

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

スイッチング・レギュレータ・コント

μPC494

1. はじめに

μPC494C, 494G, 494GSは、パルス幅制御方式スイッチング・レギュレータ用コントロールICです。制御回路に必要な諸機能が内蔵されていますが、実際にスイッチング・レギュレータ（以下Sw.Reg.と略す）に搭載し、制御回路を安全に動作させるためには、回路方式等に応じて発振周波数設定、アンプ入力部等ICの周辺回路を設計する必要があります。

以下に、周辺回路の設定方法と応用上の注意事項を記述し、最後に、応用回路への適用例を示します。

2. 基本応用回路例とその概要

前述のように、Sw.Reg.の制御回路を安全に動作させるには、コントロールICの周辺回路の設定が重要になります。

図1は、コントロールICの基本応用回路です。各素子は、表1に示す目的で設けられています。また、表2には動作モードに応じた端子接続の方法が示してあります。

なお、本ICを種々の応用回路に使用するため、各端子の周辺回路を設計する際の参考用として、全等価回路を図2に示します。

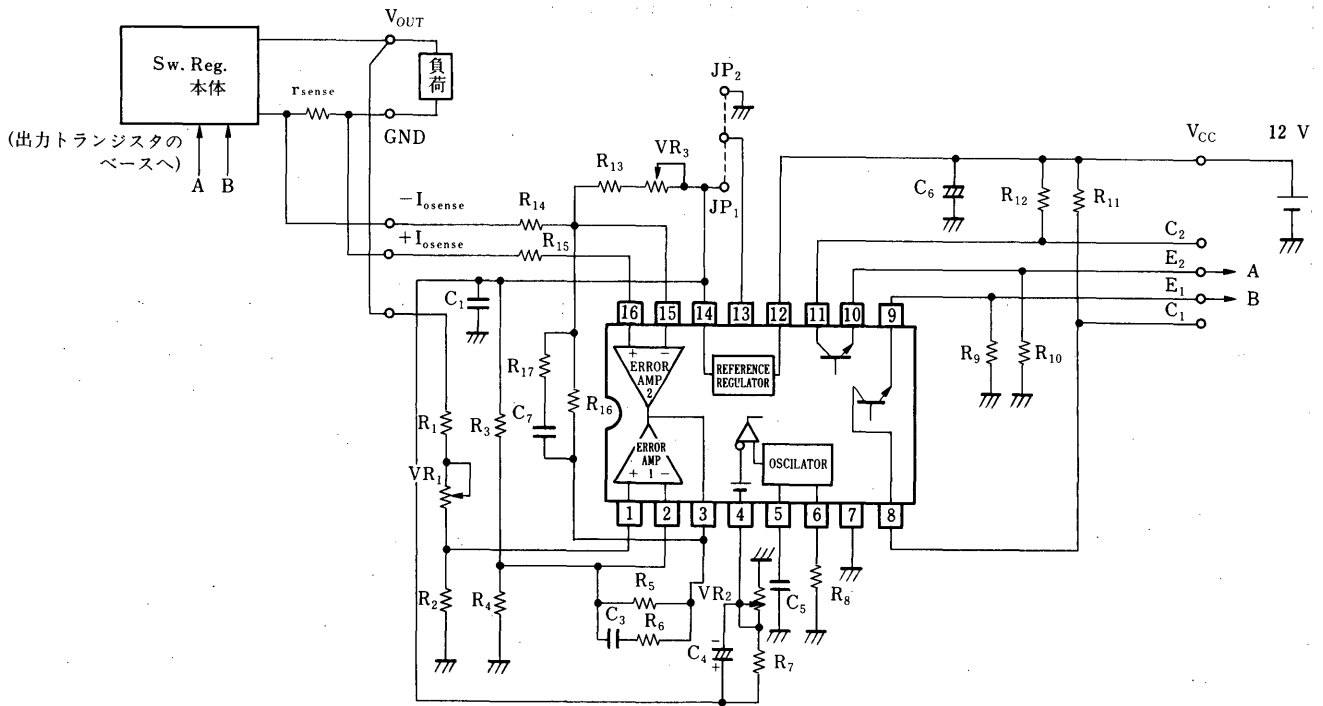


図1 基本応用回路

表1 コントロール IC 周辺設計のための注意点

ブロック	設計項目	目的	調整箇所(端子番号)
電圧制御用 アンプ (EA.1)	ゲイン調整	レギュレーション特性の決定 安定動作を得るためのゲイン余裕の確保	R ₃ , R ₄ , R ₅ , R ₆
	位相補償	セットの入・出力条件の変動(V _{in} , 負荷)によって不安定動作(発振, 乱調)とならないための位相余裕確保	C ₃
		電圧制限の開始ポイントの調整	VR ₁
過電流保護 用アンプ (EA.2)	ゲイン調整	過負荷時の出力垂下特性の決定	R ₁₃ , R ₁₄ , R ₁₆ , R ₁₇ , VR ₃
	位相補償	過負荷時の間欠動作の軽減 (EA.1への干渉に対し考慮が必要)	C ₇
		電流制限の開始ポイントの調整	VR ₃
デッド・タイム・ タイム調整	デッド・タイム・ コントロール	プッシュプル形でのクロス・カレント発生を防ぐ フォワード形でのトランス磁束飽和の防止	R ₇ , VR ₂
	ソフト・スタート 設定	スタートアップ時の突入電流軽減 出力立上り時のオーバー・シュート防止	C ₄
タイミング 定数	発振周波数の設定	スイッチング・レギュレータの使用周波数の決定	R ₈ , C ₅

表2 端子接続方法

動作モード	OUTPUT CONTROL 端子接続方法 (13pin)	出力モード	出力波形
プッシュプル	V _{REF} (14pin) へ接続	シンク (R ₉ , R ₁₀ ショート)	C ₁ C ₂
	(JP 1 結線)	ソース (R ₁₁ , R ₁₂ ショート)	E ₁ E ₂
シングル	GND (7 pin) へ接続	シンク (R ₉ , R ₁₀ ショート)	C ₁ , C ₂ 共
	(JP 2 結線)	ソース (R ₁₁ , R ₁₂ ショート)	E ₁ , E ₂ 共

