

温度計測用交流ブリッジにおける校正方法の検討

小池 真利子（日本電気計器検定所 標準部）

1. はじめに

温度計測用交流ブリッジ（以下、交流ブリッジという）は、温度計測の分野において、抵抗温度計の抵抗値 R_t と標準抵抗器の抵抗値 R_s の比 R_t/R_s を測定するために使用される。一般的に用いられている交流ブリッジの測定周波数は、電源周波数に依存しており、電源周波数の 3/2 倍の周波数（西日本では 90 Hz、東日本では 75 Hz）であるもの及び電源周波数の 3/2 倍の周波数または 1/2 倍の周波数（西日本では 30 Hz、東日本では 25 Hz）を選択するものが多い。

日本電気計器検定所では、産業界に交流ブリッジの校正サービスを供給しているが、校正を行う周波数は基本的には 75 Hz 及び 90 Hz である。

本研究では、交流ブリッジの校正における標準である交流電圧比の周波数を新たに拡張し、25 Hz 及び 30 Hz における校正を可能とした。また、今回改めて不確かさを見積もったところ、拡張不確かさ ($k=2$) は、既存の校正周波数 75 Hz 及び 90 Hz において 0.7×10^{-6} 、今回拡張した 25 Hz において 3.2×10^{-6} 、30 Hz において 2.5×10^{-6} であった。本稿ではこれらの概要を紹介する。

2. 交流ブリッジのトレーサビリティ体系

交流ブリッジは接続された 2 つの抵抗 R_t 及び R_s の比 R_t/R_s を自動測定し、表示する装置である。具体的には、直列に接続された R_t 及び R_s に交流電流を印加し、それぞれの抵抗で生じる電圧 V_t 及び V_s の比 V_t/V_s をブリッジ回路により測定している。このように、交流ブリッジが測定する抵抗比は交

流電圧比に帰着するため、交流ブリッジの校正は、交流電圧比の標準器である誘導分圧器（以下、IVD という）を用いて行われる。したがって、交流ブリッジの校正には、対象となる周波数での IVD の交流電圧比が定まっている必要がある。

図 1 に交流ブリッジのトレーサビリティ体系を示す。当所では、特定二次標準器である IVD 及び IVD 校正システムを保有しており、産業技術総合研究所より特定二次標準器の IVD に周波数 1 kHz、入力電圧 10 V における交流電圧比（入力電圧に対する出力電圧の比）の供給を受けている。その供給された値を基に、JEMIC の IVD 校正システムにおいて IVD の自己校正⁽¹⁾を行うことにより、異なる周波数及び入力電圧における IVD の交流電圧比を定めている。

本稿では、これまでの 75 Hz 及び 90 Hz に加えて、新たに 25 Hz 及び 30 Hz においても自己校正を行い、25 Hz 及び 30 Hz における IVD の交流電圧比を定め、その比を基に交流ブリッジの 25 Hz 及び 30 Hz での校正を行うこととした。

3. 誘導分圧器の自己校正

自己校正は IVD の比を評価する手法の一つであり、対象となる周波数において自己校正を行うことにより、IVD の周波数の変化に対する比の変動を知ることができる。

図 2 に IVD の校正システム、図 3 に自己校正の概略図を示す。自己校正はブートストラップ法により行った⁽¹⁾。ブートストラップ法の手順は、まず、guard divider の出力 $n/10$ ($n=0, 1, \dots, 10$) を接地し、IVD の $n/10$ の出力と 10 : 1 の reference

