

# MAX774 ISDN リングトーン電源評価キット

## 概要

MAX774 ISDN リングトーン電源(IRG)評価キット(EVキット)は、ISDNモデム及びラインカードに標準電話システム(POTS)インタフェースをインプリメンテーションするのに必要な高電圧を提供します。このEVキットは完全実装の試験済みボードで、オフフック音声通信の電源用として変動が小さい安定化した-24V出力、及びオンフックリングトーン発生用として-70V出力を提供します。

このEVキットは、AMDのAM79R79やLucent、Harris及びその他の相当品の加入者回線及びその他の相当品の加入者回線インタフェース回路(SLIC)ICを使用した電話インタフェースのインプリメンテーションを目的とするアプリケーション用として設計されています。この設計は、-24V出力をフィードバックして安定化しているため、出力変動が小さく、クリーンな音声信号送信を実現しています。システムのコストとサイズは、経済的な市販の表面実装型トランスを使用することにより削減されています。又、コンパクトな設計でボード面積の節約を実現しています。高効率で消費電流を抑えられるため、グリーンPCや携帯機器の設計に最適です。

MAX774 IRG EVキットは、MAX775/MAX776の評価用として利用することもできます。このキットは、低電圧の欧州アプリケーションにも使用でき、-48V出力動作用への変更も行えるようにレイアウトされています。

注意：MAX774 IRG EVキットの-70V出力に触ると、電気ショックを受ける可能性があります。動作中及び動作後5分間は、-70V出力に触れないでください。マキシム社は、このEVキットの危険な扱いによって発生した事故・障害に対しては責任を負いません。

## 部品リスト

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1	1	100pF, 100V ceramic capacitor
C2	1	1nF, 50V ceramic capacitor
C3, C7	2	0.1µF, 50V ceramic capacitors
C4	1	0.33µF, 25V ceramic capacitor
C5, C6	2	68µF, 20V, low-ESR tantalum capacitors AVX TPSE686M020R0150
C8	1	0.1µF, 100V ceramic capacitor
C9	1	220µF, 35V, low-ESR aluminum-electrolytic capacitor Sanyo 35CV220GX
C10	1	120µF, 63V, low-ESR aluminum-electrolytic capacitor Sanyo 63MV120GX
D1	1	1A, 100V Schottky diode Motorola MBRS1100T3

## 特長

- ◆ 動作範囲：+3V~+16.5V
- ◆ 出力：変動の小さい安定化した  
オフフック音声通信用-24V出力
- ◆ -70V出力により、リングア5台相当の負荷をサポート( $V_{IN} > 10.5V$ )
- ◆ コンパクトな構造
- ◆ 実証済みPCボード設計
- ◆ 市販の部品を使用
- ◆ 効率：最高84%
- ◆ シャットダウン電流：5µA
- ◆ 完全実装、試験済み

## 型番

PART	TEMP. RANGE	BOARD TYPE
MAX774IRGEVKIT	0°C to +70°C	Mixed Surface Mount and Through-Hole

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
D2	1	1A, 200V, ultra-fast diode Nihon EC11FS2
L1	1	10µH, 3.2A transformer Coiltronics VP2-0216
P1	1	60V, $R_{DS(ON)} = 0.15\Omega$ P-MOSFET (D-PAK) Motorola MTD20P06HDL
R1	1	1MΩ, 1% resistor
R2	1	63.4kΩ, 1% resistor
R3	1	68mΩ, 1/2W, metal-strip resistor Dale WSL-2010-R068-F
R4	1	330kΩ, 100V, 5% resistor
R5, R6	2	8.2kΩ, 5% resistors
U1	1	Inverting controller IC (8 SO) Maxim MAX774CSA

# MAX774 ISDN リングトーン電源評価キット

## 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX
AVX	(803) 946-0690	(803) 626-3123
Coiltronics	(561) 241-7876	(561) 241-9339
Dale-Vishay	(402) 564-3131	(402) 563-6418
IRC	(512) 992-7900	(512) 992-3377
Motorola	(602) 303-5454	(602) 994-6430
Nichicon	(847) 843-7500	(847) 843-2798
Nihon	(805) 867-2555	(805) 867-2698
Raychem	(650) 361-6900	(650) 361-5575
Sanyo	(619) 661-6835	(619) 661-1055
Sprague	(603) 224-1961	(603) 224-1430
Vishay/Vitramon	(203) 268-6261	(203) 452-5670

## クイックスタート

MAX774 IRG評価キット(EVキット)は、完全実装、試験済みです。ボードの動作は、次の手順で確認してください。全ての接続が完了するまでは、電源を入れないでください。

- 1) 12V、2A電源グランド端子をMAX774 IRG EVキットのGNDパッドに接続します。
- 2) 電流計を通じて電源の正端子をEVキットのVIN入力に接続し、入力電流を監視します。
- 3) EVキットのVIN入力とGND入力の間に電圧計を接続し、入力電圧を監視します。
- 4) -70Vと-24Vのラベルの付いた、EVキットの各出力に電圧計を接続します。
- 5) SHDNパッドをGNDに接続します。
- 6) 電源を入れ、電圧を徐々に12Vまで上昇させます。
- 7) 正しい出力電圧が出ているかを監視し、入力電流が標準消費電流(12Vで20mA)になっているかをチェックします。

