

#17

AD590及びLM335 センサーの校正

APPLICATION NOTE

AD590 & LM335 センサーの校正

序章

AD590は、定電流源として機能する線形温度センサーです。有用な範囲 (-50°C ~ +150°C) にわたって絶対温度に直接比例する電流「I」を生成します。この公称値は次のように表現できます。

$$I = 1\mu\text{A}/\text{K}$$

ここで、IはAD590によって生成される公称電流、「K」はケルビン単位の温度です。温度コントローラーは「I」を使用して、次の式で公称温度「T_n」を決定します。

$$T_n = (I / (1\mu\text{A}/\text{K})) - 273.15$$

* T_n is in °C.

LM335は、定電圧源として機能する線形熱センサーです。有用な範囲 (-40°C ~ +100°C) にわたって絶対温度に直接比例する電圧「V」を生成します。この公称値は次のように表現できます。

$$V = 10\text{mV}/\text{K}$$

ここで、「V」はLM335によって生成される公称電圧、「K」はケルビン単位の温度です。

温度コントローラーは「V」を使用して、次の式で公称温度「T_n」を決定します。

$$T_n = (V / (10\text{mV}/\text{K})) - 273.15$$

* T_n is in °C.

AD 590 LM 335リニア熱センサーは、ILX温度コントローラーのいくつかの異なるモデルで使用できます。これらのモデルには、LDC-3900、LDC-3700Bシリーズ、LDT-5525、最近ではLDT-5948およびLDT-5980が含まれます。

これらのコントローラーは、Analog Devices AD590やNational Semiconductor LM335などの線形温度検出デバイスのキャリブレーションに2つの定数 (C1およびC2) を使用します。C1は線形またはゼロオフセット値として使用され、C2はスロープまたはゲイン調整として使用されます。したがって、適切なセンサーが選択されている場合、C1を公称値0に設定し、C2を公称値1に設定する必要があります (5948および5980を除くすべての機器に対して)。

リニアセンサーデバイスを校正するには、正確に既知の安定した温度でセンサーを動作させる必要があります。たとえば、温度が安定するまでセンサーを氷水に入れた場合、センサーは0°Cで校正されます。非常に正確な温度プローブ、温度計、環境チャンバーなどを使用して、キャリブレーション用の既知の温度を決定することもできます。

このアプリケーションノートには、これらのリニアセンサーデバイスの1点および2点校正方法が含まれています。これらの方法は、どちらのタイプのデバイスでも機能します。LDT-5948および5980で使用するためのセンサー校正手順については、このノートの最後で説明します。

AD590 センサー校正

表示される温度「 T_d 」は、最初に次のように調整されます。

$$T_d = C1 + (C2 * T_n)$$

ここで、 $C1$ と $C2$ はAD590に保存されている定数です。

AD590の測定値は、工場では $C2 = 1$ および $C1 = 0$ （公称値）で校正されています。

AD590のグレードの公差は異なりますが、通常、これは $C1$ または $C2$ を調整しない場合、定格動作範囲で温度精度が $\pm 1^\circ\text{C}$ であることを意味します。

$C1$ と $C2$ が校正されている場合、温度精度は定格動作範囲で $\pm 0.2^\circ\text{C}$ です。

ただし、AD590は完全に線形ではなく、 $C1$ が正確にわかっている場合でも、デバイスに関連する非線形絶対温度誤差があります。この非直線性をアナログデバイスの仕様から転載した図1に示します。ここでは、 $C1$ に関連するエラーはゼロであると想定されています。

0.8°C の最大絶対誤差が許容可能な場合（温度範囲全体にわたって）、 $C1$ の1点校正を使用する必要があります。

$C1$ が 25°C で校正され、意図された動作範囲が $0 \sim 50^\circ\text{C}$ である場合、その動作範囲で約 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ の最大誤差が予想されます。

より高い精度が必要な場合は、 $C1$ と $C2$ を決定する2点法を使用する必要があります。ただし、絶対誤差曲線は非線形であるため、定数 $C2$ は温度範囲によって異なります。

