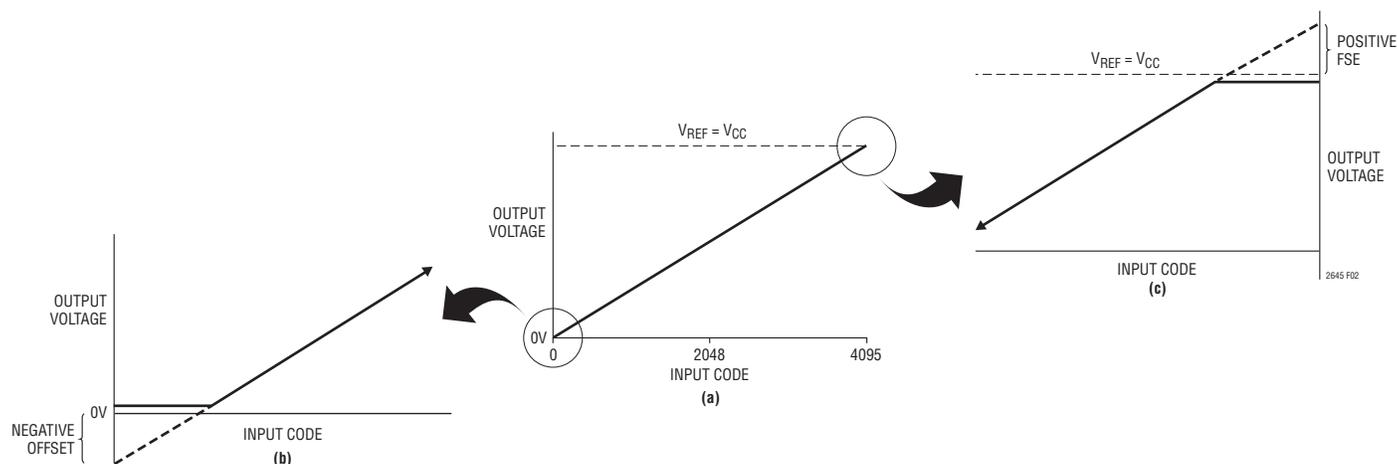


図2. DAC 伝達曲線に対するレール・トゥ・レール動作の影響(12ビットの場合を示す)。

- (a) 全体的な伝達関数
- (b) コードがゼロに近い場合の負オフセットの影響
- (c) コードがフルスケールに近い場合の正フルスケール誤差の影響

