

低電阻量測技術介紹

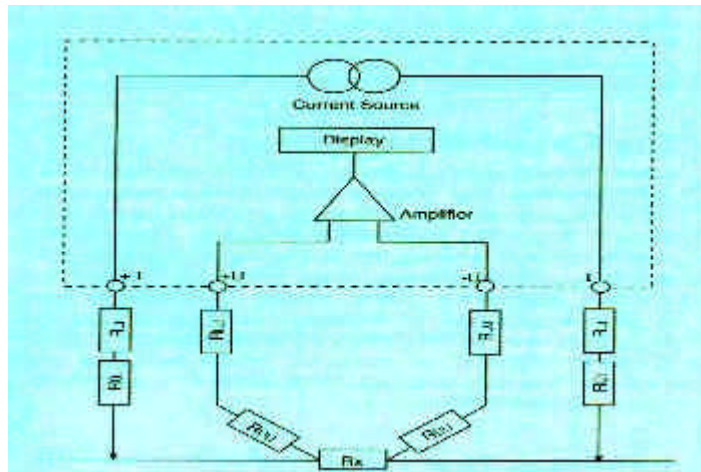
四端點測試(4-Wire Measurement)

Burster 公司所有電阻計皆採用四端點測試法來量測低電阻，以消除因測試線及接觸電阻所引起的誤差；在很多案例中可發現接觸電阻超出實際被測電阻的數倍以上。四端點測試法 採用兩個定電流端以及兩個高阻抗電壓測量端來消除潛在的誤差源。

一個快速、精準的負載電阻測試結果，取決於電流流經線路的電阻；下圖說明為何四端點測試法能夠消除因測試線及接觸電阻所引起的潛在誤差原因。

內部電流源 由於搭載內部電壓調節，能夠克服所有串聯電阻而提供穩定的定電流；高阻抗的放大器 感測負載兩端的電壓降；因為幾乎沒有任何電流流經電壓感測線，所以電壓量測不受接觸電阻及測試線電阻的影響而發生誤差。

Burster 公司提供四端點測試所需的附件。



R_{L1} - 電流迴路線電阻

R_{U1} - 電壓迴路接觸電阻

R_{L2} - 電流迴路線電阻

R_{U2} - 電壓迴路接觸電阻

R_x - 被測電阻

商數測試(Quotient Measurement)

所有 Burster 公司的電阻計皆採用商數測試法(型號：2302 除外)，商數測試是指經由利用壹只內部參考電阻及其單獨的電壓降來取得測試電流，而這兩個數值(電壓&電流)的商數值即是測試單元的電阻值($R=V/I$)，理論上測量值僅源自於內部的參考電阻，由於這一被動元件可製成擁有高的穩定性，所以能夠利用長期極佳穩定性及高精確度來作電阻測試。

溫度補償(Temperature Compensation)

所有 Burster 公司 RESISTOMAT 系列數位式電阻計(型號：2323 除外)皆有自

動溫度補償功能，這一特性為通常受到周圍溫度變化影響的材料試驗，模擬一個恆溫環境。在溫度補償模式下，外部溫度感知器自動的感測周圍溫度，同時補正顯示的讀值，實際測試的電阻值皆被控制模擬在 20 的環境。

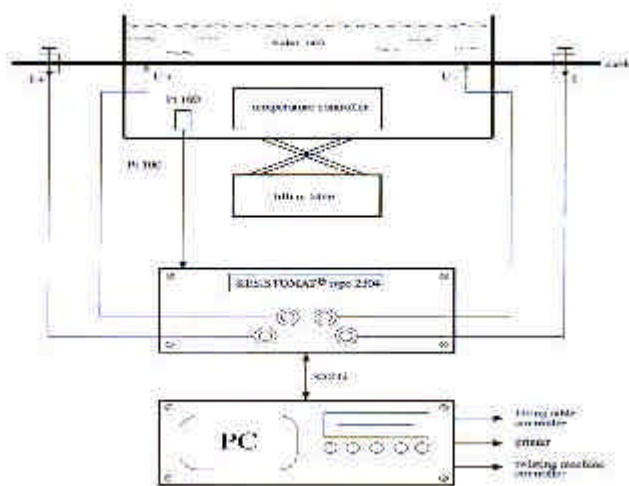
例如 銅和鋁等材料對於 10 的溫度改變，將顯現出 4% 電阻值的差異。在 RESISTOMAT 系列上您可精確地選擇不同的溫度係數，如：

銅 (copper)	3930ppm/k
鋁 (aluminium)	4030 ppm/k
黃銅 (brass 63)	1500 ppm/k
黃銅 (brass 80)	1700 ppm/k
鎢 (tungsten)	4400 ppm/k

