

Corso di formazione su:

Trasmissione di segnali ad alta velocità

Bologna 21-22-23 Giugno 2005

Obiettivi

Questo corso è dedicato a coloro che desiderano approfondire le problematiche nella trasmissione dei segnali su fili e su fibra ottica. Verranno presi in considerazione segnali analogici e segnali digitali. Si studieranno le modalità di propagazione ad alta velocità di un segnale all'interno di un circuito integrato, su una pista di circuito stampato, su un bus, in un cavo, attraverso una fibra ottica. Saranno illustrati i recenti progressi nelle tecniche di trasmissione su rame e su fibra ottica oltre il Gigabit al secondo. Saranno analizzate le trasmissioni di dati a flusso costante e a flusso irregolare su canali singoli e multipli con l'utilizzo di buffer. Per completezza saranno discusse anche le possibilità offerte dalle interconnessioni wireless.

Il corso è corredato di parecchi esempi sugli argomenti discussi in modo da dare una indicazione dei parametri essenziali a caratterizzare un canale di trasmissione (banda passante, attenuazione, BER, ecc...). Con relazioni semplici ed intuitive saranno indicati i limiti di velocità con cui è possibile inviare informazione in modo affidabile in un mezzo trasmissivo.

Saranno evidenziati anche gli enormi sforzi tecnologici che coinvolgono l'industria delle comunicazioni elettriche e dei semiconduttori per superare le difficoltà presentate dai moderni sistemi di trasmissione ad alte prestazioni.

Target

Il corso è rivolto ai dipendenti INFN che hanno attività nel campo dell'elettronica ed hanno interesse ad approfondire le problematiche nella propagazione dei segnali ad alta velocità in vari mezzi trasmissivi.

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

Ore 10.15:

Introduzione. (I.D'Antone)

Sistemi di comunicazione e segnali ad alta velocità.
Canali di trasmissione e lunghezza critica.
Propagazione su filo, su fibra ottica e nello spazio libero.
Trasmissione analogica: banda passante e rapporto segnale-rumore.
Trasmissione a impulsi e digitale: "rate" di trasmissione e probabilità di errore.
Capacità del canale. Legge di Shannon.
Filtro terminale ottimo.

Ore 11.15 COFFEE BREAK

Ore 11.45 :

Linee di trasmissione. (I.D'Antone).

Onde elettromagnetiche piane.
Conduttori reali. Parametri caratteristici delle linee.
Effetto pelle, assorbimenti del dielettrico e dispersioni di guida d'onda.
Terminazioni e riflessioni.
Esempi di propagazione in vari mezzi trasmissivi: all'interno di un circuito integrato, su una pista di PCB (microstrip e stripline), all'interno di un cavo (UTP, STP, coassiale), in una fibra ottica e nello spazio libero.
Compromesso efficienza di banda-efficienza di potenza.

Ore 12.45 DISCUSSIONE

Pranzo

Ore 14.45 :

Integrità dei segnali. (I.D'Antone).

Sistemi di trasmissione tradizionali. Energia del segnale.
Margini di rumore e immunità al rumore.
Linee bilanciate e trasmissione differenziale.
Impedenza differenziale. Impedenza Zodd e Zeven.
Linee di trasmissione speciali: bus.
Effetto di connettori, vias e varie discontinuità.
Categoria dei cavi.
Trasmissione in “voltage mode” e in “current mode”.
Tipi di driver e receiver.
Controllo del tempo di salita.

Ore 15.45 COFFEE BREAK

Ore 16.15:

Propagazione ad alta velocità. (I.D'Antone).

Aumentare la capacità di un canale.
Coppia di fili per la trasmissione ad alta velocità.
Evoluzione del PCB.
Alcuni standard: CML, LVDS e USB.
Capacità (di Shannon) della coppia di fili.
Compensazione delle perdite: enfasi e deenfasi.
Equalizzazione delle linee.
Collegamenti oltre il Gigabit al secondo.
Diagramma ad occhio.
Tecniche di refllettometria temporale.