標準的応用例

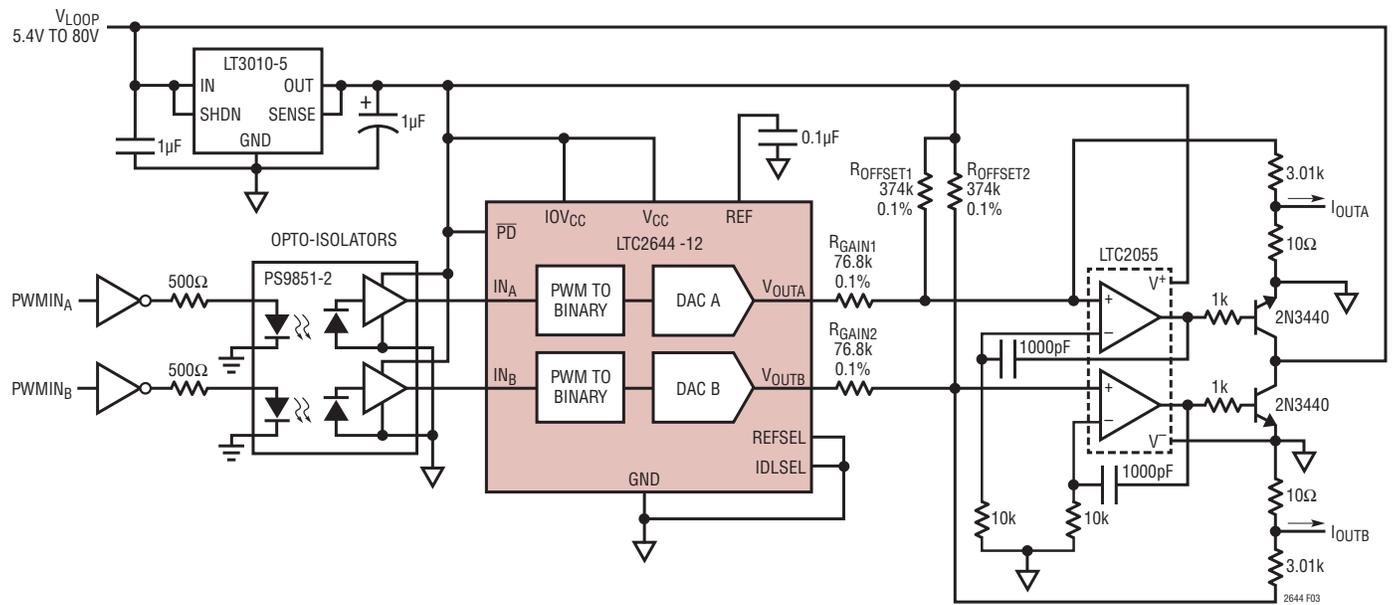


図3. 光絶縁型、4mA～20mAの範囲でPWM調整されるプロセス・コントローラ

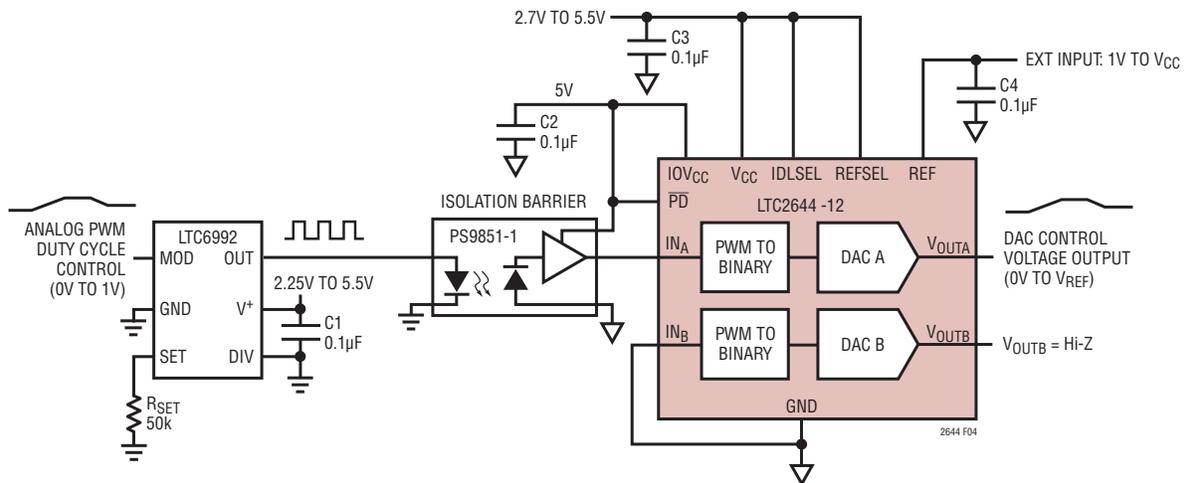
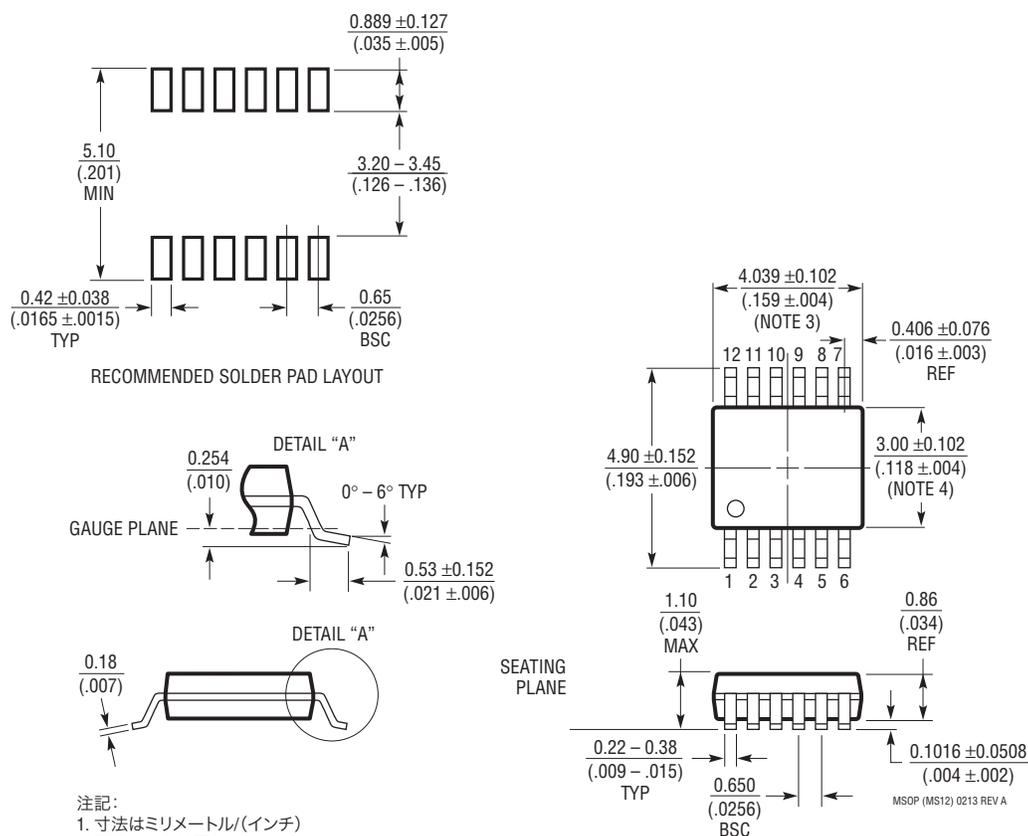


