

産業用センサーのサージ耐性を確保する

産業用センサーが絶えず小型化しスマート化する一方、その動作環境は引き続き大規模化し、ますます厳しい要件を伴うものとなっています。何千台もの機器が互いに接近して動作する場合、各機器の電源は容易に悪影響を及ぼし合います。結果として、レギュレータが生成した電圧レベルはその設定値に対して十分な許容誤差範囲に入らなくなる場合もあります。このデザインソリューションでは、産業環境で動作するセンサーが直面する課題、一般的な対策、およびその限界について検討します。さらに、より小さな面積で堅牢性と信頼性の向上を実現するシンプルなソリューションを提案します。

センサー環境

産業用センサーは、産業プロセスにおいて重要な量の状態を監視するために使用されます。たとえば、図1は、生産ライン上で原材料の動きの検出に使用される近接センサーを示しています。センサーを使用して測定するその他の量の例としては、温度や圧力が挙げられます。

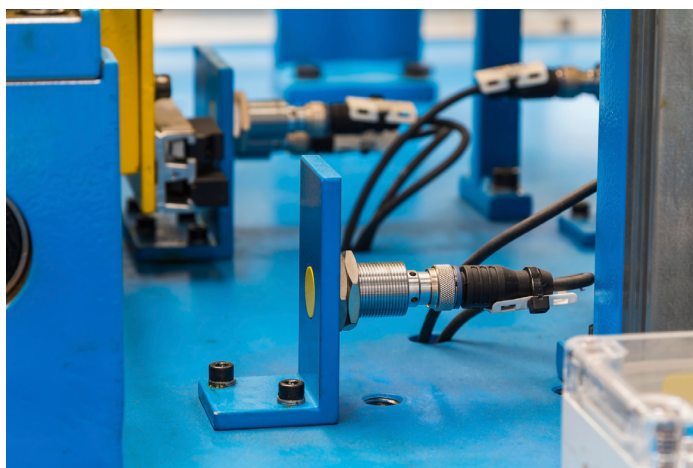


図1. 近接センサー

センサーは、工場の現場のどこにでも配置することができます。センサーは性質上、アナログまたはデジタルのどちらかであり、通常、絶縁型の24V DC電圧源から給電されます。コントローラ(通常、PLC)は、センサーからデジタルまたはアナログI/Oモジュール経由で情報を受け取り、適切な命令をフィールドバスからアクチュエータに送ります。継続的にセンサーの

状態のモニターが可能なIO-Link®インターフェースを含む最新のセンサーの多くは、工場の生産能力を引き上げ、適応性に優れた製造を実現する上で役立っています。IO-Linkを利用すればセンサーレベルで決定を下すことが可能になり、PLCの指示を待つ必要がなくなります。図2は、標準的な産業用センサーシステムを示しています。

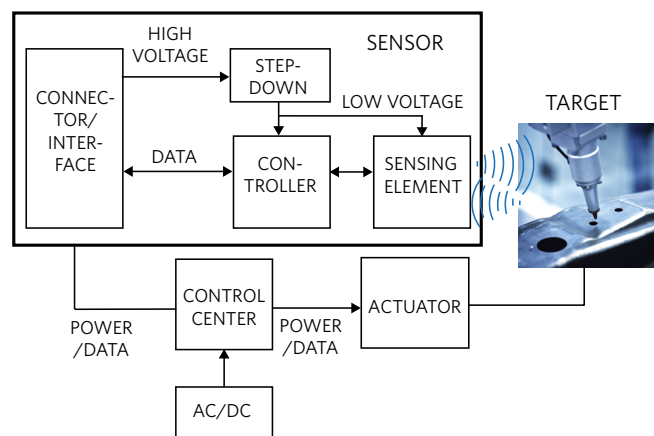


図2. 標準的な産業用センサーシステム

インターフェースはデータ転送を処理し、24V DC電力をステップダウン電圧レギュレータに送ります。このレギュレータは、5Vまたは3.3Vのどちらかをマイクロコントローラと検出素子に供給します。しかし、24Vから5V/3.3Vへのダウンコンバージョンは、多大な電力損失と占有スペースを生じ、長期にわたるカスタム設計を要する可能性があるステップです。さらに、工場の現場は非常に過酷な環境である場合もあり、長いケーブルと強力な電磁干渉によって高電圧の過渡事象が生じることもあります。そのため、センサー内のステップダウンコンバータは、センサーの動作電圧(最大50V)をはるかに上回る過渡電圧に耐えることができる必要があります。

