

ライン電源で動作する機器の電力変換

National Semiconductor
 Application Note 1061
 Jon Cronk
 1998年5月



オフィスや家庭で使用されている機器はほとんどが AC ラインから電源を得ています。機器が使用されている国や地域によって異なりますが、AC ラインの電圧は $90V_{AC} \sim 264V_{AC}$ 、周波数は $47Hz \sim 63Hz$ です。しかし、機器内部の電気回路やモーターが直接 AC ラインから電源を得て動作することは通常ありません。機器の内部には電力変換が必要となります。この電力変換こそが電源回路です。

本アプリケーション・ノートでは、AC ラインから電源を得て動作する機器の一般的な電源要件と、そのパワー要件を解決する手段について説明します。Figure 1 に、AC ラインから電源を得て動作する機器の電源要件の一例を示します。

電源回路は、AC 入力ラインを、入力ライン変動と出力負荷変動に対して良好なレギュレーション特性を備える 3 種類の DC 電圧へと変換しなければなりません。多くの回路は低リップルの電源

電圧を必要とします。出力リップルは一般に出力電圧の 1% 以下として規定します。

ここで述べる電力変換方式では、AC ライン電圧との間で安全に絶縁を実現するライン・トランスを備えた回路を取り上げます。ライン・トランスは電源回路の中で、UL1950、CSA950、EN60950 (IEC950) 規格に適合していなければならない唯一の部品です。トランスで生成されるすべての電圧は、安全特別低電圧 (SEVL: Safe Extra Low Voltage) 回路の要件を満たしているものとみなされます。このようなトランスは標準品が特注品としてトランス・メーカーから購入可能です。

絶縁トランスの後段となる電源回路 (Figure 2) は、ナショナル セミコンダクター社製のパワー IC デバイスを使用すれば容易に設計できます。標準のデータシートには、各パーツの使用にあたっての設計手順とアプリケーション・ヒントが掲載されています。また、回路設計を全面的に支援する設計ソフトウェアが提供されます。

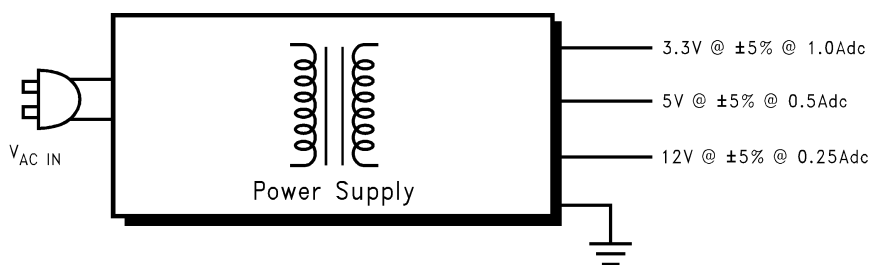


FIGURE 1. Typical Power Supply Requirement

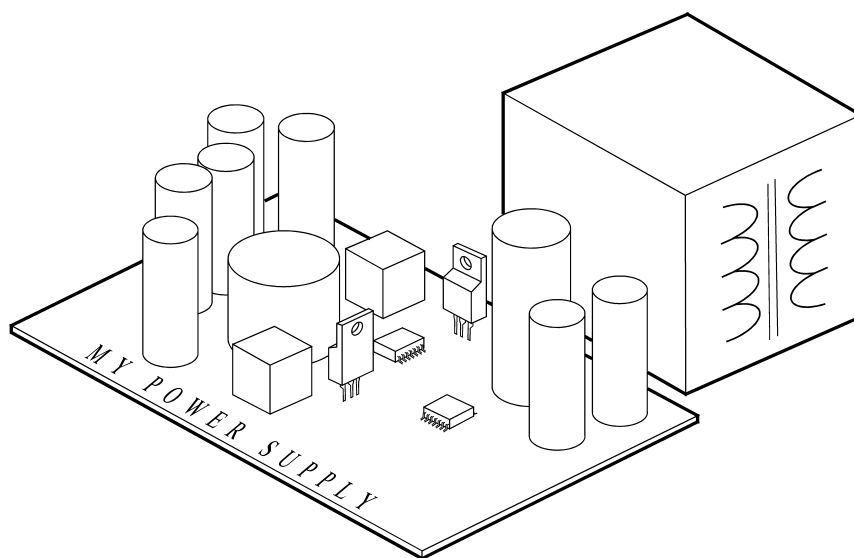


FIGURE 2. Power Supply Solution Using Isolation Transformer and Low-Voltage DC/DC Converters

