

INDICE

INTRODUZIONE **11**

I CAPITOLO **13**

APPARATO CMS

<i>I.1 L'acceleratore LHC</i>	13
I.1.1 Caratteristiche principali	14
I.1.2 Struttura di LHC.....	15
I.1.2.1 Sistema di iniezione.....	16
I.1.2.2 Magneti	16
I.1.2.3 Raffreddamento	16
I.1.2.4 Esperimenti	16
<i>I.2 Esperimento CMS</i>	17
I.2.1 La fisica a CMS.....	17
I.2.2 Struttura del rivelatore.....	18
I.2.2.1 Magnete	22
I.2.2.2 Rivelatore centrale (inner tracker).....	23
I.2.2.3 Calorimetria	24
<i>I.3 Sistema di rivelazione dei m</i>	25
I.3.1 Performance	26
I.3.2 Struttura del rivelatore.....	26
I.3.3 Stazioni del barrel	28
I.3.3.1 Tecnica costruttiva	30
I.3.3.2 Elettronica	30
I.3.4 Allineamento.....	32

II CAPITOLO **33**

RIVELATORI A GAS, CAMERE A DRIFT

<i>II.1 Interazioni di particelle cariche in un gas</i>	33
---------------------------------------------------------------	----

II.1.1 Formula di Bethe-Block	33
II.1.2 Produzione di raggi delta e loro range.....	35
II.1.3 Distribuzione della perdita di energia in materiali sottili	36
II.1.4 Ionizzazione primaria e ionizzazione totale	38
II.1.5 Statistica della produzione di coppie.....	39
<i>II.2 Drift e diffusione di particelle cariche nei gas.....</i>	<i>39</i>
II.2.1 Diffusione in assenza di campi elettromagnetici	39
II.2.2 Drift di ioni ed elettroni in campi elettrici.....	40
II.2.3 Drift di elettroni in campi elettrici e magnetici.....	42
II.2.4 Moltiplicazione ad elevati campi elettrici	43
<i>II.3 Contatori proporzionali</i>	<i>46</i>
II.3.1 Struttura del rivelatore	46
II.3.2 Caratteristica guadagno-tensione	47
II.3.3 Sviluppo del segnale	48
II.3.4 Impulsi spuri.....	51
II.3.5 Scelta del gas.....	51
II.3.6 Effetti di carica spaziale	52
II.3.7 Considerazioni statistiche sulla risoluzione energetica nei rivelatori proporzionali	53
II.3.7.1 Variazioni nel numero di coppie prodotte	54
II.3.7.2 Variazioni nel fattore di moltiplicazione	54
II.3.7.3 Statistica complessiva	55
II.3.7.4 Altri fattori che influenzano la risoluzione.....	56
<i>II.4 Sviluppo dei contatori proporzionali.....</i>	<i>56</i>
<i>II.5 Camere a drift.....</i>	<i>57</i>
II.5.1 Descrizione generale	57
II.5.2 Risoluzione nella misura di posizione.....	58
II.5.3 Sviluppo del segnale.....	59

III CAPITOLO

61

PROTOTIPO Q2

<i>III.1 Caratteristiche di Q2</i>	<i>61</i>
<i>III.2 Caratteristiche elettriche della cella</i>	<i>65</i>
<i>III.3 Tessitura dei fili.....</i>	<i>68</i>
<i>III.4 Alimentazioni alta tensione.....</i>	<i>71</i>
<i>III.5 Scelta del gas.....</i>	<i>73</i>

IV CAPITOLO**75****STUDIO IMPEDENZA DELLA CAMERA**

<i>IV.1 Linee di trasmissione</i>	75
IV.1.1 Equazioni della linea	76
IV.1.2 Linee dispersive e non dispersive.....	78
IV.1.3 Linea tipo “cavo coassiale”	79
IV.1.4 Comportamento della linea in funzione delle condizioni agli estremi... 80	
IV.1.5 Linea dispersiva, in particolare con elevata R	80
<i>IV.2 Alcune considerazioni sulle misure fatte</i>	82
<i>IV.3 Misura con impulsatore e trimmer</i>	83
<i>IV.4 HP 43961A Impedence Test Kit</i>	84
IV.4.1 Metodo di misura I-V	85
IV.4.2 Metodo del coefficiente di riflessione.....	85
IV.4.3 Schema della misura di impedenza	86
IV.4.4 Livello del segnale di test applicato al DUT	86
IV.4.5 Performance	87
<i>IV.5 Misure con impedenziometro</i>	88
IV.5.1 Misura resistenza caratteristica	88
IV.5.2 Misura tempo ritardo della linea	92
IV.5.3 Calcolo capacità e induttanza per unità di lunghezza della linea	94
IV.5.4 Calcolo conduttanza per unità di lunghezza	94
<i>IV.6 Misura dell'attenuazione</i>	95