従来のLDOソリューション

センサーの消費電流が小さい場合は、その小型サイズと設計の容易さの利点から、LDOソリューションを検討することがよくあります。しかし、このソリューションは損失が非常に大きく、効率は21%にとどまります(5V/24V)。

最新のセンサー(通常、消費電流は10mA以上)のように電流が大きい場合、このソリューションは大型のヒートシンクを必要とし、LDOのサイズ上の利点は帳消しになります。

スイッチャソリューション

LDOの代替となる最も一般的なソリューションは、バックレギュレータICなどの高効率スイッチングレギュレータとディスクリートのインダクタ、コンデンサ、および抵抗を使用することです。このソリューションには効率の大幅な向上、したがって熱放散の低減という利点があり、これはセンサーが絶えず小型化される筐体により多くの機能を内蔵する中でますます重要を増しています。しかし、このソリューションでは、高度な知識と長い時間を要するカスタム設計や、スペースを最小限に抑えるための慎重なPCBレイアウトが必要になる場合があります。

最近では、バックコンバータICやインダクタを1つのパッケージに収めたレギュレータ「モジュール」が利用可能となっています。図3は、このタイプの標準的なソリューションの部品レイアウトを示しています(部品の総面積は47.2mm²)。

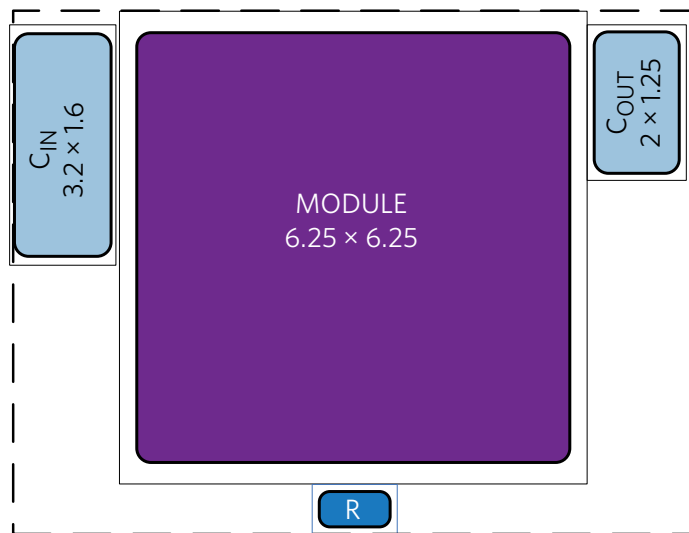


図3. バックコンバータモジュールの部品レイアウト

このモジュールは最大40VのDC入力で動作します。これは公称24V DC電源に対して大幅なマージンがあるように見えるかもしれませんが、この電圧を超える過渡電圧が発生すれば機能しません。TVSダイオードは、ICを過渡サージ電圧から保護するために広く使用されていますが、この場合は適切な選択肢ではありません。レギュレータをその最大動作電圧(40V)で十分に機能させるためには、TVSの逆ブレークダウン電圧がこれに近い値である必要があります。そのようなTVSの1つはこの基準を満たします(SMAJ33A)。しかし、その最大クランプ電圧は53Vで、これは高エネルギーのサージが発生すれば到達する可能性がある値です。サージがこの電圧に達すると、レギュレータはもはや機能せず、損傷する可能性があります。

電圧マージンの拡大

最大50Vのサージ電圧の存在下でセンサーを保護するには、このレベルまで機能する電圧レギュレータが必要であることは明らかです。図4は、この基準を満たすソリューションを示しています。

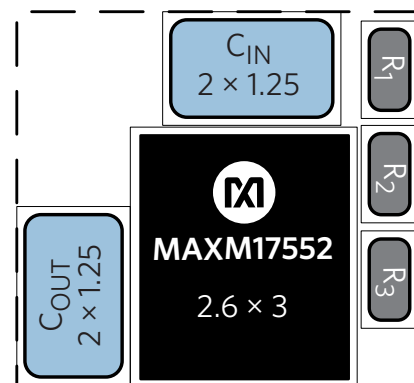


図4. MAXM17552 uSLIC 5V_{OUT} 100mAバックソリューション

この4V~60Vの入力電圧範囲で動作するマイクロシステムレベルIC (uSLIC™)は、0.9V~5Vの安定化した出力電圧で100mAの出力電流を供給します。また、図5に示すとおり、このレギュレータの効率は80% (24V入力電圧時)を超える上、部品の総占有面積は14.3mm²にすぎません。これは前述のソリューションに比べてほぼ66%の面積節約です。

