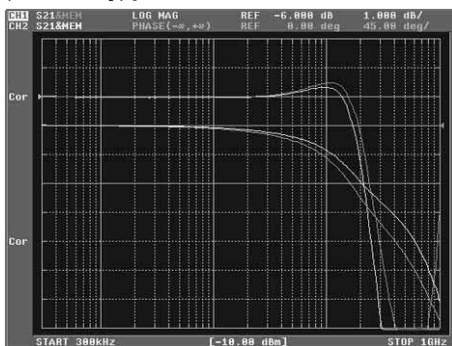


# ICレビュー 実験室

## 12 リニア・レギュレータICの評価(前編)

川田 章弘  
Akihiro Kawata



リニア・レギュレータICとは、フィードバック制御によってアナログ的に出力電圧を一定にする電源ICのことです。

ところで、現在の電源回路の主流はスイッチング電源です。効率や発熱の問題を考えると、これは当然でしょう。しかし、スイッチング電源は本質的にスイッチング・ノイズを発生するため、低雑音回路に使用するときはノイズを除去するテクニックが必要になります。

現在の電子機器において、電源トランス→整流回路→リニア・レギュレータICという古典的な組み合わせは少なくなったかもしれませんが、スイッチング電源→リニア・レギュレータICという組み合わせは存在するでしょう。また、携帯電話やノート・パソコンなどのモバイル機器ではバッテリー→リニア・レギュレータICという組み合わせや、バッテリー→DC-DCコンバータ→リニア・レギュレータICという組み合わせもあるでしょう。

省電力化と効率化という時代の波に押されて、電源の主役はスイッチング電源に奪われてしまいました。これは、電源の世界に起こった世代交代の波です。しかし、**リニア・レギュレータICは活躍の場を失ったのではなく、舞台を変え、電子回路の近くに配置されるローカル電源として使われ続けています。**

### リニア・レギュレータの内部回路

#### ● リニア・レギュレータICの基本構成

図12-1に、リニア・レギュレータICの代表的な回路構成であるシリーズ・レギュレータの基本構成を示しました。**シリーズ・レギュレータは、負荷にシリーズに接続された電流源の出力電流値を、出力電圧に応じて変化させることで負荷に一定電圧を供給するように動作します。**

理想的な電圧源とは、電圧源からどんな電流が流れようとも、その両端の電圧が一定の信号源のことです。一方、理想的な電流源は、その両端がどんな電圧になろうとも、流れる電流が一定の信号源のことです。つまり、シリーズ・レギュレータは、出力電圧の変動を吸収するだけの電圧を電流源の両端にリザーブしていると考えられます。

#### ● 電圧制御電流源の構成

図12-1の電圧制御電流源は、トランジスタで構成されます。このトランジスタを制御トランジスタと呼びます。図12-2にバイポーラ型のリニア・レギュレータICに使われている制御トランジスタのいろいろな構成例を示しました。

##### ▶ NPNタイプ

図(a)は一般的な78xxシリーズなどのリニア・レギュレータICに採用されている方式です。NPNトランジスタを使って、エミッタ側を負荷に接続するようになっています。出力電圧と入力電圧の差を**ドロップ・アウト電圧**と呼びますが、図(a)の方式では、 $2V_{BE} + V_{sat} = 0.7 \times 2 + 0.5 = 1.9V$ なので、正常に動作することのできる最小のドロップ・アウト電圧(最小入出力電位差)は約2V程度になります。

##### ▶ LDOタイプ

図(b)は、Low DropOut (LDO)レギュレータの多くに使われている方式です。最小入出力電位差は  $V_{sat}$  だけになりますので、0.5V程度です。この方式では、出力電流を多く流すほど制御トランジスタのベース電

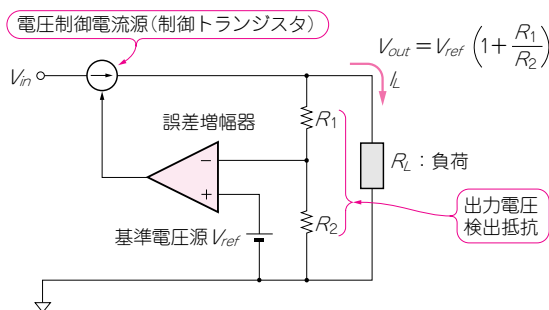
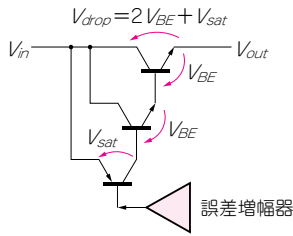
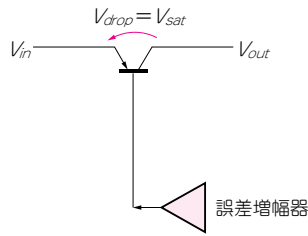


