

基準電圧用フィルタ

改良型基準電圧用フィルタには、次のような利点があります。

- 高周波における出力インピーダンスが低く、高速A/Dコンバータなどの動的な負荷をドライブできます。
- 雑音のフィルタリング特性が改善されています。
- コンデンサのリーク誤差を除去することにより精度が改善されています。
- 大きい容量性負荷をドライブできます。

バー・ブラウンのREF102は、埋め込み型ツェナーをベースとした高精度10.0V基準電圧源です。他社のREF-10のようなバンドギャップをベースとした基準電圧源と比較した場合、REF102の方が安定性は高く、出力雑音は約1/5になっていますが、それでも1MHzの雑音帯域幅で約 $600\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ の出力雑音があります（他社のREF-10の出力雑音は1MHzで約 $3,000\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ です）。

REF102の経時安定性は、非常に優れています。この経時安定性の特性評価データを表で示します。デバイスは市販のものを使用し、この安定性テストの前にバーン・インやその他の安定化は行っていません。各グレードごとの経時安定性については、データシートに記述（標準値1,000時間）されていますので参照下さい。

基準電圧源の雑音は、出力にフィルタをかけることによって低減することができます。広帯域雑音は、減少した雑音帯域幅の平方根だけ低減されます。基準電圧源の出力にフィルタをかけて雑音帯域幅を100:1に（例えば1MHzから10kHzに）減少させると、雑音を10:1に（ $600\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ から $60\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ に）低減することができます。

図1に示す従来型の回路は、単一極のRCフィルタとバッファ・アンプを使用しています。この回路には、フィルタのコンデンサ C_1 のリーク電流が R_1 に流れてDC誤差が発生するという問題があります。また、温度によってリークが変化し、ドリフトが発生します。しばしば比較的小さいRC時定数が必要になるのは、大きい値のコンデンサでこの問題が起こりやすいことを示しています。

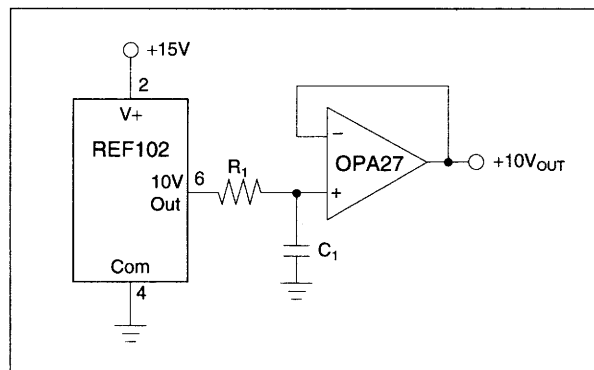


図1. 従来型フィルタを使用した基準電圧源

REF102CM +10.0V 基準電圧源の経時安定性

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = +15\text{V}$

ユニット	1時間～ 168時間の V_{out} の変化 [ppm]	1時間～ 1008時間の V_{out} の変化 [ppm]	1時間～ 2016時間の V_{out} の変化 [ppm]	1時間～ 3072時間の V_{out} の変化 [ppm]	1時間～ 5136時間の V_{out} の変化 [ppm]	1時間～ 14205時間の V_{out} の変化 [ppm]
1	6.8	5.5	7.1	4.7	8.2	11.7
2	5.1	1.0	1.2	-2.1	0.1	1.3
3	9.4	6.5	3.2	1.0	1.8	2.0
4	9.6	6.9	7.7	5.6	7.6	10.3
5	12.9	7.8	9.6	6.7	9.5	12.8
6	10.5	6.4	5.3	3.0	5.4	9.4
7	10.3	5.7	6.2	3.7	5.8	8.2
8	17.0	14.5	12.9	9.2	9.9	13.7
9	6.2	5.1	3.8	1.7	2.7	4.1
10	7.1	1.7	1.3	0.1	1.0	2.4
11	13.0	9.6	9.6	10.0	13.0	16.5
12	7.5	4.7	3.9	4.2	5.0	7.4
13	13.0	9.5	10.4	8.2	9.9	13.7
14	4.2	3.0	0.5	-0.3	4.2	2.8
15	7.3	4.3	2.6	1.8	4.1	3.9

従来型フィルタでは、バッファ・アンプによる雑音の増大も問題になります。バッファ・アンプの雑音は、バッファの全ユニティ・ゲイン・バンド幅で影響し、回路の出力雑音を増大させます。RCフィルタの出力の雑音がゼロの場合でも、バッファによる雑音の増大は多くのアプリケーションで問題になります。図2に示す改良型フィルタは、両方の問題を解決します。

