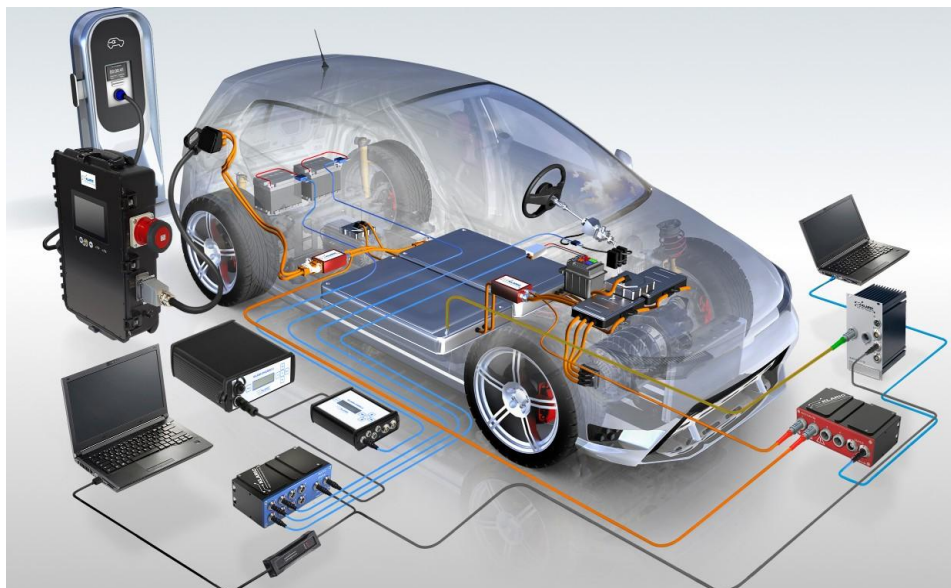


電気コンポーネントの高精度電流計測

自動車の電動化に伴い、電気コンポーネントが増加しています。また、燃費(電費)の改善が求められている中、電気コンポーネントの動作電流と待機電流を高精度に計測する需要が増えてきています。

自動車の電気コンポーネントの電流値計測については、動作電流と待機電流の値が桁違いに異なることが計測を難しくしています。電気コンポーネントの動作ピーク電流が数 A であり、待機電流が数 mA と 1000 倍の違いを計測しなければなりません。特に自動車のコールドスタート前後の電流の挙動を計測しようとする、どうしても動作電流のレンジに合わせた電流計測のセッティングを余儀なくされます。この場合、微小な待機電流の計測値の計測誤差が計測レンジの大きさに応じて相対的に大きくなり、高精密計測が難しくなります。そして電気コンポーネントの待機電流は電費に影響するので、高精度な計測が求められています。低レンジの電流計と高レンジの電流計を同時に計測ラインに繋いで計測するやり方もありますが、低レンジの電流計が、高レンジの電流が流れたときにダメージを受ける可能性があり、通常は待機電流を計測した後、低レンジの電流計を高レンジの電流計に入れ替えて、コールドスタートの電流を計測するという手間のかかる計測を行っています。また、動作電流に大きく幅のあるバッテリーの電流計測については、電流値がゼロに近づくにしたがって、計測精度が劣化していく問題があります。特に充放電を繰り返す一次電池においては、常にゼロ A のラインを行き来する回生電流を計測する際、低レンジの電流の計測精度の劣化が問題になります。

つまり、特に自動車の電気コンポーネントの電流計測については、広いレンジアビリティと低レンジの電流においてできる限りの高精度計測が求められます。更に、一次電池の高電圧化が進み、高電圧下での安全な電流計測が求められます。



解決したい課題

- 1) 電流計測においての広いレンジアビリティ
- 2) 低レンジの電流における、高分解能・高精度
- 3) 高電圧下での安全な計測

KLARIC 社は電圧・電流計測技術をコア技術としており、このような課題に対応するために、様々なツールを開発し、自動車の電動化開発及び品質管理を最適化し、開発サイクルの短縮を目標にしております。

