

キクスイの車載EMCソリューションセミナー

車載EMC試験とは ISO7637-2,-3,-4規格最新情報

菊水電子工業株式会社
市場企画部 茂戸藤 寛

2020年7月21日（火）



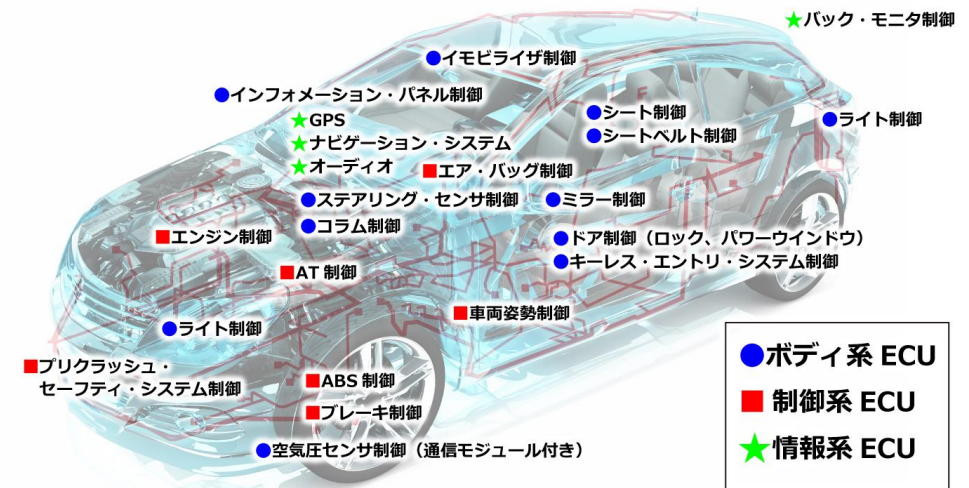
目次

1. ISO7637-2規格 最新情報
2. ISO7637-3規格 最新情報
3. ISO7637-4規格 最新情報
4. キクスイのISO7637関連製品ご紹介

自動車のEMCとは

- 従来の自動車は、
機械的な制御方法や油圧で動作する物が多数を占有
- 現在の自動車は、
マイコン技術の進化とともに機械式制御は電子式制御に移行
+

走行性能以外にインテリアの充実度
(便利な機能) の要求は年々高まり、
電装部品は更に多く搭載される傾向



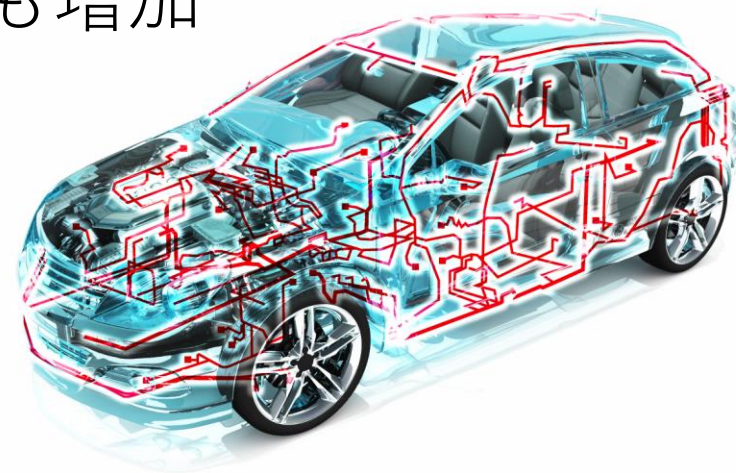
自動車のEMCとは

- さらに現在の自動車は、
ADAS（運転支援システム）の標準化も進んでおり、
自動車に搭載されるカーエレクトロニクスが急激に進化
ADAS/自動運転用センサの搭載個数は増加し、多機能・高性能化が急加速



- ECU搭載個数の増加 ⇒ ワイヤーハーネスも増加
- 自動車内部の電源事情

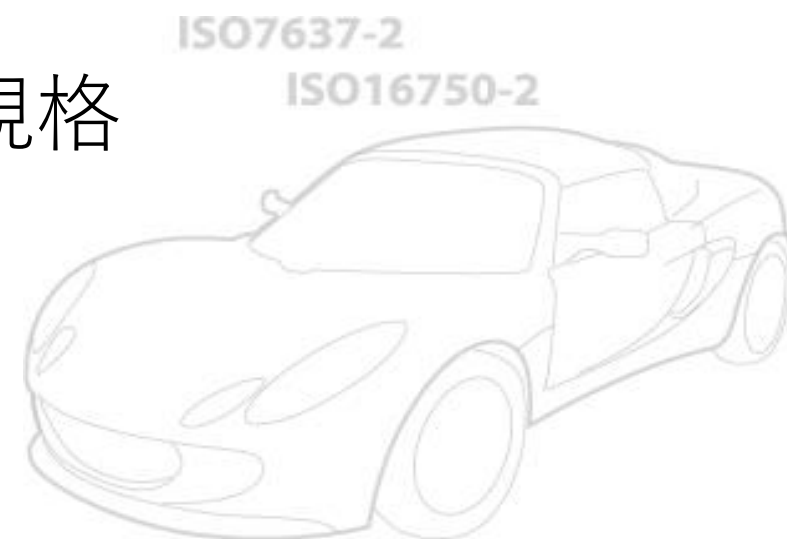
バッテリーから電気が供給されますが、エンジン始動時や電気回路のチャタリング等で、電源としては不安定となる要素が多く存在。不安定となる要素は電装部品の増加による影響も少なからず影響を及ぼしている。



自動車のEMC規格

- **ISO7637** 過渡電気伝導妨害試験
- ISO11452 RF放射イミューニティ試験
- ISO16750 電源電圧変動、環境試験
- ISO10605 静電気試験

- SAE,JASO,EN 各国の規制
- その他 各自動車メーカー独自規格



1. ISO7637-2規格最新情報

規格改定の動向

現在の最新版は、2011-03-01 Third edition になります。
Third edition発行から7年が経過しており、全体的な見直し作業が進められています。

日本では、JSAE（自動車技術会）CISPR分科会が改訂作業に携わっています。

1. ISO7637-2規格最新情報

改定で大きく変わる可能性がある項目

- DC48V系システムも適用範囲となるよう追加
- Pulse1-24Vシステムの試験電圧が変更
「-300V to -600V」 ⇒ 「-250V to -450V」
- Pulse2aの条件が変更
12V : +37V to +75V ($R_i=2\Omega, 4\Omega$)
24V : +37V to +112V ($R_i=2\Omega, 4\Omega, 10\Omega$)
- Pulse2bが規格から削除

1. ISO7637-2規格最新情報

改定で大きく変わる可能性がある項目

- Pulse48a/48bが新たに追加
- 波形の規定条件が変更

Pulse 1	1-12V	No load/1 Ω /10 Ω /1k Ω 100nF
	1-24V	No load/50 Ω /10 Ω /1k Ω 100nF
Pulse 2a	12V/24V共通	No load/2 Ω /1 Ω /1k Ω 100nF
Pulse 3a/3b	12V/24V共通	1k Ω /50 Ω

- Pulse α ,Pulse β を新たな試験波形として日本が提案
⇒ 現行規格のAnnex Fを normativeとする意見に対するカウンター提案

1. ISO7637-2規格最新情報

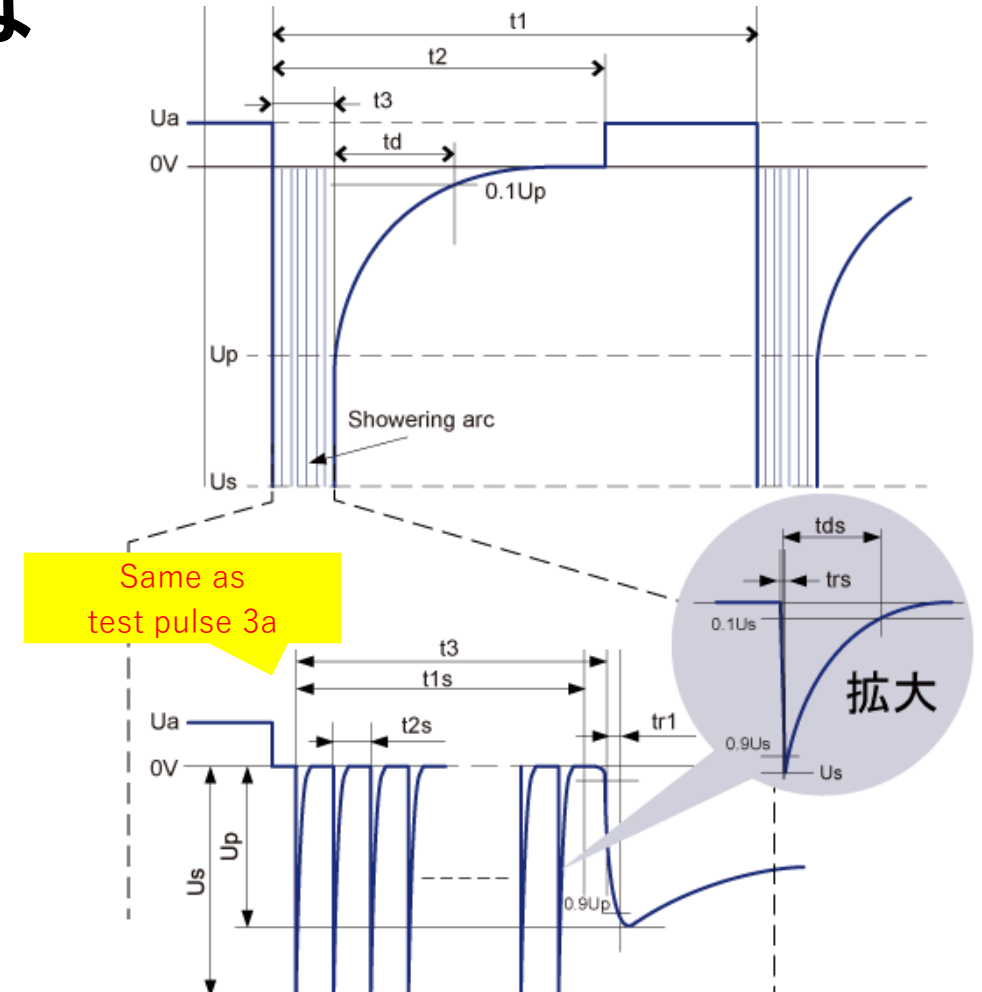
日本提案「Pulse α 波形」とは

■ Example of Test Level

Test Level	U_s [v]	U_p [v]
V	-600	-200
IV	-400	-200
III	-300	-150
II	-200	-100
I	-100	-50