図4. PWM伝送をDAC制御電圧出力に変換するアナログ制御電圧

パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/>を参照してください。

MS Package
12-Lead Plastic MSOP
 (Reference LTC DWG # 05-08-1668 Rev A)



注記:

1. 寸法はミリメートル/ (インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006°)を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006°)を超えないこと
5. リードの平坦度 (整形後のリードの底面) は最大 0.102mm (0.004°)であること

標準的応用例

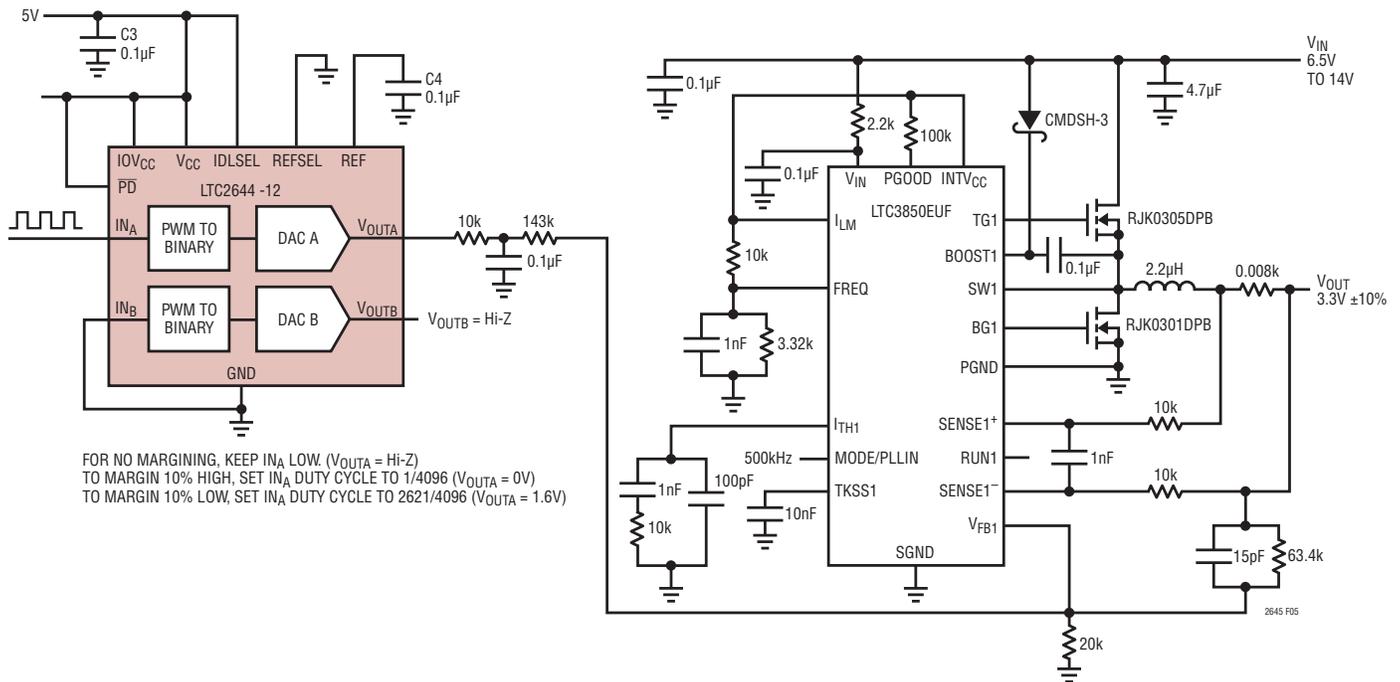


図5. LTC3850を使用した電圧マーキング・アプリケーション(3.3V ±10%)

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2645	10ppm/°Cリファレンス内蔵のクワッド 12/10/8ビット PWM電圧出力D/Aコンバータ	待ち時間のないバス更新、入力周波数: 100kHz ~ 30Hz、INL: ±2.5LSB、電源電圧範囲: 2.7V ~ 5.5V、16ピンMSOPパッケージ
LT®1991	高精度、100µA、利得選択可能アンプ	利得精度: 0.04%、利得: -13 ~ 14、100µA高精度オペアンプ
LT1469-2	デュアル200MHz、30V/µs、16ビット高精度オペアンプ	利得帯域幅: 200MHz、オフセット: 125µV、30V/µs スルーレート高性能オペアンプ
LTC2055	デュアル・マイクロパワー・ゼロドリフト・オペアンプ	最小電源電圧: 2.7V、アンプあたりの電源電流: 150µA、ゼロドリフト・オペアンプ
LTC6992	TimerBlox: 電圧制御パルス幅変調器 (PWM)	出力周波数範囲: 3.8Hz ~ 1MHz、アナログ入力: 0V ~ 1V、最大周波数誤差: 1.7% 未満
LTC2632/ LTC2633	10ppm/°Cリファレンス内蔵のデュアル 12/10/8ビットSPI/I²C電圧出力D/Aコンバータ	INL: ±2.5LSB、電源電圧範囲: 2.7V ~ 5.5V、10ppm/°Cリファレンス、外部REFモード、8ピンThinSOT™パッケージ