DEUTSCHE NORM *Entwurf* November 2013

DIN EN 61189-2-721

DIN

ICS 31.190 Einsprüche bis 2013-12-04

Entwurf

Messung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors von kupferkaschiertem Laminat im Mikrowellen-Frequenzbereich unter Verwendung eines Split Post dielektrischen Resonators (IEC 91/1110/CD:2013)

Measurement of relative permittivity and loss tangent for copper clad laminate at microwave frequency using split post dielectric resonator
(IEC 91/1110/CD:2013)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-10-04 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 31 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

Inhalt

Seite

1 Anwendungsbereich ... 4
2 Prüflinge ... 4
2.1 Abmessungen des Prüflings ... 4
2.2 Vorbereitung ... 4
2.3 Kennzeichnung ... 4
2.4 Dicke ... 5
3 Ausrüstung/Gerät ... 5
3.1 Vektor-Netzwerkanalysator (VNA) ... 5
3.2 SPDR-Prüfeinrichtung ... 5
3.3 Überprüfungseinheit ... 6
3.4 Messschraube ... 6
3.5 Umluftofen ... 6
3.6 Prüfkammer ... 6
4 Verfahren ... 6
4.1 Vorbehandlung ... 6
4.2 Messung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors bei Raumtemperatur ... 7
4.3 Messung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors bei unterschiedlichen Temperaturen ... 9
5 Bericht ... 11
5.1 Bei Raumtemperatur ... 11
5.2 Bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen ... 11
6 Weitere Angaben ... 11
6.1 Genauigkeit ... 11
6.2 Wartung ... 12
6.3 Zu beachtende Aspekte ... 12
6.4 Weitere Angaben zu Prüfeinrichtungen und zum Prüfergebnis ... 12
Anhang A (informativ) Beispiel einer Prüfeinrichtung und eines Prüfergebnisses ... 13
A.1 Beispiel einer Prüfeinrichtung ... 13
A.2 Beispiel eines Prüfergebnisses ... 13
Literaturhinweise ... 16

Tabelle 1 – Abmessungen des Prüflings ... 4
Tabelle 2 – Parameter der SPDR-Prüfeinrichtung ... 6

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 91/1110/CD:2013 „Measurement of relative permittivity and loss tangent for copper clad laminate at microwave frequency using split post dielectric resonator“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 91 „Electronics assembly technology“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

Messung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors von kupferkaschiertem Laminat im Mikrowellen-Frequenzbereich unter Verwendung eines Split Post dielektrischen Resonators

1 Anwendungsbereich

Dieses Verfahren beschreibt eine Methode zur Bestimmung der relativen Permittivität (Permittivitätszahl, Dk oder ε) und des Verlustfaktors (Df oder $\tan\delta$) von kupferkaschierten Laminaten im Mikrowellen-Frequenzbereich (von 1,1 GHz bis 20 GHz) unter Verwendung eines Split Post dielektrischen Resonators (SPDR, en: split post dielectric resonator).

Dieses Verfahren gilt für die Messung von kupferkaschierten Laminaten und dielektrischen Basismaterialien.

2 Prüflinge

2.1 Abmessungen des Prüflings

Die Abmessungen des Prüflings müssen größer als der Innendurchmesser D der Metallgehäuse sein. Und die maximale Dicke des Prüflings muss weniger als der Abstand h_g zwischen den Metallgehäusen der Prüfeinrichtung betragen. (Siehe Bild 2.)

Für diese Prüfung sind drei Prüflinge erforderlich. In Tabelle 1 sind die bevorzugten Abmessungen des Prüflings angegeben.

Tabelle 1 – Abmessungen des Prüflings

Nennfrequenz der SPDR-Prüfeinrichtung GHz	**Bevorzugte Abmessungen des Prüflings** mm	**Maximale Dicke des Prüflings** mm
1,1	150 × 150	6,0
3	80 × 80	3,0
5 bis 6	80 × 80	2,0
9 bis 10	80 × 80	0,9
13 bis 16	50 × 35	0,6
18 bis 20	15 × 15	0,5

Sofern zutreffend, können von Tabelle 1 abweichende Abmessungen des Prüflings verwendet werden. Ein Prüfling mit den Maßen „130 mm × 130 mm“ beispielsweise kann für eine Frequenz von 1,1 GHz verwendet werden.

2.2 Vorbereitung

Die Kupferkaschierung muss durch Ätzen von den kupferkaschierten Laminaten entfernt werden und die Prüflinge müssen gründlich gereinigt werden.