■ Example of Level V calibration

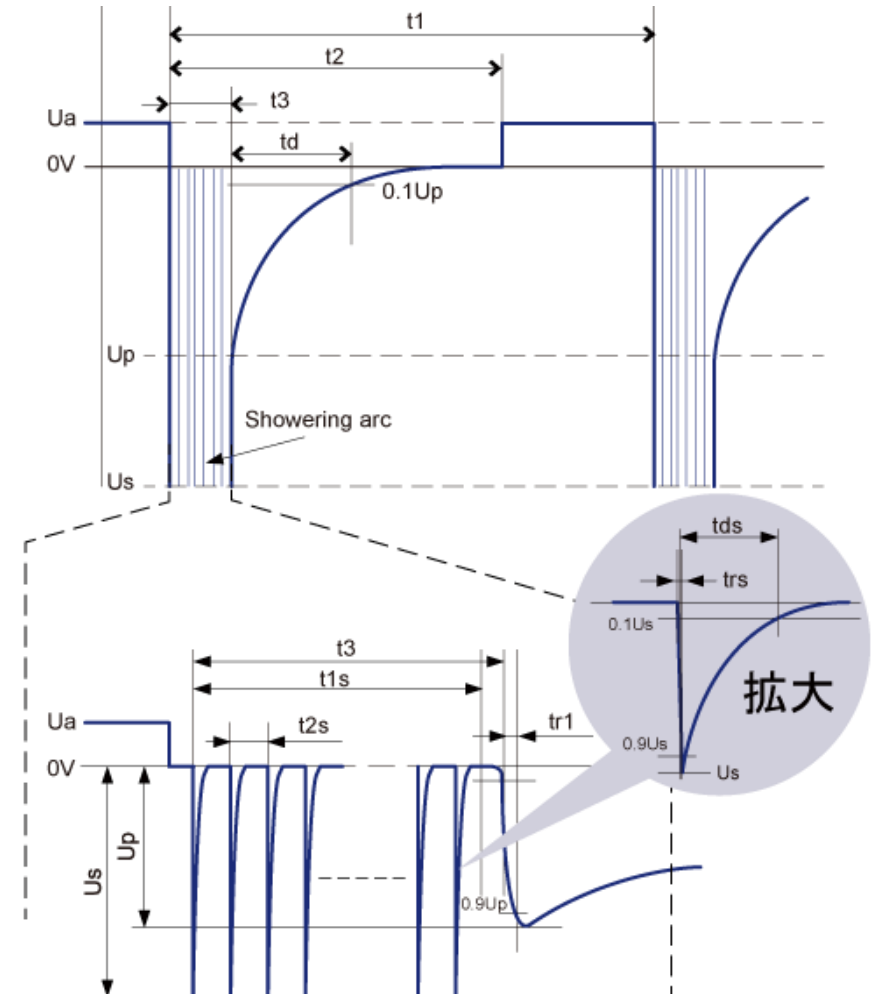
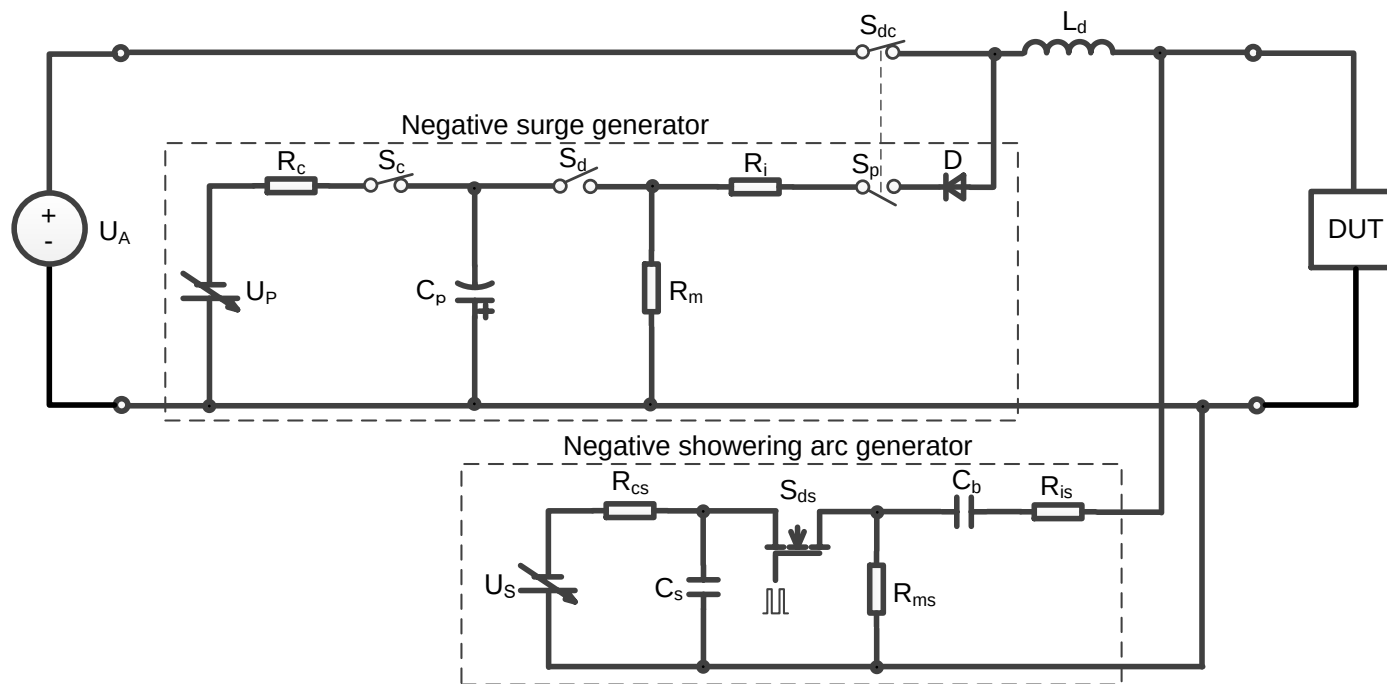
Term	50 Ω Load	1k Ω Load	open
U_p [v]	-182 ± 18	-	-200 ± 20
U_s [v]	-300 ± 30	-571 ± 90	(-600 ± 60)
t_d [ms]	52 ± 5.2	-	62 ± 6.2



1. ISO7637-2規格最新情報

日本提案「Pulse α 波形」とは

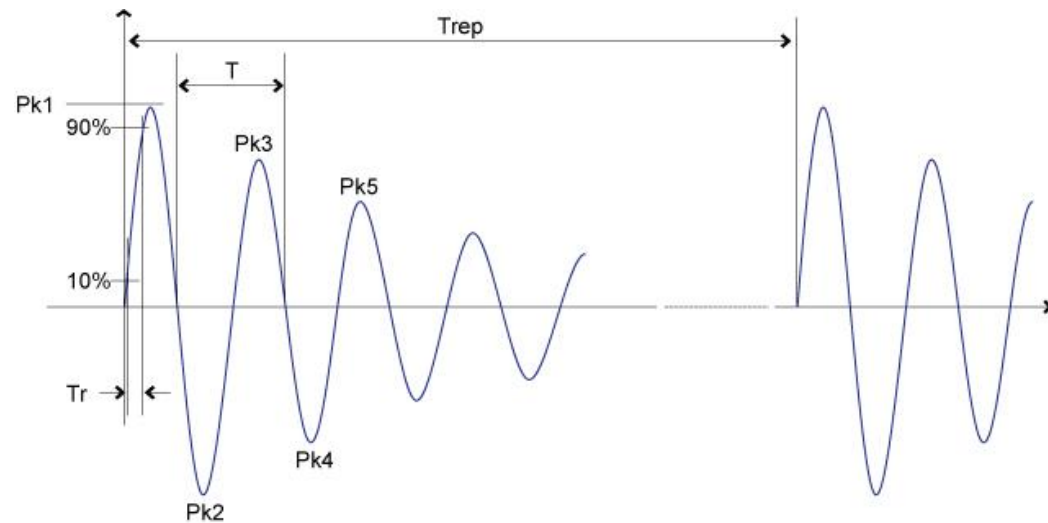
■ Example of Test Pulse Generator



1. ISO7637-2規格最新情報

日本提案「Pulse β 波形」とは

■ Example of Test Level



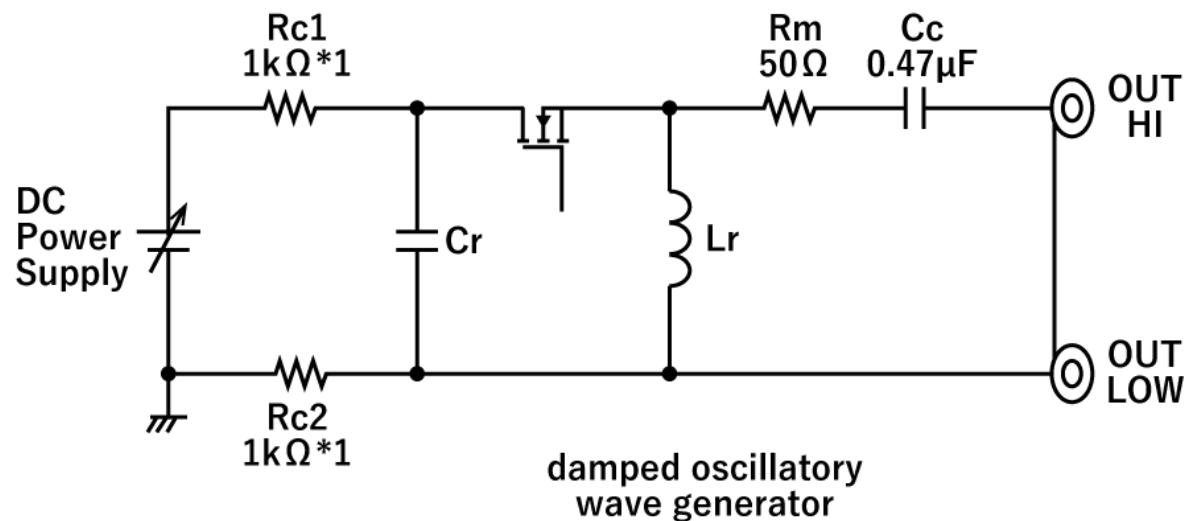
Test Level	tr[ns]	Usp [v] and f [MHz] = 1 / tf				
		0.1	1	5	10	30
V	40-50	600	600	500	500	500
IV	5-10	400	400	400	400	400
III	5-10	300	300	300	300	300
II	5-10	200	200	200	200	200
I	5-10	100	100	100	100	100

Dumping ratio $V_{pk5} / V_{pk1} < 30\%$ @50 Ω Load

1. ISO7637-2規格最新情報

日本提案「Pulse β 波形」とは

■ Example of Test Pulse Generator



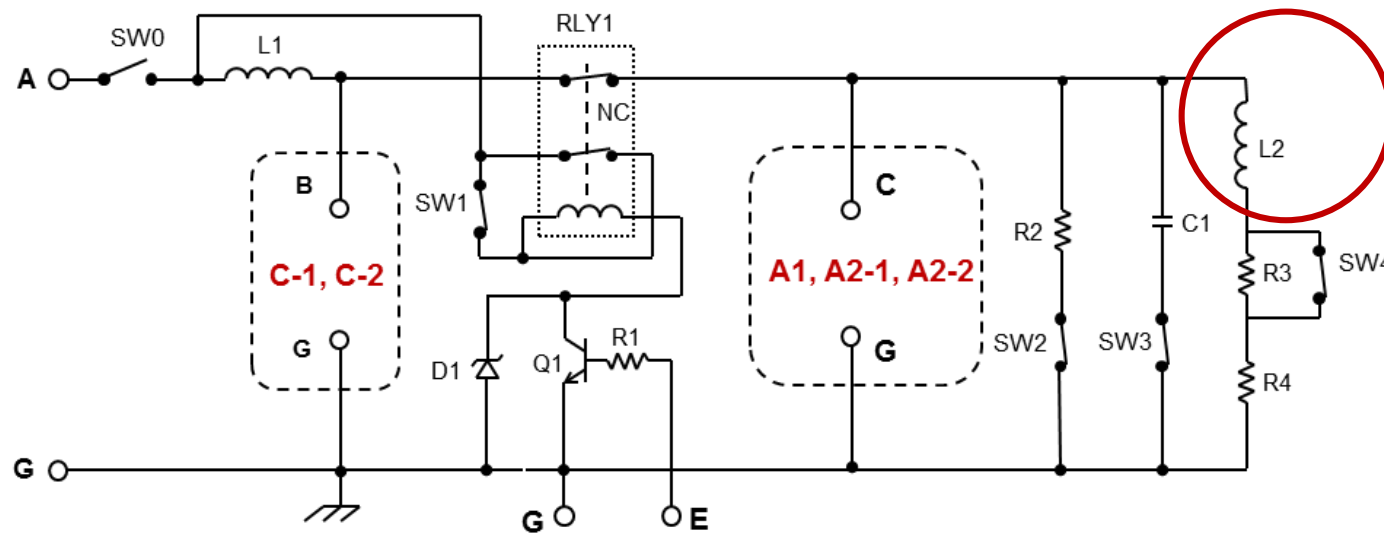
*1 Rc1 Rc2 Value is depends on wave repetition

