



CNR - Commissione per la Metrologia  
Gruppo di Lavoro  
SERVIZIO DI TARATURA IN ITALIA

Presidenza e Segreteria: Strada delle Cacce, 91 - 10135 TORINO - Tel.: (011) 3488933 - Telex: 211553

Torino, li 12 maggio 1980

Segreteria Tecniche presso gli Istituti Metrologici Primari

IMGC: Strada delle Cacce, 73 - 10135 TORINO  
Tel.: (011) 3487834 - Teleg.: Metrologia - Torino

IEN: Strada delle Cacce, 91 - 10135 TORINO  
Tel.: (011) 3488933 - Telex: 211553

CNEN: CSN Casaccia, RAD-PRO, Casella Postale 2400 - 00100 ROMA  
Tel.: (06) 89483555 - Telex: 610167

ISS: Viale Regina Elena, 299 - 00161 ROMA  
Tel.: (06) 4990 - Telex: 610071

Il Gruppo di Lavoro, istituito il 20 gennaio 1975  
dalla Commissione per la Metrologia del C.N.R. per l'organiz-  
zazione di un Servizio di Taratura in Italia,

# **Strumenti e Allestimenti di Prova per Ridurre l'Incertezza**

Domenico Festa - IBD  
Roberto Grego - Narda STS  
Michele Zingarelli - Narda STS  
Milano - 20 febbraio 2009



