

Analog Engineer's Circuit

AMC3330 を使用したライン間絶縁型電圧測定用の分岐タップ接続



Data Converters

Samiha Sharif

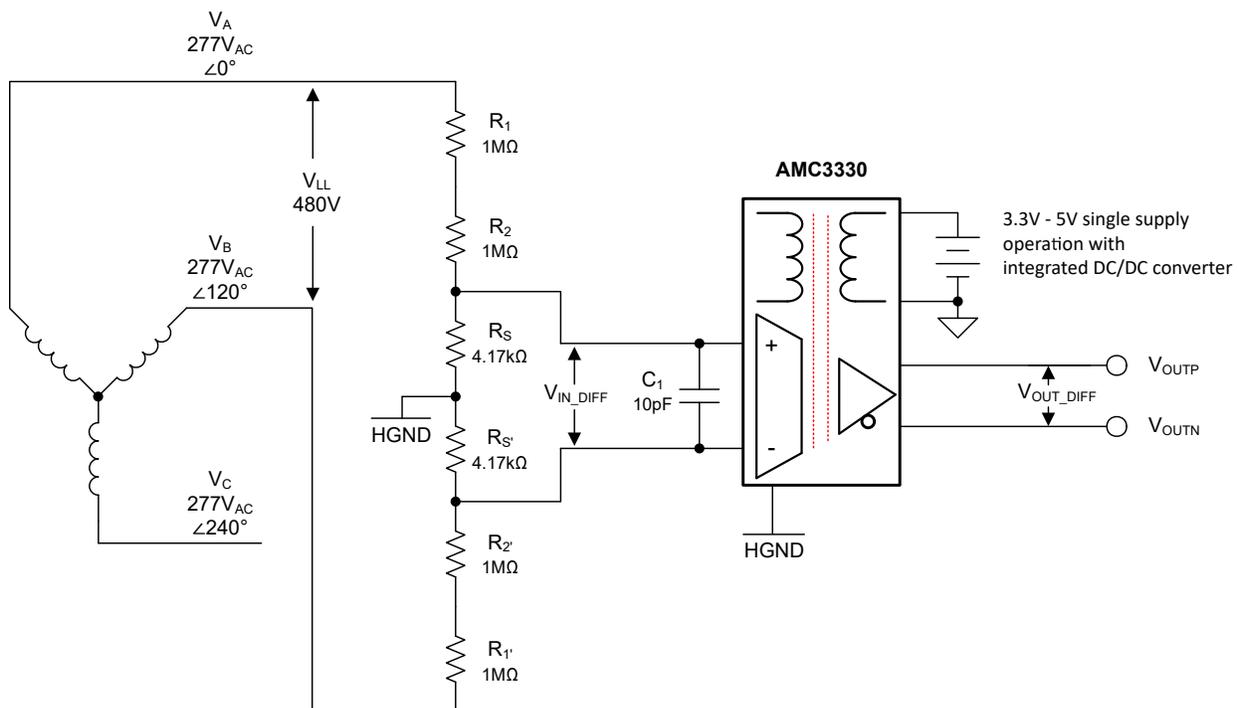
設計目標

電圧源			AMC3330 入力電圧		AMC3330 出力電圧	
V_A	V_B	結果の V_{LL}	$V_{IN\ DIFF, MIN}$	$V_{IN\ DIFF, MAX}$	$V_{OUT\ DIFF, MIN}$	$V_{OUT\ DIFF, MAX}$
$277\ V_{AC}$ $\angle 0^\circ$	$277\ V_{AC}$ $\angle 120^\circ$	$\pm 480\ V$	-1 V	+1 V	-2 V	+2 V

設計の説明

この回路は、AMC3330 絶縁型アンプおよび分圧回路を利用して、分岐タップのライン間の絶縁型電圧検出測定を行います。ライン間測定は、 120° の位相差がある 2 つの $277V_{AC}$ 電源間で行われます。分圧回路により、 $\pm 480V$ のライン間電圧が AMC3330 の入力電圧範囲と一致する $\pm 1V$ に降圧されます。AMC3330 は、 $2V/V$ の固定ゲインで $\pm 1V$ の差動信号を測定できます。AMC3330 は、差動入力インピーダンスが $1.2G\Omega$ 、入力バイアス電流が $2.5nA$ と小さいため、高電圧アプリケーションでのゲイン誤差とオフセット誤差の小さい信号検出に対応できます。