Frequency	[Cr]	[Lr]
30MHz	222pF	120nH
10MHz	300pF	820nH
5MHz	470pF	2.2uH
1MHz	0.01uF	2.4uH
0.1MHz	0.047uF	56uH

1. ISO7637-2規格最新情報

【参考】Annex F

■ Example of Test Pulse Generator



L2(100mH)に蓄積されたエネルギーを、RLY1をオフすることで逆起サージとして出力させ、供試品に印加します。

1. ISO7637-2規格最新情報

【参考】Annex F

■ Example of Test Pulse

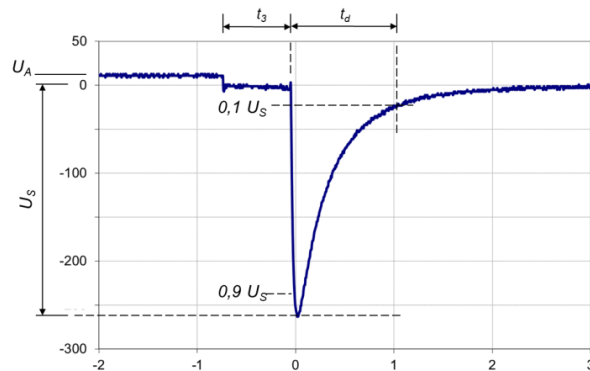
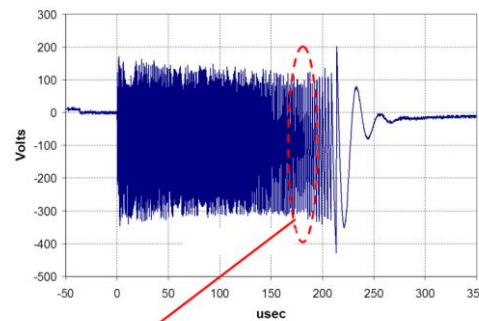


Figure 18 — Test pulse A1



See Figure 14 for detail

Figure 20 — A2-1 Transient Event

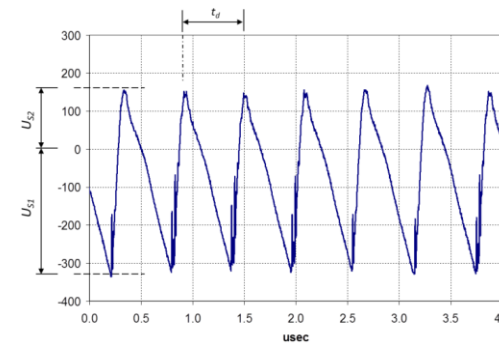


Figure 21 — Pulse A2-1 Detail

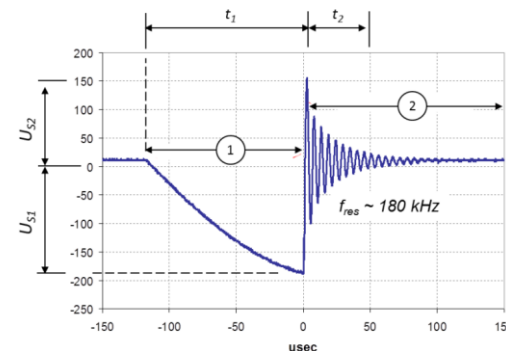


Figure 23 — Pulse A2-2 Contact Bounce

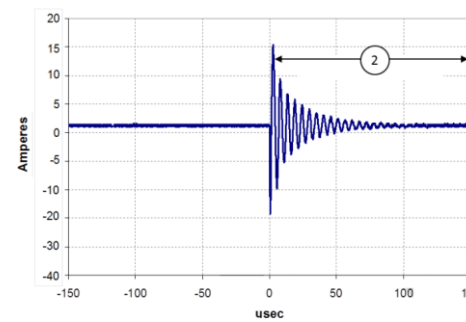


Figure 24 — Pulse A2-2 Associated Current Waveform

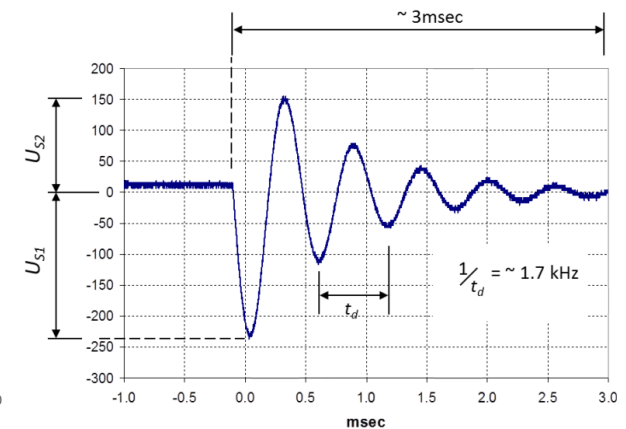
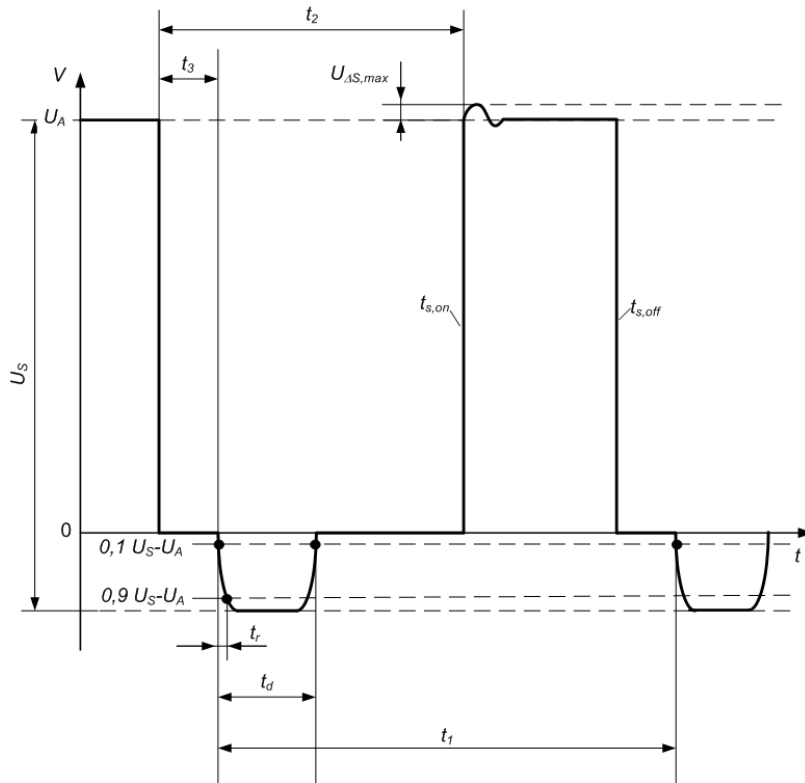


Figure 22 — Pulse A2-2 Contact Opening

1. ISO7637-2規格最新情報

Pulse 48a波形

■ Example of Test Pulse Generator



Parameters	Nominal 48 System
U_S	-51 V
R_i	2 W
t_d	2 ms
T_r	1 μ s
t_1^a	≥ 2 s
T_2	200 ms
t_3^b	< 10 μ s
$U_{S,max}$	tbd

a t_1 shall be chosen such that it is the minimum time for the DUT to be correctly initialized before the application of the next pulse and shall be $\geq 0,5$ s.

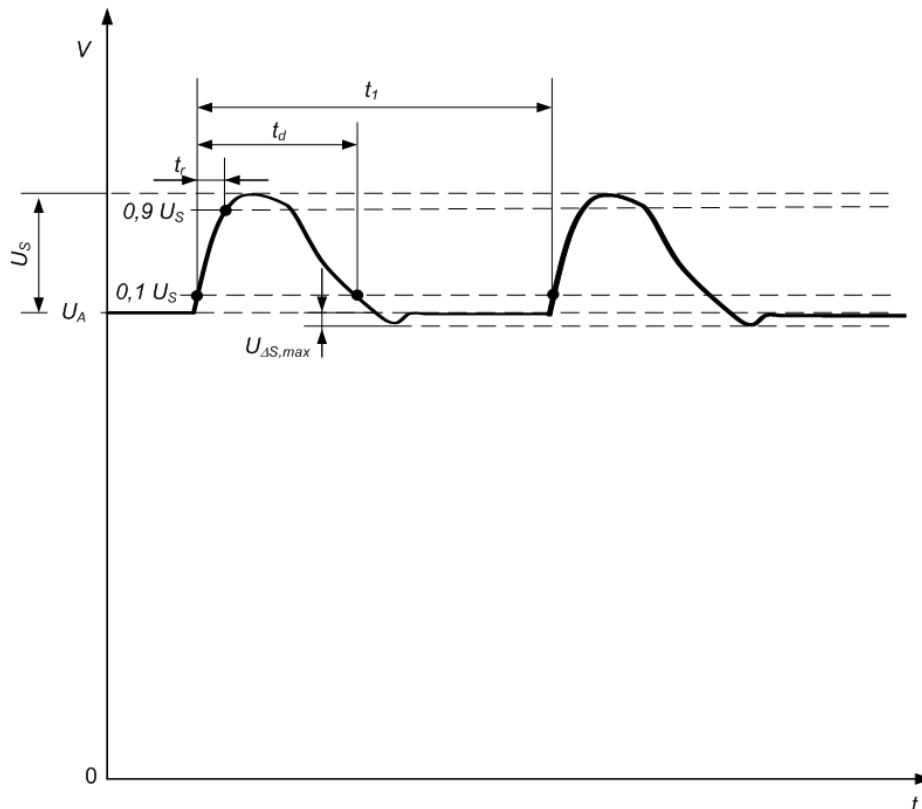
b t_3 is the smallest possible time necessary between the disconnection of the supply source and the application of the pulse.

c $t_{s,off}$, $t_{s,on}$ the switching time of power supply shall not influence the test result.

