



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Ferrara

ALL. N. 2

SECONDO VERSALE

BANDO 22120



**CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI PER UN POSTO PER IL PROFILO DI TECNOLOGO
DI III LIVELLO PROFESSIONALE, PER ASSUNZIONE A TEMPO DETERMINATO PRESSO
LA SEZIONE DI FERRARA DELL'INFN**

BANDO FE/T3/22120-2020

PRIMA PROVA SCRITTA

16 SETTEMBRE 2020 ORE 10:45

TESTO N. 3

Il/La candidato/a svolga i seguenti esercizi:

Esercizio 1)

Il candidato illustri come allestirebbe un apparato per la stimolazione e la caratterizzazione di una catena di fotorivelazione assegnata. Si supponga che questa sia costituita da un Photo Multiplier Tube (PMT), dall'alimentatore che ne definisce il punto di lavoro e dall'elettronica a valle del PMT che ne amplifica e ne forma il segnale producendo in uscita un impulso digitale in risposta ai fotoni (uno o piu') rivelati. Il candidato supponga di dover, in particolare, misurare il cosiddetto "Dark Count Rate" (DCR) ossia la frequenza degli impulsi di uscita misurati anche con il PMT mantenuto in condizioni di buio assoluto. Il candidato indichi quali parametri della catena di lettura, del setup sperimentale e ambientali possano influenzare il risultato della misura del DCR.

Esercizio 2)

Il candidato illustri sinteticamente un esempio di catena di lettura per un Micro Channel Plate PhotoMultiplier Tube (MCP-PMT) ottimizzata per la misura del tempo di arrivo dell'impulso fornito dal MCP-PMT in risposta alla rivelazione di un fotone, supponendo che, nel punto di lavoro determinato dalla tensione di alimentazione, il guadagno del dispositivo sia di circa $1 \cdot 10^6$ e' per fotone rivelato.

Esercizio 3)

La tecnologia PCIe 3.0 impiega, per la trasmissione dati, linee di comunicazione seriale a larga banda. Ai dati trasmessi e' applicata, in trasmissione, una forma di codifica denominata 128b/130b. Il candidato illustri le ragioni che rendono necessarie codificare opportunamente i dati prima della trasmissione sul canale di comunicazione seriale.

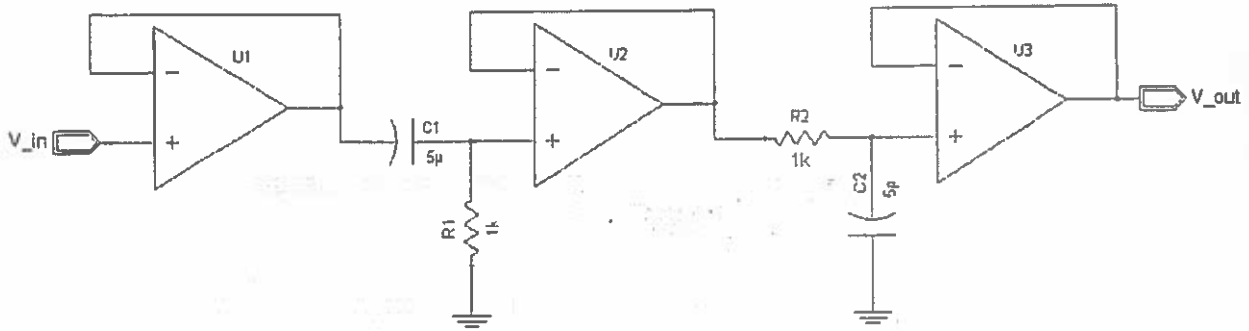


Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare
codice fiscale 84001850589

Sezione di Ferrara INFN - Via G. Saragat 1 - 44122 Ferrara (Italia) - <http://www.fe.infn.it>
tel. +39 0532 974280 - fax +39 0532 790003 - email: prct@fe.infn.it
PEC: ferrara@pec.infn.it

Esercizio 4)

Il candidato illustri le funzioni dei 3 stadi nel circuito sotto rappresentato e ricavi la funzione di trasferimento $G(s) = V_{out} / V_{in}$ supponendo ideali gli amplificatori operazionali.



