

## LTC6900低消費電力(SOT-23)発振器のVCOとしての利用

### デザインノート293

Nello Sevastopoulos

はじめに

LTC6900は高精度ローパワー発振器で、非常に使いやすく、非常に小さな実装面積しか必要としません。これはLTC1799の低消費電力版です。

LTC6900の出力周波数 $f_{OSC}$ の範囲は1kHz~20MHzです。周波数は図1に示されているように、外部抵抗 $R_{SET}$ と3状態入力の周波数分周ピンを使って設定されます。

$$f_{OSC} = \frac{10\text{MHz}}{N} \cdot \frac{20\text{k}\Omega}{R_{SET}} \quad N = 1, 10, 100 \quad (1)$$

独自設計の帰還ループが $R_{SET}$ と出力周波数の関係を直線化しますので、周波数の精度は既に上式内です。ディスクリート部品を使ったRC発振器とは異なり、出力周波数を決定する計算表はLTC6900には不要です。

LTC6900の簡略ブロック図を図2に示します。LTC6900マスタ発振器は、 $V^+$ とSETピンの電圧の比およびSETピンに流れ込む電流 $I_{RES}$ によって制御されます。 $I_{RES}$ が正確に抵抗 $R_{SET}$ を流れる電流であるかぎり、 $(V^+ - V_{SET})/I_{RES}$ の比は $R_{SET}$ に等しく、LTC6900の周波数は $R_{SET}$ の値にだけ依存します。この手法により、全周囲温度で標準 $\pm 0.5\%$ の精度が保証されます。

図2に示されているように、SETピンの電圧は内部バイア

スおよびPMOSトランジスタのゲートソース電圧によって制御されます。SETピンの電圧( $V_{SET}$ )は標準で $V^+$ より1.1V下です。


出力周波数のプログラミング

図1に示されているように、LTC6900の出力周波数は $R_{SET}$ の値を変えることによってプログラムすることができます。発振器の精度は指定されたとおりになります。図3に概念的に示されているように、周波数はSETピンに流れ込む電流とSETピンから流れ出す電流を制御することによってプログラムすることができます。この手法は精度を下げる可能性があります。というのは、図2に示されているように、 $(V^+ - V_{SET})/I_{RES}$ の比がもはや $R_{SET}$ の値にだけ依存するわけではないからです。この精度の低下は $I_{PROG}$ の大きさが $I_{RES}$ とそれほど違わなくなると無視できなくなります。LTC6900の周波数の変動はそれでも単調です。

図3に示されているコンセプトを実装する方法を図4に示します。この方法では2番目の抵抗 $R_{IN}$ をSETピンとグランドを基準にした電圧源 $V_{IN}$ の間に接続します。

図4で与えられた電源電圧では、LTC6900の出力周波数は $V_{IN}$ 、 $R_{IN}$ 、 $R_{SET}$ 、および $(V^+ - V_{SET}) = V_{RES}$ の関数です。

$$f_{OSC} = \frac{10\text{MHz}}{N} \cdot \frac{20\text{k}\Omega}{R_{SET} // R_{IN}} \cdot \left( 1 + \frac{V_{IN} - V^+}{V_{RES}} \cdot \frac{1}{1 + R_{IN} / R_{SET}} \right) \quad (2)$$

、LTCとLTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

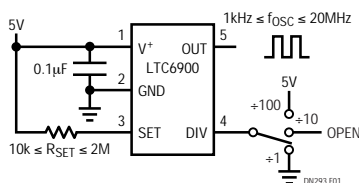


図1. 基本接続図

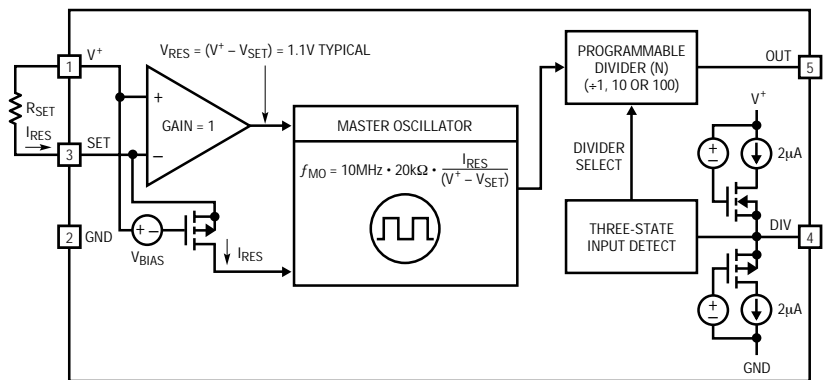


図2. 簡略ブロック図

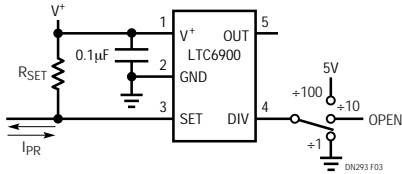


図3．電流操作によるプログラミングのコンセプト

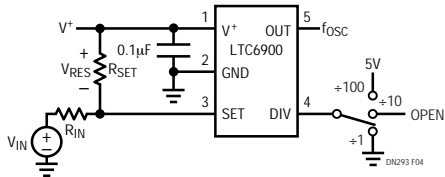


図4．図3に示されているコンセプトの実際

$V_{IN} = V^+$  のとき、LTC6900 の出力周波数は最高値をとり、その値は  $R_{IN}$  と  $R_{SET}$  の並列接続によって設定されます。さらに、出力周波数  $f_{OSC}$  は  $V_{RES} = (V^+ - V_{SET})$  の値に依存しないので、 $f_{OSC}$  の精度はデータシートのリミット値内であることに注目してください。

