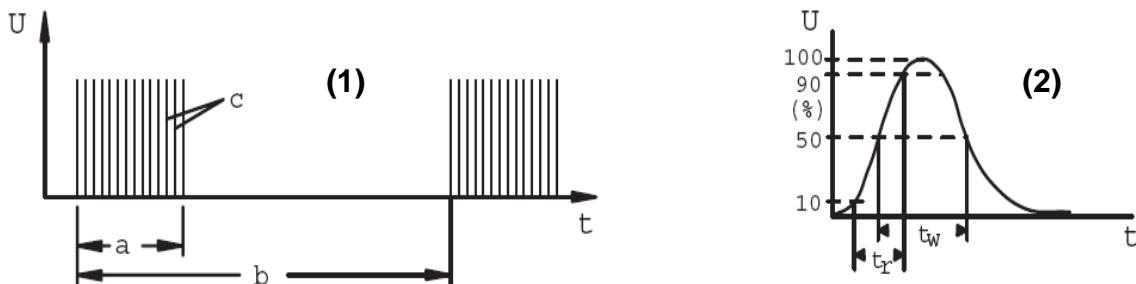


XXIV Kalibrierung von EMV-Störgeneratoren

XXIV.1 Generatoren für schnelle transiente Störgrößen/ Burst

XXIV Kalibrierung von EMV-Störgeneratoren	1
XXIV.1 Generatoren für schnelle transiente Störgrößen/ Burst.....	1
XXIV.1.1 Kalibrierverfahren.....	2
XXIV.1.1.1 Der Kalibrier Aufbau:	2
XXIV.1.1.2 Der Teiler	2
XXIV.1.1.3 Oszilloskop	3
XXIV.1.1.4 Rekonstruktion des Signals.....	4
XXIV.1.1.5 Das Programm „Burst.vi“.....	5
XXIV.1.1.6 Reproduzierbarkeit von Burstimpulsen	5
XXIV.1.2 Messunsicherheitsbudgets	6
XXIV.1.2.1 Burst-Dauer und Burst-Periode.....	6
XXIV.1.2.2 Burst-Frequenz.....	7
XXIV.1.2.3 Spitzenwert.....	8
XXIV.1.2.3 Anstiegszeit / Impulsdauer	9
XXIV.1.3 Ergebnisse	10
XXIV.1.4 Musterkalibrierschein	11

Zur Prüfung der Störfestigkeit elektrischer Geräte gegenüber Impulsen auf Kabeln und Leitungen (Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/ Burst) werden in der Industrie spezielle Störgeneratoren verwendet. Die regelmäßige Kalibrierung der eingesetzten Burstgeneratoren ist Aufgabe spezialisierter Kalibrierlabore wie der esz AG calibration & metrology. Um Burstgeneratoren normkonform nach den Anforderungen der **DIN EN 61000-4-4:2004** zu kalibrieren wurde ein präzises Verfahren entwickelt. Mit modernen Methoden der Signalverarbeitung wird mit einem eigens angefertigten Computerprogramm die Signalform des Burstimpulses rekonstruiert.



Messgrößen im „Burst“ nach DIN EN 61000-4-4, Juli 2005 (Beschriftung siehe Tabelle)

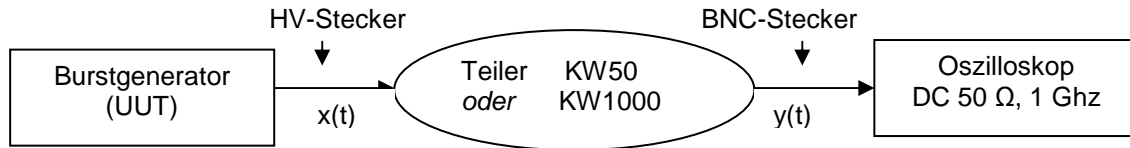
Messgröße	Eigenschaften	Toleranzen
(1) Burst Dauer (a)	15 ms bei 5 kHz	± 20 %
	0,75 ms bei 100 kHz	
	Burst Periode (b)	
Burst Frequenz (c)	5 kHz / 100 kHz	± 20 %
Spitzenwert $U_{100\%}$	0,5 / 1 / 2 / 4 kV	in 50 Ω ± 10 % in 1 kΩ ± 20 %
(2) Anstiegszeit t_r	5 ns	± 30 %
	Impulsdauer t_w	50 ns

Tabelle XXIV.1.1

Alle in der Tabelle XXIV.1.1 angegebenen Messgrößen müssen nach DIN EN 61000-4-4:2004 überprüft werden, um einen Burstgenerator vollständig zu kalibrieren.