AC ライン電圧から安全な低電圧への変換

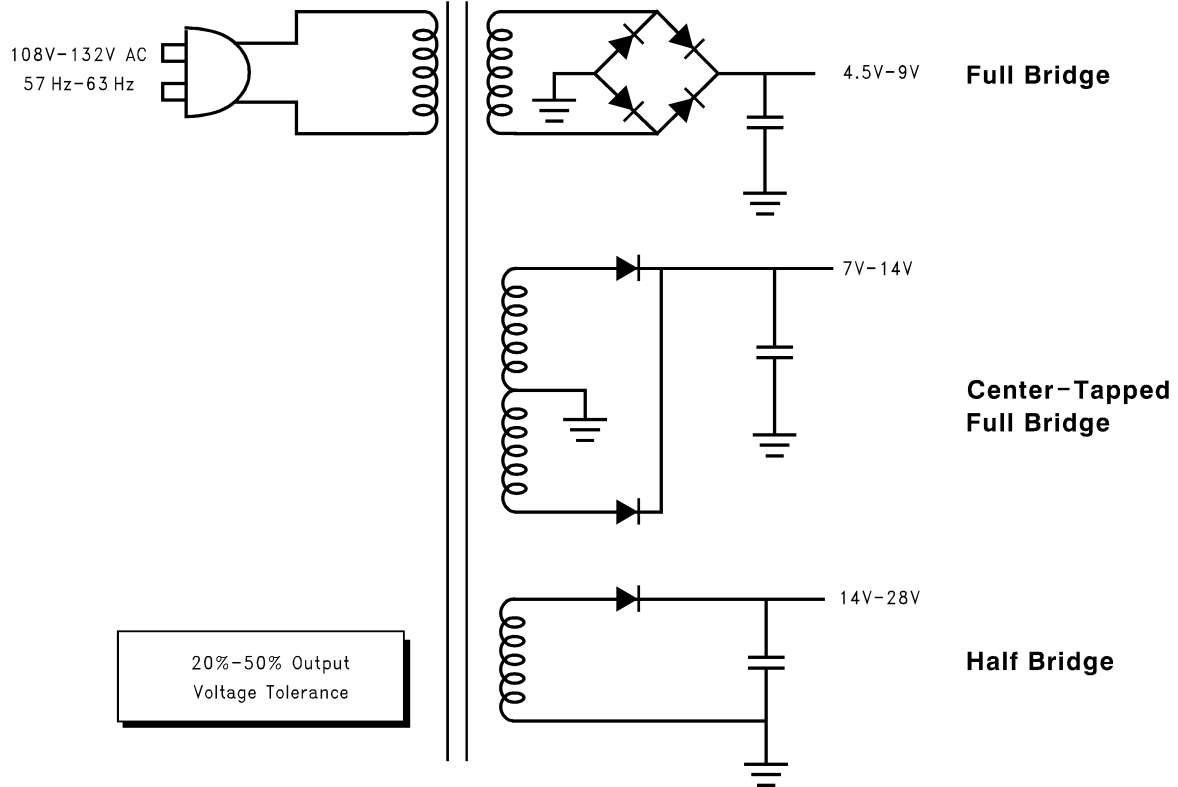


FIGURE 3. AC Line Rectification Methods

危険な AC ライン電圧を絶縁された安全な低電圧に変換するには、AC ライン周波数で動作するトランスを使用します。この種の電源を設計する前に、AC ライン周波数で動作するトランスの特性をあらかじめ理解しておく必要があります。

Figure 3 に、基本 DC 電圧源を構成する 3 種類の整流方法を示します。一番上は全波整流で、トランスの効率は最も高くなりますが、4 個のダイオードで構成される整流ブリッジが必要です。2 番目はセンタータップ型の全波整流で、二次巻き線の巻き数を多くしなければなりません。全波整流に対して 2 個のダイオードを省略できます。どちらの全波整流回路も出力リップル振幅は同じです。一番下は半波整流で、小電力に適したコストの低い方式です。半波整流は巻き線に DC バイアスが印加されるため、結果として出力電流が小さい条件でのみ使用可能です。出力リップルは大きくなります。

ライン・トランスの出力レギュレーションは低性能です。仮に理想的なトランスがあったとしても、出力のレギュレーションは入力の変動より良くはありません。入力電圧に対する代表的な設計要件は公称 $\pm 10\%$ (一部は $\pm 12.5\%$) です。この場合の入力電圧は $120V_{AC}$ です。

10%のライン変動が存在する場合、出力電圧の変動範囲は $\pm 10\%$ より良くなることはありません。さらに、トランス巻き線の抵抗分で生じる電圧低下によって、負荷変動に伴って出力電圧が変動します。負荷変動と出力電圧変動の関係は複雑な関数で表わされます。O.H.Shade が 1943 年 7 月に Proceedings of the Institute of Radio Engineers 上に発表した論文 "Analysis of Rectifier Operation" が、最も信頼のおける解析として知られています。Shade は整流器に真空管を使用しましたが、現在のダイオードを使った整流回路でも解析自体は依然として有効です。一般的に負荷レギュレーションは 10% から 40% の範囲で変動します。上の例の負荷レギュレーションは 25% になります。

