

レーザドライバとデジタル制御ポテンショメータ及び抵抗とのインタフェース

本論文では、開及び閉ループ動作におけるレーザドライバとドライバを制御するデジタル制御ポテンショメータ及び抵抗間の電氣的インタフェースの様々なモードについて検討します。このような光ファイバシステムのための目的は、レーザドライバのバイアス及び変調回路を使って光の振幅を変化させ、光学出力を(P0及びP1)2つのレベル間でスイングさせることにあります。

開ループのトポロジ

図1aのバイアス制御トポロジでは、可変抵抗が増幅された電流(I1)を設定し、コモンカソードレーザダイオードへ送ります(又はコモンアノード型からシンクします)。抵抗を横切る最も一般的な電圧は1.2Vで、これはレーザドライバ内部のバンドギャップレファレンスに由来します。I1はマイクロアンペアから数ミリアンペアの範囲、I2は数十ミリアンペアから100mAの範囲です。抵抗が電流のソースとなるいくつかのアプリケーションにおい

ては、グラウンドの代わりに固定されたレファレンス、又は電源へ接続することが可能です。

図1bには、入力電圧V1が、ソースまたはシンク電流のいずれかによってレーザを駆動するためI2レベルに増幅される内部電流I1を設定するローサイド回路(グラウンド基準での制御)が示されています。この回路のポテンショメータは、V1に観察される高い入力インピーダンスに対して理想的です(図1aの設定には可変抵抗が適切です)。

ハイサイド制御(図1c)に関しては、減少する制御電圧(V1)が、I1とレーザドライブ電流I2の増加を引き起こします。つまり、レーザ出力の平均光学出力を増加するためには、図1aでは抵抗値が減少しなければならず、図1bではV1が増加しなければならず、図1cではV1が減少しなければなりません。

レーザ変調レベル(図2a及び2b)制御の回路の設定は、バイアス電流制御の設定と類似しています。データ搬送波の振幅変調はスイッチ電流を発生します。発光された光のピークトゥピーク振幅を増加させるためには図2aの可変抵抗を低くするか、又は図2bのV3を増加します(これらの図は、レーザ及び変調電流へのバイアス電流の注入を示しています)。図1b及び2bでは、I1またはI3を運ぶレーザドライバICの入力ステージにバイポーラnpnトランジスタを使うことができます。

