



## L'evoluzione delle norme EMC per includere l'incertezza di misura

Mariano Giunta	Telecom Italia	CEI - CT 210 A Radiodisturbi
Beniamino Gorini	Alcatel-Lucent	CEI - CT 210 A Radiodisturbi

## Sommario

---

- Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione
- Considerazioni sull'incertezza di misura nelle norme generiche e di prodotto per l'emissione elettromagnetica
- Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di immunità
- Considerazioni sull'incertezza di misura nelle norme generiche e di prodotto per l'immunità
- Incertezza di misura nelle pubblicazioni ETSI
- Considerazioni sull'incertezza di misura nelle norme EMC pubblicate dall'ETSI

## Struttura delle Pubblicazioni CISPR 16 sull'incertezza di misura

<b>Rapporti tecnici e Raccomandazioni CISPR</b>	CISPR 16-4-1 Uncertainties in standardized EMC tests CISPR 16-4-3 Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass produced products CISPR 16-4-4 Statistics of complaints and model for the calculation of limits CISPR 16-4-5 Uncertainties, statistics and limits modelling - Conditions for use of the alternative test methods
<b>Pubblicazioni CISPR sulle incertezze nelle misure EMC</b>	CISPR 16-4-2 Measurement instrumentation uncertainty

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

---

❑ L'incertezza di misura nelle prove EMC di emissione è trattata nelle pubblicazioni di base:

- CISPR 16-4-1: Uncertainties, statistics, and limit modelling - Uncertainty in standardized EMC tests;
  - Edizione 2 del 2009
- CISPR 16-4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling - Uncertainty in EMC measurements
  - Edizione 1.0 del 2003 (in corso la revisione)

❑ Le norme CENELEC in ambito EMC seguono quanto fatto in ambito IEC/CISPR

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

---

## ❑ CISPR 16-4-1: Uncertainties, statistics, and limit modelling - Uncertainty in standardized EMC tests

- Considerazioni di base sull'incertezza di misura nelle prove di emissione
- Contributi nell'incertezza di prova nelle misure di tensione
- Contributi nell'incertezza di prova nelle misure di potenza con la pinza assorbente
- Contributi nell'incertezza di prova nelle misure di emissione radiata nella gamma di frequenza 30-1000MHz

⇒ L'attuale pubblicazione non tratta l'incertezza delle prove di immunità

## ❑ CISPR 16-4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling - Uncertainty in EMC measurements

- Definisce l'incertezza della strumentazione di misura associata a ciascun tipo di prova di emissione

⇒ L'attuale pubblicazione è in revisione per includere ulteriori tipi di prove

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

Fattori di incertezza che influenzano le prove di emissione elettromagnetica secondo la CISPR 16-4-1

<b>Fattori indotti dal laboratorio di prova</b>	<b>Fattori indotti dalla norma applicata</b>	<b>Fattori indotti da produzione di serie</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Preparazione dell'operatore</li><li>2. Analisi e calcolo</li><li>3. Presentazione dei risultati</li><li>4. Implementazione della norma nel metodo e software di misura</li><li>5. Sistema di qualità</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Specifica del parametro in misura</li><li>2. Strumentazione di misura</li><li>3. Descrizione della procedura di misura</li><li>4. Condizioni ambientali</li><li>5. Configurazione dell'apparato in prova</li><li>6. Funzionalità dell'apparato in prova</li><li>7. Tipo dell'apparato in prova</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tolleranze della produzione</li><li>2. Campioni degli esemplari da provare</li><li>3. Campioni non rappresentativi</li></ol>

- I fattori indotti dal laboratorio di prova sono minimizzati tramite il sistema di qualità del laboratorio
- I fattori indotti dalla norma sono importanti per il confronto tra misure eseguite da diversi laboratori sullo stesso campione
- I fattori associati da apparecchiature prodotte in serie sono controllati tramite il criterio dell'80%/80% definito nella pubblicazione CISPR 16-4-3 (l'80% dei prodotti in serie deve soddisfare ai limiti CISPR con un intervallo di confidenza dell'80%)

