

## LT1886をライン・ドライバとして使用したADSLモデムによる 長距離伝送および高速データ・レートの実現 - デザインノート 240

Tim Regan

ADSL技術により、一般の電話線で従来のモデムのほぼ20倍に相当する約1Mbit/secのデータ・レート、最長18,000フィートの伝送距離でリモート・インターネット・サーバと通信することができます。これを実現するための重要な部品は、符号化データ信号を電話回線にドライブするのに使用するパワー・アンプです。理想的には、ライン・ドライバが送信信号に歪みを発生させてはなりません。歪みが発生しないと、システムはデータ伝送に利用できるすべてのキャリア・トーンを使用して、最長伝送距離でのデータ・レートを最大にすることができます。LT<sup>®</sup>1886ライン・ドライバは、電話網に歪みのない広帯域電力を出力します。

LT1886は、高レベルの閉ループ利得を持つように構成した場合も非常に低い歪みを維持します。符号化データの供給に使用する低電源電圧VLSIデジタル回路は、ライン・ドライバが歪みを発生しないで大きな電圧利得を達成することを要求します。

### LT1886：低歪みライン・ドライバ

LT1886は、優れた高周波歪み性能を有する高速デュアル・パワー・アンプです。LT1886は、小型SO-8パッケージで供給され、700MHzの利得帯域幅積、200V/μsのスルーレート、および200mA以上の出力電流ドライブを特長

としています。LT1886は、単一12V電源しか使用せず、ADSL CPEモデム( 宅内機器 )用ライン・ドライバに最適です。

図1に、巻数比が1:2の絶縁/結合トランスをドライブするLT1886を備えた差動ライン・ドライバを示します。200kHzトーンの2次および3次高調波成分はどちらも、閉ループ利得が10の場合でも、ライン上に13dBm、4V<sub>p-p</sub>の公称信号電力があれば、-80dBcよりはるかに低いことが分かります。複雑な被変調ADSL伝送信号でしばしば発生する15V<sub>p-p</sub>の大信号過渡状態でも、歪みは-70dBc以下のままです。ADSL伝送中にドライバから流れるRMS出力電流の公称値はわずか30mAですが、ドライバのピーク電流能力は160mA以上でなければなりません。信号の歪みを防止するために、ライン・ドライバは電流制限ができません。

従来から、電力段が高周波性能の制限要因でした。LT1886は高性能の低電圧コンプリメンタリ・バイポーラ・プロセスで製造され、高周波増幅能力と出力電力処理能力を兼ね備えています。さらに、実現可能な最高の歪み性能を達成するには、アンプは実用上可能な限り高い周波数まで、非常に高い閉ループ利得を維持しなければなりません。

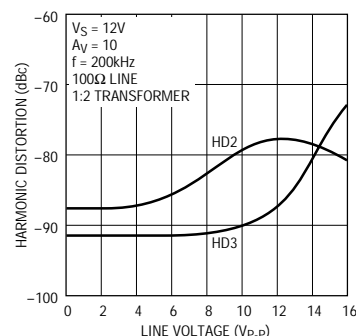
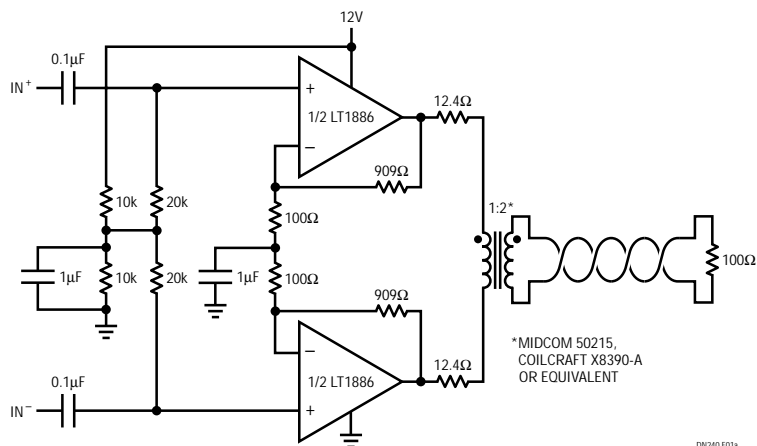


図1. 低高調波歪み性能を備えた単一12V電源ADSLモデム・ライン・ドライバ

## LT1886の周波数応答

図2にLT1886の利得および位相シフト応答対周波数特性を示します。このアンプは電圧帰還設計となっており、10以上の利得に対して補償され、従来の単一ポール開ループ利得ロールオフ特性を備えています。