閉ループのトポロジ

平均電力制御(APC)はレーザの平均光学出力を制御するための一般的な手段です。レーザはフィードバックパスのフォトダイオードモニタによって制御され、結果的にレーザ

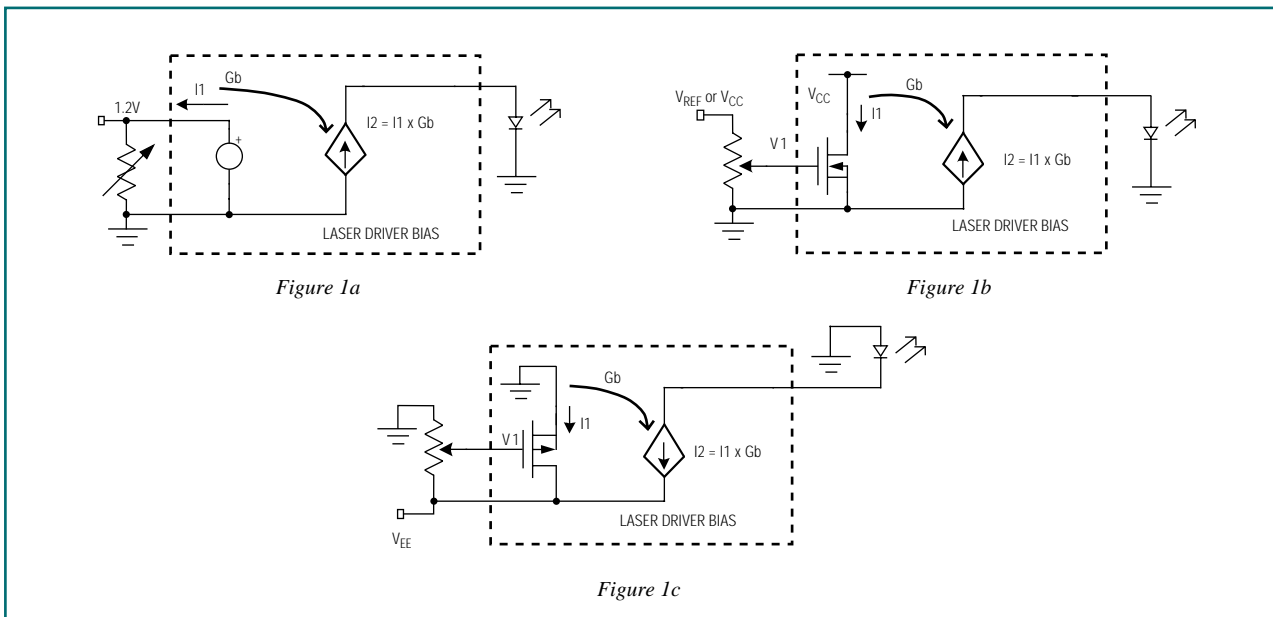


図1. レーザバイアス電流の制御のための開ループ方法には、(a)可変抵抗を使用したローサイド制御(レーザカソードがグラウンドされている)、または(b)ポテンショメータが高インピーダンス出力を駆動、及び(c)ネガティブ電源供給によるハイサイド制御(レーザアノードがグラウンドされている)が含まれます。

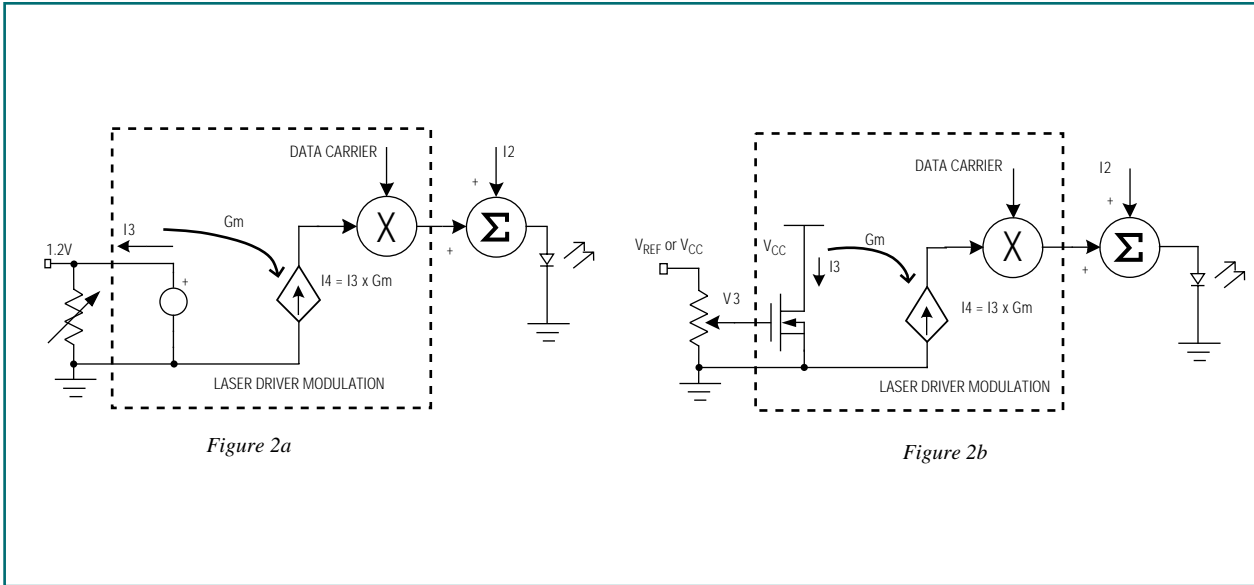


Figure 2a

Figure 2b

図2. レーザ変調電流のローサイド制御のための回路は、図1a及び1bのバイアス電流制御回路と類似しています。

光の閉ループ制御となります。閉ループ変調制御回路はあまり一般的ではありません。図3a及び3bは、このようなレーザドライバへの抵抗インタフェースを示しています。

図3aは、レーザバイアス電流がフォトダイオードモニタからの電流フィードバック (Ifa) とレファレンス電流 (I1) 間の誤差が増幅されたバージョンであることを示しています。可変抵抗が減少すると、I1が増加します。IfaがI1をトラックするので、平均光学的出力も増大します。

図3bは閉ループ変調を簡素化して表記したものです。フォトダイオード電流 (Ifb) から派生するフィードバック信号をレファレンス電流 (I3) と比較することによって誤差が生じ、それが増幅されデータ搬送波振幅を変調するために使用され、結果としてスイッチ電流が生じます。抵抗が減少すると、ピークトゥピークの光学的出力が増大します。バイアス電流 (I2) は図3bに包括されています。