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

## Fattori di incertezza trattati nelle pubblicazioni CISPR

<b>Tipo di incertezza</b>	<b>Origine dell'incertezza associata</b>	<b>Applicazione</b>
Incertezza della strumentazione di misura	Strumentazione di misura	Valutazione della qualità di un laboratorio (trattato nella CISPR 16-4-2)
Incertezza associata alla norma di conformità	Indotta dalla norma applicata	Misure di conformità (trattato nella CISPR 16-4-1)
Incertezza di correlazione del metodo di misura	Indotta dalla norma applicata	Confronto di metodi di misura alternativi (trattato nella CISPR 16-4-5)
Incertezza delle misure di emissione di apparecchiature prodotte in serie	Indotta dai campioni provati e dai fattori legati alla produzione	Misure di conformità delle apparecchiature prodotte in serie (trattato nella pubblicazione CISPR 16-4-3)

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

---

## Applicazione dell'incertezza nei criteri di conformità con i limiti di emissione:

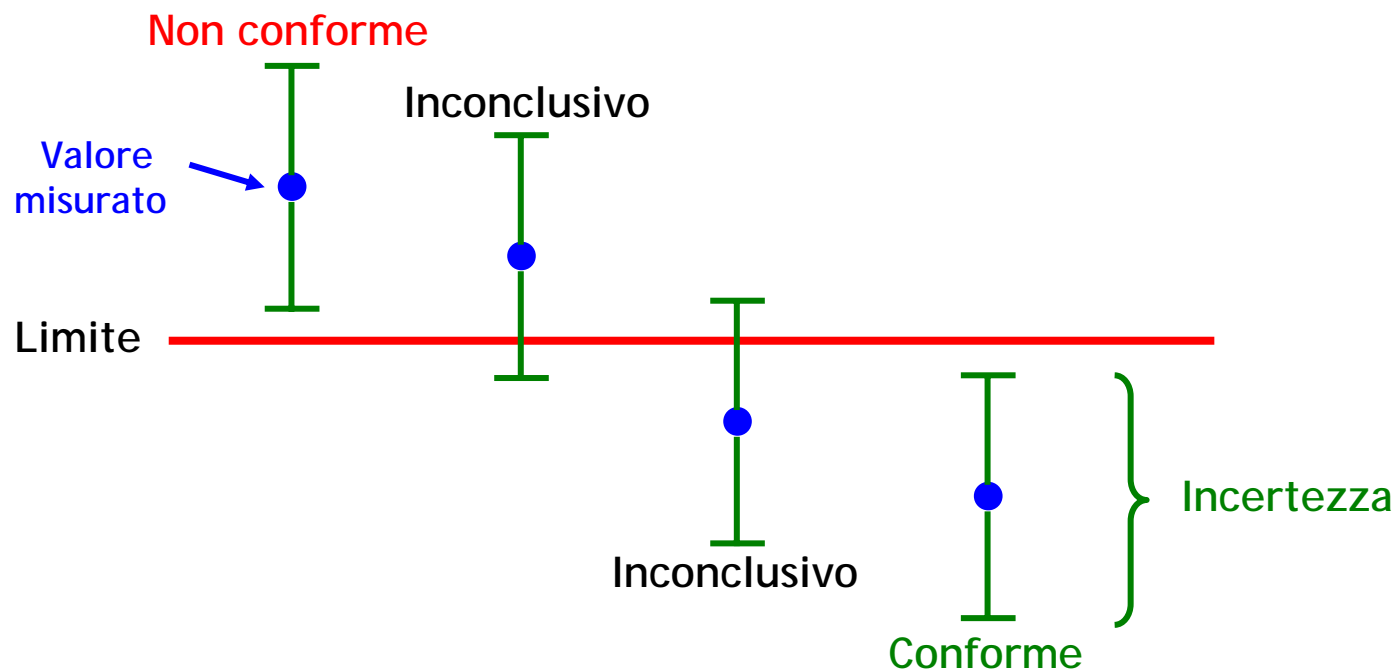
- La conformità con i requisiti di emissione richiede che il disturbo emesso dall'apparecchiatura in prova sia inferiore ai limiti definiti nelle norme di prodotto
- Le linee guida riportate nella pubblicazione CISPR 16-4-1 sono relative ai casi:
  1. I limiti riportati nelle norme generiche o di prodotto non sono stati definiti tenendo in considerazione l'incertezza associata al metodo di prova
    - In tal caso occorre tener conto dell'incertezza associata al metodo di misura per la valutazione di conformità ai limiti di emissione
  2. I limiti riportati nelle norme generiche o di prodotto sono stati definiti tenendo in considerazione l'incertezza associata al metodo di prova
    - In tal caso il laboratorio di prova deve determinare l'incertezza associata al metodo di misura " $U_{LAB}$ " e...
      - .. confrontare questo valore con l'incertezza che fu considerata nella definizione dei limiti " $U_{std}$ " da parte dell'ente normativo



# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

Applicazione dell'incertezza nei criteri di conformità con i limiti di emissione:

- **Caso 1:** limiti definiti non tenendo in considerazione l'incertezza associata al metodo di prova

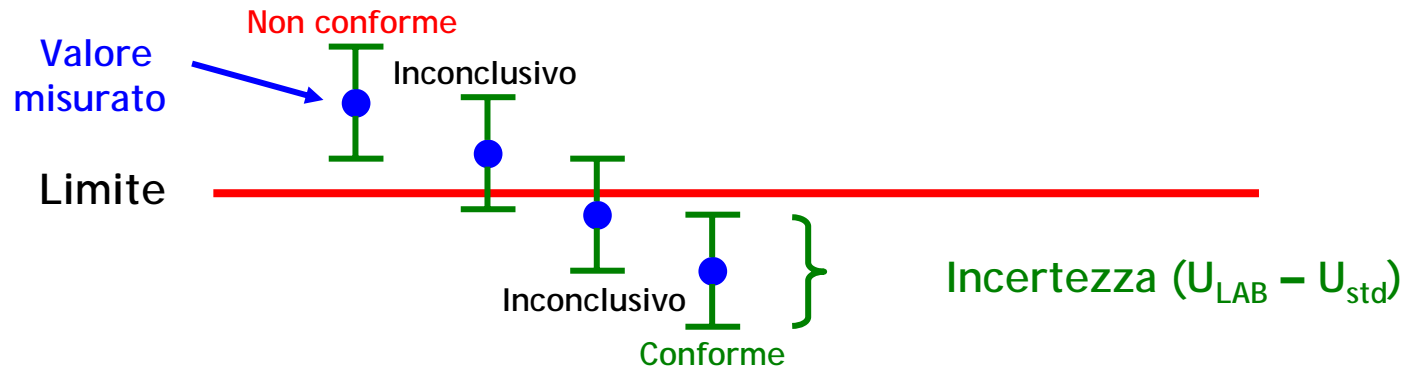


Nel caso di risultato "inconclusivo" la CISPR 16-4-1 rimanda ad un accordo tra le parti (es.: ente di controllo e produttore)

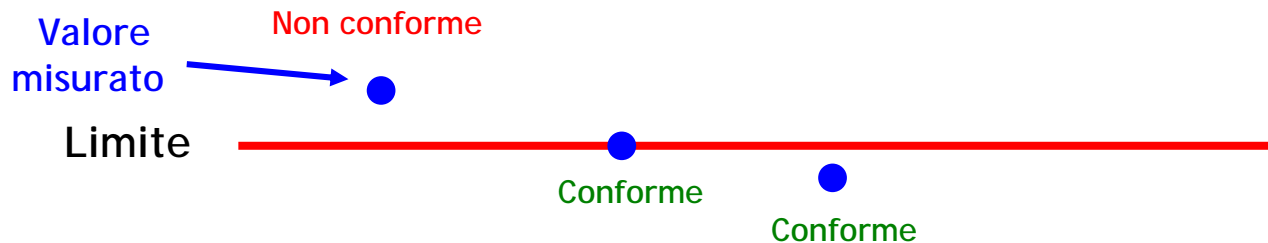
# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

