9.7.2 Spannungsfestigkeit und Isolationswiderstand

9.7.2.1 Spannungsfestigkeit zwischen den Leitern einer Plattenseite. — Überschlag —

Die Spannungsfestigkeit von einem zu einem benachbarten Leiter ist von verschiedenen Umständen abhängig. Zunächst natürlich von Art und Zustand des Isolierstoffträgers und der umgebenden Atmosphäre, aber auch von den verschiedenartigen, meist sehr dünnen Oberflächenanlagen, die sich beabsichtigt oder zufällig auf der Isolierstoffoberfläche befinden. Wegen der Vielgestaltigkeit der möglichen Einflüsse sind große Sichereitszuschläge am Platze. In Deutschland sind Isolationswiderstände in **VDE 01 10** genormt.

Leiterabstand (nach VDE 01 10)

U – [V]	U ~ [V]	A [1])	Kriechstrecke [mm] Gruppe B	C [2])
30	30		1,5	2,0
60	60	0,5 (1,5)	2,0	3,0
110	125	1,0 (2,0)	2,5	3,5
250	250	1,5 (2,5)	3,0 (4)	4,0 (6)
440	380	2,0 (3,0)	4,0	6,0
600	500	3,0 (4,0)	6,0	10,0
800	750	4,0	10,0	14,0

Bei Wechselspannung – gleich welcher Kurvenform – ist jeder Spannungswert zu wählen, der sich aus der Scheitelspannung dividiert durch $\sqrt{2}$ ergibt.
Die Werte in Klammern gelten für unter Spannung stehende Teile gegen berührende Teile (Erde, Masse, Gehäuse).

Anmerkung:

Zum Ermitteln der Werte ist von der Spitzen-Maximal-Spannung auszugehen.
[1]) Die Kriechstromwerte der Isoliergruppe A gelten auch für B und C unter der Voraussetzung, das die Gedruckte Schaltung/Leiterplatte mit einem wärme- und alterungsbeständigen, fugenlosen Isoliermaterial überzogen ist (z. Z. ist nur Epoxydharz bekannt).
[2]) Würde im Kurzschlußfall eine 6-A-Sicheruung abschmelzen, ist immer der Kriechstromwert der Isoliergruppe C einzusetzen.

In den USA gelten nach **MIL-Std 275 B** die folgenden Werte, die nach Umrechnung in metrische Maße aufgeführt sind.

Grad A gilt für normale Umweltbedingungen
Grad B für staubige oder schmutzige Umgebung.

Leiterabstände für Gedruckte Schaltungen nach MIL-Std 275 B

Spalte I	ohne	Schutzüberzug	in Höhen von 0	. . . 3048 m
Spalte II	ohne	Schutzüberzug	in Höhen	über 3048 m
Spalte III	mit	Schutzüberzug	in Höhen von 0	. . . 3048 m
Spalte IV	mit	Schutzüberzug	in Höhen	über 3048 m

Spannung [V]	I A	I B	II [mm]	III	IV
0 . . . 50	0,381	2,032	0,660	0,381	0,559
51 . . . 100			1,575		0,762
51 . . . 150	0,660	2,032		0,559	
101 . . . 170			3,17		1,524
151 . . . 300	1,575	3,17		0,762	
171 . . . 250			6,35		3,17
301 . . . 500	3,17	7,62		1,524	
251 . . . 500			12,70		6,35
> 500	0,0076 je Volt	0,0152 je Volt	0,025 je Volt	0,0051 je Volt	0,0127 je Volt

Spannungswerte gelten für Gleichspannung oder Spitzenwerte bei Wechselspannung.

9.7.2.2 Spannungsfestigkeit von einer Plattenseite zur anderen. — Durchschlag —

Mindestwerte für die Spannungsfesigkeit sind in **DIN 77 35 Bl. 2** enthalten. Sie liegen sämtlich bei 5 kV und darüber und damit weit über dem Spannungsbereich in dem Gedruckte Schaltungen normalerweise eingesetzt werden. Meßmethoden enthält **DIN 53 481.**

9.7.2.3 Kriechstromfestigkeit

Kriechströme können sich an der Oberfläche von Isolierstoffen zwischen spannungsführenden Leitern infolge von leitfähigen Oberflächenverschmutzungen ausbilden. Als Folge der Kriechströme können

1.3.4 Elektrische Kenngrößen

Spezifiziert sind in DIN 40802 u. a. Oberflächenwiderstand, spezifischer Durchgangswiderstand, dielektrischer Verlustfaktor, Dielektrizitätszahl, sowie die Kriechstromfestigkeit.