XXIV.1.1 Kalibrierverfahren

XXIV.1.1.1 Der Kalibrieraufbau:



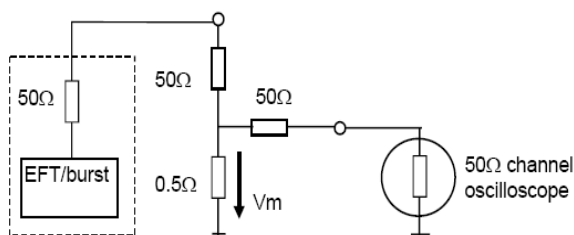
An den Hochspannungs-Ausgang des Generators wird ein für Burst Impulse entworfener Teiler der Firma EM-Test verwendet. Die Ausgangsimpedanz beider Teiler beträgt 50 Ω, der Anschluss erfolgt am 50 Ω Eingang eines Oszilloskops.

Auf das Messergebnis haben also neben dem offensichtlichen Einflusses des Generators im wesentlichen der Teiler und das Oszilloskop einen Einfluss. Der exakte Frequenzgang von Teiler und Oszilloskop hat jeglich einen Einfluss auf die Messgrößen in Gruppe (2) aus obiger Tabelle. Bei den Messgrößen aus Gruppe (1) ist die Zeitbasis des Oszilloskops, sowie die Ableseunschärfe ausschlaggebend.

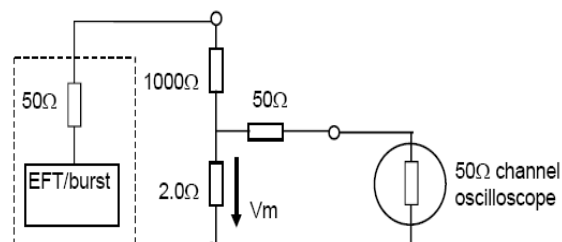
XXIV.1.1.2 Der Teiler

Der Teiler ist zugleich die in der Norm geforderte Prüflastimpedanz als auch ein Spannungsteiler, damit der Eingang des Oszilloskops nicht überlastet wird. Die Norm fordert eine Prüflastimpedanz von 50 Ω und 1 kΩ. Hierfür werden entweder der Teiler KW50 (50 Ω Eingang, Teilungsverhältnis 1:200) oder der Teiler KW1000 (1 kΩ Eingang, Teilungsverhältnis 1:500) verwendet. Um den 50 Ω Eingang des Oszilloskops auch bei hohen Spannungen nutzen zu können wird bei Messungen über 2 kV mit dem KW50 zusätzlich ein 6dB BNC-Dämpfungsglied mit Nennbandbreite 1 GHz verwendet.

KW 50 (simplified diagram)



KW 1000 (simplified diagram)



Schaltbilder em-Test Kalibrationsset KW50 und KW1000

Beide Teiler stellen signaltheoretisch ein Zweitor dar, welches abhängig nach Frequenz- und Phasengang einen Einfluss auf die Kurvenform des Burstimpulses hat. Zur Charakterisierung wurden die Teiler an einem vektoriiellen Netzwerkanalysator ausgemessen. Dabei ist vor allem das komplexe Übertragungsverhalten zwischen Ein- und Ausgang des Teilers von Interesse. Die Messung erfolgt unter Verwendung von hauseigenen hochpräzisen Kalibriersätzen an den Netzwerkanalysatoren Agilent E8361A und HP 8753C (siehe Kapitel .

