



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

Allegato 2

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE, PRESSO I LNGS, DI UNA UNITÀ DI PERSONALE CON CONTRATTO DI LAVORO SUBORDINATO A TEMPO DETERMINATO, CON PROFILO DI TECNOLOGO DI III LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/T3/20250

Prima prova scritta – TESTO n. 3

Il tempo per lo svolgimento della prova è fissato in due ore

- 1) In un campione di SiPM l'ordine di grandezza dell'uniformità attesa del breakdown voltage è circa :
 - a) $\sigma/V = 0.1 \%$
 - b) $\sigma/V = 1 \%$
 - c) $\sigma/V = 10 \%$

- 2) La tipica dimensione del lato di una SPAD di un SiPM è:
 - a) $0.1 - 1 \mu\text{m}$
 - b) $1 - 10 \mu\text{m}$
 - c) $10 - 100 \mu\text{m}$

- 3) L'ampiezza dell'impulso di un after-pulse in un SiPM:
 - a) è molto inferiore a quella del segnale primario;
 - b) è molto superiore a quella del segnale primario;
 - c) è circa uguale o leggermente inferiore a quella del segnale primario.

- 4) Un rivelatore è costituito da due strip di silicio disposte parallelamente lungo l'asse x e poste a distanza d lungo l'asse y. Trascurando il multiple scattering, la produzione di delta rays e leggendo in digitale il rivelatore, quanto vale la risoluzione spaziale σ_y ? :
 - a) d
 - b) $d/2$
 - c) $d/\sqrt{12}$

- 5) Un SiPM con resistenza di quenching $2 \text{ M}\Omega$ ha un tempo di ricarica $\tau = \tau^*$. Come cambia il tempo di ricarica aumentando la resistenza di quenching a $3 \text{ M}\Omega$?
 - a) Non cambia;
 - b) Aumenta di circa il 50 %;
 - c) Diminuisce di circa il 50%.



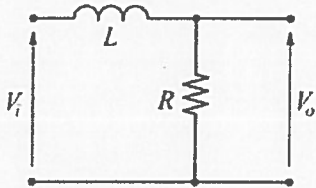
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
codice fiscale 84001850589

INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso - Via G. Acitelli, 22 - 67100 Assergi
L'Aquila (Italia)
tel. +39 0862 4371 - fax. +39 0862 437218 - <https://www.lngs.infn.it>

[Handwritten signatures]

6) Il circuito disegnato sotto è:

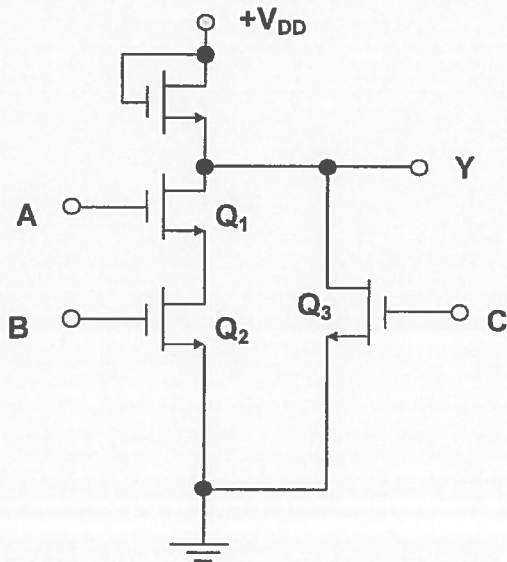
- a) Un filtro bassa-basso;
- b) Un filtro passa alto;
- c) Un circuito raddrizzatore.



7) La quantum Efficiency di un fotone che incide su un SiPM, al variare della lunghezza d'onda tra 100 e 800 nm:

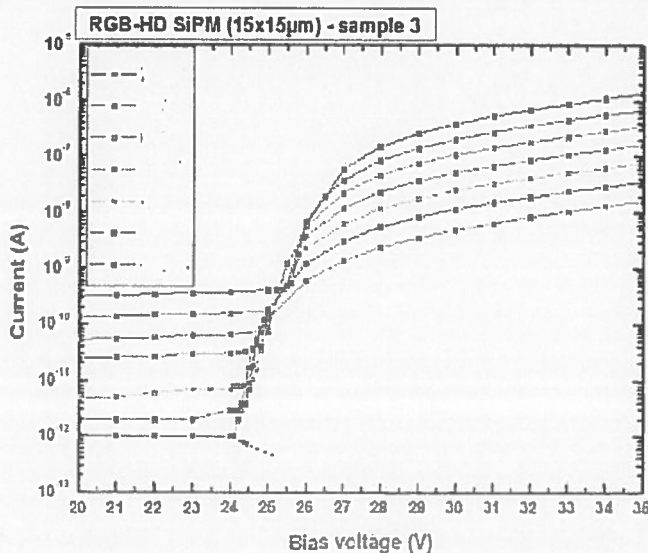
- a) è circa costante;
- b) ha un picco;
- c) ha un punto di minimo.