Applicazione dell'incertezza nei criteri di conformità con i limiti di emissione:

- **Caso 2:** limiti definiti tenendo in considerazione l'incertezza associata al metodo di prova
  - Se  $U_{LAB} > U_{std}$



- Se  $U_{LAB} \leq U_{std}$  l'incertezza di misura non si considera per la conformità con i limiti

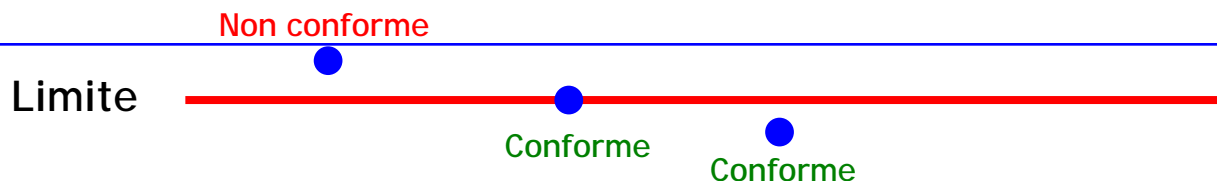


# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

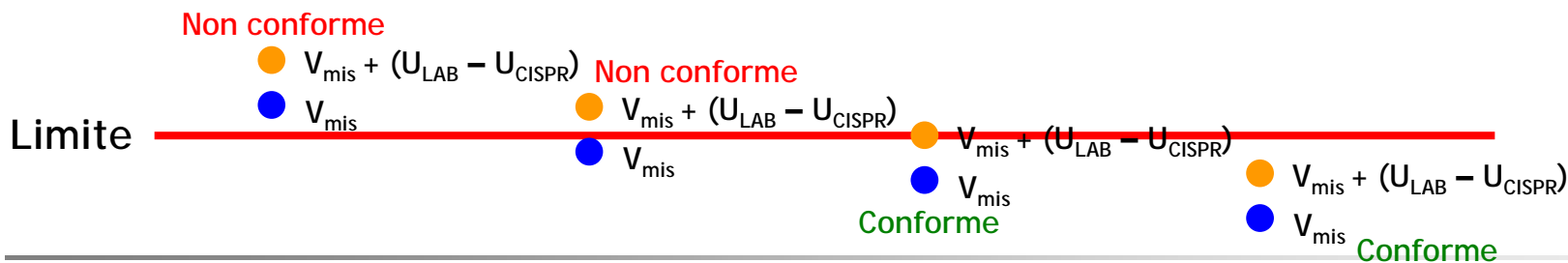
La Pubblicazione CISPR 16-4-2 definisce:

- l'incertezza della strumentazione di misura per i più comuni metodi di misura trattati nelle pubblicazioni CISPR
- Il criterio da adottare per la conformità ai limiti di emissione
  - Questo è stato definito considerando che i limiti di emissione delle pubblicazioni CISPR tengono già in considerazione l'incertezza associata al metodo di misura
  - Per ogni metodo di misura è definito un valore di incertezza associato alla strumentazione impiegata

- Se  $U_{LAB} \leq U_{CISPR}$  la conformità con i limiti di emissione si ha se  $V_{mis} \leq LIMITE$



- Se  $U_{LAB} > U_{CISPR}$  si deve aggiungere al livello misurato il valore  $(U_{LAB} - U_{CISPR})$  e quindi confrontare questo valore con i limiti di emissione



# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di emissione

- Incertezza associata alla strumentazione di misura definita nella pubblicazione CISPR 16-4-2 [in preparazione](#)