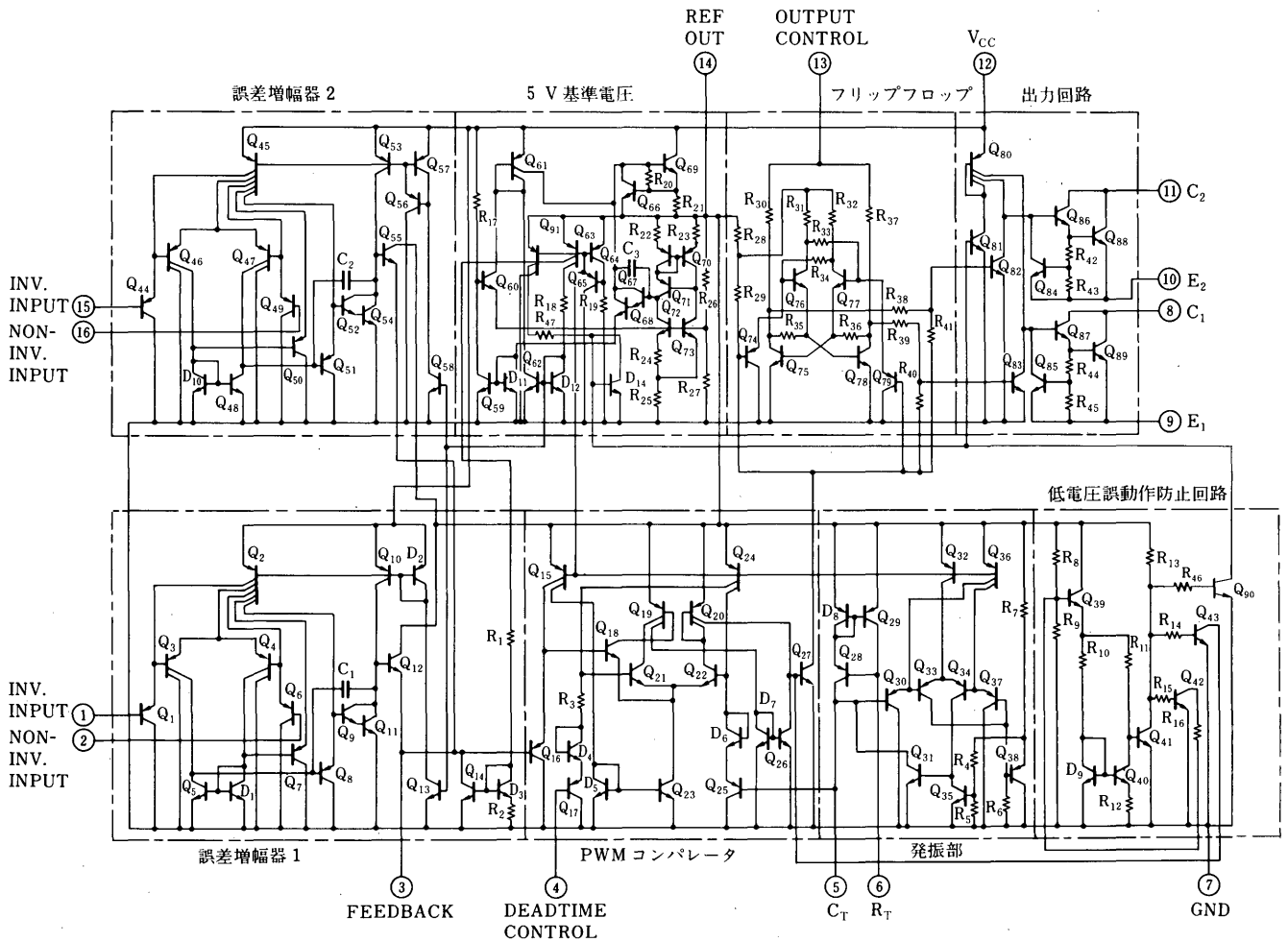


図2 等価回路図

3. コントロール回路設計のキーポイント

3.1 ゲインとレギュレーション

(a) 電圧制御用アンプ(E.A 1)

本 IC に内蔵している誤差増幅器の開放電圧利得は 80 dB 前後あり、このままで使用すると Sw. Reg. のループ・ゲインが高過ぎて不安定になります。

また、逆に閉ループ・ゲインを下げすぎると、セットの出力電圧安定度が悪化します。したがって、要求される安定度（レギュレーション特性）から、必要となるアンプ・ゲインを求めます（通常 40 dB 前後とします）。

Sw.Reg. において、得られる出力電圧 V_o と、AC 入力電圧を整流平滑して得られる 1 次側入力電圧 V_{in} との間には、次のような関係があります。

$$V_o = \frac{1}{N} V_{in} \cdot \frac{t_{on}}{T} \dots\dots\dots (1)$$

(N : トランスの変成比)

したがって、(1)式から V_{in} が変動しても一定の出力電圧を得るためには、 V_{in} の変動に応じた出力パルス幅を

$$\Delta t_{on} \doteq - \frac{\Delta V_{in}}{V_{in}} \cdot t_{on} \dots\dots\dots (2)$$

の関係で増減すれば良いことになります。

出力パルス幅を変動するには、図 3 に示すようにコンパレータの (-) 入力電圧を加減し、鋸歯状波をスライスするレベルを直線的に変化させることによって行っています。したがって、誤差増幅器に必要なゲイン G は、レギュレーション特性から許容できる Sw.Reg. の出力電圧の変化分 REG' と、レギュレーションを取るために変化させなければならないコンパレータの (-) 入力電圧レベルの値 ΔV_{amp} との比によって求められ、下式によって示されます。

