

DESIGN SHOWCASE

バッテリーインピーダンスを測定する シンプルな回路

図1の回路では、バッテリーの両端に印加したAC電圧及びその結果バッテリーに流れるAC電流の比としてバッテリーインピーダンスを測定できます。バッテリーの仕様で電圧及び容量能力以外のパラメータが指定されていることはまれですが、この内部インピーダンスは重要です。例えば、ニッケルカドミウム(NiCd)電池を使用すると、カメラのフラッシュのリサイクルはインピーダンスが高いアルカリ電池に比べて2倍速くなります。

AC電圧をそれよりも10倍大きな負DC電圧に(V_{FG})で重畳させることにより、ファンクションジェネレータによってQ1に引き出されるバッテリー電流を測定します。ジェネレータの電圧によりオペアンプ出力がハイになり、Q1がターンオンされます。このようにして、バッテリー電流がハイサイド電流検出アンプIC1を流れるようになります。IC1の出力電流(ピン8)は、このバッテリー電流の1/2000になります。

以上のように、IC1、IC2及びQ1は、オペアンプがR3の左端を強制的に仮想グランドにするようなループを形成します。オペアンプのオフセットが非常に低い(10 μ V max)、高精度が保証されます。この仮想グランド状態によって、分圧器(R5及びR3||R4)及びファンクションジェネレータにより、R3の両端の

電圧が測定できます。次式は、こうした結果、R3に流れる電流です。

式1:

$$i_{R3} = \frac{R3 \parallel R4}{R3 \parallel R4 + R5} \times \frac{V_{FG}}{R3}$$

抵抗値を代入し、バッテリー電流が i_{R3} の2000倍であることを考慮すると次式が得られます。

式2:

$$i_{BATTERY} = - \frac{V_{FG}}{5}$$

測定するには、まずジェネレータのAC電圧をDC成分の約10%に設定します。式2でバッテリーに流れるAC電流(i_B)が与えられます。AC電圧計を使用して、バッテリーの両端のAC電圧(v_B)を測定し、平均セルインピーダンスを $v_B / (Ni_B)$ として計算できます。ここでNは、セル数です。この回路は、3V以上のバッテリー電圧で容易に使用できます。

R3/R4/R5ネットワークをテブナン等価回路で置き換えることはできませんが、そうすると V_{FG} は小さくなります。R3の抵抗値を大きくすると V_{FG} の大きさを回復することができますが、ループ利得が大きくな

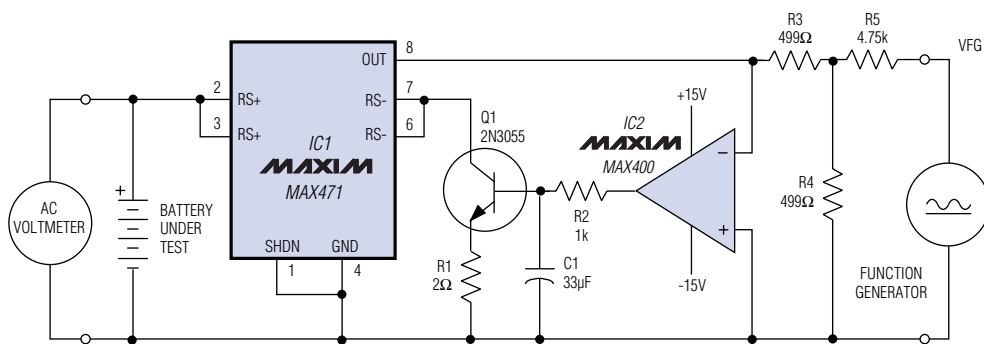


図1. この回路は、据置電源、ファンクションジェネレータ及びAC電圧計を使用して様々な負荷におけるバッテリーインピーダンスを測定します。

DESIGN SHOWCASE

るため、不安定になる恐れがあります。R2/C1は図の構成の周波数補償ネットワークです。

ピークバッテリー電流及び最低バッテリー電圧の条件において、簡単な電圧電流コンバータ(Q1/R1)がQ1を飽和させないようにしてください。V-Iトランスコンダクタンス(R1で設定)がIC1のスケーリング係数(1/2000)及びIC1の信号出力(ピン8)から見たインピーダンスと複合してループ利得に影響します。図の抵抗値を使用した場合、推奨周波数(約100Hz)では殆どのAC電圧計が極めて正確に作動します。

表1に充電されたばかりのNiCd及びアルカリバッテリーをこの回路で測定した結果を示します。

ニカド電池のインピーダンスはアルカリ電池の約3分の1ですが、アルカリ電池は一般にニカド電池の2倍の容量を備えています。この回路はバッテリーの端子電圧に関係なく、既知の固定AC電流を印加します。このため、この回路にシンプルなデータロガーを付けることによって、バッテリーの全寿命にわたってインピーダンスを監視できます。バッテリー電流はサーボ制御であることから、インピーダンスの測定値は極めて小さいものの、回路の配線や接続には比較的影響されません。但し、ACバッテリー電圧はセル同士及びセルとバッテリーホルダ間の接続の質を測る尺度になります。

表1. 充電されたばかりのニカド及びアルカリ電池をMAX471で測定した結果

バッテリータイプ	セル数	バッテリー電流		バッテリー電圧 (mVp-p)	セル当たりの インピーダンス (Ω)
		dc (A)	ac (mA _{p-p})		
ニカド単三	4	0.4	40	19.8 (7mVRMS)	0.124
アルカリ単三	4	0.4	40	50.9 (18mVRMS)	0.318