

Brushless DC Motor Driver

RoHS
COMPLIANT

特徴

- 各相30A連続出力電流、80Aピーク
- 最大400kHz スイッチング周波数
- 最大650V 電源電圧
- 内部のブートストラップ・オペレーション
- 不足電圧ロックアウト
- アクティブミラー克蘭ピング
- 磁気（トランス）絶縁



アプリケーション

- モーターコントロール
- 可変周波数ドライブ
- DC/ACコンバータ
- パワーインバーター
- テスト機器
- MRIメインコイル供給

説明

SA310は、主にブラシレスDC（BLDC）や永久磁石同期（PMSM）モーター、またはDC/ACコンバーターの駆動用に設計された、完全に統合された三相ドライバーです。このモジュールは、同クラスの他のデバイスよりも効率を高めるために、シリコンカーバイド製のMOSFET技術を採用しています。3つの独立したハーフブリッジは、マイクロコントローラーまたはDSCによる直接制御のもと、最大80Aのピーク出力電流を提供します。SA310は、熱伝導性でありながら電氣的に絶縁された基板上に構築されているため、最も多様性があり、ヒートシンクが容易です。

アンプの保護機能としては、低電圧ロックアウト（UVLO）機能やアクティブミラー克蘭ピングを搭載し、スイッチングノイズを低減して信頼性を高めています。また、各MOSFETのボディダイオードを保護する炭化ケイ素製のショットキーバリアフリーホイールダイオードを搭載しています。外付けの出力保護ダイオードは必要ありません。SA310の内蔵ゲートドライバーは、入力と高電圧出力の間にトランスの絶縁を提供します。