**SE GLI STRUMENTI NON  
SONO  
TARATI E RIFERIBILI  
LE MISURE NON  
POTRANNO MAI ESSERE  
SIGNIFICATIVE**

***Vale anche per l'ambiente, che  
merita una trattazione separata***



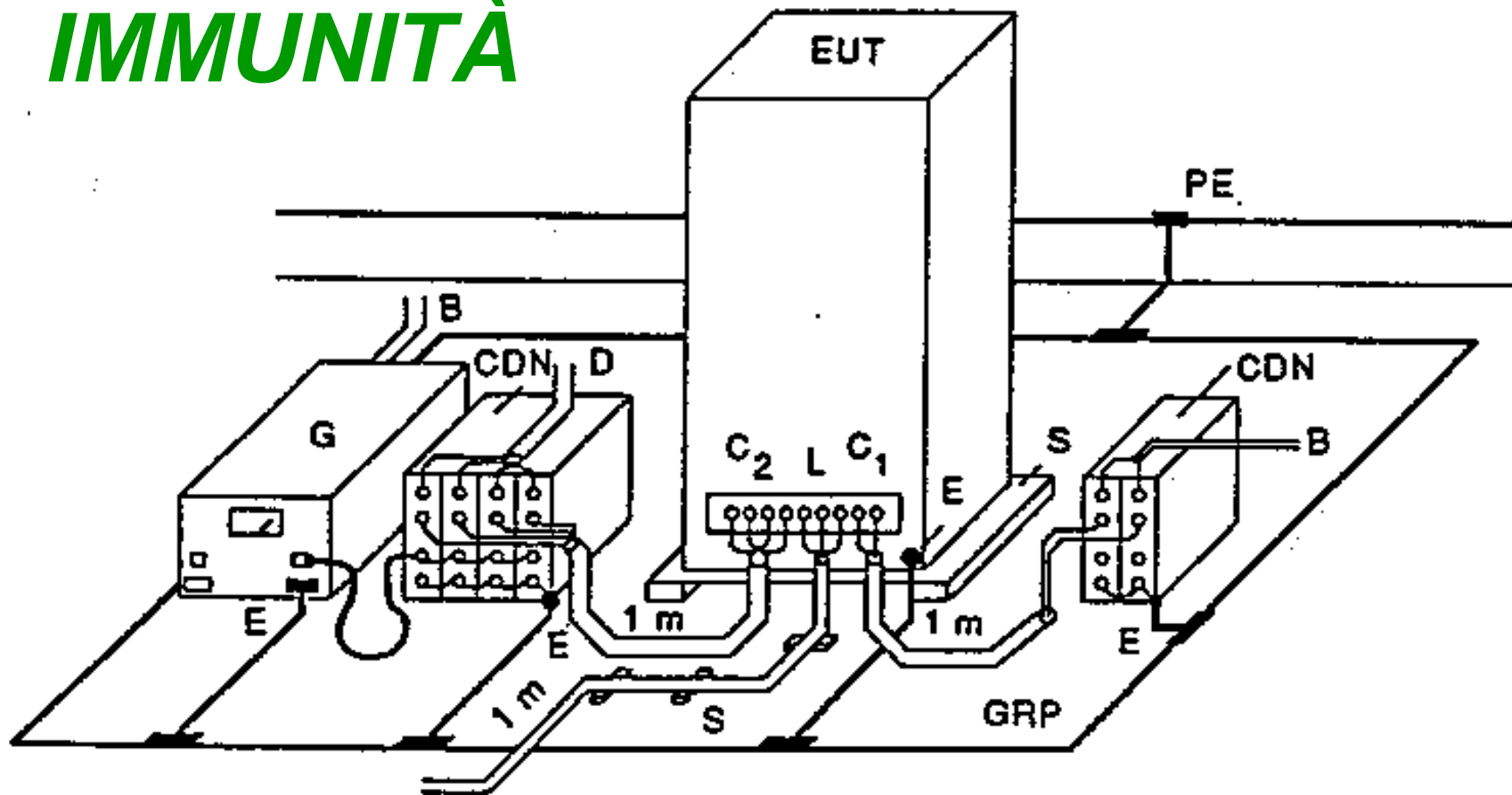
## **EMISSIONE**

→ ***caratteristica espressa in termini di variabile = misuro una grandezza***

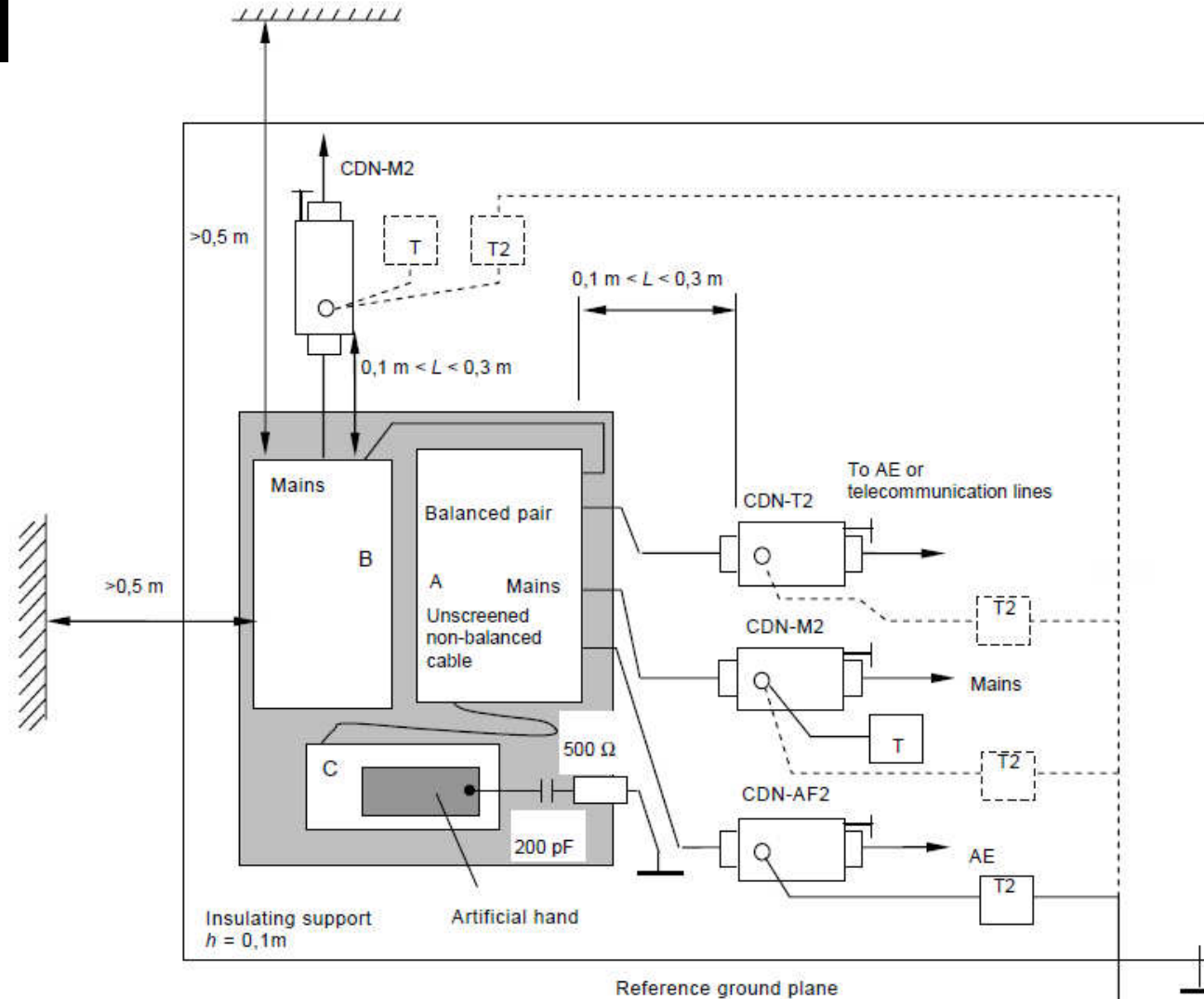
## **IMMUNITÀ**

→ ***caratteristica espressa in termini di attributi = passa/non passa (misuro uno stimolo)***

## IMMUNITÀ



*Si misura lo “stimolo”, ma c’è ancora molta strada da fare ...*



T Termination 50 Ω  
T2 Power attenuator (6 dB)

➤ **Generatore + Allestimento**

➤ **Connessioni**



- ***Firmware di controllo*** (che aiuta a non dimenticare nulla e guida nelle varie fasi di una prova)
- ***Feedback sullo stimolo***

