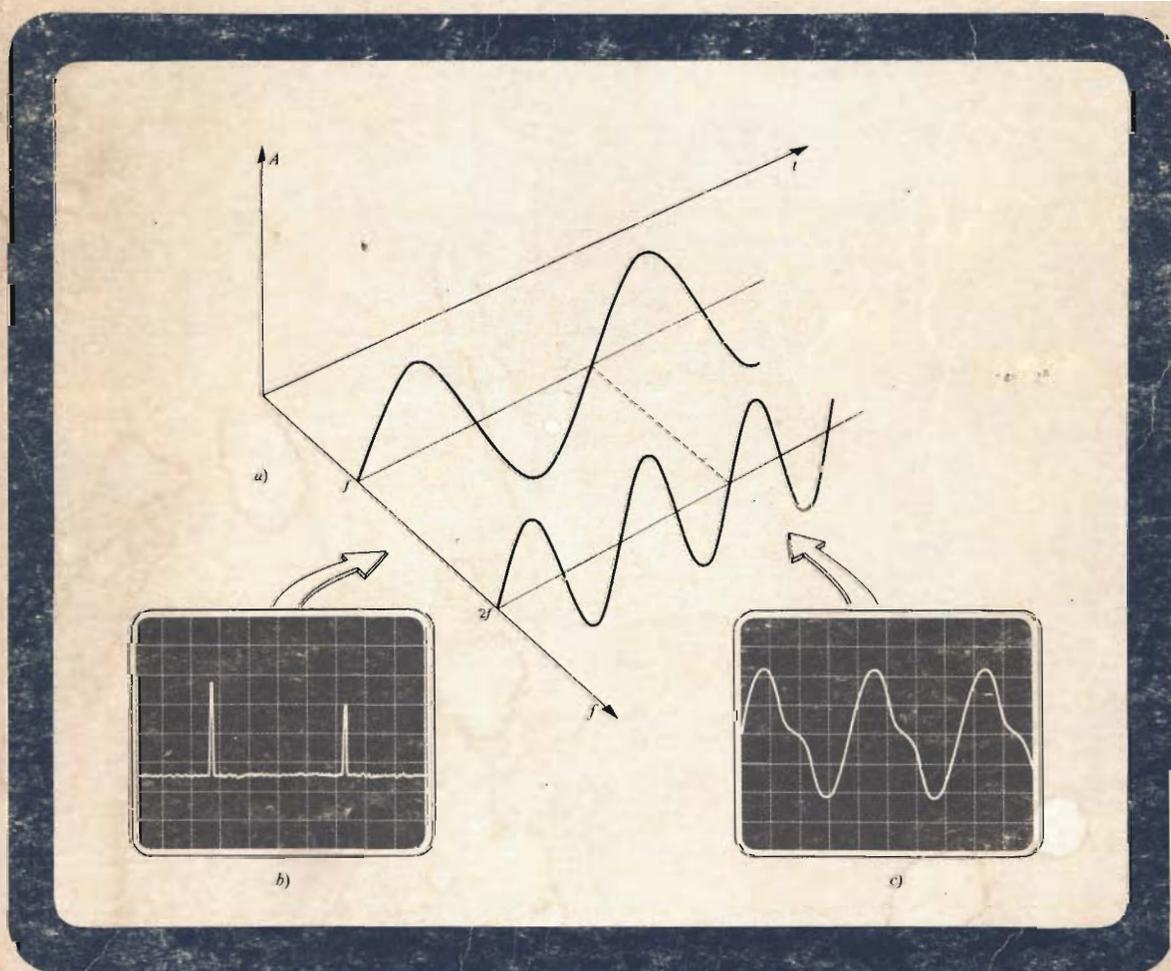


Galeazzo Costanzini
Ugo Guernelli

Strumentazione e misure elettroniche

Zanichelli



Indice

ix	Prefazione	
1	CAPITOLO I - GENERATORI	
1	1. Alimentatori	
1	1.1. Introduzione	
1	1.2. Regolazione serie	
2	Alimentatore a tensione costante	
3	Alimentatore a corrente costante	
4	Alimentatore a tensione e corrente costanti	
5	Alimentatore a tensione costante e corrente limitata	
6	Prestazioni	
6	1.3. Preregolazione	
7	1.4. Regolazione a SCR	
7	1.5. Regolazione a commutazione	
9	1.6. Funzionamenti particolari	
9	Con carico lontano	
9	Con comando lontano	
10	Carichi multipli	
11	Doppia uscita	
11	Collegamento di più alimentatori	
11	in parallelo	
11	in serie	
12	con inseguimento automatico (<i>autotracking</i>)	
12	Funzionamento a massa e fuori massa	
13	Inversione della corrente	
14	1.7. Accorgimenti di protezione	
15	1.8. Norme di funzionamento	
15	ingresso	
15	uscita	
16	1.9. Specifiche e loro verifica (collaudo)	
16	Strumentazione	
16	Precauzioni	
16	Prestazioni generali e misure relative	
16	stabilizzazione di rete	
16	stabilizzazione di carico	
17	ronzio e rumore	
17	coefficiente di temperatura	
18	stabilità e deriva	
18	impedenza d'uscita	
18	tempo di ripristino	
19	velocità di comando o tempo di risposta	
19	2. Generatori di segnali	
19	2.1. Generalità	
21	2.2. Generatori di Segnali a R.F.	
21	Generatore AM e/o FM	
21	oscillatore della portante	
24	amplificatore	
24	regolazione dell'ampiezza	
25	Generatore vobulato (<i>sweep generator</i>)	
27	marker	
27	sincronizzazione	
27	controllo di un livello esterno	
27	Sintetizzatore	
27	sintesi diretta	
30	sintesi indiretta	
31	confronto	
32	applicazioni	
32	Conclusioni	
32	2.3. Generatori di Segnali in B.F.	
33	Oscillatore	
33	oscillatore a semplice rete di Wien	
34	oscillatore con rete a scala	
35	oscillatore a ponte di Wien	
36	Stabilità	
37	Amplificatore-separatore	
37	Attenuatore	
38	Oscillatore a Battimenti	
38	2.4. Generatore di Funzioni	
38	Principio di funzionamento	
40	Circuiti principali	
40	generatore di segnali triangolari e quadrati	
41	formatore di senoide	
41	formatore d'impulsi	
42	formatore di dente di sega	
42	Altri modi di funzionamento	
42	controllo di simmetria	
43	sweep	
44	modulazioni	
44	forme derivate dalla senoide	
44	trigger, gate, burst	
45	aggancio di fase	
46	Aspetti particolari del Generatore di Funzioni	
47	2.5. Generatore d'Impulsi	
47	Principio di funzionamento	
49	Altre possibilità	
49	doppio impulso	
49	trigger esterno	
49	gate	
50	burst	
50	onda quadra	
50	Particolari circuitali	
50	generatore di cadenza	
51	ampiezza-livello	
52	2.6. Generatore d'Onda Quadra	
52	Principio di funzionamento	
53	2.7. Prestazioni, specifiche e modi d'uso dei Generatori di Segnali	
53	Generatori di segnali	
53	caratteristiche di frequenza	
53	caratteristiche d'uscita	
54	caratteristiche di modulazione	
