

Parallelschaltung von BVS-Widerständen

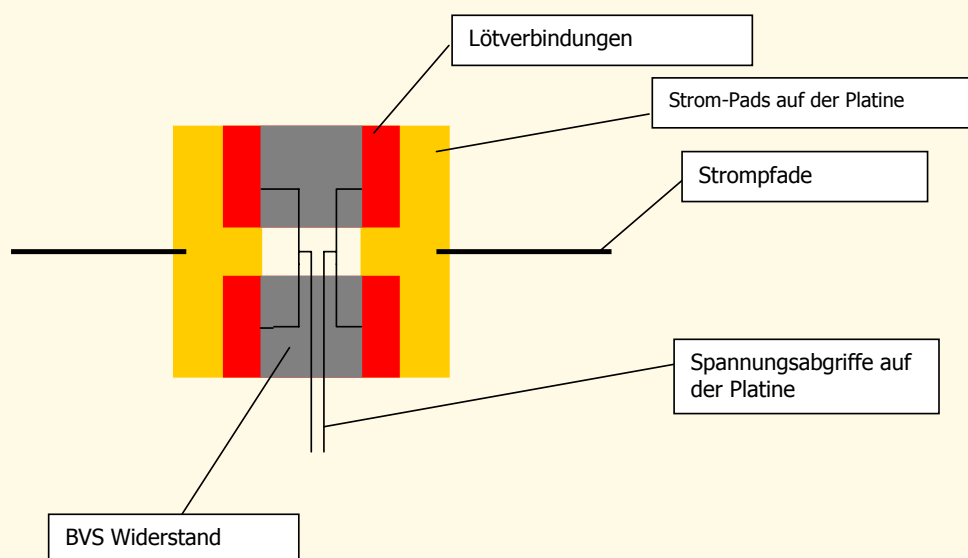
Bei parallel geschalteten niederohmigen Widerständen hat die Stromverteilung zwischen den Widerständen und ihre Abhängigkeit von der Temperatur großen Einfluss auf den Gesamt-Temperaturkoeffizienten des effektiven Gesamtwiderstandes ($R_{\text{eff}} = U_{\text{sense}}/I_{\text{ges}}$). Dies trifft insbesondere auf nicht-symmetrische Platinen-Layouts zu.

Ziel dieser Untersuchung war es, eine Layout-Struktur für die Sense-Kontakte zu finden, die nicht oder nur geringfügig vom Layout des Strompfades, d. h. von der Stromverteilung zwischen den einzelnen Widerständen, beeinflusst wird.

Die folgenden Graphiken zeigen Platinen-Layouts für die Strom- und Messverbindungen sowie die Ergebnisse im Hinblick auf den resultierenden Widerstandswert (gemessen mit $R_{\text{eff}} = U_{\text{sense}}/I_{\text{ges}}$) und den Temperaturkoeffizienten.

Die Testlayouts wurden unter Verwendung von Standard-FR4-Material mit einer Kupferdicke von 40 μm hergestellt.

Erklärungen:



Ergebnisse:

Bei Parallelschaltung von 2 bzw. von 3 Widerständen gibt es eine optimale Messverbindung, die unabhängig von der Stromführung (d. h. der Stromverteilung) zwischen den Widerständen absolut korrekte Ergebnisse für den Widerstandswert und den Temperaturkoeffizienten liefert.

Bei Parallelschaltung von 2 Widerständen: siehe Layouts 4, 6, und 7.
Bei Parallelschaltung von 3 Widerständen: siehe Layouts 8, 9, und 10.

Dieses Ergebnis kann so erklärt werden, dass die Messverbindung den direkten Mittelwert der einzelnen, leicht unterschiedlichen Messspannungen (Messsignal) des Widerstandes bildet.

Andererseits kann ein falsches Layout katastrophale Folgen haben, wie

Layouts 2 und 3 bzw.
Layouts 13 und 14

zeigen:

Der Temperaturkoeffizient liegt hier bei bis zu +500 ppm/K oder bis zu -770 ppm/K, und der Gesamtwiderstandswert variiert zwischen +30 % und -25 %.