Die regelmäßige Kalibrierung der Teiler umfasst damit zum einen das Ausmessen des Übertragungsverhaltens am Netzwerkanalysator. Zum anderen wird an einer LCR Messbrücke der Eingangswiderstand überprüft (50 Ω ±2% und 1 kΩ ±2%) und die Eingangskapazität (< 6 pF) bestimmt. Die Widerstandsmessung wird bei Gleichstrom durchgeführt und die Kapazitätsmessung bei einer niedrigen Frequenz (1kHz).

Ausgabe:	erstellt	geprüft/ genehmigt	Kapitel	Seite
5.5.11	von: WR am: 03.09.08	von: PF am: 08.01.2009	XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	2 von 15



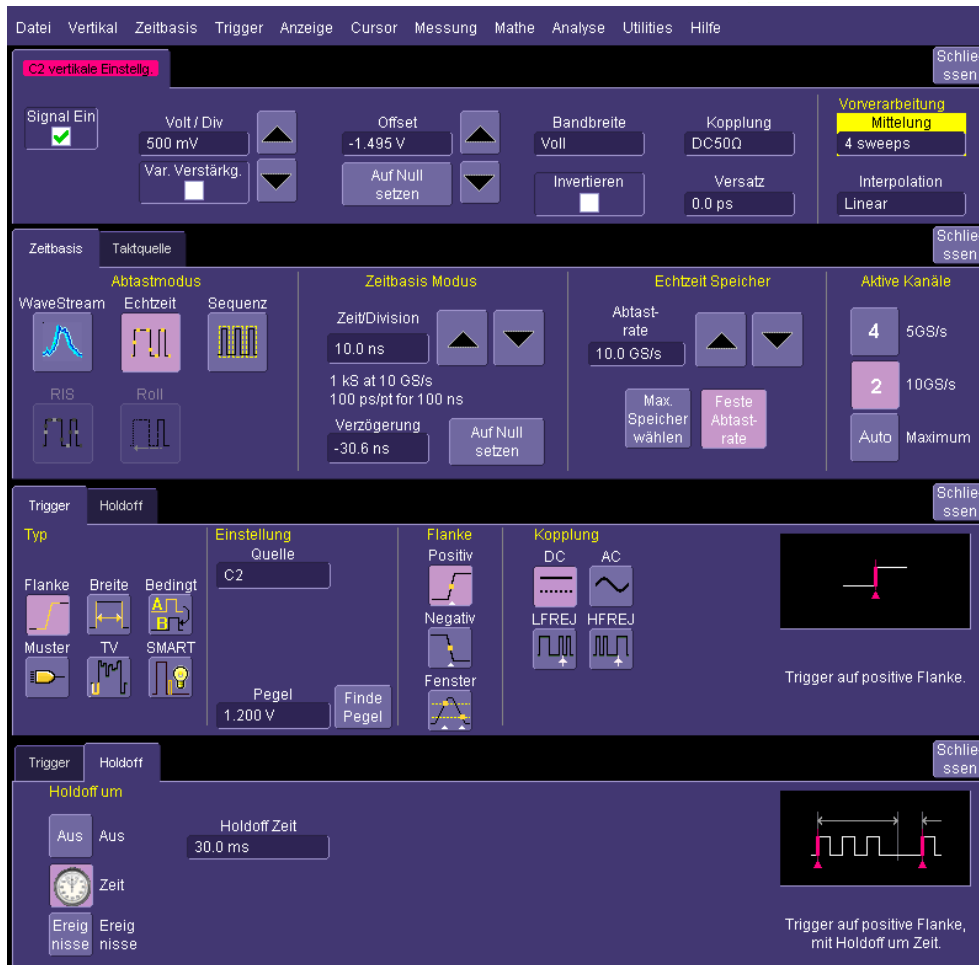
typischer Burstgenerator (links unten) und verwendetes Testsystem bestehend aus High-Speed-Oszilloskop, den HV-Teilern EMTest KW50 / KW1000 und BNC-1 GHz-Dämpfungsglied.

