

TIのパワ一定規セット(Power Rulers)の使用方法

Juergen Schneider

High Performance Analog

概要

電源設計に精通した設計者がいるなかで、なじみのない電源関連のトピックを目にすることも多くあります。

このアプリケーション・ノートでは、パワ一定規を使用した重要な経験則や、さまざまな近似値を簡単に算出する方法を説明します。ただし、厳密な結果が要求される場合に

は、より正確な数値および数式を使用してください。

この資料では、4種類のパワ一定規の使用方法を説明しながら、定規で取り上げているトピックに関する背景も説明します。



この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

SLVA278 翻訳版

最新の英語版資料
<http://www-s.ti.com/sc/techlit/slva278.pdf>

目次

1	一般情報.....	3
1.1	各専用定規の取り外し.....	3
1.2	目盛り.....	3
1.3	三角法による式の変換.....	3
2	基本定規.....	4
2.1	SI接頭辞.....	4
2.2	単位の変換：長さ、体積、速度、力、エネルギー、重さ、面積.....	4
2.3	エアフロー速度の単位変換.....	4
2.4	物理定数および数学定数.....	4
2.5	温度変換 (°C ↔ °F).....	5
2.6	電圧、電流、電力のデシベル表記.....	5
2.7	ワイヤ抵抗の計算.....	5
2.8	AWGからメートル法へのワイヤ・サイズ変換.....	6
2.9	PCBトレースの厚さ変換 (oz ↔ mils ↔ μm) および抵抗計算.....	6
3	電圧レギュレータ/スイッチング・コンバータ用定規.....	7
3.1	出力電圧デバイダの計算.....	7
3.2	ホールドアップ容量の計算.....	7
3.3	非絶縁型スイッチング・レギュレータで最も一般的に使用されるトポロジ.....	8
3.4	前述の4つの基本トポロジに対する電圧伝達関数.....	9
3.5	PWMベースの回路に対する基本的な時間と周波数の関係.....	9
3.6	4つの基本的なトポロジに対する電流および電圧ストレス.....	9
4	コンデンサ/インダクタ用定規.....	10
4.1	コンデンサ/インダクタの推奨値表.....	10
4.2	コンデンサ/インダクタの充電グラフ.....	10
4.3	コンデンサ/インダクタ充電の精度と分解能.....	10
4.4	コンデンサ/インダクタ：記号、単位、基本法則、および公式.....	11
4.5	PCBトレース・インダクタンスのグラフ.....	11
5	抵抗用定規.....	12
5.1	抵抗の推奨値表.....	12
5.2	抵抗：記号、単位、基本法則、および公式.....	13
5.3	チップ抵抗：基本データ.....	13
5.4	MELF抵抗：基本データ.....	13
6	参考資料.....	13

図目次

1	すべての定規に付けられているmm目盛りとインチ目盛り.....	3
2	三角法により各項目を求める式を簡単に導出.....	3
3	基本定規の表側：単位の接頭辞、変換、および定数.....	4
4	基本定規の裏側：変換、ワイヤ・サイズ、PCBトレース抵抗.....	5
5	ワイヤの抵抗の計算.....	5
6	連続する正方形を数えることによるPCBトレース抵抗の見積もり.....	6
7	電圧レギュレータ/スイッチング・コンバータ用定規の表側：出力電圧デバイダとホールドアップ容量.....	7
8	電圧レギュレータ/スイッチング・コンバータ用定規の裏側： スイッチング・レギュレータのトポロジと基本特性.....	8
9	オン時間 t_{ON} とスイッチング周期 T の比としてのデューティ・サイクル D	9
10	コンデンサ/インダクタ用定規の表側：コンデンサ/インダクタの推奨値およびRC/LCの充電.....	10
11	コンデンサ/インダクタ用定規の裏側： コンデンサ/インダクタの基本情報およびPCBトレースの寄生インダクタンス.....	11
12	トレースの幅と高さ、およびグラウンドからの距離によるPCBトレース・インダクタンス.....	12
13	抵抗用定規の表側：推奨抵抗値 (1%~10%).....	12
14	抵抗用定規の裏側：抵抗の基本情報、寸法、および電氣的制限.....	13