Figure 1: 等価回路図

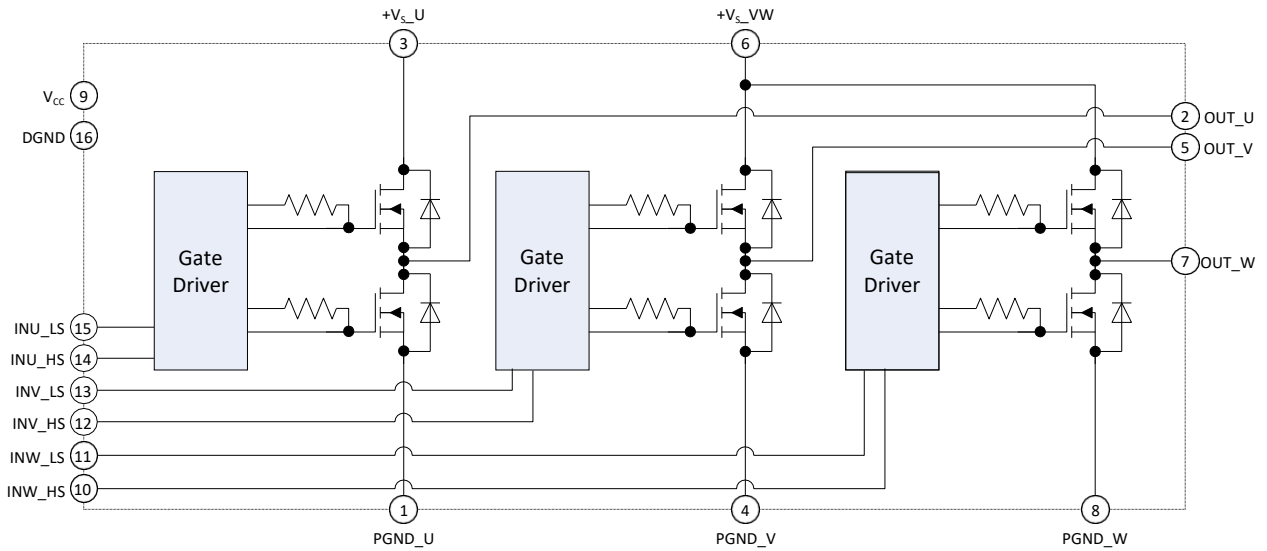
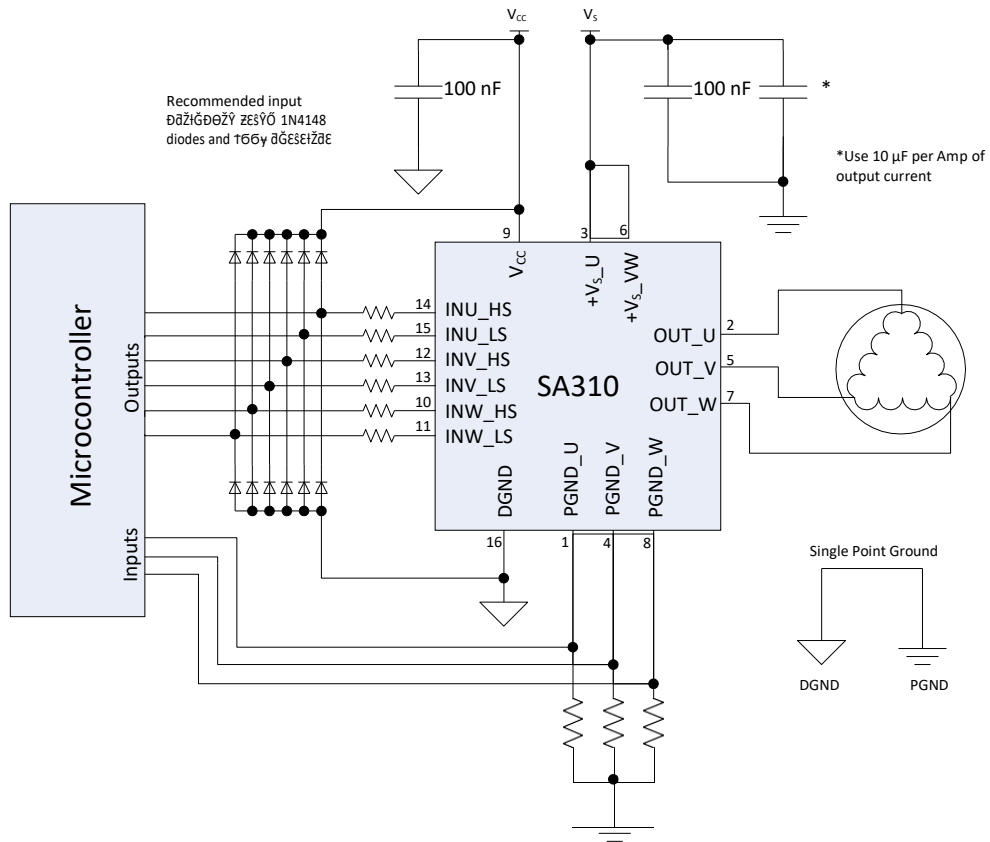
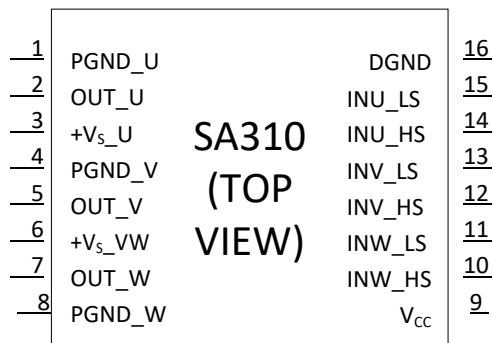


Figure 2: 代表的な接続例



ピンアウトと説明の表

Figure 3: ピン配置図



| Pin Number | Name | Description |
|------------|-----------------|---|
| 1 | PGND_U | Return path for channel U. If desired, connect a current sense resistor between this pin and Power Ground. Otherwise, connect directly to Power Ground. |
| 2 | OUT_U | Output of channel U |
| 3 | +Vs_U | High-voltage supply for channel U. |
| 4 | PGND_V | Return path for channel V. If desired, connect a current sense resistor between this pin and Power Ground. Otherwise, connect directly to Power Ground. |
| 5 | OUT_V | Output of channel V |
| 6 | +Vs_VW | High-voltage supply for channel V and channel W. |
| 7 | OUT_W | Output of channel W |
| 8 | PGND_W | Return path for channel W. If desired, connect a current sense resistor between this pin and Power Ground. Otherwise, connect directly to Power Ground. |
| 9 | V _{CC} | Voltage supply for logic circuit. The ground terminal of the supply must be connected to DGND. |
| 10 | INW_HS | Input signal to command channel W High-Side FET. Drive pin HIGH to source current through OUT_W. |
| 11 | INW_LS | Input signal to command channel W Low-Side FET. Drive pin HIGH to sink current through OUT_W. |
| 12 | INV_HS | Input signal to command channel V High-Side FET. Drive pin HIGH to source current through OUT_V. |
| 13 | INV_LS | Input signal to command channel V Low-Side FET. Drive pin HIGH to sink current through OUT_V. |
| 14 | INU_HS | Input signal to command channel U High-Side FET. Drive pin HIGH to source current through OUT_U. |
| 15 | INU_LS | Input signal to command channel U Low-Side FET. Drive pin HIGH to sink current through OUT_U. |
| 16 | DGND | Return path for digital circuit. Connect to Power Ground in one place to avoid creating ground loops. |