Tipo di prova	$U_{\text{cispr}}$	
Emissioni condotte sulla porta di alimentazione usando una AMN	9 kHz – 150 kHz	3,8 dB
	150 kHz – 30 MHz	3,4 dB
Emissioni condotte sulla porta di alimentazione usando la sonda di tensione	9 kHz – 30 MHz	2,9 dB
Emissioni condotte sulle porte di telecomunicazione usando una rete di misura (AAN)	150 kHz – 30 MHz	4,8 dB
Emissioni condotte sulle porte di telecomunicazione usando la sonda capacitiva	150 kHz – 30 MHz	3,9 dB
Emissioni condotte sulle porte di telecomunicazione usando la sonda di corrente	150 kHz – 30 MHz	2,9 dB
Emissioni condotte usando la pinza assorbente	30 MHz – 300 MHz	4,5 dB
Emissioni radiate in camera semi-anecoica o nel sito all'aperto	30 MHz – 1 000 MHz	6,3 dB
Emissioni radiate in camera anecoica	30 MHz – 1 000 MHz	5,3 dB
	1 GHz – 18 GHz	5,1 dB

# Considerazioni sull'incertezza di misura nelle norme generiche e di prodotto per l'emissione elettromagnetica

---

- ❑ Nelle attuali norme generiche di emissione (IEC61000-6-3/4) è solo richiesto di dichiarare l'incertezza della strumentazione di misura determinata come definito dalla pubblicazione CISPR 16-4-2
- ❑ Nelle prossime revisioni di queste norme si richiederà che l'incertezza della strumentazione di misura venga considerata per la valutazione della conformità rispetto ai limiti
  - Nel caso l'incertezza della strumentazione di misura per una prova specifica sia inferiore o uguale al valore  $U_{CISPR}$  definito nella pubblicazione CISPR 16-4-2, non si dovranno applicare correzioni.
  - Nel caso invece l'incertezza della strumentazione di misura per una prova specifica sia superiore al valore  $U_{CISPR}$  definito nella pubblicazione CISPR 16-4-2, si dovranno correggere i limiti della differenza tra il valore  $U_{CISPR}$  ed il valore ottenuto con la strumentazione che si sta utilizzando
- ❑ La nuova edizione della norme generiche di emissione dovrebbe essere pubblicata nel 2010

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di immunità

---

- ❑ Non vi sono ancora pubblicazioni IEC/CISPR che definiscono i vari contributi dell'incertezza di misura da considerare nelle prove EMC di immunità
  - Su questo tema è stata costituita da poco una "Joint Task Force" IEC TC77 e CISPR SC-A che ha il compito di definire i parametri da considerare nelle prove di immunità e come questi dovranno essere tenuti in considerazione nei risultati delle prove
  
- ❑ Attualmente l'incertezza di misura della strumentazione usata nelle prove di immunità è definita in un allegato informativo di ciascuna norma della serie IEC61000-4-X (alcuni già pubblicati altri in fase di pubblicazione)
  - Gli allegati alle norme IEC61000-4-x danno solo un esempio di come determinare l'incertezza della strumentazione di prova e ..
  - ... non richiedono di considerare questo valore nelle prove (es.: correggere il livello di prova se l'incertezza della strumentazione è superiore a quella definita dall'ente normatore)

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di immunità

- ❑ La norma IEC61000-4-6 “Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields” è stata la prima norma di base per l’immunità con l’allegato relativo all’incertezza di prova (pubblicata dell’Ottobre 2008):
  - Viene tratta solo l’incertezza della strumentazione di prova usata per generare il segnale di prova
  - Non si considera l’incertezza associata alla valutazione del prodotto in prova
  - L’incertezza è in un allegato non normativo (informativo)
  - Sono forniti solo esempi dei contributi che influenzano l’incertezza per le prove contemplate nella IEC61000-4-6
  - Sono forniti esempi su come calcolare l’incertezza delle varie prove contemplate nella IEC61000-4-6
  - è compito del laboratorio definire i contributi di incertezza associati alle prove eseguite e quindi calcolarne il valore totale
  - Non sono fornite linee guida su come applicare l’incertezza di prova nella valutazione del livello di prova
- ❑ La struttura per l’incertezza di prova nelle norme di base per le prove di immunità seguirà quanto pubblicato per la IEC61000-4-6