Handwritten signature





Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Ferrara

ALL. N. 3
SECONDO VERBALE
BANDO 22120



**CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI PER UN POSTO PER IL PROFILO DI TECNOLOGO
DI III LIVELLO PROFESSIONALE, PER ASSUNZIONE A TEMPO DETERMINATO PRESSO
LA SEZIONE DI FERRARA DELL'INFN**

BANDO FE/T3/22120-2020

PRIMA PROVA SCRITTA

16 SETTEMBRE 2020 ORE 10:45

TESTO N. 1

Il/La candidato/a svolga i seguenti esercizi:

Esercizio 1)

Il candidato illustri come allestirebbe un apparato per la stimolazione e la caratterizzazione di una catena di fotorivelazione assegnata. Si supponga che questa sia costituita da un Silicon PhotoMultiplier (SiPM), dall'alimentatore che ne definisce il punto di lavoro e dall'elettronica a valle del sensore che ne amplifica e ne forma il segnale producendo in uscita un impulso digitale in risposta ai fotoni (uno o più) rivelati. Il candidato supponga di dover, in particolare, misurare le variazioni, stimabili nell'ordine delle decine di ps, del tempo di arrivo del leading edge dell'impulso digitale prodotto dalla rivelazione di uno o più fotoni. Il candidato indichi quali parametri della catena di lettura, del setup sperimentale e ambientali possano influenzare la dispersione ("jitter") del tempo di risposta.

Esercizio 2)

Il guadagno di un PMT (Photo Multiplier Tube) opportunamente alimentato è di circa $1 \cdot 10^6$ e per fotone rivelato. Il candidato descriva sinteticamente i componenti di una tipica catena di lettura del PMT progettata per misurare il tempo di arrivo dei segnali di fotorivelazione.

Esercizio 3)

Il candidato illustri un esempio di codifica dei dati utilizzato da una tecnologia di comunicazione seriale a larga banda per perseguire il bilanciamento in DC su linee di trasmissione con accoppiamenti in AC e per rendere possibile al ricevitore dei dati seriali l'operazione di "clock data recovery".



Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare
codice fiscale 84001850589

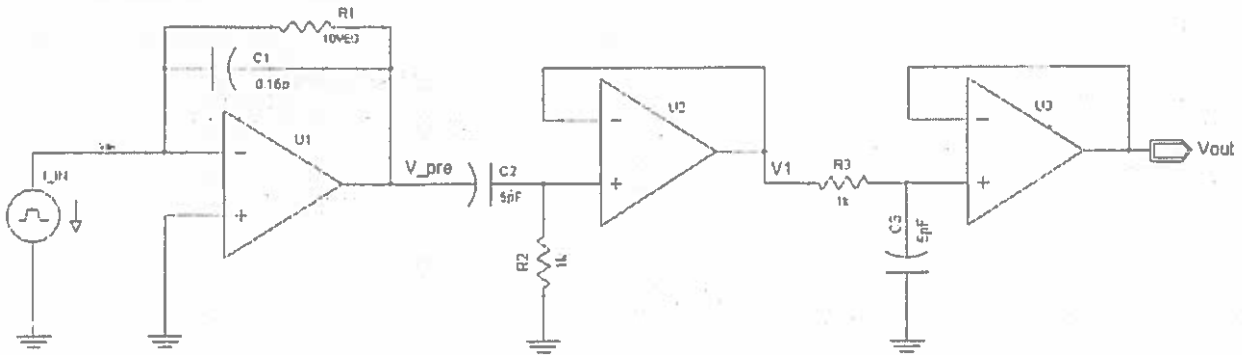
Sezione di Ferrara INFN - Via G. Saragat 1 - 44122 Ferrara (Italia) - <http://www.fe.infn.it>
tel +39 0532 974280 - fax +39 0532 790003 - email: prot@fe.infn.it
PEC: ferrara@pec.infn.it

Esercizio 4)

Il candidato illustri le funzioni dei 3 blocchi di elaborazione del segnale nello schema sotto riportato dove:

- gli amplificatori operazionali sono da considerarsi ideali
- il generatore di corrente ideale I_{IN} modella il segnale di corrente fornito da un fotorivelatore

Il candidato provi a stimare il valore di picco del segnale V_{pre} nel caso in cui il generatore produca un impulso di corrente ideale con carica totale di $1 \cdot 10^6$ elettroni







Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Ferrara

ALL N. 4
SECONDO VERBALE
BANDO 22120

**CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI PER UN POSTO PER IL PROFILO DI TECNOLOGO
DI III LIVELLO PROFESSIONALE, PER ASSUNZIONE A TEMPO DETERMINATO PRESSO
LA SEZIONE DI FERRARA DELL'INFN**

