

DESIGN SHOWCASE

広範囲の電源電圧で動作する 低電力32kHz発振器

低電力計器及びマイクロコントローラ(μC)のシステムクロック又は補助スリープクロックを発生するために、32kHz発振器がよく使用されます。通常はCMOSインバータ(74HC04又はCD4049UBタイプ)の入力と出力の間に大きな抵抗を接続してリニアアンプとしてバイアスしたものを使用します。

しかし、インバータ回路には問題があります。電源電流は3V～6Vの電源電圧範囲で大きく変動し、電流を250μA以下にすることは困難です。電源電圧が広範囲に変動すると動作の信頼性がなくなります。

さらに、インバータの入力特性は(特に異なるメーカーの間では)違いが大きく、また保証されていません。

超低電力クリスタル発振器を使用すると、これらの問題を解決できます(図1)。この回路は、シングルトランジスタのアンプ/発振器(Q1)及び低電力コンパレータ/リファレンスデバイス(IC1)から構成され、3Vの電源で動作し、消費電流は僅か13μAです。Q1のベースは、R5、R4及びIC1の中のリファレンスによって1.25Vにバイアスされています。V_{BE}は約0.7Vで、これによりエミッタは約0.5Vになります。

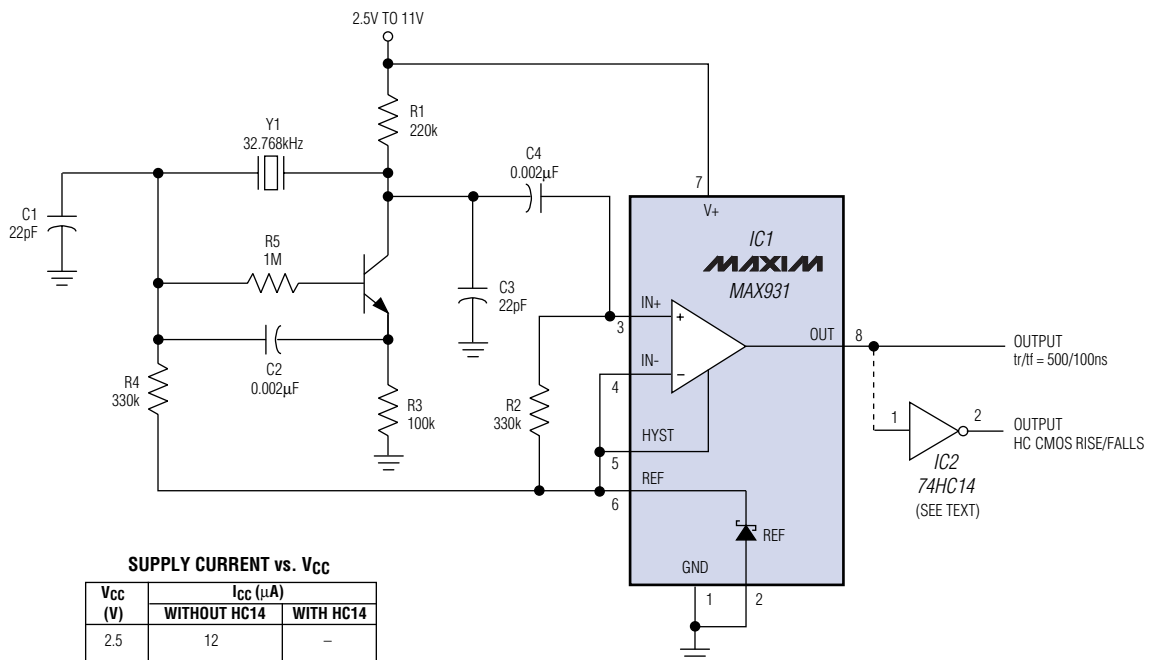


図1. この32kHz低電力クロック発振器は、従来のCMOSインバータに基づく発振器に比べて数多くの利点を備えています(本文参照)。

DESIGN SHOWCASE

このR3の両端の一定電圧によりトランジスタの自己消費電流が $5\mu\text{A}$ に設定されます。これにより、コレクタ電圧が V_{CC} より約1V低いレベルに固定されます。アンプの公称利得 ($R1/R2$) は、約 $2V/V$ です。

クリスタルと負荷コンデンサC1及びC3がQ1にフィードバック経路を形成し、 180° の位相シフトが発振を発生します。C4は、この信号をコンパレータ入力にカップリングします。このコンパレータ入力の静止電圧(1.25V)は、R2を介してリファレンスによって設定されます。このためコンパレータの入力は、リファレンス電圧を中点としてスイングします。3V、32kHz動作の場合、IC1の消費電流は約 $7\mu\text{A}$ となっています。

コンパレータの出力は、40mAのソース及び5mAのシンクが可能です。これは殆どの低電力負荷には十分すぎるほどです。但し、立上がり/立下がり時間が中程度(それぞれ500nsと100ns)のため、標準的な

高速CMOSロジックでは通常よりも大きなスイッチング電流が消費されます。その場合は、図に示すオプションのシュミットトリガ(IC2)を使用することにより、消費電流を僅かに増加させるだけでコンパレータの立上がり/立下がり時間に対応できます(図1の表を参照)。発振器が μC のクリスタル入力端子を駆動する場合は、シュミットトリガを省略できます。

インバータをベースにした発振器ではスタートアップが難しく、動作が不安定になりやすく、3V~6Vの範囲で消費電流が10倍も変化するのに対して、この回路はどの電源電圧に対しても迅速・確実にスタートします。部品定数は一般にそれほど重要ではありません。Q1については、 $5\mu\text{A}$ でベータが100程度の小信号トランジスタであれば何でもかまいません。消費電流は、電源電圧範囲2.5V~11V(IC1の最大許容値)でほぼ平坦です。