since 1952

VOLTA® S.p.A.

Competenza ed entusiasmo per soluzioni tecniche

IEC 61000-4-31

Giancarlo Cenni
gce@volta.it

La norma

- Introduzione
- White noise
- Generatore
- Rete di accoppiamento
- Set-up di taratura e di prova

VOLTA S.p.A.

Introduzione

- IEC 61000-4-31: prova di immunità condotta sulle porte AC di EUT monofase con correnti ≤ 16A
- Si vuole simulare sorgenti di disturbo simmetrici a larga banda intenzionali e non intenzionali a larga banda AC mains ports broadband conducted disturbance immunity test
- Nuova norma pubblicata a luglio del 2016
- Campo di frequenza 150kHz..80MHz
- Si aggiunge a IEC 61000-4-6 e -4-19

VOLTA S.p.A.

Immunità

DC 2 kHz 150 kHz 80 MHz 230 MHz 6 GHz

EN 61000-4-16
Conducted, asymmetrical disturbances in the range from DC up to 150 kHz (DC, 16,67 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 15..150 kHz), typically without modulation.

EN 61000-4-6
Conducted disturbances, induced by electromagnetic fields in the range from 150kHz to 80MHz (230 MHz), typically with 1 kHz 80% AM.

IEC 61000-4-31 Conducted disturbances coming from intended and/or unintended broadband signal sources in the frequency range 150 kHz up to 80 MHz

IEC 61000-4-19
Conducted, differential mode disturbances and signalling in the range 2 kHz up to 150 kHz at a.c. power ports.

EN 61000-4-3
High-frequency electromagnetic fields in the range from 80 MHz to 6 GHz, typically with 1 kHz 80% AM.

VOLTA S.p.A.

White noise

- La norma chiede di usare una sorgente di «rumore bianco» che produca un segnale a larga banda nel range da 150kHz a 80MHz.

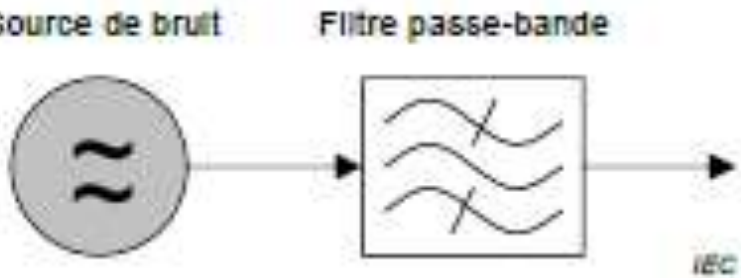
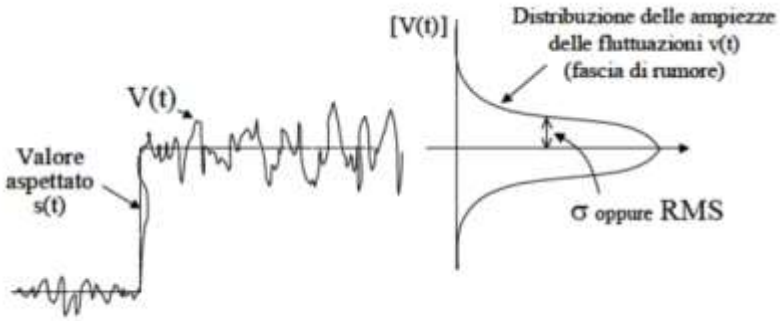


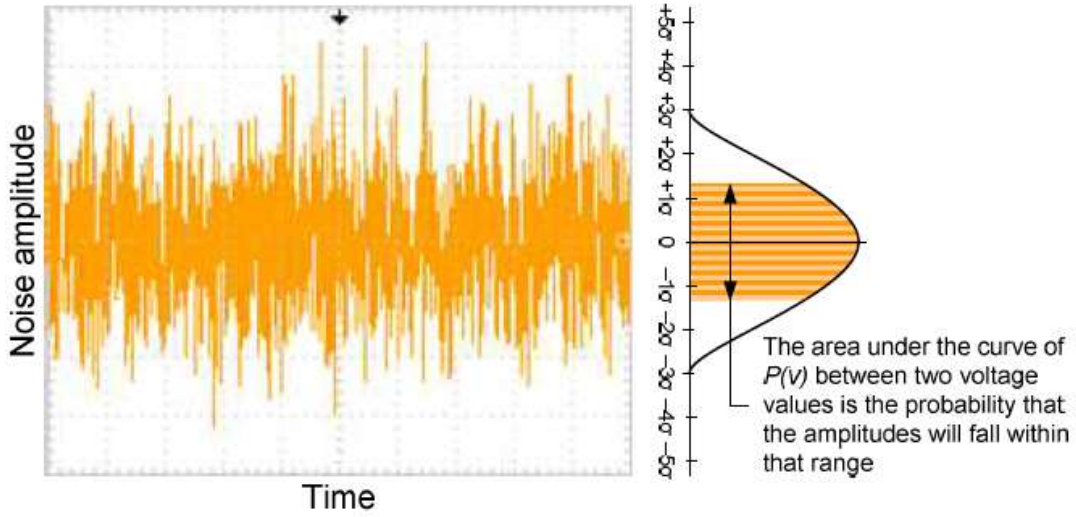
Figure B.1a) – Principe de génération de bruit réellement aléatoire

White noise

- Nel dominio del tempo la sua distribuzione in ampiezza è randomica e, per descriverlo, si usa descrizione statistica.
- Nella maggioranza dei casi, la distribuzione di ampiezza del rumore è rappresentata secondo una curva Gaussiana.
- Dalla statistica si passa alla rappresentazione circuitale del rumore.