トランスの大きさは、出力電力、負荷レギュレーション、効率、許容可能な温度上昇、コスト (コア材が支配的) など、さまざまな要因によって決まります。

トランスは出力電圧のレギュレーションが弱いので、出力をそのまま電源として使用できません。後段にレギュレーションを必要とします。

DC/DC 変換手段の選択

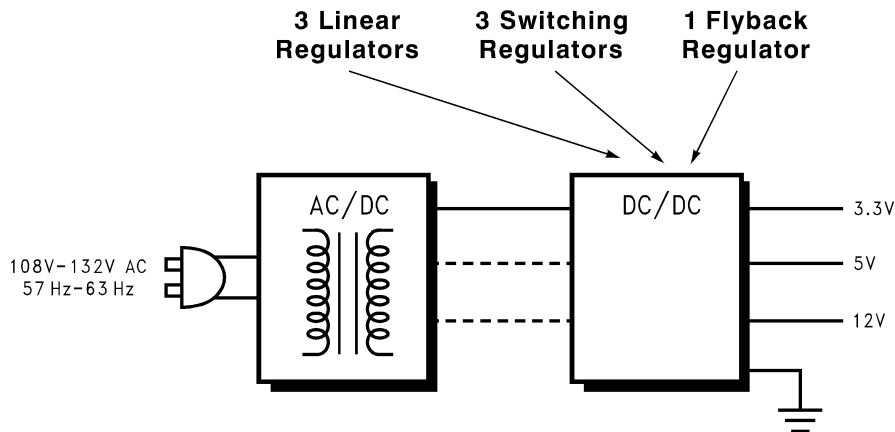


FIGURE 4. DC/DC Converter Options

Figure 1 に要件として示した適切にレギュレーションされた 3 系統の DC 出力を得る、3 種類の回路方式を Figure 4 に示します。

1 つ目の方法は 3 系統の出力を持つトランスに 3 個のリニア・レギュレータを接続した組み合わせです。この方法の欠点は効率が最も低いことです。ただし設計は最も簡単で部品点数も最少です。この方式は、リニア・レギュレータでの電力損失を許容可能な範囲に収めるために、各電源系統それぞれに巻き線出力を必要とします。

2 つ目の方法は単一出力のトランスに 3 個のスイッチング・レギュレータ (降圧 DC/DC) を接続した組み合わせです。この方法は効率が優れています。ただし、回路はわずかに複雑となり、また部品点数も多くなります。この方式でトランスに必要なとされる出力は、レギュレーションが低い単一出力のみです。

3 つ目の方法は単一のフライバック・スイッチング・レギュレータを使用することです。この方法も効率が優れていますが、回路はさらに複雑になります。なお、Figure 4 の例はフライバック・レギュレータを使うほどではありません。このタイプのスイッチング・レギュレータに適したアプリケーションは後述します。

Figure 5 は、リニア・レギュレータを使って必要なレギュレーション出力電圧をどのように得るかを示したソリューションです。トランス出力後の整流器に接続されているバリク・コンデンサの容量は、使用するトランスによって小さく抑えられます。リニア・レギュレータは、入力電圧がリニア・レギュレータのドロップアウト電圧を下回らない限り、トランス出力に現れる 120Hz (ライン周波数 60Hz 時) のリップル電圧を適切に吸収します。レギュレータの出力コンデンサは、各デバイスのデータシート記載のアプリケーション・ヒントの情報をもとに選定します。

各リニア・レギュレータにはオーバーヒートを防止するためにヒートシンクが必要です。リニア・レギュレータの電力損失の合計値は、

トランスの入力電圧を $132V_{AC}$ として、出力は全負荷の条件で計算します。これはワーストケースに対応します。リニア・レギュレータの電力損失は次のように表わされます。

$$P_{LOSS} = V_{IN} \times I_{GND} + (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_L$$

V_{IN} はトランスから出力される平均 DC 電圧、 I_{GND} は全負荷時にグラウンド端子を流れる電流 (データシートを参照)、 I_L は出力電流です。

LM3940 は、 $1A_{DC}$ の 3.3V 出力を得るために選択した低ドロップアウト・レギュレータです。 V_{IN} が約 $5.5V_{DC}$ のとき、計算される電力損失は $2.8W$ ($I_{GND} = 110mA$) となります。

LP2960 は、 $0.5A_{DC}$ の 5.0V 出力を得るために選択した低ドロップアウト・レギュレータです。 V_{IN} が約 $7.3V_{DC}$ のとき、計算される電力損失は $1.3W$ ($I_{GND} = \text{最大 } 21mA$) となります。

LM2952 は、 $0.25A_{DC}$ の 12V 出力を得るために選択した低ドロップアウト・レギュレータです。 V_{IN} が約 $15.9V_{DC}$ のとき、計算される電力損失は $1.3W$ ($I_{GND} = \text{最大 } 21mA$) となります。

以上から、出力電力の合計は $8.8W$ 、電力損失の合計は $5.4W$ となることがわかります。したがって、ライン・トランスは $14.2W$ を供給できなければなりません。より低コストの非 LDO を使用すると、さらに $3.8W$ の電力損失が追加されます (電源電流の低下を補うために高い入力電圧を必要とするため)。27% 大きなトランスが必要です。

単純な単一出力のトランスに LDO レギュレータを組み合わせた場合は、さらに $14.9W$ の損失が発生します。そのうち $12W$ は、 $14V$ 巻き線出力から $3.3V$ に電圧を降下させる $3.3V$ レギュレータで発生します。つまり、巻き線は 3 系統必要になります。

DC/DC 変換手段の選択 (つづき)