スペック

特に断りのない限り TC = 25 °C。電源電圧は代表値です。

絶対最大定格

| Parameter | Symbol | Min | Max | Units |
|--|-------------------------|------|----------------------|-------|
| Total Supply Voltage | +V _S to PGND | | 650 | V |
| Logic Supply Voltage | V _{CC} | | 20 | V |
| Output Current, source, sink, peak, within SOA | I _{OUT} | | 80 | A |
| Output Current, continuous, within SOA | I _{OUT} | | 30 | A |
| Power Dissipation, internal, continuous, total | P _D | | 111 | W |
| Switching frequency | f _{SW} | 0 | 500 | kHz |
| Input Voltage, Logic Level | V _{IN} | -0.3 | V _{CC} +0.3 | V |
| Temperature, pin solder, 10s | | | 350 | °C |
| Temperature, junction ¹ | T _J | | 175 | °C |
| Temperature, storage | | -55 | 150 | °C |
| Operating Temperature Range, case | T _C | -40 | 125 | °C |

1. 最大接合部温度で長時間動作させると、製品寿命が短くなります。高いMTTFを実現するためには、内部の電力消費を抑える必要があります。

入カロジック

| Parameter | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
|------------|-----------------|-----|-----|-----------------|-------|
| Input Low | | 0 | | 0.8 | V |
| Input High | | 2.0 | | V _{CC} | V |
| Isolation | | | 650 | | V |

アウトプット

| Parameter | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----|------|-----|-------|
| Current, Continuous | 25°C Case Temperature | 30 | | | A |
| Rise Time | | | 45 | | ns |
| Fall Time | | | 30 | | ns |
| ON Resistance (Each FET) ¹ | 27A Load, T _J = 25 °C | | 30 | | mΩ |
| ON Resistance (Each FET) ¹ | 27A Load, T _J = 125 °C | | 39.6 | | mΩ |
| Switching Frequency | 50% duty cycle, 1A output current | | | 400 | kHz |
| Minimum Load, Resistive | | 100 | | | Ω |

1. 内部のワイヤボンドの寄生抵抗は含まない。

フリーホイールダイオード

| Parameter | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
|--|-----------------------|-----|------|-----|-------|
| Current, Peak ¹ | | | | 80 | A |
| Current, Continuous | | 30 | | | A |
| Reverse Recovery Time, t _{RR} | | | 19 | | ns |
| Forward Voltage | I _{AC} = 20A | | 1.35 | | V |

1. ギャランティード・バイ・デザイン

パワーサプライ

| Parameter | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
|---------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-------|
| Supply Voltage, +V _S | | | 300 | 600 | V |
| Supply Voltage, V _{CC} | | 14 | 18 | 20 | V |
| Supply Current, V _{CC} | All channels idle | 5 | 8 | 14 | mA |

サーモグラフィ

| Parameter | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
|--|---|-----|-----|------|-------|
| Resistance, Junction to Case, MOSFETs, AC | 3-phase loading ¹ , $f_{SW} > 60$ Hz | | | 0.63 | °C/W |
| Resistance, Junction to Case, MOSFETs, DC | $f_{SW} < 60$ Hz | | | 1.35 | °C/W |
| Resistance, Junction to Case, Free-wheeling Diodes, DC | 3-phase loading ² , $f_{SW} < 60$ Hz | | | 0.48 | °C/W |
| Resistance, Junction to Air, MOS-FETs | 3-phase loading ¹ | | 13 | | °C/W |
| Resistance, Junction to Air, Free-wheeling Diodes | 3-phase loading ² | | 3 | | °C/W |
| Temperature Range, Case ³ | | -40 | | 125 | °C |

1. 3相すべてが典型的な6段階のシーケンスでアクティブになります。電力は6つのMOSFETデバイスすべてに均等に分配される。
2. 6個のダイオードデバイスに均等に電力が供給されている。
3. ケースの温度は、スイッチング周波数でディレーティングする必要があります。図12参照。