55	caratteristiche di sweep	
55	caratteristiche particolari dei Sintetizzatori	
56	Generatore di funzioni	
56	caratteristiche di frequenza	
56	caratteristiche d'uscita	
57	caratteristiche di modulazione	
57	caratteristiche di sweep	
57	Generatore d'impulsi	
57	caratteristiche dell'impulso	
57	caratteristiche di cadenza e trigger	
57	Generatore d'onda quadra	
57	caratteristiche di cadenza e trigger	
57	caratteristiche dell'impulso	
58	Bibliografia	
59	CAPITOLO II - STUDIO DEI SEGNALE NEL DOMINIO DEL TEMPO	
59	1. Oscilloscopio	
59	1.1. Introduzione	
60	1.2. Principio di funzionamento	
60	Funzionamento XY	
60	Funzionamento con la base dei tempi	
62	1.3. Tubo a raggi catodici	
62	Richiami di elettrostatica	

63	Lenti elettrostatiche	108	3. Oscilloscopio campionatore (<i>Sampling Oscilloscope</i>)
63	superfici equipotenziali piane	108	3.1. Generalità
64	superfici equipotenziali curve	109	3.2. Principi di funzionamento
64	lente a dischi	109	Campionamento coerente (o sequenziale)
64	lente a cilindri	110	Campionamento incoerente (o casuale)
65	Cannone elettronico	110	Campionamento in tempo reale
66	spegnimento e sblocco del fascio (<i>unblanking</i>)	112	3.3. Canale verticale
66	Deflessione	112	gate di campionamento
68	calcolo della sensibilità	113	anello di reazione
70	conseguenze pratiche	114	dc offset
70	Particolari costruttivi	114	generatore impulsi-gate
70	sensibilità-deflessione massima	115	Doppia traccia
71	sensibilità-luminosità	115	Single sweep
72	sensibilità-frequenza	115	Teste di campionamento
72	Schermo	115	Considerazioni sul canale verticale
73	allineamento	115	campo dinamico
74	CRT speciali	115	precisione
74	doppi	115	riduzione del rumore (<i>smooth</i>)
74	memoria	116	3.4. Canale orizzontale
74	Circuito elettrico	117	trigger
75	1.4. Canale Y (o verticale)	118	generatore di gradinata
76	Attenuatore compensato	118	Realizzazioni
77	Amplificatore Y	118	3.5. Riflettometria nel Dominio del Tempo (TDR)
77	adattatore d'impedenza	118	Localizzazione
78	preamplificatore	119	Studio delle cause
79	linea di ritardo	119	discontinuità resistive
79	amplificatore finale	119	discontinuità reattive:
80	Doppia traccia	120	condensatore in serie, in parallelo, come ter-
81	alternate	120	minazione
82	chopped	120	induttore in serie, in parallelo, come ter-
82	1.5. Base dei Tempi	120	minazione
85	Circuiti di prelievo	120	Conclusioni
85	Generatore di trigger	121	4. Sonde (<i>probes</i>)
85	comparatore di livello	121	Probe di tensione passivo
87	Generatore di Gate, di Rampa, e Hold-Off	121	funzionamento impulsivo
88	Circuito auto	122	funzionamento sinusoidale
88	1.6. Base dei Tempi Ritardata (<i>delayed</i>)	123	Probe di tensione attivo
89	main	124	funzionamento impulsivo
89	delayed	125	funzionamento sinusoidale
89	mixed	125	Probe di corrente
90	Particolari di funzionamento	126	conclusione