解決策

1) 電流計測においての広いレンジアビリティ

Klaric 社の計測モジュールの電流計測はシャント抵抗計測が基本です。したがって、計測ラインに直列に高精度シャント抵抗機を挿入し、その両端の電圧を計測します。

計測モジュールには、16 bit (パリティビット 1bit 含む)の A/D が内蔵されており、計測レンジを 32,768 分割します。A/D の入力回路の前段にはゲイン切り換え回路を設けており、A/D への入力信号を 1 倍から 100 倍まで 5 段階で切り替えることができます。更に、信号値の大きさに応じて、ゲイン切り換えは自動で行います。(切り換え速度 8kHz, 125μsec)

この自動切り替え機能により、より小さなシャント抵抗でより大きなレンジの電流を計測することができます。レンジアビリティが極めて高い能力を持ちます。

2) 低レンジの電流における高分解能・高精度計測

Klaric の計測モジュールは前述のとおり、A/D の入力レンジを自動で切り替える為、低レンジの信号において、A/D の分解能を最大限に活用するようなレンジに切り替えるので、高分解能・高精度での計測を実現します。レンジの切り替え速度は、計測モジュールが持つ最大サンプリングレートとなります。すなわち 8kHz(125μsec)で、計測値を参照してレンジ切り替えを行い、計測値として出力します。したがって、ユーザーはレンジ切り替えの際の面倒な換算は必要なく、連続した計測値として取り扱うことができます。この機能により、シームレスな計測値が得られ、かつ低レンジの高分解能を確保する事ができます。

計測精度については、 $\pm 0.1\%$ Reading $\pm 3\text{bit}$ となるので、低レンジの信号でも劣化しません。

3) 高電圧下での安全な計測

計測モジュール

KLARIC 社は、高電圧システムに特化した、計測モジュールを開発しています。実車両で使うために、小型・軽量で耐環境性に優れた堅牢な筐体を備えています。計測については、電圧、電流、温度（熱電対）に対応しており、各チャンネルにおいて高電圧計測に必要な 1500V のガルバニック絶縁が施されています。この絶縁性能により、高電圧コンポーネントのハイサイドにおいても、安全に計測ができます。



ブレイクアウトボックス

シャント抵抗を計測ラインに設置することは安全対策を含め課題となっています。KLARIC 社では、この課題を解決するため、車両の高電圧コネクタにシャント抵抗及び、高電圧分圧回路を内蔵させ、信号を検出する手法を採用しています。

右写真のように、計測対象の高電圧コネクタに、信号検出のブレイクアウトボックスを繋げ、ボックス内にシャント抵抗と分圧回路を内蔵しています。高電圧コネクタは耐圧、絶縁が確認された市販の物、あるいは、特注のコネクタであれば、車両が採用しているコネクタを支給して頂くことにより、ブレイクアウトボックスを製作することができ、車両へ直接接続することができます。ブレイクアウトボックスにより、高電圧機器のケーブルを右下の写真のように、コネクタごとブレイクアウトボックスに交換するだけで、ラインへの接続が安全かつ迅速に行えます。



ブレイクアウトボックスについては様々なタイプを用意しており、計測仕様に合わせて選ぶことができます。更に、内蔵されているシャント抵抗値やその校正値の情報を格納したチップが内蔵されており、計測モジュール側でデータを読み込むことにより、自動でプローブの認識を行い、計測レンジ

設定を自動で行います。この機能により、計測した電気信号のレンジを間違えることはありません。設定ミスの様なヒューマンエラーを最小限に抑えます。

Klaric の電流計測精度

前述のように、計測信号に応じた最適レンジでの計測を行うことにより、以下の例のような高精度計測を実現しています。

計測モジュールの計測精度： $\pm 0.1\% \text{Reading} \pm 3\text{bit}$

A/D 入力レンジ： $\pm 9\text{mV}$, $\pm 27\text{mV}$, $\pm 42\text{mV}$, $\pm 210\text{mV}$, $+1050/-240\text{mV}$