Figure 4: パワーディレーティング

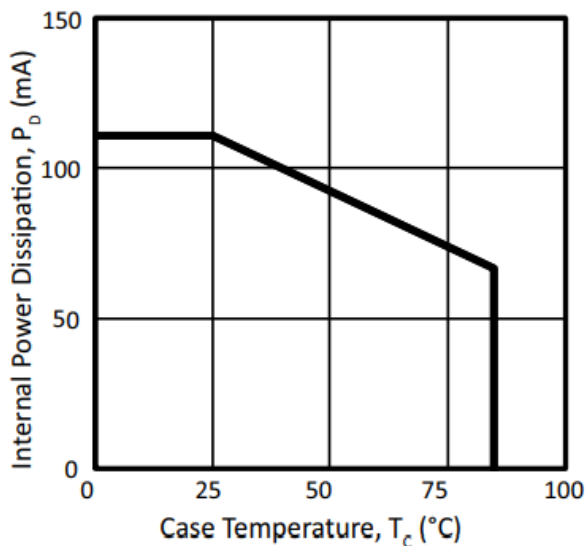


Figure 5: I_{CC} vs. スイッチング周波数

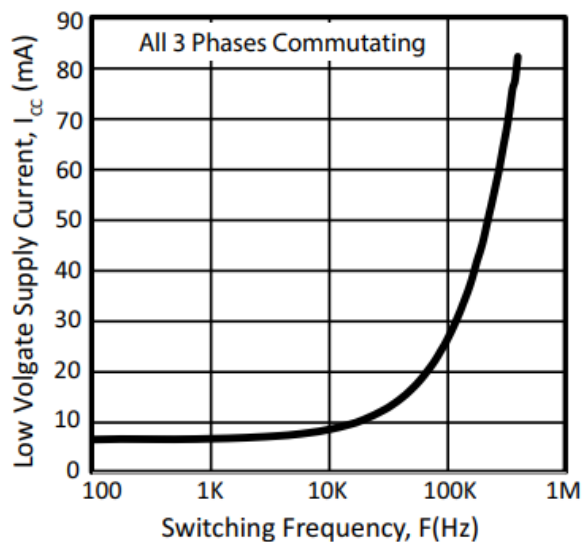


Figure 6: ON Resistance vs. I_{OUT}

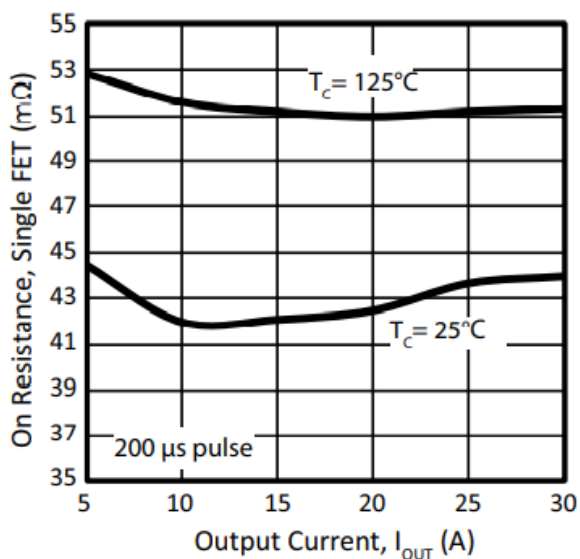


Figure 7: ダイオードの順電圧 vs. I_{SD}

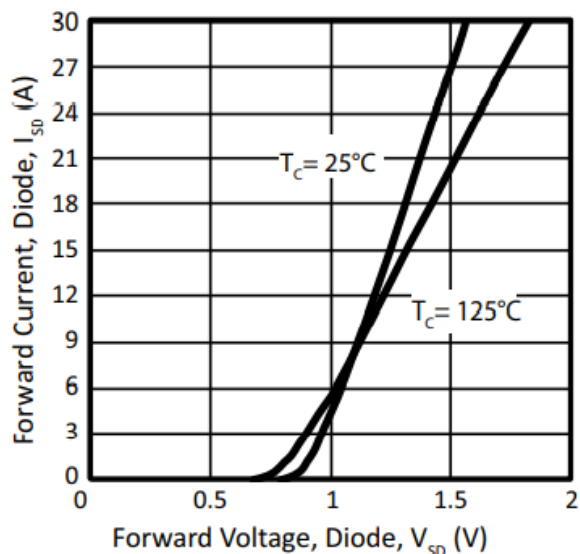


Figure 8: ダイオードリーク電流 vs. V_s

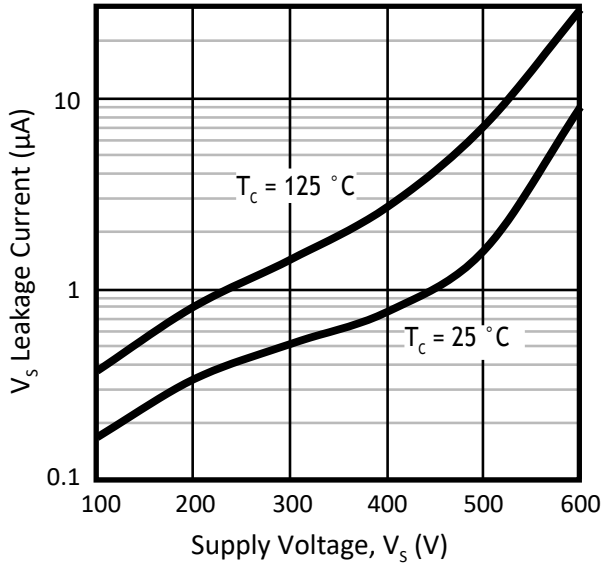


Figure 9: 安全な動作領域、熱源のないシンク、フリーエア

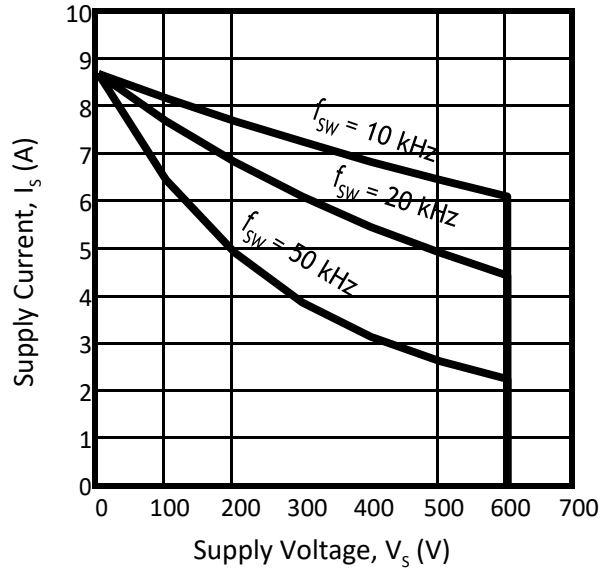


Figure 10: 安全動作領域、HS39ヒートシンク、フリーエア

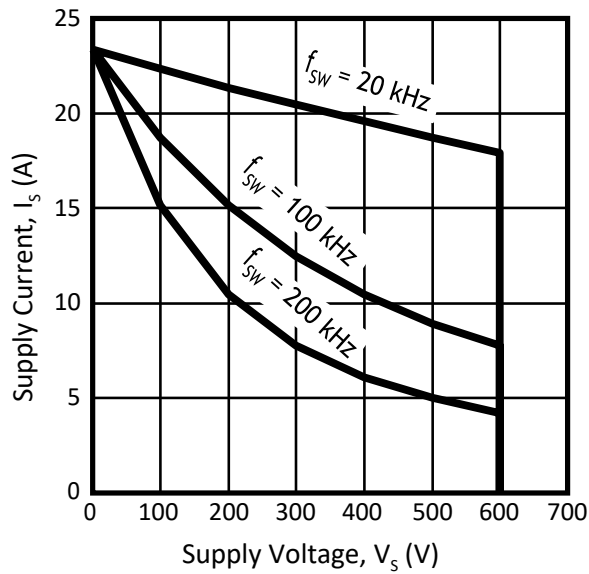


Figure 11: 安全動作領域、HS39 ヒートシンク、600 LFM 強制空冷

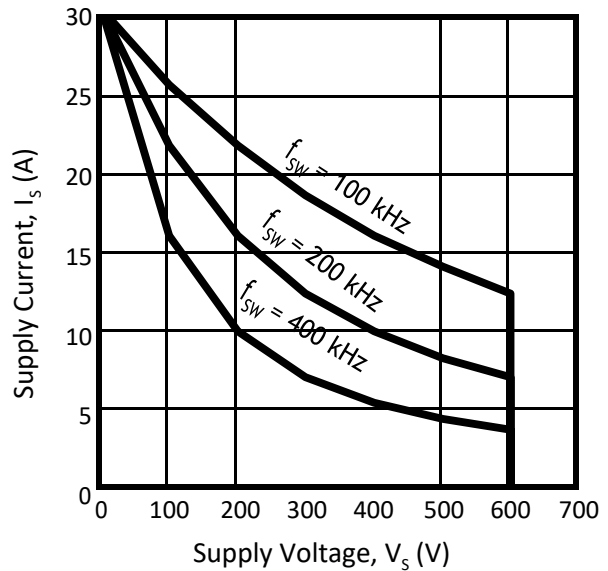
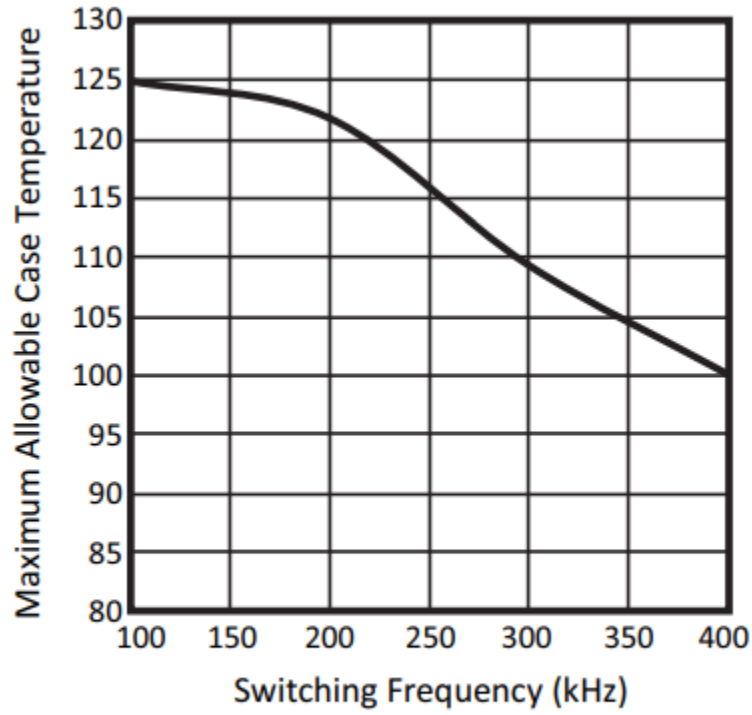


Figure 12: ケース温度ディレーティング



ジェネラル