White noise


[V(t)]
Distribuzione delle ampiezze
delle fluttuazioni v(t)
(fascia di rumore)
V(t)
Valore
aspettato
s(t)
σ oppure RMS


+5σ
+4σ
+3σ
+2σ
+1σ
0
−1σ
−2σ
−3σ
−4σ
−5σ
The area under the curve of
P(v) between two voltage
values is the probability that
the amplitudes will fall within
that range
Noise amplitude
Time

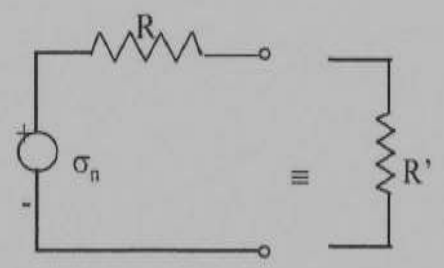
White noise

• Qualsiasi conduttore con resistenza R≠0 a temperatura T superiore allo zero assoluto presenta ai suoi capi una tensione aleatoria dovuta all'agitazione termica degli elettroni ⇒ la **"tensione di rumore"** ha ddp gaussiana con valor medio nullo e varianza pari

$$\boxed{\sigma_n^2 = 4kTRB}$$

K: costante di Boltzmann ($1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K);
R: valore resistenza (Ohm);
T: valore temperatura (Kelvin);
B: banda monolatera (Hz)

• Circuito equivalente di un resistore reale: generatore di tensione con valore σ_n in serie ad un resistore ideale (non rumoroso)



•generatore connesso carico R';
•condizione di massimo trasferimento di potenza (R'=R);

$$i = \frac{\sigma_n}{R+R'}$$

Potenza trasferita sulla banda B

$$P = \left(\frac{\sigma_n}{R+R'}\right)^2 R' = \frac{\sigma_n^2}{4R} = kTB$$

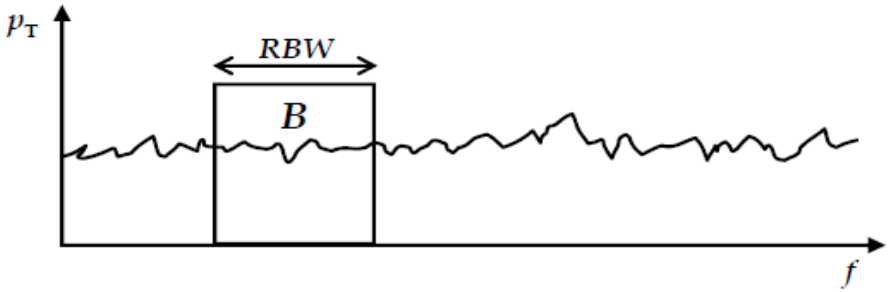
White noise

- Il rumore viene espresso in $^{dBm}/_{Hz}$

temperatura di riferimento per le misure di rumore

per T = 290 K (+ 17 °C) ~ temp. ambiente

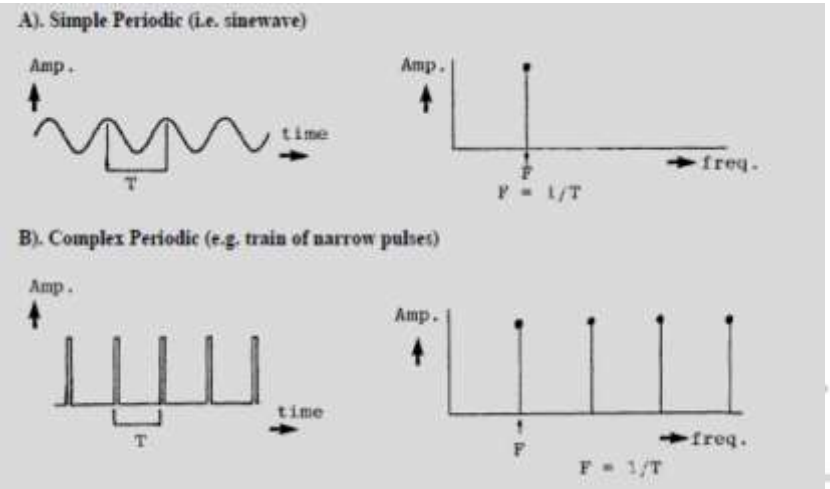
si ha $p_T \cong 4\times10^{-21}$ W/Hz ≅ **-174 dBm/Hz**

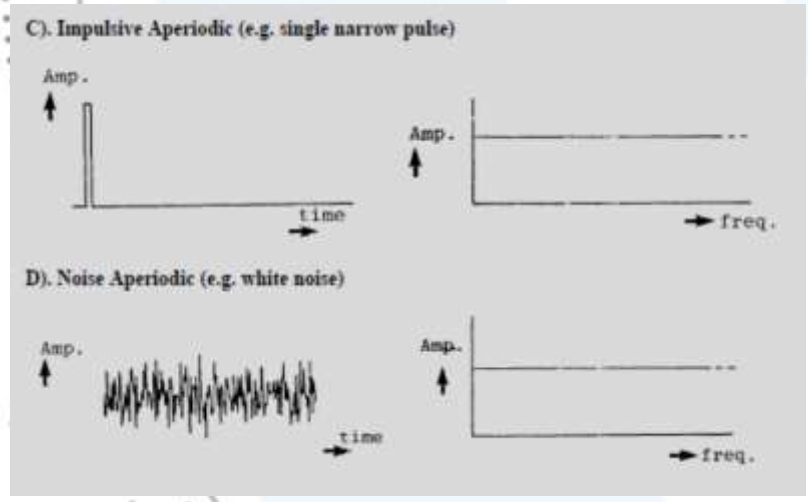


$P_T = p_T B = kTB$ [W] rumore termico in una banda B

White noise

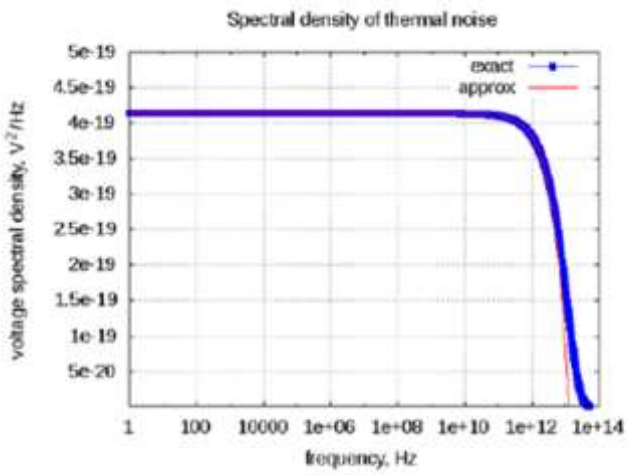
- Il rumore è detto bianco perché, come la luce, contiene tutte le componenti di frequenza. La densità spettrale ha ampiezza costante.