在 Burster 公司採用自動溫度補償功能之前，使用者需要注意周圍溫度變化和手動校正讀值到先前設定(通常為 20)的基準溫度。

通常測試單元的周圍溫度，使用外附 Pt100 溫度感測器來記錄；特殊情況下，必要時直接使用高溫計(紅外線溫度計)記錄測試單元的表面溫度； Burster 公司型號 2329 有一類比信號輸入埠(analog input port)，可讀取來自外部高溫計輸出的線性類比電壓/電流信號。

藉由使用 RESISTOMAT 系列數位式電阻計的溫度補償模態功能，可以完全消除過去沉悶、耗時和手動補償可能引起的處理誤差；而沒有溫度補償，材料驗收測試過程中，很容易發生錯誤的分級分類。



熱起電壓補償(Thermovoltage Compensation)

在測試迴路中(測試單元和/或測試導線間)含有熱起電壓成份的狀態下，測試結果將受到扭曲。因此 一種雙極性的測試安排就在型號：2304，2305 和 2323 等機種中被實現。在這種狀態下，測試期間電流極性將被改變，同時測得電壓值

將被平均計算。 所有其他的裝置(型號：2302 除外)都會執行一種所謂 **零點補正** (zero-compensation)的功能。 那意謂在測試迴路中，斷續電流的電壓將被測量並將測試結果進行比對(溫度補償)確認。 唯有採行這種方法才能使用低電流來量測標的物並可避免測試樣品內部溫升。

乾迴路測試(Dry-Circuit Measurement)

接點電阻的範圍通常是由 μ 到數 m ； 量測此一範圍的電阻需要特殊的技術和儀器，才能確保讀值的精確度及再現性；此刻四端點測試法被當作典型地方式。絕緣薄膜起源於表面受到污染，對接點電阻會有不利影響。

薄膜的厚度通常由數埃(Ångstrom)到數百埃之間 (1 埃= 10^{-10} m)

而且成份混雜多變，但是主要的組成包含金屬的氧化物，硫化物和鹵化物，能夠引起串列電阻增加數 m 到數 。 如果使用過高的測試電壓將會破壞絕緣薄膜，造成接點電阻錯誤的測量結果；通常只要 30mV~100mV 的電壓就足以破壞絕緣薄膜，因此 試驗經常被控制在乾迴路狀態下，界定開路電壓低於 20mV 和試驗電流低於 100mA。

Burster 公司的數位式電阻計，產品型號：2318-V001 和 2329；使用乾迴路測試，乃是依據 DIN IEC 512 part2 -電氣連續/接點電阻測試規範- (舊規範 DIN 41640 part 4 和 IEC 132-1)而設計製造的。

電感測試單元(Inductive Test Units)

Burster 公司的數位式電阻計，產品型號：2304，2305 和 2318； 專為針對量測如 馬達和變壓器等高電感產品而設計製造。為了確保正確的量測，在儀器內部已經內建優越的應用技術，通常為提高電阻解析度需要使用大電流來檢測，但是對於感應器而言正好相反，如要更快速的取得安定測試值，則測試電流越小越好，計算公式如下：

$t = L \times I / V$
=安定時間 單位秒 (5 時間之後測試電流就穩定)

L =被測物電感值 單位亨利(Henries)

I =測試電流 單位安培(Amp)

V =測試電壓 單位伏特(Volt)

採用高的搭載電壓及非常好的解析作為測試安排，我們可獲得很好的成效；然而由於渦流效應的影響通常必須選擇較高的電流範圍。

當電感測試單元(例如：馬達、變壓器、電纜捲筒)執行測試時，在它們內部會儲存能量，萬一有任何中斷，無論多麼短暫，這些能量會被以自然方式釋放；依照它的能量可能產生一個非常高危險感應電壓，這將對操作人員和設備造成嚴重的損傷；因此 只有經由裝置內部迴路設計來控制放電才有安全的保障。

Resistance Measurement on a Motor Winding

Resistance probe measurement of motor winding with model 2305 and KELVIN measuring probe model 2305 VDC in 4 conductor technology.