90	Esplorazione commutata	127	5. Uso e caratteristiche dell'oscilloscopio
90	1.7. Canale X (o orizzontale)	127	5.1. Precauzioni
90	Amplificatore finale X	127	scarsa taratura
91	Preamplificatore X	127	cattiva scelta del probe
91	Particolari circuitali	127	cattiva compensazione del probe
92	1.8. Circuiti sussidiari	127	inadeguato tempo di salita dell'oscilloscopio
92	Alimentatore	127	diversità dei canali X e Y
92	Controlli luminosità	128	errori di lettura per parallasse
93	Calibratore	128	5.2. Prestazioni e specifiche
93	1.9. Strutture dell'oscilloscopio	128	Mainframe
93	mainframe	128	Canale verticale
93	plug-in	129	Canale orizzontale
95	Portatili	129	Campionatore
96	2. Oscilloscopio con memoria	130	6. Registratori
96	2.1. Principi fondamentali	131	6.1. Registratori a carta scorrente
96	Emissione secondaria	131	Principio di funzionamento
97	Funzionamento bistabile	132	6.2. Registratori XY
98	scrittura	132	Principio di funzionamento
98	cancellazione	132	6.3. Sistema scrivente
99	bersagli multipli	133	6.4. Prestazioni e specifiche
100	realizzazioni pratiche	133	Registratore a carta scorrente
100	2.2. CRT a visione diretta bistabile	133	Registratore XY
102	Velocità di scrittura	133	Bibliografia
102	integrate	135	CAPITOLO III - STUDIO DEI SEGNALI NEL
102	enhancement	135	DOMINIO DELLA
102	Cancellazione	137	FREQUENZA
103	2.3. CRT a trasmissione di corrente	135	1. Principi teorici
103	Bistabile	135	1.1. Generalità
104	Con mezzi toni (<i>half-tone</i>)	136	1.2. Teorema di Fourier
104	cancellazione	137	1.3. Simmetrie particolari
105	scrittura e memorizzazione		
105	store		
105	persistenza variabile		
106	velocità di scrittura		
106	2.4. CRT a trasferimento di immagine		
107	2.5. Conclusioni		
107	2.6. Recenti sviluppi: memoria digitale		

137	1.4. Esempi	182	Richiami sugli strumenti a bobina mobile
138	dente di sega	182	consumo
138	impulsi di sinusoidi	183	sensibilità
139	sinusoide raddrizzata a semionda	183	precisione
140	sinusoide raddrizzata ad onda intera	183	Confronto con gli strumenti elettronici
140	onda rettangolare		
141	onda quadra	183	1. Voltmetri elettronici analogici per dc
141	1.5. Contenuto energetico delle armoniche	183	1.1. Principi generali
142	1.6. Integrale di Fourier	184	1.2. Voltmetri ad amplificatore
144	1.7. Sintesi e analisi	184	sensibilità e deriva
145	1.8. Distorsione	184	Voltmetro
146	1.9. Conclusione	185	Millivoltmetro
146	2. Analizzatore d'onda	185	1.3. Voltmetri a chopper
146	2.1. Principi di funzionamento	185	Millivoltmetro
147	2.2. Schema a blocchi	186	modulatori e demodulatori
149	2.3. Circuiti caratteristici	187	Microvoltmetro
149	Attenuatore d'ingresso	188	resistenza della sorgente
149	Amplificatore d'ingresso	188	f.c.m. termoelettriche
150	Filtro passa-basso	188	tensioni indotte
150	Modulatore bilanciato	189	1.4. Voltmetro differenziale
153	Circuiti di selezione	189	Realizzazione pratica