XXIV.1.1.3 Oszilloskop

Als Oszilloskop wird ein LeCroy WaveRunner 104xi mit einer Nenn-Bandbreite von 1 GHz verwendet. Damit ist die in der Norm genannte Bandbreite von 400 MHz weit übertroffen. Eine höhere Bandbreite würde außerdem wenig Sinn machen, da die verwendeten Leitungstypen und Steckverbindungen, dass Signal bereits auf etwa 1 GHz beschränken. Daneben konnte aus den Versuchen gezeigt werden, dass die für die Signalform und Rekonstruktion entscheidenden Signalanteile bei Frequenzen um die 20 MHz liegen.

Um die optimale System-Genauigkeit zu erreichen, werden folgende Einstellungen am LeCroy vorgenommen:

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/ genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 3 von 15
---------------------------	---	--	--	--------------------------



Einstellungen am Testsystem für Horizontal- / Vertikalerfassung, Zeitbasis und Trigger

Die Kalibrierung des Oszilloskops erfordert die Bestimmung des Frequenzganges mit mindestens 20 Punkten für die benötigten Bereiche und Spannungen, so dass bei der Verwendung im Burst-Kalibriersystem eine Korrektur der Frequenzantwort stattfinden kann. Die Korrektur wird automatisch durch das LabView Programm „burst.vi“ durchgeführt. Ein grober Richtwert für die Verbesserung des Spitzenwertes durch Korrektur des Frequenzganges liegt in der Größenordnung von etwa 1%.

XXIV.1.1.4 Rekonstruktion des Signals

Durch die Kenntnis des Übertragungsverhaltens des Teilers kann aus dem gemessenen Signal das Signal am Eingang des Teilers ermittelt werden. Es gilt:

$$y(t) = g_{\text{Teiler}}(t) * g_{\text{Oszi}}(t) * x(t); \quad " * = \text{Faltung, } g = \text{Impuls - Antwort} "$$

Durch den Zusammenhang des Zeitbereichs und dem Frequenzbereich ergibt sich:

$$Y(f) = G_{\text{teiler}}(f) \cdot G_{\text{Oszi}}(f) \cdot X(f); \quad \rightarrow \quad X(f) = \frac{Y(f)}{G_{\text{teiler}}(f) \cdot G_{\text{Oszi}}(f)}$$

Dabei ist $Y(f) = \text{FFT}\{y(t)\}$ und $G_{\text{teiler}}(f)$ das komplexe Frequenzspektrum, welches am Netzwerkanalysator ausgemessen wurde. $G_{\text{Oszi}}(f)$ ist der Frequenzgang durch Bestimmung an einem Oszilloskop-Kalibrator (siehe dazu Kapitel IX): Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Phase über das Spektrum linear ist und daher nicht ausgemessen werden muss.

Durch eine inverse Fouriertransformation erhält man $x(t) = \text{FFT}^{-1}\{X(f)\}$. Dies ist das rekonstruierte Signal am Eingang des Teilers. Damit wird der (zwar relativ geringe) Einfluss des Teilers herausgerechnet. Alle Schritte der Berechnung werden vom Programm „Burst.vi“ übernommen.

Ausgabe:	erstellt	geprüft/ genehmigt	Kapitel	Seite
5.5.11	von: WR am: 03.09.08	von: PF am: 08.01.2009	XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	4 von 15

XXIV.1.1.5 Das Programm „Burst.vi“

Zur Berechnung des rekonstruierten Burstimpulses wird das eigens für diesen Zweck mit LabView geschriebene Programm „Burst.vi“ verwendet. Die Parameter „Spitzenwert“, „Anstiegszeit“ und „Impulsdauer“ werden außerdem automatisch bestimmt. Dies geschieht mit einer höheren Genauigkeit als bei der bereits eingebauten Funktion des LeCroy Oszilloskops. Dies liegt daran, dass die Messfunktionen eigens nur für das Burstsignal entwickelt wurden.

Um kleinere Messabweichungen zu erreichen, ermöglicht das Programm mehrere Kurven auszuwerten und den Mittelwert zu berechnen. Es hat sich herausgestellt, dass es in der Regel ausreicht 32 Kurven zu berücksichtigen. Die restlichen Parameter (Tabelle XXIV.1.1 Messgruppe (1)) werden direkt am Oszilloskop mit Hilfe des Cursors vermessen.