## 詳細

MAX774 IRG EVキットは、ISDNモデム及びラインカードに標準電話システム(POTS)インタフェースをインプリメンテーションするのに必要な高電圧を提供します。これらのボードでは、通常AMDのAM79R79リング加入者回線インタフェース回路(SLIC)などのICを使用します。これらのICは、オフフック及びオンフック信号送信、リングトーン発生、及びリングトリップ検出を提供することにより、アナログ電話インタフェースを実現します。リングングSLIC ICには、通常2つの高電圧電源入力が必要です。1つは、オフ

フック信号送信用として-24V又は-48V程度の変動の小さい安定化した電圧です。もう1つは、リングトーン発生用に軽く安定化した-70Vです。標準的な5つのリング相当の負荷では、SLIC ICとリング発生方法によって、-70V電源から100mA以上の電流が必要です。

MAX774 IRG EVキットは、12V ±10%の入力で5つの電話リング相当の負荷(約9W)を持つSLICに対応できます。このEVキットは3Vまで動作し、3.3Vで2.4Wを5Vで3.9Wを供給します。Versa-Pac™のモデルVP2-0216のような、市販の安価なトランスを使用することにより、単一反転DC-DCコントローラから両方の高電圧出力を得ることができるだけでなく、ボードスペース及び部品コストを低減できます。また、マルチファイラ巻線のトランスを適用することにより、出力間の電圧カップリングが向上し、リークインダクタンスからのスパイクが低減するため、クロスレギュレーションも向上します。

2つの出力は、3組のトランス巻線を直列に接続することによって得られます。-24V出力を得るには、ダイオード(D1)と出力フィルタコンデンサ(C9)を第一の巻線ペアに接続します。この出力をフィードバックすると、変動力の小さい安定化出力が得られます。-70V出力は、第3の巻線ペアから得られます。この出力の軽い安定化は、-24V出力の巻数比によって得ることができます。

## 回路動作

EVキットの回路図(図1)及びMAX774/MAX775/MAX776データシートのMAX774ブロック図に、回路の動作原理を示します。-24V出力が安定化範囲外まで低下すると、MAX774のエラーコンパレータが切替サイクルを開始します。この時、PチャネルMOSFET(P1)がオンになり、トランスのより低い巻線(1/3タップとグランド間)を通じて電流がランプアップし、磁界にエネルギーが蓄積されます。センス抵抗を通過した電流がトリップしきい値(210mV/68mW = 3.09A)を超えると、MOSFETがオフになって電流が遮られ、トランスの磁界が消滅します。トランスは、出力ダイオードに電流を流し込み、蓄積されたエネルギーを出力フィルタコンデンサに転送します。出力フィルタコンデンサは、負荷に供給された電力と電圧を平滑化します。出力が安定化トリップポイント以下に下がると、MAX774は次のサイクルを開始します。この-24V出力は、図1に示すように分圧器R1及びR2を接続することによって精密に安定化されています。MAX774はFBピンを安定化し、0Vに維持します。-70V出力は、-24Vと-70V出力間の巻数比を使用して安定化されます。