BANDO FE/T3/22120-2020

PRIMA PROVA SCRITTA

16 SETTEMBRE 2020 ORE 10:45

TESTO N. 2

Il/La candidato/a svolga i seguenti esercizi:

Esercizio 1)

Il candidato illustri come allestirebbe un sistema per la stimolazione e la caratterizzazione di un Photo Multiplier Tube (PMT), letto da una catena elettronica assegnata che ne amplifica e ne forma il segnale producendo in uscita un impulso digitale di durata dell'ordine della decina di ns in risposta ai fotoni (uno o piu') rivelati. Sia assegnato anche l'alimentatore per il PMT, impostato per definire il corretto punto di lavoro del fotorivelatore. Supponendo di dover, in particolare, valutare la presenza di "afterpulses" nella risposta del PMT, il candidato illustri il sistema che allestirebbe per misurare l'intervallo di tempo tra ciascun impulso digitale di uscita ed il successivo e per contare i casi in cui i risultati delle misure siano inferiori al periodo della stimolazione.

Esercizio 2)

Nelle condizioni di polarizzazione raccomandate dal costruttore il guadagno di un SiPM (Silicon Photo Multiplier) e' di circa $1 \cdot 10^6$ e' per fotone rivelato. Il candidato illustri sinteticamente un esempio di una catena di lettura progettata per applicazioni di "single photon counting".

Esercizio 3)

Il candidato illustri le ragioni per cui e' necessario, per una tecnologia di comunicazione seriale a larga banda, applicare ai dati da trasmettere una trasformazione quale ad esempio la codifica 8b/10b adottata dalla tecnologia Gigabit Ethernet (GbE).

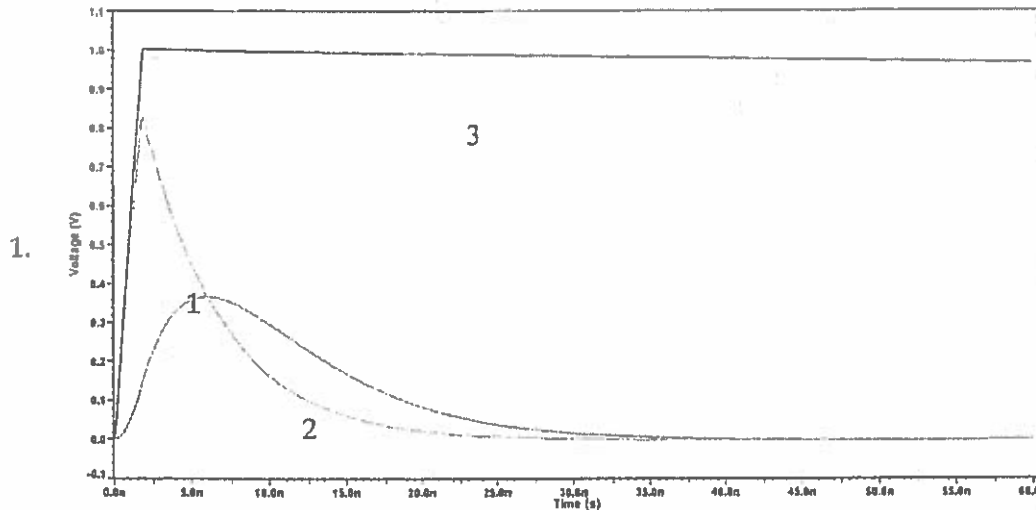
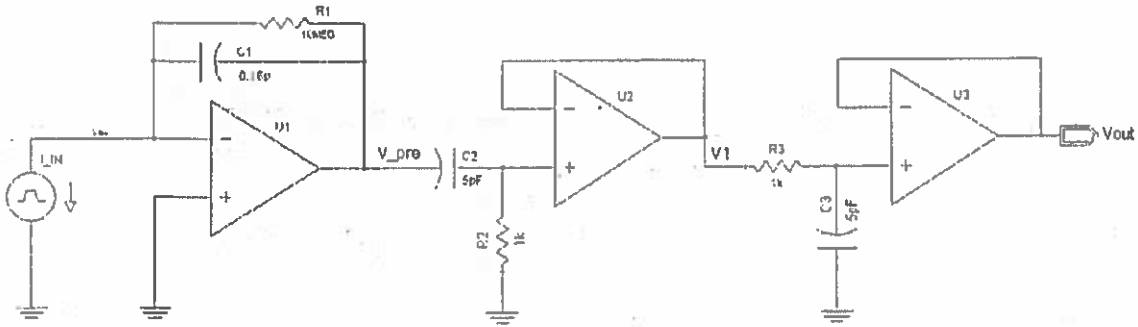