平衡な 3 相 AC 電圧システムで分岐タップ構成を使用することで、ラインとニュートラルの間の導出による 3 つの電圧をすべて測定するのに十分な 2 つのライン間電圧を測定できます。



デザインノート

1. AMC3330 は入力インピーダンスが高く、入力バイアス電流が低いいため、DC 誤差を最小限に抑えることができ、電圧検出アプリケーションに最適です。内蔵の絶縁電源とバイポーラ入力電圧範囲により、AMC3330 は AC ライン間電圧検出に理想的です。
2. システムが目的の入力信号範囲について線形動作することを確認します。これは、「**DC 伝達特性**」セクションで、シミュレーションにより検証しています。
3. 分圧抵抗回路で使用する抵抗について、電源入力電圧を AMC3330 の入力電圧範囲である $\pm 1V$ まで降圧できることを確認します。
4. 分圧抵抗回路に使用する抵抗について、十分な動作電流および電圧定格を備えていることを確認します。
5. データシートの絶対最大定格の表に記載されているように、AMC3330 の入力電流が $\pm 10mA$ 未満であることを確認します。

設計手順

1. 120° 離れた 2 つの $277V_{AC}$ 電源間の合計ライン間電圧 (V_{LL}) を計算します。

$$V_{LL} = \sqrt{3} \times 277 V = 480 V$$

2. 分圧回路について、AMC3330 の入力電圧に対するライン間電圧の比率を計算します。

$$3. \quad Ratio = \frac{1 V_{AMC3330, input}}{480 V} = 0.0020833$$

4. R_1 、 R_2 、 R_1' 、および R_2' に $1M\Omega$ の抵抗を選択します。前の手順から得られた比率と次の分圧器の式を使用して、AMC3330 の入力電圧を $\pm 1V$ に降圧するのに必要な等価検出抵抗 R_{sense} を求めます。

$$0.0020833 = \frac{R_{sense}}{R_1 + R_2 + R_1' + R_2' + R_{sense}} = \frac{R_{sense}}{4 M\Omega + R_{sense}}$$

$$R_{sense} = \frac{8333.2 \Omega}{1 - 0.0020833} = 8350.6 \Omega$$

5. 分岐タップ構成には、2 つの等価検出抵抗 R_S および $R_{S'}$ が必要です。アナログ技術者向けカリキュレータを使用して、 R_S および $R_{S'}$ の最も近い標準値を決定します。

$$R_S = R_{S'} = \frac{R_{sense}}{2} = \frac{8350.6 \Omega}{2} = 4175.3 \Omega = 4.17 k\Omega$$

6. 電圧源から分圧回路に流れる電流を計算し、消費電力が抵抗の定格を超えないことを確認します。詳細については、「**高電圧測定の考慮事項**」を参照してください。

