

オプトエレクトロニクス位置制御

概要

パワー・オペアンプは、どのような機械駆動系と比較しても応答時間が速いため、位置制御にきわめて適しています。位置制御にオプトエレクトロニクス技術を使用することで、リンク機構や独立可動の部品などを追加することなく、直線運動または回転運動する部品上の決められた目標位置まで動かしたり、その場所に留めたりすることができます。これらを採用したシステムでは、優れた信頼性、精度、および再現性が実現します。フォトダイオード電流を積分する必要がある場合、FET入力のパワー・オペアンプを選択して、両方のフォトダイオードが光を受けていない間、積分コンデンサの電圧が変化しない程度の低いバイアス電流レベルを維持してください。それ以外の選択基準は、モーターの定格または利用可能なパワーあるいはその両方です。

順次式位置制御

図1に示す回路では、PA07がフォトダイオード・ペアの出力差を積分し、2つのフォトダイオードの電流が等しくなるまでモーターを適切な方向に回転させます。この差動構造によって、既知の問題であるオプトエレクトロニクス素子の温度や経時的な不安定さがなくなります。目標位置の間を移動するには、予め決まっている入力電流が一時的に切り替わってアンプの入力に印加されます。これにより、アンプは要求する回転方向にモーターを駆動します。目標位置に到着する前に入力電流がオフになるため、 C_F の電荷によって、駆動状態が維持されるようになります。第1のフォトダイオードが光を受けると、その出力によって、移動する方向の電流が強まります。第2のフォトダイオードが光を受けると、その電流によってモーターが逆回転し、システムを目標の位置で止めます。

モーターの応答とシステムの慣性は大きく変化するため、 C_F と R_F は、適切な制動が得られるよう個別のアプリケーションごとに選択する必要があります。目標位置が第2のフォトダイオードを通過する前に逆回転駆動できるように、 C_F は十分に小さくする必要があります。このようにしないと、システ

ムは次の目標位置に向けて動き続けてしまいます。 C_F の値が非常に小さいと、深刻なオーバーシュートまたは発振を起こし、モーターの焼損または駆動系の故障、あるいはその両方を引き起こす原因となることがあります。 R_{F1} と R_{F2} は、ユニティ・ゲイン・ポイントにおける制御ループを安定化し、オーバーシュートを最小限にするために必要となります。 R_L と C_L はリード・ネットワークを構成しており、センサー出力の変化に応じてアンプがモーターの駆動力を変化できるようにすることで、応答時間を改善するために挿入されています。この方法で、目標位置に到着する前に、モーターに制動力を与えることができます。図1に示す起電力(EMF) 14Vのモーターでは、逆転時、駆動している出力トランジスタの両端に46Vのストレスがかかります。5msを超える場合、PA07のSOA曲線の定常状態での二次降伏ラインでは、電流制限を1Aに設定する必要があることがわかります。PA07のデータ・シートを参照してください。