XXIV.1.1.6 Reproduzierbarkeit von Burstimpulsen

Ein Burstpaket besteht aus mehreren einzelnen Burstimpulsen (bei 5 kHz und 15 ms Burst Dauer sind dies 75 Pulse). Standardmäßig hat sich als zweckmäßig erwiesen, dass stets der zweite Burstimpuls eines Paketes überprüft wird. Durch wiederholte Messungen wurde des weiteren festgestellt, dass die Reproduzierbarkeit der Messung eines Burstimpulses (z.B. des zweiten Burst) auch bei etwa 0,5 % bis 1 % (je nach Parameter) liegt. Da unbekannt ist, ob es sich um die Wiederholbarkeit des Verfahrens oder die des Generators handelt wird dieser Anteil als typische Messunsicherheit für die Reproduktion der Ergebnisse berücksichtigt.

Es wurde in diesem Zusammenhang festgestellt, dass neben dem Problem der Wiederholbarkeit, zugleich eine kontinuierliche Veränderung des Spitzenwertes innerhalb eines Burstpakets auftritt (siehe folgendes Diagramm). Der Spitzenwert sinkt dabei um etwa 1,5%. Dennoch wird von der Normkonformität des Generators ausgegangen, sofern der untersuchte Impuls innerhalb der Anforderungen liegt.

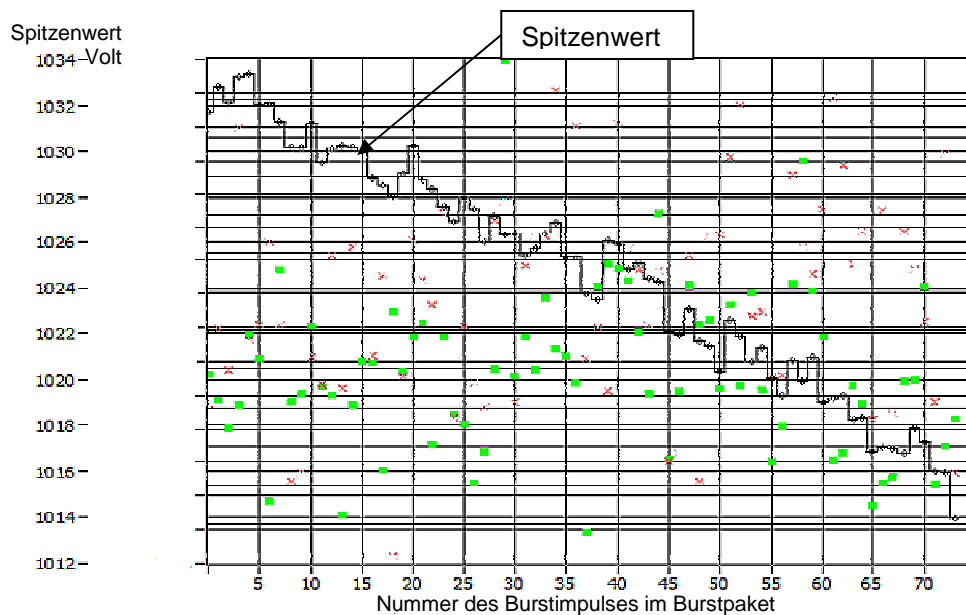


Abbildung: Abfall des Spitzenwertes in einem Burstpaket.

Ausgabe:	erstellt	geprüft/genehmigt	Kapitel	Seite
5.5.11	von: WR am:03.09.08	von: PF am: 08.01.2009	XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	5 von 15

XXIV.1.2 Messunsicherheitsbudgets

Da insgesamt 6 verschiedene Parameter mit 4 Methoden ermittelt werden, sind im Folgenden auch die insgesamt 4 zugehörigen Messunsicherheitsbudgets aufgeführt. Die Parameter Burst Dauer und Burst Periode sind auf die gleiche Weise zu ermitteln und konnten daher zusammengefasst werden. Die Reihenfolge der Budgets richtet sich nach oben aufgeführter Tabelle XXIV.1.1.