図12-1 リニア・レギュレータの基本構成の一つ「シリーズ・レギュレータ」



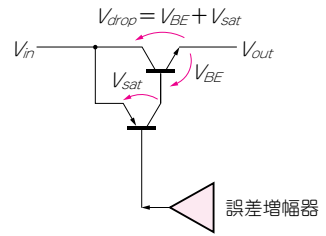
発振しにくいエミッタ出力型  
だが  $V_{sat}$  が約2Vと大きい

(a) NPNタイプ



$V_{sat}$  が0.5V程度と小さいが、  
発振しやすいコレクタ出力型

(b) LDOタイプ



発振しにくいエミッタ出力型  
で、 $V_{sat}$  も1.2V程度

(c) 準LDOタイプ

図12-2<sup>(1)</sup> 制御トランジスタの構成例

表12-1 評価したリニア・レギュレータICの主な仕様

型名	出力電流 [A]	最小入出力電圧差 [V]	出力雑音電圧 [ $\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ ]	リップル除去比 [dB]		メーカー	備考
				min.	typ.		
TA7805S	1	2	50	62@120 Hz	78@120 Hz	東芝	正電圧
NJM7805FA	1.5	1.8	45	68@120 Hz	78@120 Hz	新日本無線	正電圧
$\mu\text{PC7805AHF}$	1	1.8	40	70@120 Hz	76@120 Hz	NEC	正電圧
L78M05T	0.5	2	40	62@120 Hz	80@120 Hz	三洋	正電圧
HA178L05UA	0.15	1.7	—	—	58@120 Hz	ルネサス	正電圧
LM2941CS	1	0.5	150 ( $V_o = +5\text{V}$ 時)	—	74@120 Hz	NS	正電圧LDO
LP2985IM5-3.0	0.15	0.35	30	—	45@1 kHz	NS	正電圧LDO(低雑音)
NJM2863F03	0.1	0.1	19	—	75@1 kHz	新日本無線	正電圧LDO(低雑音)
TA79005S	1	2	40	63@120 Hz	70@120 Hz	東芝	負電圧
NJM7905FA	1.5	1.2	100	54@120 Hz	60@120 Hz	新日本無線	負電圧
HA179L05U	0.15	1.3	—	—	—	ルネサス	負電圧
LT1964ES5-BYP	0.2	0.34	30	46@120 Hz	54@120 Hz	LT	負電圧LDO(低雑音)

▶注：NECはNECエレクトロニクス、ルネサスはルネサステクノロジ、NSはナショナル・セミコンダクター、LTはリニアテクノロジー

流が増えます。つまり、負荷電流によってレギュレータIC自身の消費電流が変化します。

また、制御トランジスタのコレクタが負荷に接続されますので、容量性負荷の場合に発振しやすくなります。トランジスタのコレクタは、エミッタと違い出力インピーダンスが高くなっています。そのため、負荷に接続された容量とトランジスタの出力インピーダンスによって比較的低い周波数に極(ポール)ができやすくなっています。このポールと、レギュレータ自身もっているポールによって位相が $180^\circ$ 回ってしまい、発振することになります。

#### ▶準LDOタイプ

図(c)は、一部のレギュレータICに採用されている準LDO方式です。英語ではQuasi-LDOと表記されます。入出力電位差は $0.7 + 0.5 = 1.2\text{V}$ とLDOレギュレータよりも大きくなりますが、エミッタ出力なので容量性負荷に対してLDOよりも安定です。また、今回は触れませんが、LDOレギュレータICのなかには制御トランジスタにMOSFETを使用したものもあります。

## 評価するリニア・レギュレータIC

### ■ 外観と仕様

今回取り上げるリニア・レギュレータICの主な仕様を表12-1に、ピン接続図を図12-3に示しました。

図12-3(a)は定番品の78xxシリーズと79xxシリーズです。今回は5V出力の7805と7905シリーズを評価しましたが、ほかにもいろいろな出力電圧のものがあります。多くのメーカーで製造/販売されていますので、各メーカーのデバイスを比較評価してみることができます。

図12-3(b)はLDOレギュレータICです。ちょっと設計の古いLM2941CSと比較的デザインの新しいLDOレギュレータICを評価してみます。データシートによると、LM2941CS以外は、出力にESR(等価直列抵抗)の小さいコンデンサを使用することができるようです。