White noise

- Nel dominio delle frequenze, in teoria si può andare all'infinito. In realtà, il rumore è piatto fino a 100GHz ed inizia a cadere sopra 1THz



Livelli

Tableau 1 – Niveaux d'essai

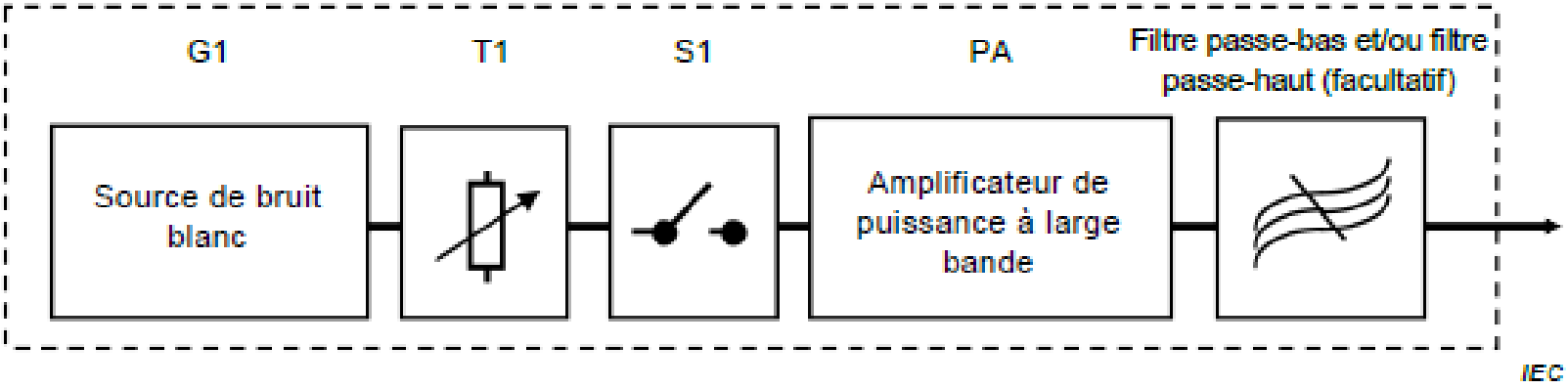
Plage de fréquences 150 kHz à 80 MHz			
Niveau	**Densité spectrale de puissance** dBm/Hz	**Equivalent densité spectrale de tension** dB (µV)/100 kHz	**Puissance directe totale** dBm
1	–60	97	19
2	–50	107	29
3	–40	117	39
x[a]	Spécial	Spécial	Spécial

NOTE Les exigences se trouvent dans la colonne 2; les colonnes 3 et 4 sont ajoutées par commodité.

[a] "x" peut être à n'importe quel niveau, au-dessus, en dessous ou entre les autres. Le niveau doit être indiqué dans la spécification de matériel correspondante.

VOLTA S.p.A.

Generatore



Légende

G1	Source de bruit blanc	T1	Atténuateur variable
PA	Amplificateur de puissance à large bande		
LPF/HPF	Filtre passe-bas et/ou filtre passe-haut (facultatif)	S1	Commutateur RF

Figure 3 – Principe du générateur d'essai

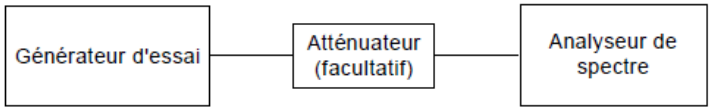
Generatore

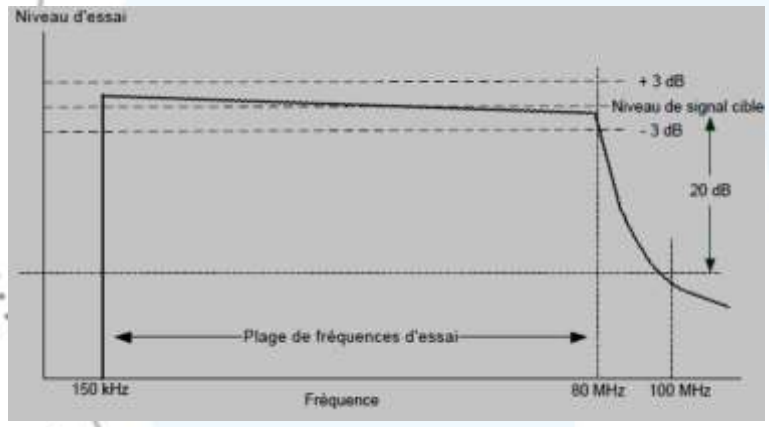
Generatore di rumore	Filtro	Amplificatore
Modulazione pulsata 1-2Hz 50%	Misuratore di potenza	Accoppiatore direzionale

VOLTA S.p.A.