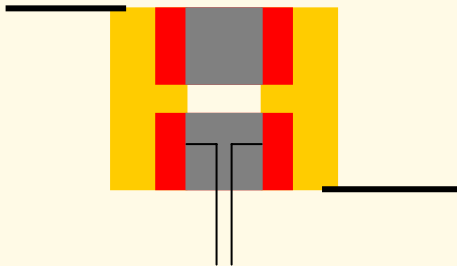
Die eigentlichen $R(T)$ -Kurven der Widerstände sind auf Seite 6 dargestellt. Im oberen Bereich liegt die Auflösung bei +10 %, was die extrem schlechten Ergebnisse bei falschen Layouts zeigt. Bei dieser Darstellung sieht man aufgrund der Auflösung nicht die Abweichung der Ergebnisse des korrekten Layouts von der horizontalen Achse (Nulllinie).

Der untere Teil der Graphik zeigt die gleichen Ergebnisse in einer höheren Auflösung (+1 %). Die maximale Veränderung der Widerstände, die auf korrekten Layouts montiert sind, ist gleich bei Parallelschaltung von sowohl 2 als auch 3 Widerständen und ist sogar an den Grenzen des Temperaturbereichs geringer als 0,1 %.

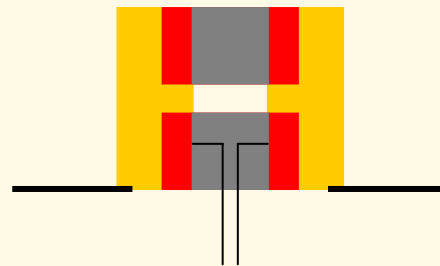
Die Graphiken auf Seite 5 zeigen die tatsächlich verwendeten Platinen-Layouts mit einer Vergrößerung von 5:1.

Teil 1: Parallelschaltung von 2 Widerständen (BVS-A-R001-1.0):

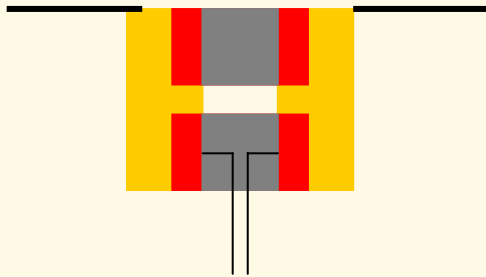
Geometrie und experimentelle Konfiguration verschiedener Layouts mit Ergebnissen:



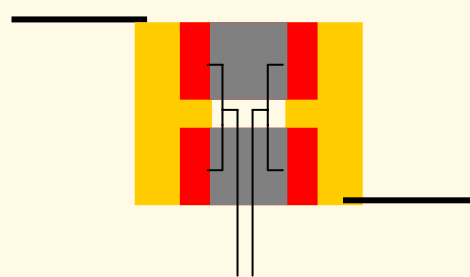
Layout 1:
TK: -5 ppm/K
R (20 °C) = 0,50 mΩ



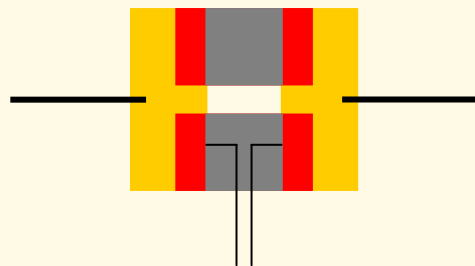
Layout 2:
TK: +370 ppm/K
R (20 °C) = 0,59 mΩ



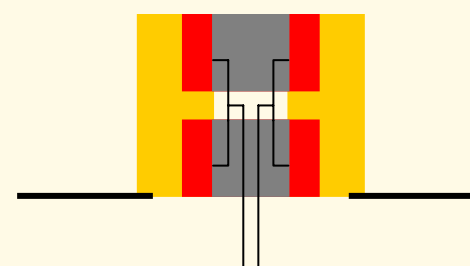
Layout 3:
TK: -560 ppm/K
R (20 °C) = 0,41 mΩ



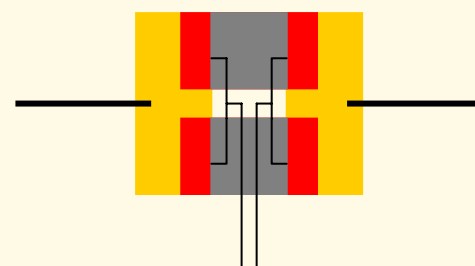
Layout 4:
TK: -3 ppm/K
R (20 °C) = 0,50 mΩ