2.3 Kennzeichnung

Jeder Prüfling ist mit einem Gravierstift oder einem anderen geeigneten Verfahren in der oberen linken Ecke zu kennzeichnen.

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

2.4 Dicke

Je dicker der Prüfling innerhalb der Grenzwerte der Prüfeinrichtung ist, desto fehlerfreier sind die Messungen.

Dünne Prüflinge können bis zu einer Mindestdicke von 0,4 mm mit weiteren Schichten versehen werden, um eine möglichst hohe Messgenauigkeit zu erzielen.

ANMERKUNG Luftspalten zwischen dem Prüfling und der Prüfeinrichtung beeinträchtigen die Messung nicht.

3 Ausrüstung/Gerät

In Bild 1 ist das Komponentendiagramm des Prüfsystems dargestellt.

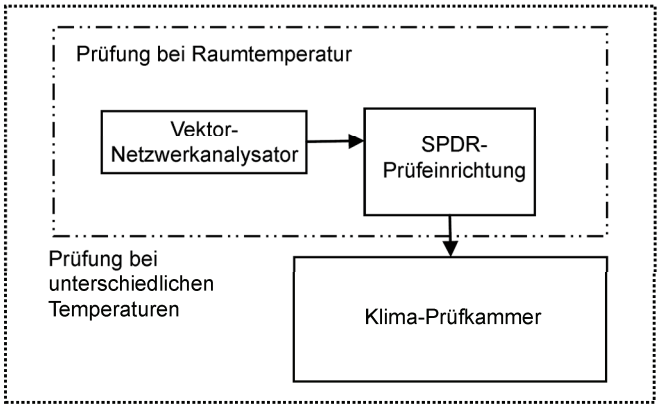

Bild 1 – Komponentendiagramm des Prüfsystems

3.1 Vektor-Netzwerkanalysator (VNA)

a) Der Frequenzbereich des Vektor-Netzwerkanalysators muss 500 MHz bis 20 GHz betragen.

b) Der Dynamikbereich des Vektor-Netzwerkanalysators muss mehr als 60 dB betragen.

3.2 SPDR-Prüfeinrichtung

Bild 2 zeigt die schematische Darstellung der SPDR-Prüfeinrichtung.

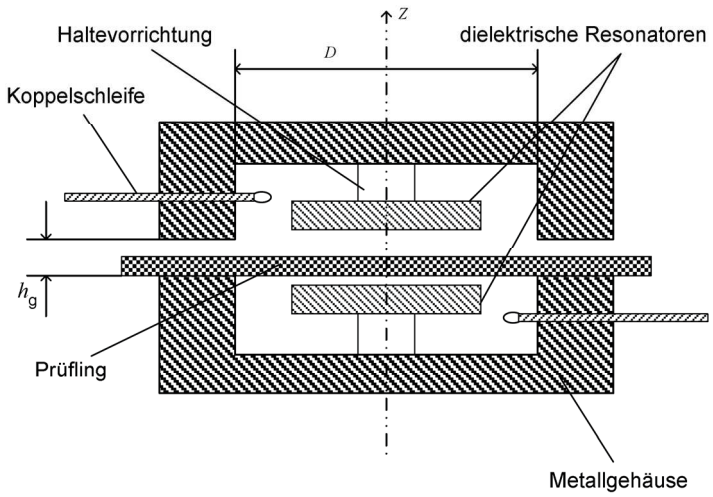

Bild 2 – Schematische Darstellung der SPDR-Prüfeinrichtung

Dabei ist:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

h_g der Abstand zwischen den Metallgehäusen der Prüfeinrichtung;

D der Innendurchmesser der Metallgehäuse.

3.2.1 Parameter

In Tabelle 2 sind die typischen Beziehungen zwischen der Nennfrequenz, h_g und D der SPDR-Prüfeinrichtung angegeben.

3.2.2 Frequenz

Für unterschiedliche Prüffrequenzen sind SPDR-Prüfeinrichtungen mit der entsprechenden Nennfrequenz zu verwenden.

Tabelle 2 – Parameter der SPDR-Prüfeinrichtung

Nennfrequenz der SPDR-Prüfeinrichtung GHz	D mm	h_g mm
1,1	120	6,0
3	50	3,0
5 bis 6	30	2,0
9 bis 10	22	0,9
13 bis 16	15	0,6
18 bis 20	10	0,5

3.3 Überprüfungseinheit

a) Standard-Referenzprobe, z. B. Quarz-Einkristall oder eine entsprechende Probe;

b) eine VNA-Kalibrieranordnung.