1 一般情報

1.1 各専用定規の取り外し

4つの定規はプラスチックのリングでつながっていますが、リングを開いて各定規を取り外すことができます。

1.2 目盛り

各定規には15cmのメートル法目盛りと、6インチの目盛りが付いていて、メートル法またはインチ法で長さを簡単に測定できます。

1.3 三角法による式の変換

数式が三角形で示されている場合、求めたい値は単にその部分を隠すことで導出できます。図2に示すように、残りの項目が適切な式を形成します。

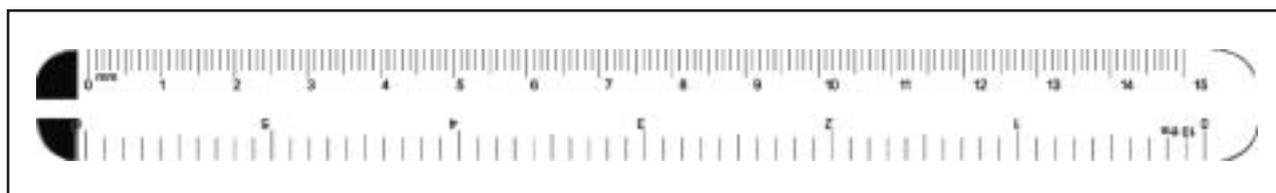


図1. すべての定規に付けられているmm目盛りとインチ目盛り

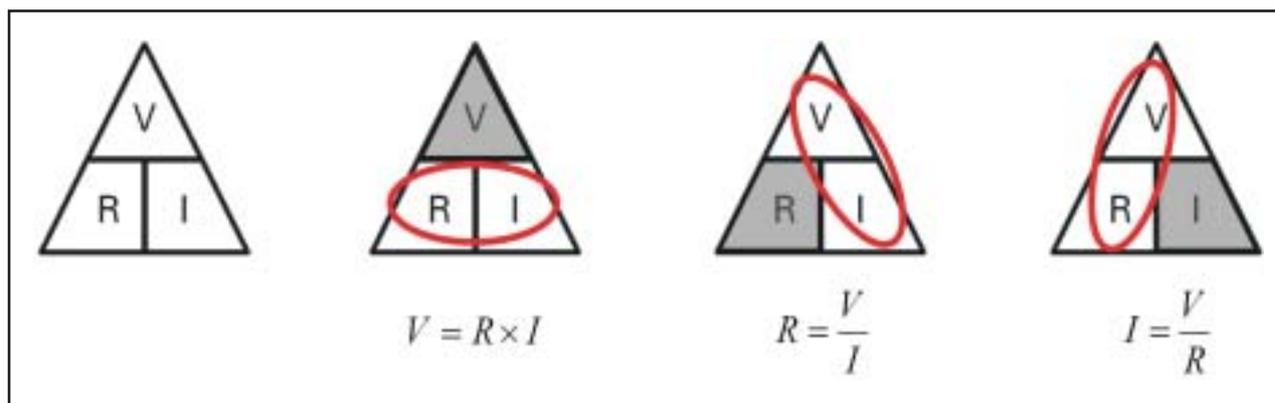


図2. 三角法により各項目を求める式を簡単に導出

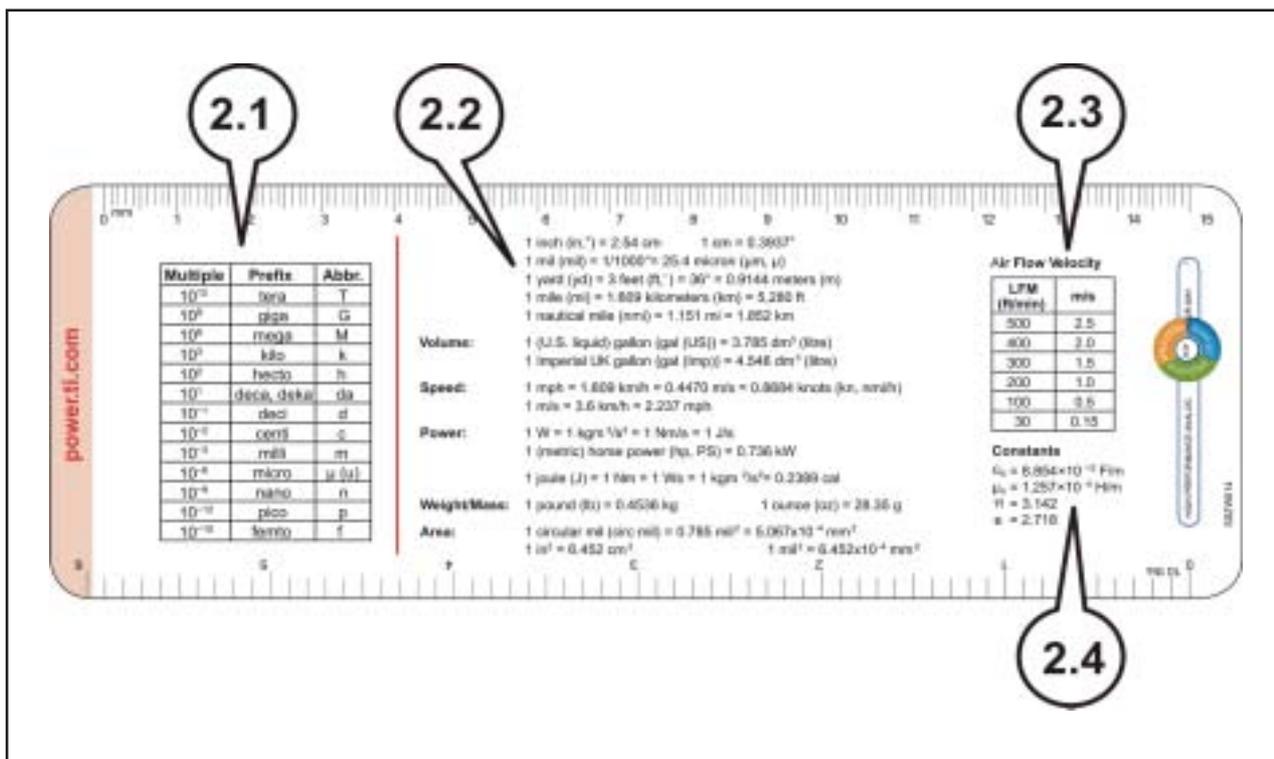


図3. 基本定規の表側：単位の接頭辞、変換、および定数

2 基本定規

2.1 SI接頭辞

この表には、フェムトからテラまでのすべてのSI接頭辞の一覧が示されています。

2.2 単位の変換：長さ、体積、速度、力、エネルギー、重さ、面積

ここでは、長さ、体積、速度、力、エネルギー、重さ/質量、面積に関する変換式が記載されています。これらの変換に加えて、次の変換式も役に立ちます。

- 長さ：
 - 1フィート (ft, ') = 1/3ヤード = 12インチ = 0.3048 m
 - 1ミクロン (μm, μ) = 1マイクロメートル (μm, μ)
 - "μm"の代わりに"um"が使用される場合もあります。

- 面積：
 - 1平方フィート (sq ft, ft²) = 144 in² = 929.03 cm²

2.3 エアフロー速度の単位変換

DC/DCコンバータのSOA (安全動作領域) グラフを扱っていると、エアフロー速度の単位をよく目にします。LFMは、リニア・フィート/分 (Linear Feet per Minute) を表します。