Versa-Pacは、Coiltronics Corp.の商標です。

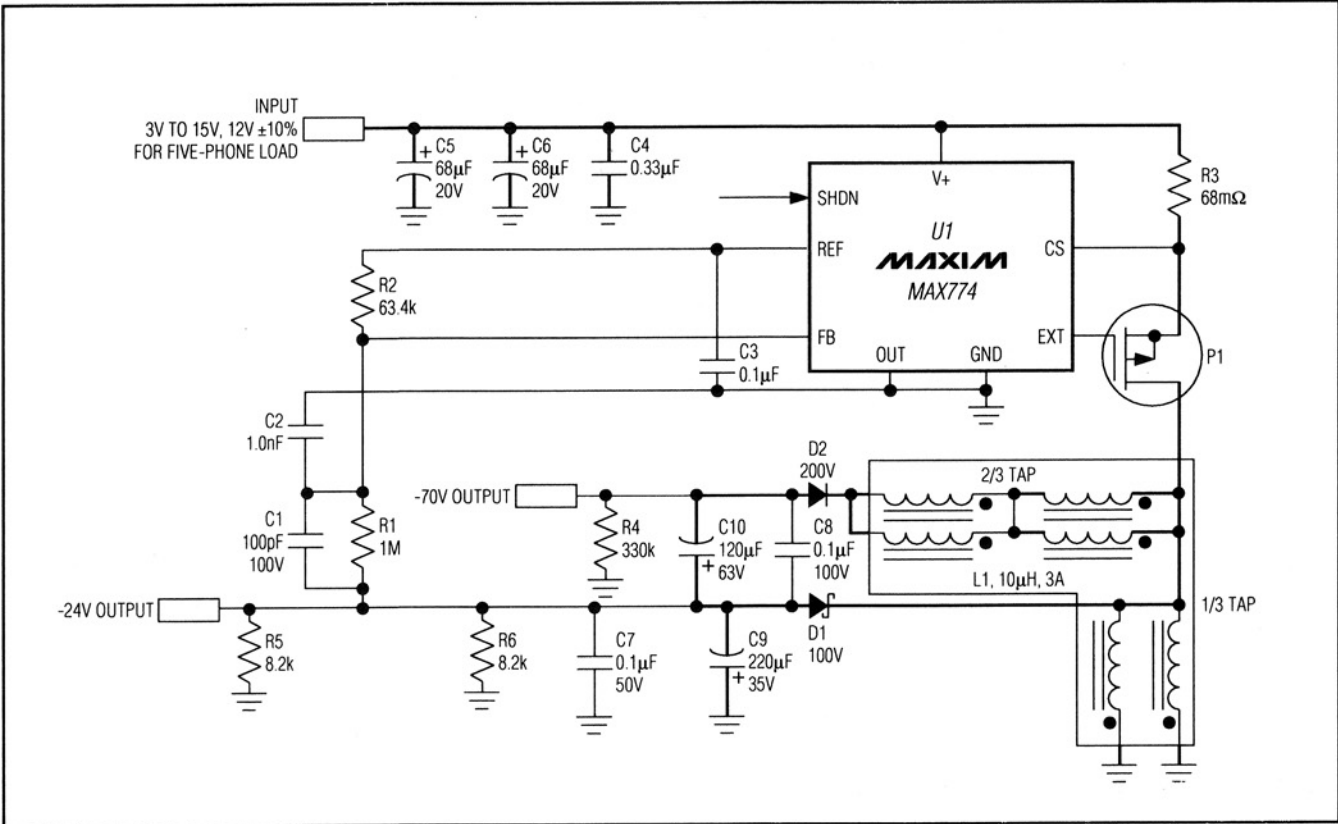


図1. MAX774 IRG EVキットの回路図

## 出力フィルタコンデンサ

-70V出力用フィルタコンデンサの正端子は、グラウンドではなく-24V出力に接続され、ボードレイアウトの簡易化、安定性の向上、低コストな低電圧コンデンサの利用及びクロスレギュレーションの向上を図っています。-24V出力のリプルは約200mVで、ESRの低いコンデンサを使用することにより、さらに低減できます。マキシム社では、Sanyo MV-GXシリーズを推奨しています。

## アプリケーション情報

ここで示す情報は、EVキットの設計を完成品に適用する場合の参考にしてください。

## トランスの選択

トランスには、巻数1回のインダクタンスが約10μH～15μHで、飽和電流定格が3A以上のものを使用してください。MAX774 IRG EVキットでは、Coiltronics社のVersa-PacモデルVP2-0216を使用しています。経済的なこの市販トランスは、2個のトライファイラ巻線を適用し、カップリングと-70V出力の安定化を向上して

います。この場合、Dale社のLPE6855-100MB及びLPE6562-100MBを使用することもできますが、パッケージとピン配置が異なっており、約2倍のプリロードが必要になります。

より低い電力が必要な場合は、電流センス抵抗とトランスのインダクタンスを比例的に増加させます。例えば、電力能力を現在の設計の1/2にする場合は、電流センス抵抗を2倍の約130mΩに増加させ、巻数1回当たりのトランスのインダクタンスを約20μH～33μHにします。

## クロスレギュレーション

-70V出力は、オートトランス構成のペア巻線を積み重ねることによって-24V出力から得ています。但し、2つの出力間のクロスレギュレーションには制限があります。オンフック及びリングングの場合、-24V出力が軽負荷で、-70V出力が重負荷の時は、-70V出力が低下します。オフフックで-24V出力が重負荷、-70V出力が軽負荷の時は、-70V出力が上昇します。このような現象はフライバック構成で、2つの出力負荷が異なる場合に全てのトランスで発生します。

# MAX774 ISDN リングトーン電源評価キット

Evaluates: MAX774/MAX775/MAX776

## プレロード

-70V出力を安定化範囲に維持するには、出力にプレロードを使用します。5つのリンガー相当の負荷を扱う設計では、次に示すプレロードを使用してください。オフフックの場合、-70V出力を維持するのに必要な電流は僅か200 $\mu$ A程度です。この値は、330k $\Omega$ 抵抗(図1のR4)又はツェナーダイオード(図2b)を使用することによって得られます。オンフックの場合は、-70V出力を維持するために、-24V出力に約5.5mAを流します。この5.5mAは、2つの8.2k $\Omega$ 抵抗(R5及びR6)を使用して、連続で流すことも、電話をリングしている間にトランジスタでプレロードをON/OFFすることによって断続的に流すこともできます(図2c)。トランジスタは、マイクロコントローラの入力/出力を使用して制御するか、又はAM79R79の制御信号からデコードすることができます。

異なるリンガー相当負荷を扱うアプリケーションの性能又は効率を最適化するには、プレロード曲線をガイドランスとして使用してください(図3及び図4)。SLIC ICが電話をリングしている間(オンフックの場合)、

-70V出力の安定化用として-24V出力に必要となる最小プレロードを求めるには、図3の曲線を使用します。例えば、2つの電話負荷では約50mAが必要になります。まず、70V出力の軸から曲線A又はBまで垂直線を辿ります。次に、-24V Output Minimum Load(-24V出力最小負荷)軸上の該当する点まで水平線を辿ります。この場合曲線Aを使用すると、2.5mAになります。抵抗  $R = V/I$  又は  $24V/2.5mA = 9.6k\Omega$  を使用し、この電流で-24V出力をプレロードします。値は、一番近い標準値(9.1k $\Omega$ )に切り捨てます。抵抗の電力定格は、 $V^2/R = 24V^2/9.1k\Omega = 63mW$  以上であることが必要です。

