

DESIGN SHOWCASE

温度補償された近接検出器を形成する デュアルコンパレータ

図1に示す近接検出器では、銅箔PCボードの10cm x 10cmプレートがコンデンサのプレートの片方を形成し、これがアンテナとして動作します。他方のプレートは、接近する(接地された)人によって形成され、この結果容量が発生し、人が接近するに連れて容量が増加します(2pF ~ 5pFの範囲)。銅プレートから15cmの場所で人が発生する容量値は、約2pFです。

この近接距離を電圧に変換する方法を温度補償のない簡単な回路で示すと、図2のようになります。入力方形波の遷移は、排他的論理和(XOR)ゲートの下位入力に直接供給されますが、0.693(R1)(C1)秒の遅延を経てコンパレータで再形成され、上位入力に供給されます。R4及びC2は距離に比例する電圧を発生するために、得られたXOR出力をフィルタリングします。

[続く]

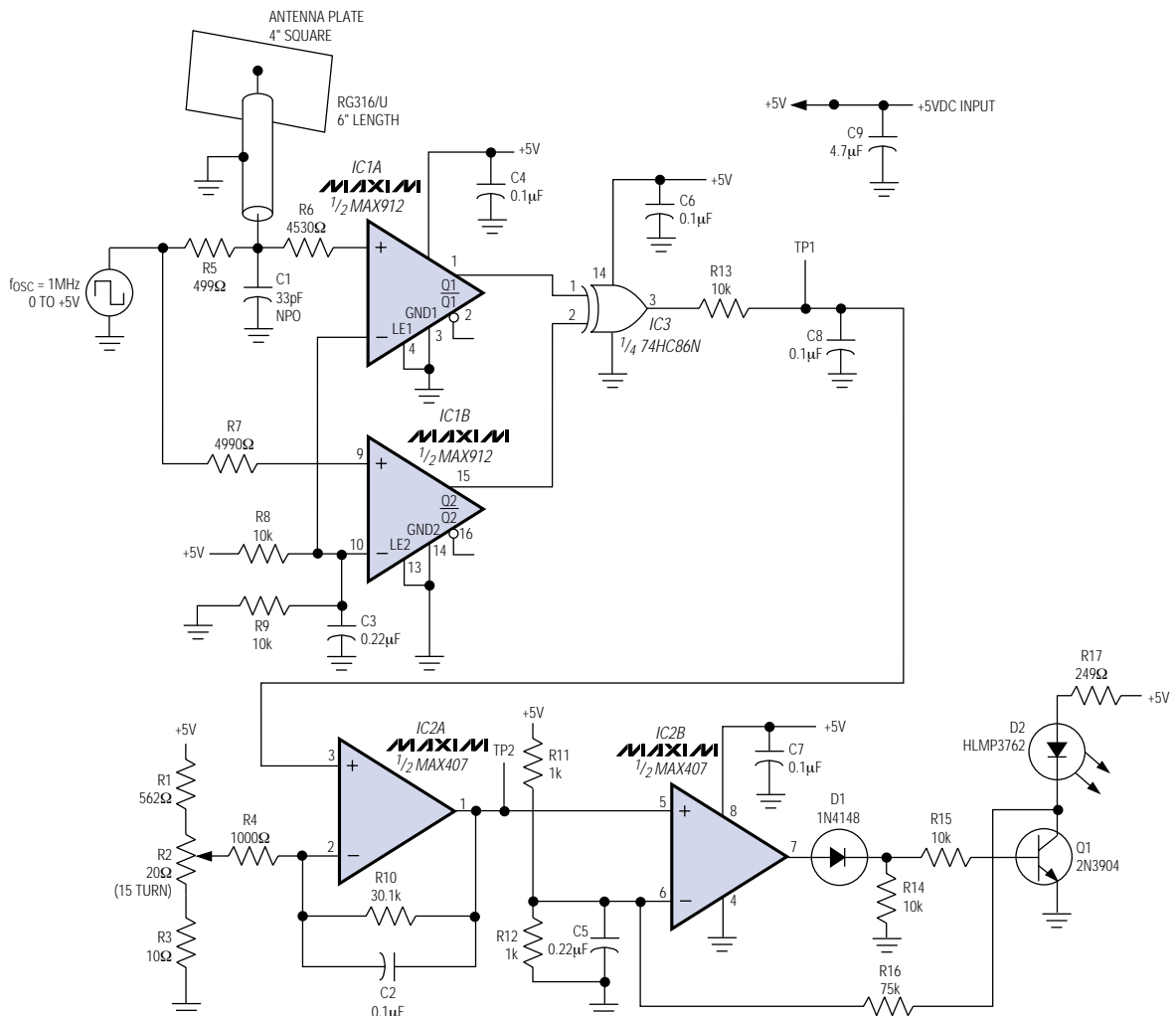


図1. この近接検出器は、ポテンショメータで設定したアンテナプレートのスレッシュホールド以内に人が接近するとLEDをオンにします。

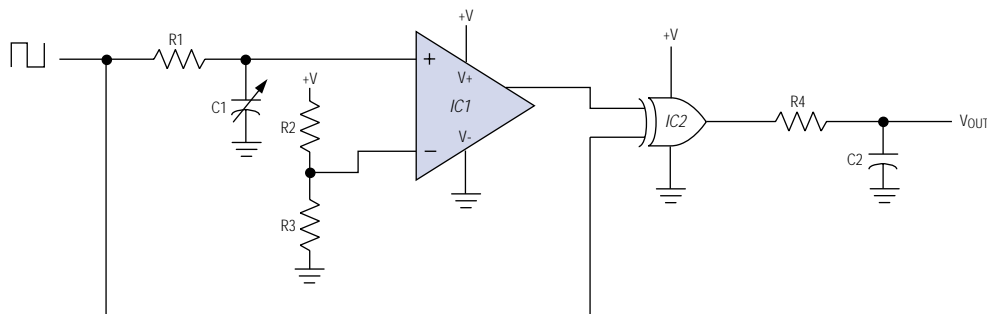


図2. この回路(温度補償なし)は、容量 - 電圧変換の原理を示したものです。

XOR出力のデューティサイクルは、 $R1 + C1$ の遅延とコンパレータ伝播遅延の総和に比例するため、コンパレータ遅延の小さな変化はアンテナ容量の小さな変化をマスキングできます。図1の回路は、この制限をデュアルコンパレータ(IC1)で解消しています。XOR入力をほぼ同一のコンパレータを介して供給すると、オフセット電圧、ドリフト及び伝播遅延の影響が相殺されます。

図1の遅延容量は、15pFと並列の33pFコンデンサ(C1)(1pF/cmの同軸ケーブルを15cm)及び10cm x 10cmアンテナプレートから構成され、R5を介して入力方形波の各プラス側サイクルで5Vに充電されます。検出器の近くに誰もいない時は、この容量が48pFに等しくなり、上位XOR入力において16.5nsの遅延が発生します。検出器から15cm離れた場所に手を置くと容量が50pFに増加し、17.3nsの遅延が発生して、時間差が僅か0.8nsになります。