$V_{IN}$  が  $V^+$  より小さいと、特に  $V_{IN}$  がグラウンドの電位に近づくと、発振器の周波数  $f_{OSC}$  は最低値をとり、その精度は  $V_{RES} = (V^+ - V_{SET})$  の変化によって影響を受けます。25℃では、 $V^+$  の変化が  $\pm 5\%$  であると仮定すると、 $V_{RES}$  は  $\pm 8\%$  変化します。 $V_{RES}$  の温度係数は  $0.02\%/^\circ\text{C}$  です。 $V_{IN}$  が  $V^+$  を基準にした DAC の出力の場合、 $V_{RES}$  は電源の影響を受けないことに注目してください。

上述の  $f_{OSC}$  の計算式を変形して、図4に示されている外部抵抗  $R_{SET}$  と  $R_{IN}$  の値を設定する簡単なアルゴリズムを得ることができます。

1. 最大入力電圧  $V_{IN(MAX)} \leq V^+$  で生じる最大発振周波数  $f_{OSC(MAX)}$  の値を選びます。
2. 最小入力電圧  $V_{IN(MIN)} \geq 0$  で生じる最小発振周波数  $f_{OSC(MIN)}$  の値を選びます。
3.  $V_{RES} = 1.1\text{V}$  を選んで、 $R_{IN}/R_{SET}$  の比を次式を使って計算します。

$$\frac{R_{IN}}{R_{SET}} = \frac{(V_{IN(MAX)} - V^+) - \left(\frac{f_{OSC(MAX)}}{f_{OSC(MIN)}}\right) \cdot (V_{IN(MIN)} - V^+)}{V_{RES} \left(\frac{f_{OSC(MAX)}}{f_{OSC(MIN)}} - 1\right)} - 1 \quad (3)$$

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j6900i.html>

$R_{IN}/R_{SET}$  が分かったら、次式を使って  $R_{SET}$  を計算します。

$$R_{SET} = \frac{10\text{MHz}}{N} \cdot \frac{20\text{k}\Omega}{f_{OSC(MAX)}} \left[ \frac{(V_{IN(MAX)} - V^+) + V_{RES} \left(1 + \frac{R_{IN}}{R_{SET}}\right)}{V_{RES} \left(\frac{R_{IN}}{R_{SET}}\right)} \right] \quad (4)$$

例1：この例では、発振器の出力周波数は小さく偏ります。これは、システムの周波数を公称値の近辺に同調させる場合に便利です。

$V_{IN(MAX)} = 3\text{V}$  に対しては  $V^+ = 3\text{V}$ 、 $f_{OSC(MAX)} = 2\text{MHz}$  にします。 $V_{IN} = 0\text{V}$  に対しては  $f_{OSC(MIN)} = 1.5\text{MHz}$  にします。式(3)を使って  $R_{IN}/R_{SET}$  を解くと、 $R_{IN}/R_{SET} = 9.9/1$  が得られます。式(4)から  $R_{SET} = 110.1\text{k}\Omega$  となります。 $R_{IN} = 9.9R_{SET} = 1.089\text{M}\Omega$  です。標準抵抗値として、 $R_{SET} = 110\text{k}\Omega$  (1%) と  $R_{IN} = 1.1\text{M}\Omega$  (1%) を使います。 $f_{OSC}$  と  $V_{IN}$  の測定値を図5に示します。1.5MHz から 2MHz での周波数の偏りは非常に限られているので、 $f_{OSC}$  と  $V_{IN}$  の関係を示す曲線は直線になります。

例2：1ボルトで1オクターブだけ発振器の周波数を変化させます。入力電圧が1V変化するとき  $f_{OSC(MIN)} = 1\text{MHz}$  で、 $f_{OSC(MAX)} = 2\text{MHz}$  であると仮定します。最少入力電圧は電源の半分です。つまり、 $V_{IN(MIN)} = 1.5\text{V}$ 、 $V_{IN(MAX)} = 2.5\text{V}$  および  $V^+ = 3\text{V}$  です。

式(3)から  $R_{IN}/R_{SET} = 1.273$  が得られ、式(4)から  $R_{SET} = 142.8\text{k}\Omega$  が得られます。 $R_{IN} = 1.273R_{SET} = 181.8\text{k}\Omega$  となります。標準抵抗値として、 $R_{SET} = 143\text{k}\Omega$  (1%) と  $R_{IN} = 182\text{k}\Omega$  (1%) を使います。

$f_{OSC}$  と  $V_{IN}$  の測定値を図6に示します。1.5V より高い  $V_{IN}$  では、VCO は高い直線性を示します。 $V_{IN}$  が 1V より小さくなると直線性を失いますが、VCO は単調性を保ちます。

VCO 変調の帯域幅は 25kHz です。つまり、LTC6900 は DC ~ 25kHz の範囲で周波数プログラミング電圧  $V_{IN}$  の変化に応答します。

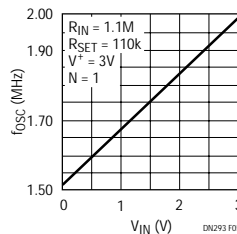


図5．出力周波数と入力電圧

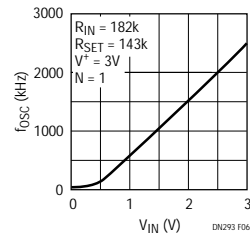


図6．出力周波数と入力電圧