3.4 Messschraube

Messschraube mit einer Auflösung von 0,001 mm (oder besser).

3.5 Umluftofen

Umluftofen mit Temperaturstabilisierung bei 105^{+5}_{-2} °C.

3.6 Prüfkammer

Klima-Prüfkammer für die Prüfung bei unterschiedlichen Temperaturen.

a) Temperaturbereich: –125 °C bis +110 °C;

b) Temperaturgenauigkeit – Sollwert zu Istwert: ±1 °C.

4 Verfahren

4.1 Vorbehandlung

Vor der Prüfung sind alle Prüflinge bei einer Temperatur von (23 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (50 ± 5) % für mindestens 24 h vorzubehandeln. Wurde ein Prüfling jedoch kurz zuvor geätzt oder einer

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

hohen Feuchtigkeit ausgesetzt, sollte er in einem Umluftofen für 2 h bei 105^{+5}_{-2} °C getrocknet und anschließend wie zuvor angegeben vorbehandelt werden.

4.2 Messung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors bei Raumtemperatur

4.2.1 Prüfbedingungen

Die Prüf-Umgebungstemperatur sollte (23 ± 2) °C betragen. Sie sollte während der Prüfung um nicht mehr als 1 °C schwanken.

4.2.2 Vorbereitung

Der Vektor-Netzwerkanalysator muss 30 min vor der Prüfung eingeschaltet werden, damit er sich erwärmen und stabilisieren kann.

4.2.3 Prüfeinrichtung

Die SPDR-Prüfeinrichtung ist entsprechend der Prüffrequenz auszuwählen. Die Abmessungen und die Dicke des Prüflings müssen die Anforderungen nach 3.1 erfüllen. Beträgt die Prüffrequenz beispielsweise 10 GHz, dann sollte eine SPDR-Prüfeinrichtung mit einer Nennfrequenz von 10 GHz gewählt werden. Die bevorzugten Abmessungen des Prüflings betragen 80 mm × 80 mm und die maximale Dicke des Prüflings beträgt höchstens 0,9 mm.

4.2.4 Anschluss an den Vektor-Netzwerkanalysator

Die SPDR-Prüfeinrichtung ist an den Vektor-Netzwerkanalysator anzuschließen. Die Prüfeinrichtung muss waagerecht gehalten werden.

4.2.5 Parameter des Vektor-Netzwerkanalysators

Die Parameter des Vektor-Netzwerkanalysators sind entsprechend den Angaben des Herstellers und der Nennfrequenz der SPDR-Prüfeinrichtung einzustellen.

4.2.6 Frequenz und Gütefaktor ohne Prüfling

Die Resonanzfrequenz (f_0) und der Gütefaktor (Q_0) des Resonators ohne Prüfling sind zu messen.

4.2.7 Messschraube

Zur Messung der Dicke des Prüflings, die mit dem Symbol h aufzuzeichnen ist, ist eine Messschraube zu verwenden.

4.2.8 Einfügung des Prüflings

Der Prüfling ist in die Prüfeinrichtung einzusetzen. Die Seite, auf der sich die Kennzeichnung befindet, zeigt nach oben und die Kante dieser Seite ist an der Kante der Prüfeinrichtung auszurichten.

4.2.9 Frequenz und Gütefaktor mit Prüfling

Die Resonanzfrequenz (f_s) und der Gütefaktor (Q_s) des Resonators mit Prüfling sind zu messen.

4.2.10 Vergleich

Bild 3 zeigt die schematische Darstellung der Änderung der Resonanzfrequenz des Resonators mit und ohne Prüfling.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

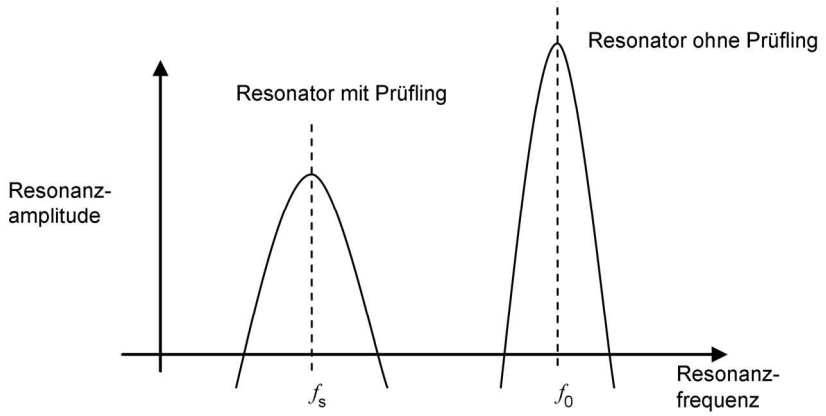

Bild 3 – Schematische Darstellung der Änderung der Resonanzfrequenz des Resonators mit und ohne Prüfling