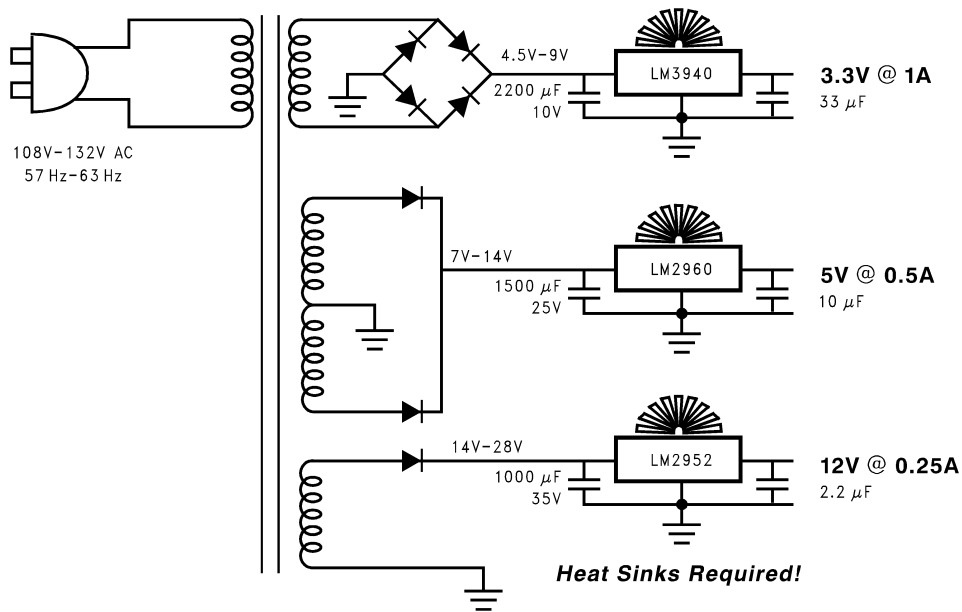


FIGURE 5. Power Supply Solution Using Linear Regulators

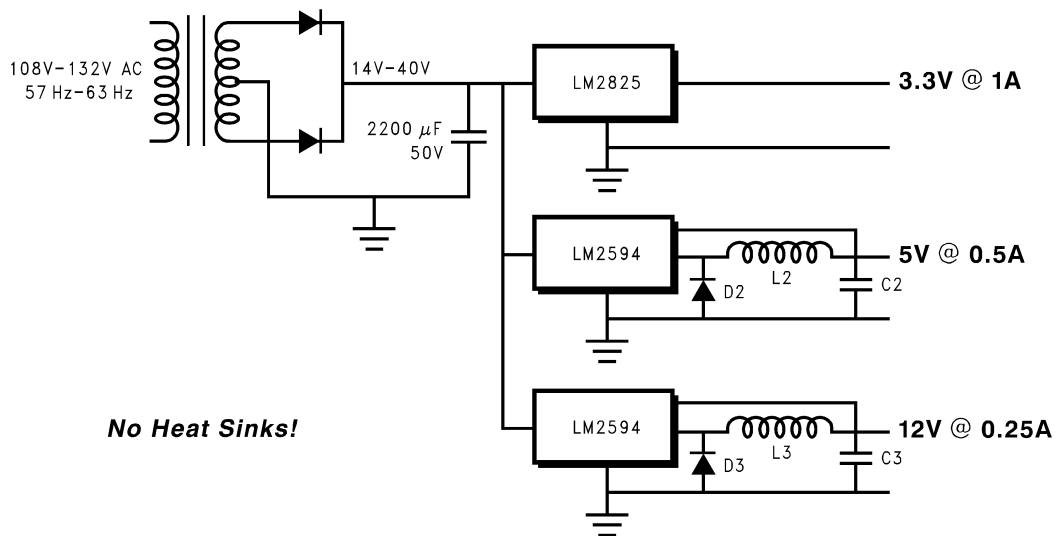


FIGURE 6. Power Supply Solution Using Step-Down Switching Regulators

Figure 6 は 3 組のスイッチング・レギュレータを使用したソリューションです。ライン・トランスが供給する平均電圧は 14V ~ 40V の範囲に設定します。電圧範囲がこんなに広い理由は、ライン・トランスの負荷レギュレーション要件が厳しくない (25% ~ 40%) ため、より小型のトランスも使用可能です。リニア・レギュレータと同様に 120Hz のリップル除去性能に優れているため、入力コンデンサの容量も小さくできます。

プリント基板 (PCB) を使ってそれぞれのスイッチング・レギュレータを適切に放熱させれば、ヒートシンクは必要ありません。

各部品は SIMPLE SWITCHER の DC/DC コンバータ用に提供されているソフトウェア設計ツール "Switchers Made Simple[®]" (バージョン 4.2.1) を使用して選択します。最新のバージョンはナショナルのウェブサイト <http://www.national.com/jpn> を参照してください。

このスイッチング・レギュレータ回路の全体効率はおよそ 80% です。そのため、ライン・トランスは 11W を供給できれば十分です。要求される電力仕様が小さくなったので、ライン・トランスの大きさは、ライン・レギュレータ回路に必要なトランスに比べて 22% も小型になります。また、必要な出力巻き線は 1 系統のみでよいので、トランスの製造が簡単になります。

モデム用 3 出力電源の設計

Figure 7 の電源回路は、構成が容易で、電力損失が小さい DC/DC コンバータを必要とするモデム・アプリケーションの例です。モデムは外付けタイプとし、コンセント内蔵トランスから得られる単一出力から各出力電圧を生成しなければならないと仮定します。この要件を満たすために、多出力のフライバック・レギュレータを使

用してライン・トランスの出力電圧をレギュレーションしました。スイッチング・レギュレータはリア・レギュレータに比べて電力損失が大幅に小さく、さらにフライバック・トポロジーによって、ある正出力を帰還電圧として用いながら負出力が得られます。