Ripetibilità

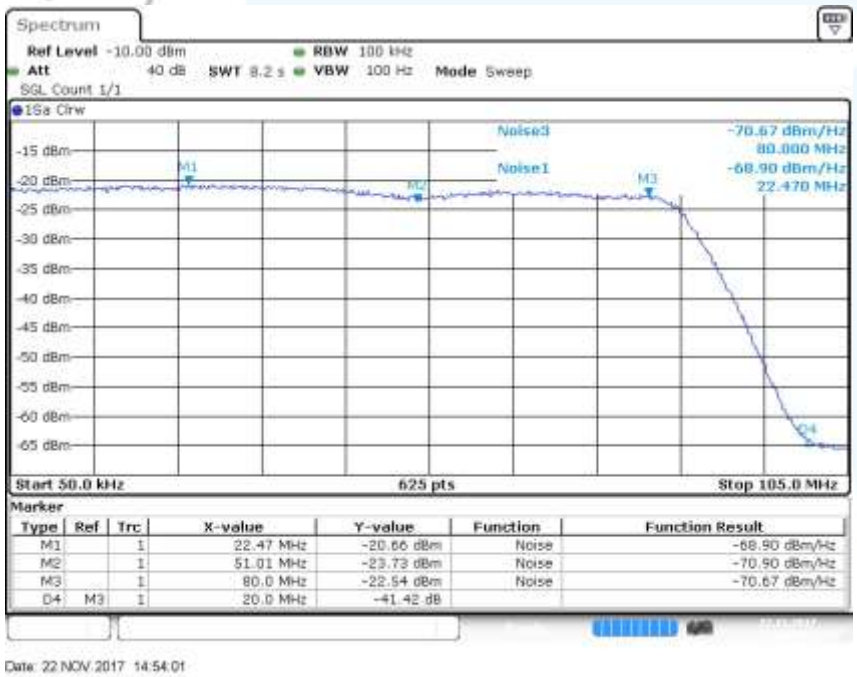
- La norma richiede la verifica di planarità (±3dB) del segnale iniettato
- Con analizzatore di spettro si verifica RBW a 100±30kHz





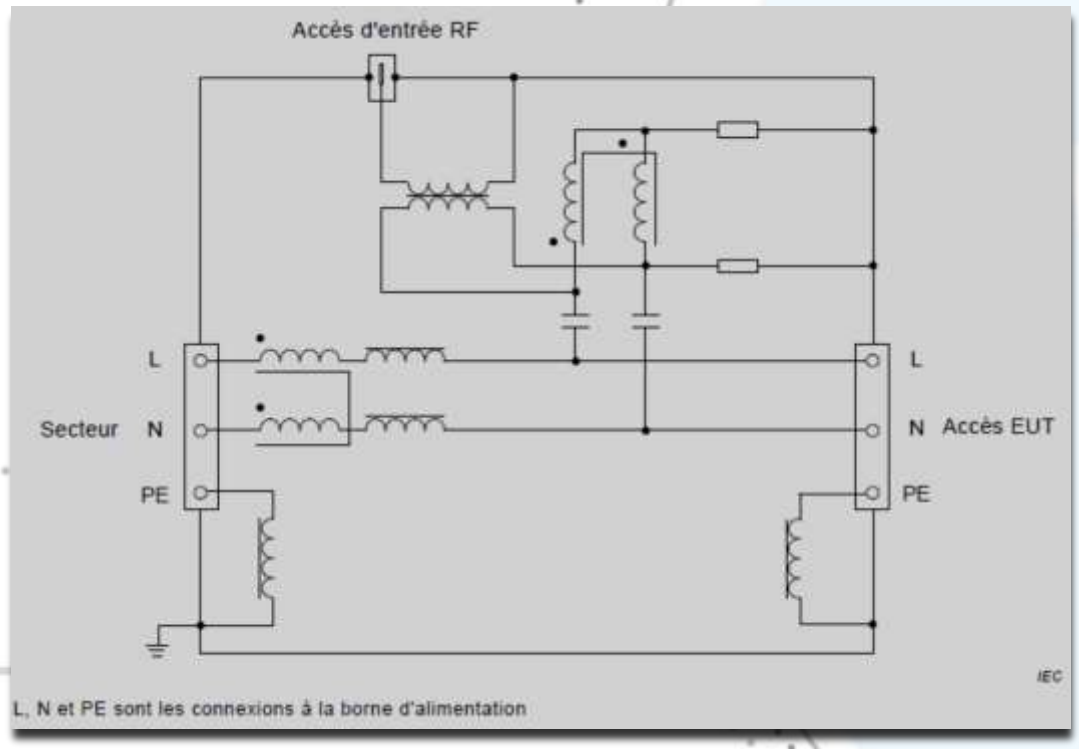
Ripetibilità

- Richieste:
  - Ondulazione massima ±3dB
  - Attenuazione >20dB a 100MHz
- Esempio:
  - Ondulazione massima a ±1dB
  - Attenuazione >40dB a 100MHz



CDN

- Il rumore è iniettato sia in modo comune, sia in modo differenziale



CDN

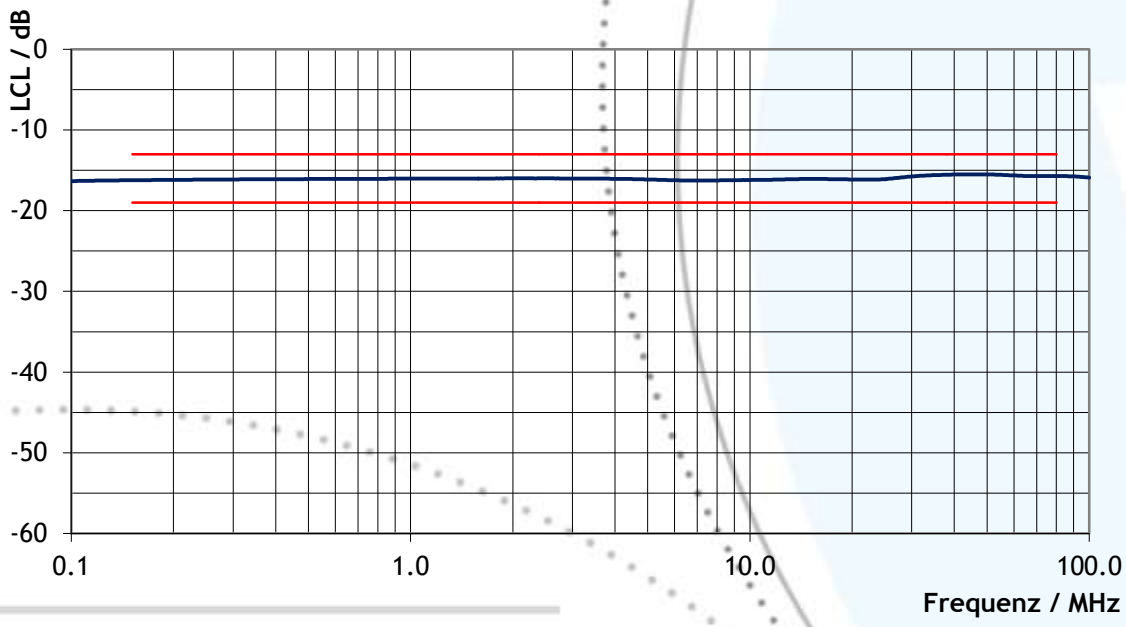
Tableau 3 – Spécification des principaux paramètres du RCDD pour un courant ≤ 16 A