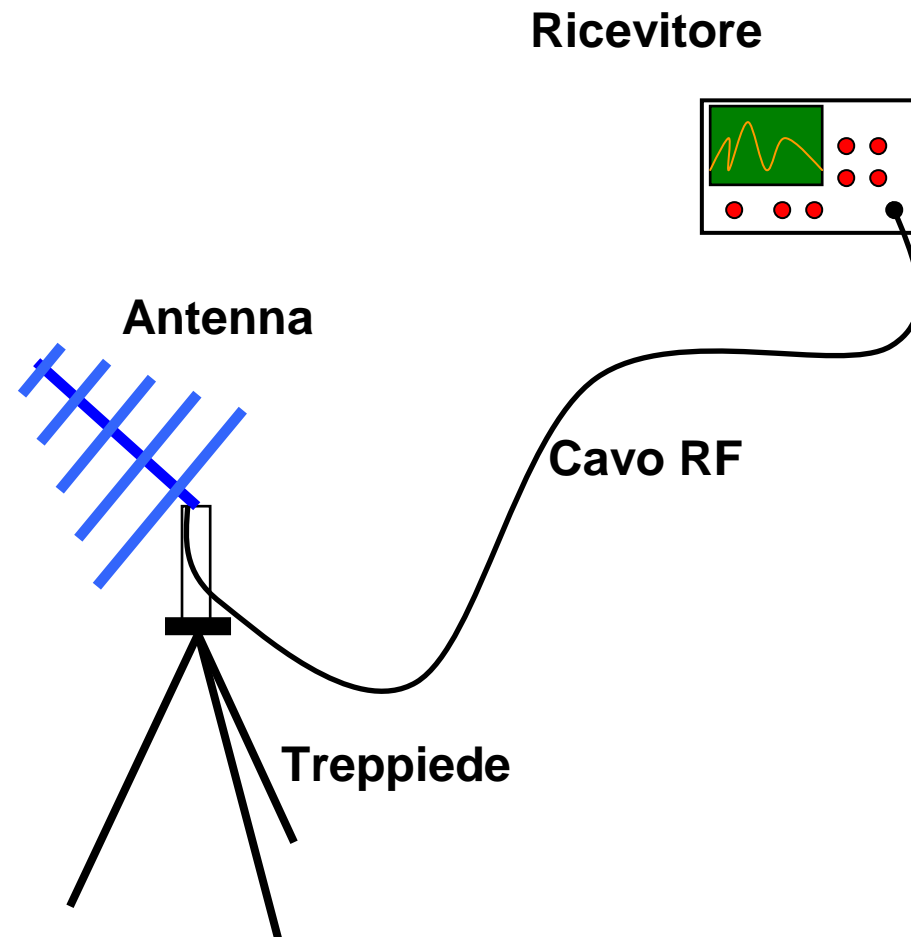
***Ripetibilità garantita dal costruttore del simulatore***

→ **Sistemi “compatti” con molti collegamenti predisposti dal fabbricante** (forte riduzione degli errori di allestimento)