153	quarzo	189	generatore di tensione di riferimento
154	Attenuatore di misura	189	potenziometro
155	Circuito AFC	190	rivelatore di zero
156	Calibratore	190	alte portate
156	2.4. Circuiti ausiliari dell'A. d'O.: BFO	190	precisione
157	2.5. Criteri per la taratura dell'A. d'O.	191	1.5. Voltmetri elettrometrici
		191	1.6. Conclusione
158	3. Analizzatori di spettro	192	2. Voltmetri numerici per dc
158	3.1. Analizzatori di spettro in tempo reale	192	2.1. Generalità
158	Analizzatore multicanale	192	Prestazioni generali
159	Analizzatore di Fourier	192	portate
159	3.2. Analizzatori di spettro ad esplorazione di frequenza	192	precisione
159	A. di S. con filtro a sintonia variabile	192	velocità di lettura
160	A. di S. supereterodina	192	reiezione del rumore
161	3.3. Analizzatore di spettro per R.F.	192	2.2. Struttura e principi di funzionamento
162	esplorazione e stabilizzazione	193	2.3. Circuiti d'ingresso
162	ultima FI	194	2.4. Convertitori A-D che non integrano
163	Prestazioni generali	194	A rampa lineare
165	Prestazioni particolari	194	precisione
166	3.4. Analizzatore di spettro per B.F.	195	A gradinata
167	Prestazioni generali	195	Altri metodi
167	Principio di funzionamento	195	potenziometrico
170	Particolari costruttivi	196	a successive approssimazioni
170	controllo della frequenza	196	a ricircolazione
170	memorizzazione di uno spettro	197	2.5. Convertitori A-D che integrano
172	convertitore A-D rivelatore di picco	197	A conversione in frequenza
173	esplorazione differenziata	198	A integrazione interpolata
173	velocità di esplorazione ottima	198	Potenziometrico con integrazione
		199	A doppia rampa
173	4. Distorsimetro	199	fase di integrazione
173	4.1. Caratteristiche generali	200	fase di misura
173	4.2. Principio di funzionamento	200	logica di controllo
174	4.3. Schema a blocchi di principio	200	precisione
175	4.4. Studio dei circuiti principali	200	polarità
175	circuiti di reiezione	200	2.6. Influenza del rumore nei DVM
177	circuiti di misura	200	Reiezione del rumore di modo normale (NMR)
178	4.5. Sensibilità del distorsimetro	201	integrazione
		201	filtraggio
178	5. Conclusioni	201	Reiezione del rumore di modo comune (CMR)
		202	guardia
179	6. Misure nel dominio della frequenza	203	2.7. Particolari circuitali
179	Verifica sperimentale dell'analisi di Fourier	203	Portate automatiche (<i>autorange</i>)
179	Determinazione della purezza spettrale del segnale generato da un oscillatore	203	Bilanciamento automatico (<i>autozero</i>)
180	Rilievo dello spettro di frequenza della rete di distribuzione ac	204	Convertitore D-A
180	Rilievo della curva di reiezione del distorsimetro	204	2.8. Confronti
181	Bibliografia	205	
182	CAPITOLO IV - MISURA DELLE GRANDEZZE FONDAMENTALI	205	3. Misura di tensione alternata, corrente, resistenza, con i voltmetri analogici e numerici (multimetri)