1. ISO7637-2規格最新情報

Pulse 48b波形

■ Example of Test Pulse Generator



Parameters	Nominal 48 System
U_s	$+ 22 \text{ V}^a / + 27 \text{ V}^a$
U_A	$+ 48 \text{ V}^a$
R_i	$300 \text{ m}\Omega$
t_d	15 ms
t_r	1 ms
t_1	2 min
$U_{S, max}$	tbd

^a Ensure the sum of $U_s + U_A$ shall be $\leq 75 \text{ V}$.

1. ISO7637-2規格最新情報

波形の規定・変更（案）

■ Test pulse 1 (Nominal 12V system)

Test pule 1	Us	tr	td	t3
No load	-100 V $\pm$ 10 V	(1 +0, -0.5) μ s	2000 μ s $\pm$ 200 μ s	< 100 μ s
10 Ω load	-50 V $\pm$ 5 V	—	1500 μ s $\pm$ 150 μ s	$\leq$ 50 μ s
1 Ω	-9 V $\pm$ 1 V		1000 μ s $\pm$ 100 μ s	$\leq$ 50 μ s
1 k Ω 100 nF	-99 V $\pm$ 10 V		2000 μ s $\pm$ 200 μ s	$\leq$ 50 μ s

新規追加

■ Test pulse 1 (Nominal 24V system)

Test pule 1	Us	tr	td	t3
No load	-450 V $\pm$ 45 V	(3 +0, -1.5) μ s	1000 μ s $\pm$ 100 μ s	< 100 μ s
50 Ω load	-225 V $\pm$ 22.5 V	—	1000 μ s $\pm$ 100 μ s	$\leq$ 50 μ s
10 Ω	-75 V $\pm$ 7.5 V		1000 μ s $\pm$ 100 μ s	$\leq$ 50 μ s
1 k Ω 100 nF	-428 V $\pm$ 43 V		1000 μ s $\pm$ 100 μ s	$\leq$ 50 μ s

新規追加

1. ISO7637-2規格最新情報

波形の規定・変更（案）

■ Test pulse 2a

Test pulse 2a	UA	UA + US	tr	td
No load	13.5 V $\pm$ 1.5 V 24 V $\pm$ 2.5 V	+ 88.5 V $\pm$ 8.5 V + 99 V $\pm$ 9 V	(1 +0, -0.5) μ s	50 μ s $\pm$ 10 μ s
2 Ω load	13.5 V $\pm$ 1.5 V 24 V $\pm$ 2.5 V	+ 44.5 V $\pm$ 4.5 V + 49.5 V $\pm$ 5 V		9 μ s $\pm$ 1.5 μ s
1 Ω	13.5 V $\pm$ 1.5 V 24 V $\pm$ 2.5 V	+ 29.5 V $\pm$ 3 V + 33 V $\pm$ 3 V		6.5 μ s $\pm$ 1.5 μ s
1 k Ω 100 nF	13.5 V $\pm$ 1.5 V 24 V $\pm$ 2.5 V	+ 88.5 V $\pm$ 8.5 V + 99 V $\pm$ 9 V		50 μ s $\pm$ 10 μ s

新規追加

Ri = 2 Ω , Us = 75V

1. ISO7637-2規格最新情報

波形の規定・変更（案）

■ Test pulse 3a Nominal 12V and nominal 24V system

Test pule 3a	UA	tr	td
No load 1000Ω load	-190 V +0 V / -38V	5 ns ± 1.5 ns	150 ns ± 45 ns
50Ω load	+ 100 V ± 20 V	5 ns ± 1.5 ns	150 ns ± 45 ns

変更

■ Test pulse 3b Nominal 12V and nominal 24V system

Test pule 3b	UA	tr	td
No load 1000Ω load	-190 V +0 V / -38V	5 ns ± 1.5 ns	150 ns ± 45 ns
50Ω load	+ 100 V ± 20 V	5 ns ± 1.5 ns	150 ns ± 45 ns

変更

2. ISO7637-3規格最新情報

規格改定の動向

現行最新版は 2016-07-01 Third edition になります。
Second edition は 2007-07-01 に発行されています。

2. ISO7637-3規格最新情報

2016年の改定で変更した項目

- DC42Vシステムが対象外
- 波形名称が変更

(変更前)Slow transient test pulse – Positive	(変更後)Slow transient pulse - Positive 2a
(変更前)Slow transient test pulse – Negative	(変更後)Slow transient pulse - Negative 2a
(変更前)Fast transient test pulse a	(変更後)Fast transient pulse 3a
(変更前)Fast transient test pulse b	(変更後)Fast transient pulse 3b

- CCC法：カップリングクランプとDUTの距離が変更
「400mm±50mm」 ⇒ 「**≥300mm**」
- DCC法：Fast Pulse カップリングコンデンサはケーシング

2. ISO7637-3規格最新情報

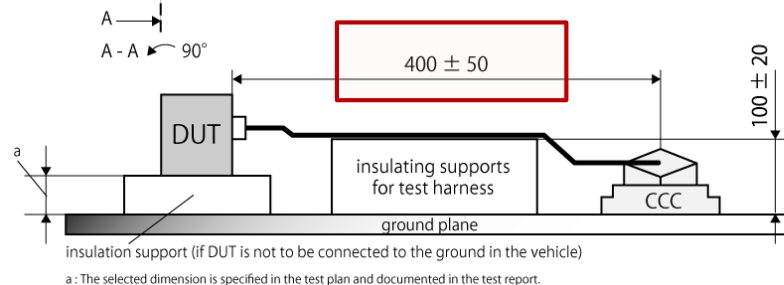
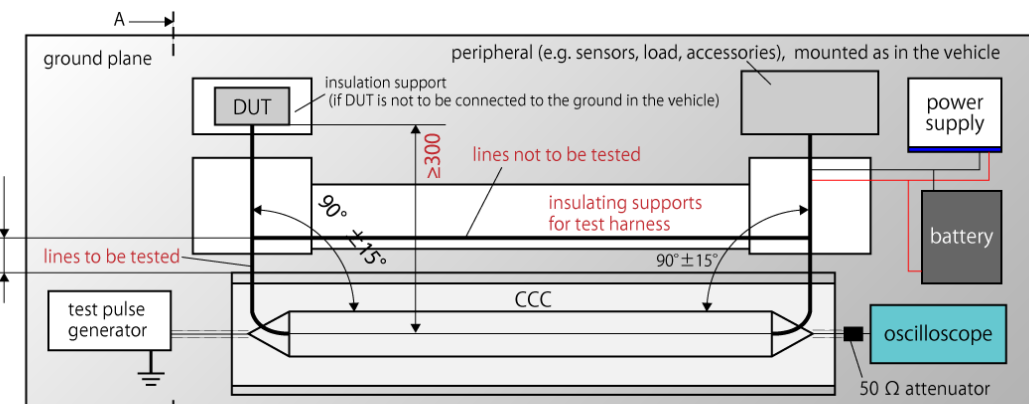
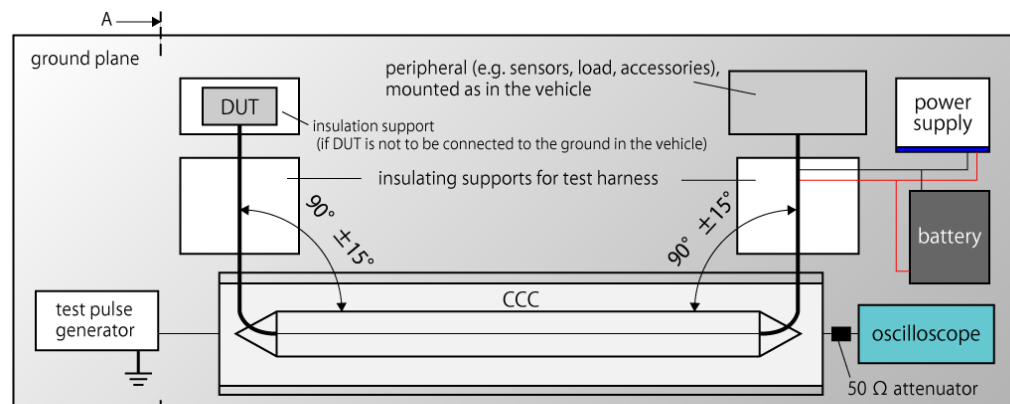
2016年の改定で変更した項目

- DCC法の試験環境が変更
wiring harness～DUT間をinsulation supportで浮かす
- insulation supportの材質規定が追加・・・「 $\epsilon r \leq 1.4$ 」
- ICC法の試験環境で指定されていたケーブル長が削除、
また、使用するinsulationの規定が変更
- Slow transient pulseのtr規定が変更：1us以下⇒0.5～1us
- Fast transient pulseのtr規定が変更
ISO7637-2の規定を採用