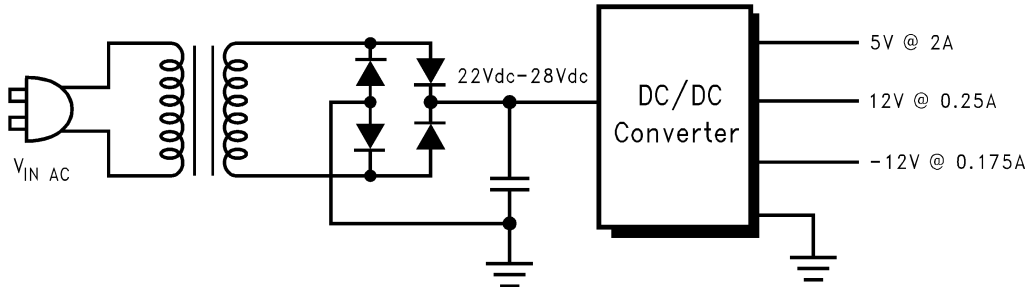


FIGURE 7. 3-Output Flyback Converter Provides Power for Modem

SIMPLE SWITCHER[®] とソフトウェアツール "Switchers Made Simple[®]" を使えば、このような DC/DC コンバータ回路を簡単に設計できます。ソフトウェアに要求仕様を入力して得られた回路を Figure 8 に示します。この DC/DC コンバータの効率は約 75% です。

この回路の場合、直接レギュレート(電圧帰還)されている電源系統は + 5V のみである点に注意しなければなりません。+ 12V と - 12V 出力は、5V 巻き線出力に比べて、ライン変動または負

荷変動に対して大きく変動します。たとえば、ライン変動と負荷変動に対する 5V 巻き線出力の変動が 1% だけとした場合、12V 出力はおよそ 5% 変化すると考えられます。この現象は「クロス・レギュレーション」と呼ばれ、フライバック・トランスの仕様と、各出力から見たライン入力範囲と負荷範囲の関数です。詳細は、ナショナル セミコンダクター社の J.Marrero が 1995 PCIM Proceedings に寄稿した、論文 "Improving Cross Regulation of Multiple Output Flyback Converters" を参照してください。

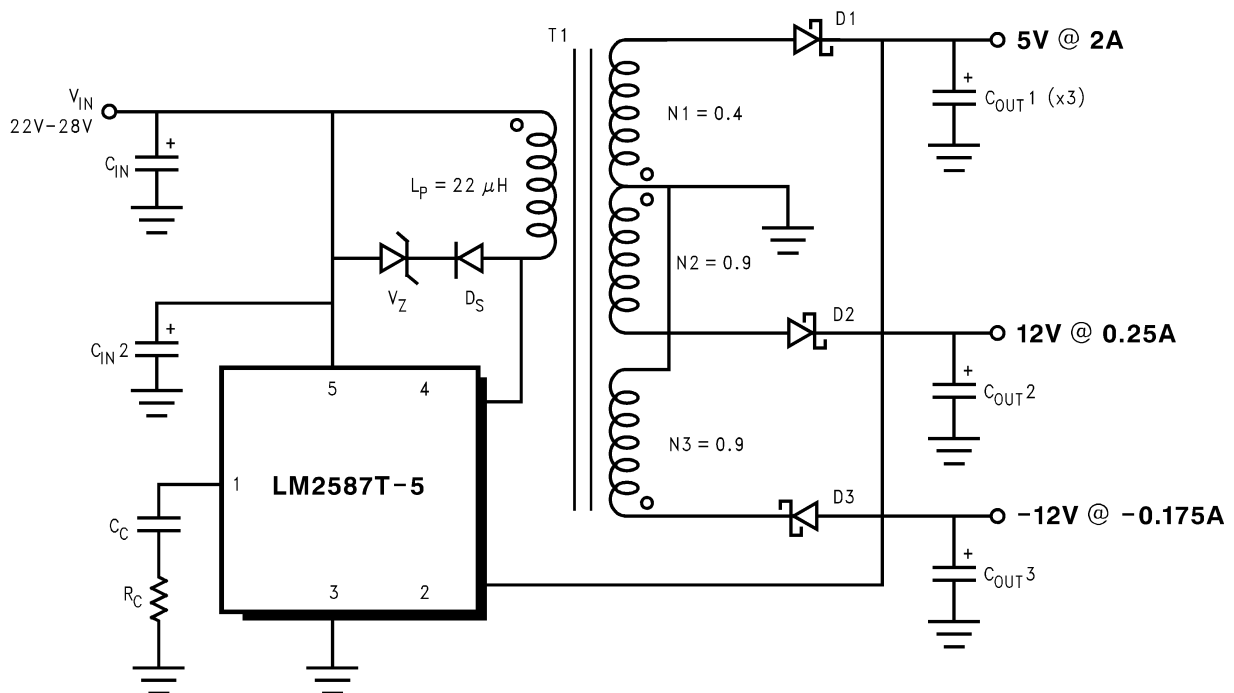


FIGURE 8. Schematic for Power Supply of Figure 7

モデム用 3 出力電源の設計 (つづき)

U_1	5.00A	National	LM2587T-5
T_1	(Software provides detailed specification ...)		
C_{IN}	270.00 μ F*	Nichicon	UPL1J271MRH
C_{IN2}	100.00 nF	AVX	SR595C104KAA
C_{OUT1}	2.70 mF (x3)	Nichicon	UPL1V272MRH
C_{OUT2}	330.00 μ F	Nichicon	UPL1V331MPH
C_{OUT3}	270.00 μ F	Nichicon	UPL1V271MPH
R_C	3.00 kW	Dale	CCF-07302J
C_C	330.00 nF	AVX	TAPA334K035R
D1	Schottky	Motorola	MBR745
D2	Schottky	Motorola	MBR1100
D3	Schottky	Motorola	MBR1100
VZ	20.00V	Motorola	SA20A
D_S	Ultrafast	Motorola	MUR120