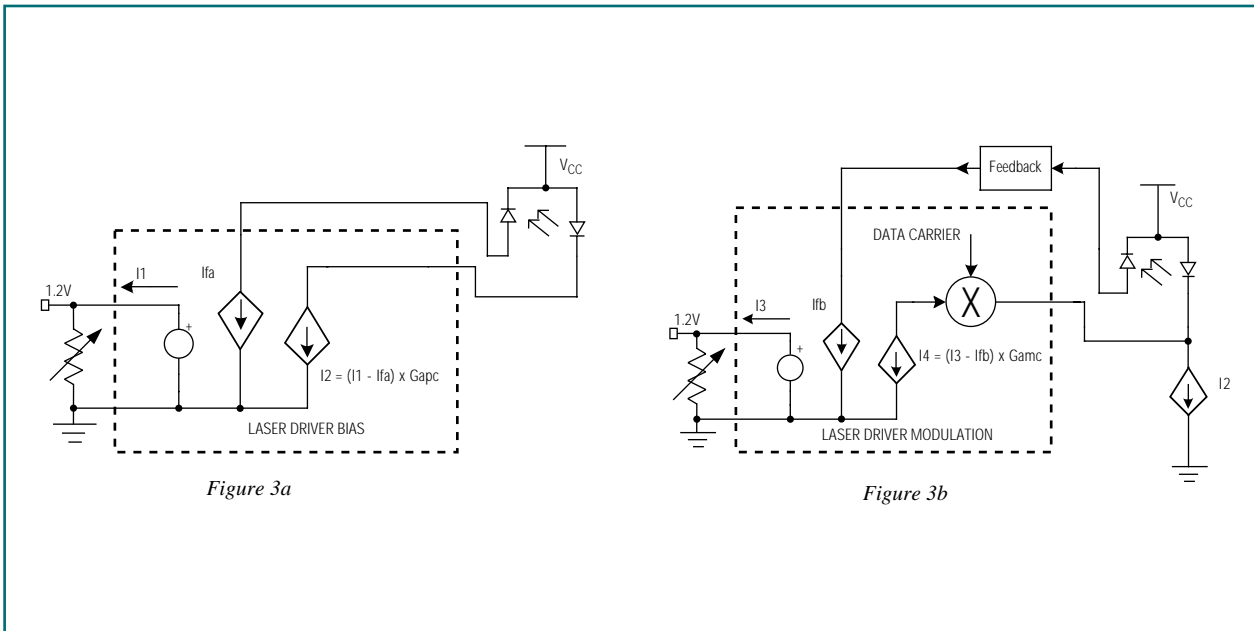


Figure 3a

Figure 3b

図3. (a) 閉ループレーザ制御を可能にするフォトダイオードモニタは (b) 変調電流の制御にも対応できます。

例：MAX3273/DS1847の組み合わせ

MAX3273レーザドライバをDS1847デジタル制御抵抗にインタフェースするには、最初に平均光学的出力 (P_{avg})及びピークトピーク光学的変調電力(P_{mod})を決定して下さい。

P_{avg} は、レーザドライバ(図3a)周辺のAPCループによって制御され、 I_1 及びmA/mWにおけるフォトダイオードの応答性に直接依存します。DS1847抵抗は I_1 を $1.2/R$ に等しく設定します。次に、 $P_{avg} = I_1/\text{応答性} = 1.2(\text{応答性} \times R)$ とします。

要求される平均電力達成は、 R がフォトダイオード特性に依存していることを留意して下さい。そのため、妥当な設計効果を達成するには、設計者がこのパラメータ並びに温度依存性の統計的分布を理解しておくことが推奨されます。例えば、 $P_{avg} = 0.4\text{mW}$ のDFBレーザ(SLT2170-LN)は 0.15mA 以上を範囲とするフォトダイオード電流を発生し、 $< 8\text{k}$ 抵抗を必要とします。DS1847の内部の抵抗 I_1 は、APC機能のために使われるべきです。

P_{mod} は、レーザドライバ内で制御されません。又、そのため開ループで動作します。それは I_3 (図2aを参照)を設定する抵抗によって制御されます。次に I_3 はバイアス電流に追加されレーザに注入されるピークトピーク変調電流を設定します。結果として、レーザ光出力はDC成分とパルス成分で構成されます。パルス成分(P_{mod})は、 mW/mA 、利得 G_m (図2a)、及び $I_3(1.2/R_{mod})$ と等価)で表されるレーザ量子効率(η)に依存します。つまり、 $P_{mod} = 1.2 \times G_m \times \eta / R_{mod}$ となります。