0.1 Ω 3 kW motor winding
resistance value 7.478 Ω



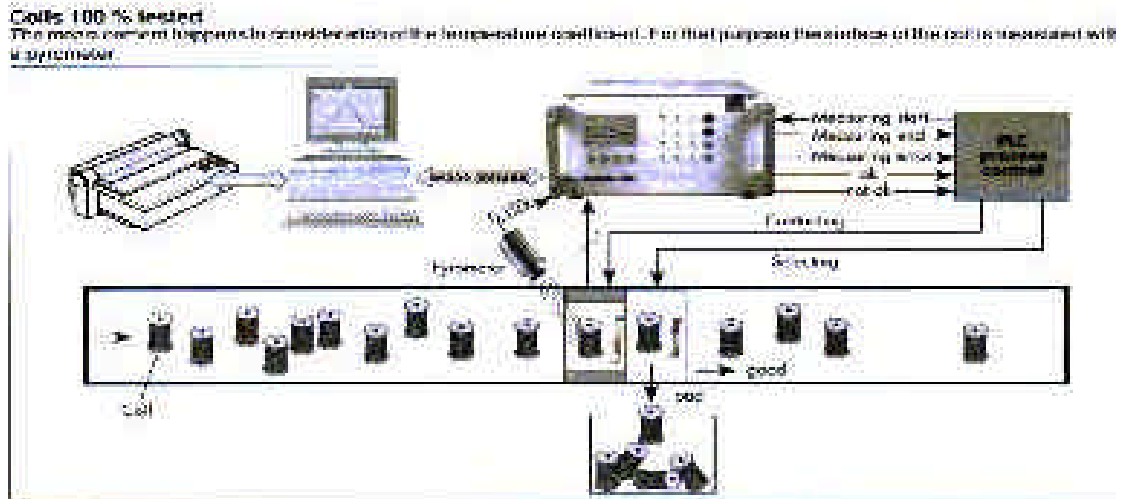
Technical changes reserved

通訊介面和軟體(Interfaces and Software)

所有 Burster 公司 RESISTOMAT 系列的數位式電阻計(型號：2319-B 除外)皆有 RS232 介面，可在自動化製程中傳送數據；另外還有一部份產品亦可追加 IEEE488 介面。

產品型號：2304, 2305 和 2329 增加一個 PLC 介面，來滿足在自動化製程中不同控制模態的使用要求。還有可以搭配專用電腦軟體，可將測試數值以 dbase 的格式存在 ASCII 檔案中，並能使用 EXCEL 作資料分析處理；時間、數據以及單位也都將一併同時儲存記錄。

產品型號：2329 有一特殊裝置和文件軟體，可用來執行線上(On-Line)測量顯示、儲存數據和簡易操控儀器；也能作裝置設定與偏差測試。



電阻計的校驗(Calibration of the Ohmmeters)

Burster 公司型號：2304, 2305 和 2329 電阻計，能夠輕易地使用軟體作校驗，您僅需準備一些 DKD(Deutscher Kalibrier-Dienst)-校驗電阻，並使用導線(或最好選用 Burster 公司轉接器型號：2394)與裝置連接；之後輸入電阻值並按下啟動，您便可自行執行儀器校驗工作，無需送回原廠。

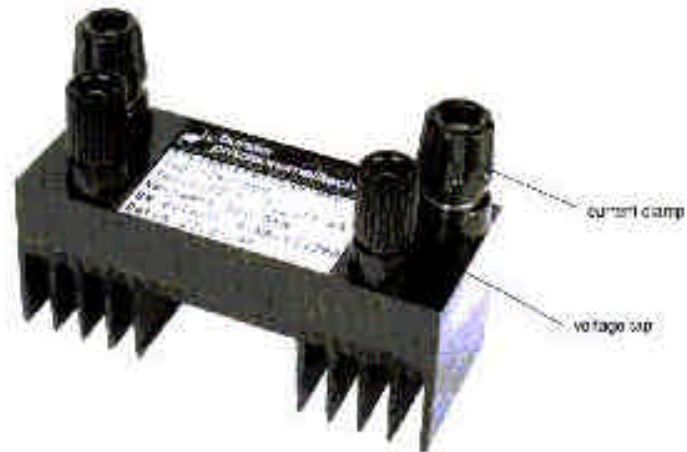
Burster 公司型號：1240 校驗電阻，專為電阻計的檢驗和測試而設計；所有校驗電阻都以四端點構造設計，並將額定值調至在 23 時負載 < 0.5 瓦。

因應客戶需求 Burster 公司生產的校驗電阻，可以隨貨附上 DKD 校驗證明，這份證明文件符合國際 SI 組織系統協約中，針對顯示物理單位協定的國際標準。

Calibration resistor Model 1240

Code:	KW 1.2 E
Manufacturer:	Burster
Delivery:	ex stock
Warranty:	24 months
Issue:	1.11.1998

With Certificate
according ISO 9000



- Low capacitance and low inductance design
- Suitable for direct current and technical frequencies
- Oil-filled design ensures great stability
± 0.01 % over years