2.4 物理定数および数学定数

- 真空の誘電率と透磁率
- πおよびオイラー定数

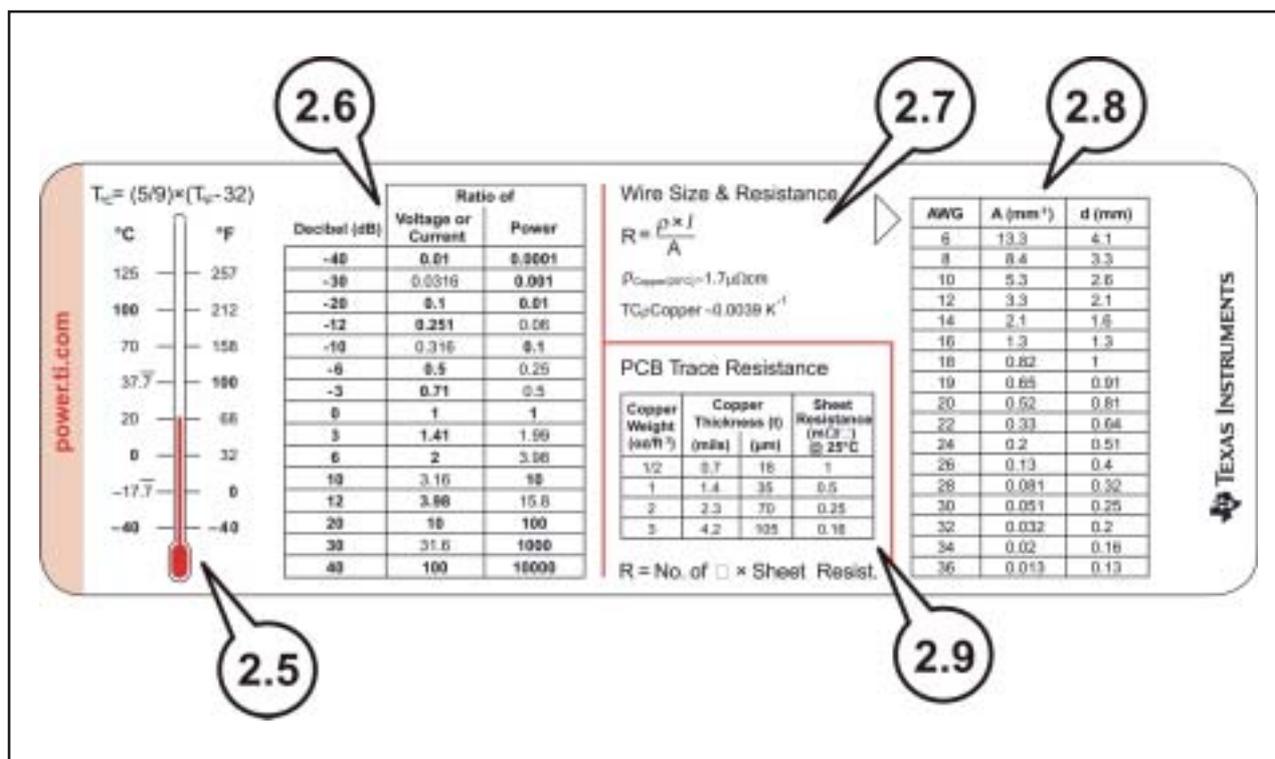


図4. 基本定規の裏側：変換、ワイヤ・サイズ、PCBトレース抵抗

2.5 温度変換 (°C ↔ °F)

この図は、各温度目盛りの0° および100° の点と、いくつかの値を対応させています。これ以外の値を変換するには、式1を使用してください(定規の温度図の上にも表示されています)。この式の5/9という定数は、水の融点と沸点が摂氏目盛りでは100° 離れ、華氏目盛りでは180° 離れていることから引き出されています。

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \quad (1)$$

2.6 電圧、電流、電力のデシベル表記

アンプのゲインやフィルタの減衰量などの比は、デシベル (dB) で表されることが多くあります。定規に記載されたこの表には、以下の式で計算された代表的な値が示されています。

$$X_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{X}{X_0} \right) \quad (3)$$

この式は電圧および電流の比に使用します。

$$X_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{X}{X_0} \right) \quad (3)$$

この式は電力の比に使用します。

2.7 ワイヤ抵抗の計算

図5に示すような、長さが l で断面積が A のワイヤの抵抗 R は、式4で与えられます。

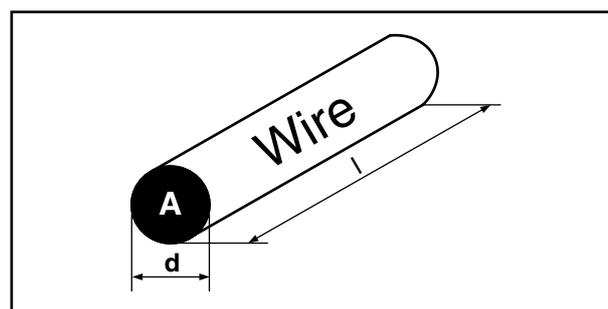


図5. ワイヤの抵抗の計算

$$R = \frac{\rho \times l}{A} \quad (4)$$

断面積Aの代わりにワイヤの直径dが与えられている場合、Aは式5で計算できます。

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (5)$$

式4の ρ (ロー) は、電気抵抗率です。

銅の場合、温度20°Cでの抵抗率の値は $\rho_{\text{Copper}} \approx 1.7\mu\Omega\text{cm}$ です。

電気抵抗率の温度依存性は、温度係数TCを使って表されます。銅の場合は、次のようになります。

$$TC_{\rho_{\text{Copper}}} \approx 0.0039 \text{ K}^{-1} \quad (6)$$

20°C以外の特定の温度Tでの銅線の抵抗R(T)は、式7を用いて計算できます。

$$R(T) = R(20^\circ\text{C}) \times [1 + TC_{\rho} \times (T - 20^\circ\text{C})] \quad (7)$$

例：l = 10 cm、A = 0.14 mm²の銅線

20°Cでのワイヤ抵抗：

$$R(20^\circ\text{C}) = \frac{\rho \times l}{A} \approx \frac{1.7\mu\Omega / \text{cm} \times 10\text{cm}}{0.0014\text{cm}^2} \approx 12\text{m}\Omega \quad (8)$$

120°Cでのワイヤ抵抗：

$$R(120^\circ\text{C}) = R(20^\circ\text{C}) \times [1 + TC_{\rho} \times (120^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] \quad (9)$$

$$R(120^\circ\text{C}) \approx 12\text{m}\Omega \times [1 + 0.0039 \text{ K}^{-1} \times 100 \text{ K}] \quad (10)$$

$$R(120^\circ\text{C}) \approx 16.7\text{m}\Omega \quad (11)$$

2.8 AWGからメートル法へのワイヤ・サイズ変換

この表を使用すると、AWG (American Wire Gauge) で表されたワイヤのサイズを、メートル法単位の断面積Aと直径dに変換できます。

AWGは、ワイヤの直径dに関連しています。AWGがnであるワイヤの直径d(n)は、式12により計算できます。

$$d(n) = 0.005 \text{ inch} \times 92^{\frac{36-n}{39}} \quad (12)$$

この式を用いて、AWG26のワイヤの直径は次のように計算できます。

$$\begin{aligned} d(\text{AWG26}) &= 0.005 \text{ inch} \times 92^{\frac{36-n}{39}} \\ &\approx 0.005 \text{ inch} \times 3.19 \approx 0.016 \text{ inch} \approx 0.4\text{mm} \end{aligned} \quad (13)$$

2.9 PCBトレースの厚さ変換 (oz ↔ mils ↔ μm) および抵抗計算

この表は、PCBトレースの厚さを表す単位間の関係を示しています。milsおよびμmは長さおよび厚さを直接表す単位ですが、“オンス/平方フィート”は、特定の厚さを持つ銅箔が特定の面積重量(表では“銅重量”と表記)を持つという事実に基づいた単位です。銅の厚さt (mils) は、オンス/平方フィートの面積重量を用いて、式14により計算できます。

$$\text{銅の厚さ} \approx 1.35 \times \text{銅の面積重量} \quad (14)$$

一般的なPCB業界用語では、単位oz/ft²がしばしばoz (オンス)と略されます。

PCBトレースの抵抗は式4で計算できますが、単純な近似法を図6および式15に示します。PCBトレース上の正方形の数nを数え、銅の厚さの表に記載されたシート抵抗R_Sを乗算することで、十分に正確な近似値を計算できます。

$$R = n \times R_S \quad (15)$$

このアプローチを用いると、図6の例に示された2オンスの銅トレースの抵抗は、次のように見積もることができます。

$$R = n \times R_S \approx 3 \text{ sq.} \times 0.25\text{m}\Omega / \text{sq.} = 0.75\text{m}\Omega \quad (16)$$