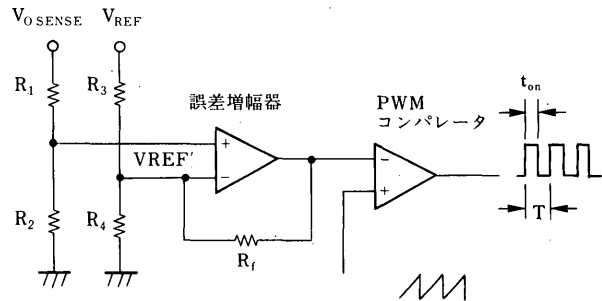
$$G \geq \frac{\Delta V_{amp}}{REG'}, \quad \Delta V_{amp} = \frac{V_{osc}}{T} \cdot \Delta t_{on} \text{ より}$$

$$G \geq \frac{\frac{V_{osc}}{T} \cdot \frac{\Delta V_{in}}{V_{in}} \cdot t_{on}}{\frac{\Delta V_o}{V_o} \cdot V_{REF'}} \dots\dots\dots (3)$$

ただし、 ΔV_{amp} : アンプ出力の変化分

REG' : 出力安定度をアンプの同相入力電圧 ($V_{REF'}$) で換算したもの

V_{osc} : 鋸歯状波の振幅 ($V_{osc} \doteq 3 \text{ V}$)



$$\text{アンプのゲイン } G = \frac{R_f}{R_3 \parallel R_4}$$

$$\text{アンプの基準電圧 } V_{REF'} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{REF}$$

図 3 E. A 1 の接続例

ただし、動作モードをプッシュプル・モードにした状態(13pinを14pinへ接続)でフォワード形のSw.Reg.に使用する場合等では、前述の式において ΔV_{amp} と t_{on} の関係が異なってくるため、ゲインはこの2倍が必要となります。

○軽負荷対策

前述の(1)式は、出力電流がチョーク・コイルの臨界電流以上である場合に成り立っています。このため、軽負荷状態になり、臨界電流を下回ると、同一デューティ・サイクルでも出力電圧は増大してしまいます。

したがって、この状態で出力電圧の安定化を図るには、デューティ・サイクルを極端に下げなければならず、このためレギュレーションは重負荷時より悪くなります。

この対策として

- ア) 複合チョーク・コイル(微小電流でインダクタンスが10倍前後に増大するもの)を使用する。
- イ) ダミー抵抗を出力側に挿入する。

などの工夫が必要です。

(b) 過電流保護用アンプ (E.A 2)

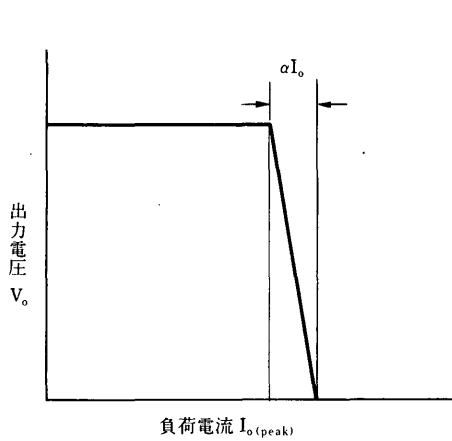
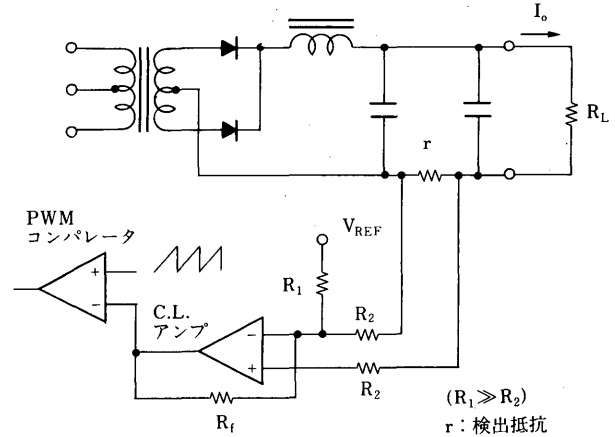


図4 垂下特性



$$\text{アンプのゲイン } G = \frac{R_f}{R_1 \parallel R_2}$$

$$I_{o(\text{peak})} = \frac{R_2}{R_1} \cdot V_{REF} \cdot \frac{1}{r}$$

図5 過電流保護回路

図4のように、出力電圧・電流特性を垂下特性としたい場合、図5の回路を使用します。ここで、誤差増幅器のゲインは、垂下の傾きを決定することになります。出力電圧が零の時、出力パルスはほぼ零となるため、ゲインGは次式で与えられます。

$$G \geq \frac{\Delta V_{\text{ramp}}}{\alpha I_o \cdot r}, \quad \Delta V_{\text{ramp}} = V_{\text{osc}} \cdot \frac{t_{\text{on}}}{T} \text{ より}$$

$$G \geq \frac{V_{\text{osc}} \cdot t_{\text{on}}}{\alpha I_o \cdot r \cdot T} \dots\dots\dots(4)$$

ただし αI_o : 垂下特性 (電流変化)

ΔV_{ramp} ; ランプ波形の振幅

t_{on} ; 定格動作時のパルス幅

r ; 検出抵抗

T ; 動作周期

しかし、あまりゲインを低く取ると、電圧制御用増幅器の出力が R_f を通して帰還されるため、垂下開始点 (図4の $I_{o(\text{peak})}$) が交流入力電圧により変動します。したがって通常、アンプ・ゲインは 60 dB 程度必要となります。

3.2 位相補償

Sw.Reg. は、二次遅れ要素である出力平滑回路を通して得られる出力電圧を安定化するため、誤差増幅器で増幅し、負帰還制御を行っています。

今、簡略化のため、この閉ループの要素を平滑回路と誤差増幅回路の二つのみと仮定します。

平滑回路の定数を図6のようにすれば、

共振周波数 f_0 は、

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ より} \dots\dots\dots(5)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \times 10^{-6} \times 6600 \times 10^{-6}}} \doteq 200 \text{ (Hz)} \dots\dots\dots(6)$$