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
codice fiscale 84001850589

Sezione di Ferrara INFN - Via G. Saragat 1 - 44122 Ferrara (Italia) - <http://www.fe.infn.it>
tel. +39 0532 974280 - fax +39 0532 780003 - email: prct@fe.infn.it
PEC: ferrara@pec.infn.it

Esercizio 4)

Il candidato illustri le funzioni dei 3 blocchi di elaborazione del segnale nello schema sotto riportato dove il generatore di corrente ideale I_{IN} modella l'occorrenza di un evento nel fotorigelatore iniettando nella catena un impulso di corrente di durata 2ns e di ampiezza 84.3uA, corrispondente all'iniezione di circa $1 \cdot 10^6$ e. Gli amplificatori operazionali sono da considerarsi ideali. Il candidato indichi, per ciascuna delle forme d'onda (numerare a caso) rappresentanti la risposta della catena, la rispettiva corrispondenza con una tra le tensioni ai nodi V_{pre} , $V1$ e V_{out} .



Handwritten signature





Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Ferrara

ALL N. 2
SECONDO VERBALE
BANDO 22120



**CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI PER UN POSTO PER IL PROFILO DI TECNOLOGO
DI III LIVELLO PROFESSIONALE, PER ASSUNZIONE A TEMPO DETERMINATO PRESSO
LA SEZIONE DI FERRARA DELL'INFN**

BANDO FE/T3/22120-2020

SECONDA PROVA SCRITTA

16 SETTEMBRE 2020 ORE 13:45

TESTO N. 3

Il/La candidato/a svolga il seguente tema:

Un sensore di radiazione a pixel e' collegato per bump bonding ad un gruppo di 4 identici ASICs (Application Specific Integrated Circuit) progettati per processare i segnali dei pixel e misurarne il tempo di arrivo e la durata; l'indirizzo del pixel e i dati dell'impulso siano codificati in parole da 64bit. L'ASIC sia dotato di porte per la ricezione dei segnali di temporizzazione (clock a 40MHz, reset per marcare il periodo 0 del clock, test pulse input) e di una interfaccia di comunicazione seriale (che supponiamo supporti un protocollo a scelta tra I2C / SPI / JTAG) per la configurazione dei parametri di funzionamento programmabili (ad esempio pattern di ingressi abilitati al test pulse). Ciascun ASIC sia dotato inoltre di 4 link di comunicazione seriale operanti a 10Gbps per la trasmissione, in codifica 64b/66b, dei dati degli impulsi (ovvero "hit records"). Il rivelatore sia alloggiato su una carrier card che provveda alla conversione elettro-ottica dei segnali di I/O.

Il candidato descriva come un computer di acquisizione e una o piu' schede basate su FPGA possano essere integrati per realizzare un sistema di configurazione e readout che fornisca agli ASICs i segnali di temporizzazione e ne riceva gli hit records, trasferendoli alla memoria di sistema per una successiva analisi. Il candidato illustri gli eventuali limiti di throughput e di capacita' presentati dalla soluzione adottata e illustri come implementerebbe la funzione di selezione ("trigger matching") dei dati sulla base dell'appartenenza ad una finestra di accettazione di 3 periodi di clock centrata attorno al tempo di arrivo del segnale di trigger a latenza fissa di 50us e frequenza media di 1MHz, stimando il rate massimo dei dati "trigger matched" da salvare in memoria.



Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare
codice fiscale 84001850589

Sezione di Ferrara INFN - Via G. Saragat 1 - 44122 Ferrara (Italia) - <http://www.fe.infn.it>
tel. +39 0532 974280 - fax +39 0532 790003 - email: prot@fe.infn.it
PEC: ferrara@pec.infn.it



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Ferrara

ALL. N. 7
SECONDO VERBAIO
BANDO 22120



**CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI PER UN POSTO PER IL PROFILO DI TECNOLOGO
DI III LIVELLO PROFESSIONALE, PER ASSUNZIONE A TEMPO DETERMINATO PRESSO
LA SEZIONE DI FERRARA DELL'INFN**

BANDO FE/T3/22120-2020

SECONDA PROVA SCRITTA

16 SETTEMBRE 2020 ORE 13:45

TESTO N. 1

Il/La candidato/a svolga il seguente tema:

I 65536 pixel di un rivelatore segmentato sono collegati per bump bonding agli altrettanti ingressi di un ASIC (Application Specific Integrated Circuit) progettato per processare i segnali dei pixel e misurarne il tempo di arrivo e la durata; l'indirizzo del pixel e i dati dell'impulso siano codificati in parole da 64bit. L'ASIC sia dotato di porte per la ricezione dei segnali di temporizzazione (clock a 40MHz, reset per marcare il periodo 0 del clock, test pulse input) e di una interfaccia di comunicazione seriale (che supponiamo supporti un protocollo a scelta tra I2C / SPI / JTAG) per la configurazione dei parametri di funzionamento programmabili (ad esempio pattern di ingressi abilitati al test pulse). L'ASIC sia dotato inoltre di 16 link di comunicazione seriale operanti a 5Gbps per la trasmissione, in codifica 8b/10b, dei dati degli impulsi (ovvero "hit records"). Il rivelatore sia alloggiato su una carrier card che provveda alla conversione elettro-ottica dei segnali di I/O.

Il candidato descriva come un computer di acquisizione e una o piu' schede basate su FPGA possano essere integrati per realizzare un sistema di caratterizzazione (configurazione e pulse testing) e di readout che stimoli l'ASIC e ne riceva, al rate massimo consentito dalle capacita' di trasmissione dell'ASIC, gli hit records, trasferendoli alla memoria di sistema per una successiva analisi. Il candidato illustri come le eventuali limitazioni di throughput o di capacita' dei componenti dell'architettura proposta influiscano sul massimo data rate sostenibile (determinato dal test pulse rate e dal numero di pixel abilitati al test pulse) e sulla quantita' di dati registrabili.



Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare
codice fiscale 84001850589

Sezione di Ferrara INFN - Via G. Saragat 1 - 44122 Ferrara (Italia) - <http://www.fe.infn.it>
tel. +39 0532 974280 - fax +39 0532 790003 - email: prot@fe.infn.it
PEC: ferrara@pec.infn.it

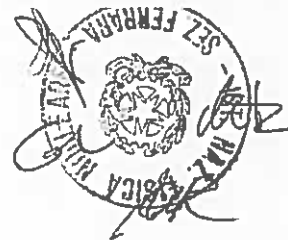


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Ferrara

ALL. N. 8

SECONDO VERBALE

BANDO 22120



**CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI PER UN POSTO PER IL PROFILO DI TECNOLOGO
DI III LIVELLO PROFESSIONALE, PER ASSUNZIONE A TEMPO DETERMINATO PRESSO
LA SEZIONE DI FERRARA DELL'INFN**

BANDO FE/T3/22120-2020

SECONDA PROVA SCRITTA

16 SETTEMBRE 2020 ORE 13:45

TESTO N. 2

Il/La candidato/a svolga il seguente tema:

In un ipotetico "position sensitive photodetector" in tecnologia ibrida, la parte elettronica in silicio processa i segnali generati dalla parte fotoelettrica per misurarne tempo di arrivo e durata riferiti alla base dei tempi definita dai segnali di clock e reset. Il risultato di ciascuna misura e l'ID del canale di provenienza del segnale misurato costituiscono un "event data packet" da 64bit. Il fotorivelatore trasmette gli event data packets (in codifica 64b/66b) al sistema di readout "off-detector" mediante 16 link di comunicazione seriale a 10Gbps che consentono di trasmettere eventi ad un rate pari a circa 2.4GHz (corrispondenti al trasferimento di circa 19GB/s). Il fotorivelatore sia alloggiato su una carrier card che provveda alla conversione elettro-ottica dei segnali di I/O.

Il candidato descriva come realizzerebbe un sistema di readout "off-detector" costituito da un computer di acquisizione e una o piu' schede basate su FPGA cooperanti per ricevere i dati trasmessi dal rivelatore e trasferirli alla memoria di sistema. Il candidato illustri gli eventuali limiti di throughput e di capacita' presentati dalla soluzione adottata, provando a stimare il massimo data rate sostenibile nel caso in cui si consideri anche il trasferimento dei dati sui dispositivi di memoria di massa installati nel sistema.



Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare
codice fiscale 84001850589

Sezione di Ferrara INFN - Via G. Saragat 1 - 44122 Ferrara (Italia) - <http://www.fe.infn.it>
tel. +39 0532 974280 - fax +39 0532 790003 - email: prot@fe.infn.it
PEC: ferrara@pec.infn.it