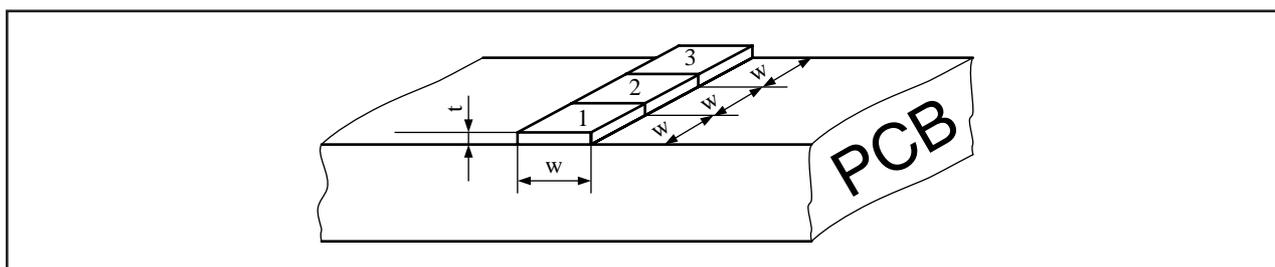


図6. 連続する正方形を数えることによるPCBトレース抵抗の見積もり

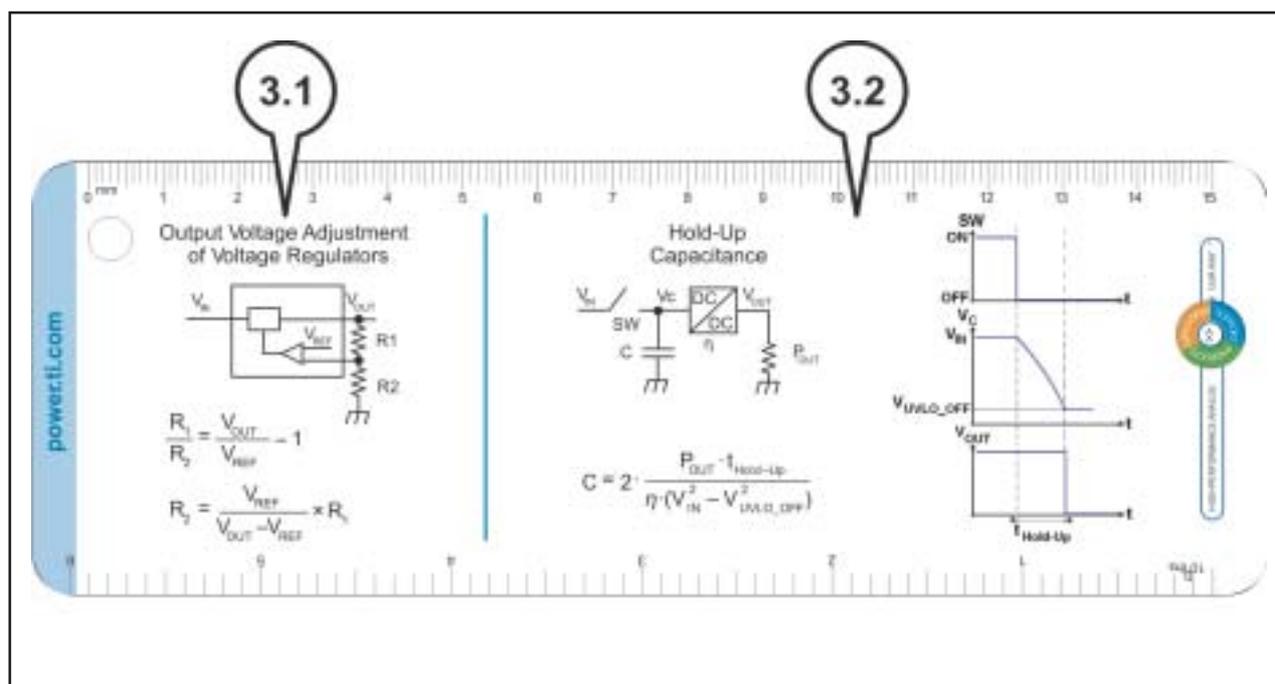


図7. 電圧レギュレータ/スイッチング・コンバータ用定規の表側：出力電圧デバイダとホールドアップ容量

3 電圧レギュレータ/スイッチング・コンバータ用定規

3.1 出力電圧デバイダの計算

これらの式は、現在のほとんどすべてのLDO、DC/DCコントローラ、およびDC/DCコンバータに内蔵されている、グランド基準の電圧リファレンス (VREF) を備えた電圧レギュレータ (リニア・レギュレータまたはスイッチ・モード電圧レギュレータ) に対して使用します。式17を使用して、出力電圧デバイダ抵抗の比を決定できます。R1が与えられている場合は、式18を使用して、グランド接続抵抗R2の値を計算できます。すべての式は、帰還ピン電流を無視できるという仮定に基づいています。

2つの式の使用例を次に示します。

出力電圧V_{OUT}を5Vにする必要があり、内部リファレンス電圧が1.25Vである場合の例です。

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 = \frac{5V}{1.25V} - 1 = 3 \quad (17)$$

次は、出力電圧V_{OUT}が1.8V、内部リファレンス電圧が0.8Vで、R1が1kΩと選択されている場合です。

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{V_{REF}}{V_{OUT} - V_{REF}} \times R_1 \\ &= \frac{0.8V}{1.8V - 0.8V} \times 1k\Omega = 800\Omega \end{aligned} \quad (18)$$

抵抗用定規の表に従って、E96シリーズの1%抵抗から最も近い抵抗値を選ぶと、806Ωとなります。

3.2 ホールドアップ容量の計算

入力電力の供給が停止した後、一定の時間だけ動作できる必要のあるシステムを設計する場合 (例えば、重要なデータを格納する場合や、冗長システムに切り替える場合など)、設計者はホールドアップ容量の問題に直面します。このいわゆるホールドアップ時間 $t_{Hold-Up}$ の間、コンバータの出力電圧V_{OUT}はレギュレーション状態に維持される必要があります。

この要件は、オフライン電源や、テレコム/データコムでのDC/DCコンバータ・アプリケーション、および組み込みコンピュータなどで多く見られます。 $t_{Hold-Up}$ の間アプリケーションを動作させるためのエネルギーは、コンバータの入力パルク・コンデンサCから得られます。その場合、コンバータは、公称入力電圧V_{IN}よりもずっと低い入力電圧で動作する必要があります。この低い電圧は、低電圧ロックアウト・レベルによって定義されます。これは、コンバータがオフになるレベルです (V_{UVLO_OFF})。

式19に示される例は、DC/DCコンバータの前にブーストPFCを備えたオフライン電源に対して必要な最小のホールドアップ容量C_{Min}を計算します。ここでは、ブーストPFCの出力コンデンサがDC/DCコンバータ用のホールドアップ容量として機能します。電源が供給されている場合、コンデンサの電圧はブーストPFCによって370V~410Vの範囲内にレギュレーションされます。さらに、DC/DCコンバータの効率ηが85%であり、15msのホールドアップ時間t_{Hold-Up}にわたって出力電力P_{OUT} = 200Wで動作する必要があると仮定します。DC/DCコンバータのV_{UVLO_OFF}は280Vに設定されています。

$$C_{min} = 2 \times \frac{P_{OUT} \times t_{Hold-Up}}{\eta \times (V_{IN}^2 - V_{UVLO_OFF}^2)}$$

$$= 2 \times \frac{200 \text{ W} \times 15 \text{ ms}}{85\% \times [(370 \text{ V})^2 - (280 \text{ V})^2]} \approx 120 \mu\text{F} \quad (19)$$