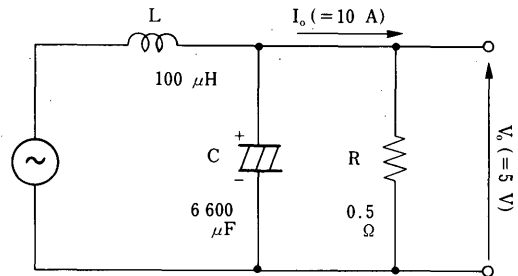


図6 平滑回路の定数

同様に、ゲイン・ピーク値 $A_{f1(P)}$ は、

$$A_{f1(P)} = 20 \log \omega_0 CR \text{ より} \dots\dots\dots(7)$$

$$A_{f1(P)} = 20 \log \left(R \sqrt{\frac{C}{L}} \right) = 20 \log \left(0.5 \cdot \sqrt{\frac{6600 \times 10^{-6}}{100 \times 10^{-6}}} \right) \doteq 12.2 \text{ (dB)} \dots\dots\dots(8)$$

となります。

また、 f_0 以上では -40 dB/dec の線に漸近します。

したがって、-40 dB で位相が -180 度となり、誤差増幅器のゲインを 40 dB 以上取ると不安定になることがわかります (ただし、誤差増幅器の周波数特性は十分に高いものと仮定します)。

一方、必要なゲインは前述の通り、出力電圧安定度から決められ、一般には 40 dB 以上が必要です。また、安定した動作を行う上で十分な位相余裕を見込んでおく必要があります。

そこで、誤差増幅器の位相補償が重要になりますが、一般に共振周波数の ± 1 decade でのゲインを約 20 dB に下げれば、この問題は解決します。図7は Sw.Reg. のボード線図の一例で、平滑回路の共振周波数が 200 Hz である場合の最適な位相補償を示したものです。

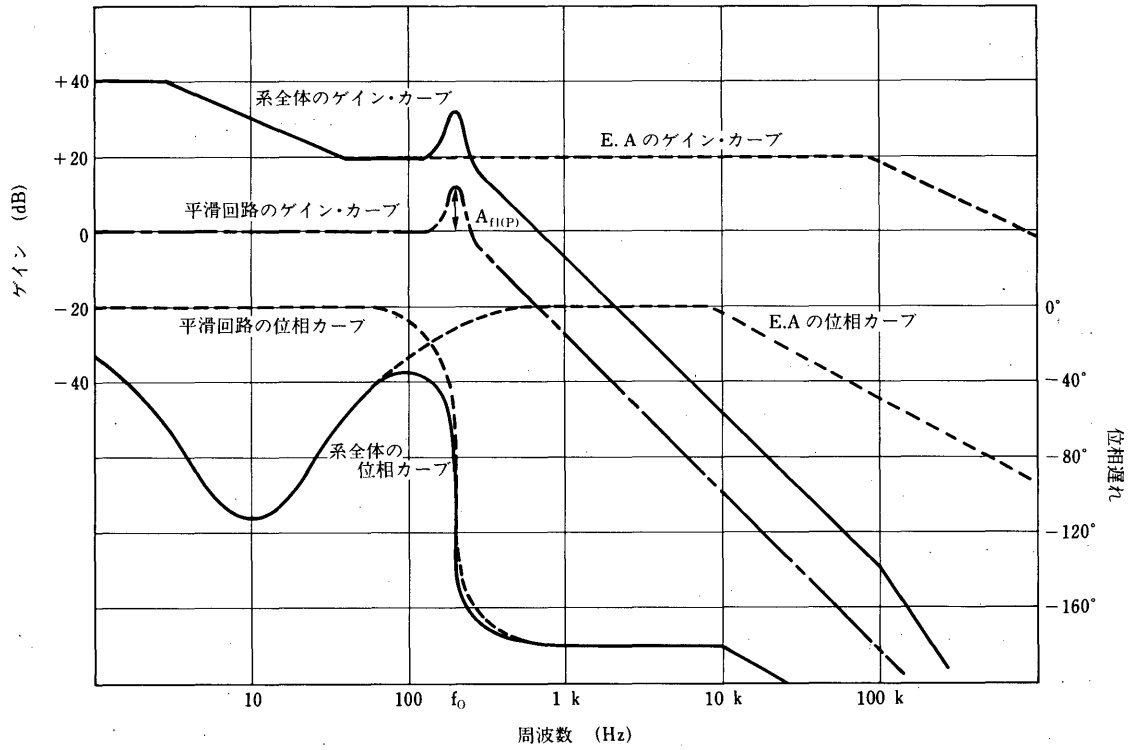


図7 Sw.Reg. のボード線図

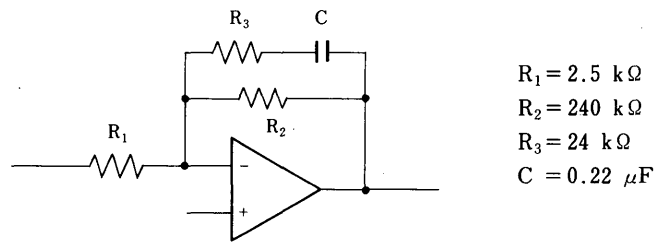


図8 E.A. の位相補償の例

3.3 タイミング定数

R_8 , C_5 はタイミング用の外付け抵抗・コンデンサであり、この値によってSw.Reg.の動作周波数が決まりますが、これは右図の f_{osc} - R_T , C_T 特性より求めます。

ただし、プッシュプル・モードでは、この鋸歯状波の周波数の $\frac{1}{2}$ 倍がSw.Reg.の動作周波数になります。

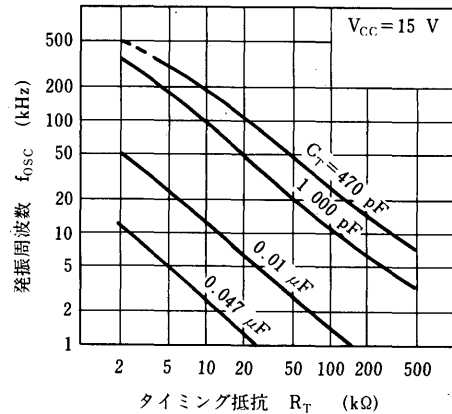


図9 発振周波数- R_T , C_T 特性

3.4 休止期間の設定

R_7 , VR_2 は休止期間設定用抵抗であり、直流入力電圧を可変し、鋸歯状波のスライス・レベルを変化させることにより、出力部の最大デューティ(オン時間)を設定します。なお、使用しない場合は必ずGNDに接続しなければなりません。後述の通りタイミング・コンデンサ C_T が大きい場合には注意が必要です。