安定性、供給、ヒートシンク、実装、電流制限、SOAの解釈、仕様の解釈などについて書かれたアプリケーションノート1「一般的な動作に関する注意事項」をお読みください。Apex Microtechnologyの完全なアプリケーションノートライブラリ、テクニカルセミナーワークブック、および評価キットについては、www.apexana-log.comをご覧ください。

電力消費量の計算

SA310内部の電力損失は主に2つの要素で構成されており、以下のように計算できます:

1. 伝導損失

$$P_{CONDUCTION} = (I_S)^2 \times R_{DS(ON)} \times X [W]$$

$$X = 1.5 \text{ for Wye or Delta loads}$$

$$X = 2 \text{ for Single Ended loads having sinking AND sourcing current}$$

$$X = 1 \text{ for Single Ended loads having sinking OR sourcing current}$$

2. スイッチングロス

$$P_{SWITCHING} = \frac{3}{2} \times V_S \times I_S \times f_{SWITCHING} \times (t_{RISE} + t_{FALL}) [W]$$

上記仕様表および性能グラフに記載:

$R_{DS(ON)}$ = ON Resistance (each FET) [Ω]

t_{RISE} = Rise Time [s]

t_{FALL} = Fall Time [s]

アプリケーション別:

I_S = Average Supply Current from V_S Power Supply [A]

V_S = Supply Voltage [V]

$f_{SWITCHING}$ = Switching Frequency of Input Signal [Hz]

これらの力を計算した後、ヒートシンクが必要かどうか、あるいはどれくらいの大きさのヒートシンクが必要かを計算する必要がある場合が多い。

まず、ヒートシンクがないと仮定して、ケースとジャンクションの温度を決定します:

$$T_{JUNCTION,FET} = T_{AMBIENT} + (P_{CONDUCTION} + P_{SWITCHING}) \times \theta_{JA,FET} [^{\circ}C]$$

$$T_{CASE} = T_{JUNCTION,FET} - (P_{CONDUCTION} + P_{SWITCHING}) \times \theta_{JC,FET} [^{\circ}C]$$

Where:

$\theta_{JA,FET}$ = Thermal Resistance, Junction to Air, MOSFETs [$^{\circ}C/W$]

$\theta_{JC,FET}$ = Thermal Resistance, Junction to Case, MOSFETs [$^{\circ}C/W$]