初期公差tol_{Initial}およびエージングtol_{Aging}を考慮すると、最終的な最小容量要件C_{Min_tol}は式20で計算できます。ここで、初期公差とエージングはともに20%としています。

$$C_{Min_tol} = \frac{C_{Min}}{(1 - tol_{Initial}) \times (1 - tol_{Aging})}$$

$$= \frac{120 \mu\text{F}}{(1 - 0.2) \times (1 - 0.2)} \approx 188 \mu\text{F} \quad (20)$$

推奨容量値の表(コンデンサ/インダクタ用定規のセクション4.1)に従って、E12シリーズで最も近い容量値は220μFとなります。

3.3 非絶縁型スイッチング・レギュレータで最も一般的に使用されるトポロジ

この4つの図は、以下の種類のコンバータの電源段の基本的なトポロジを示しています。

- バック・コンバータ (降圧)
V_{OUT} < V_{IN}
- ブースト・コンバータ (昇圧)
V_{OUT} > V_{IN}
- バック/ブースト・コンバータ (昇圧/降圧、反転)
V_{IN} ≥ -V_{OUT} ≥ V_{IN}
- SEPICコンバータ (昇圧/降圧)
V_{IN} ≥ V_{OUT} ≥ V_{IN}

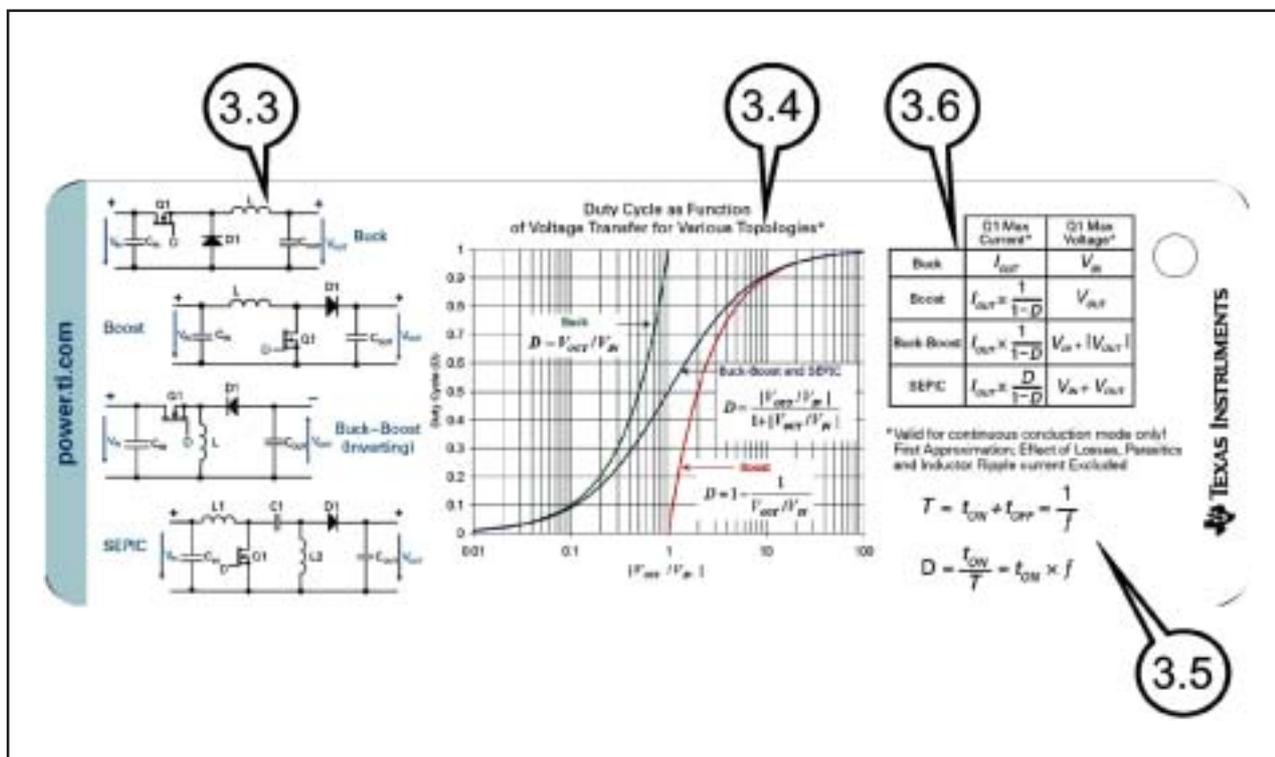


図8. 電圧レギュレータ/スイッチング・コンバータ用定規の裏側：スイッチング・レギュレータのトポロジと基本特性

すべてのトポロジは、非同期モード構成で示されています。同期モード構成の場合は、ダイオードD1をもう1つのアクティブ・スイッチで置き換えます。

“バック/ブースト”という用語は、現在の技術文献では使い方が一貫していません。このドキュメントが基づいている参考文献[1]（「参考資料」の項を参照）での当初の定義では、“バック/ブースト”とは、 V_{OUT} の大きさが V_{IN} よりも高い（ブースト）かまたは低く（バック）、 V_{OUT} の極性が V_{IN} と比較して反転される状態を指します。それとは対照的に、極性を反転しない回路についても“バック/ブースト”という用語が使用されることがあります。参考文献[2]がその例です。それに加えて、SEPICは同じ電圧変換を極性の反転なしで行うことができます。SEPICとは、Single-Ended Primary Inductance Converter（シングルエンド1次インダクタンス・コンバータ）の略です。

3.4 前述の4つの基本トポロジに対する電圧伝達関数

このグラフを使用すると、 V_{OUT}/V_{IN} の比を、DC/DCコントローラまたはコンバータの必要なデューティ・サイクルに直接変換できます。これは、最大デューティ・サイクル D_{Max} または最小制御可能オン時間 t_{ON} などの制限がある場合や、アプリケーションの専用DC/DCコントローラ/コンバータの使用率を調べる場合などに、特に便利です。デューティ・サイクルの知識は、3.6で述べるQ1の最大ドレイン電流を見積もる際にも必要となります。

デューティ・サイクルの曲線および式は、理想的で損失のない場合、および連続導通モードの場合のみ有効です。特に、出力全負荷の状態では、実際に必要なデューティ・サイクルは、理想的なケースの場合よりも大きくなります。

3.5 PWMベースの回路に対する基本的な時間と周波数の関係

このセクションは、デューティ・サイクル D 、スイッチング周波数 f 、スイッチング周期 T 、およびスイッチQ1（3.3を参照）のオン時間 t_{ON} とオフ時間 t_{OFF} の間で、どのような関係が成り立つかを示しています。