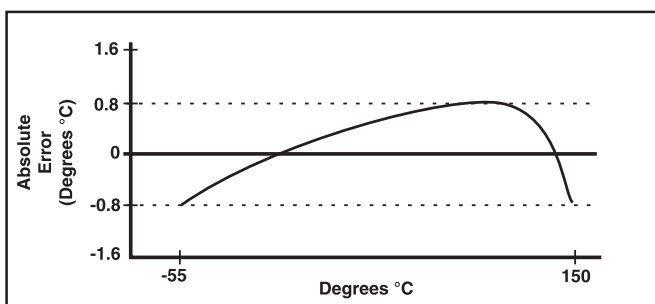


Figure 1. AD590 nonlinearity.

LM335 センサー校正

表示される温度「 T_d 」は、最初に次のように調整されます。

$$T_d = C1 + (C2 * T_n)$$

ここで、 $C1$ と $C2$ はLM335に保存されている定数です。

LM335の測定値が校正され、 $C1$ と $C2$ が校正されていない場合、温度精度は通常、定格動作範囲で $\pm 0.5^\circ\text{C}$ です。

$C1$ と $C2$ を校正すると、温度精度は通常、定格動作範囲で $\pm 0.2^\circ\text{C}$ です。 $C1$ と $C2$ の2点校正により、狭い温度範囲で温度精度が改善される場合があります。

ただし、AD590の場合と同様に、LM335も完全に線形ではなく、 $C1$ が正確に既知（および未校正の $C2$ ）でも、デバイスに関連する非線形絶対温度誤差があります。この非直線性による誤差は通常 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ であり、 $C1$ に関連する誤差はゼロとみなされます。

$\pm 0.5^\circ\text{C}$ の最大絶対誤差が許容できる場合、 $C1$ または $C2$ のキャリブレーションは不要です。 $C1 = 0$ 、 $C2 = 1$ に設定するだけです。

$\pm 0.3^\circ\text{C}$ の最大絶対誤差が許容できる場合、 $C1$ の1点校正を使用する必要があります。より高い精度が必要な場合、 $C1$ と $C2$ を決定する2点法を使用する必要があります。

ただし、定数 $C2$ に関連する絶対誤差は、温度範囲によって異なる場合があります。

LDC-3700、LDC-3900、およびLDT-5525温度コントローラーを使用したAD-590およびLM-335の校正。

1点校正方法

この手順は、任意の線形温度センサーで機能します。

これらの機器では、この手順の精度は、外部で測定された既知の温度の精度に依存します。デバイスのゼロオフセットを決定するために使用され、ゲインオフセット（勾配）が既知であり、正しいと仮定します。

1. 温度コントローラーを少なくとも1時間ウォームアップします。
目的のセンサータイプのセンサー選択スイッチを設定し、キャリブレーションする特定のデバイスの定数を呼び出します。次に、コントローラーを一定温度モードに設定します。
2. C1パラメーターを選択します。
C1の値を読み取り記録します。
3. センサーを正確に既知の安定した温度「Ta」に固定します。センサーを温度コントローラーの15ピンD-subコネクターのピン7および8に接続します。
機器を既知の温度「Ta」で安定させ、表示温度「Td」を読み取ります。

$$C1_n = C1 + Ta - Td$$

4. 式からC1、C1_nの新しい値を決定します。

C1パラメーターを選択して新しいC1_n値を入力し、C1をC1_nに置き換えます。

2点校正法

この手順は、任意の線形温度センサーで機能します。この手順の精度は、外部で測定された既知の温度の精度に依存します。これは、デバイスのゼロオフセットとゲインオフセット（勾配）を決定するために使用されます。

1. 温度コントローラーを少なくとも1時間ウォームアップします。
目的のセンサータイプの「SENSOR SELECT」スイッチを設定し、校正する特定のデバイスの定数を「RECALL」します。コントローラーを定温モードに設定します。
2. C1パラメーターを選択します。C1の値を読み取り、記録します。
C2パラメーターを選択します。C2の値を読み取り、記録します。
3. センサーを正確に既知の安定した温度「Ta1」に固定します。センサーを温度コントローラーの15ピンD-subコネクターのピン7および8に接続します。
装置を既知の温度「Ta1」で安定させ、表示された温度「Td1」を読み取ります。これらの値を記録します。
4. Repeat Step 3 for another known temperature, Ta2, and the corresponding displayed temperature, Td2. The two known temperatures should be at the bounds of the intended operating range. For best results, make the range between Ta1 and Ta2 as narrow as possible.
5. Determine the new value of C1 (C1_n) and C2 (C2_n) from the following calculations.