Ore 17.15 DISCUSSIONE

Seconda giornata

Ore 10 Apertura Lavori

Ore 10.15:

Codifica del segnale. (I.D'Antone).

Cause di riduzione della qualità del collegamento.
Descrizione delle fonti di rumore e interferenze.
Rumore di alimentazione.
Tecniche per la riduzione del crosstalk.
Interferenza intersimbolica.
Effetti di quantizzazione nella trasmissione digitale.
Budget del rumore e BER.
Tipi di codifica.
Codici di linea. Efficienza del codice.
Codici bilanciati. Il codice 8B/10B.

Codifica di canale.
Distanza di Hamming.
Codici a blocchi e codici convoluzionali.
Codifica di sorgente.

Ore 11.15 COFFEE BREAK

Ore 11.45 :
Sincronizzazione. (I.D'Antone).

Domini di clock.
Sistema sincrono convenzionale e incertezza di sincronizzazione: skew e jitter.
Massima frequenza di clock.
Tipo di sincronizzazione: sincrona, mesocrona, plesiocrona, periodica.
Metastabilità ed errori di sincronizzazione.
Sincronizzazione ad anello aperto e ad anello chiuso.
Componenti per la sincronizzazione: PLL e DLL.
Riduzione del jitter con PLL.
Distribuzione del clock. Reti di clock a minimo skew.
Attraversamento di layer in schede multilayer.

Ore 12.45 DISCUSSIONE

Pranzo

Ore 14.45 :
Fibre ottiche. (I.Lax).

Principi di propagazione ottica.
Strutture delle fibre ottiche e realizzazione tecnologica.
Parametri caratteristici (apertura numerica, dispersione modale e cromatica, banda passante e attenuazione).
Tipi di fibre ottiche: monomodali e multimodali.
Dispersione ed effetti sulle prestazioni del sistema. Tecniche di compensazione.
Sistemi di comunicazione su fibra ottica.
Sorgenti (Laser e LED) e rivelatori ottici.
SerDes e loro integrazione nelle FPGA.
Trasmissione WDM (Wavelength Division Multiplexing).

Ore 15.45 COFFEE BREAK

Ore 16.15 :
Fibre ottiche: misure. (I.Lax).

Valutazione delle prestazioni dei sistemi di comunicazione ottica (rumore, BER, power budget).
Misure e test sui sistemi a fibra ottica.
Rassegna di alcune applicazioni per gli esperimenti di LHC.

Ore 17.15 DISCUSSIONE

Terza giornata

Ore 10 Apertura Lavori

Ore 10.15:

Teoria delle code d'attesa. (I.D'Antone)

Sincronizzazione di segnali multi-bit.

FIFO asincrona.

Utilizzo di FIFO: buffer circolari e pipeline.

Sistemi a coda. Disciplina della coda: FIFO, LIFO, random.

Trasmissioni a flusso costante e a flusso irregolare.

Lunghezza e tempi di attesa nella coda. Legge di Little.

Dimensionamento della lunghezza di buffer in sistemi a processore singolo e multiprocessore.

Tempo morto e capacità finita della coda.

Ore 11.15 COFFEE BREAK

Ore 11.45 :

Il futuro del filo. (I.D'Antone).

Legge di Moore e larghezza di banda degli I/O.

Comportamenti tipici ed evoluzione delle interconnessioni.

Interconnessioni locali e globali on-chip.

Vantaggi della trasmissione seriale.

Effetti della attenuazione e dispersione. Come aumentare il bit-rate.

Collegamenti su rame e su fibra ottica oltre il Gigabit al secondo.

Collegamenti ottici a distanze brevi.

Backplane ed evoluzione del VME.

Collegamenti wireless.

Ore 12.45 FINE LAVORI E DISCUSSIONE

**La Segreteria del corso è curata dalla Sig.ra Maria GANGI
Tel. 051- 2091028 _ Fax 051-242813 _ e-mail Gangi@bo.infn.it**