**Taratura molto meno soggetta a variabili dovute all’operatore**

## EMISSIONE

*Due elementi  
si prestano a  
miglioramenti  
significativi:*



- **Connessione trasduttore-ricevitore**
- **Ricevitore**



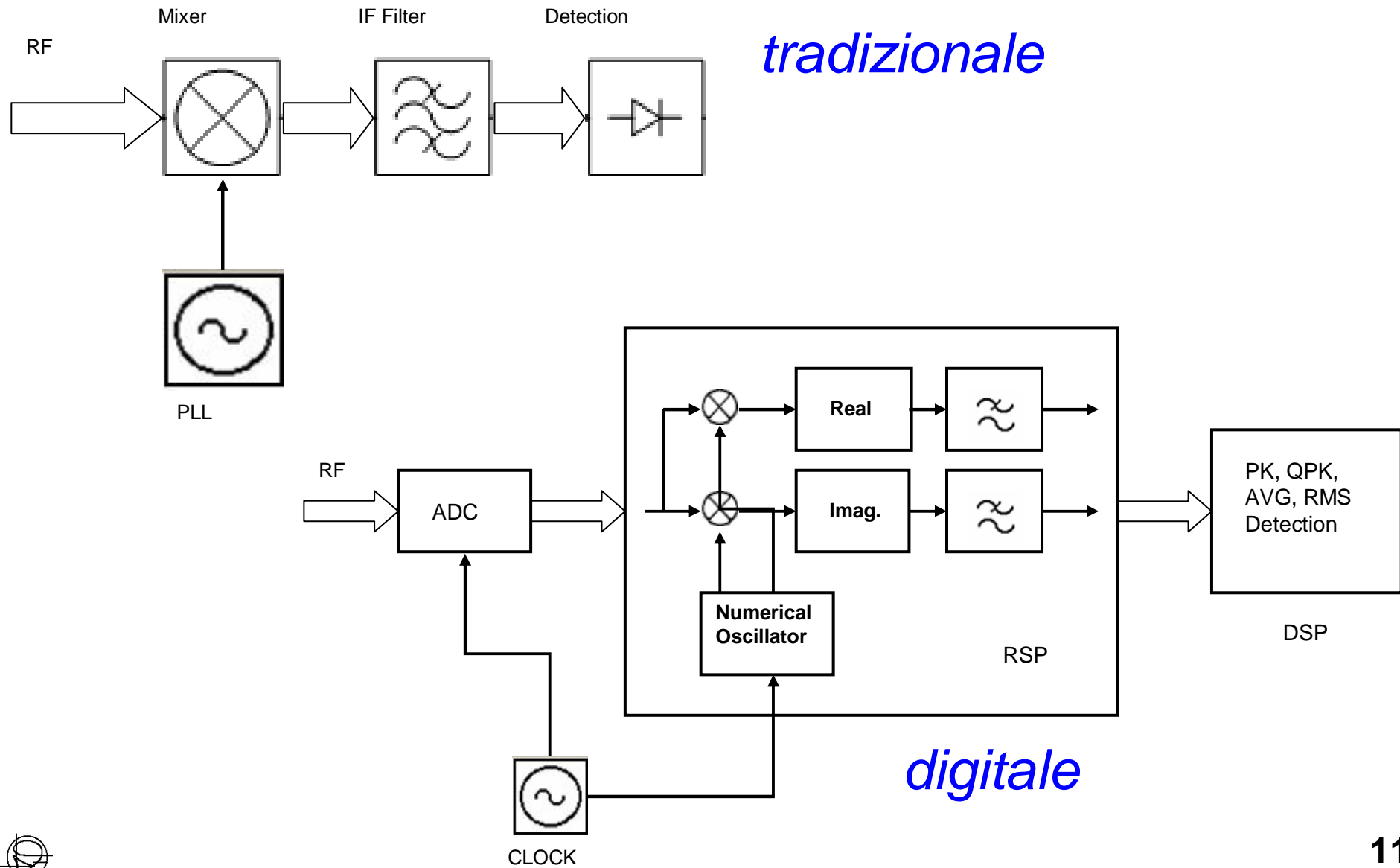
- ***Strumento più preciso e accurato***
- ***Diversa tecnologia costruttiva***

***La tecnologia digitale ha dimostrato di poter soddisfare con abbondanti margini i requisiti richiamati nelle norme CISPR, con in più una stabilità nel tempo che dura indefinitamente***