XXIV.1.2.1 Burst-Dauer und Burst-Periode

Vorgegebene bzw. ermittelte Größen:

$t_{measure}$ Mit dem Cursor ausgemessene Zeit. (Burst Periode oder Burst Dauer)

Gesuchte Größe:

t_{UUT} Burst Dauer/ Burst Periode des Generators.

Modellgleichung:

Mit den oben aufgeführten Größen ergibt sich:

$$t_{UUT} = t_{measure} + \delta_{measure} + \delta_{Osz}$$

Für die dem Ergebnis beizuordnende relative Standardmessunsicherheit ergibt sich daraus:

$$w^2(t_{UUT}) = w_{measure}^2 + w_{Osz}^2$$

Die relative erweiterte Messunsicherheit beträgt also maximal 0,5%.

Ausgabe:	erstellt	geprüft/ genehmigt	Kapitel	Seite
5.5.11	von: WR am: 03.09.08	von: PF am: 08.01.2009	XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	6 von 15

XXIV.1.2.2 Burst-Frequenz

Vorgegebene bzw. ermittelte Größen:

$f_{measure}$ Mit der integrierten Messfunktion „Frequenz“ am Oszilloskop LeCroy WaveRunner 104xi ausgemessene Frequenz.

Gesuchte Größe:

f_{UUT} Burst Frequenz des Generators.

Modellgleichung:

Mit den oben aufgeführten Größen ergibt sich:

$$f_{UUT} = f_{measure} + \delta_{measure} + \delta_{Osz}$$

Für die dem Ergebnis beizuordnende relative Standardmessunsicherheit ergibt sich daraus:

$$w^2(f_{UUT}) = w_{measure}^2 + w_{Osz}^2$$

Die relative erweiterte Messunsicherheit beträgt also maximal 0,1%.

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 7 von 15
---------------------------	---	---	--	--------------------------

XXIV.1.2.3 Spitzenwert

Vorgegebene bzw. ermittelte Größen:

$U_{measure}$ Die vom Programm „Burst.vi“ ermittelte Spitzenwert in Volt. Mittelwert aus mindestens 32 Messkurven. Jede einzelne Kurve ist wieder mit einem Mittelwert von 4 aufgenommen.

Gesuchte Größe:

U_{UUT} Spitzenwert des Generators.

Modellgleichung:

Mit den oben aufgeführten Größen ergibt sich:

$$U_{UUT} = U_{measure} + \delta U_{Oszi} + \delta U_{Verfahren} + \delta U_{Wiederhol} + \delta U_{6dB};$$

Für die dem Ergebnis beizuordnende Standardmessunsicherheit ergibt sich daraus (Sensitivitätskoeffizienten $c_i = 1$):

$$u^2(U_{UUT}) = u_{Oszi}^2 + u_{Verfahren}^2 + u_{Wiederhol}^2 + u_{6dB}^2$$

Bei der Betrachtung der relativen Anteile der Messunsicherheit gilt ebenso:

$$w^2(U_{UUT}) = w_{Oszi}^2 + w_{Verfahren}^2 + w_{Wiederhol}^2 + w_{6dB}^2$$

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/ genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 8 von 15
---------------------------	---	--	--	--------------------------

XXIV.1.2.3 Anstiegszeit / Impulsdauer

Vorgegebene bzw. ermittelte Größen:

$tr_{measure}$ Die vom Programm „Burst.vi“ ermittelte Anstiegszeit / Impulsdauer. Mittelwert aus mindestens 32 Messkurven. Jede einzelne Kurve ist mit einem Mittelwert von 4 aufgenommen.

Gesuchte Größe:

tr_{UUT} Die Anstiegszeit/ Impulsdauer des Generators.