オフフック通信時に-24V出力が重負荷で、-70V出力を維持するのに必要なプレロードを求めるには、図4の曲線を使用します。このプレロードは、AM79R79の保護を目的としたものです。このSLIC ICのVBAT1ピンの動作範囲は-70V、絶対最大定格は-80Vです。プレロードにツェナーダイオードを使用する場合は、不要な電流の消費を防ぐために、ツェナー電圧定格を安定化セットポイント以上に設定してください。

## 効率、自己消費電流及びプレロード

MAX774は、主に携帯機器アプリケーション用として設計されたパルス周波数変調(PFM)コントローラです。切替は負荷に必要な時にだけ行うことによって、効率を向上させ、自己消費電流を低減しています。プレロード前は84%までの効率を提供し、自己消費電流は約170 $\mu$ Aとなっています。抵抗のプレロードでは効率が低下し、自己消費電流が増加します。この場合、-24V出力における切替可能プレロード(図2c)と-70V出力のツェナークランプ(図2b)を組み合わせることにより、回路の消費電流を低減できます。

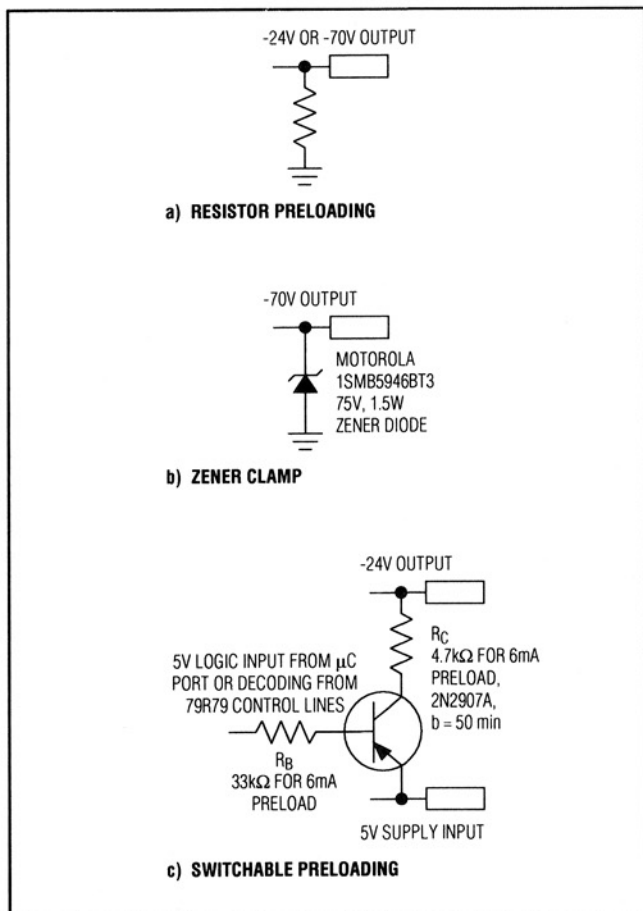


図2. 固定及び切替可能プレロード技法

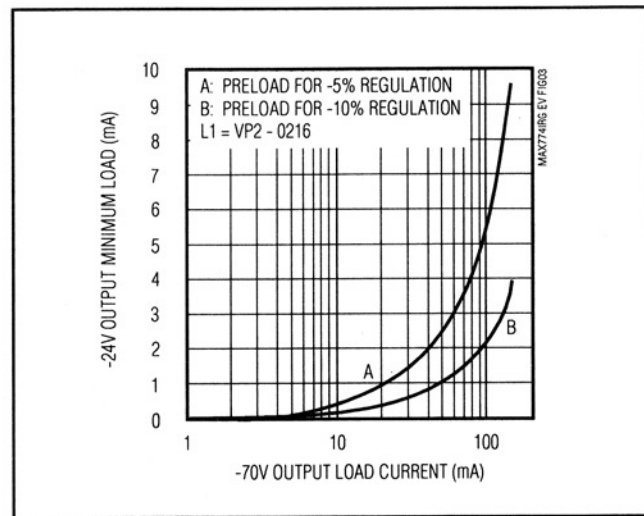


図3. -24V出力プレロード部のクロスレギュレーション(オンフックの場合)

## 電流制限及び過負荷保護

出力の電流保護に関しては、このEVキットや他の解決方法で実用的なレベルを達成することはできません。データシートに記述したAM79R79 SLIC ICに組み込まれている電流制限機能を使用してください。出力にPolySwitch™リセット可能ヒューズを使用することにより、殆どコストをかけずにシステムに保護機能を追加できます(図5)。PolySwitchには、表面実装型SMDシリーズなどの高速モデルを使用してください。

MAX774では、パルス毎の入力電流制限を提供する内部電流センスコンパレータを使用しているため、他のフライバック構成と同様に、(電流制限ではなく)出力電力制限が発生します。過負荷時、出力電圧が下がると、回路内の寄生抵抗が支配的になるまで、出力電流がそれに連れて上昇します(実質的には $P_{IN(MAX)}/V_{OUT}$ )。この回路は9W(min)用として5つの電話負荷を扱うように設計されているため、短絡電流は数アンペアに達することがあります。

## 安定性及びフィードバック補償

MAX774 IRG EVキットは、全範囲の負荷に対して補償・試験済みです。回路をインプリメンテーションする場合は、EVキットのボードとコンポーネントリストに従って安定性を確かめてください(「PCボードのレイアウト」参照)。C1及びC2には、NPO又はCOGセラミックコンデンサを使用してください。