Layout 5:
TK: 0 ppm/K
R (20 °C) = 0,50 mΩ



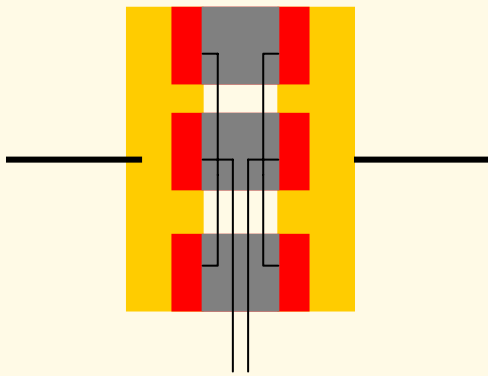
Layout 6:
TK: 0 ppm/K
R (20 °C) = 0,50 mΩ



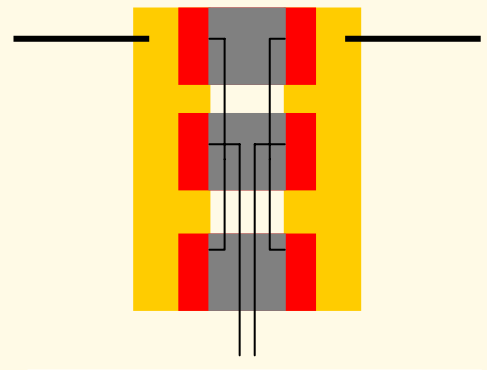
Layout 7:
TK: -2 ppm/K
R (20 °C) = 0,50 mΩ

Teil 2: Parallelschaltung von 3 Widerständen (BVS-A-R001-1.0):

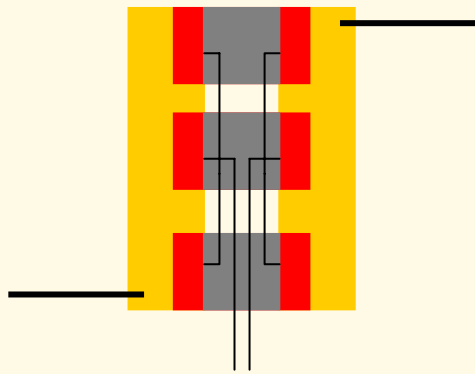
Geometrie und experimentelle Konfiguration verschiedener Layouts mit Ergebnissen:



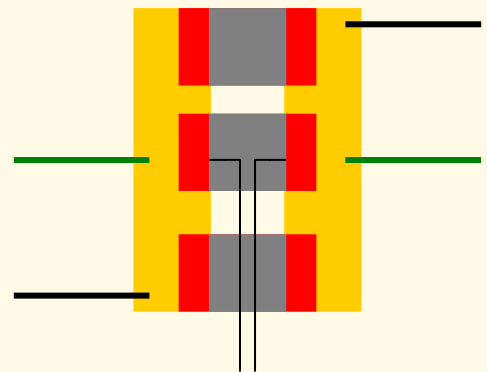
Layout 8:
TK: 0 ppm/K
R (20 °C) = 0,33 mΩ



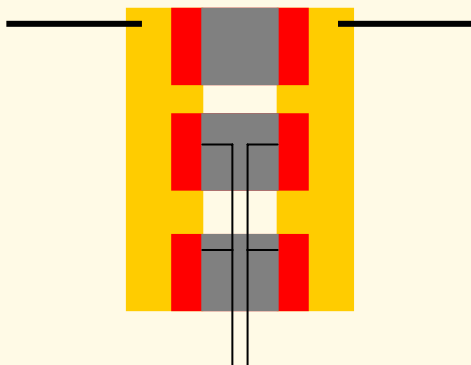
Layout 9:
TK: +3 ppm/K
R (20 °C) = 0,33 mΩ