各レンジ分解能： $0.3\mu\text{V}$, $0.9\mu\text{V}$, $1.4\mu\text{V}$, $7\mu\text{V}$, $35\mu\text{V}$

最大 10A の電流を $100\text{m}\Omega$ のシャント抵抗で計測する場合の精度は以下のようになります。

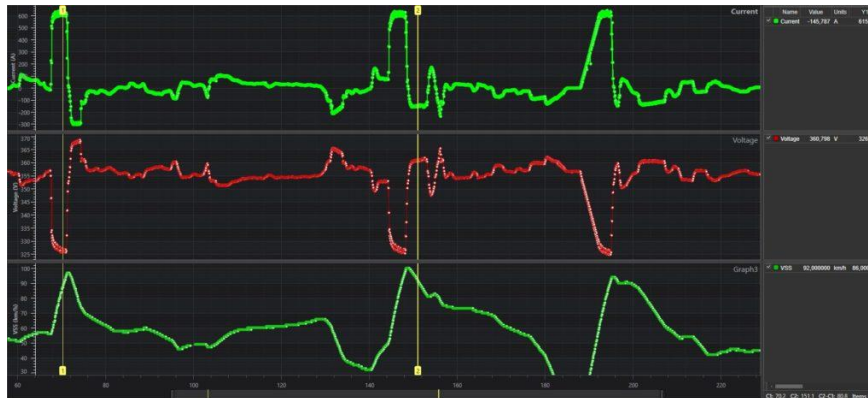
計測電流 I (A, mA)	計測レンジ (自動で切替)	計測誤差 (mA)	電流値に対する 精度(%)	計測レンジ10Aに 対する精度(%)
10A	10.5A	10.9613	0.110%	0.1096130%
2.1A	2.1A	2.2923	0.109%	0.0229226%
0.42A	0.42A	0.4585	0.109%	0.0045845%
0.27A	0.27A	0.2947	0.109%	0.0029472%
0.09A	0.09A	0.0982	0.109%	0.0009824%
10mA	90mA	0.0182	0.182%	0.0001824%
1mA	90mA	0.0092	0.924%	0.0000924%

上表が示すように、10A の計測レンジで換算した場合、計測値が小さくなるほど計測精度が驚異的に向上します。

実計測例

電気自動車のバッテリーからインバーターヘラインの電圧、電流をブレイクアウトボックスで検出し計測モジュールで計測し、CAN bus に出力し、車両の OBDII インターフェースから CAN 信号を取り出し、市販の CAN ロガーで、電圧・電流・車速を取得した例です。

下のグラフにおいて、上の波形がバッテリー電流、中間の波形がバッテリー電圧、下の波形が車速の変化グラフ



です。車両が加速している場合は、電流値が高く、電圧値が低く（約 320V）、減速しているときは電流値がマイナス（充電）になっており、電圧が高く（約 370V）になっており、バッテリーが回生充電されている様子が見られます。

バッテリーの動作電圧はピーク値より 320V～370V で制御されており、電流は約-300A～+600A で制御されていることも観察できます。このデータからは、高電圧システムの効率や車速による、バッテリーの充放電の状況などが解析できます。

結論

自動車の電気コンポーネント計測において、直接燃費（電費）にかかわる、電流計測は極めて重要です。特に電気コンポーネントの電流計測に求められるレンジは広く、微小な電流から、大きな動作電流まで同時に高精度で計測する手段が難しいのが現状です。Klaric の計測モジュールのオートレンジ機能により、この問題に対して、効率的・効果的に対処できます。

推奨装置類

- [HV Measurement Modules - Klaric](#)
- [HV Breakout Boxes - Klaric](#)

お気軽にお問い合わせください。

ATI Worldwide LLC

sales_jp@accuratetechnologies.com



問い合わせ先

ATI Japan

〒102-0083 東京都千代田区麹町6-2-6

PMO麹町 204

Email: sales_jp@accuratetechnologies.com

TEL: 050-7103-6646 FAX: 03-4363-7100