# Incertezza di misura nelle norme di base IEC/CISPR: prove di immunità

- Esempio dei contributi di incertezza trattati nella norma IEC61000-4-6 “Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields”

## Incertezza associata alla calibrazione del livello di prova con il metodo della pinza di corrente

Symbol	Uncertainty Source $X_i$	$U(x_i)$	Unit	Distribution	Divisor	$u(x_i)$	Unit	$c_i$	$u_i(y)$	Unit	$u_i(y)^2$
RCAL	150 $\Omega$ - 50 $\Omega$ adapter, deviation	0,3	dB	rectangular	1,73	0,17	dB	1	0,17	dB	0,03
	150 $\Omega$ - 50 $\Omega$ adapter, calibration	0,2	dB	normal $k=2$	2	0,10	dB	1	0,10	dB	0,01
JIG	Calibration jig	0,5	dB	normal $k=1$	1	0,50	dB	1	0,50	dB	0,25
LMc	Level meter	0,5	dB	rectangular	1,73	0,29	dB	1	0,29	dB	0,08
SWc	SW levelling precision	0,3	dB	rectangular	1,73	0,17	dB	1	0,17	dB	0,03
LMCc (12,13)	Level meter in control loop	0	dB	rectangular	1,73	0,00	dB	1	0,00	dB	0,00
TGc (12,13)	Test generator	0	dB	rectangular	1,73	0,00	dB	1	0,00	dB	0,00
MTc (14)	Mismatch Test generator/clamp	0	dB	U-shaped	1,41	0,00	dB	1	0,00	dB	0,00
ML	Mismatch Level meter/clamp	-0,5	dB	U-shaped	1,41	-0,35	dB	1	-0,35	dB	0,13
$\sum u_i(y)^2$											0,53
Combined uncertainty $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0,73
Expanded Uncertainty (CAL) $U = u(y) \times k, k = 2$											1,46 dB

## Incertezza associata all'esecuzione della prova con il metodo della pinza di corrente

Symbol	Uncertainty Source $X_i$	$U(x_i)$	Unit	Distribution	Divisor	$u(x_i)$	Unit	$c_i$	$u_i(y)$	Unit	$u_i(y)^2$
CAL	Calibration	1,46	dB	normal $k=2$	2	0,73	dB	1	0,73	dB	0,53
LMCt (12,13)	Level meter in control loop	0,3	dB	rectangular	1,73	0,17	dB	1	0,17	dB	0,03
TGt (12,13)	Test generator	0	dB	rectangular	1,73	0,00	dB	1	0,00	dB	0,00
MTt (14)	Mismatch Test generator/clamp	0	dB	U-shaped	1,41	0,00	dB	1	0,00	dB	0,00
SWt	SW levelling precision	0,3	dB	rectangular	1,73	0,17	dB	1	0,17	dB	0,03
AETERM	AE termination	2,5	dB	rectangular	1,73	1,45	dB	1	1,45	dB	2,09
$\sum u_i(y)^2$											2,68
Combined uncertainty $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											1,64
Expanded uncertainty $U = u(y) \times k, k = 2$											3,27 dB



# Considerazioni sull'incertezza di misura nelle norme generiche e di prodotto per l'immunità

---

- ❑ Nelle attuali norme generiche per l'immunità (IEC61000-6-1/2) non è definito di considerare l'incertezza di prova (né nella valutazione della calibrazione del livello di prova né nella valutazione del livello con cui si esegue la prova)
- ❑ Anche nelle norme di prodotto per l'immunità non è richiesto di considerare l'incertezza di prova
- ❑ Non sono previste revisioni per includere l'incertezza di prova nelle norme generiche o di prodotto per l'immunità

# Attività normativa in ambito ETSI - TC ERM

---

ETSI  
TC ERM “Electromagnetic  
Compatibility and Radio  
Spectrum Matters”

ERM WG EMC  
Working Group  
Electromagnetic  
Compatibility

ERM WG RM  
Working Group  
Radio Matters

ERM TG27  
Radio Site and  
Equipment  
Engineering

ERM TG11  
Wideband  
Data Systems

ERM TG28  
Generic Short  
Range Devices

ERM TG37  
Intelligent  
Transport Systems  
- EMC + Radio  
Spectrum Matters

.....

