

**Corso di formazione su:**  
**“Il Rumore Nei Circuiti Elettronici”**

**Bologna 10-11-12- Giugno 2003**

**Obiettivi**

Il corso si propone di trattare i problemi di rumore nei circuiti analogici, nei circuiti analogico/digitali e digitali veloci. Sarà discusso il rumore intrinseco dei componenti e il rumore di tipo elettromagnetico e verranno indicate le tecniche per ridurre gli effetti.

**Target**

Il corso è rivolto al personale tecnico dell'INFN e a tutti i dipendenti che hanno attività nel campo dell'elettronica ed hanno interesse ad approfondire l'aspetto del rumore e delle tecniche per ridurlo.

**Organizzazione logistica**

Il corso si svolgerà presso la Sezione INFN di Bologna in Viale Berti Pichat 6/2.

**Metodologia didattica**

Lezioni teoriche con sussidi didattici (audiovisivi, etc.).

**N° partecipanti**

20 persone.

**Responsabile:**

Ing. I .D'ANTONE del Centro di Elettronica della Sezione di Bologna  
Tel. 051- 2095275  
e-mail: DANTONE@BO.INFN.IT

## ***PROGRAMMA***

### **Prima giornata**

**Ore 9.30** Registrazione Partecipanti

**Ore 10** Apertura Lavori

**Rumore nei sistemi di elaborazione del segnale da rivelatori di particelle**

**Ore 10.15:**

Elaborazione del segnale da un rivelatore di particelle

Circuito equivalente del rivelatore

Connessione rivelatore-preamplificatore

Comportamento in frequenza

Configurazioni tipiche di preamplificatori

**Ore 11.15** COFFEE BREAK

**Ore 11.45 :**

Preamplificatori per segnali di piccolissimo livello

Catena tipica di preamplificazione/discriminazione

Trasmissione dei dati ai sistemi DAQ/trigger

Tipi di rumore: intrinseco e di interferenza

**Ore 12.45** DISCUSSIONE

### **Pranzo**

**Ore 14.45**

**Comportamento non ideale dei conduttori e dei componenti elettronici**

Dimensioni elettriche

Tempo di salita e distanza

Linee di trasmissione: Impedenza, effetto pelle, attenuazione, velocità di propagazione

Piste di PCB: errori dovuti al comportamento reale delle piste

Misura di capacità e induttanza

Induttanza di una pista PCB

**Ore 15.45** COFFEE BREAK

**Ore 16.15:**

Sonde di oscilloscopio

Riflessioni del segnale su una linea di trasmissione

Casi particolari di terminazioni di linea

Discontinuità delle linee di trasmissione

Capacità distribuite: BUS

Tecnica TDR (“Time Domain Reflectometry”)

Angoli e fori passanti

**Ore 17.15** DISCUSSIONE

## **Seconda giornata**

**Ore 10** Apertura Lavori

**Emissioni elettromagnetiche e crosstalk**

**Ore 10.15:**

Spettro di un segnale digitale

Emissioni irradiate e suscettività

“Crosstalk” capacitivo e induttivo

“Crosstalk” in resistori di terminazione

**Ore 11.15** COFFEE BREAK

**Ore 11.45 :**

“Crosstalk” nelle linee di trasmissione

Conduttori schermati e conduttori intrecciati

Trasmissione differenziale: LVDS

Emissioni condotte

**Ore 12.45** DISCUSSIONE

**Pranzo**

**Ore 14.45**

**Schede elettroniche per segnali veloci**

Accoppiamento tramite impedenza di modo comune

Collegamenti a massa (“Grounding”)

Disposizione dei componenti su PCB

Collegamenti a massa in sistemi A/D

Effetto della induttanza delle connessioni (“Ground Bounce”)

Effetto della induttanza delle piste di alimentazione e massa

**Ore 15.45** COFFEE BREAK

**Ore 16.15**

Alimentazione e condensatori di disaccoppiamento

Connettori

Connessione connettore-cavo esterno

Schermatura ed effetto delle aperture

Clock skew e Jitter

Clock driver: buffer o PLL

PCB layout dei clock driver

IBIS (I/O Buffer Information Specification)

**Ore 17.15** DISCUSSIONE

## **Terza giornata**

**Ore 9.30** Apertura Lavori

**Rumore intrinseco**

**Ore 9.45:**

Calcolo del rumore

Origine del rumore

Rumore nei preamplificatori

Rumore nei dispositivi attivi

Confronto tra BJT e FET

Banda equivalente di rumore

Considerazioni sulla figura di rumore  $NF$

$NF$  al variare dell'impedenza della sorgente

$NF$  totale in una cascata di Doppi Bipoli

**Ore 11.** COFFEE BREAK

**Ore 11.30**

Misura della densità spettrale di rumore

Segnale e rumore in una catena di preamplificazione di carica

Carica equivalente di rumore

Matching capacitivo tra rivelatore e preamplificatore

Preamplificatori ibridi- preamplificatori integrati

Layout analogico e tecniche di “grounding”.

**Ore 13** FINE LAVORI E DISCUSSIONE

La Segreteria del corso è curata dalla Sig.ra Maria GANGI

Tel. 051- 2091028 Fax 051-242813 e-mail [mariella.gangi@bo.infn.it](mailto:mariella.gangi@bo.infn.it)