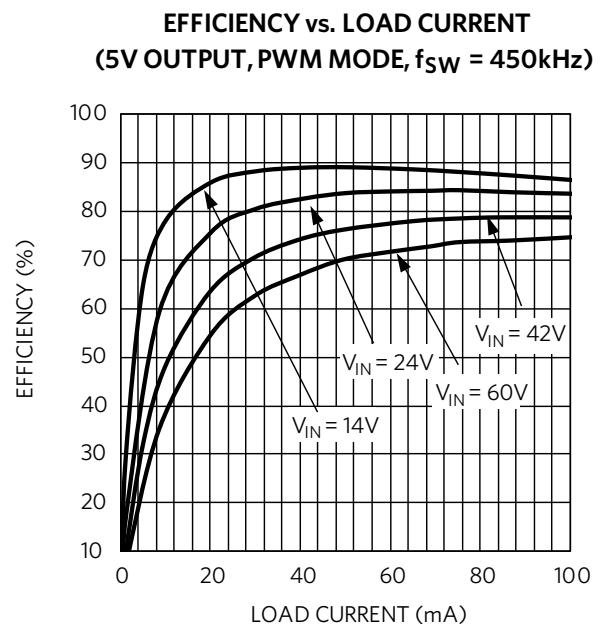


図5. MAXM17552の電力効率

堅牢な環境

電源が機械的ストレスに耐えることができることも重要です。このモジュールは、落下、衝撃、振動に関するJESD22-B103/B104/B111規格に適合しています。さらに、ヒカッパ過電流保護と過熱保護に加え、-40℃～+125℃の動作温度範囲を備えているため、このモジュールは最も過酷な産業用、車載用、医療用、および軍事用の環境においても堅牢です。同じく最大60Vの入力電圧で動作する、より大きな負荷(300mA)に対しては、[MAXM15064](#) Himalaya uSLICモジュール(実装面積:2.6mm x 3mm)が提供されています。

結論

このデザインソリューションでは、絶えず小型化される産業用センサーにおいて、発熱を最小限に抑えてより効率的に大電力を素早く供給するという課題について説明しました。標準的なLDOソリューションがいかに効率に劣るか、そしてスイッチングレギュレータICを使用するカスタム設計がいかに難しく、また長期間を要するものであるかについて検討しました。また、40Vの最大入力電圧を備えたパワーモジュールが最新の産業環境において堅牢性の面でいかに不十分であることを明らかにしました。ソリューションとして、最も要件の厳しい産業環境でも動作可能な、60Vの入力電圧範囲を備えた2つの堅牢なパワーモジュールを紹介しました。これらのデバイスは、産業用センサーに加えて、モーターエンコーダ、HVAC、およびビル制御アプリケーションでの使用にも最適です。

用語集

PLC: プログラマブルロジックコントローラ。リアルタイムでセンサーを監視し、アクチュエータを制御することでファクトリまたはプラントオートメーションを実現する、耐久性の高いマイクロプロセッサベースのシステムです。

TVS: 過渡電圧サプレッサ。過渡電圧および過渡電流から回路を保護するように設計された半導体デバイスです。通常、大電流を迅速に吸収するためにアバランシェモードで動作する大型のシリコンダイオードとして実装されます。

LDO: 低ドロップアウトリニアレギュレータ。入力電圧が目的の出力電圧をわずかに超える程度の時でも動作するリニア電圧レギュレータです。

HVAC: 暖房、換気、および空調。建物の暖房、換気、および空調に関するシステムと技術を指す業界用語です。HVACシステムは、快適さ(温度と湿度)、エネルギー効率、および空気の質を調節します。

さらに詳しく

[MAXM17552: 4V～60V、100mA、小型ステップダウンパワーモジュール](#)

[MAXM15064: 4.5V～60V、300mA、小型ステップダウンパワーモジュール](#)

デザインソリューション No. 160

Rev 0; March 2019

設計サポートが必要な場合は、Eメールにてお問い合わせください。
<https://www.maximintegrated.com/jp/support/overview.html/TechSupportFormJapan>

[その他のデザインソリューションを探す](#)

マキシム・ジャパン株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ4号館20F maximintegrated.com/jp

© 2019 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. Maxim IntegratedおよびMaxim Integratedのロゴは、米国およびその他の国の管轄域におけるMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。その他、記載されている会社名、製品名は各社の登録商標、または商標です。