Die min. bzw. max. Werte sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Bei Phenolharz-Hartpapier

Basismaterial nach DIN 40802 Typ:				PF-CP 02
Vergleichbar mit Nema LI–1 Grade:				FR 2
Eigenschaft	Prüfmethode	Vorbehandlung	Einheit	Sollwert
Oberflächenwiderstand	DIN 40802 4.2	C-96/40/92	Ohm	min. 10^9
Spez. Durchgangswiderstand	DIN 40802 4.2	C-96/40/42	Ohm x cm	min. 10^{11}
Dielektrischer Verlustfaktor tan δ 10^3 bei 1 MHz	DIN 40802 4.3	C-96/40/92 +	–	50
Dielektrizitätszahl Er bei 10^6 Hz	DIN 40802 4.3	C-96/40/92 +	–	5,5
Kriechstromfestigkeit Verf. KC	DIN 53480	A	Stufe	100

Bei Epoxydharz-Glashartgewebe

Basismaterial nach DIN 40802 Typ:				EP-CP 01	EP-GC 01	EP-GC 02
Vergleichbar mit Nema LI–1–Grade				FR 3	G 10	FR 4
Vergleichbar mit MIL P 13949 Typ				PXP	GEN	GFN/GFP
Eigenschaft	Prüfmethode	Vorbehandlung	Einheit	Sollwert	Sollwert	Sollwert
Oberflächenwiderstand	40802 4.2	C 96/40/92	Ohm	$2 \cdot 10^9$	10^{10}	10^{10}
Spez. Durchgangswiderstand	40802 4.2	C 96/40/92	Ohm cm	$8 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10_{11}$	$5 \cdot 10^{11}$
Dielektrischer Verlustfaktor tan δ · 10^3 bei 1 MHz	40802 4.3	C-96/40/92 +	–	45	35	35
Dielektrizitätszahl Er bei 1 MHz	40802 4.3	C-96/40/92	–	5	5,5	5,5
Kriechstromfestigkeit Verf. KC	DIN 53480	A	Stufe	100	200	200

Bemerkung: C 96/40/92 = 96 Std. Lagerung bei 40° C und 92 % rel. Feuchtigkeit
A = Prüfung im Anlieferungszustand

Abdeckfolien stehen aus Epoxydharz, Polyesterharz und Polymidharz in verschiedenen Stärken zur Verfügung. Alle Folientypen werden mit einem Kleber auf Basis Polyester oder Epoxyd verklebt.

Wenn keine speziellen Gründe dagegen sprechen, sollte für die Abdeckfolie der gleiche Materialtyp wie für das Basismaterial verwendet werden.

1.5 Internationale Zulassungen nach UL und CSA

Bereits bei der Auswahl des Basismaterials wird oft die Frage nach der UL- oder CSA-Zulassung gestellt. Bei UL handelt es sich um eine amerikanische, bei CSA um eine kanadische Zulassungsstelle.

Während die CSA-Zulassung nur für komplette Geräte erteilt wird, muß für die UL-Zulassung Basismaterial und Herstellverfahren für Gedruckte Schaltungen besonders freigegeben werden.

Da die UL-Zulassungen für viele Basismaterialien und Fuba-Herstellprozesse vorliegen, sollten im Bedarfsfall Informationen von Fuba eingeholt werden.

Printed in Germany · Imprimé en Allemagne.
Alle Angaben dieser Datenblätter nach bestem Wissen, jedoch ohne Verbindlichkeit.
Abdrucke, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung von

HANS KOLBE & CO fuba
3363 GITTELDE · TEL. BAD GRUND (0 53 27) 5 00 · FERNSCHR. 9 53 854 · TELEFAX 05 327 / 50 200 · TELETEX 53 27 811 fuba