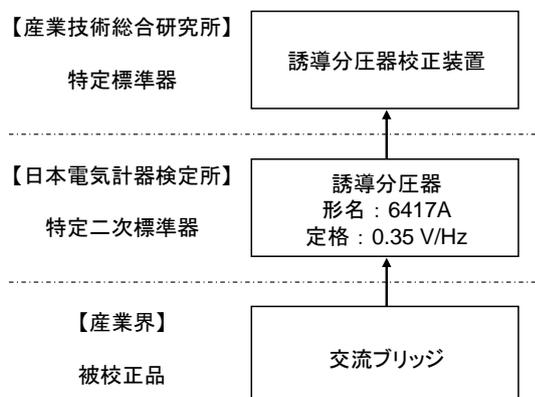


図1 交流ブリッジのトレーサビリティ体系



図2 IVD校正システム

た。今後、校正業務開始に向けた準備を行う予定である。

参考文献

- (1) J. J. Hill and T. A. Deacon: "Voltage-ratio measurement with a precision of parts in 10^9 and performance of inductive voltage dividers", IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 17, Issue 4, pp.269-278(1968).
(2019年5月7日受付)

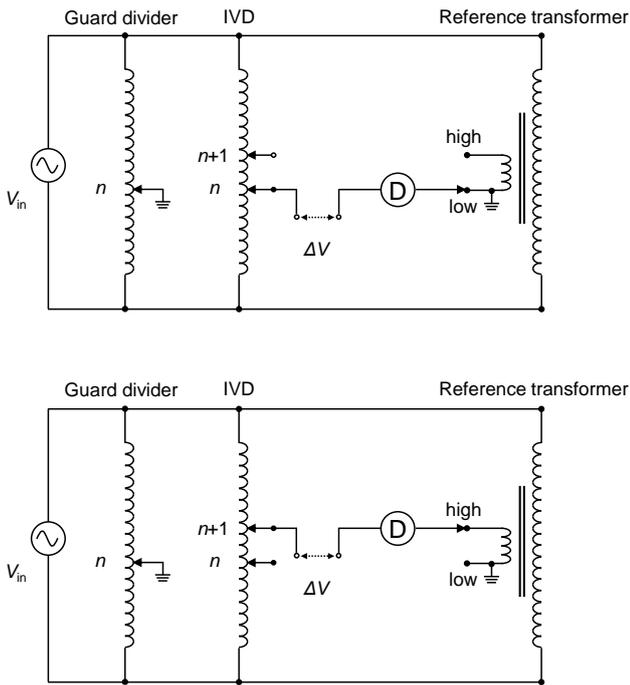


図3 自己校正の概略図

transformer の出力の low 側の電位差を測定する (図3 上図)。続いて、guard divider の接地電位は変更せず、IVD の(n+1)/10 の出力と reference transformer の出力の high 側の電位差を測定する (図3 下図)。これらの測定を各 n について行い、各 tap における比を算出する。

図4に自己校正によって得られたIVDの公称比からの偏差の実数部の周波数依存性の測定結果を示す。周波数1kHzから25Hzにおける変動は、最大で 2×10^{-6} 程度であった。

自己校正により得た、1kHzから対象周波数(25Hz, 30Hz, 75Hz, 90Hz)における交流電圧比の偏差分を、産業技術総合研究所より供給される1kHzの交流電圧比に加算し、その周波数におけるIVDの交流電圧比とした。

4. 不確かさの見積もり

前項で得られたIVDの比を基準として、交流ブリッジは校正される。不確かさの要因としては、標準器であるIVDの校正値の不確かさ、自己校正の不確かさ、被校正品である交流ブリッジの分解能及び測定時のばらつきに伴う不確かさが挙げられる。これらの要因を基に、交流ブリッジの校正の不確かさを見積もったところ、拡張不確かさ($k=2$)は既存の校正周波数75Hz及び90Hzにおいて 0.7×10^{-6} 、今回拡張した25Hzにおいて 3.2×10^{-6} 、30Hzにおいて 2.5×10^{-6} であった。

5. まとめ

本研究では、IVDの自己校正により交流電圧比の周波数を新たに拡張し、25Hz及び30Hzにおいて交流ブリッジの校正が可能となった。さらに、不確かさを改めて見積もつ