-70Vフィルタコンデンサのグランド端子は、グランドではなく、-24V出力に接続してください。(これによって過渡応答性が向上するだけでなく、レイアウトも簡単になります。)

PolySwitchは、Raychem Corp.の商標です。

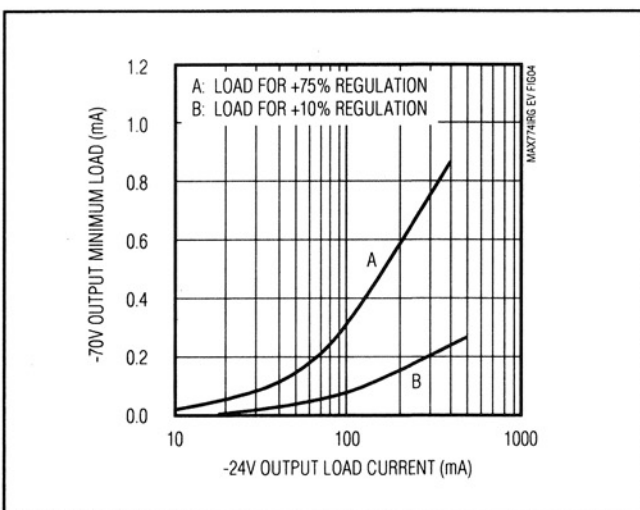


図4. -70V出力プレロード部のクロスレギュレーション(オフバックの場合)

MAX774は、負荷に対して電力と電圧を安定化するために、パルスレートを調整するPFM制御技法が適用されています。パルス間隔は負荷が増加するに連れて狭くなります。パルスが互いに接触し始めると、回路は連続コンダクションモードに移移します。パルスのグループ間のギャップが2サイクル以内で出力リップルが軽負荷時の1サイクル電圧リップル以下の時に、パルスのグループ化を通じて連続コンダクションモードへの安定した遷移が発生します(図6)。

PCボードのレイアウト又は補償が適正に行われないと、フィードバック信号のノイズによって不安定になります。不安定性は、パルスのグループ化、グループ間のギャップの増大又は1サイクル電圧リップル以上の出力リップルとして現れます(図7)。不安定になると、音声干渉が増大します。9V入力で不安定性をテストするには、-24V出力に5mA~10mAの負荷を加えてから、-70V出力を全負荷にスイープします。生産ボードの設計エラーが原因で不安定になった場合は、C7とC8を除去してください。

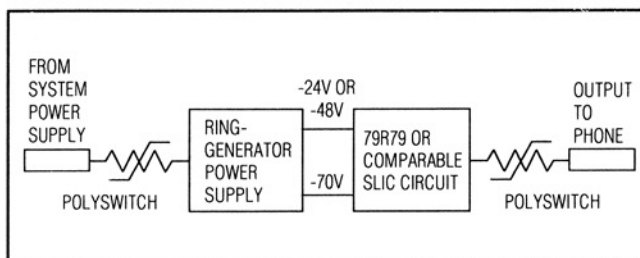


図5. Raychem PolySwitchリセット可能ヒューズを使用した過負荷保護

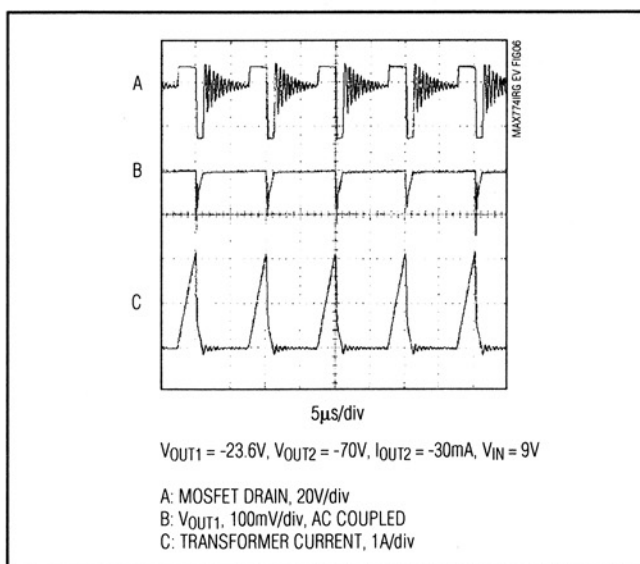


図6. 通常の軽負荷スイッチング波形

# MAX774 ISDN リングトーン電源評価キット

Evaluates: MAX774/MAX775/MAX776

フィードバック抵抗を変更した場合は、補償コンデンサを調整してください。一般に、 $C2$ が約 $1nF$ で $M \times C1 \times R1 = C2 \times R2$ の時に最適な結果が得られます。Mの範囲は、0.5~1です。

## PCボードのレイアウト

PCボード設計には、試験済みのものを利用することが推奨されます。コンポーネントは密接に配置することによって、スペースを節約できます。PCボード設計では、次のガイドラインに従ってください。