3.5 ソフト・スタート

Sw.Reg.の起動時にICの出力パルスを最大デューティで動作させると、出力トランジスタに突入電流が流れてしまいます。このため、デューティ・サイクルを0から徐々に増加させる必要があります(一般にこの機能をソフト・スタートと言います)。

本ICでは、前述の図1のように、デッド・タイム・コントロール端子(4番端子)にコンデンサ C_4 による時定数回路を付加することで構成できます。

ここで、時定数(τ)とコンデンサ C_4 の関係は下式のようにになります。

$$\tau = C_4 \times \frac{R_7 \cdot VR_2}{R_7 + VR_2} \dots\dots\dots(9)$$

4. 応用上の注意事項

ここでは、コントロール IC を Sw.Reg. に応用していく場合に注意しなければならない事項について述べます。

4.1 E.A1 または E.A2 を使用しない場合

本 IC では、誤差増幅器の出力がハイ・レベルになると出力パルスのオンデューティが下がるため、誤差増幅器を使用しない場合は出力がロウ・レベルになるように反転入力の電圧を非反転入力より高く (10 mV 以上) しておかなければなりません。時々、両方の入力端子を共に GND に接続している例を見かけることがありますが、入力オフセット電圧が正の場合、出力パルスが停止してしまいます。簡単な方法として、非反転入力端子 (1 番または 16 番端子) を GND へ、反転入力端子 (2 番または 15 番端子) を 14 番端子 (REF OUT) に接続する方法があります。

4.2 電流検出を出力の⊕側に抵抗を挿入して行う場合

チョップ形 Sw.Reg. など、GND が一点でアースされている場合、GND ラインに電流検出抵抗を入れることができません。このような場合、出力ラインで電流検出を行うこととなりますが、電流制限特性がフの字カーブとなるため、起動回路の追加などの工夫が必要となります。

図10にこの回路例を示し、以下同図での電流特性の式を導きます。ここで、非反転入力端子電圧を I_N 、反転入力端子電圧を I_I とし、また誤差増幅器のオフセット電圧は無視するものとします。

i) $V_1 > V_2 + V_{D1}$ の場合 (D_1 カット・オフ状態)

$$I_N = (V_0 - I_0 r) \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots(10)$$

$$I_I = V_0, I_N = I_I$$

より

$$V_0 = \frac{R_2 r}{R_1} \cdot I_0 \dots\dots\dots(11)$$

ii) $V_1 + V_{D1} < V_2$ (D_1 導通状態)

D_1 を通して R_3 へ電流が流れ始めます。この電流を I_{R3} とすると、

$$I_N = (V_0 + I_0 r) \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots(12)$$

$$I_I = V_0 + I_{R3} \cdot R_3$$

となり、これより V_0 と I_0 の関係を求めると、

$$\left(\frac{R_4 R_5}{R_3 R_4 + R_4 R_5 + R_5 R_3} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_0 = \frac{r \cdot R_2}{R_1 + R_2} I_0 - \frac{R_3 (R_4 + R_5)}{R_3 R_4 + R_4 R_5 + R_5 R_3} \left(V_{REF} \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} - V_{D1} \right) \dots\dots\dots(13)$$

(V_{D1} : D_1 のフォワード・ドロップ)

となります。

iii) $V_1 + V_{D1} = V_2$ (D_1 導通開始点)

この時

$$V_0' = \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot V_{REF} - V_{D1} \dots\dots\dots (14)$$

となり、これは式(11)、(13)の交点です。

以上のことより、 V_0 と I_0 の関係は、図11のようになります。

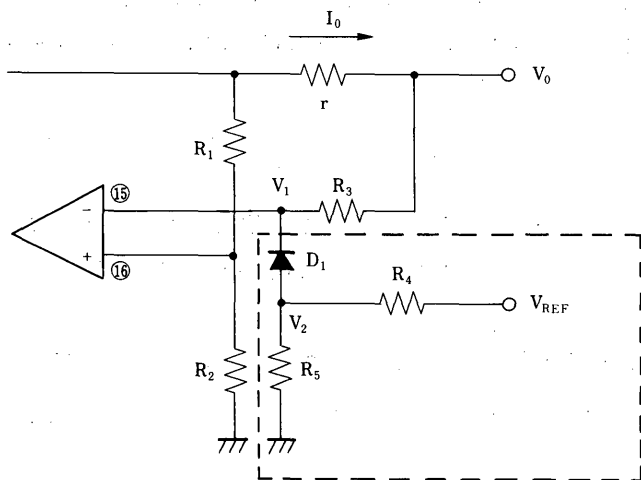


図10 電流制限の応用回路例

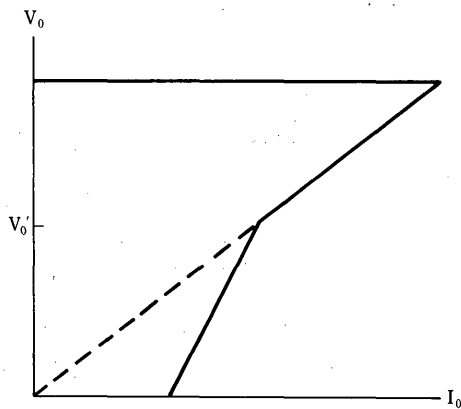


図11 電流制限特性

4.3 Sw. Reg. の直列接続

Sw.Reg. を複数台直列接続し、負荷を接続した状態で電源を投入すると、遅れて投入された側の出力端子には逆電圧が生じます。この電圧は、コントロール IC の誤差増幅器の入力端子にも現われ、ラッチ・アップを起こし、出力パルスを止めてしまうため、Sw.Reg. の出力が立上がらなくなることがあります。そこで、図12のように、誤差増幅回路の入力部にダイオードを入れて保護をします。