* ライン・トランス用のバリク・コンデンサとして使用する場合は、より大容量が必要となる場合があります。

FIGURE 9. Component Summary for the Circuit of Figure 8, as Generated by Switchers Made Simple 4.2

低電圧ロックアウト

電源が規定したライン入力電圧範囲で適切に動作するように設計されていても、ライン電圧が常にその範囲に収まっている保証はありません。過電圧や電圧スパイクに対しては、ツェナー・ダイオードを使って入力電圧をクランプすれば電源と内部回路を保護できます。電圧低下時は、Simple Switcher の低電圧ロックアウト機能をシャットダウン機能と組み合わせて使用します。

低電圧ロックアウト回路は 60Hz トランスの負荷変動応答に対応した特殊な特性を備えていなければなりません。固定した電圧で電源をオン / オフ制御しようとする、次の一連の事象が起こる可能性があります。

1. 入力電圧が最低動作ポイントを下回った (たとえば $105V_{AC}$)
2. 低電圧回路がトリップし、電源と機器をターンオフする
3. 60Hz のトランスが無負荷状態となるため、出力電圧が上がリオン / オフのトリップ・ポイントを越える
4. 電源回路は動作を再開し、60Hz ライン・トランスの出力から電流を引き始める
5. 上記のステップ 2 からステップ 4 までが繰返され、電源と機器はオンとオフの間で発振状態となる

問題は 60Hz トランスの無負荷時と負荷時の出力電圧の差にあります。低電圧ロックアウト回路は入力電圧が動作範囲 (およそ $108V_{AC}$) に入った時点で電源の動作をオンにしなければなりません。

ただし電源をターンオンしたあとは、出力電圧が引き込まれて低下することを考えて、入力が動作下限 (およそ $100V_{AC}$) を下回るまで電源をターンオフしてはなりません。

電源のオン / オフ発振を防ぐにはヒステリシス付きの低電圧ロックアウト回路を使用します (Figure 10)。

$V_{(turn\ on)}$ はトランスが無負荷のときの電圧です。この電圧は次の値に近くなります。

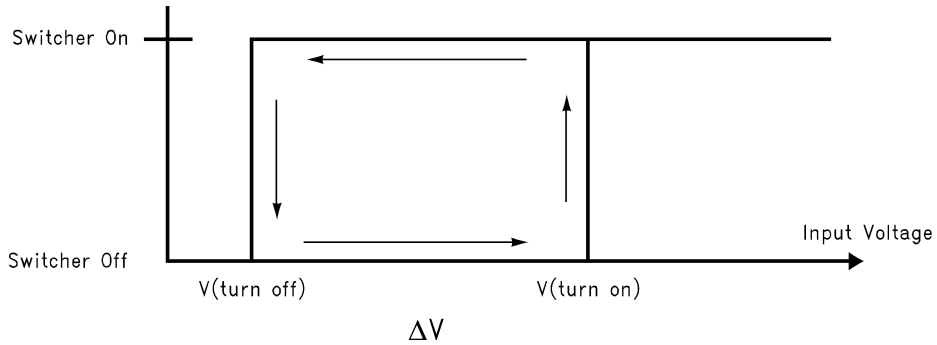
$$108 \cdot \frac{N_s}{N_p} \cdot \sqrt{2}$$

$V_{(turn\ off)}$ はライン入力電圧 $100V_{AC}$ で、トランスが全負荷となっているときの電圧です。この値はそれぞれの回路の負荷条件によって微妙に変わり、設計過程で試作回路を用いて測定する必要があります。

V は 2 つの電圧の差で、低電圧ロックアウト回路のヒステリシスとして設定します。

ヒステリシス付きの低電圧ロックアウト回路と部品パラメータを Figure 11 に示します。パラメータの計算を簡略化するために、 R_h R_1 および R_h R_2 など、若干の仮定を行っています。また、 R_1 と R_2 を流れる電流はコンパレータ入力電流の少なくとも 10 倍以上に設定しなければなりません。なお、LM6511 の入力電流は代表値で 50nA 未満です (データシートではすべての条件を加味して 200nA と記載していますが、200nA になるのは - 40 の場合です)。

低電圧ロックアウト (つぎ)



- $V_{(\text{turn on})}$ = ライン電圧が $108V_{AC}$ でトランスが無負荷のときの出力電圧
- $V_{(\text{turn off})}$ = ライン電圧が $100V_{AC}$ でトランスが全負荷のときの出力電圧
- $V = V_{(\text{turn on})} - V_{(\text{turn off})}$ でヒステリシスに相当

FIGURE 10. Hysteresis Controls Turn-on and Turn-off Thresholds of Undervoltage Circuit