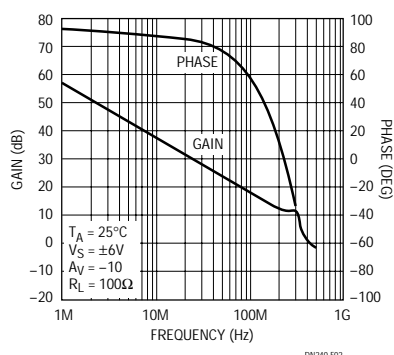


図2. 開ループ利得および位相対周波数

低周波開ループ利得は周波数60kHzまでは80dBを超え、利得帯域幅積は約700kHzです。閉ループ利得が10(20dB)のとき、閉ループ帯域幅は70MHz、位相マージンはほぼ70°であり、非常に安定した動作が得られることに注目してください。ただし、このアンプは利得帯域幅を最大にして歪み性能を達成するために、意図的に減補償されています。位相マージンが0°に低下する周波数(約230MHz)でも、アンプの利得は依然として12dBです。

これほど低い閉ループ利得でもアンプは発振します。安定性を得るために、アンプにとって重要なことは、ノイズ利得値を10以上に維持するために常に0.1以下の帰還係数を持つことです。このために、図1では、ドライバ用の2本の100 利得設定抵抗が1μFのバイパス・コンデンサが提供する良好なACグランドにリターンしています。これにより、LT1886が依然として利得を持つ300MHz以上の周波数でも、反転入力からグランドへのインピーダンスが制御され、動作するのに十分低い値に保持されます。

### 利得10以下のための回路「トリック」

それでも多くのアプリケーションで、ドライバ段を10以下の利得で動作させたいことがあります。この場合、補償のないオペアンプのための簡単な回路「トリック」を採用することができます。アンプの2つの入力の間に1本の抵抗(お

よびオプションとして1個のコンデンサ)を追加すれば、希望の開ループ利得で安定した動作を実現できます。図3に反転および非反転アンプ用の利得補償部品を示します。

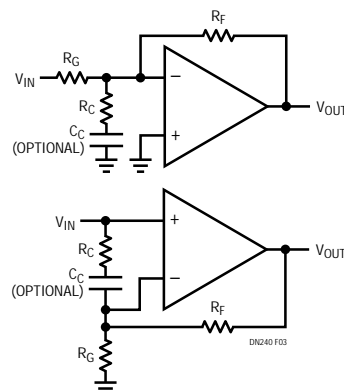


図3. 10以下の利得に対する補償

アンプの開ループ利得が非常に高くなる低周波では、2つの入力間にはほとんど信号がありません。補償抵抗 $R_C$ の両端に信号がない状態では、 $R_C$ は実質的にこの回路から切り離されます。この場合、帰還抵抗 $R_F$ および利得設定抵抗 $R_G$ によって、アンプの開ループ利得が決定されます。高い周波数では、開ループ利得が低下すると、 $R_C$ の両端に信号が発生し、 $R_C$ は回路の一部を成し、実質的に抵抗 $R_G$ と並列になります。この場合、非反転入力とグランド間のインピーダンスは、帰還部品値よりかなり低いものと想定しています。 $R_G$ の値を小さくすると帰還係数が低下し、その分だけアンプが高い利得で動作するようになります。必要な閉ループ利得より低い利得での安定性を確保するために、次式を使用して $R_C$ の値を求めることができます。

$$R_C = \frac{R_F}{A_{V\text{REQUIRED}} - A_{V\text{ACTUAL}}}$$

ここで、 $A_{V\text{REQUIRED}}$ は10、 $A_{V\text{ACTUAL}}$ は1~10の任意の利得です。このテクニックを使用すれば、アンプは安定した低い閉ループ利得で動作しながら、利得10のアンプ帯域幅を持ちます。

コンデンサ $C_C$ は、アンプのDCオフセットに対する利得増加を防止するためのオプションです。LT1886の場合、このコンデンサは5MHz~15MHzの周波数で効果を発揮するように、 $R_C$ と一緒に容量を決定してください。

### データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1886i.html>

お問い合わせは当社または下記代理店まで(50音順)

東京エレクトロデバイス株式会社  
〒224-0045 横浜市都築区東方町1  
TEL(045)474-5114 FAX(045)474-5624

株式会社トーマンエレクトロニクス  
〒108-8510 東京都港区港南1-8-27  
TEL(03)5462-9615 FAX(03)5462-9695

株式会社マクニカ  
〒226-8505 横浜市緑区白山1-22-2  
TEL(045)939-6104 FAX(045)939-6105

## リニアテクノロジー株式会社

162-0814 東京都新宿区新小川町1-14 NAOビル5F  
TEL(03)3267-7891 FAX(03)3267-8510  
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn240f 0900 6K • PRINTED IN JAPAN

**LINEAR**  
TECHNOLOGY  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2000