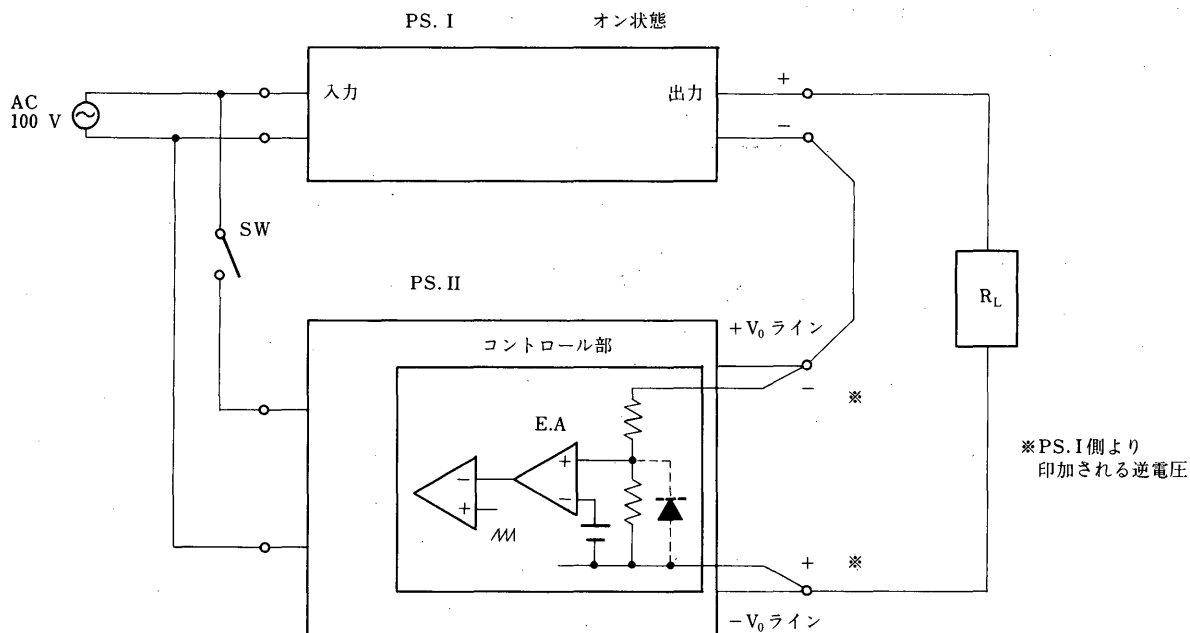


図12 Sw. Reg. の直列接続時の逆電圧保護

4.4 誤差増幅器のスリューレートと Sw. Reg. 出力のオーバー・シュート

電源投入時は、Sw.Reg. の出力電圧はソフト・スタート回路の時定数に従って立上がりますが、この時定数を誤差増幅器のスリューレートより十分に長く取っておかないと、出力電圧が設定レベルに近づいても誤差増幅器の応答が遅れるため、オーバー・シュートを生じてしまいます。

4.5 発振周波数—PWMコンパレータのスレッシュホールド電圧(デッド・タイム・コントロール)

μ PC494C, 494G, 494GSのデッド・タイム・コンパレータには、約0.1 Vのオフセット電圧が与えられているため、デッド・タイム・コントロール端子(4番端子)をGNDに接続しても約1%のデッド・タイムが得られます。しかし、タイミング・コンデンサの容量を増すとデッド・タイム・デューティが減少し、0.047 μ F程度で0%となり、フリップフロップが停止してしまいます。したがってこの場合、外部より4番端子に電圧を印加し、このスレッシュホールド電圧を調整する必要があります。

図13は、1%のデッド・タイム・デューティを得るのに必要な4番端子への印加電圧(スレッシュホールド電圧)を示したものです。

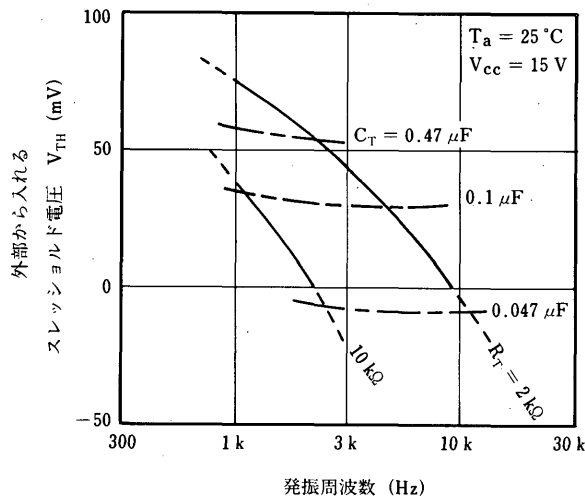


図13 4番端子スレッシュホールド電圧— R_T , C_T 特性

なお、発振周波数と R_T , C_T との関係式を以下に示します。

$$f_{osc} \cong \frac{1}{0.817 \times R_T \times G + 1.42 \times 10^{-6}} \text{ [Hz]} \dots\dots\dots(15)$$

ただし $[R_T] = \Omega$
 $[C_T] = F$

5. 応用回路への適用例

図18に、今回試作したスイッチング・レギュレータの定格時における各部動作波形、表4に使用した素子の定格一覧を、図16、図17および表3にその諸特性を示します。

この応用回路は、仕様を

入力電圧：AC 100 V (50または、60 Hz) $\pm 10\%$

出力電圧、電流：DC 5 V $\pm 5\%$, 10 A MAX.

使用周波数： $f = 100$ kHz

としたものですが、動作波形および諸特性より通常の電源として十分な性能が得られていることがわかります。

表3 試作スイッチング・レギュレータの性能

項目	条件	実測値
入力変動率 $\Delta V_{out}(\Delta V_{out}/V_{out})$	$V_{in} = 85 \sim 115$ V ($\Delta V_{in}/V_{in} = \pm 15\%$) $V_{out} = 5$ V $I_{out} = 10$ A	28 mV(0.56%)
負荷変動率 $\Delta V_{out}(\Delta V_{out}/V_{out})$	$I_{out} = 0 \sim 10$ A $V_{in} = 100$ V $V_{out} = 5$ V	56 mV(1.12%)
出力リップル電圧 V_{ripple}	$V_{in} = 100$ V $V_{out} = 5$ V $I_{out} = 10$ A	26.2 mV _{p-p}
効率 η	$V_{in} = 100$ V $V_{out} = 5$ V $I_{out} = 10$ A	74.4%