- 1) 電流センス抵抗( $R3$ )は、 $V+$ ピンと $CS$ ピンの間でMAX774から5mm以内の位置に配置します。 $V+$ 及びリファレンスパイパスコンデンサ( $C3$ 及び $C4$ )は、該当するピンにできるだけ近く配置することが必要です。図8に、これらのコンポーネントの推奨レイアウトと配線を示します。
- 2) 電圧フィードバック抵抗( $R1$ 及び $R2$ )と補償コンデンサ( $C1$ 及び $C2$ )は、MAX774のFBピンから5mm以内の位置に配置します。この場合、EXTなどの高電流トレースや雑音信号は、FBから遠ざけてください。多層ボードで、内部グランド又はパワープレーンと上面の銅との間隔が狭い場合は、FBノードの下のグランドプレーンに小さなカットアウトを設けて、浮遊容量や容量性カップリングを低減してください。
- 3) EVキットの回路図(図1)で示したハイパワートレースは、できるだけ短く広くなるようにしてください。(C5、C6、R3、P1及びL1から成る)消費電流ループ及び出力電流ループ(-24V出力ではL1、D1及びC9、-70V出力ではL1、D2、C9及びC10)は、放射ノイズを低減するために、できるだけ短くしてください。
- 4) トランスL1のグランドピン(C5、C6及びC10)は、上面の銅配線を擬似グランドプレーンとして使用し、スターグランド構成で共通グランドポイントに配線します。多層ボードの場合は、バイアスを使用してこのスターグランドを内部グランドプレーンに接続します。電源コンポーネントとコントローラIC(図9)に対して別のスターグランドを構成し、幾つかのバイアスを使用してボードの裏側へこれらカップリングします。
- 5) ノイズを低減し、放熱を向上させるには、PCボードのコンポーネント面側とハンダ面側の銅をエッチングせず余分に残し、グランドと接続して擬似グランドプレーンとして利用します。

## DC-DCコンバータの配置及び音声干渉

干渉は、ボードとシステムの設計で防止します。DC-DCコンバータ及び高速CMOSロジックは、PCボードの隅に配置し、音声信号プリアンプ段のような敏感なアナログ回路から遠ざけてください(図10)。超小型設計の場合は、敏感なアナログ段の回りに局部シールドを使用します。アナログ回路には、別のグランドプレーンを使用してください。敏感なアナログ段へのリップルの低減が必要な場合は、LC Piフィルタ又は専用の低ドロップアウトリニアレギュレータを使用してください。この場合、SOT23 MAX8863や $\mu$ MAX MAX8865などの小型で安価なリニアレギュレータが利用できます。携帯電話やその他の携帯通信機器では、このような解決策を適用するのが一般的です。