## ***ANALOGICO o DIGITALE?***

***Non esiste una tecnologia  
“superiore” per definizione***

# Approccio Digitale



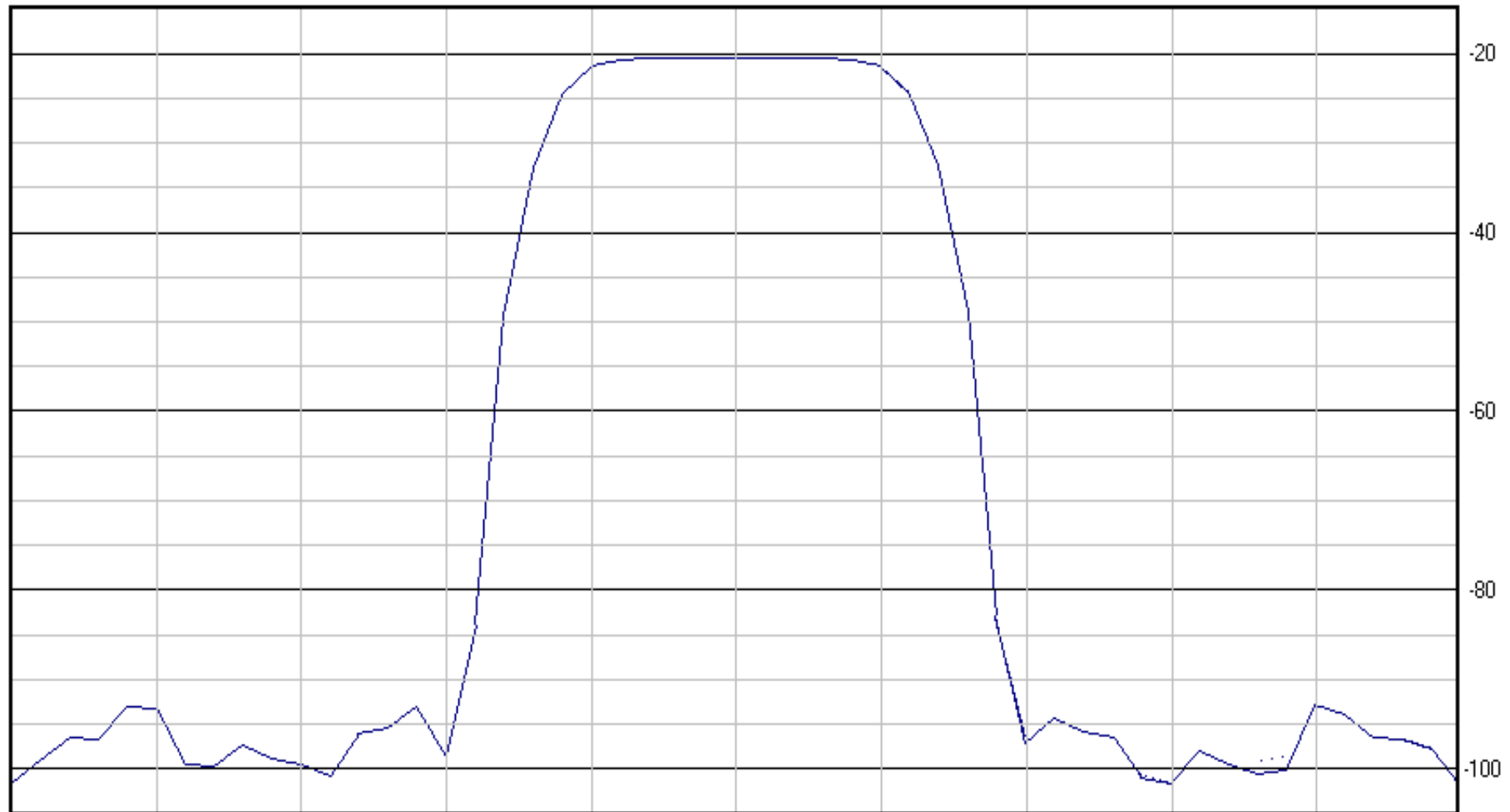
# Filtro CISPR 200 Hz



0.08 kHz/Div

200 Hz Cispr-16

dBm



9.9996 kHz

F Center:10.0000 kHz

10.0004 kHz

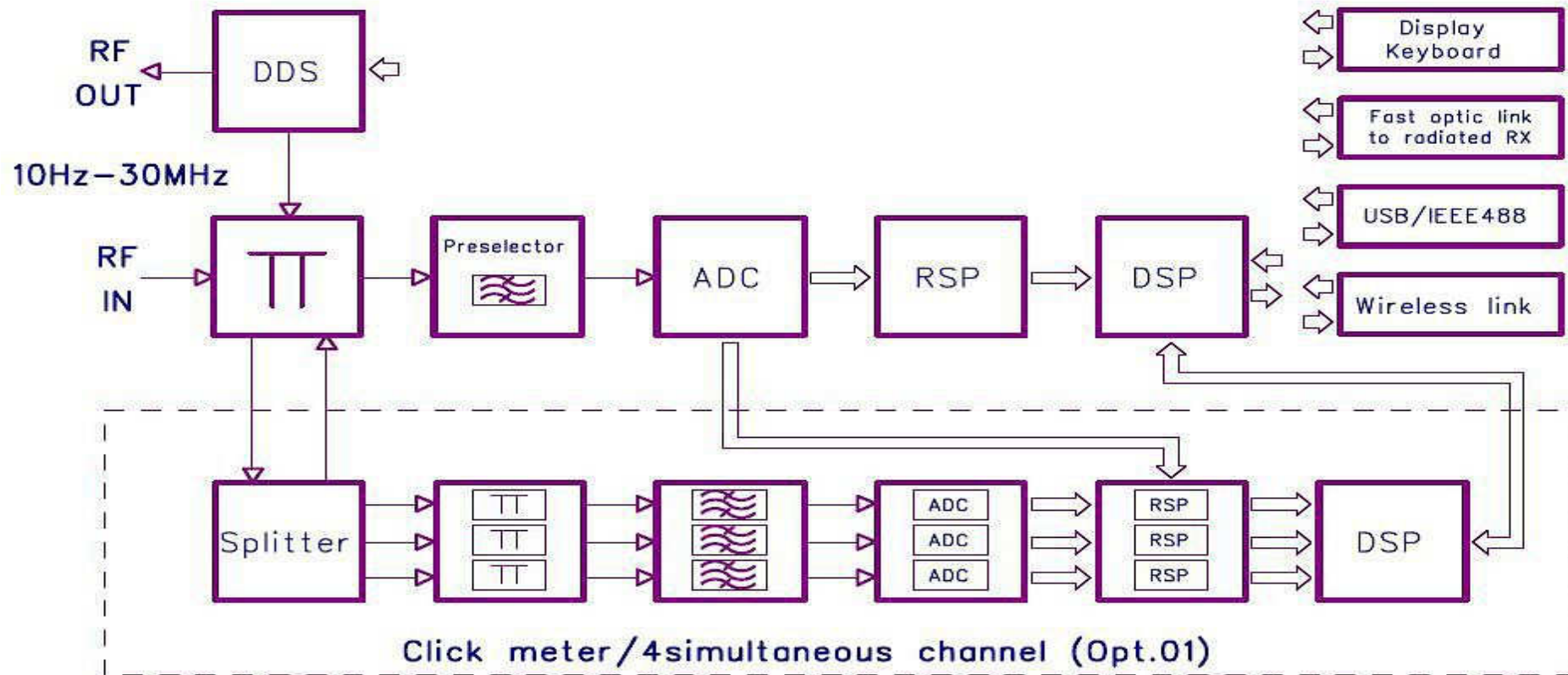


Courtesy of Narda - PMM

- *A parità di prestazioni costa meno ed è meno complesso*
- *Alcune sorgenti di incertezza sono ridotte o annullate (es. filtri, rivelatori)*
- *Non c'è rumore di fase (il clock rende tutto sincrono)*
- *Risorse circuitali ottimizzate all'applicazione specifica (es. sensibilità)*