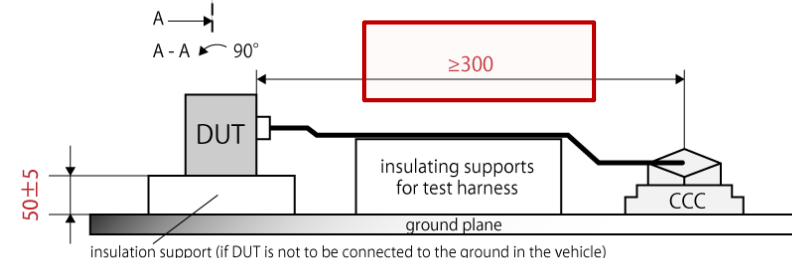
2. ISO7637-3規格最新情報

改定で変更した項目の詳細

■ CCC法 カップリングクランプとDUTの距離が変更



2007年度版



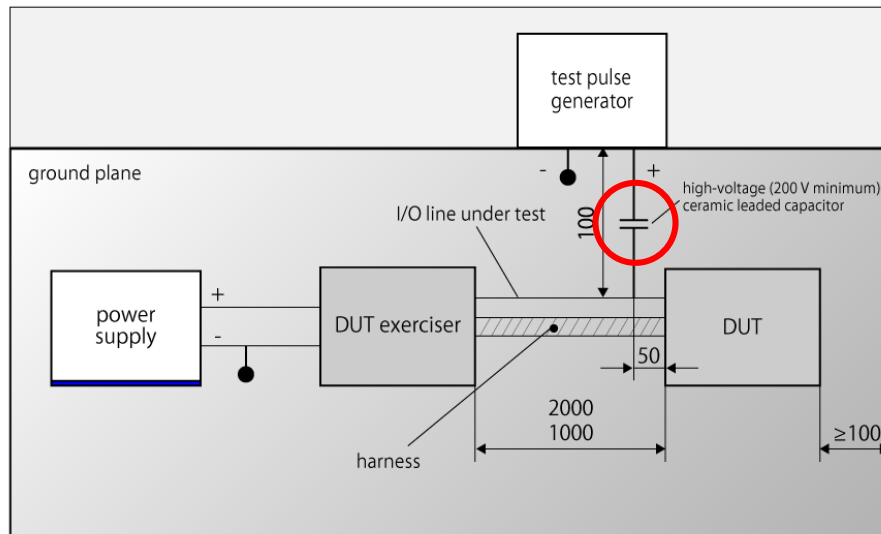
2016年度版

2. ISO7637-3規格最新情報

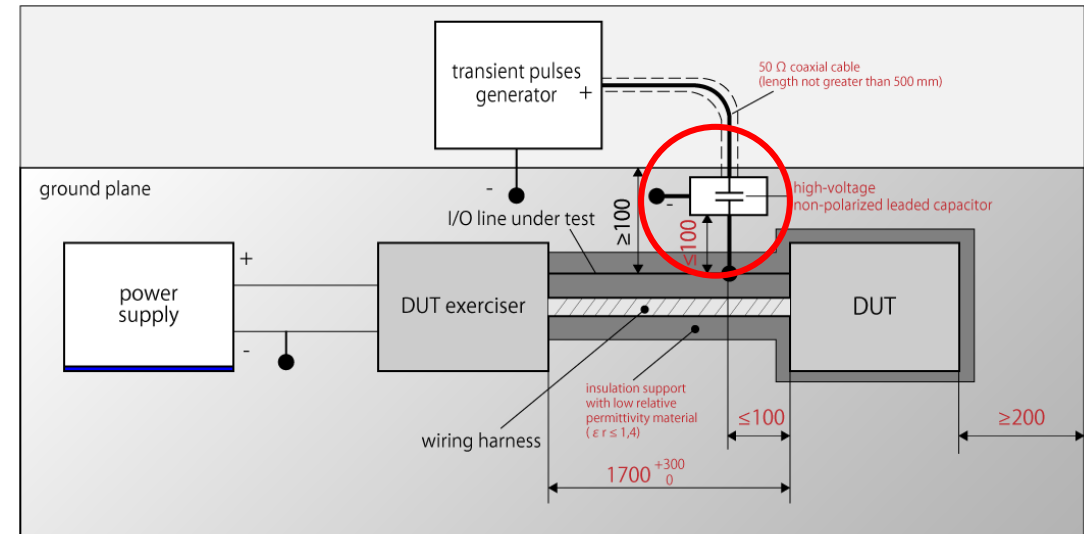
改定で変更した項目の詳細

■ DCC法

Fast pulse カップリングコンデンサはケーシング insulation support が Test setup に追加



2007年度版



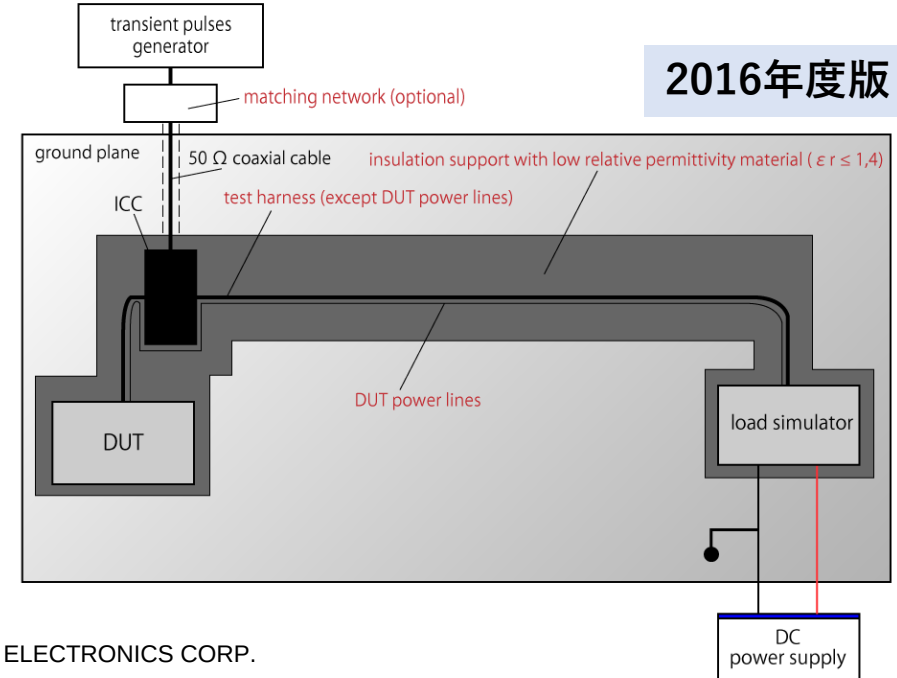
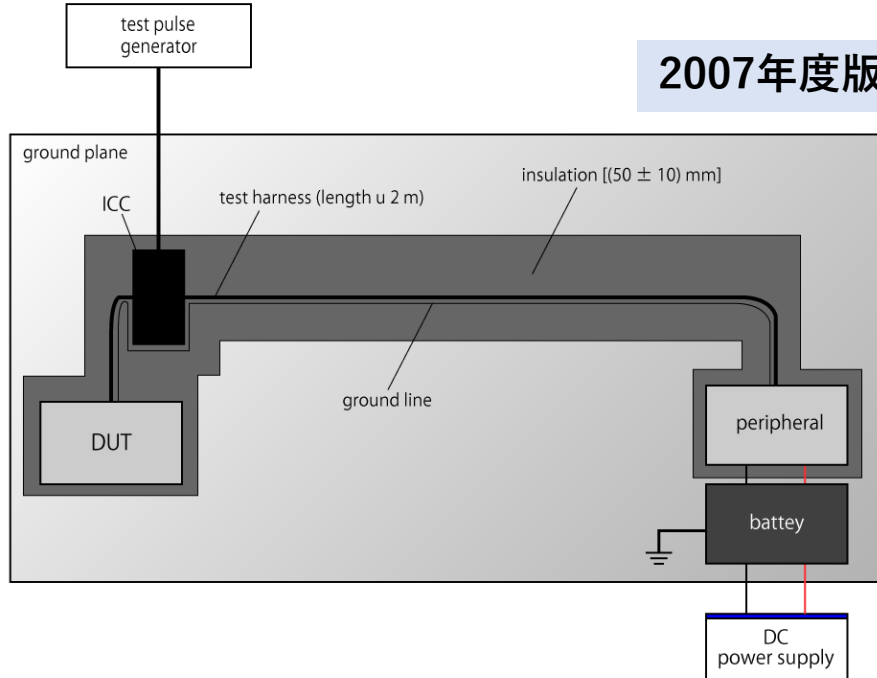
2016年度版

2. ISO7637-3規格最新情報

改定で変更した項目の詳細

■ ICC法

試験環境で指定されていたケーブル長が削除
使用するinsulationの規定が変更



2. ISO7637-3規格最新情報

改定で変更した項目の詳細

■ Slow transient pulseのtr規定が変更

Parameters	
Us	To be defined in test plan
tr	$\leq 1\mu s$
td	0.05ms
t1	0.5 to 5s
Ri	2 Ω

2007年度版



Parameters	
Us	To be defined in test plan
tr	$(1 \frac{0}{-0.5})\mu s$
td	0.05ms
t1	0.5 to 5s
Ri	2 Ω

2016年度版

2. ISO7637-3規格最新情報

改定で変更した項目の詳細

■ Fast transient pulseのtr,td規定が変更

Parameters	12V system	24V system	42V system
Us in V	See Table B1	See Table B2	See Table B3
tr in ns	5	5	5
td in μ s	0.1	0.1	0.1
t1 in μ s	100	100	100
t4 in ms	10	10	10
t5 in ms	90	90	90
Ri in Ω	50	50	50

2007年度版



Parameters	12V system	24V system
Us	See Table B1	See Table B2
tr	$(5 \pm 1.5)\text{ns}$	$(5 \pm 1.5)\text{ns}$
td	$(0.15 \pm 0.045)\mu\text{s}$	$(0.15 \pm 0.045)\mu\text{s}$
t1	100 μ s	100 μ s
t4	10ms	10ms
t5	90ms	90ms
Ri	50 Ω	50 Ω

2016年度版

3. ISO7637-4規格最新情報

規格制定の経過・動向

2013年7月にGerman Proposal

「Road Vehicles – Electrical disturbance by conduction and coupling – Part 4: Electrical transient conduction along shielded high voltage supply lines only」

が発行され、規格審議が進む

対象：「60Vdc～1,500Vdc」で動作するESA

試験規格として発行するのではなく「Technical Report」として発行されとの情報があり。

3. ISO7637-4規格最新情報

試験概要

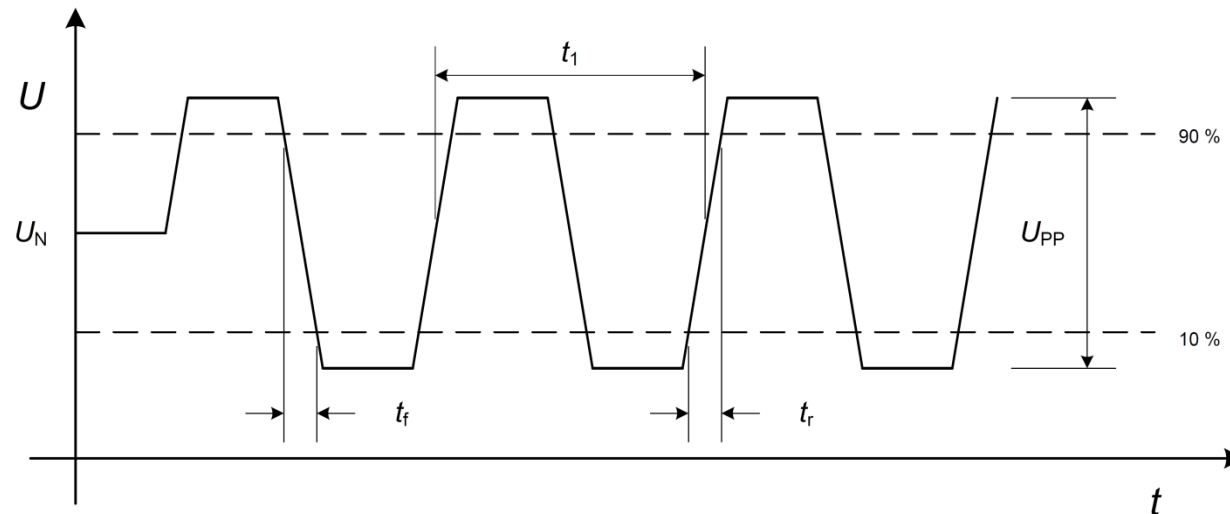
■ 高圧DCラインに対し、
以下に示す**2種類**の波形を印加

- Pulsed sinusoidal disturbances (Pulse B)
- Low frequency sinusoidal disturbances (Pulse C)

※**ISO/TC22/SC32/WG3 N 2783 (2018-10-26)文書では、
Pulse Aが削除**

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse A (削除)



Parameters	Nominal values	Nominal values
t1	3,3-33 μs	33-333 μs
tr	< 1 μs	< 1 μs
tf	< 1 μs	< 1 μs
Upp	Test pulse voltage, (0,5 V...5 V) refer to table A.1	Test pulse voltage, (5 V...50 V) refer to table A.1
UN	Nominal voltage of DUT (HV+ to HV-)	Nominal voltage of DUT (HV+ to HV-)