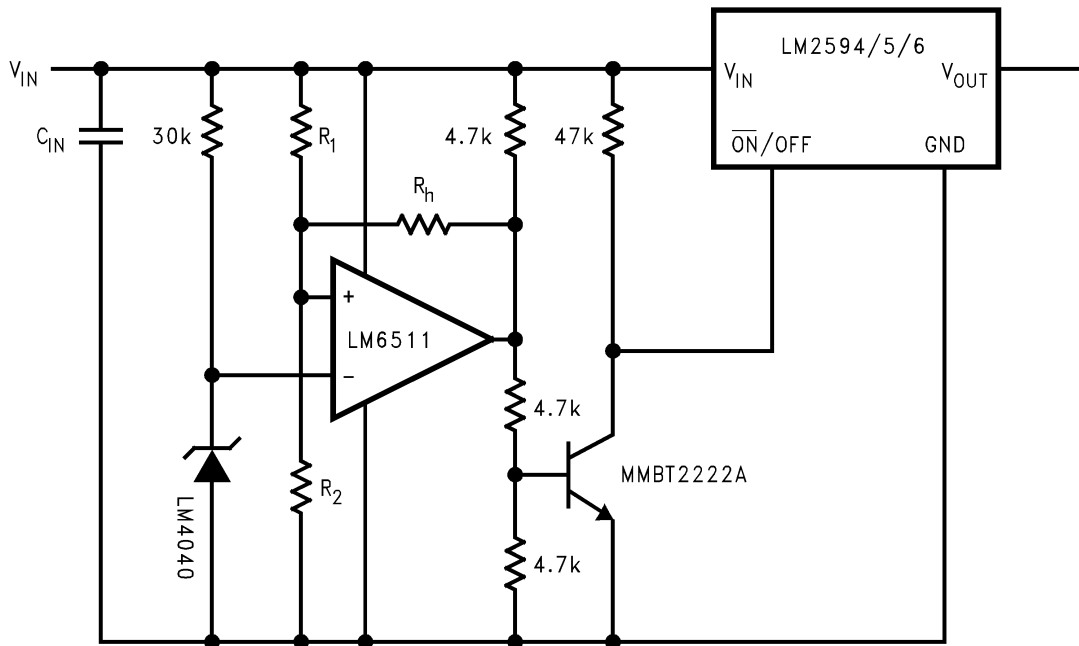


FIGURE 11. Undervoltage Lockout Circuit with Hysteresis

低電圧ロックアウト (つぎ)

ヒステリシス回路を電源回路に統合したのち、 R_{th} 、 R_1 、 R_2 の値を最適化します。

なお、この回路ではオン / オフ端子をグラウンド・レベルにしたときにターンオンされるレギュレータを想定しています。一部のレギュレータは該当端子をグラウンドにすると、ターンオフとなるので注意してください。信号の反転させるには、単純にコンパレータ入力を入れ替えるだけです。

電源ソリューションの比較

リニア・レギュレータ	スイッチング・レギュレータ
電源は EMI の原因とはならない	ライン・トランスの小型化 ・低消費電力 ・単一巻線 ・貧弱なレギュレーションにも対応
コンバータ回路の部品点数が少ない	ダイオード・ブリッジ 1 組とバルク・コンデンサが必要
一般的にコストは安い	ヒートシンク不要 *

* 周囲温度が高い場合、または出力電力レベルが大きい場合は、小型のヒートシンクが必要です。

FIGURE 12. Linear Regulator Solutions vs Switching Regulator Solutions

Figure 12 に示すように、それぞれのレギュレータには長所と短所があります。

リニア・レギュレータは手軽で簡単なソリューションです。総体的に、リニア・レギュレータは最も低コスト・ソリューションであると言えます。欠点は、複数出力巻線が必要なためトランスが複雑化する、効率が低い、レギュレータの電力損失を放熱するためにヒートシンクを必要とする、などです。

低ドロップアウト・レギュレータは、希望の出力レベルに近い多出力のライン・トランスの各出力に接続します。電源の部品点数は最も少なくなります。

このような LDO の一例は次のとおりです。

- ・ LP2980/2、負荷 50mA 以下のアプリケーション向け
- ・ LP2950/51/81、負荷 100mA 以下のアプリケーション向け
- ・ LP2952/53/54/57、負荷 250mA 以下のアプリケーション向け
- ・ LP2960、負荷 500mA 以下のアプリケーション向け
- ・ LM3940、負荷 1A 以下のアプリケーション向け

スイッチング・レギュレータは、わずかに複雑度が高いものの、より効率的なソリューションを実現します。スイッチング・レギュレータには、リニア・レギュレータに利用するライン・トランスより大幅にコストが低いライン・トランスを使用できます。また、周囲温度がきわめて高くない限り(定格電流で 50 超)ヒートシンクを省略できるといった高効率ならではの利点もあります。場合によっては、ヒートシンクのコストを加えたリニア・レギュレータ回路より、スイッチング・レギュレータのほうが低コストで構成できるでしょう。

複数の降圧コンバータを使用する場合でも単一出力タイプのライン・トランスが使えます。各出力を独立に制御した高効率の電源を実現できます。複数出力のフライバック・スイッチング・レギュ

レータを単体で使用してもよいでしょう。相対的に単純で高効率の電源を実現します。

一方、スイッチング・レギュレータから AC ラインへと戻る EMI が問題となる可能性があります。リニア・レギュレータでは EMI 問題は起こりません。また、スイッチング・レギュレータでは、バルク・コンデンサがスイッチング周波数のリップルを十分に吸収できない場合、ライン・トランスの出力段にフィルタを必要とする場合があります。

高調波成分と電源効率改善 (PFC) が欧州での新しい要件となっていますが、ここで対象としている 50W 以下の電源では除外されています。入力パワーが 75W 以上電源は高調波歪みを低減するために入力段が必要です。出力に整流器とバルク・コンデンサが接続されている AC ライン周波数動作のトランスの場合、入力電流には必ず歪みが生じます。ただし上記の理由から、このアプリケーション・ノートで示した回路例は、いずれもこれら要件に対応することを目的とはしていません。

SIMPLE SWITCHER[®] コンバータ

市場には数多くの DC/DC 電圧コンバータが流通していますが、SIMPLE SWITCHER[®] DC/DC コンバータのように使い勝手と適応性を両立したコンバータはありません。Figure 13 にコンバータの選定ガイドを示します。

