



## Indice

<b>Capitolo 1: Analisi spettrale analogica e numerica</b> .....	1
1.1 Introduzione .....	1
1.2 I segnali .....	2
1.3 Dominio del tempo e frequenza .....	5
1.4 Trasformata di Fourier .....	7
1.5 Metodi di analisi in frequenza .....	11
1.5.1 Metodo del filtro passabanda .....	12
1.5.2 Metodo del filtro con sweep in frequenza .....	15
1.5.3 Metodo del filtro selettivo fisso e spostamento in frequenza del segnale da analizzare (tecnica a supereterodina) .....	16
1.6 Analizzatori di spettro analogici .....	23
1.6.1 Descrizione e funzionamento .....	28
1.6.2 Il mixer .....	28
1.6.3 Il filtro IF .....	29
1.6.4 Rilevatore d’involuppo e filtro video .....	32
1.6.5 L’uscita video .....	37
1.6.6 Attenuatore RF e guadagno IF .....	38
1.6.7 Visione dell’insieme di funzionamento .....	39
1.6.8 Specifiche principali di un analizzatore .....	40
1.6.9 Risoluzione .....	41
1.6.10 Selettività .....	42
1.6.11 Fattori che limitano la RBW .....	43
1.6.12 “Trade-off” tra risoluzione e tempo di misura .....	45
1.6.13 Sensibilità .....	47
1.6.14 Filtro video .....	49
1.6.15 “Video average” .....	50



---

1.7	Analizzatori di spettro numerici .....	52
1.7.1	Principi fondamentali dell'FFT .....	53
1.7.2	Effetti del campionamento .....	56
1.7.3	Aspetti computazionali della FFT .....	61
1.7.4	Conversione dal doppio al singolo lato dello spettro di potenza .	62
1.7.5	Regolazione della risoluzione in frequenza e grafico dello spettro .....	64
1.7.6	Calcoli computazionali usando la FFT .....	67
1.7.7	Architettura di un analizzatore di spettro .....	69
1.7.8	La conversione in unità logaritmica .....	71
1.7.9	Limitazione d'acquisizione del Front-End .....	72
1.7.10	Range dinamico .....	73
1.7.11	La dispersione spettrale (Spectral Leakage) e la finestatura .....	76
1.8	Applicazioni .....	82
1.8.1	Caratterizzazione di un segnale AM .....	82
<b>Capitolo 2: Misure su segnali modulati</b>	.....	<b>87</b>
2.1	Introduzione .....	87
2.2	Classificazione delle modulazioni .....	89
2.3	La modulazione di ampiezza .....	90
2.3.1	Indice di modulazione ed ampiezza di banda laterale .....	98
2.3.2	Zero span e marcatori (markers) .....	108
2.3.3	Forme speciali di modulazioni di ampiezza .....	112
2.3.4	Singola banda laterale .....	114
2.4	La modulazione angolare .....	116
2.4.1	Modulazione di frequenza .....	118
2.4.2	Calcolo dello spettro del segnale modulato in FM .....	123
2.4.3	Misurazione in FM con l'analizzatore di spettro .....	127
2.5	Modulazione numerica .....	132



---

2.6 Misure sul trasmettitore nei sistemi di comunicazioni digitali .....	133
2.7 Modelli di misurazione .....	133
2.8 Domini di misure .....	135
2.8.1 Dominio del tempo .....	135
2.8.2 Dominio della frequenza .....	136
2.8.3 Dominio della modulazione .....	137
2.9 Misurazioni in banda .....	138
2.9.1 Misurazioni nel canale .....	139
2.9.2 Larghezza di banda nel canale .....	139
2.9.3 Frequenza portante .....	141
2.9.4 Potenza nel canale .....	141
2.9.5 Larghezza di banda occupata .....	143
2.9.6 Rapporto potenza di picco su potenza media e curve CCDF .....	143
2.9.7 Misurazione dei tempi .....	147
2.9.8 Misurazioni sulla qualità della modulazione .....	147
2.9.9 Modulo del vettore errore (EVM) .....	148
2.9.10 I/Q offset .....	151
2.9.11 Errore di fase e frequenza .....	152
2.9.12 Risposta in frequenza e ritardo di gruppo .....	154
2.9.13 Rho .....	155
2.9.14 Potenza nel dominio dei codici .....	156
2.10 Misurazioni fuori dal canale .....	159
2.10.1 Rapporto di potenza nel canale adiacente (ACPR) .....	160
2.10.2 Spurie .....	163
2.11 Misurazioni fuori banda .....	164
2.11.1 Spurie e armoniche .....	164
2.12 Misure per test ottimali del trasmettitore .....	166



---

<b>Capitolo 3: Misura di rumore</b> .....	168
3.1 Misure di rumore di ampiezza.....	168
3.1.1 Rumore semplice - Bandabase, Reale, Gaussiano .....	169
3.1.2 Rumore passabanda - Componenti I e Q .....	170
3.1.3 Misuraz. della potenza di rumore con un rilevatore d'involuppo .	174
3.1.4 Modalità logaritmica .....	175
3.1.5 Misura della potenza di rumore in scala logaritmica .....	177
3.1.6 Larghezza di banda equivalente di rumore .....	178
3.1.7 Il marcatore di rumore .....	179
3.1.8 Rilevazione d'involuppo di un analizzatore di spettro .....	180
3.1.9 Precauzioni da usare quando si misura il rumore .....	183
3.2 Misure su segnali "Noise-like" .....	186
3.2.1 Il rumore come natura di segnali digitali .....	186
3.2.2 Misura della potenza del canale .....	187
3.2.3 Potenza del canale adiacente (ACP) .....	189
3.2.4 Potenza della portante .....	190
3.2.5 Rumore di picco rilevato e misura dell'ACP TDMA .....	191
3.3 Media e dispersione nelle misure di rumore .....	192
3.3.1 Varianza e media .....	193
3.3.2 Media su un numero di risultati calcolati .....	194
3.3.3 Lo sweep rispetto all'analisi FFT .....	195
3.3.4 Zero span .....	196
3.3.5 La deviazione standard della misura di rumore .....	196
3.4 Misure di rumore di fase .....	198
3.4.1 Tecniche di misure .....	201
3.4.2 Misure tramite analizzatore di spettro .....	204
3.4.3 Misure tramite il frequency-counter .....	208
<b>Appendice: La modulazione HPSK</b> .....	211
<b>Bibliografia</b> .....	217