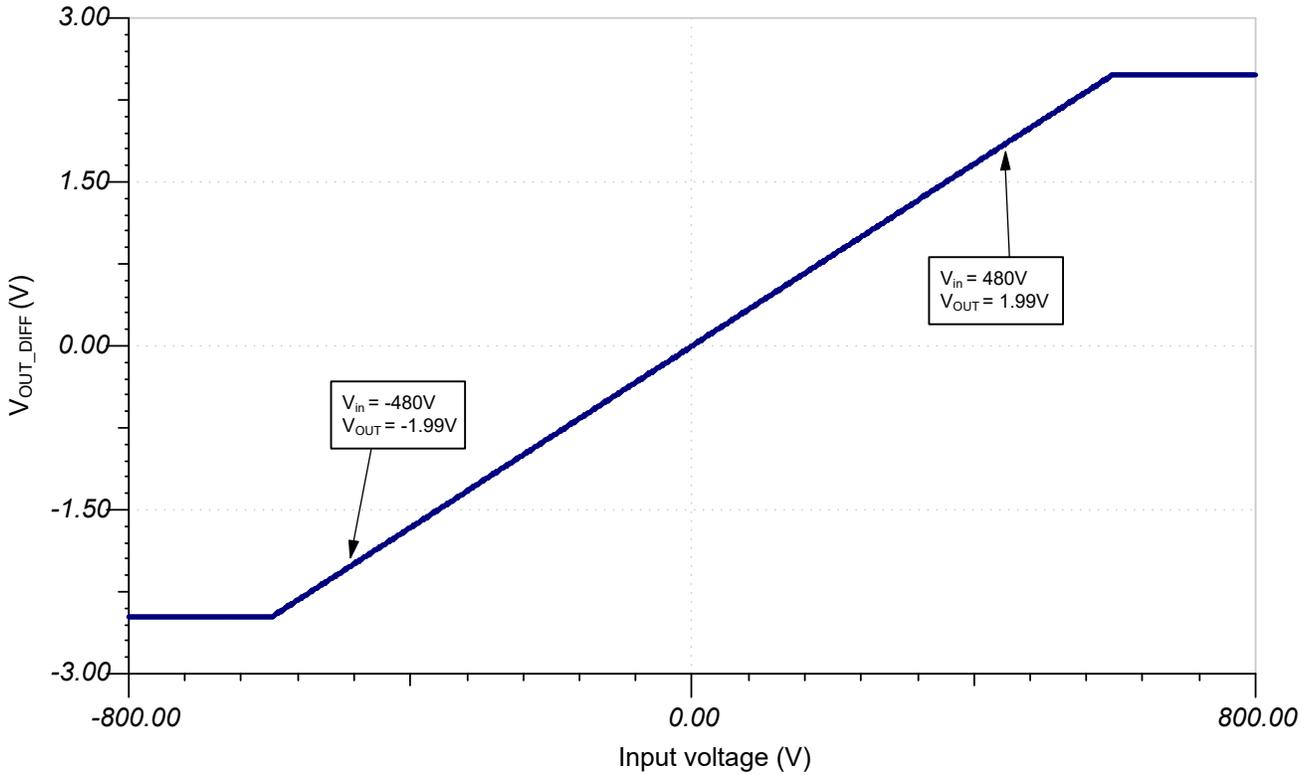
$$I_{AMC3330, input} = \frac{V}{R} = \frac{480 V}{4 \times 1 M\Omega + 2 \times 4.17 k\Omega} = 0.039 mA$$

7. 分圧器のゲインは $\frac{1}{480}$ 、AMC3330 のゲインは 2 であるため、入力電圧 $480V$ に対する出力電圧は、伝達関数式 $V_{OUT} = Gain \times V_{IN}$ を使用して次のように計算できます。