3. ISO7637-4規格最新情報

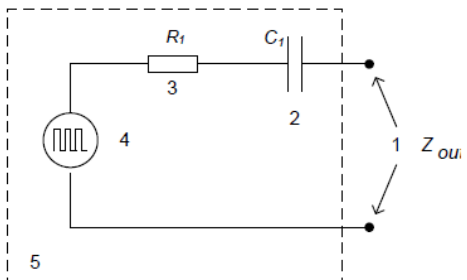
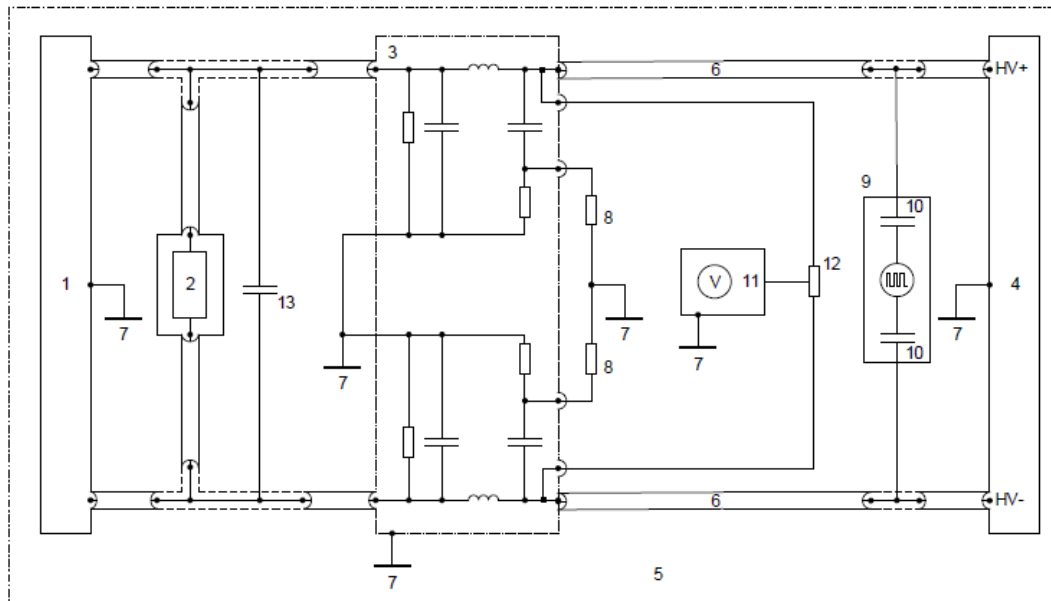
Pulse A (削除)

Test frequency fPWM	Frequency step	Test voltage Upp(V) severity level				Dwell time per step (s)	Test coupling
		I	II	III	IV		
3kHz-30kHz	1kHz	5	25	50	(**)	2	HV+ to HV- HV+ to ground HV- to ground Optional: HV+ and HV- to ground
30kHz-300kHz	10kHz	0.5	2.5	5	(**)		

Table A.1 – Parameters for test pulse A, voltage ripple

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse A (削除) 印加方法 < line to line >

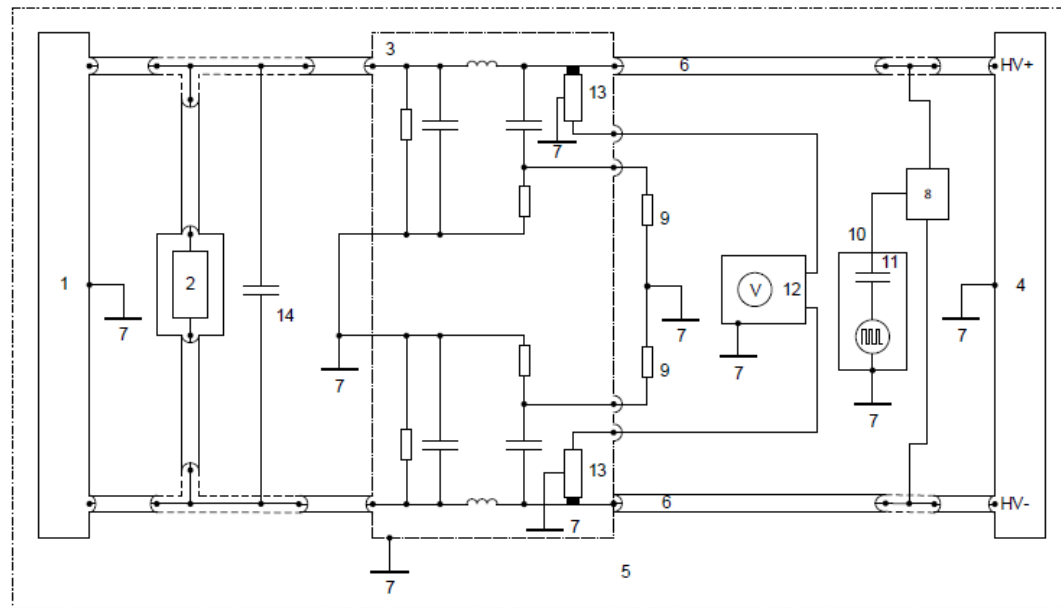


- Coupling capacitor
For example: $C_1 = 120 \mu\text{F} \pm 10\%$, protected against direct contact "b", self-healing, equivalent series resistance ESR < 5 mΩ at 10 kHz, minimal current bearing capacity: 50 A_{rms} at 10 kHz

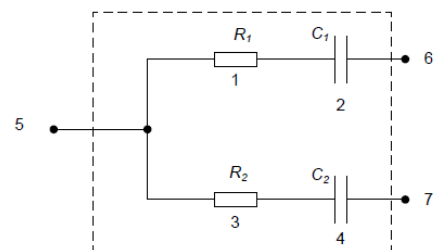
- 1 high voltage power supply
(optional: shielded and / or filtered)
- 2 load for high voltage battery
(if necessary, see sub clause 5.4)
- 3 shielded high voltage artificial network
- 4 DUT
- 5 ground plane
- 6 high voltage supply line
- 7 ground connection
- 8 50 Ω termination
- 9 square wave generator
- 10 coupling capacitor
connection between generator output and HV lines as short as possible.
due to test setup a 2nd coupling capacitor at HV- side is optional
- 11 oscilloscope or equivalent
- 12 high voltage differential probe
- 13 capacitor $\geq 100\mu\text{F}$ if using high voltage power supply instead of a battery

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse A (削除) 印加方法 < line to ground >



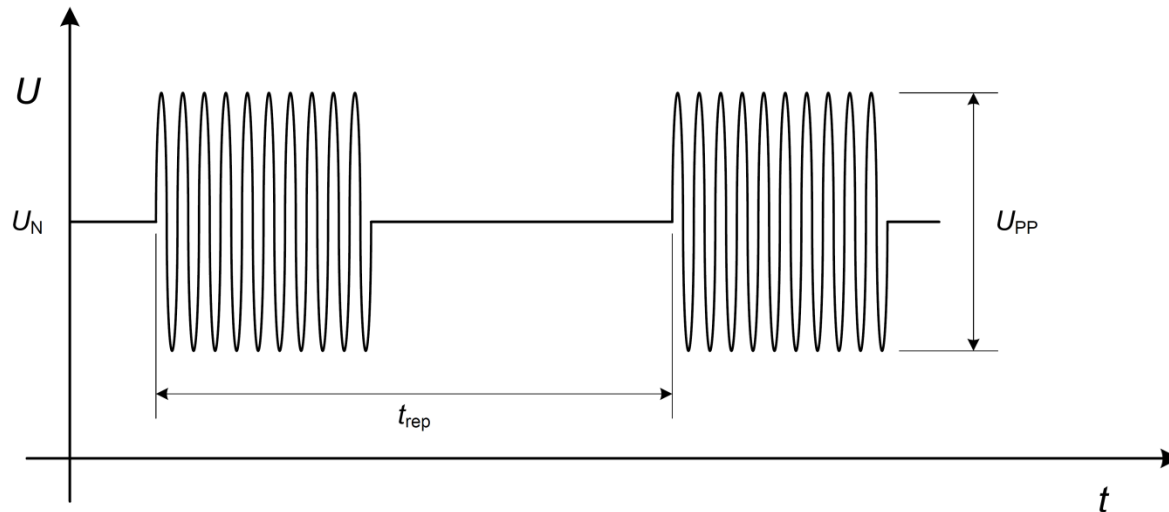
- 1 high voltage power supply
(optional: shielded and / or filtered)
- 2 load for high voltage battery
(if necessary, see sub clause 5.4)
- 3 shielded high voltage artificial network
- 4 DUT
- 5 ground plane
- 6 high voltage supply line
- 7 ground connection
- 8 specific coupling network,
see Figure C.2 in clause C.2
- 9 50 Ω termination
- 10 square wave generator
- 11 coupling capacitor
connection between generator output
and HV lines as short as possible.
- 12 oscilloscope or equivalent
- 13 high voltage probe
- 14 capacitor $\geq 100\mu\text{F}$ if using high voltage
power supply instead of a battery



- 1,3 R_1, R_2 : high power resistor; limiting of CM-current
to protect the generator, if needed
- 2,4 C_1, C_2 : 30 μF
from generator output
to HV+
to HV-

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse B



Parameters	Nominal values
Burst cycle time t_{rep}	refer to table A.2
Oscillations per burst	10
U_{pp}	Test pulse voltage, refer to table A.2
U_N	Nominal voltage of DUT (HV+ to HV-)

3. ISO7637-4規格最新情報

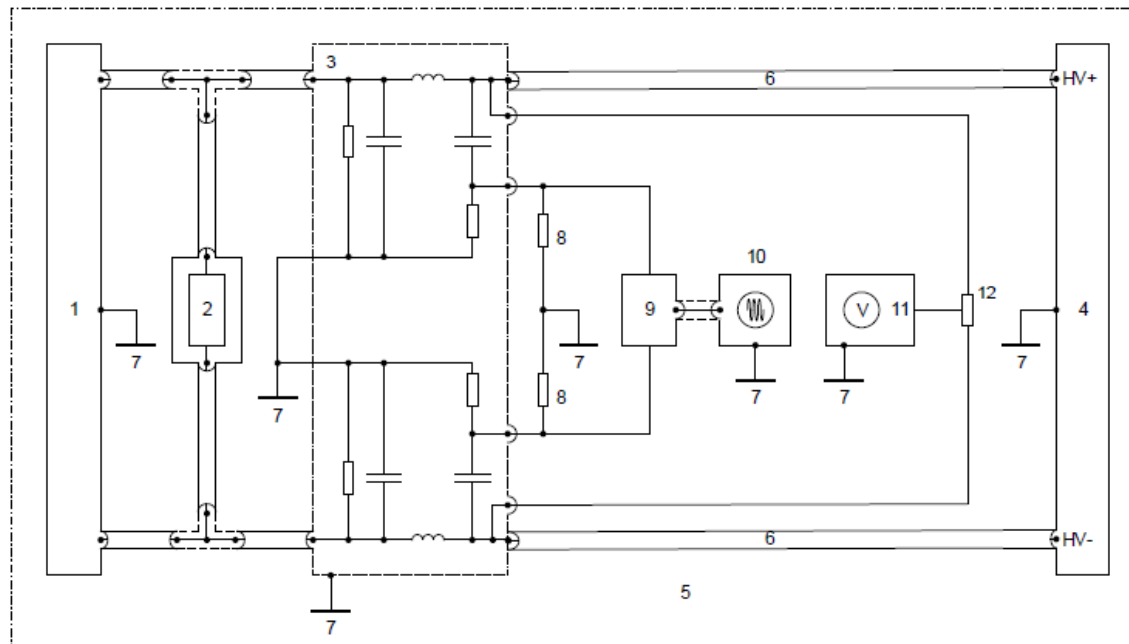
Pulse B

Pulse frequency (MHz)	Test voltage Upp(V) severity level				Oscillation per pulse packet	Repetition time(us)	Test duration (minutes)	Test coupling
	I	II	III	IV				
1	20	50	100	(**)	10	200/100/50	5/5/5	HV+ to HV- HV+ to ground HV- to ground Optional: HV+ and HV- to ground
2								
5								
10								