First determine the intermediate values b and m , where

$$m = (T_{a1} - T_{a2}) / (T_{d1} - T_{d2}), \text{ and}$$

$$b = T_{a1} - (T_{d1} * m)$$

Then $C1_n$ and $C2_n$ can be determined by the following:

$$C1_n = b + (m * C1)$$

$$C2_n = m * C2$$

6. Replace $C1$ with $C1_n$ by selecting the $C1$ parameter and entering the new $C1_n$ value. Replace $C2$ with $C2_n$ by selecting the $C2$ parameter and entering the new $C2_n$ value.

Calibrating the AD590 (IC-I) and the LM335 (IC-V) Sensors for Use with the LDT-5948/5980

The slope and offset calibration constants used for calibration of linear sensors in ILX instruments in the previous section do not exist in the LDT-5948 or LDT-5980. Instead, the constants used are the actual slope (in $\mu A/K$ or mV/K) and offset (in μA or mV) of the device being used to measure temperature. As with the other calibration procedures, the accuracy of this procedure depends on how accurately the temperatures used for the calibration are known. The procedure for calculating slope and offset is:

1. Allow the LDT-5948/5980 to warm up a minimum of five minutes. Set the sensor type to the appropriate sensor being used, namely IC-I for the AD590 and IC-V for the LM335.

2. Place the sensor at an accurately known and stable temperature. Record this temperature as T_1 .

3. Place the instrument in Temperature mode and then use the \uparrow and \downarrow arrows next to the display to show the actual sensor output in μA or mV , depending on the sensor type selected. Record this value as X_1 .

4. Repeat step 2 for another known temperature. Record this temperature as T_2 . Note - in order to obtain the best accuracy, T_1 and T_2 should lie at the edges of the expected temperature range of operation and should be as narrow as possible.

5. Record the new sensor output at T_2 as X_2 .

6. Calculate the sensor slope m using the equation
$$m = \frac{X_2 - X_1}{T_2 - T_1}$$

7. Calculate the sensor offset b using the equation

$$b = X_2 - mT_2$$

8. Go to the sensor parameter menu and select the appropriate sensor type.

9. Once the sensor has been selected, enter the new sensor slope and offset values, m and b , into the instrument. Be sure to press $\langle \text{Enter} \rangle$ after changing the value to store it.

The following publications are available for download on at www.ilxlightwave.com.

White Papers

- A Standard for Measuring Transient Suppression of Laser Diode Drivers
- Degree of Polarization vs. Poincaré Sphere Coverage
- Improving Splice Loss Measurement Repeatability