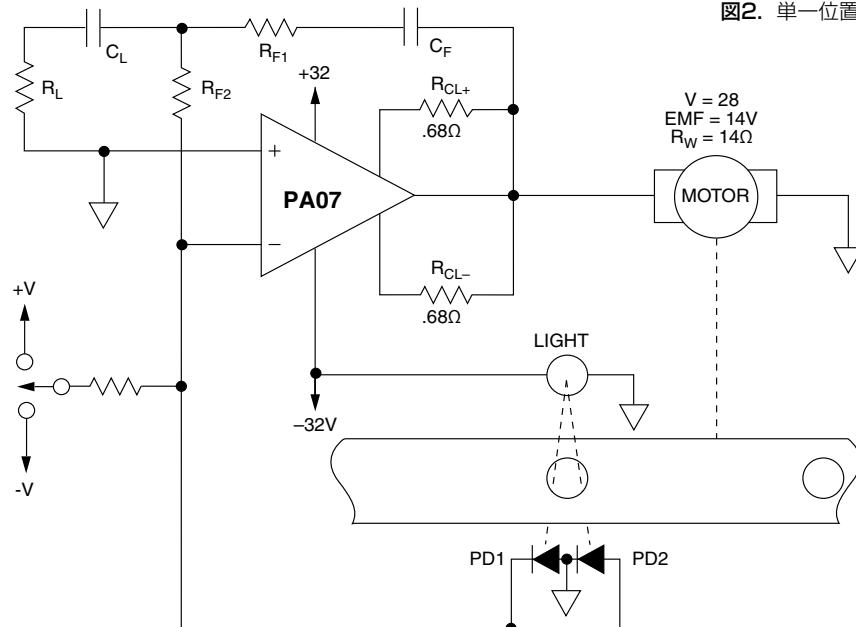


図1. 順次式位置制御

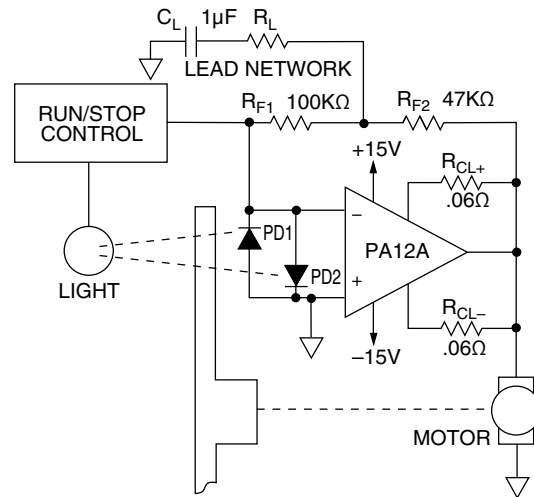


図2. 単一位置制御

単一位置制御

図2に示すように、前述の技術の例として、どちらの方向に回転した円盤でも単一の目的位置に戻すために使用できる方法があります。慣性が低く、応答の速いシステムであれば、スイッチを「運転」から「停止」に切り替えたとき、目的位置に対して近い方の回転方向を選択するようになっています。PA12Aは、高出力でありながらフォトダイオードの電流に比べてバイアス電流レベルを低く維持できるため、このアプリケーションに選択されました。応答時間を改善するため、駆動電圧の変化に対して常に遅延を生じるモーターの応答は、リード・ネットワークによって補償されます。「運転」のときは、フォトダイオードの電流を無視するに十分な大きさの制御電流がアンプの反転入力に流されます。この電流を取り去ると、制御はフォトダイオードに戻ります。

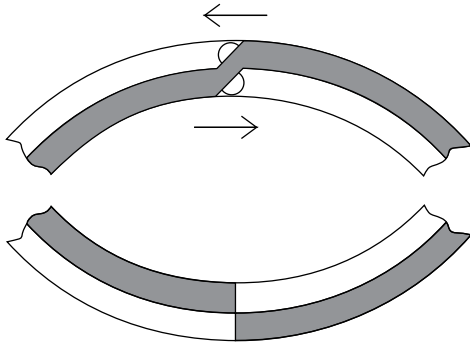


図3. 円盤の単一停止位置目標

位置制御用マスク

図3に、円盤の仕組みと目標とする停止位置におけるセンサー配置を示します。2つの矢印は、それぞれに対応するフォトダイオードが、より高い出力を出しているときの回転方向を表しています。理論的には、円盤の反対側で安定した位置になることは起こりえますが、システム・ノイズまたは微量の動きによって均等になったフォトダイオードの電流バランスがくずれ、より大きな電流のセンサーがより明るい光を受けようになります。このことによって、円盤は停止すべき目標位置を探すことになります。光の放射に対してある角度で円盤のマスクングをすることで、制御機能を緩和し、オーバーシュートを防止できます。

スポット径

光センサーのアクティブ領域に対するビーム径の最適な関係を図4に示します。中心に集められたビームでは、各ダイオードの光電性の領域の半分を照らす必要があります。ビームが大きすぎると、位置の可動範囲に対してセンサーの出力は変化しません。一方、ビームが小さすぎると、2つの光電性の領域の中央線付近での伝達関数が非直線になります。このことにより、回路を安定させるための C_F の選択が難しくなると同時に、高輝度の光源を必要とします。

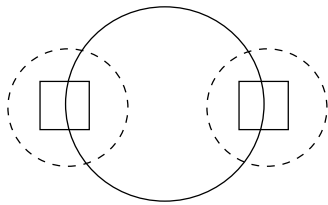


図4. ビーム・センサーのアライメント

デジタル・インターフェース

デジタル制御を伴うシステムの場合、バイポーラ制御信号を生成する必要がないため、D/A変換のコストを削減できる方法を、図5で説明しています。ロジック・ラインがローのとき、信号ダイオードは導通しません。この状態では、制御はフォトダイオードにあります。ライン1がハイであれば、電流を加算接続点に流すことになり、アンプは負にスイングします。ライン2がハイであれば、サミング・ジャンクションの電圧を接地よりも高く引き上げ、アンプは正にスイングします。フォトダイオードの信号に関係なく制御を確実に取得するためには、各フォトダイオードからの最大電流の2倍以上を流せるハイ・ロジック・レベルとなるような抵抗値を選択してください。

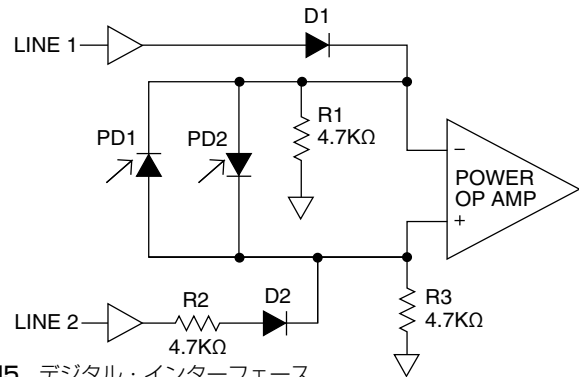


図5. デジタル・インターフェース

デュアル・センサー

高精度を必要とするアプリケーションでは、2素子位置検出フォトダイオードPD1(図5)を使用することで、口径の小さいビーム、厳格なビーム制御、および優れた熱均衡を実現できます。このアプリケーションでの推奨センサーの規定分解能は、0.0127mm(0.0005インチ)以上です。このセンサーは3端子の素子で、図6に示すような電流反転器を必要とし、差動構成となっています。同じ値の2つの抵抗は、フォトダイオードの最大電流と信号アンプのスイング能力に合わせて設定する必要があります。

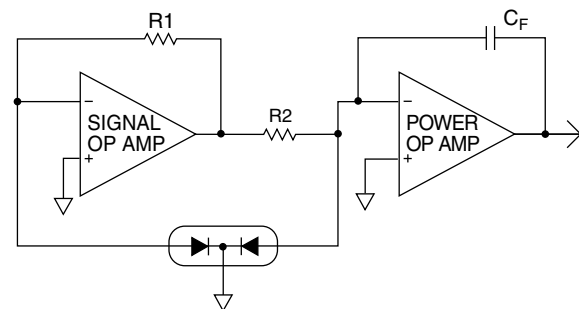


図6. 電流反転