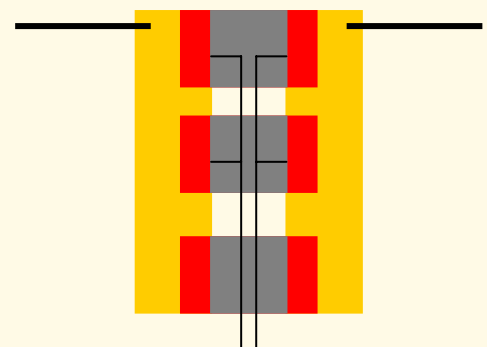
Layout 10:
TK: -3 ppm/K
R (20 °C) = 0,33 mΩ



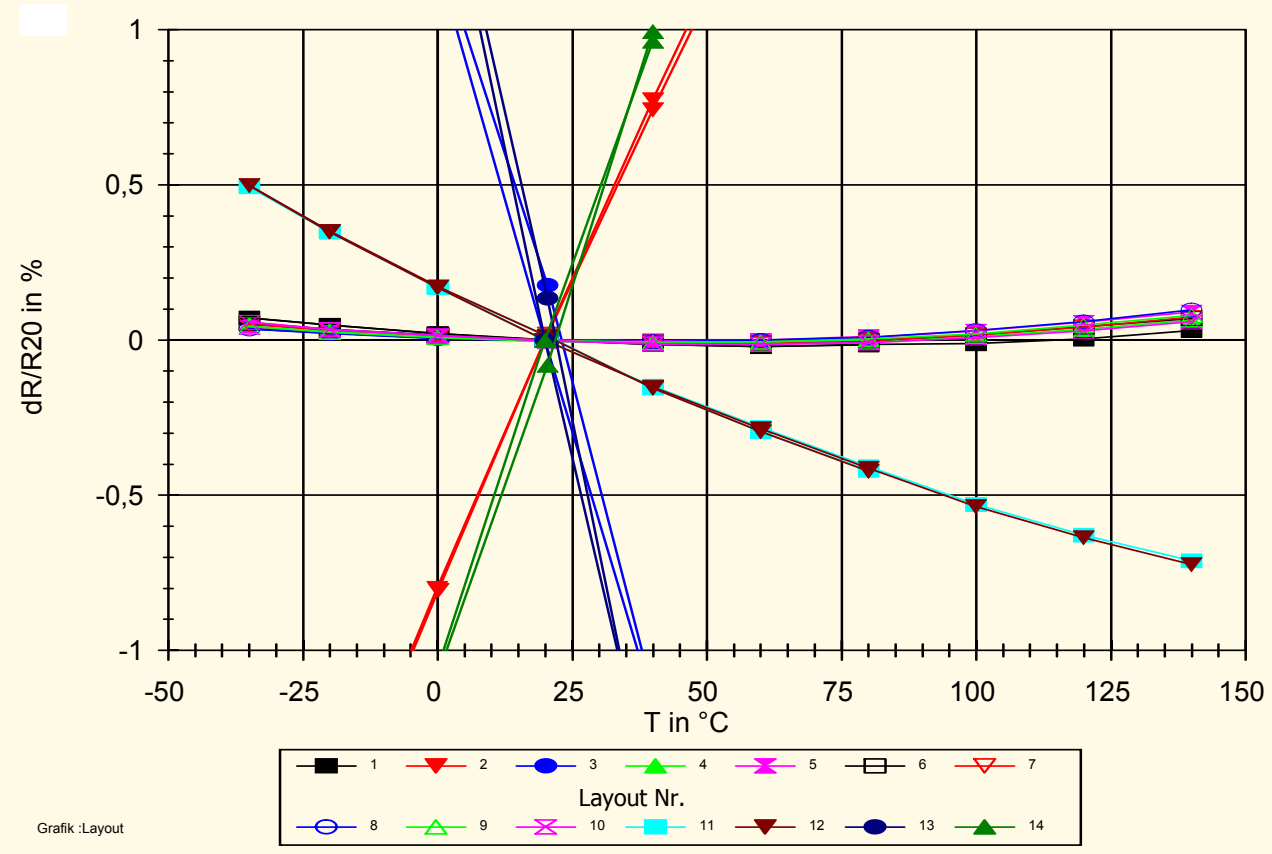