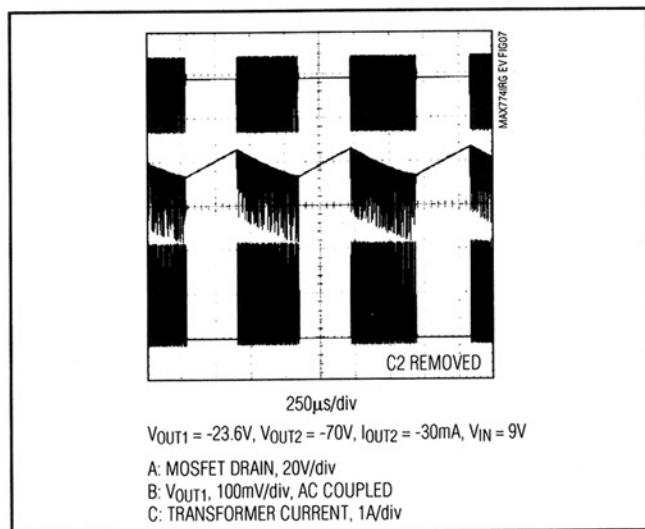


図7. 補償やボード設計が適正でない場合に発生する不安定なスイッチング波形

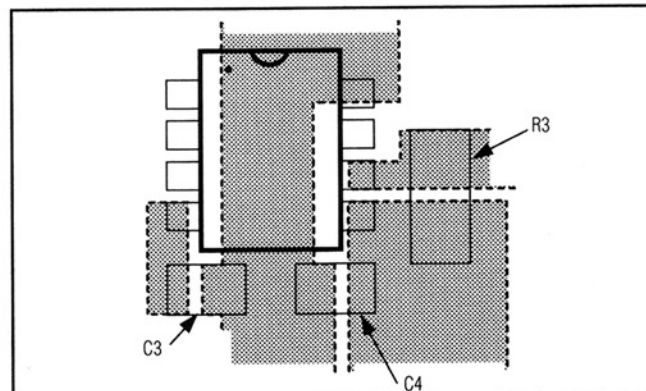


図8.  $R3$ 、 $C3$ 及び $C4$ の推奨配置及び配線

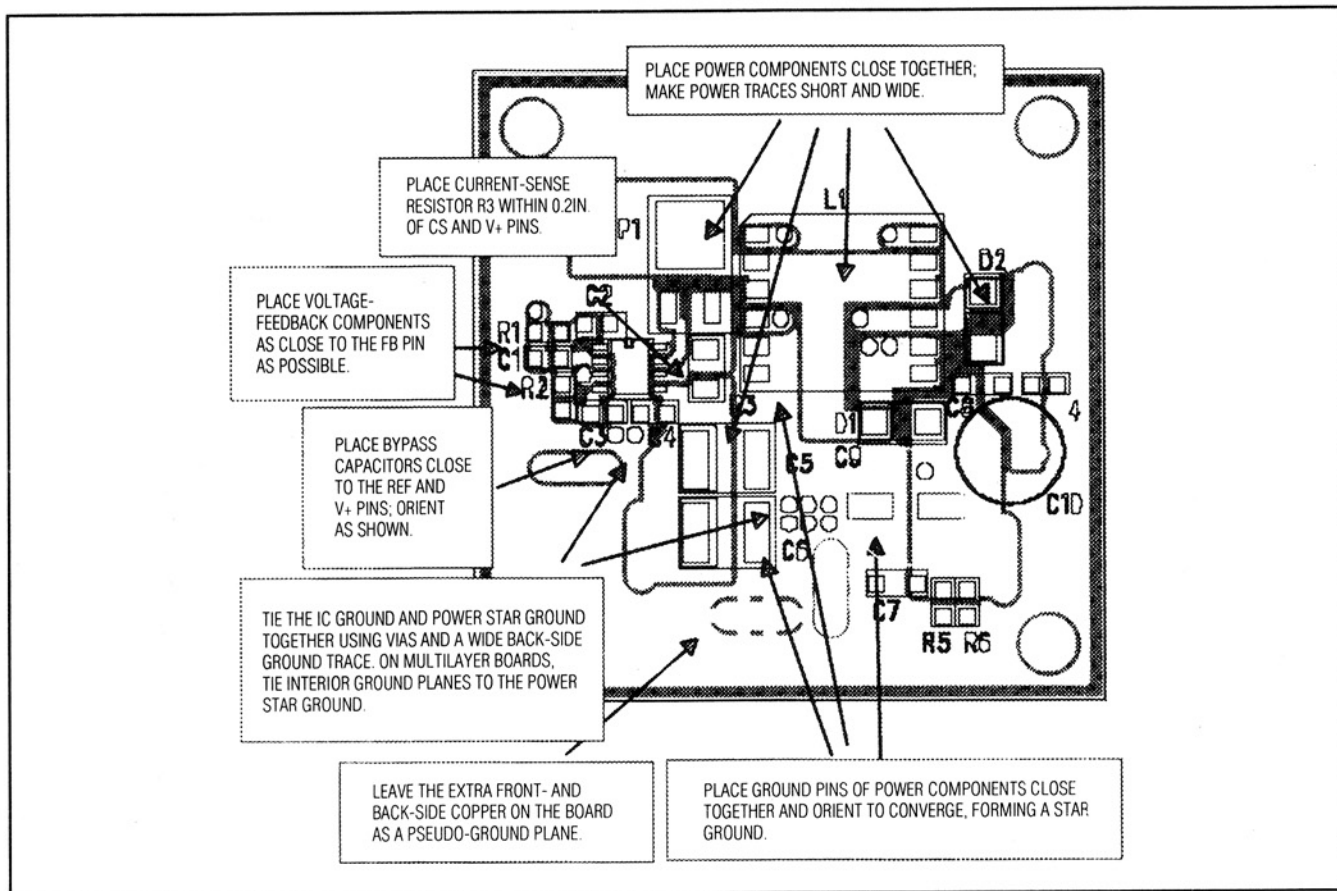


図9. 重要なレイアウト上の注意点

## -48V及び-70V出力の改善

MAX774 IRG EVキットのボードは、-48V出力と-70V出力の回路に適応できるよう設計されています。インプリメンテーションは次の手順で行ってください。

- 1) トランスの1/3タップから出力ダイオードへのトレースを切り、トランスの2/3タップからダイオード(D2)へのワイヤジャンプをはんだ付けします(図11)。
- 2) 出力フィルタコンデンサC9をC10で置き換えます。このとき、極性が正しくなるように接続してください。これによって、出力フィルタコンデンサの電圧定格が該当する出力以上になることを保証します。
- 3) 電圧フィードバック抵抗R2を31.6Ω抵抗で置き換えます。
- 4) 補償コンデンサC1を330pFセラミックコンデンサで置き換えます。
- 5) R5とR6を16kΩ抵抗に変更します。

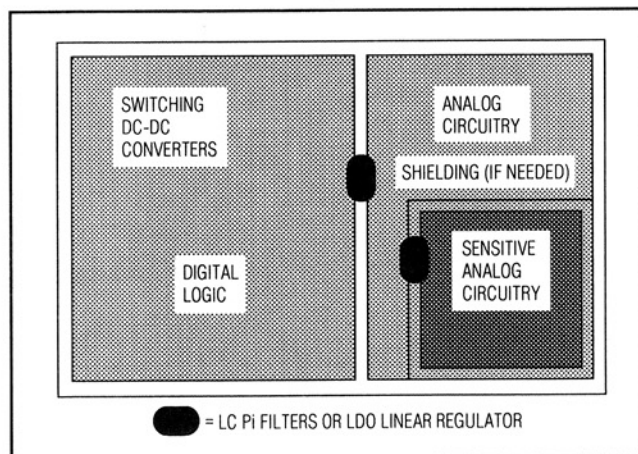


図10. DC-DCコンバータとCMOSロジックは敏感なアナログ回路から遠ざけます。

## 欧州アプリケーション用の変更

欧州向けアプリケーションでは、欧州安全規制に適合するように-70V出力の電圧を低くすることが必要です。この場合、上で述べた手順に従って-48V出力及び

# MAX774 ISDN リングトーン電源評価キット

Evaluates: MAX774/MAX775/MAX776

-70V出力の回路を変更してから、フィードバック抵抗 R2を変更し、-43V及び-65Vへの出力電圧を低下します。又、高電圧出力をプリロードするために、クランプツェナーを追加します。MAX774がFBピンを0Vに安定化するため、R2は次のようになります。

$$R2 = (V_{REF}/V_{OUT}) \times R1$$

ここで、 $V_{REF} = 1.5V$ です。

C1は、 $R1C1 = R2C2$ になるように調整します。すべての組合せの負荷、特に軽負荷の-43V出力と中間負荷及び重負荷の-65V出力で、正しい補償が得られることを確認してください。提案値は、 $R1 = 1M\Omega$ 、 $C1 = 330pF$ 、 $R2 = 34.8\Omega$ 、 $C2 = 1000pF$ です。

