

低雑音な電源

木下@木下電機

低雑音な直流電源の要求があったのをきっかけに、実的にどこまで低雑音にできるのか？というのを検討してみました。

直流電源回路は大きく分けて3つの部分(リファレンス、バッファ、フィルタ)から構成されていてそれぞれ出力ノイズに影響を与える帯域が違います。

- ・リファレンスは kHour レベルのロングタームから 1/f 領域

- ・バッファはだいたい可聴帯域

それ以上の帯域は主に

- ・出力フィルタの C 分

が受け持っています。

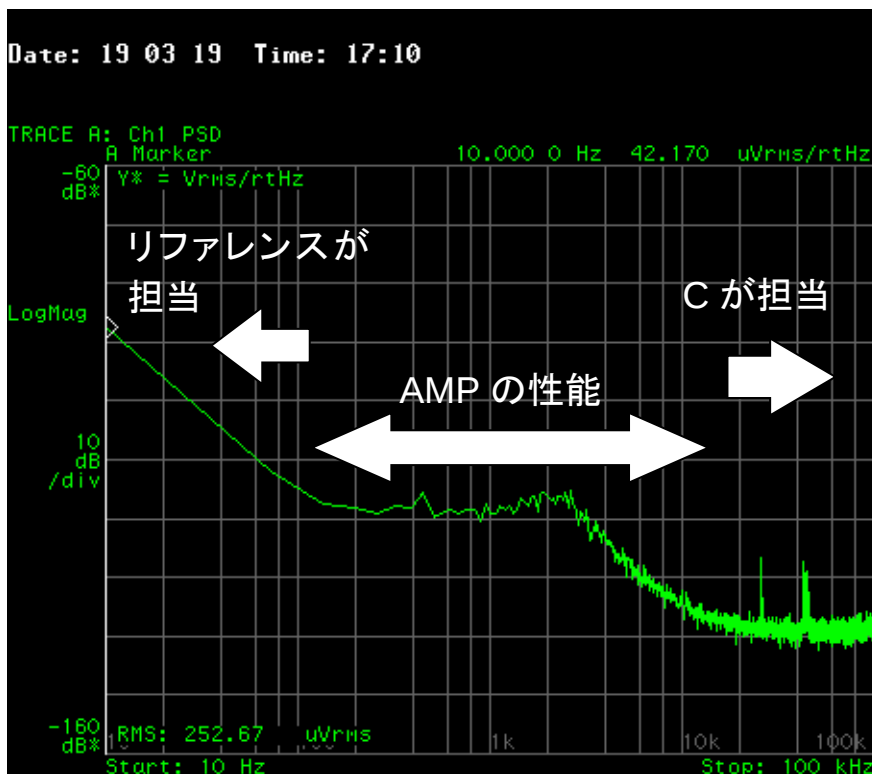


図1 直流電源の出力ノイズ例(AMP で+40dB している)

リファレンスの担当帯域は有効な LPF が構成できないので、リファレンスの裸の性能が重要になります。なるべく電圧の高いものを使ったり直並列でノイズを低減する工夫が必要です。

AMP の担当帯域は入力換算雑音の小さいものを使う。また上側帯域のゲインを制限して使うと良いようです、AMP ではゲインを持たせないでリファレンス電圧を上げるのも有効です。

この帯域ではリファレンス出力に LPF が効くので、リファレンス自体のノイズレベルはそんなに問題になりません。

C、コンデンサの担当は 10kHz ぐらいから効きはじめる(100 μ F だと $X_c=0.16 \Omega$ @10kHz) 1MHz ぐらいまでは簡単に効きます。

そこから先の帯域は負荷、電源間の伝送路のほうが問題ですね。

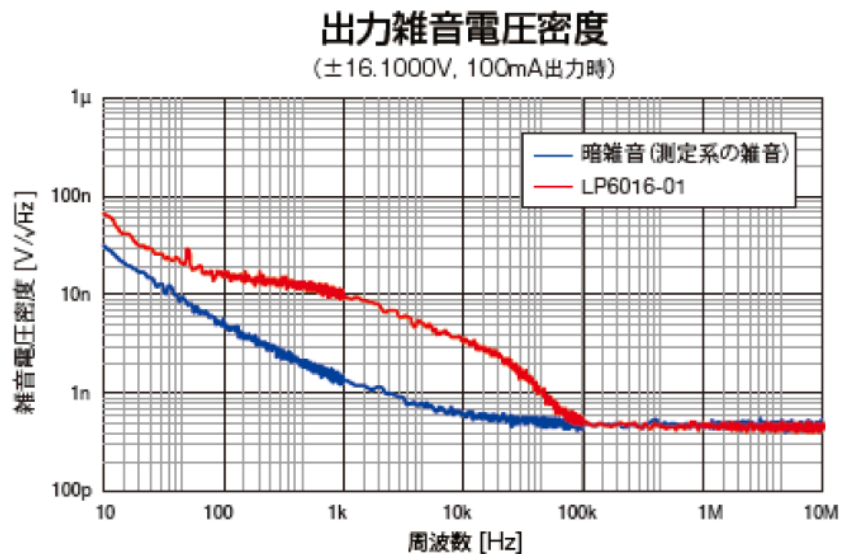


図2 NFさんの精密超低雑音直流電源 LP6016-01 カタログから抜粋と、そのあたりを対策してゆくとこれぐらいのものはどうにかなりそうです。

やはり難しいのは 10Hz 以下で、ここはリファレンスを選ぶしかないようです。

LISA 重力波望遠鏡では 1Hz 以下の帯域が問題で実際にデータを取得してリファレンスを選んでいるとのこと。

<https://www.researchgate.net/publication/230968224>

Recent LISA studies at the University of Colorado から抜粋

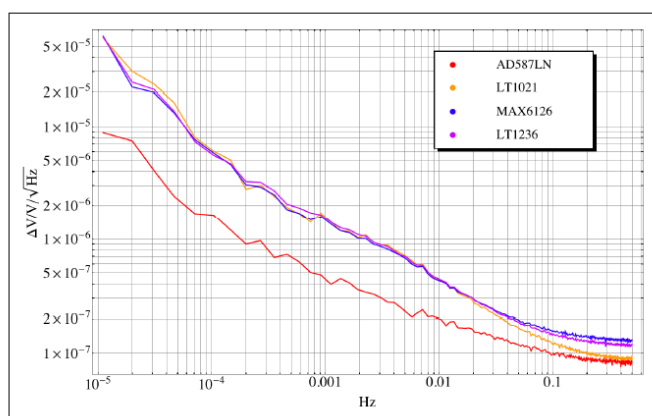


Figure 5. Typical noise spectrum of the AD587LN (lower line), LT1021, MAX6126, and LT1236 voltage references. The vertical axis is fractional noise level per rtHz.