温度範囲全体において正確にこの小さな時間差を検出するには、オフセット電圧及び伝播遅延において

コンパレータが非常に安定していることが必要です(遅延時間は、オフセット電圧と伝播遅延の変化に左右されます)。10nsコンパレータは一般に1ns以内で安定していますが、1ナノ秒以下の間隔を解決するには、図1に示すデュアルコンパレータ方式が必要です。この方法は、有効な解像度を4~5倍に増大します。

オペアンプIC2Aは、手とアンテナプレート間の距離に相当するTP1のDC電圧をオフセットし増幅します。手をアンテナの方に移動すると、TP1及びTP2の電圧が上昇します。オペアンプIC2B及びトランジスタはヒステリシスを持つコンパレータとして動作し、TP2の電圧を2.5Vと比較します。TP2の電圧が2.5V(15cmの近接距離に相当)を超えると、LEDがオンになります。ポテンショメータ(R2)は、15cm以外のスレッシュホールドに設定でき、TP2のDVMは、近接距離を(例えば)インチ単位で読み出すように接続できます。R16は、明確に定義された遷移を保証するために、ヒステリシスを追加します。

[続く]

温度の安定性に関して補償した回路と補償していない回路を比較するには、図1のポテンショメータを2.5Vに調整してから、様々な温度で図1のTP2(補償済み)及び図2のTP1(未補償)を測定します(図3)。図1の高速デュアルコンパレータに対して周波数の安定性を保証するには、回路層に加えグランド層を銅クラッドPCボードに設置することが必要です。又、電源バイパスには、コンパレータの電源端子の近くに0.1 μ Fセラミックコンデンサを接続することが必要です。

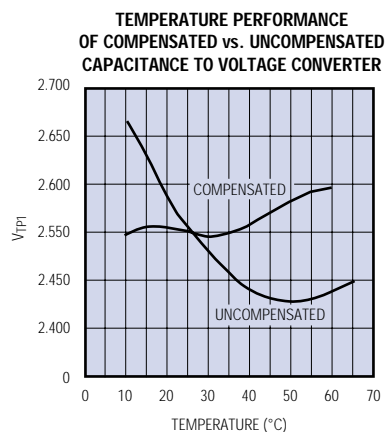


図3. 図1のデュアルコンパレータ技法は、補償していない図2の回路よりも優れた温度安定性を提供します。