また、 R_{mod} は与えられた P_{mod} について η に依存しますから、 η のバリエーションを理解することが重要です。 $P_{mod} = 0.6\text{mW}$ 、 $G_m = 165$ 、及び $\eta = 0.06$ の同様のレーザ(SLT2170-LN)を含むシステムに関して要求される抵抗は 20k 以下です。DS1847の抵抗 I_3 は変調機能のために使われるべきです。

DS1847には温度補償のためにルックアップ表が含まれています(マキシム/ダラスセミコンダクタのアプリケーションノート167、「*Considerations for DS1847/1848 Look-up Tables*」を参照して下さい)。このような補償

はAPC及び変調制御に不可欠です。この表は、APCモードで、SLT2170-LNデータシートによると、最高 $\pm 1.5\text{dB}$ (およそ40%)変化するフォトダイオード応答性の温度依存性をオフセットするのに役立ちます。変調に関しては、対応する表は主として最高 $\pm 3\text{dB}$ (2の係数)変化するレーザ効率 η の温度依存性をオフセットするのに役立ちます。

ルックアップ表の利点には、アプリケーションにおけるレーザドライバ利得、抵抗値、及びその他のパラメータに関する温度依存性の補償に役立つことも含まれています。DS1847抵抗値はダラスの工場で様々な温度で特性化されています。顧客が現場でキャリブレーションする時に使えるように、この結果は係数がレジスタに保存される等式に適合しています(アプリケーションノート167を参照して下さい)。

上記で述べたコンセプトの幾つかを図解するために、図4a、4b、及び4cでルックアップ表によって温度補償された後のレーザ及びフォトダイオードの標準特性を示しました。

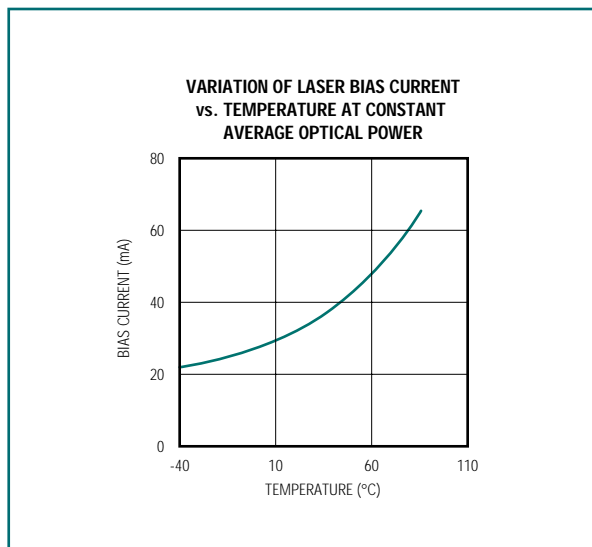


図4a. 図1aのような開ループ動作が使用される場合、レーザバイアス電流の変化はルックアップ表を使って実施されます。

VARIATION OF LASER MODULATION CURRENT vs. TEMPERATURE AT CONSTANT OPTICAL MODULATION

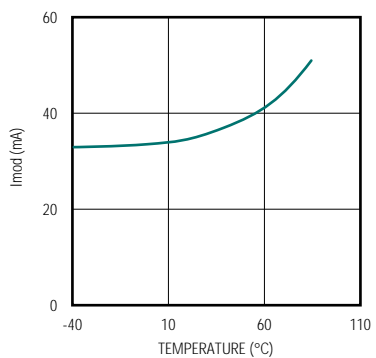


図4b. 図2aのような開ループ動作が使用される場合、ピークトゥピークレーザ変調電流の変化はルックアップ表を使って実施されます。

VARIATION OF INGAAS INTEGRATED PHOTODIODE CURRENT vs. TEMPERATURE AT CONSTANT AVERAGE OPTICAL POWER

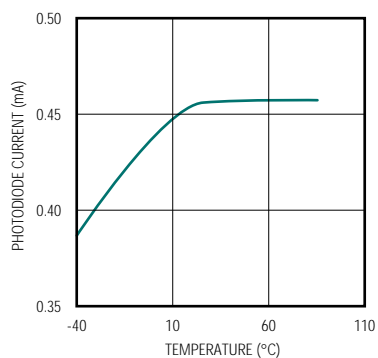


図4c. 図3aのような閉ループ操作(APC)が使用される場合、集積型フォトダイオード電流の変化はルックアップ表を使って実施されます。