これらの温度が絶対最大定格内であり、設計要件内であれば、ヒートシンクは必要ありません。そうでない場合は、以下の計算式を用いてヒートシンクの最大定格を決定してください:

$$\theta_{SA} = \frac{T_{CASE, DESIRED} - T_{AMBIENT}}{P_{CONDUCTION} + P_{SWITCHING}} - \theta_{CS} \left[\frac{^{\circ}C}{W} \right]$$

$$\theta_{SA} = \frac{T_{JUNCTION, FET, DESIRED} - (P_{CONDUCTION} + P_{SWITCHING}) \times \theta_{JC, FET} - T_{AMBIENT}}{P_{CONDUCTION} + P_{SWITCHING}} - \theta_{CS} \left[\frac{^{\circ}C}{W} \right]$$

Where:

θ_{SA} = Heatsink Thermal Rating [$^{\circ}C/W$]

θ_{CS} = Thermal Interface Rating [$^{\circ}C/W$]

2つの式のうち、最大のヒートシンク（最も低い熱定格）を選択します。

アンダーボルテージロックアウト機能

SA310は、低電圧ロックアウト機能を内蔵しています。VCCが約9V以下になると、出力はハイインピーダンスになります。VCCが約10V以上になると、出力は通常の動作モードに戻ります。また、ノイズによる誤動作を防ぐため、VCCには約2.5 μ sのマスクタイムが設定されています。

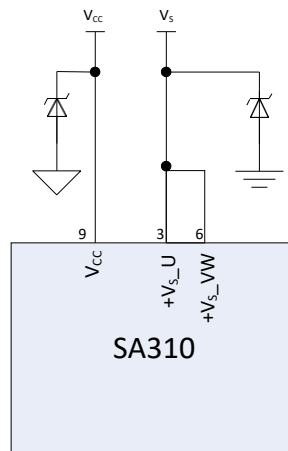
バイパス

正しく動作させるためには、電源を十分にバイパスさせる必要があります。バイパスをしないと、不安定で効率の悪い動作や、出力の過剰なリングングの原因となります。VS電源は、少なくとも1 μ Fのセラミックコンデンサと、出力電流1Aあたり10 μ F以上の低ESRコンデンサを並列に配置してバイパスしてください。コンデンサの種類は、スイッチング用途に適合したもののみを使用してください。1 μ Fのセラミックコンデンサは、+VSとPGNDのノードに物理的に直接接続する必要があります。1インチでもリード線の長さが違うと、出力のリングングが大きくなります。これは、非常に速いスイッチング時間と、リード接続のインダクタンスによるものです。VCC電源のバイパス要件はそれほど厳しくありませんが、それでも必要です。0.1 μ F~0.47 μ FのセラミックコンデンサをVCCピンからDGNDに直接接続し、SA310の近くに置けば十分です。

電源保護

図13に示すように、電源ピンの保護には、一方向性の過渡電圧サプレッサを推奨します。TVSダイオードは、過渡現象を電源の定格内の電圧にクランプし、電源の反転をグラウンドにクランプします。TVSダイオードを使用するかどうかにかかわらず、システム電源は、電源投入時のオーバーシュートや電源遮断時の極性反転、ラインレギュレーションなどの過渡現象の性能を評価する必要があります。どちらかの電源レールで開回路や極性反転を引き起こす可能性のある条件は、回避または保護する必要があります。一方向性TVSダイオードはこれを防ぎ、電氣的にも物理的にも可能な限りアンプの近くに設置することが望ましいです。

Figure 13: TVS Diodes



入力保護

典型的な接続図に示すように、SA310の外部保護のために、各入力信号に2つの小信号ダイオードを接続することをお勧めします。同軸ケーブルやその他のESD源からのESD保護のために、各入力から100pFのコンデンサをグラウンドに接続することができます。また、入力ピンに入る過大な電流を制限するために、入力ピンに直列に直列抵抗（約200Ω）を加えることができます。これらの保護機能がないと、SA310は入力段の永久故障の影響を受けやすい。

INX_LSとINX_HSのそれぞれは、50kΩ (代表値) のDGNDへの内部プルダウン抵抗を持っています。

デッドタイム

デッドタイムはユーザーが自由に選択でき、入力信号を生成する際に考慮する必要があります。一般的に、デッドタイムはシステムコントローラのクロックサイクルの倍数として選択されます。これにより、_HSと_LSの入力の調整が容易になります。

これにより、_HS入力と_LS入力の調整が容易になります。デッドタイムの最小推奨値は60nsです。

出力ロジック

SA310は、各フェーズにおいて以下の真理値表に従います。:

| INX_LS | INX_HS | OUT_X |
|--------|--------|----------------|
| L | L | High-Impedance |
| L | H | H |
| H | L | L |
| H | H | High-Impedance |

電源シーケンス

SA310の電源投入時には、以下の順序で電源を投入してください:

1. VCC
2. +VS

SA310の電源オフ時には、逆の手順で電源をオフにしてください。.