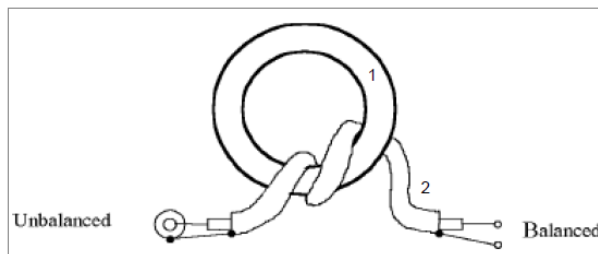
Table A.2 – Parameters for test pulse B, pulsed sinusoidal disturbances

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse B 印加方法 < line to line >



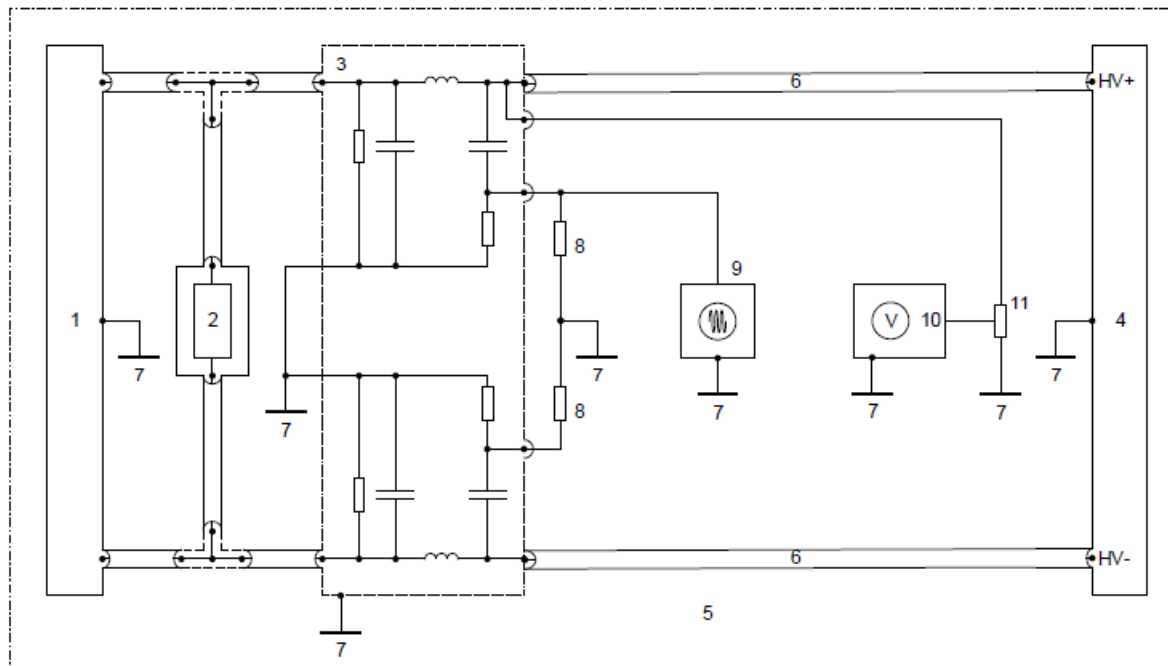
- 1 high voltage power supply
(optional: shielded and / or filtered)
- 2 load for high voltage battery
(if necessary, see sub clause 5.4)
- 3 shielded high voltage artificial network
- 4 DUT
- 5 ground plane
- 6 High voltage supply line
- 7 ground connection
- 8 50 Ω termination
- 9 balun transformer (see Figure Cxx)
- 10 sine wave generator
- 11 oscilloscope or equivalent
- 12 high voltage differential probe



- 1 ferrite core toroids (2 pieces, stacked up)
 $A_L = 5400 \text{ nH/turn}^2$, $2 \times A_{LX} 256 = \text{appr. } 2,75 \text{ mH}$
 inner diameter 39 mm, outer diameter 60 mm, core thickness 2x 18 mm
- 2 16 turns of 50 Ω coaxial cable (recommended: RG402 or similar)
 wound on the 2 stacked up toroids

3. ISO7637-4規格最新情報

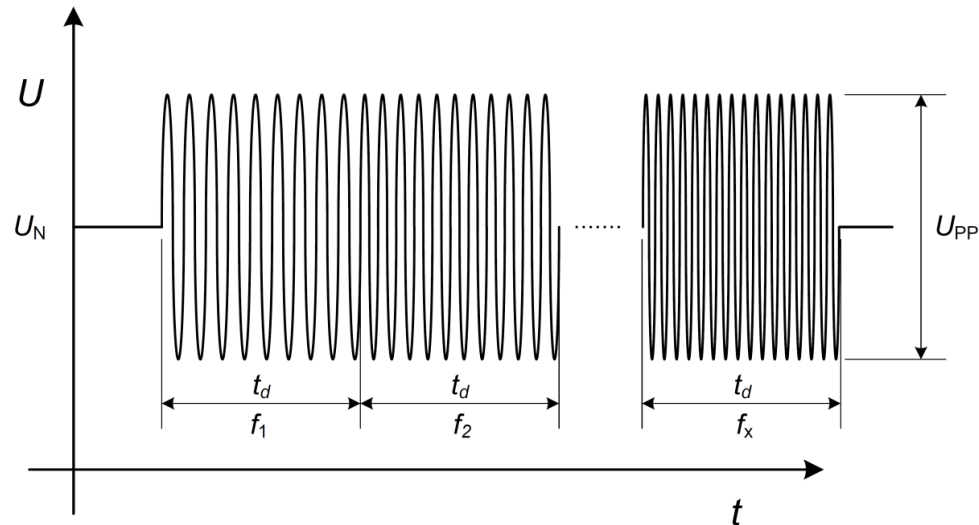
Pulse B 印加方法 < line to ground >



- 1 high voltage power supply
(optional: shielded and / or filtered)
- 2 load for high voltage battery
(if necessary, see sub clause 5.4)
- 3 shielded high voltage artificial network
- 4 DUT
- 5 ground plane
- 6 high voltage supply line
- 7 ground connection
- 8 50 Ω termination
- 9 sine wave generator
- 10 oscilloscope or equivalent
- 11 high voltage differential probe

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse C



Parameters	Nominal values
$f_1 \cdots f_x$	Test pulse frequency refer to table A.3
t_d	Burst duration 2s
U_{pp}	Test pulse voltage, refer to table A.3
U_N	Nominal voltage of DUT (HV+ to HV-)

3. ISO7637-4規格最新情報

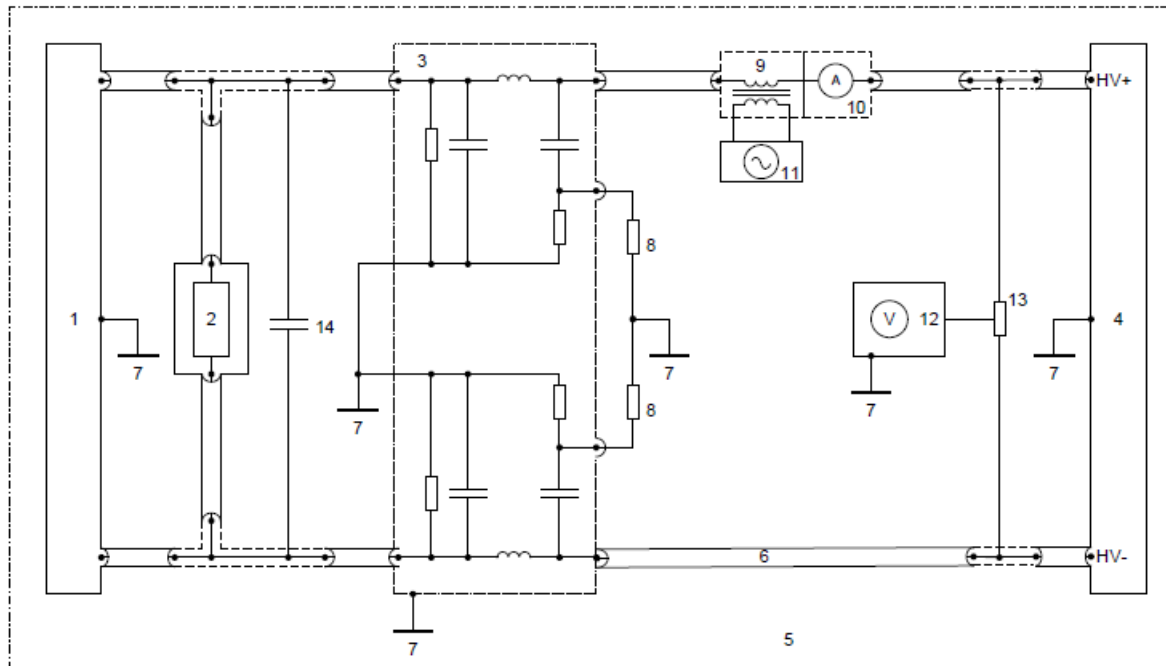
Pulse C

Test frequency fPWM	Frequency step	Test voltage Upp(V) severity level				Dwell time per step (s)	Test coupling
		I	II	III	IV		
Optional <3kHz	(*)	(*)	(*)	(*)	(**)	2	HV+ to HV- HV+ to ground HV- to ground
3kHz-30kHz	e.g. 1kHz	5	15	25	(**)		
30kHz-300kHz	e.g. 10kHz	0.5	1.5	2.5	(**)		