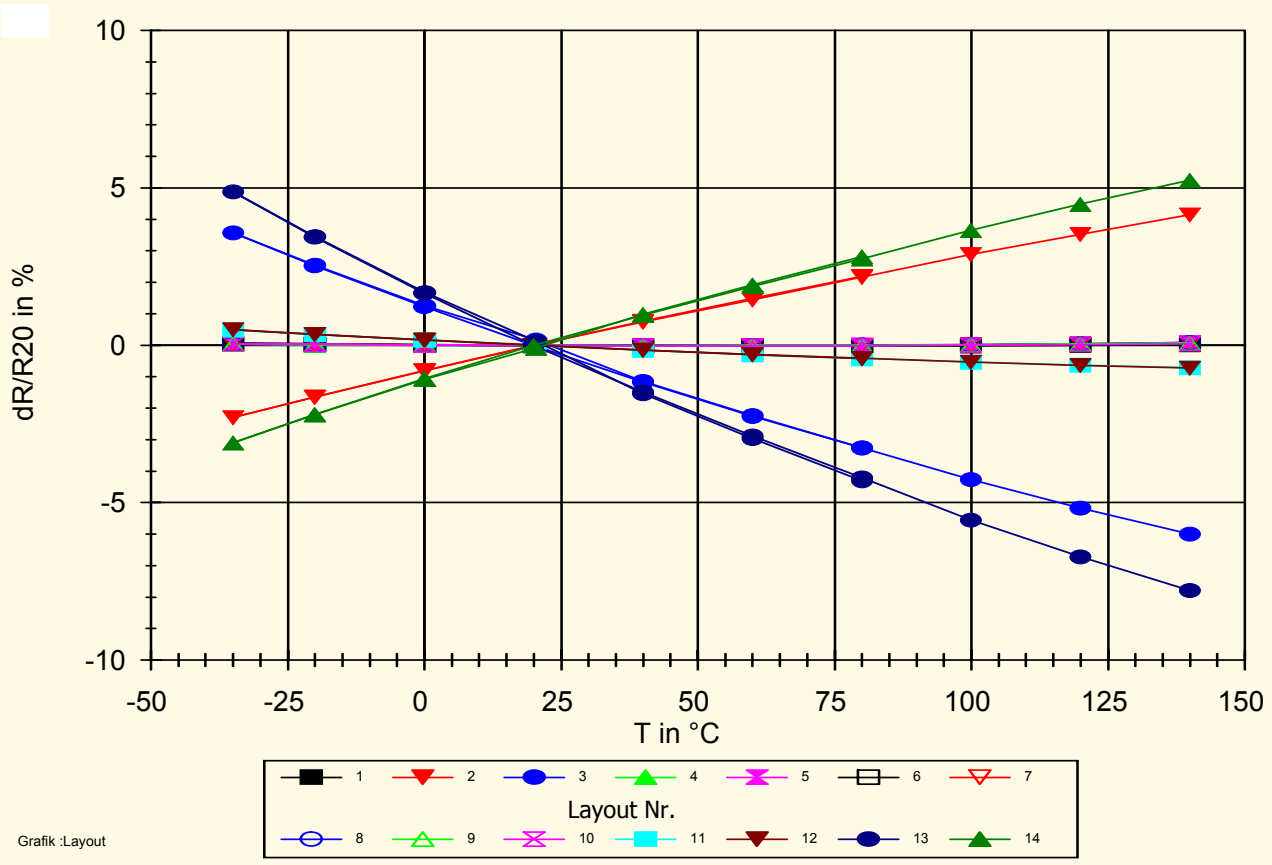
Layout 11 und 12:
TK: -75 ppm / K
R (20 °C) = 0,32 mΩ