Modellgleichung:

Mit den oben aufgeführten Größen ergibt sich:

$$tr_{UUT} = tr_{measure} + \delta r_{Re\ flevel} + \delta r_{Verfahren} + \delta r_{Wiederhol} + \delta r_{6dB};$$

Für die dem Ergebnis beizuordnende Standardmessunsicherheit ergibt sich daraus (Sensitivitätskoeffizienten $c_i = 1$):

$$u^2(\Delta U) = u_{Verfahren}^2 + u_{Re\ flevel}^2 + u_{Wiederhol}^2 + u_{6dB}^2$$

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/ genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 9 von 15
---------------------------	---	--	--	--------------------------

Bei der Betrachtung der relativen Anteile der Messunsicherheit gilt ebenso:

$$w^*(tr_{UUT}) = w_{Re\ level}^2 + w_{Verfahren}^2 + w_{Wiederhol}^2 + w_{6dB}^2$$

XXIV.1.3 Ergebnisse

Messgröße, Kalibriergegenstand <i>Measured Quantity or Instrument</i>	Messbereich, Messspanne <i>Range</i>	Messbedingungen, Verfahren <i>Conditions / Procedure</i>	kleinste angebbare Messunsicherheit <i>Best Measurement Capability</i>	Bemerkungen <i>Remarks</i>
Burst-Generatoren Ausgangsspannung Spitzenwert U	100 V bis 4 kV	unter 50 Ω oder 1 k Ω Last	$39 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Kalibrierung von Burstgeneratoren gemäß EN 61000-4-4:2004
Anstiegszeit und Impulsdauer T_r	3 ns bis 1 μ s		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode T	10 μ s bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz f	100 Hz bis 500 kHz		$1 \cdot 10^{-3} \cdot f$	

XXIV.1.4 Musterkalibrierschein

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium / *Calibration laboratory*

Akkreditiert durch die / *accredited by the*
Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes



DKD-K-18201

Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

09011176
DKD-K-18201
2009-01

Gegenstand
Object Burst Generator

Hersteller
Manufacturer Muster

Typ
Type Burstmuster

Fabrikat/Serien-Nr.
Serial No. SN12345

Auftraggeber
Customer Muster AG
 Industriestr. 12
 D-12345 Musterstadt

Auftragsnummer
Order No. Muster

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines
Number of pages of the certificate 5

Datum der Kalibrierung
Date of calibration 23.01.2009

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Der DKD ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DKD is signatory to the multilateral agreement of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel <i>Seal</i>	Datum <i>Date</i>	Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
	23.01.2009	P.Fleischmann	R. Weller

esz AG calibration & metrology	Max-Planck-Str.16 D-82223 Eichenau	Tel.: +49-8141-88887-0 Fax: +49-8141-88887-77
---	---------------------------------------	--

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 11 von 15
---------------------------	---	---	--	---------------------------

Seite 2
Page

09011176
DKD-K-18201
2009-01

1. Kalibriergegenstand

Der Kalibriergegenstand ist ein Generator für schnelle transiente elektrische Störgrößen/ Burst (EFT/B-Generator).

2. Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung erfolgte gemäß den Anforderungen der EN 61000-4-4:2004.

Verwendete Kalibriereinrichtungen:

PN-Nummer	Hersteller	Modell	Gegenstand	Prüfer	Kal.-Nr.	nächst. Kal.
KL16074	Le Croy	WR104Xi	High Speed Scope	DKD-K-18201	08030824	03/2009
KL17081	EMTest	KW50/1000	Verifikations Kit	EMTest	0606/48	08/2010
KL18220	HTS	DGL-50610	Attenuator 6dB	82223 ML*	08111882	11/2010

3. Messergebnisse

ab Seite 3

4. Umgebungsbedingungen

Temperatur (23 ± 2) °C
Relative Luftfeuchte (50 ± 20) %

5. Messunsicherheit

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor k=2 ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall. Dimensionslose Messunsicherheiten sind bezogen auf den Kalibrierwert.