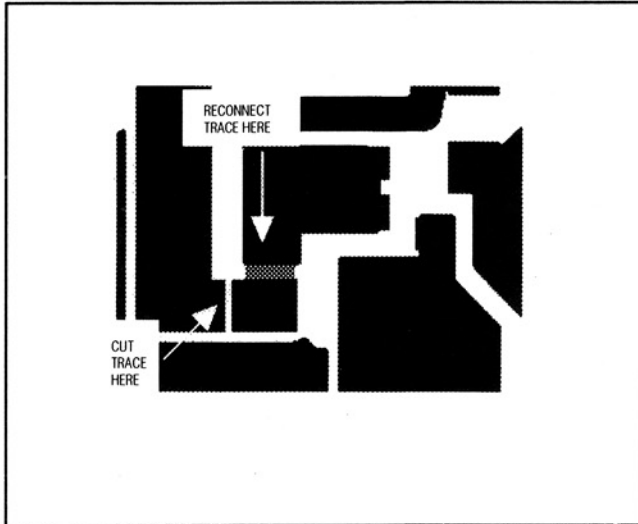


図11. -48V及び-70V動作に対するPCボードの変更

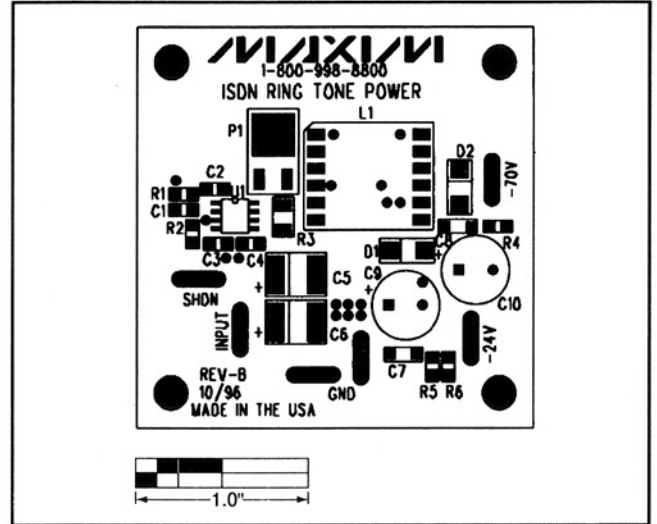


図12. MAX774 IRG EVキットのコンポーネント配置ガイド(上部シルクスクリーン)

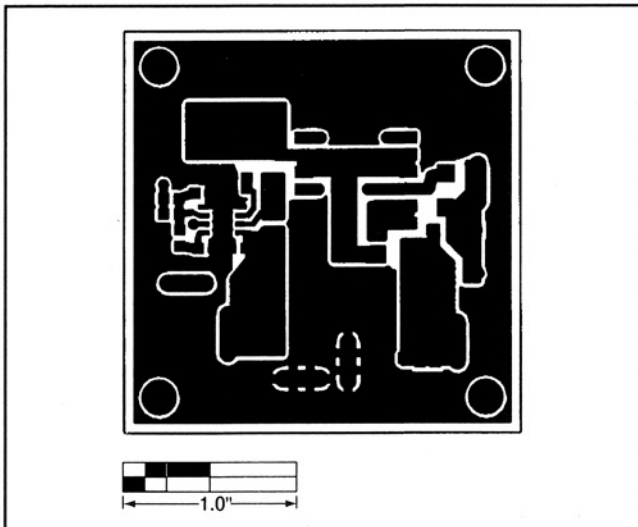


図13. MAX774 IRG EVキットのPCボードレイアウト(部品面側)

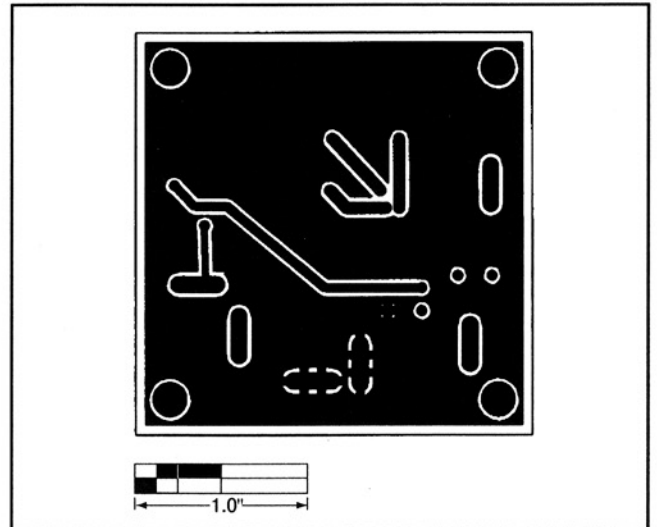


図14. MAX774 IRG EVキットのPCボードレイアウト(ハンダ面側)

**マキシム・ジャパン株式会社**

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)  
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

8 \_\_\_\_\_ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**