SIMPLE SWITCHER[®] 製品は、単なる集積回路単体の許容度ではなく、最大出力電圧許容度などシステム仕様を保証しています。

また SIMPLE SWITCHER[®] はさまざまな標準出力電圧品が提供されているなど構成が簡単です。必要な外付け部品数は少なく、製品ドキュメントに指定されています。磁気部品などシステム設計者が慣れていない部品も、標準部品として他のメーカーから入手可能です。

設計ソフトウェア "Switchers Made Simple[®]" も提供されており、SIMPLE SWITCHER[®] コンバータを特定アプリケーション向けにカスタマイズできます。

"Switchers Made Simple[®]" の詳細はナショナルのウェブサイト <http://www.national.com/sw/SimpleSwitcher/0,1043,0,00.html> (1998 年 2 月 20 日現在) を参照してください。

WEBENCH[®]

ナショナル セミコンダクターは電源技術者向けのオンライン設計支援ツールとして、2 種類の WEBENCH[®] ツール (webench.national.com/jpn) を無償で提供しています。パワー IC 用 WEBENCH は部品選択、電氣的シミュレーション、仮想フィジカル・レイアウト、放熱シミュレーションなどの機能により、迅速な設計作業を実現します。WEBENCH を使って電源回路設計を行うと、設計の仕様決定、解析、最適水準のカスタマイズから半導体、ボード、カスタマイズした評価用ボード完成品の発注までのプロセスがわずか 1-2 時間で完了します。パワー製品向けの WEBENCH ソフトウェアは以下の 2 つです。

- ・ WebSIM[™]/WEBENCH[®] Electrical Simulator
電源回路の設計・電氣的特性シミュレーション・ソフトウェア
- ・ WebTHERM[™]
電源回路の放熱シミュレーション・ソフトウェア

SIMPLE SWITCHER[®] コンバータ (つづき)

降圧コンバータ	スイッチング周波数	出力電流	入力電圧範囲	特徴
LM2825	150 kHz	1.0A	4.75 V _{DC} - 40 V _{DC}	全回路を集積した 24 ピン DIP 封止の DC/DC コンバータで外付け部品不要、TTL レベルの ON/OFF とソフトスタート機能付き
LM2671	260 kHz	0.5A	7 V _{DC} - 40 V _{DC}	高効率、SO-8、外部 400kHz に同期、ソフトスタート、TTL レベルの ON/OFF
LM2672	260 kHz	1.0A	7 V _{DC} - 40 V _{DC}	高効率、SO-8、外部 400kHz に同期、ソフトスタート、TTL レベルの ON/OFF
LM2674	260 kHz	0.5A	7 V _{DC} - 40 V _{DC}	高効率、SO-8、TTL レベルの ON/OFF
LM2675	260 kHz	1.0A	7 V _{DC} - 40 V _{DC}	高効率、SO-8、TTL レベルの ON/OFF
LM267X	260 kHz	3.0A, 5.0A	7 V _{DC} - 40 V _{DC}	開発予定品、供給状況はお問い合わせください
LM2594	150 kHz	0.5A	5 V _{DC} - 40 V _{DC}	SO-8、TTL レベルの ON/OFF
LM2595	150 kHz	1.0A	5 V _{DC} - 40 V _{DC}	TTL レベルの ON/OFF
LM2596	150 kHz	3.0A	5 V _{DC} - 40 V _{DC}	TTL レベルの ON/OFF
LM2597	150 kHz	0.5A	5 V _{DC} - 40 V _{DC}	SO-8、ソフトスタート、マイクロプロセッサ・リセット / エラー・フラグ、TTL レベルの ON/OFF
LM2598	150 kHz	1.0A	5 V _{DC} - 40 V _{DC}	ソフトスタート、マイクロプロセッサ・リセット / エラー・フラグ、TTL レベルの ON/OFF
LM2599	150 kHz	3.0A	5 V _{DC} - 40 V _{DC}	ソフトスタート、マイクロプロセッサ・リセット / エラー・フラグ、TTL レベルの ON/OFF
LM2574 LM2574HV	52 kHz	0.5A	7 V _{DC} - 40 V _{DC} 7 V _{DC} - 60 V _{DC}	TTL レベルの ON/OFF
LM2575 LM2575HV	52 kHz	1.0A	7 V _{DC} - 40 V _{DC} 7 V _{DC} - 60 V _{DC}	TTL レベルの ON/OFF
LM2576 LM2576HV	52 kHz	3.0A	7 V _{DC} - 40 V _{DC} 7 V _{DC} - 60 V _{DC}	TTL レベルの ON/OFF
フライバックまたは昇圧コンバータ		スイッチ電流		
LM2585	100 kHz	3.0A	4 V _{DC} - 40 V _{DC}	
LM2586	100 kHz	3.0A	4 V _{DC} - 40 V _{DC}	外部同期、ON/OFF、200kHz までの内部発振回路
LM2587	100 kHz	5.0A	4 V _{DC} - 40 V _{DC}	
LM2588	100 kHz	5.0A	4 V _{DC} - 40 V _{DC}	外部同期、ON/OFF、200kHz までの内部発振回路
LM2577	52 kHz	3.0A	4 V _{DC} - 40 V _{DC}	

FIGURE 13. SIMPLE SWITCHER[®] Power Converters

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。

 0120-666-116