4.2.11 Berechnung

Berechnung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors bei Raumtemperatur

Die relative Permittivität und der Verlustfaktor bei Raumtemperatur sind wie folgt zu berechnen. Es wird empfohlen, das vom Gerätelieferanten zur Verfügung gestellte Computerprogramm für die Berechnung zu verwenden.

4.2.11.1 Relative Permittivität

Die relative Permittivität (ε_r) ist nach Gleichung (1) zu berechnen:

$$\varepsilon_r = 1 + \frac{f_0 - f_s}{h f_0 K_\varepsilon (\varepsilon_r, h)} \quad (1)$$

Dabei ist:

ε_r die relative Permittivität;

h die Dicke des Prüflings in mm;

f_0 die Resonanzfrequenz des SPDR ohne Prüfling;

f_s die Resonanzfrequenz des Resonators mit dem dielektrischen Prüfling;

$K_\varepsilon (\varepsilon_r, h)$ eine Funktion von ε_r und h.

Für einen festgelegten Hohlraumresonator sollten dessen physikalische Parameter (Abmessungen, ε_r des dielektrischen Resonators) bekannt sein. $K_\varepsilon (\varepsilon_r, h)$ wird mithilfe der elektromagnetischen Feldsimulation unter Verwendung des strengen Rayleigh-Ritz-Verfahrens vorberechnet und die jeweiligen Werte werden tabellarisch erfasst. Die Frequenz des SPDR ohne Prüfling (f_0), die Resonanzfrequenz des Resonators mit dem dielektrischen Prüfling (f_s) und die Dicke des Prüflings (h) sind in Gleichung (1) einzufügen. Ein beliebiger Wert – ähnlich der relativen Permittivität der Probe – ist einzusetzen und ein Näherungsalgorithmus ist zu verwenden. Nach mehreren Iterationen ist die Berechnung zu beenden, wenn der relative Fehler der letzten beiden berechneten Werte für die relative Permittivität weniger als 0,1 % beträgt. Der letzte berechnete Wert ist die relative Permittivität des Prüflings.

4.2.11.2 Verlustfaktor

Der Verlustfaktor ist nach Gleichung (2) zu berechnen:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

$$\tan\delta = \frac{(Q_S^{-1} - Q_{DR}^{-1} - Q_C^{-1})}{p_{es}} \quad (2)$$

Dabei ist:

$\tan\delta$ der Verlustfaktor;

Q_S die Leerlaufgüte der Resonatoreinrichtung mit dem Prüfling;

Q_C der von den Metallverlusten abhängige Gütefaktor der Resonatoreinrichtung mit dem Prüfling;

Q_{DR} der von den dielektrischen Verlusten in den dielektrischen Stäben abhängige Gütefaktor der Einrichtung mit dem Prüfling;

p_{es} der Füllfaktor der elektromagnetischen Energie des Prüflings. Nach Festlegung der physikalischen Parameter des Hohlraumresonators kann der Füllfaktor der elektromagnetischen Energie p_{es} mithilfe der elektromagnetischen Feldsimulation bestimmt werden. Bei einem festgelegten Hohlraumresonator ist p_{es} ein konstanter Wert.

4.2.12 Änderung der Prüffrequenz

Bei Auswahl einer anderen Prüffrequenz ist die SPDR-Prüfeinrichtung entsprechend der Prüffrequenz zu wechseln. Anschließend sind die Prüfschritte nach 4.2.3 bis 4.2.11 zu wiederholen.

4.3 Messung der relativen Permittivität und des Verlustfaktors bei unterschiedlichen Temperaturen

4.3.1 Vorbereitung des Vektor-Netzwerkanalysators

Der Vektor-Netzwerkanalysator muss 30 min vor der Prüfung eingeschaltet werden, damit er sich erwärmen und stabilisieren kann.