Table A.3 – Parameters for test pulse C, low frequency sinusoidal disturbances

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse C 印加方法 <in-line HV + >

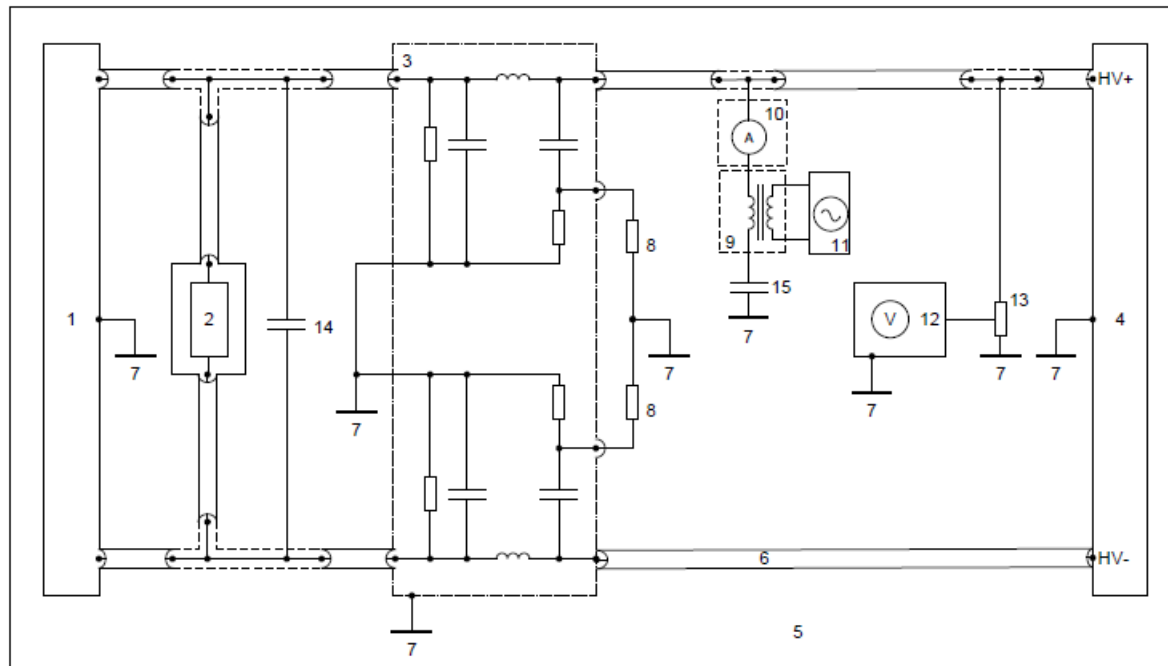


- 1 high voltage power supply
(optional: shielded and / or filtered)
- 2 load for high voltage battery
(if necessary, see sub clause 5.4)
- 3 shielded high voltage artificial network
- 4 DUT
- 5 ground plane
- 6 high voltage supply line
- 7 ground connection
- 8 50 Ω termination
- 9 coupling transformer
- 10 current monitoring (optional)
- 11 low frequency generator
- 12 oscilloscope or equivalent
- 13 high voltage differential probe
- 14 capacitor $\geq 100 \mu\text{F}$ if using high voltage power supply instead of a battery
- 15 capacitor e.g. 100 nF
(value shall be adjusted for the frequency which will be used)

規格書には、transformerの仕様に関する記載は無い。
ISO11452-10の注入法式と同じのため、Audio Transformer
で結合する方法で良いと思われる。

3. ISO7637-4規格最新情報

Pulse C 印加方法 < line to ground >



- 1 high voltage power supply
(optional: shielded and / or filtered)
- 2 load for high voltage battery
(if necessary, see sub clause 5.4)
- 3 shielded high voltage artificial network
- 4 DUT
- 5 ground plane
- 6 high voltage supply line
- 7 ground connection
- 8 50 Ω termination
- 9 coupling transformer
- 10 current monitoring (optional)
- 11 low frequency generator
- 12 oscilloscope or equivalent
- 13 high voltage differential probe
- 14 capacitor $\geq 100\mu\text{F}$ if using high voltage power supply instead of a battery

4. キクスイのISO7637関連製品ご紹介

車載電子機器用過渡サージ試験システム KES7700シリーズ

ISO7637-2.2004、ISO7637-2.2011、
ISO7637-3.2007、ISO16750-2.2010完全適合



- Pulse5b用ロードダンプサプレッサーを用意
- ユニット方式でコンパクトな筐体を実現
- 出力端子はISO7637-2規格で規定されている高さ50mmに設定
- CDNは60V/50Aと60V/100Aの2種類をご用意
- 専用ソフトウェア（日本語対応）にて、条件の設定、試験器の制御が可能
- JASO D001-94 パルスユニットを用意

4. キクスイのISO7637関連製品ご紹介

車載電子機器用電源変動試験システム

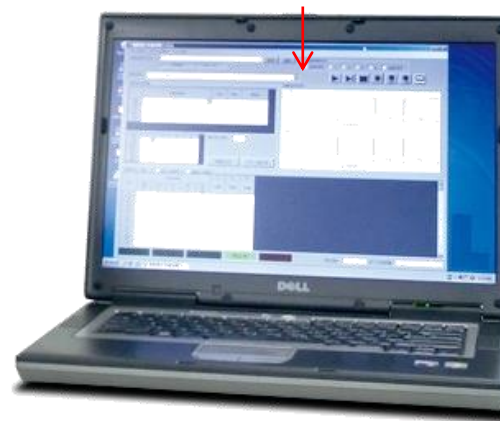
ISO規格から各車載メーカープライベート規格まで柔軟に対応！

PBZ Series



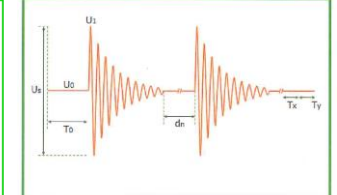
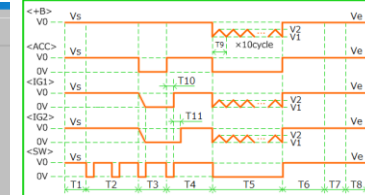
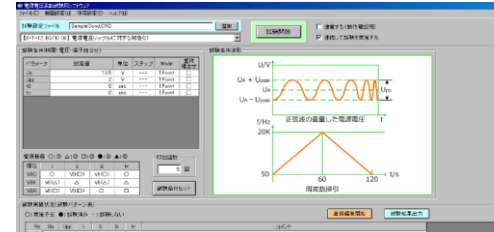
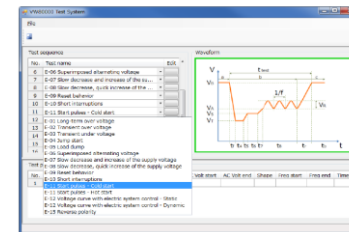
車載メーカー規格専用
スイッチBOX

アプリケーションソフトウェア



バイポーラ電源PBZシリーズの出力(最大5系統)を、車載メーカー専用スイッチBOXと、PBZのシーケンス動作を制御するアプリケーションソフトを組み合わせることにより、複数ラインの電源変動試験システムを構築する事が出来ます。

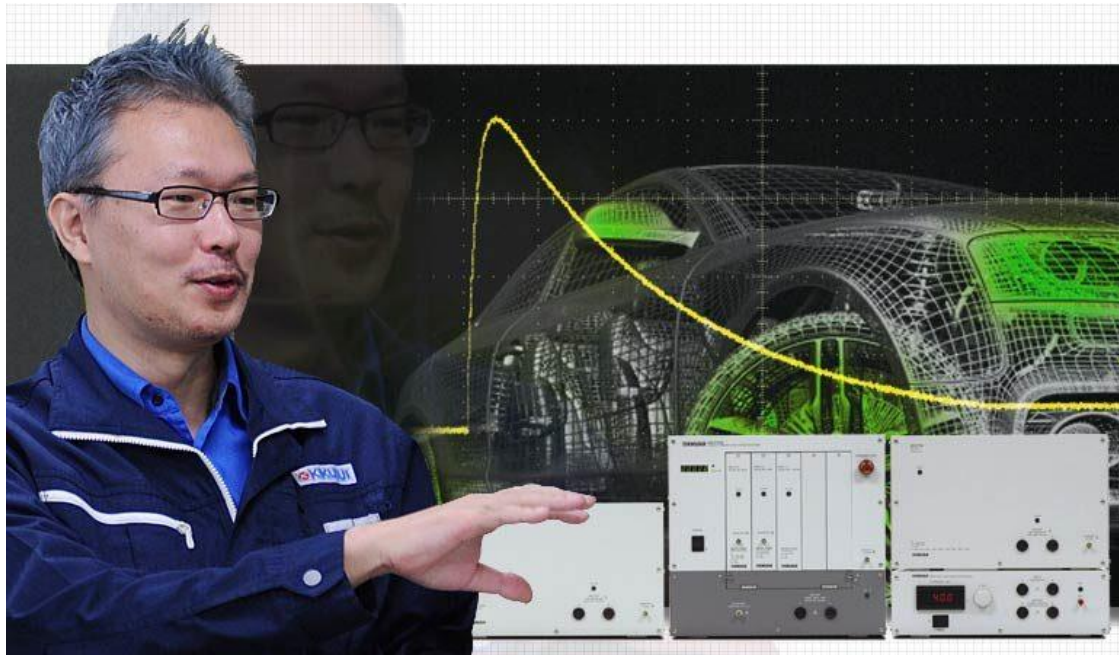
メインフォーム



KIKUSUI mag



車載電子機器用 過渡サージ試験システム 車載電装品テストソリューション



ソリューション開発部
システム技術課 主任
新垣 史朗

信頼のおけるテストであることが肝心です

<https://mag.kikusui.co.jp/solution/1285/>

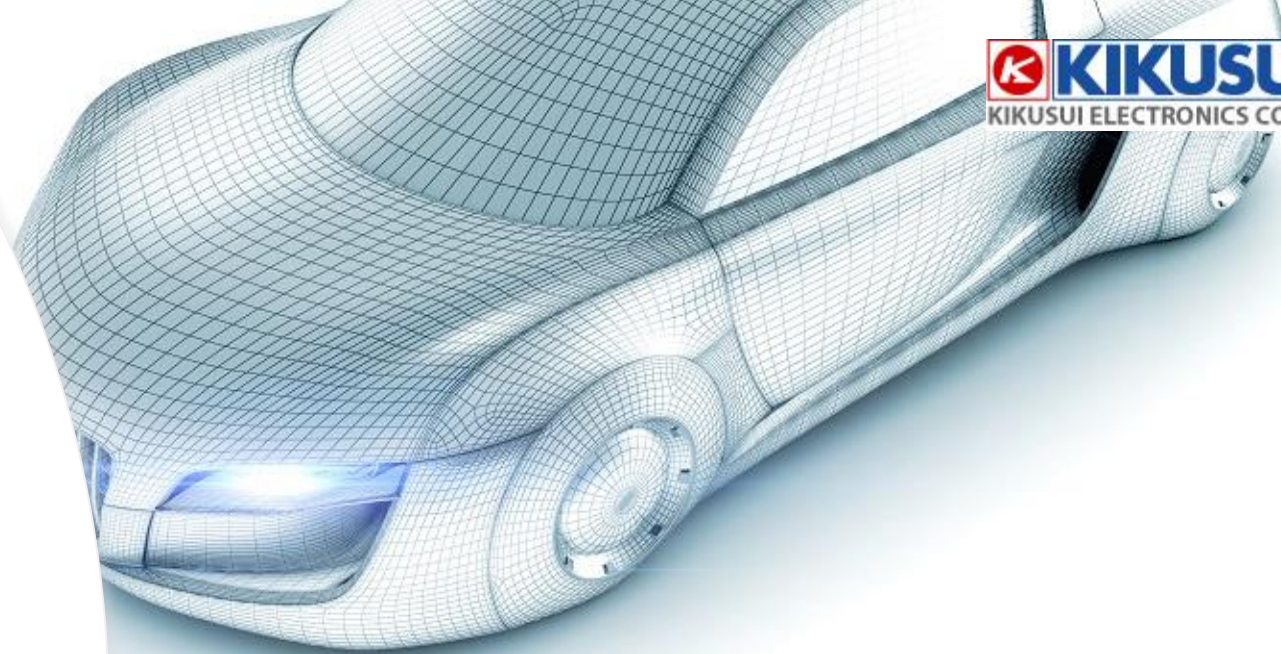
車載電子機器用 電源変動試験システム 車載電装品テストソリューション



ソリューション開発部
ソリューション開発課
千葉 祐樹

ニーズを捉えて素早い開発をしてゆきたい

<https://mag.kikusui.co.jp/solution/3163/>



ご清聴 ありがとうございました。

菊水電子工業株式会社
市場企画部
2020年7月21日（火）