Paramètre	Mode commun (L + N à PE)	Mode différentiel (L à N)
Plage de fréquences	150 kHz à 80 MHz	150 kHz à 80 MHz
Impédance (accès EUT)	25 Ω ± 3 Ω 0° ± 25°	100 Ω ± 25 Ω 0° ± 25°
Perte d'insertion (accès d'entrée RF – EUT)	–	3 dB ± 1 dB
Isolation (accès d'alimentation secteur en c.a. – accès EUT)	> 15 dB	> 15 dB
Affaiblissement de conversion longitudinale (accès EUT)	16 dB ± 3 dB	

VOLTA S.p.A.

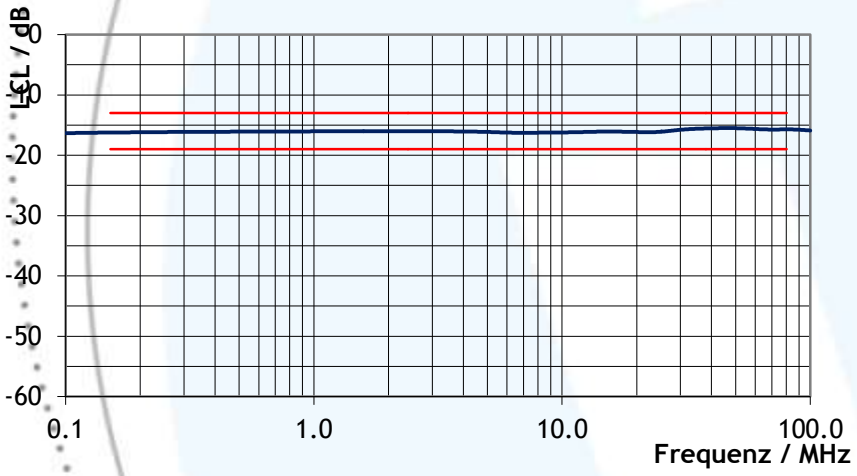
LCL

- La perdita di conversione longitudinale LCL deve essere 16dB ±3dB



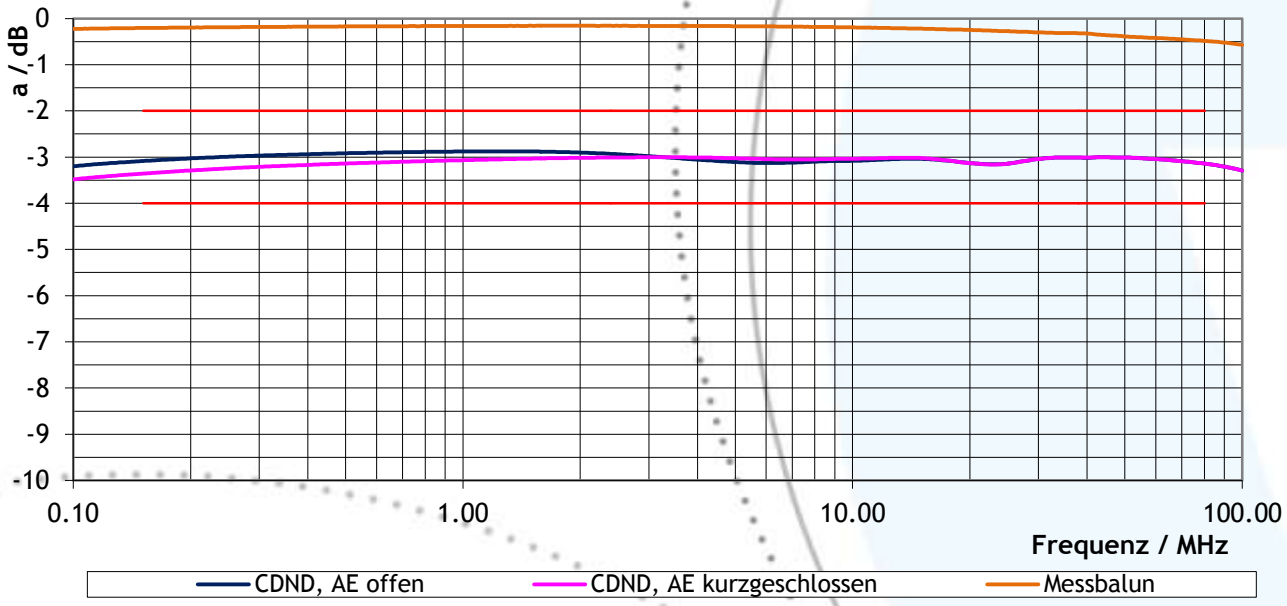
LCL

- Richieste:
  - Generazioni di segnali di prova simmetrici
  - LCL 16dB
  - ondulazione massima ±1dB
  - disaccoppiamento >15dB
  - attenuazione 3dB



Attenuazione

- Attenuazione: 3dB



Perdita inserzione RCDD

- Regolazione del livello di prova:
  - Due trasformatori da 50Ω asimmetrico in 100Ω simmetrico
  - Tre misurazioni indipendenti:
    - T1
    - T2
    - T1 e T2

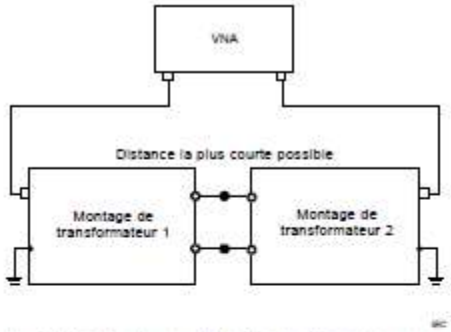
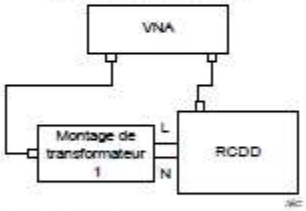
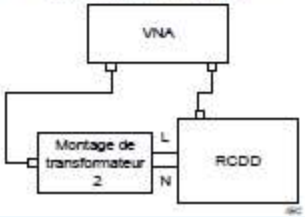