V CAPITOLO**97****AMPLIFICATORE DI CORRENTE**

<i>V.1 Progetto del circuito</i>	97
V.1.1 Amplificatore con feedback parallelo-parallelo.....	98
V.1.1.1 Rete di feedback costituita da un'unica impedenza	99
V.1.2 Il circuito cascode.....	100
V.1.2.1 Caratteristiche a bassa frequenza.....	101
V.1.2.2 Risposta in frequenza.....	101
V.1.3 Descrizione del circuito realizzato	101
V.1.4 Componenti utilizzati.....	103
V.1.5 Montaggio	104

<i>V.2 Scheda di supporto degli amplificatori</i>	105
<i>V.3 Simulazioni con HSPICE</i>	107
V.3.1 Punti di lavoro e parametri transistor	107
V.3.2 Risposta in frequenza	107
V.3.3 Impedenza di ingresso	110
V.3.4 Rumore all'uscita dell'amplificatore	111
V.3.5 Dipendenza delle caratteristiche dell'amplificatore dalla tensione di alimentazione e dal carico in ingresso	112
V.3.6 Risposta all'impulso	113
<i>V.4 Misure caratteristiche circuito</i>	113
V.4.1 Linearità della risposta	114
V.4.2 Risposta al gradino.....	115
V.4.3 Risposta in frequenza	115
V.4.4 Misura impedenza di ingresso	116
<i>V.5 Caratteristiche dell'amplificatore montato sulla camera Q2</i>	117

VI CAPITOLO

121

MISURE SUL PROTOTIPO Q1

<i>VI.1 Oscilloscopio LeCroy 9354A</i>	121
<i>VI.2 Raggi cosmici</i>	122
<i>VI.3 Misure su Q1</i>	123
<i>VI.4 Acquisizione su 4 canali</i>	123
<i>VI.5 Casistica dei segnali acquisiti</i>	125
<i>VI.6 Analisi off-line</i>	127
VI.6.1 Istogrammi.....	127
VI.6.2 Segnali medi	131

VII CAPITOLO

133

MISURE SUL PROTOTIPO Q2

<i>VII.1 Descrizione delle misure effettuate</i>	133
VII.1.1 Obiettivi prefissati	133
VII.1.2 Setup sperimentale.....	134
VII.1.3 Ottimizzazione dell'elettronica di acquisizione	135

VII.1.4 Acquisizioni fatte	136
VII.2 <i>Segnali medi, spettro di carica</i>	139
VII.2.1 Spettro di carica	140
VII.2.2 Segnali medi.....	148
VII.2.3 Tempi di deriva	148
VII.2.4 Rumore	148
VII.2.5 Confronto singola e doppia cella	149
VII.3 <i>Fronte di salita dei segnali: confronto tra tungsteno e acciaio</i>	149
VII.3.1 Misura del risetime.....	149
VII.3.2 Tempo di salita tra due soglie.....	153
VII.3.3 Conclusioni	154
VII.4 <i>Determinazione fattore di moltiplicazione</i>	154
VII.4.1 Misura con raggi cosmici	154
VII.4.2 Misura con una radiosorgente.....	156
VII.4.3 Risultati e confronto dei due metodi.....	157
VII.5 <i>Carica raccolta in funzione della posizione della traccia rispetto al filo</i> .	158
VII.6 <i>Analisi fili doppi con doppia lettura</i>	160
VII.6.1 Calcolo ritardo della camera.....	160
VII.6.2 Calcolo rapporto ampiezze	161
VII.7 <i>Misura spazio morto</i>	161
VII.7.1 Metodo utilizzato	162
VII.7.2 Setup sperimentale	162
VII.7.3 Errori nella misura.....	164
VII.7.4 Risultati ottenuti.....	165

VIII CAPITOLO

167

ELETTRONICA DI FRONT END

VIII.1 <i>L'integrato ASD8</i>	168
VIII.2 <i>Il nuovo integrato di front end</i>	169
VIII.3 <i>Il preamplificatore del MAD</i>	172
VIII.3.1 Proposta per un miglioramento.....	174
VIII.3.2 Impedenza di ingresso dell'amplificatore	177
VIII.3.2.1 Simulazioni	177
VIII.3.2.2 Misura con impedenzometro	179
VIII.4 <i>Misura del Time Walk e della risoluzione</i>	180
VIII.5 <i>Tail cancellation</i>	182

VIII.6 Determinazione di t_0 per la camera Q2..... 186
VIII.7 La funzione di trasferimento dell'ASD8..... 187
VIII.8 Confronto tra ASD8 e MAD..... 190

CONCLUSIONI 195

BIBLIOGRAFIA 197

Argomenti generali..... 197
Rivelatori a gas, camere a deriva 197
Linee di trasmissione..... 197
CMS 198
Front end..... 198