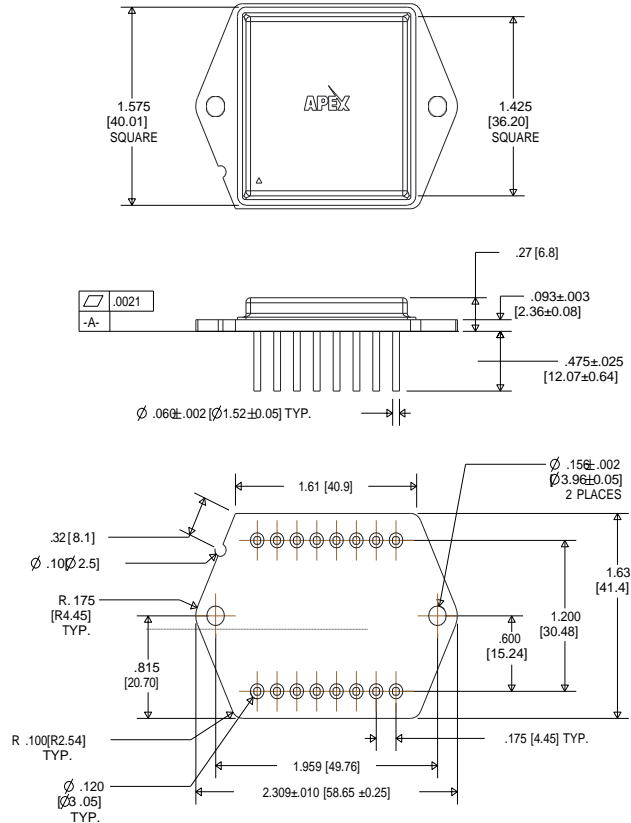
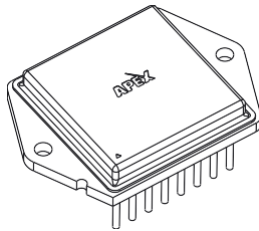
パッケージオプション

| Part Number | Apex Package Style | Description |
|-------------|--------------------|------------------|
| SA310 | KR | 16-pin Power DIP |

パッケージスタイル *kr*

NOTES:

1. Dimensions are in inches & [mm].
2. Triangle on lid and notch in header denote pin 1.
3. Header material: Nickel-plated CRS
4. Lid material: Solid nickel
5. Pin material: Solderable nickel-plated Alloy 52
6. Welded hermetic package seal
7. Isolation: 1000 VDC any pin to case



NEED TECHNICAL HELP? CONTACT APEX SUPPORT!

For all Apex Microtechnology product questions and inquiries, call toll free 800-546-2739 in North America. For inquiries via email, please contact apex.support@apexanalog.com. International customers can also request support by contacting their local Apex Microtechnology Sales Representative. To find the one nearest to you, go to www.apexanalog.com

IMPORTANT NOTICE

Apex Microtechnology, Inc. has made every effort to insure the accuracy of the content contained in this document. However, the information is subject to change without notice and is provided "AS IS" without warranty of any kind (expressed or implied). Apex Microtechnology reserves the right to make changes without further notice to any specifications or products mentioned herein to improve reliability. This document is the property of Apex Microtechnology and by furnishing this information, Apex Microtechnology grants no license, expressed or implied under any patents, mask work rights, copyrights, trademarks, trade secrets or other intellectual property rights. Apex Microtechnology owns the copyrights associated with the information contained herein and gives consent for copies to be made of the information only for use within your organization with respect to Apex Microtechnology integrated circuits or other products of Apex Microtechnology. This consent does not extend to other copying such as copying for general distribution, advertising or promotional purposes, or for creating any work for resale.

APEX MICROTECHNOLOGY PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN PRODUCTS USED FOR LIFE SUPPORT, AUTOMOTIVE SAFETY, SECURITY DEVICES, OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS ARE UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER OR THE CUSTOMER'S RISK.

Apex Microtechnology, Apex and Apex Precision Power are trademarks of Apex Microtechnology, Inc. All other corporate names noted herein may be trademarks of their respective holders.