182	Generalità sugli strumenti	205	3.1. Convertitori AC-DC
		206	Convertitore a valor medio
		206	generalità
		207	schemi circuitali
		208	errore di forma
		209	misura di rumore
		209	Convertitore a valore di picco
		210	limiti di funzionamento

VI *Indice generale*

211	impedenza d'ingresso	238	DCA dinamico
212	varianti circuitali	239	uscita BCD
212	errore di forma	239	Circuiti di controllo
213	millivoltmetro a R.F.	240	selettore di funzioni
214	conclusioni	240	6.3. Studio dell'errore
214	Convertitore a quasi valore efficace	240	Incertezza nella cifra meno significativa (± 1)
214	Convertitore a vero valore efficace	240	Gate
215	termocoppia	240	Base dei tempi
215	convertitore a termocoppia	240	variazioni di temperatura
217	convertitore a BJT integrati	241	variazioni della tensione di rete
217	aspetti caratteristici	241	stabilità a lungo termine
218	convertitore a moduli integrati	241	stabilità a breve termine
219	confronti	241	Trigger
219	Sample & Hold	242	Errore complessivo
220	3.2. Convertitori corrente-tensione	242	misura di frequenza
220	prestazioni	242	misura di periodo e di intervallo di tempo
221	3.3. Convertitore resistenza-tensione (Ohmmetro)	242	Modi per ridurre l'errore
221	Convertitore per voltmetro elettronico analogico	242	aumento della durata del gate
221	Convertitore per multimetro numerico (DMM)	242	media su M misure
222	particolari circuitali	242	funzionamento più conveniente
222	autocalibrazione	243	6.4. Estensione delle prestazioni del contatore
223	Accorgimenti pratici	243	In alta frequenza
223	3.4. Multimetri	243	prescaler
224	4. Strumenti speciali	244	convertitore supereterodina
224	4.1. Voltmetro vettoriale a R.F.	244	oscillatore a trasferimento
224	Principio di funzionamento	245	In bassa frequenza
225	Probe	245	Nelle misure di intervallo di tempo
225	Controllo automatico di fase (APC)	246	Con la sua trasformazione in voltmetro (DVM)
226	misuratore di fase	246	Con il Preset
226	4.2. Voltmetro campionatore	246	7. Misure di frequenza
226	Struttura e principio di funzionamento	246	7.1. Misure assolute di frequenza
227	4.3. Voltmetro selettivo	246	Frequenzimetro ad assorbimento (ondametro)
227	4.4. Ampermetro a pinza	247	Frequenzimetro a ponte
228	5. Prestazioni e specifiche	247	ponte di Wien
228	Voltmetri DC	247	ponte a risonanza
228	impedenza d'ingresso	247	Frequenzimetro analogico
228	portate	247	7.2. Misure relative di frequenza
229	risoluzione e sensibilità	248	Scorrimento dell'immagine sull'oscilloscopio
229	precisione-stabilità	248	Figure di Lissajous
230	coefficiente di temperatura	248	segnali isofrequenziali
230	velocità di risposta	249	segnali con frequenze che stanno in rapporti semplici
230	NMR	249	Metodo dell'asse Z
231	CMR	251	Figure cicloidal
231	rumore	251	andamenti epicicloidal
231	possibilità operative	251	andamenti ipocicloidal
231	Voltmetri AC	251	Metodo dei battimenti