6. Messbedingungen

Der Kalibriergegenstand wurde zum Temperatenausgleich vor der Kalibrierung mehr als 1 Stunde eingeschaltet im Messraum aufbewahrt.

esz AG calibration & metrology

Max-Planck-Str.16
D-82223 Eichenau

Tel.: +49-8141-88887- 0
Fax: +49-8141-88887-77

Ausgabe:	erstellt	geprüft/genehmigt	Kapitel	Seite
5.5.11	von: WR am:03.09.08	von: PF am: 08.01.2009	XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	12 von 15

Seite 3
Page

09011176
DKD-K-18201
2009-01

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Abweichung	Messunsicherheit
---------	---------------	----------	------------	------------------

BURST-Generator, EN 61000-4-4:2004
Impulsform und Ausgangsspannung via HV-Ausgang

Polarität positiv, an 50 Ω

0,25 kV	0,125 kV	0,125 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

0,5 kV	0,250 kV	0,250 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

1,0 kV	0,500 kV	0,500 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

2,0 kV	1,000 kV	1,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

4,0 kV	2,000 kV	2,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

Polarität negativ, an 50 Ω

0,25 kV	0,125 kV	0,125 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

0,5 kV	0,250 kV	0,250 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

1,0 kV	0,500 kV	0,500 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

2,0 kV	1,000 kV	1,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

4,0 kV	2,000 kV	2,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

esz AG calibration & metrology

Max-Planck-Str.16
D-82223 Eichenau

Tel.: +49-8141-88887- 0
Fax: +49-8141-88887-77

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 13 von 15
---------------------------	---	---	--	---------------------------

Seite 4
 Page

09011176
DKD-K-18201
2009-01

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Abweichung	Messunsicherheit
BURST-Generator, EN 61000-4-4:2004				
Impulsform und Ausgangsspannung via HV-Ausgang				
Polarität positiv, an 1000 Ω				
0,25 kV	0,250 kV	0,250 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
0,5 kV	0,500 kV	0,500 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
1,0 kV	1,000 kV	1,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
2,0 kV	2,000 kV	2,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
4,0 kV	4,000 kV	4,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
Polarität negativ, an 1000 Ω				
0,25 kV	0,250 kV	0,250 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
0,5 kV	0,500 kV	0,500 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
1,0 kV	1,000 kV	1,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
2,0 kV	2,000 kV	2,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%
4,0 kV	4,000 kV	4,000 kV		3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns		4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns		4,1%

esz AG calibration & metrology

Max-Planck-Str.16
 D-82223 Eichenau

Tel.: +49-8141-88887-0
 Fax: +49-8141-88887-77

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/ genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 14 von 15
---------------------------	---	--	--	---------------------------

Seite 5
Page

09011176
DKD-K-18201
2009-01

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Abweichung	Messunsicherheit
---------	---------------	----------	------------	------------------

BURST-Generator, EN 61000-4-4:2004

Impulsform und Ausgangsspannung via Koppelnetzwerk im "common mode" (L+N+PE)

L an 50 Ω, positiv

4,0 kV	2,000 kV	2,000 kV	3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns	4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns	4,1%

N an 50 Ω

4,0 kV	2,000 kV	2,000 kV	3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns	4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns	4,1%

PE an 50 Ω

4,0 kV	2,000 kV	2,000 kV	3,9%
Anstiegszeit	5,00 ns	5,00 ns	4,1%
Impulsdauer	50,0 ns	50,0 ns	4,1%

Burstdauer

5 kHz	15,00 ms	15,00 ms	0,4%
100 kHz	0,750 ms	0,750 ms	0,4%

Burstperiode

300 ms	300,0 ms	300,0 ms	0,4%
--------	----------	----------	------

Impulswiederholffrequenz

5 kHz	5,000 kHz	5,000 kHz	0,1%
100 kHz	100,0 kHz	100,0 kHz	0,1%

esz AG calibration & metrology

Max-Planck-Str.16
D-82223 Eichenau

Tel.: +49-8141-88887- 0
Fax: +49-8141-88887-77

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: WR am:03.09.08	geprüft/genehmigt von: PF am: 08.01.2009	Kapitel XXIV.1 – Kalibrierung von Burstgeneratoren	Seite 15 von 15
---------------------------	---	---	--	---------------------------