Figure 8a) – Montage de mesure de la perte d'insertion pour la mesure A_{12} sur le montage de transformateur



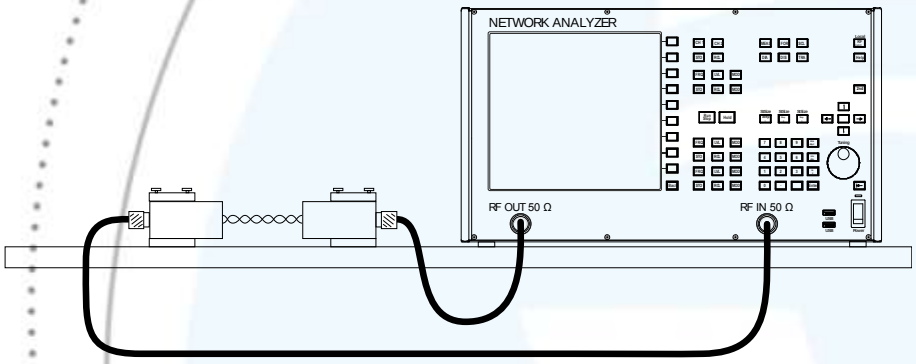
et N sont les connexions à la borne d'alimentation

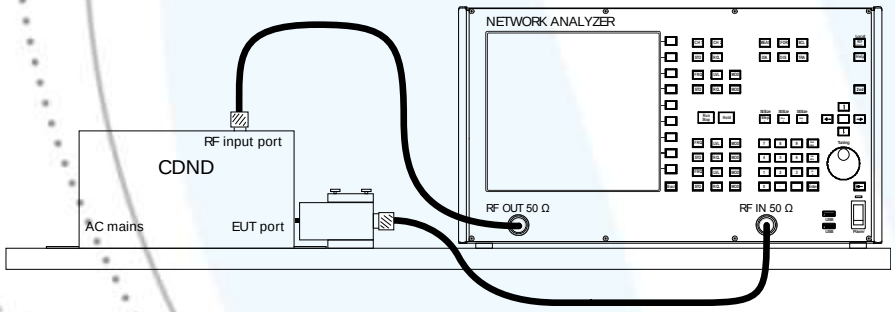
Figure 8b) – Montage de mesure de la perte d'insertion pour la mesure A_{12} sur le montage de transformateur



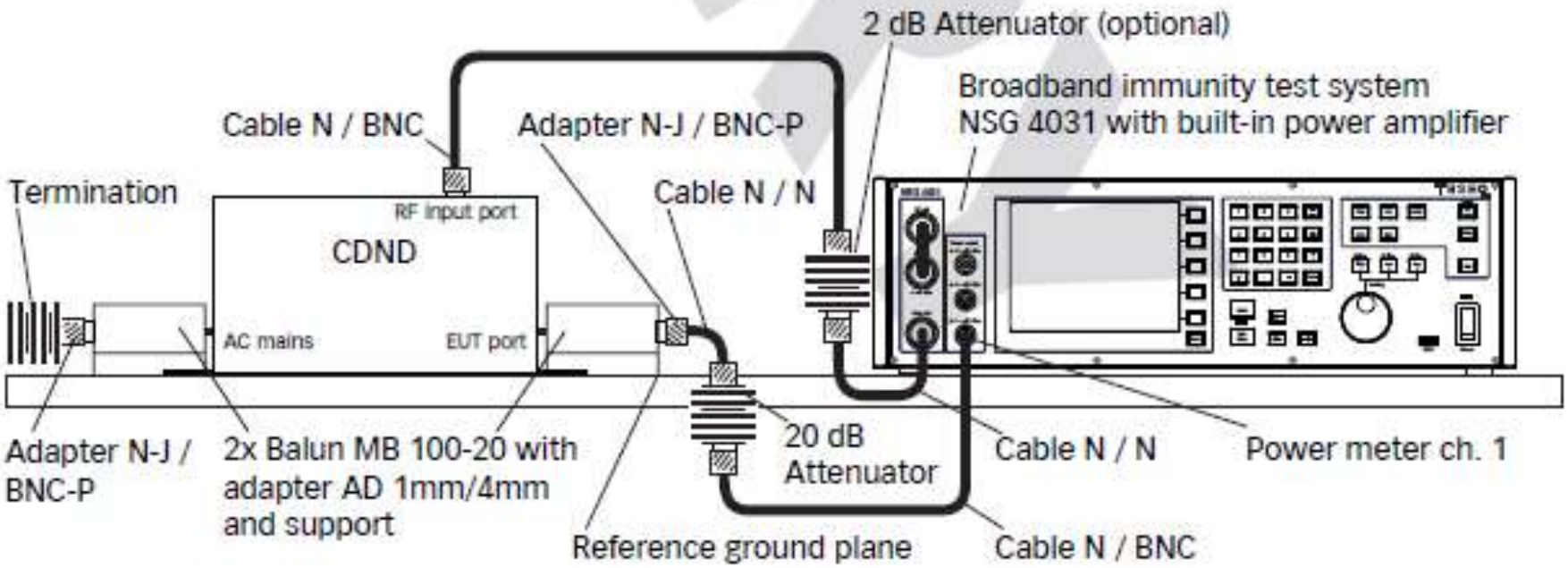
Perdita inserzione RCDD

- La perdita di inserzione dei gruppi trasformatori deve essere inferiore a 1dB rispetto alla gamma di frequenza applicabile
- La planarità della perdita di inserzione di RCDD non deve superare ±1dB
- I valori tipici di perdita di inserzione RCDD sono compresi tra 2dB e 4dB