8) L'espressione booleana del circuito di sotto è:



- a) $Y = (A + B + C)$
- b) $Y = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot C$
- c) $Y = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot \bar{C}$

- 9) Perché a basse temperature i SiPM "low-field" hanno dark count rate più basso di quelli "standard field" ?
- Perché assorbono meno corrente
 - Perché diminuisce la probabilità di tunneling
 - Perché aumenta il gap tra banda di valenza e di conduzione
- 10) Perché è problematico leggere SiPM di grande area ?
- Perché la corrente è troppo elevata
 - Perché la capacità è troppo elevata
 - Perché la capacità è troppo piccola e la lunghezza temporale del segnale diventa troppo breve ($\tau = RC$).
- 11) In un rivelatore al silicio la giunzione p-n deve essere polarizzata:
- Inversamente, altrimenti la corrente può danneggiare il dispositivo;
 - Inversamente, altrimenti la corrente rende non identificabile il segnale
 - direttamente, altrimenti il segnale non sarebbe visibile
- 12) Per realizzare un DAC con fondo scala 3V e risoluzione 30 mV, quanti bit sono sufficienti ?
- 6
 - 7
 - 8
- 13) La figura di sotto mostra il segnale di un SiPM. Le diverse curve corrispondono a :



- Diverse resistenze di quenching nello stesso sample;
- Temperature diverse in fase di misura;
- Dimensioni delle celle diverse nello stesso sample.



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

- 14) Una barretta di silicio, drogata con arsenico la cui concentrazione è 10^{16} cm^{-3} , è posta a temperatura ambiente. La concentrazione dei portatori minoritari, considerando un valore della concentrazione dei portatori intrinseci pari a $n_i = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, è circa:
- a) 10^4 cm^{-3}
 - b) 10^9 cm^{-3}
 - c) 10^{10} cm^{-3}
- 15) La risoluzione temporale in un evento in cui è stato rivelato un solo photo-elettrone, rispetto a quella in cui ne sono stati rivelati 5:
- a) Migliora;
 - b) Peggiora;
 - c) Non ci sono differenze apprezzabile.
- 16) La risoluzione temporale di un SiPM peggiora all'aumentare della capacità del SiPM perchè:
- a) La carica aumenta;
 - b) La componente lenta del segnale ha $\tau = RC$ più lungo;
 - c) La bandwidth diminuisce e il rumore aumenta.
- 17) Il VME è un protocollo:
- a) sincrono;
 - b) asincrono;
 - c) con entrambe le modalità di funzionamento.
- 18) La frazione di eventi con after-pulse in un SiPM:
- a) Aumenta con la tensione di lavoro;
 - b) Diminuisce con la tensione di lavoro;
 - c) E' costante.
- 19) Quale è l'energia necessaria per produrre una coppia elettrone-lacuna nel silicio ?
- a) Pochi decimi di eV;
 - b) Pochi eV;
 - c) Alcune decine di eV.
- 20) Il Guadagno di un SiPM:
- a) Cresce con la dimensione della cella (SPAD);
 - b) Diminuisce con la dimensione della cella (SPAD);
 - c) E' indipendente dalla dimensione della cella (SPAD)





Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

Allegato 6

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE, PRESSO I LNGS, DI UNA UNITÀ DI PERSONALE CON CONTRATTO DI LAVORO SUBORDINATO A TEMPO DETERMINATO, CON PROFILO DI TECNOLOGO DI III LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/T3/20250

Seconda prova scritta – TESTO n. 1

Il tempo per lo svolgimento della prova è fissato in due ore

La candidata/il candidato svolga in modo sintetico (massimo 2 facciate) una delle seguenti tracce:

- Descrivere le caratteristiche della Photo Detection Efficiency di un SiPM, discutendo la dipendenza di questa quantità dalle caratteristiche del SiPM utilizzato, dalle condizioni di lavoro e dalle caratteristiche del fascio di fotoni incidente.
- Descrivere le caratteristiche delle varie sorgenti di rumore nei SiPM, discutendo la dipendenza di questa quantità dalle caratteristiche del SiPM utilizzato e dalle condizioni di lavoro, con particolare riguardo alle applicazioni criogeniche.

Note: This is a courtesy translation. The Italian version of this text is the sole legally valid

Second written test – TEST n. 1

The time for the test is set in two hours

The candidate has to discuss shortly (maximum 2 pages) one of the following questions:

- Describe the characteristics of the SiPM Photo Detection Efficiency, discussing the dependence of this quantity on the SiPM used, on the working conditions and on the characteristics of the photon beam.
- Describe the characteristics of the different sources of noise in a SiPM, discussing the dependence of this quantity on the characteristics of the used SiPM and on the working conditions, with emphasis on the cryogenic applications.



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
codice fiscale 84001850589

INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso - Via E. Acitelli, 22 - 67100 Assergi L'Aquila (Italia)
tel. +39 0862 4371 - fax. +39 0862 437218- <https://www.lngs.infn.it>

Caro ...

87

SID

Se