231	campo di frequenza	253	Possibilità di misura
232	massime possibilità d'ingresso	253	con oscilloscopio campionatore
232	tempo di risposta	253	Contatore numerico
232	precisione	253	8. Misure di tempo
232	fattore di cresta	254	Con l'oscilloscopio
232	Ampermetri	254	Col contatore numerico
232	impedenza d'ingresso	255	errore di isteresi del trigger
232	caduta di tensione	255	9. Misure di fase
232	Ohmmetri	255	9.1. Con l'oscilloscopio
232	configurazione	256	9.2. Con le figure di Lissajous
232	portate	257	9.3. Con variatore di fase tarato
233	precisione	258	Variatori di fase
233	coefficiente di temperatura	258	circuiti RC
233	corrente nell'incognita nei DMM	259	variante magnetico
233	tensione a vuoto	260	variante in alta frequenza
233	protezione sovraccarichi	260	generatore delle 4 fasi
233	6. Contatore numerico (frequenzimetro)	260	9.4. Con il contatore numerico
234	6.1. Modi di funzionamento	260	lettura diretta dello sfasamento
234	Misura di frequenza	260	9.5. Con il rivelatore (o comparatore) di fase
234	Misura di periodo	261	Rivelatori analogici
234	Misura di rapporto	261	a moltiplicatore
235	Misura di intervallo di tempo	261	ad anello
235	6.2. Organizzazione dello strumento	262	Rivelatori a scatto
235	Circuiti d'ingresso	262	con OR esclusivo
237	Oscillatore a cristallo	262	con flip-flop
237	Moltiplicatore	263	10. Misure di potenza
237	Divisori	263	10.1. Generalità
238	Gate		
238	Sistema di conteggio decimale (DCA)		
238	DCA statico		

263	10.2. In bassa frequenza	312	voltmetro elettronico
263	wattmetro elettrodinamico	315	3.4. Operazioni preliminari
263	wattmetro a termocoppia	315	3.5. Metodi di misura con il Q-metro
263	sviluppi recenti	315	Metodo diretto
264	10.3. A frequenza audio	316	Metodo indiretto (o di sostituzione)
264	audiowattmetro (o misuratore d'uscita)	316	sostituzione serie
265	Wattmetri elettronici	316	sostituzione parallelo
265	con termocoppie	317	3.6. Correzioni
265	con rivelatore ad effetto di Hall	317	3.7. Misure col Q-metro
265	con dispositivi a caratteristica quadratica	317	Resistori
265	10.4. A radiofrequenza	317	Induttori
266	Misura di piccole potenze	318	Condensatori
266	con termocoppia	318	Metodi particolari
266	ponte bolometrico	318	misura della capacità parassita di una bobina
266	Misura di grandi potenze	319	misura della frequenza di risonanza propria di una bobina
267	wattmetro calorimetrico	320	misura della frequenza di risonanza propria di un condensatore
267	Bibliografia		
269	CAPITOLO V - MISURA DI IMPEDENZE	320	4. Strumenti completamente automatici
269	1. Introduzione	320	4.1. Vector Impedance Meter
269	1.1. Richiami su Impedenze e Ammettenze	323	4.2. Misuratore digitale di LCR
271	1.2. Componenti passivi	324	operazioni di misura e circuiti
271	1.3. Il resistore	327	5. Conclusioni
272	Tecniche costruttive	327	Bibliografia
273	resistori variabili		
275	1.4. Il condensatore		