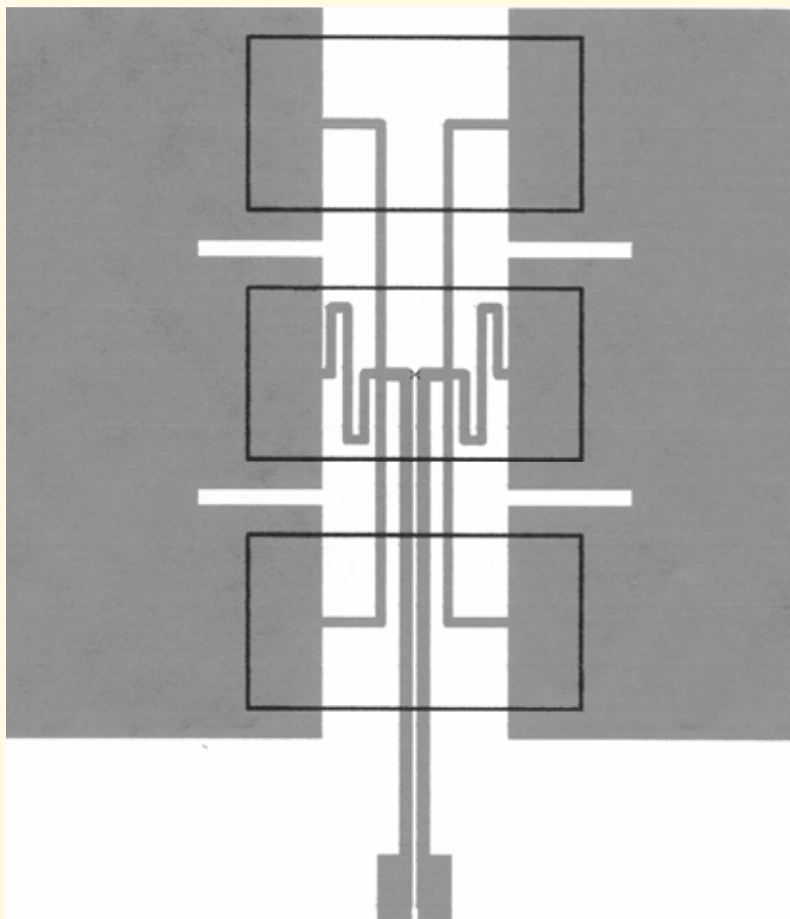
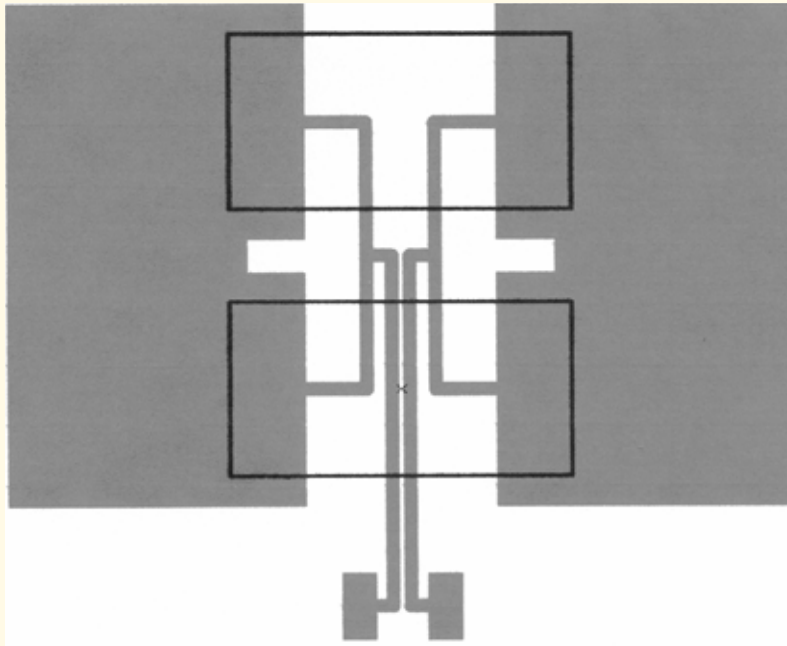


Layout 13 :
TK: -770 ppm/K
R (20 °C) = 0,25



Layout 14:
TK: +500 ppm/K
R (20 °C) = 0,43 mΩ





Mitglied des
Deutschen
Kalibrierdienstes



Beiträge zur
Deutschen
Elektrotechnischen
Kommission



ISABELLENHÜTTE

ISABELLENHÜTTE Heusler GmbH & Co. KG
Eibacher Weg 3 - 5 · 35683 Dillenburg
Postfach 14 53 · D-35664 Dillenburg
Telefon 027 71/9 34-2 50 · Telefax 027 71/2 30 30
www.isabellenuette.de

Mitglied
der AMA



ISO/TS 16949:2002 und
DIN EN ISO 9001:2000
zertifiziert



Ausgabe 08/2007