4.3.2 Auswahl der Prüfeinrichtung

Die SPDR-Prüfeinrichtung ist entsprechend der Prüffrequenz zu wählen. Die Abmessungen und die Dicke des Prüflings müssen die Anforderungen nach 3.1 erfüllen. Die SPDR-Prüfeinrichtung ist an den Vektor-Netzwerkanalysator anzuschließen. Die Prüfeinrichtung muss in der Klimakammer waagerecht gehalten werden.

4.3.3 Parameter des Vektor-Netzwerkanalysators

Die Parameter des Vektor-Netzwerkanalysators sind entsprechend den Angaben des Herstellers und der Nennfrequenz der SPDR-Prüfeinrichtung einzustellen.

4.3.4 Temperatur in der Klimakammer

Die Klimakammer ist auf die Prüftemperatur einzustellen. Nach Erreichen der eingestellten Temperatur (T) ist diese für mindestens 15 min aufrechtzuerhalten.

4.3.5 Frequenz und Gütefaktor ohne Prüfling

Die Resonanzfrequenz $f_0(T)$ und der Gütefaktor $Q_0(T)$ des Resonators ohne Prüfling sind zu messen.

4.3.6 Messung

Die Klimakammer ist zurück auf Raumtemperatur zu bringen. Die Dicke des Prüflings (h) ist mit einer Messschraube zu ermitteln und anschließend ist der Prüfling in die Prüfeinrichtung einzusetzen. Die Seite, auf der

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11

sich die Kennzeichnung befindet, zeigt nach oben und die Kante dieser Seite ist an der Kante der Prüfeinrichtung auszurichten.

4.3.7 Prüfschrittwiederholung

Der Prüfschritt nach 4.3.4 ist zu wiederholen.

4.3.8 Frequenz und Gütefaktor mit Prüfling

Die Resonanzfrequenz $f_S(T)$ und der Gütefaktor $Q_S(T)$ des Resonators mit Prüfling sind bei der Temperatur T zu messen.

4.3.9 Berechnung

Die Berechnung erfolgt nach 4.2.11, wobei die Werte der relativen Permittivität $Dk(T)$ und des Verlustfaktors $Df(T)$ bei der Temperatur T zu ermitteln sind.

4.3.10 Temperaturoptionen

Bei Auswahl einer anderen Prüftemperatur sind die Prüfschritte nach 4.3.3 bis 4.3.9 zu wiederholen.

4.3.11 Temperaturkoeffizient

Temperaturkoeffizient der relativen Permittivität und Temperaturkoeffizient des Verlustfaktors

4.3.11.1 Relative Permittivität

Der Temperaturkoeffizient der relativen Permittivität ε_r (kurz $TC\varepsilon_r$) ist die Änderung der relativen Permittivität in Abhängigkeit von der Änderung der Temperatur. Die Einheit des $TC\varepsilon_r$ ist ppm/°C (ppm = Teile je Million). Im Allgemeinen wird die relative Permittivität des Prüflings bei der Bezugstemperatur T_{ref} von 25 °C als Bezugswert der relativen Permittivität $Dk(T_{ref})$ verwendet. Der $TC\varepsilon_r$ bei der Temperatur T ist nach Gleichung (3) zu berechnen:

$$TC\varepsilon_r = \frac{Dk(T) - Dk(T_{ref})}{(T - T_{ref}) \times Dk(T_{ref})} \quad (3)$$

Dabei ist:

$TC\varepsilon_r$ der Temperaturkoeffizient von ε_r in ppm/°C;

T die Prüftemperatur in °C;

T_{ref} die Bezugstemperatur in °C;

$Dk(T)$ die relative Permittivität bei der Temperatur T;

$DK(T_{ref})$ die relative Permittivität bei der Temperatur T_{ref}.

4.3.11.2 Temperaturkoeffizient

Der Temperaturkoeffizient des Verlustfaktors $\tan\delta$ ($TC\tan\delta$) ist die Änderung des Verlustfaktors mit der Temperatur (Erhöhung oder Verringerung je Grad Celsius). Die Einheit des $TC\tan\delta$ ist ppm/°C (ppm = Teile je Million). Im Allgemeinen wird der Verlustfaktor des Prüflings bei der Bezugstemperatur T_{ref} von 25 °C als Bezugswert des Verlustfaktors $Df(T_{ref})$ verwendet. Der $TC\tan\delta$ bei der Temperatur T ist nach Gleichung (4) zu berechnen:

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 61189-2-721:2013-11