Regolazione livelli di prova

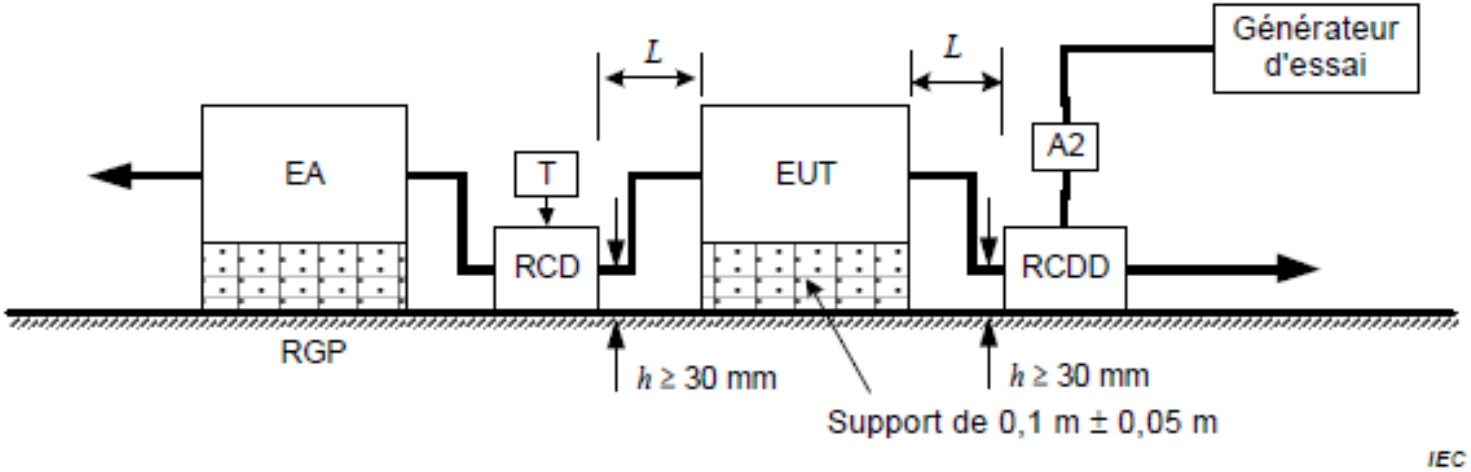


Set-up

- Set-up di prova simile a quello della IEC 61000-4-6
- CDND su cavi di alimentazione AC
- I restanti cablaggi vanno terminati con CDN e solo una va terminata con una resistenza da 50Ω
- Il controllo del livello di prova viene svolto a seguito della regolazione con un tempo di permanenza di 60s

VOLTA S.p.A.

Set-up

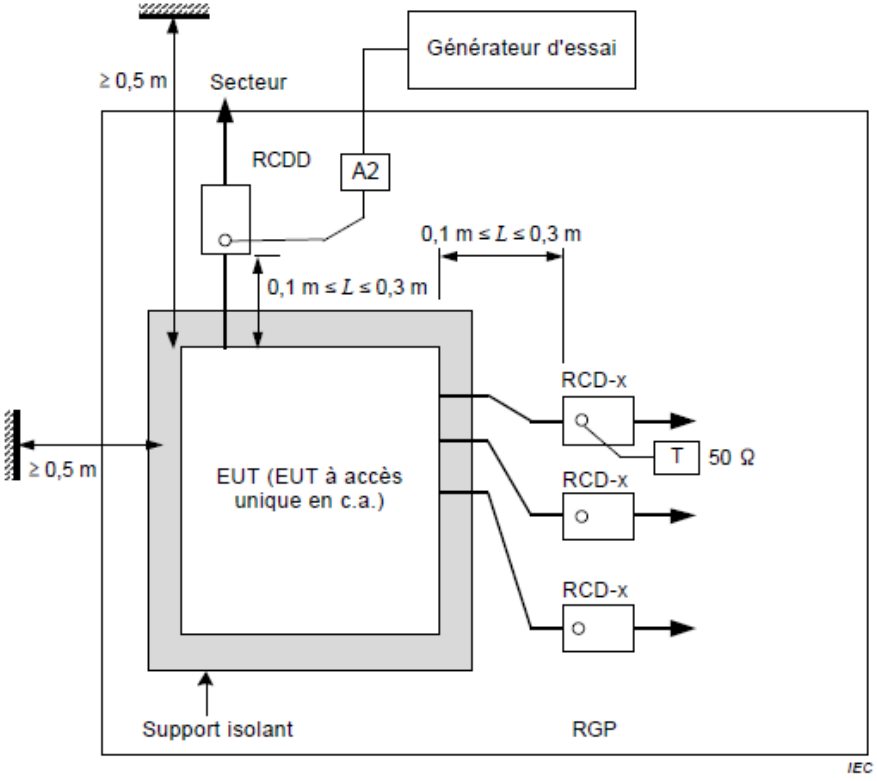


Légende

A2	atténuateur de puissance facultatif
L	0,1 m ≤ L ≤ 0,3 m
T	charge de 50 Ω
RCDD	réseau de couplage et de découplage pour l'injection du signal d'essai en mode différentiel principalement
RCD	réseau de couplage et de découplage tel que prescrit par l'IEC 61000-4-6