# Trattamento delle incertezze nelle norme ETSI

---

In ETSI era stato fatto in passato (2001) un notevole lavoro sui metodi di prova Radio e sul calcolo delle incertezze di misura fino ad 1 GHz con la pubblicazione della serie di documenti ETSI TR 100 028, TR 102 273, TR 102 215

- ETSI TR 100 028-1: "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 1"
- ETSI TR 100 028-2: "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 2".
- ETSI TR 102 273-1-1 (V1.2.1): "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Improvement on Radiated Methods of Measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties Part 1: Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Sub-part 1: Introduction".
- ETSI TR 102 273-1-2 (V1.2.1): "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Improvement on Radiated Methods of Measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties; Part 1: Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Sub-part 2: Examples and annexes".
- ETSI TR 102 215 V1.3.1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Recommended approach, and possible limits for measurement uncertainty for the measurement of radiated electromagnetic fields above 1 GHz

# Interpretazione dei risultati misura nelle norme ETSI

---

## Attualmente l'interpretazione dei risultati descritti nelle norme ETSI segue i seguenti criteri:

- Per ogni valore misurato deve essere esplicitamente indicata la relativa incertezza;
- Il valore calcolato dell'incertezza di misura relativa ogni grandezza definita nella norma deve essere uguale o inferiore ai valori stabiliti nella norma considerata;
- I valori di incertezza per ogni grandezza misurata sono calcolati in accordo con i documenti TR 100 028-1 e TR 100 028-2 utilizzando un fattore di espansione (coverage factor) pari  $k = 1,96$  o  $k = 2$  che forniscono un livello di confidenza rispettivamente del 95% e del 95,45 % nel caso in cui la distribuzione che caratterizza l'incertezza della grandezza misurata è di tipo normale (Gaussiana);
- Per decidere la conformità rispetto ai requisiti fissati nella norma, il valore della grandezza misurata deve essere confrontato con i relativi limiti definiti nella norma;
- Nell'interpretazione dei risultati si utilizza il concetto di Shared Risk;
  - Questo approccio è già applicato alle norme radio (Short range device, WIFI, ecc)
  - Nelle norme EMC pubblicate dall'ETSI la conformità con i limiti è ancora eseguita senza considerare l'incertezza

## Esempio di definizione delle Massime Incertezza di Misura nelle attuali norme ETSI - Maximum acceptable measurement uncertainty

Parameters	Uncertainty
Radio frequency	1 x 10 <sup>-7</sup>
RF power (conducted)	1,5 dB
Radiated emission valid to 26,5 GHz	6 dB
spurious emissions, conducted	3 dB
spurious emissions, conducted	3 dB
Radiated immunity (EMC)	6 dB
DC and low frequency voltages	3 %

# ERM TG27 Radio Site and Equipment Engineering

---

Recentemente in ambito ETSI il TC ERM ha deciso di rivedere la normativa relativa al trattamento delle incertezze affidando al TG 27 la responsabilità di definire: l'approccio ed i possibili limiti per la misura delle incertezze per la misura dei campi elettromagnetici

Nella riunione del TC ERM di Marzo 2008 è stato creato un nuovo Work Item con lo scopo di:

- Investigare e rivedere i valori dell'incertezza di misura considerando lo stato dell'arte dei sistemi e dei metodi di misura
- Includere le incertezze di misura per misure in alta ed altissima frequenza (fino a 125 GHz) considerando così anche le nuove applicazioni radio ed i relativi aspetti EMC
- Introdurre delle informazioni su come le incertezze di misura devono essere trattate e considerate nei rapporti di prova
- Considerare le informazioni già disponibili e sviluppati anche da altri enti normativi (es. CISPR) per le frequenze inferiori a 1 GHz;
- Definire una struttura per la descrizione dei metodi di misura;