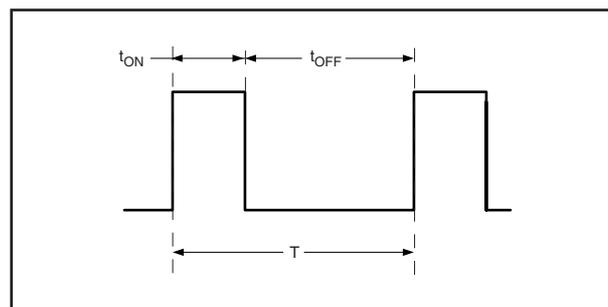


図9. オン時間 t_{ON} とスイッチング周期 T の比としてのデューティ・サイクル D

基本的な関係は次のとおりです。

$$T = t_{ON} + t_{OFF} = \frac{1}{f} \quad (21)$$

$$D = \frac{t_{ON}}{T} = t_{ON} \times f \quad (22)$$

これに加えて、以下の関係を覚えておく必要があります。

$$D' = 1 - D \quad (23)$$

$$t_{ON} = D \times T \quad (24)$$

$$t_{OFF} = (1 - D) \times T = D' \times T \quad (25)$$

3.6 4つの基本的なトポロジに対する電流および電圧ストレス

ここに示される式は、経験則であり、部品のストレスの初期見積もりに利用できます。セクション3.4で既に述べたように、損失の影響は無視します。寄生成分によって生じるインダクタのリプル電流およびピークを追加で考慮する必要があります。

4 コンデンサ/インダクタ用定規

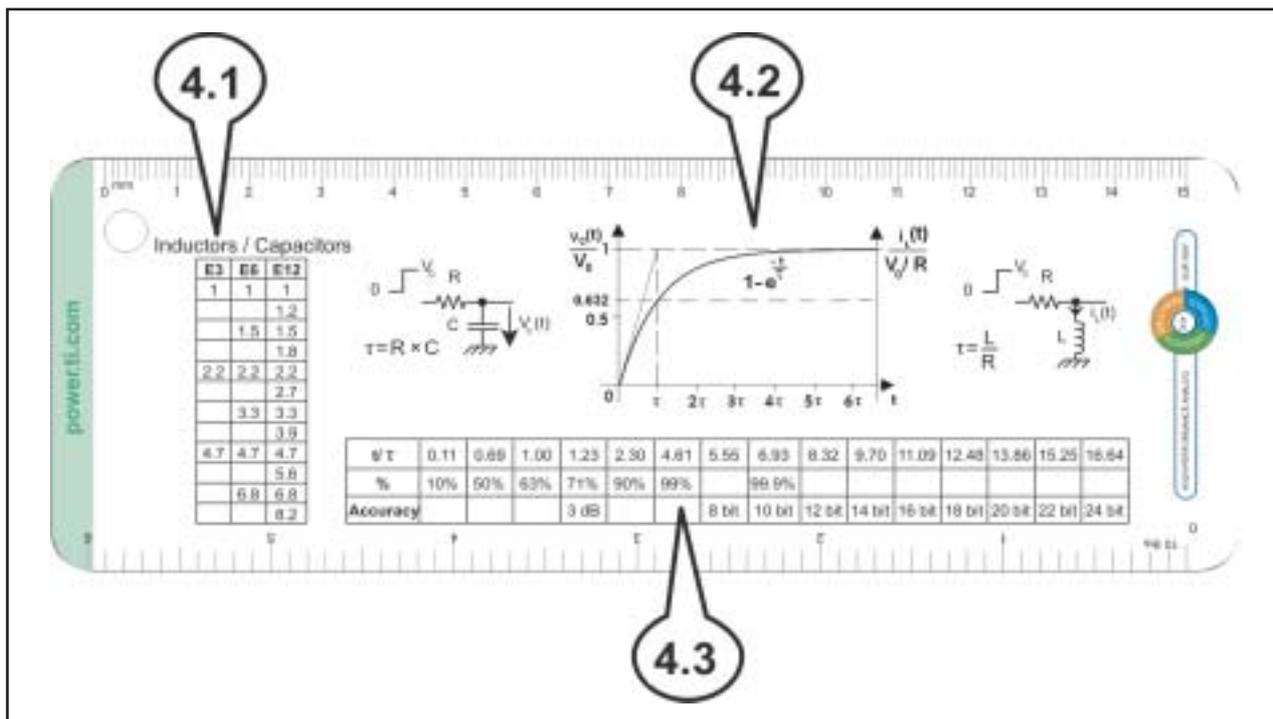


図10. コンデンサ/インダクタ用定規の表側：コンデンサ/インダクタの推奨値およびRC/LCの充電

4.1 コンデンサ/インダクタの推奨値表

多くの場合、コンデンサおよびインダクタの値はE3、E6、またはE12シリーズから選択されます。Eの後に続く数字は、10倍ごとの対数ステップ数を表しています。各Eシリーズは、各部品の公差に関連しています。

- E3 – 50% (E6およびE12シリーズに含まれる)
- E6 – 20% (E12シリーズに含まれる)
- E12 – 10%

この対応には例外もあります。例えば、いくつかの種類の電解コンデンサに対しては、E12シリーズ（通常は公差が10%であることを意味する）から値が選ばれますが、デバイスの公差は20%です。

4.2 コンデンサ/インダクタの充電グラフ

このグラフは、RC回路およびRL回路に単位ステップ関数(0から V_0)を印加したときの充電曲線を表しています。

コンデンサ電圧 $v_C(t)$ およびインダクタ電流 $I_L(t)$ の最大変化率は、充電サイクルの開始時($t = 0$)に見られ、次の値に等しくなります。

- $\frac{V_0}{\tau}$ (コンデンサの充電時)
- $\frac{V_0}{R \times \tau}$ (インダクタの充電時)

4.3 コンデンサ/インダクタ充電の精度と分解能

この表には、以下が示されています。

- 特定の時間 t でのコンデンサ電圧 $v_C(t)$ またはインダクタ電流 $I_L(t)$ と、 $t = \infty$ での達成可能最大値との比(%)
- $t = \infty$ での達成可能最大値を基準とした、特定の時間 t での $v_C(t)$ または $I_L(t)$ の精度(dBまたはビット)