278	1.5. L'induttore	328	CAPITOLO VI - MISURE SU DISPOSITIVI E CIRCUITI
281	1.6. Metodi di misura in ac dei componenti passivi		
282	2. Metodi di zero	328	1. Diodi a semiconduttore
282	2.1. Ponte a 4 lati in ac	328	1.1. Diodi raddrizzatori
284	2.2. Lettura diretta delle incognite	328	Limiti e caratteristiche
284	Ponti a rapporto	329	Prova di integrità
285	Ponti a prodotto	330	Rilievo per punti delle caratteristiche
285	2.3. Schemi più usati di ponti in ac	330	caratteristica diretta
285	Misura di capacità	331	caratteristica inversa
285	ponte di Sauty-Wien	331	Rilievo automatico della caratteristica
286	ponte di Schering	331	rilievo su diodi per segnali
286	Misura di induttanza	332	Capacità della giunzione
286	ponte di Maxwell per il confronto tra induttori	332	Tempo di recupero
287	ponte di Maxwell per il confronto tra induttore e condensatore	332	inverso
287	ponte di Hay	333	diretto
288	ponte di Owen	333	Rendimento di rivelazione
288	2.4. Effetti parassiti	334	Dati caratteristici
289	Schermatura	334	1.2. Diodi speciali
289	Compensazione	334	Diodo Zener
289	ponendo a massa uno dei vertici	335	influenza della temperatura
290	con tutti i vertici del ponte isolati	335	resistenza differenziale: r_z
291	Vantaggi e svantaggi dei due tipi di compensazione	336	Diodo Tunnel
291	2.5. Schemi derivati dal ponte a 4 lati	336	resistenza dinamica negativa: r_d
291	Ponti ad amplificatore	336	capacità C_d
292	Ponti a trasformatore	337	resistenza serie: r_s
293	2.6. Ponti per radiofrequenze	337	tempo di salita: t_s
293	Metodo di sostituzione	337	Diodo Varicap
295	2.7. Sensibilità del ponte a 4 lati	338	SCR
296	Condizioni di massima sensibilità	338	tensione e corrente di blocco diretto e inverso
297	2.8. Convergenza all'equilibrio	338	misura della tensione diretta media $V_{F,AV}$
298	2.9. Precisione nelle misure con i ponti in alternata	339	caratteristiche di gate
299	2.10. Particolari costruttivi	339	tempo di apertura
299	generatore	340	misura di dv/dt
299	rivelatore	340	tempo di chiusura
300	2.11. Circuiti con reti a T	340	2. Transistori
302	2.12. Realizzazioni	340	2.1. Transistori bipolari
302	Ponte Universale	340	Misure in dc
304	Automatismi	341	correnti di perdita
308	RX-meter	341	tensioni di breakdown
		341	prove di integrità e di identificazione
		341	rilievo statico delle caratteristiche
		342	misura di h_{FE}
309	3. Metodi di risonanza: Q-metro	343	Rilievo automatico delle caratteristiche - Tracciatore
309	3.1. Generalità. Richiami teorici	343	principio di funzionamento
311	3.2. Principio di funzionamento	343	schema di principio
311	3.3. Particolarità costruttive	344	particolarità circuitali
311	generatore		

VIII *Indice generale*

345	altre utilizzazioni	356	rappresentazione di curve selettive
345	Misura dei parametri in bassa frequenza	356	rappresentazione di curve a larga banda