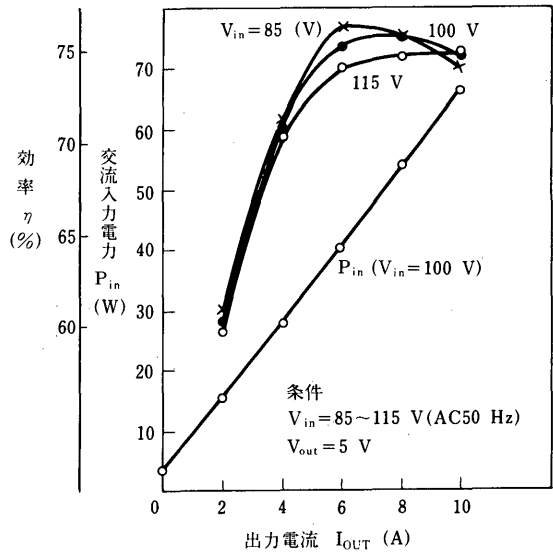


図16 効率—出力電流

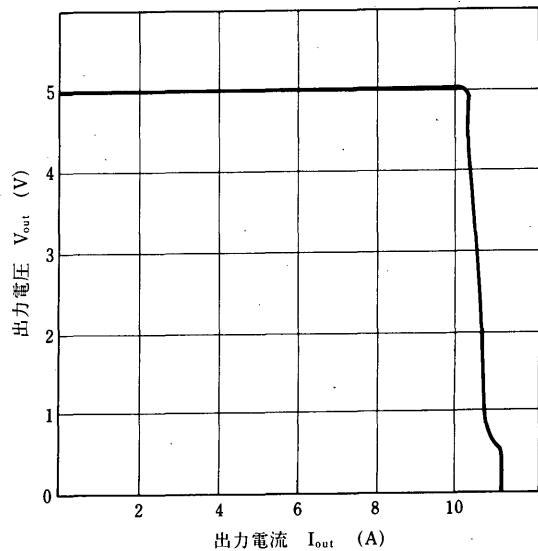


図17 出力電圧—電流特性

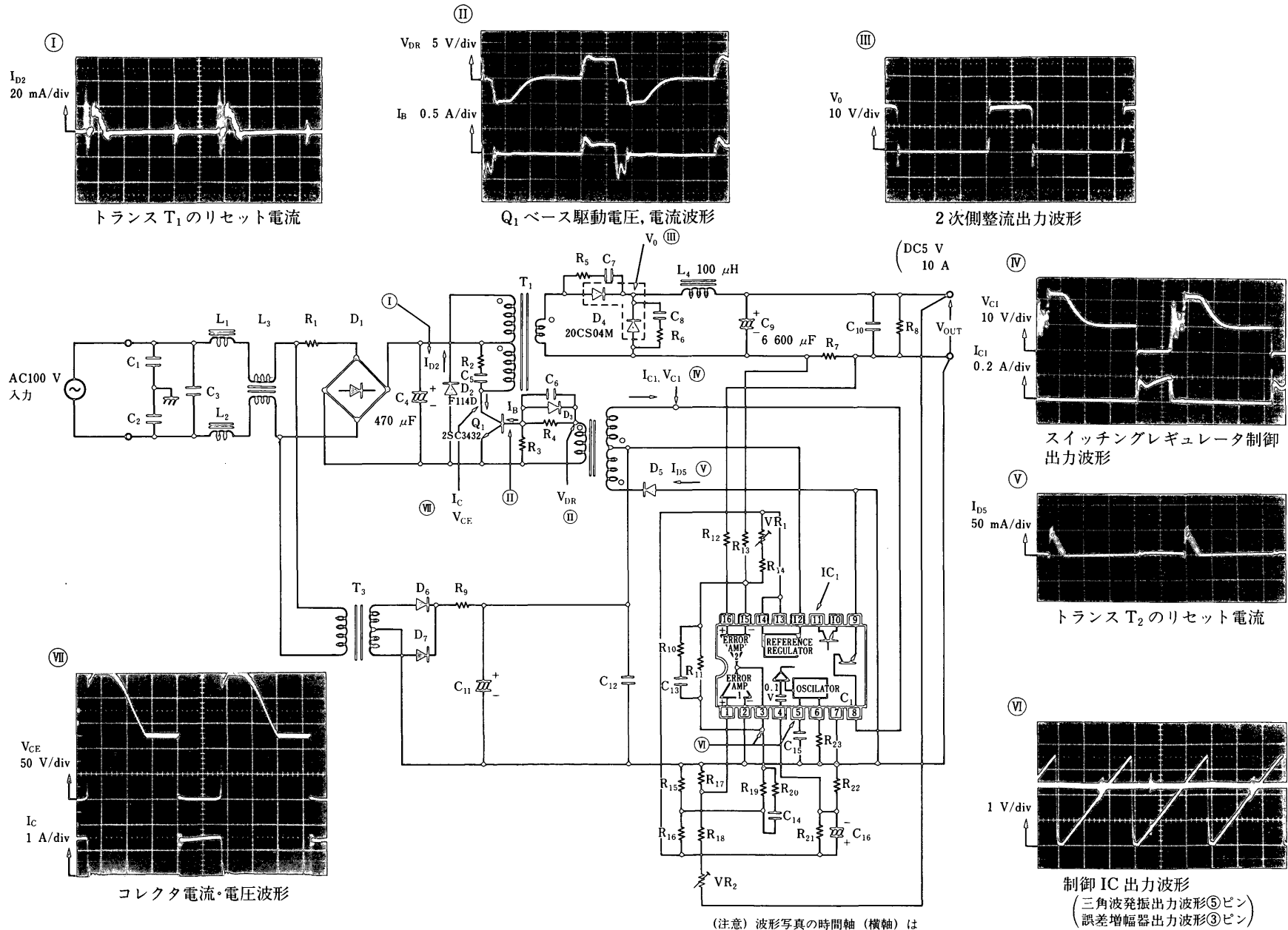


図18 試作スイッチング・レギュレータ各部動作波形

表4 応用回路に使用した素子の定格一覧

略号	品名	定格	略号	品名	定格
C ₁ , C ₂	セラミック・コンデンサ	200 pF, 3 kV	R ₁	セメント抵抗	1.5 Ω, 3 W
C ₃	"	1 000 pF, 3 kV	R ₂	ソリッド抵抗	680 Ω, 0.5 W
C ₄	Al電解コンデンサ	470 μF, 160 V	R ₃	炭素皮膜抵抗	30 Ω
C ₅	セラミック・コンデンサ	100 pF, 3 kV	R ₄	"	12 Ω, 0.5 W
C ₆	フィルム・コンデンサ	0.022 μF	R ₅ , R ₆	"	4.7 Ω × 2
C ₇ , C ₈	"	1 000 pF × 2	R ₇	マンガン線	5 mΩ
C ₉	Al電解コンデンサ	3 300 μF, 16 V × 2	R ₈	炭素皮膜抵抗	200 Ω, 0.5 W
C ₁₀	フィルム・コンデンサ	0.33 μF	R ₉	"	3 Ω
C ₁₁	Al電解コンデンサ	470 μF, 16 V	R ₁₀	"	3.3 kΩ
C ₁₂	フィルム・コンデンサ	0.033 μF	R ₁₁	"	100 kΩ
C ₁₃	"	0.22 μF	R ₁₂ , R ₁₃	"	100 Ω × 2
C ₁₄	"	0.22 μF	R ₁₄	"	6.8 kΩ
C ₁₅	セラミック・コンデンサ	470 pF	R ₁₅ , R ₁₆ , R ₁₇	金属皮膜抵抗	5 kΩ × 3
C ₁₆	Al電解コンデンサ	2.2 μF, 16 V	R ₁₈	"	4 kΩ
			R ₁₉	炭素皮膜抵抗	240 kΩ
D ₁	ダイオード・ブリッジ	S1VB40(400 V, 1 A)	R ₂₀	"	24 kΩ
D ₂	FRD	S1NK40H(400 V, 0.8 A)	R ₂₁	"	10 kΩ
D ₃	ダイオード	1S954	R ₂₂	"	150 Ω
D ₄	SBD(センター・タップ)	S25SC6M(60 V, 25 A)	R ₂₃	"	9.1 kΩ
D ₅ , D ₆ , D ₇	ダイオード	1S954 × 3			
			T ₁	出力トランス ^(注)	
IC ₁	Sw.Reg. コントロール	μPC494C	T ₂	ドライブ・トランス	
			T ₃	電源トランス	±11 VAC : 1 VA
L ₁ , L ₂ , L ₃	ライン・フィルタ				
			VR ₁	半固定抵抗	5 kΩ
L ₄	平滑用チョーク・コイル		VR ₂	"	2 kΩ
Q ₁	出力トランジスタ	2SC3432(400 V, 7 A, 高速SW)			

(注) コア形状 PQ20/20
 コア材質 H7C1
 巻線
 1次巻線 N_P=45
 2次巻線 N_S=7
 帰還巻線 N_B=45
 (TDK製)

本資料に掲載の応用回路および回路定数は、例示的に示したものであり、量産設計を対象とするものではありません。

〔メモ〕

- 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的所有権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意ください。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、【特別水準】およびお客様に品質保証プログラムを指定して頂く【特定水準】に分類しております。また、各品質水準は以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認の上ご使用願います。
 標準水準：コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
 特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、防災/防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器