- ***Inamovibile nel tempo***
- ***Nessun “Warm-up”***
- ***Manutenzione/riparazione molto più facile ed economica***  
*(la sostituzione di un modulo hw può avvenire ovunque, velocemente e non altera la figura di incertezza)*
- ***Taratura agevolissima e solo sui circuiti passivi d'ingresso***  
***Non serve ritarare dopo una riparazione!***

# Schema a blocchi di principio



- *Flessibilità e adattabilità a nuove caratteristiche della norma senza alterare la taratura e la figura di incertezza*
- *Facili aggiornamenti (anche ad altre norme) via firmware*

*Si sposta la complessità circuitale in una “complessità firmware” che però non varia più nel tempo*



- ***Circuitualmente più semplice ed economico ma non necessariamente superiore in tutte le prestazioni***
- ***Limitato in frequenza dalle caratteristiche della componentistica***

***Limite attuale: decine di MHz***

# Emissione – CISPR 16-4-2



Table D.1 – Horizontally polarised radiated disturbances from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m

## Basis for $U_{\text{CISPR}}$ values in Table 1 Disturbance power measurements

The measurand  $P$  is calculated using as:

$$P = V_r + A_c + F_{ac} - 10 \log(50) + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta D_{mains} + \delta E$$

Table C.1 – Disturbance power from 30 MHz to 300 MHz

Input quantity	$X_j$	Uncertainty of $x_j$		$c_i u(x_j)^b$
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1) a	$V_r$	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10
Attenuation: Absorbing clamp-receiver A2)	$A_c$	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05
Clamp factor of absorbing clamp C1)	$F_{ac}$	$\pm 3,0$	$k = 2$	1,50
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	$\delta V_{sw}$	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50
Pulse amplitude response A4)	$\delta V_{pa}$	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	$\delta V_{pr}$	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	$\delta V_{nf}$	$\pm 0,0$		0,00
Mismatch: Absorbing clamp-receiver A6)	$\delta M$	$+0,19/-0,20$	U-shaped	0,14
Effect of mains disturbances C2)	$\delta D_{mains}$	$\pm 0,0$		0,00
Effect of environment C3)	$\delta E$	$\pm 2,5$	Triangular	1,02

a Superscripts refer to numbered comments in the annexes, see article A.2.  
b All  $c_i = 1$ , see article A.2

Hence: Expanded uncertainty  $2 u_C(P) = 4,51$  dB

Input quantity	$X_j$	Uncertainty of $x_j$		$c_i u(x_j)^b$
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1) a	$V_r$	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10
Attenuation: antenna-receiver A2)	$A_c$	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05
Biconical antenna factor D1)	$F_A$	$\pm 2,0$	$k = 2$	1,00
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	$\delta V_{sw}$	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50
Pulse amplitude response A4)	$\delta V_{pa}$	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	$\delta V_{pr}$	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	$\delta V_{nf}$	$+0,5/0,0$	Rectangular	0,29
Mismatch: antenna-receiver A6)	$\delta M$	$+0,9/-1,0$	U-shaped	0,67
Biconical antenna corrections:				
AF frequency interpolation D2)	$\delta F_{Af}$	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17
AF deviation with height D3)	$\delta F_{Ah}$	$\pm 1,0$	Rectangular	0,58
Directivity difference D4)	at 3 m $\delta F_{Adir}$	$\pm 0,0$		0,00
	or 10 m $\delta F_{Adir}$	$\pm 0,0$		0,00
	or 30 m $\delta F_{Adir}$	$\pm 0,0$		0,00
Phase centre location D5)	at 3 m $\delta F_{Aph}$	$\pm 0,0$		0,00
	or 10 m $\delta F_{Aph}$	$\pm 0,0$		0,00
	or 30 m $\delta F_{Aph}$	$\pm 0,0$		0,00
Cross-polarisation D6)	$\delta F_{Acp}$	$\pm 0,0$		0,00
Balance D7)	$\delta F_{Abal}$	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17
Site corrections:				
Site imperfections D8)	$\delta A_N$	$\pm 4,0$	Triangular	1,63
Separation distance D9)	at 3 m $\delta d$	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17
	or 10 m $\delta d$	$\pm 0,1$	Rectangular	0,06
	or 30 m $\delta d$	$\pm 0,0$		0,00
Effect of setup table material D11)	$\delta A_{NT}$	$\pm 0,0$		0,0
Table height D10)	at 3 m $\delta h$	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05
	or 10 m $\delta h$	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05
	or 30 m $\delta h$	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05

a Superscripts refer to numbered comments in the annexes, see article A.2.  
b All  $c_i = 1$ , see article A.2

Hence: Expanded uncertainty  $2 u_C(E) = 5,06$  dB at a separation of 3 m  
5,06 dB at a separation of 10 m  
5,06 dB at a separation of 30 m