L'attività del TG 27 verrà svolta con la revisione del TR 102 215 V1.3.1 (2004)  
Prendendo in considerazione il lavoro già fatto nei documenti:

- CISPR16-4-1 for the uncertainty in EMC emission tests and compliance criteria
- CISPR16-4-2 for the uncertainty budgets in EMC emission tests (see also the draft for emissions >1GHz)
- IEC drafts for uncertainty in EMC immunity tests
- ISO/IEC guide to the expression of Uncertainty in Measurement

# ETSI TR 102 215 V1.3.1

---

## ETSI TR 102 215 V1.3.1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Recommended approach, and possible limits for measurement uncertainty for the measurement of radiated electromagnetic fields above 1 GHz

### Introduction:

- ❑ The document has been produced in response to the need for measurement uncertainty information above 1 GHz, and to determine practical maximum frequency of measurement which is also cost effective for manufacturers self declaration, and for test laboratories offering certification testing.
- ❑ Considerable work on radio test methods and measurement uncertainty up to 1 GHz has previously been undertaken by ETSI to determine the contributions to the calculation of measurement uncertainty and these have been published in ETSI TR 100 028 and TR 102 273 .
- ❑ The document does not attempt to repeat the detailed statistical methods to calculate measurement uncertainty that has already been extensively prepared in other ETSI deliverables. However, to assist test engineers to calculate their own measurement uncertainties associated with their particular test equipment configurations, a series of spread sheets are attached to the present document



## Scope

The document presents an evaluation of maximum acceptable measurement uncertainty for Radio Frequency (RF) electromagnetic field (emf) measurements above the frequency one gigahertz (1 GHz) for inclusion within ETSI harmonized standards and radio product standards used for compliance testing.

The recommended maximum acceptable measurement uncertainty is given for the following measurement parameters:

- radiated RF power;
- radiated spurious emissions; and
- EMC radiated emissions.

## ETSI TR 102 215 V1.3.1: Shared risk, the new approach

---

Taking all the current documentation on the issue into account, it is reasonable to redefine the shared risk approach to cover the new situations of deregulation as follows:

- 1) all standards where measurements are made for compliance testing should include **maximum acceptable measurement uncertainty** values for each test;
- 2) guidance should be given on assessing the measurements against defined limits in the standard when the measurand is close to the limit;
- 3) in the case where laboratory measurement uncertainty is greater than the maximum acceptable uncertainty stated in the standard, guidance should be given on assessing compliance to standard limits.

This approach combines the current documented solutions in CISPR, ETSI and UKAS.

# Compliance assessment when measurement uncertainty is greater than maximum acceptable uncertainty

---

- ❑ When the measured value plus the difference between the maximum allowable measurement uncertainty and the measurement uncertainty calculated by the test technician does not exceed the limit value the equipment under test meets the requirements of the standard;
- ❑ When the measured value plus the difference between the maximum allowable measurement uncertainty and the measurement uncertainty calculated by the test technician exceeds the limit value the equipment under test does not meet the requirements of the standard;
- ❑ The measurement uncertainty calculated by the test technician carrying out the measurement should be recorded in the test report;
- ❑ The measurement uncertainty calculated by the test technician may be a maximum value for a range of values of measurement, or may be the measurement uncertainty for the specific measurement undertaken. The method used should be recorded in the test report.

# Struttura della ETSI TR 102 215

---

- Application of measurement uncertainty to specification limits
- The role of standards (or specifications)
- The role of calibration in measurement uncertainty
- Recommended maximum measurement uncertainties for RF electromagnetic field measurements
  - Substitution measurement methods
  - Single measurement methods
- Controlling measurement uncertainty
- Evaluation of current radiated test methods
  - EMC emissions and immunity
  - Radio parameters
    - EIRP
    - Spurious emissions
    - Cabinet radiation
- Conducted measurement methods
- Annex A: History of the "shared risk" concept
- Annex B: Examples of measurement uncertainty calculations
- Annex C: Example electronic files for calculation of measurement uncertainty
- Annex D: Uncertainty contribution