 特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等
 当社製品のデータ・シート/データ・ブック等の資料で、特に品質水準の表示がない場合は標準水準製品であることを表します。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。
- この製品は耐放射線設計をしておりません。

M4 94.11

本製品は外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等（または役務）に該当しますので、日本国外に輸出する場合には、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。

- 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- この製品を使用したことにより、第三者の工業所有権等にかかわる問題が発生した場合、当社製品の構造製法に直接かかわるもの以外につきましては、当社はその責を負いませんのでご了承ください。

NEC 日本電気株式会社

本社	〒108 東京都港区芝五丁目33番1号(日本電気本社ビル)	
半導体第一、第二販売事業部	〒108 東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル)	東京 (03)456-6111
関西支社半導体販売部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号(日本電気関西ビル)	大阪 (06)945-3178 大阪 (06)945-3200
中部支社半導体販売部	〒460 名古屋市中区栄四丁目15番32号(日建住生ビル)	名古屋 (052)262-3611

北海道支社	札幌(011)231-0161	沖縄支社	那覇(0988)66-5611
東北支社	仙台(022)261-5511	宮城支社	仙台(048)641-1411
関東支社	東京(0196)51-4344	千葉支社	千葉(0425)26-0911
北陸支社	金沢(0249)23-5511	茨城支社	水戸(0472)27-5441
中部支社	名古屋(0246)21-5511	群馬支社	高崎(0542)55-2211
近畿支社	大阪(025)247-6101	栃木支社	宇都宮(0534)52-2711
中国支社	神戸(0292)26-1717	山梨支社	甲府(0762)23-1621
四国支社	高松(0298)23-6161	長野支社	長野(0764)31-8461
九州支社	福岡(045)324-5511	新潟支社	新潟(075)221-8511
	札幌(0273)26-1255	富山支社	富山(078)332-3311
	仙台(0276)46-4011	石川支社	金沢(082)247-4111
	東京(0286)21-2281	福井支社	福井(078)332-3311
	大阪(0285)24-5011	岐阜支社	岐阜(082)247-4111
	名古屋(0262)35-1444	山梨支社	山梨(082)247-4111
	福岡(0263)35-1666	長野支社	長野(089)45-4111
	福岡(0266)53-5350	新潟支社	新潟(092)271-7700
	福岡(0552)24-4141	富山支社	富山(093)541-2887

(技術お問い合わせ先)

半導体応用技術本部 第一応用システム技術部	〒108 東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル)	東京 (03)798-6105
半導体応用技術本部 第二応用システム技術部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号(日本電気関西ビル)	大阪 (06)945-3383
半導体応用技術本部	〒210 川崎市幸区塚越三丁目484番地(川崎技術センター)	川崎 (044)533-1111

インフォメーションセンター
FAX(044)548-7900
(24時間受付)