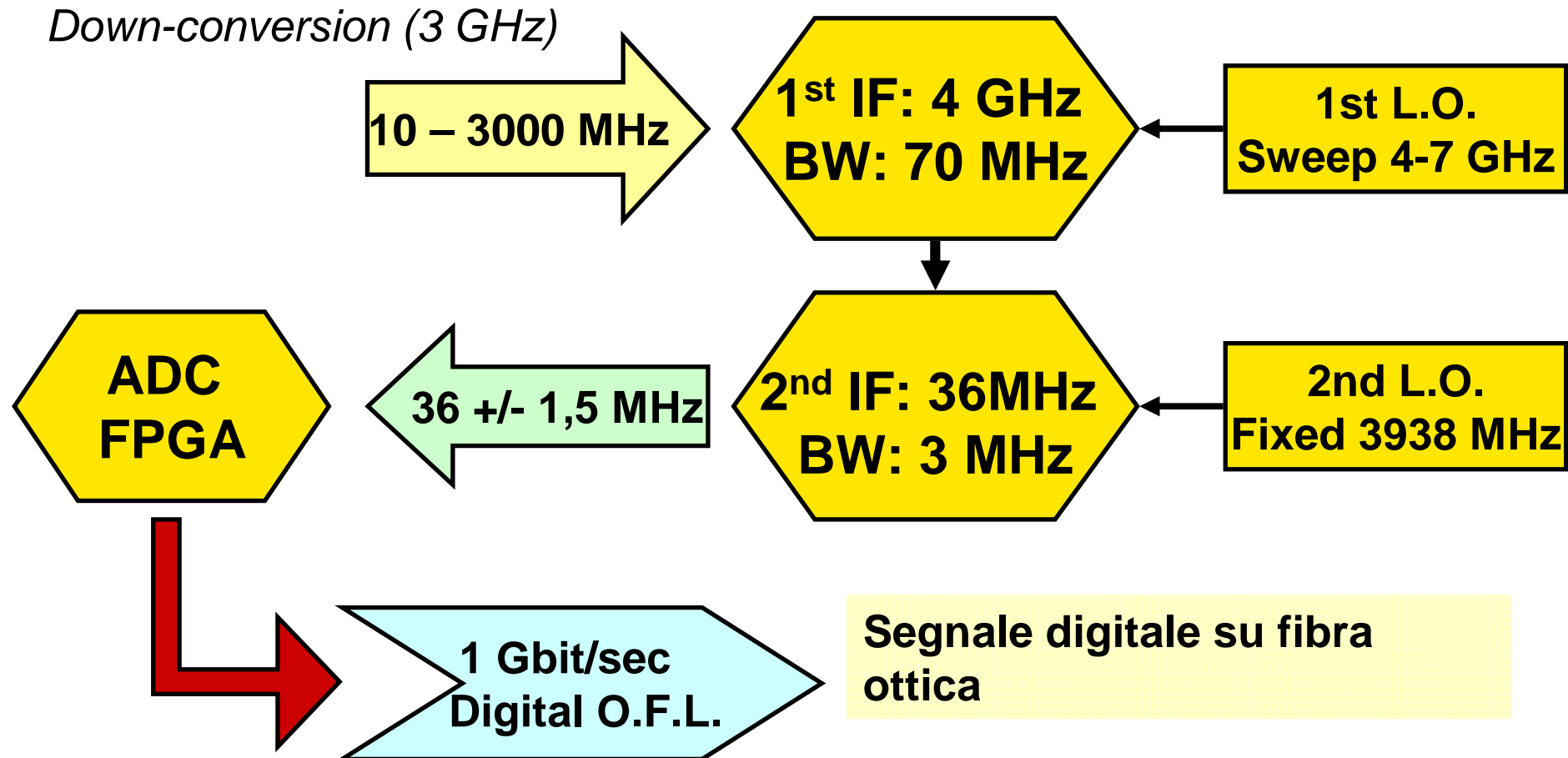
<b>Grandezza</b>	<b>Incertezza CISPR in dB</b>	<b>Incertezza Ricevitore digitale in dB</b>
Receiver reading	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
Receiver correction: Sine wave voltage	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$
Pulse amplitude response	$\pm 1,5$	$\pm 1,2$
Pulse repetition rate response	$\pm 1,5$	$\pm 0,7$

***Ricevitore 10 Hz – 30 MHz***

- ***Down Converter “intelligente”***
- ***Possono bastare 2 conversioni (minori perdite)***
- ***Filtri IF larghissimi (decine di MHz, qualche MHz) per ridurre le criticità e l’influenza sul livello***