Technical Notes

- Attenuation Accuracy in the 7900 Fiber Optic Test System
- Automatic Wavelength Compensation of Photodiode Power Measurements Using the OMM-6810B Optical Multimeter
- Bandwidth of OMM-6810B Optical Multimeter Analog Output
- Broadband Noise Measurements for Laser Diode Current Sources
- Clamping Limit of a LDX-3525 Precision Current Source
- Control Capability of the LDC-3916371 Fine Temperature Resolution Module
- Current Draw of the LDC-3926 16-Channel High Power Laser Diode Controller
- Determining the Polarization Dependent Response of the FPM-8210 Power Meter
- Four-Wire TEC Voltage Measurement with the LDT-5900 Series Temperature Controllers
- Guide to Selecting a Bias-T Laser Diode Mount
- High Power Linearity of the OMM-6810B and OMH-6780/6790/6795B Detector Heads
- Large-Signal Frequency Response of the 3916338 Current Source Module
- Laser Wavelength Measuring Using a Colored Glass Filter
- Long-Term Output Drift of a LDX-3620 Ultra Low-Noise Laser Diode Current Source
- Long-Term Output Stability of a LDX-3525 Precision Current Source
- Long-Term Stability of an MPS-8033/55 ASE Source
- LRS-9424 Heat Sink Temperature Stability When Chamber Door Opens
- Measurement of 4-Wire Voltage Sense on an LDC-3916 Laser Diode Controller
- Measuring the Power and Wavelength of Pulsed Sources Using the OMM-6810B Optical Multimeter
- Measuring the Sensitivity of the OMH-6709B Optical Measurement Head
- Measuring the Wavelength of Noisy Sources Using the OMM-6810B Optical Multimeter
- Output Current Accuracy of a LDX-3525 Precision Current Source
- Pin Assignment for CC-305 and CC-505 Cables
- Power and Wavelength Stability of the 79800 DFB Source Module
- Power and Wavelength Stability of the MPS-8000 Series Fiber Optic Sources
- Repeatability of Wavelength and Power Measurements Using the OMM-6810B Optical Multimeter
- Stability of the OMM-6810B Optical Multimeter and OMH-6727B InGaAs Power/Wavehead
- Switching Transient of the 79800D Optical Source Shutter
- Temperature Controlled Mini-DIL Mount
- Temperature Stability Using the LDT-5948
- Thermal Performance of an LDM-4616 Laser Diode Mount
- Triboelectric Effects in High Precision Temperature Measurements
- Tuning the LDP-3840 for Optimum Pulse Response
- Typical Long-Term Temperature Stability of a LDT-5412 Low-Cost TEC
- Typical Long-Term Temperature Stability of a LDT-5525 TEC

- Typical Output Drift of a LDX-3412 Loc-Cost Precision Current Source
- Typical Output Noise of a LDX-3412 Precision Current Source
- Typical Output Stability of the LDC-3724B
- Typical Output Stability of a LDX-3100 Board-Level Current Source
- Typical Pulse Overshoot of the LDP-3840/03 Precision Pulse Current Source
- Typical Temperature Stability of a LDT-5412 Low-Cost Temperature Controller
- Using Three-Wire RTDs with the LDT-5900 Series Temperature Controllers
- Voltage Drop Across High Current Laser Interconnect Cable
- Voltage Drop Across High Current TEC Interconnect Cable
- Voltage Limit Protection of an LDC-3916 Laser Diode Controller
- Wavelength Accuracy of the 79800 DFB Source Module

Application Notes

- App Note 1: Controlling Temperatures of Diode Lasers and Detectors Thermoelectrically
- App Note 2: Selecting and Using Thermistors for Temperature Control
- App Note 3: Protecting Your Laser Diode
- App Note 4: Thermistor Calibration and the Steinhart-Hart Equation
- App Note 5: An Overview of Laser Diode Characteristics
- App Note 6: Choosing the Right Laser Diode Mount for Your Application
- App Note 8: Mode Hopping in Semiconductor Lasers
- App Note 10: Optimize Testing for Threshold Calculation Repeatability
- App Note 11: Pulsing a Laser Diode
- App Note 12: The Differences between Threshold Current Calculation Methods
- App Note 13: Testing Bond Quality by Measuring Thermal Resistance of Laser Diodes
- App Note 14: Optimizing TEC Drive Current
- App Note 17: AD590 and LM335 Sensor Calibration
- App Note 18: Basic Test Methods for Passive Fiber Optic Components
- App Note 20: PID Control Loops in Thermoelectric Temperature Controllers
- App Note 21: High Performance Temperature Control in Laser Diode Test Applications

For application assistance or additional information on our products or services you can contact us at:

ILX Lightwave Corporation

31950 Frontage Road, Bozeman, MT 59715

Phone: 406-556-2481 • 800-459-9459 • Fax: 406-586-9405

Email: sales@ilxlightwave.com

To obtain contact information for our international distributors and product repair centers or for fast access to product information, technical support, LabVIEW® drivers, and our comprehensive library of technical and application information, visit our website at:

www.ilxlightwave.com