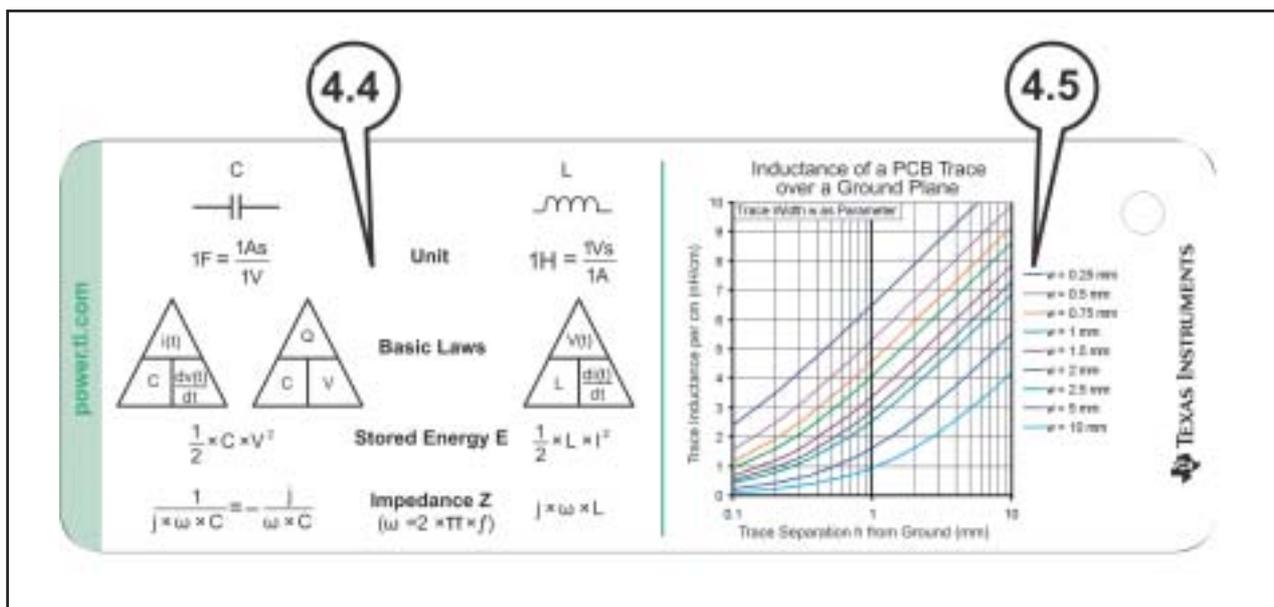


図11. コンデンサ/インダクタ用定規の裏側：コンデンサ/インダクタの基本情報およびPCBトレースの寄生インダクタンス

4.4 コンデンサ/インダクタ： 記号、単位、基本法則、および公式

ここに示された単位および基本法則は、コンデンサおよびインダクタの基本的な動作を理解するために特に役立ちます。

式26および式27を使用すると、所定の時間内にコンデンサ電圧がどれくらい変化するかなどを簡単に求めることができます。

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ As}}{1 \text{ V}} \quad (26)$$

この式は、1Fのコンデンサに印加された1Aの定電流によって、コンデンサの電圧が1秒間に1V変化することを意味します。この状況はあまり現実的でないため、式の両辺にμを掛けると次のようになります。

$$1 \text{ } \mu\text{F} = \frac{1 \text{ A} \times \mu\text{s}}{1 \text{ V}} \quad (27)$$

これは同じ1Vの変化を表しますが、1μFのコンデンサに1Aを1μs印加した場合として表現されています。

インダクタにも同じ方法を適用できます。

$$1 \text{ H} = \frac{1 \text{ Vs}}{1 \text{ A}} \quad (28)$$

$$1 \text{ } \mu\text{H} = \frac{1 \text{ V} \times \mu\text{s}}{1 \text{ A}} \quad (29)$$

ここで式29は、1μHのインダクタに1Vの定電圧を1μs印加すると、インダクタの電流が1A変化することを意味します。

4.5 PCBトレース・インダクタンスのグラフ

このグラフから、高速で変化する電圧または電流を扱う場合、各PCBトレースには寄生インダクタンスが伴うことを再認識できます。スイッチングレギュレータは、その良い例です。大電流が流れる電源パスでは寄生成分を最小限に抑えるというルールを守って設計するのは当然ですが、電流の高速変化や高電流が存在しない(と考えられる)回路部分については、この原則を忘れがちです。MOSFETドライバ出力をMOSFETのゲートに接続する場合は、その良い例です。不要なインダクタンスは大きなリングングの原因となり、MOSFETのスイッチングを遅くする可能性があります。トレース長1cmあたりのトレース・インダクタンス曲線は、狭いトレースと広いトレース(w)、およびグランド・プレーンがトレースに近い場合と離れている場合(h)の差を示しています。

参考文献[3]および[4]（「参考資料」を参照）に示されるように、トレース・インダクタンスの見積もり/計算にはいくつかの異なる方法があります。それらの方法はすべて、特定の条件においてだけ有効となります。

したがって、この資料においては、Polar Instruments (www.polarinstruments.com) の2D Field Solverソフトウェア (Si8000m/Si9000e) を使用しました。Si8000mには、EXCELスプレッドシートに統合して各種の構成条件をシミュレートするためのEXCELインターフェイスが追加されています。詳しい背景情報は[5]に記載されています。

5 抵抗用定規

5.1 抵抗の推奨値表

標準的な抵抗値は、多くの場合、E12、E24、E48、およびE96シリーズから選択されます。Eの後に続く数字は、10倍ごとの対数ステップ数を表しています。各Eシリーズは、各抵抗の公差に関連しています。