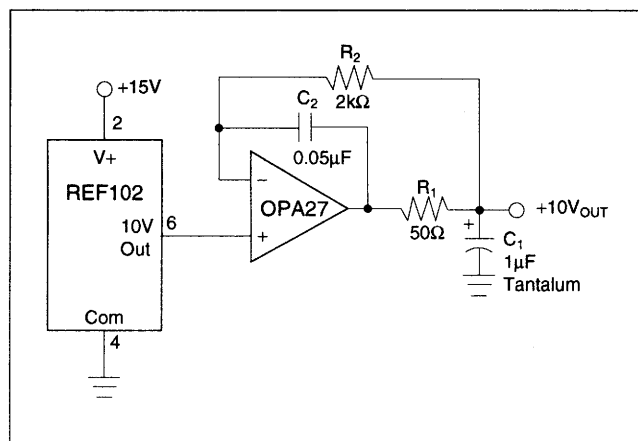


図2. 改良型フィルタを使用した基準電圧源

改良型フィルタでは、バッファ・アンプの出力にRCフィルタを接続します。基準電圧源の雑音は、 $f_{-3dB} = 2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C_1$ の単一極によってフィルタされます。 R_2 と C_2 のネットワークは、アンプのループの安定性を保証します。アンプの雑音ゲインのピークを最小限に抑えるため、 $R_2 \cdot C_2 = 2 \cdot R_1 \cdot C_1$ に設定します。バッファ・アンプのバイアス電流が R_2 に流れるため、 R_2 の値を十分に小さく保ち、オペアンプのバイアス電流雑音によるDC誤差および雑音を最小限に抑えるようにします。また、負荷電流が R_1 に流れ、その結果生じる電圧降下により、バッファ・アンプの出力振幅はそのぶん余分に必要となります。 R_1 の電圧降下を低く保ち（例えば全負荷で1V未満）、アンプの出力振幅が電源レールに接近して飽和することがないようにします。

バッファの出力にRCフィルタを接続すると、基準電圧源とバッファの両方の雑音がフィルタされます。フィルタがバッファ・アンプの帰還ループにあるため、 R_1 と作用する C_1 のリーク電流の誤差は、バッファ・アンプのループ・ゲインによって目立たないレベルまで低減されます。また、帰還によって改良型フィルタのDC出力インピーダンスは、ほぼゼロに維持されます。 C_2 にかかる電圧がほぼゼロであるため、 C_2 のリークは無視することができます。

高周波では、改良型フィルタの出力インピーダンスが C_1 のために低下します。 $1\mu F$ のコンデンサのリアクタンスは、 $1MHz$ で 0.16Ω です。A/Dコンバータの基準電圧入力へ使用する場合は、できるだけ基準電圧の入力ピンの近くに C_1 を接続します。

改良型フィルタは、安定性の問題なしに大きい容量性負荷をドライブすることができます。 $(C_{LOAD} + C_1) \cdot R_1 < 0.5 \cdot R_2 \cdot C_2$ に維持して下さい。

改良型フィルタには1つだけ注意すべき点があります。出力インピーダンスが高周波とDCで低く、中間周波数帯域にピークがあることです。これは、 R_2 および C_2 ネットワークによりループ・ゲインが減少するためです。出力インピーダンスのピーク値は約 $0.7 \cdot R_1$ で、これはフィルタの極周波数付近にあります。中間周波数帯域の出力インピーダンスをこれより低くする必要がある場合は、 R_1 を小さく、 C_1 を大きくして適宜調整して下さい。但し、過度な補正はバッファ・アンプを発振させる恐れがあり、注意を要します。

このアプリケーションノートに記載されている情報は、信頼し得るものと考えておりますが、不正確な情報や記載漏れ等に関して弊社は責任を負うものではありません。情報の使用について弊社は責任を負えませんので、各ユーザーの責任において御使用下さい。価格や仕様は予告なしに変更される場合がありますのでご了承下さい。ここに記載されているいかなる回路についても工業所有権その他の権利またはその実施権を付与したり許諾したりするものではありません。弊社は弊社製品を生命維持に関する機器またはシステムに使用することを承認しまたは保証するものではありません。

日本バー・ブラウン株式会社

本社 〒222 横浜市港北区新横浜2-3-12 新横浜スクエアビル
大阪営業所 〒532 大阪市淀川区西中島6-1-1 新大阪プライムタワー
名古屋営業所 〒465 名古屋市中東区本郷2-175 サニーホワイト藤

☎045-476-7870
☎06-305-3287
☎052-775-6761

ホットラインFAX

本社 FAX.0120-068801

大阪 FAX.0120-068805