345	definizione	356	Rilievo automatico della curva di risposta
345	metodo statico-grafico	358	rivelazione a banda stretta: ANALIZZATORE DI RETI
346	metodo dinamico	359	Misura in B.F. delle resistenze d'ingresso e d'uscita
347	metodo dinamico approssimato	360	Precauzioni e conclusioni
348	conclusione	361	Misure sull'amplificatore operativo
348	Misura dei parametri in alta frequenza	361	tensione di offset all'ingresso
349	misura di f_T	361	guadagno di tensione a catena aperta
350	misura di $C_{b'c}$	362	resistenza d'uscita a catena aperta
350	misura di $r_{bb'}$	362	resistenza d'ingresso a catena aperta
350	conclusione	362	CMRR
350	Misura dei parametri di commutazione	363	slew-rate
350	tempi di chiusura e apertura	364	Misura del guadagno di un inseguitore
351	capacità d'ingresso	365	Misura della non linearità di quadripoli in B.F.
351	capacità d'uscita	366	misura di distorsione armonica
351	2.2. Transistori a effetto di campo (FET)	366	misura di intermodulazione
351	Rilievo statico delle caratteristiche	367	3.2. Risposta ad una eccitazione non sinusoidale (gradino, impulso, onda quadra)
352	caratteristiche d'uscita	368	Considerazioni pratiche
352	caratteristiche di trasferimento	369	Esempi
352	caratteristica d'ingresso	369	circuito CR passa-alto
352	Rilievo automatico delle caratteristiche	370	circuiti CR passa-alto in cascata
352	Misura dei parametri dinamici	371	circuito RC passa-basso
352	Misura dei parametri parassiti	372	circuiti RC passa-basso in cascata
353	3. Misure su quadripoli	373	partitore compensato
353	3.1. Risposta ad una eccitazione sinusoidale	374	circuito RLC serie
353	Definizioni di guadagno	375	Bibliografia
354	Metodi per il rilievo del modulo del guadagno (o dell'attenuazione)	377	INDICE ANALITICO
354	metodo diretto	383	SIGLE, ABBREVIAZIONI E LOCUZIONI TECNI- CHE USATE NEL VOLUME
354	metodo di sostituzione		
355	Misura dell'argomento del guadagno (attenua- zione)		
355	Rilievo della curva di risposta		

INDICE TABELLE

32	Tabella 1.1. Generatori a R.F.
73	» 2.1. Tipi di schermi
95	» 2.2. Caratteristiche di trigger
122	» 2.3. Caratteristiche di probe passivi
125	» 2.4. Caratteristiche di probe attivo
125	» 2.5. Risultati con probe attivo nella misura di fig. 2.81.
187	» 4.1. Dispositivi per chopper
193	» 4.2. Caratteristiche dei convertitori A-D
204	» 4.3. Voltmetri a confronto
216	» 4.4. Termocoppie
233	» 4.5. Correnti dell'ohmmetro
241	» 4.6. Cause di errore negli oscillatori a cristallo
244	» 4.7. Metodi per estendere il campo di fre- quenza dei contatori
273	» 5.1. Leghe per resistori a filo metallico
275	» 5.2. Elipot
277	» 5.3. Condensatori
299	» 5.4. Influenza dell'argomento sulla precisione dei ponti in ac
315	» 5.5. Lettura diretta delle induttanze con il Q-metro
334	» 6.1. Dati caratteristici di diodi
349	» 6.2. Formule di conversione tra i parametri h e tra questi ed i parametri r