- E12 – 10% (E24シリーズに含まれる)
- E24 – 5%
- E48 – 2% (E96シリーズに含まれる)
- E96 – 1%

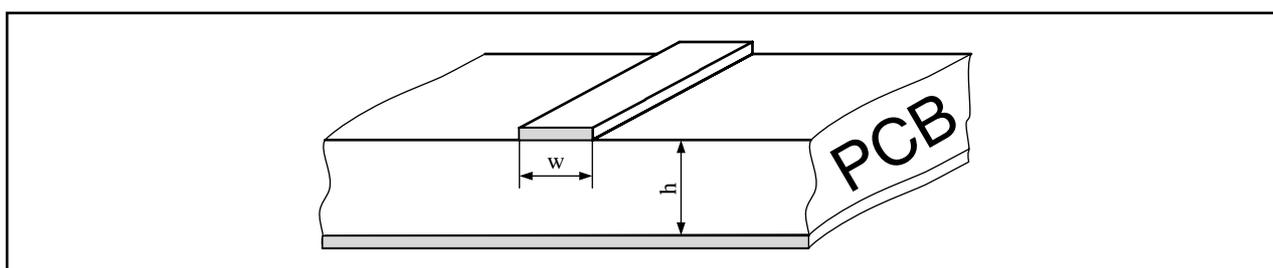


図12. トレースの幅と高さ、およびグランドからの距離によるPCBトレース・インダクタンス

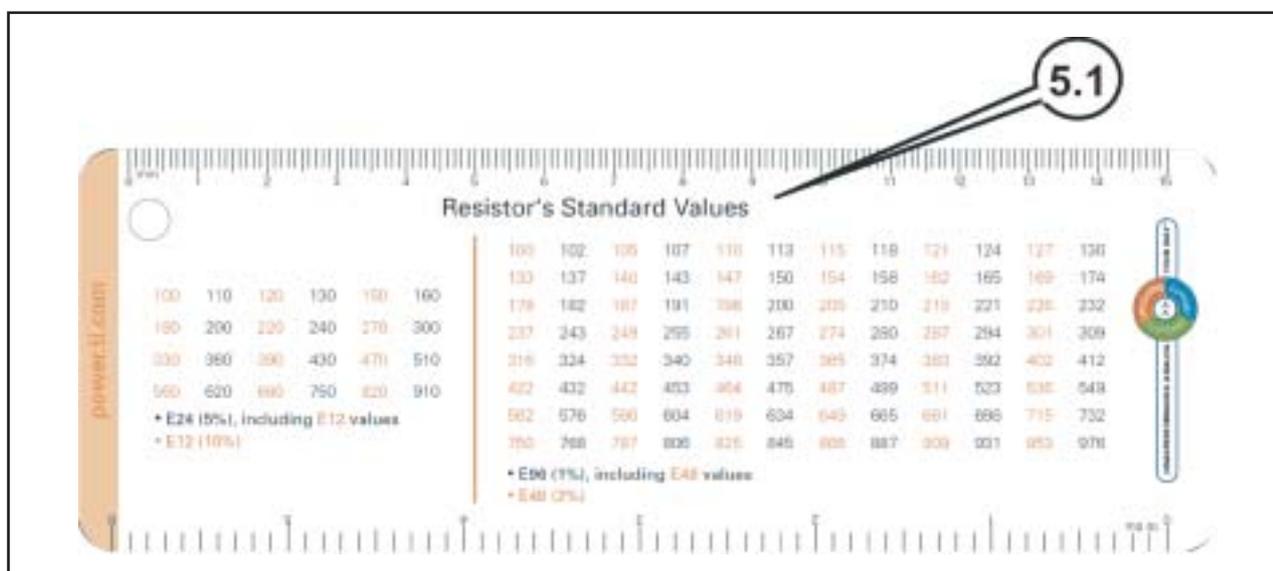


図13. 抵抗用定規の表側：推奨抵抗値(1%~10%)

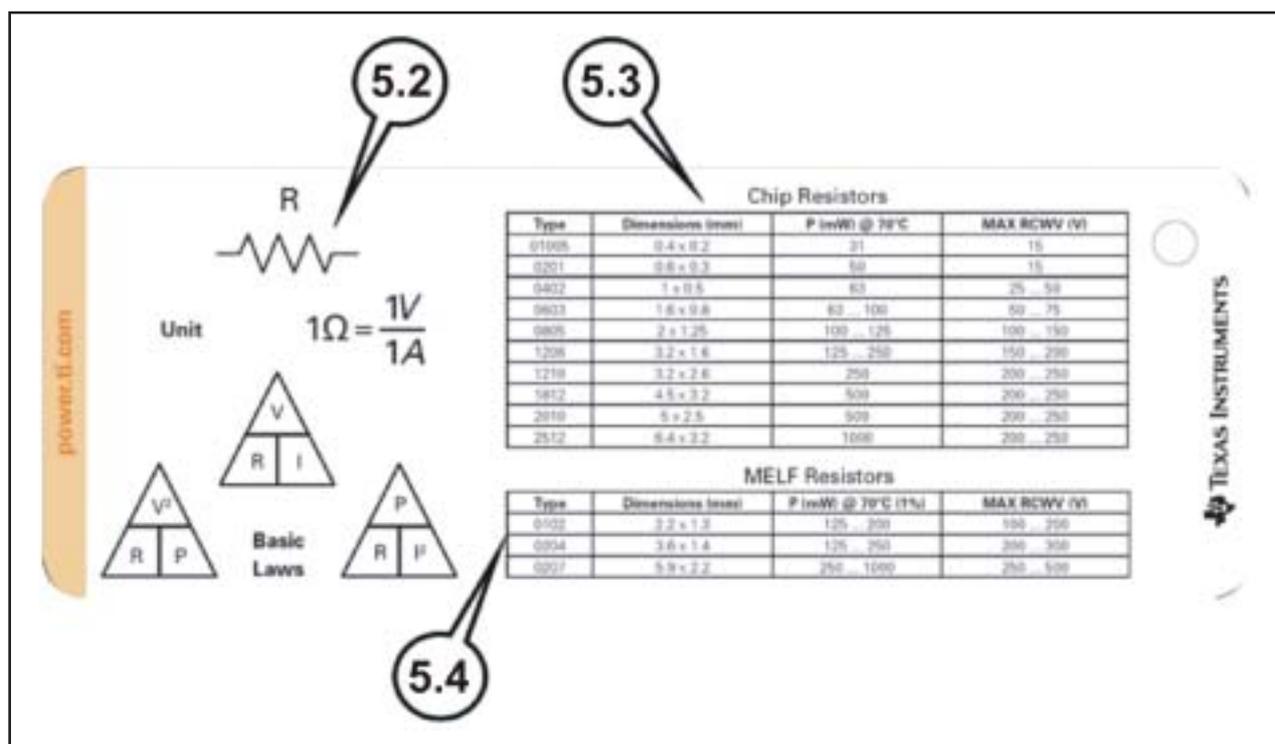


図14. 抵抗用定規の裏側：抵抗の基本情報、寸法、および電氣的制限

5.2 抵抗：記号、単位、基本法則、および公式

よく知られた基本的なオームの法則とその派生式を使用して、抵抗Rと電圧Vまたは電流Iが既知のときに電力Pを計算できます。

5.3 チップ抵抗：基本データ

この表には、設計作業の手始めとして利用できる、チップ抵抗の基本的な仕様を示しています。最終的な値については、データシートを使用する必要があります。

- 種類：インチ・サイズに関連します。
 - 最初の2桁は、長さを表します。
 - 残りの桁は、幅を表します。
 - 2桁の数は、1/100インチ単位で測定されています。
 - 3桁の数は、1/1000インチ単位で測定されています (理論値)。
- 寸法：mmで表された長さとは幅です。
 - 値は、各メーカーからのデータシートに記載された最大値に基づいています。
- 電力P：周囲温度70°Cでの最大消費電力です。
 - メーカーのデータシートに記載される値は、ケースごとに異なります。
- 最大RCWV：最大定格連続動作電圧
 - 値はデータシートごとに異なります。

5.4 MELF抵抗：基本データ

- 種類
- 寸法：mmで表された長さとは直径です。
 - 値は、データシートに記載された最大値に基づいています。
- 電力および最大RCWV (5.3を参照)

6 参考資料

1. Everett Rogers; Understanding Buck-Boost Power Stages in Switch Mode Power Supplies, Texas Instruments Application Report (SLVA059A) – November 2002
2. TPS63000/01/02 High Efficient Single Inductor BUCK-BOOST Converter with 1.8-A Switches, Texas Instruments Data sheet (SLVS520A) – April 2006
3. Robert Kollman, Constructing Your Power Supply – Layout Considerations, 2004-5 TI Unitorde Design Seminar Series-SEM1600; Topic 4 (SLUP230)
4. Howard Johnson, Martin Graham, High-Speed Digital Design – A Handbook of Black Magic, Prentice Hall
5. http://www.polarinstruments.com/support/cits/cits_index.html

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認を意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2008, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使用すること。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

温度: 0~40℃、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上