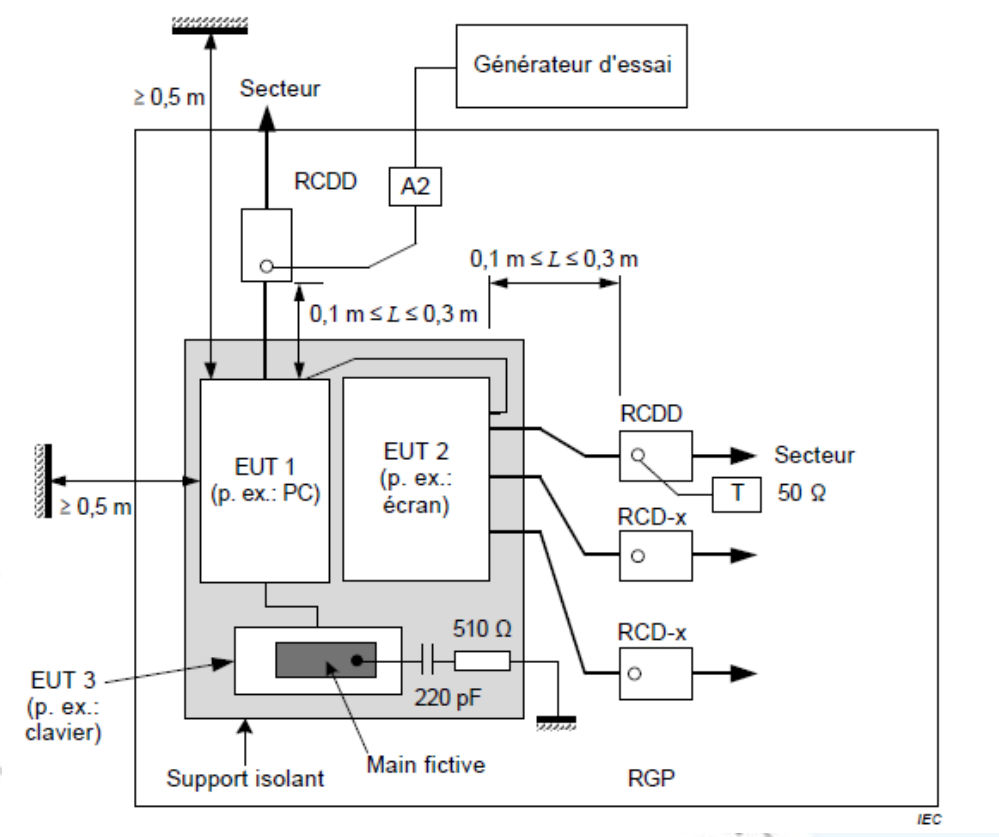
Set-up

- EUT a singola porta



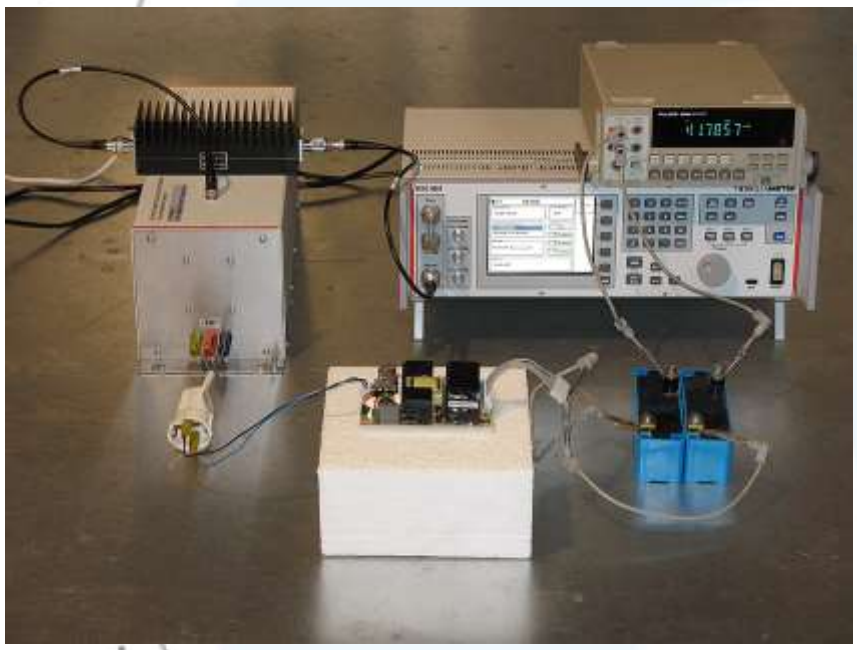
Set-up

- EUT a più porte



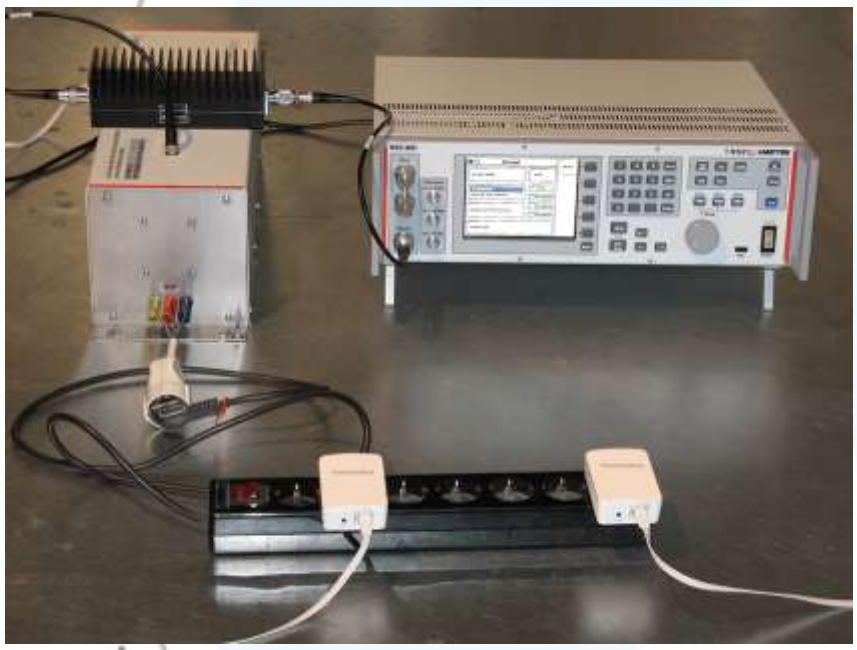
Esempio

- Prova su alimentatore
  - Abbassamento della tensione di uscita con aumento del livello di prova (a vuoto)
  - Multimetro fortemente suscettibile ai disturbi di modo differenziale
  - Livelli di prova elevati per influenzare il funzionamento



Esempio

- Prova su connessione PLC
  - Aumento dei tempi di risposta dei comandi Ping fino alla perdita completa della comunicazione
  - Soglia di intervento riscontrata: -60dBm/Hz
  - Perdita completa di comunicazione oltre il livello di -56dBm/Hz



VOLTA S.p.A.

since 1952

VOLTA® S.p.A.

Competenza ed entusiasmo per soluzioni tecniche

Grazie per l’attenzione!