$$V_{OUT} = \frac{1}{480} \times 2 \times 480 V = 2 V$$

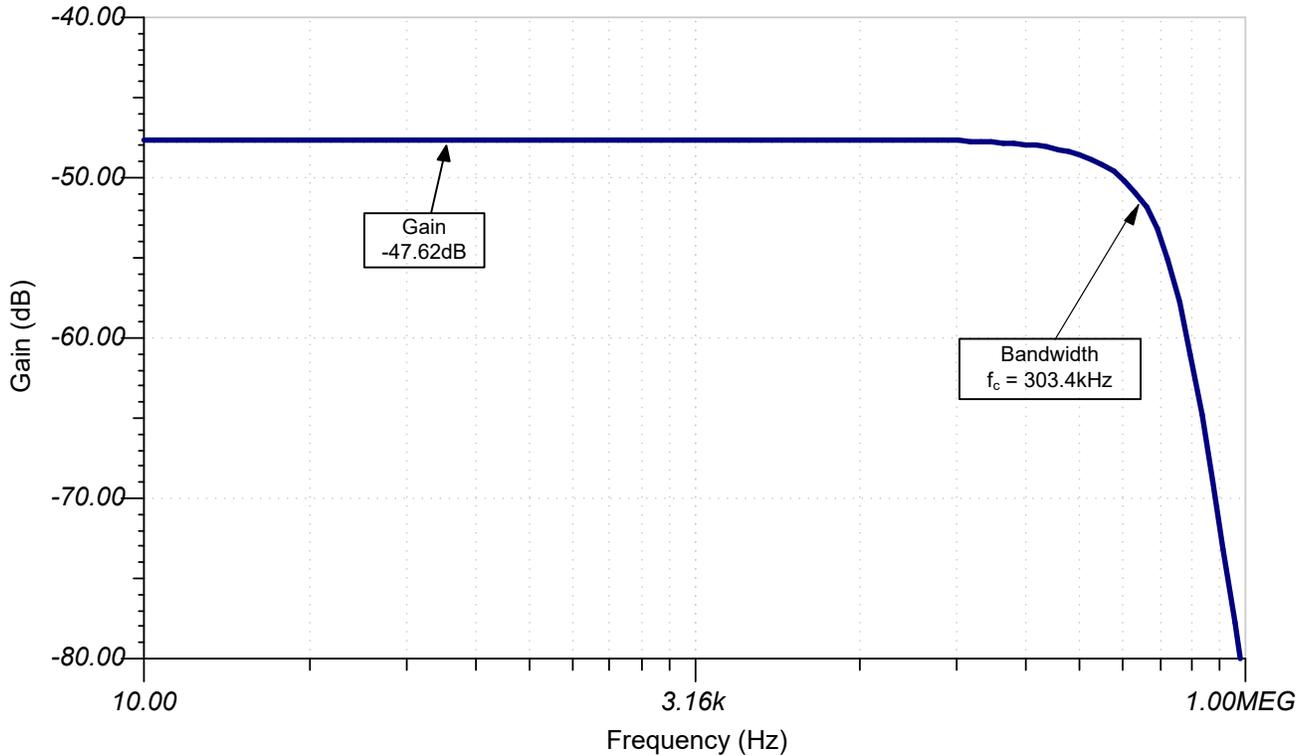
DC 伝達特性

次のグラフは、 $\pm 800\text{V}$ の入力に対する AMC3330 の差動出力のシミュレーション結果を示しています。前のページで計算したように、入力電圧 480V に対する出力電圧は約 2V です。