***Può essere molto compatto***

# Schema di principio ricevitore > 30 MHz



*Courtesy of Narda - PMM*



**Filtri IF a banda larghissima = incertezza di taratura trascurabile**

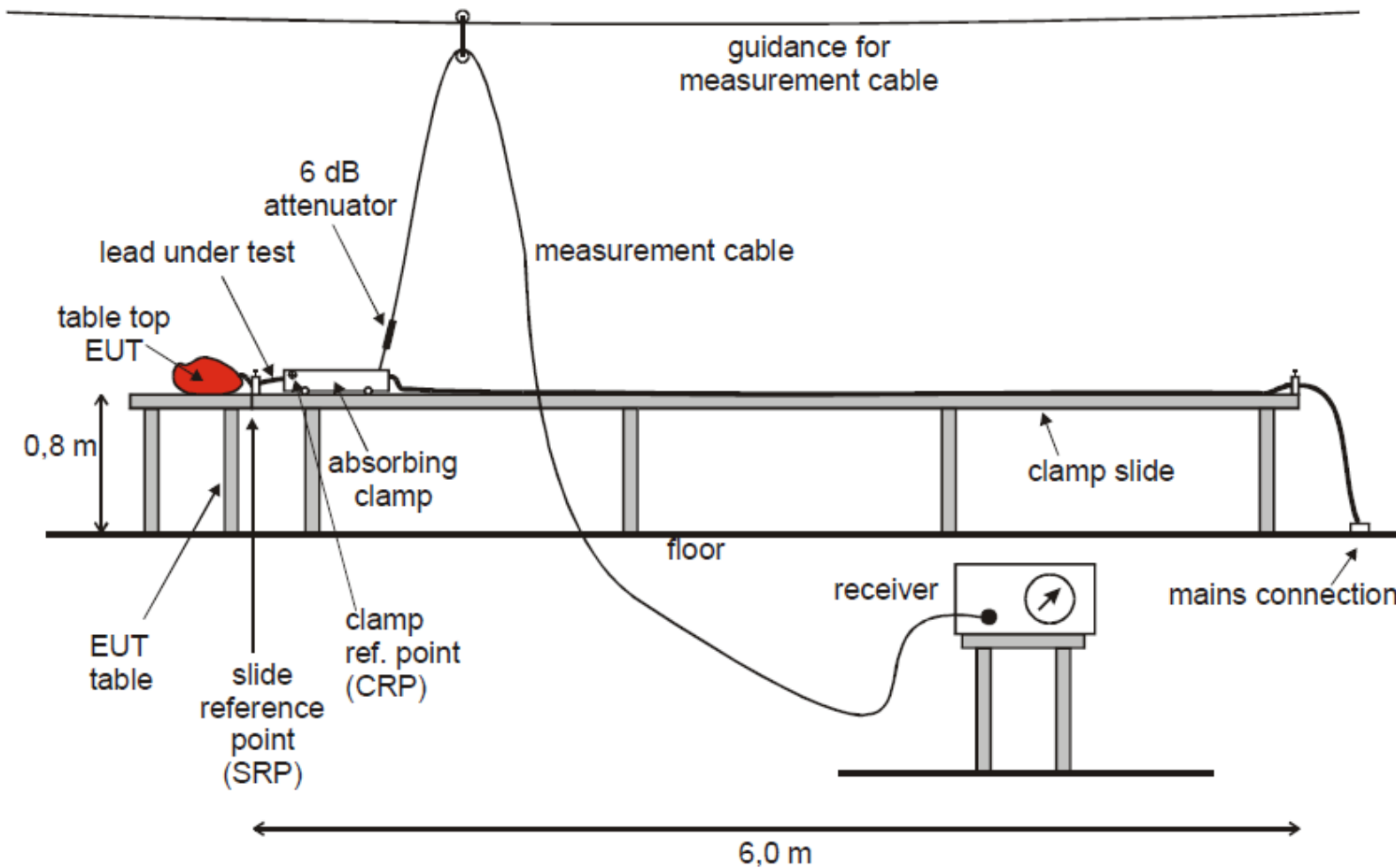
<b>Grandezza</b>	<b>Incertezza CISPR in dB</b>	<b>Incertezza Ricevitore digitale in dB</b>
Receiver reading	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
Receiver correction: Sine wave voltage	$\pm 1,0$	$\pm 0,8$
Pulse amplitude response	$\pm 1,5$	$\pm 1,3$
Pulse repetition rate response	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$

***Ricevitore 30 MHz – 3 GHz***

***Il cavo coassiale è pratico e comodo, ma ...***

- ***Capta disturbi***
- ***Si accoppia con l'ambiente (pareti, terra, piani di massa) e il trasduttore (antenna, clamp, ...)***
- ***Varia le caratteristiche in funzione della geometria***
- ***Introduce perdite***

# Connessione Trasduttore-Ricevitore



***Il variare della posizione del cavo porta all'aumento di incertezza!***





- *Situazione di grande variabilità tra laboratorio e laboratorio in condizioni normali*
- *Condizioni difficilmente riproducibili e ripetibili*
- *Errori e incertezza molto ampi*

***Nella Misura e nella Taratura***

***La fibra ottica porta miglioramenti molto significativi***

→ *Studio NPL OEFS-PR-7G NPL  
Dec 2008*

**Se avete resistito sino ad ora ...**

**Grazie per la Vostra attenzione!!**

***Domenico Festa***

***Tel. 335 458217***

***d.festa@ibdonline.it***