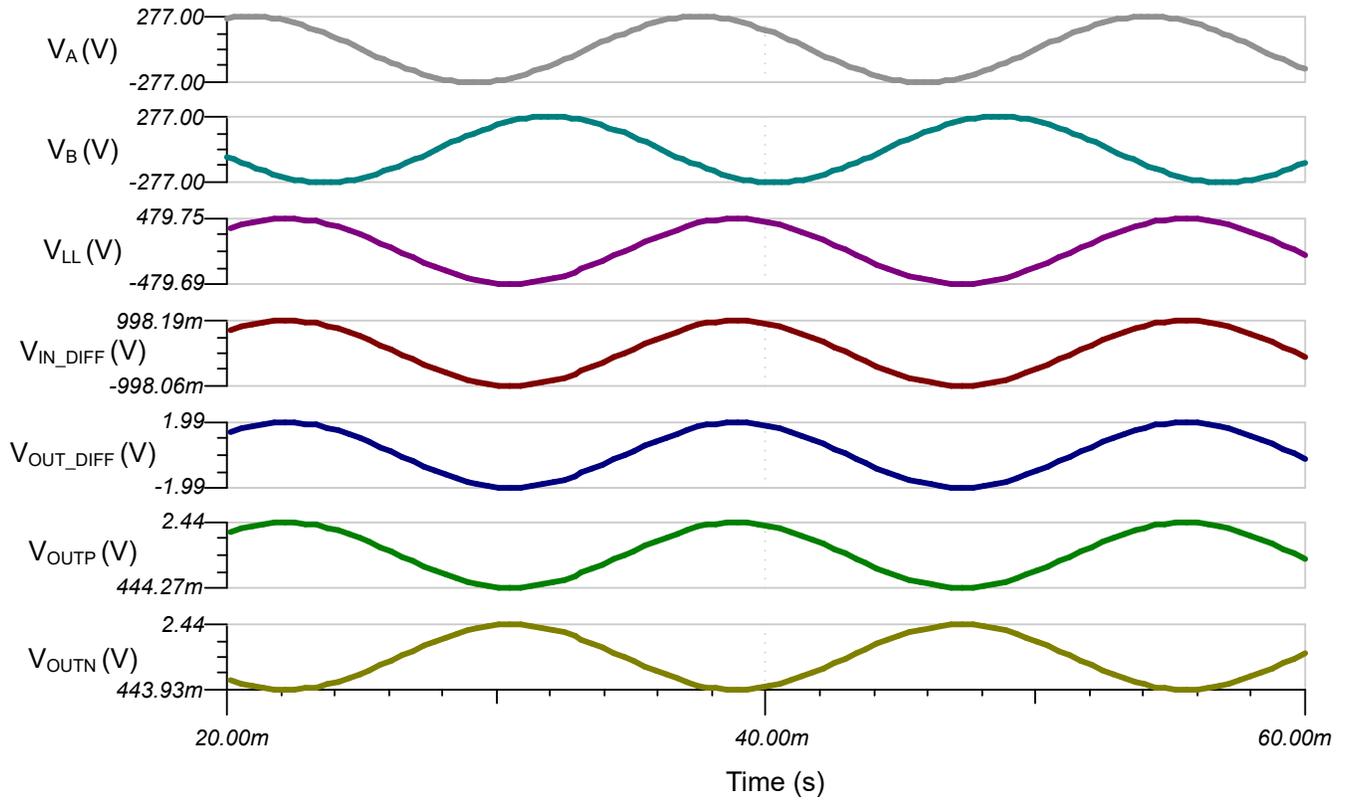
AC 伝達特性

シミュレートされたゲインは -47.62dB であり、分圧器と AMC3330 で予測されるゲインとほぼ一致しています。



シミュレーション結果

以下のシミュレーションは、AMC3330 の入力信号と出力信号を示しています。



設計の参照資料

1. 絶縁型アンプ電圧センシング [Excel](#) カリキュレータ
2. 『アナログ エンジニア向け回路クックブック』
3. [TI プレシジョン ラボ - オペアンプ](#)
4. [TI プレシジョン ラボ - A/D コンバータ](#)

設計に使用されている絶縁型オペアンプ

AMC3330	
入力電圧範囲	±1 V
公称ゲイン	2
入力抵抗	0.8GΩ (標準値)
小信号帯域幅	375 kHz
入力オフセット電圧とドリフト係数	±0.3 mV (最大値)、±4μV/°C (最大値)
ゲイン誤差とドリフト係数	±0.2% (最大値)、±45ppm/°C (最大値)
非線形性とドリフト係数	0.02% (最大値)、±0.4ppm/°C (標準値)
絶縁過渡過電圧	6 kV _{PEAK}
動作電圧	1.2 kV _{RMS}
同相過渡耐性、CMTI	85 kV/μs (最小値)
AMC3330	

設計の代替絶縁型オペアンプ

ISO224B	
VDD1	4.5 V～18 V
VDD2	4.5 V～5.5V
入力電圧範囲	±12 V
公称ゲイン	1/3
V _{OUT}	VDD2 / 2 の出力同相モードで差動 ±4 V
入力抵抗	1.25MΩ (標準値)
小信号帯域幅	275 kHz
入力オフセット電圧とドリフト係数	±5 mV (最大値)、±15μV/°C(最大値)
ゲイン誤差とドリフト係数	±0.3% (最大値)、±35ppm/°C (最大値)
非線形性とドリフト係数	0.01% (最大値)、±0.1ppm/°C (標準値)
絶縁過渡過電圧	7 kV _{PEAK}
動作電圧	1.5 kV _{RMS}
同相過渡耐性、CMTI	55kV/μs (最小値)
ISO224	

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated