

Nicola del Ciotto

ELETTRONICA APPLICATA AI SISTEMI

LEZIONI

TIPOLITOGRAFIA



SIGRAF EDITRICE

Nicola del Ciotto

**ELETTRONICA
APPLICATA AI SISTEMI**

LEZIONI

del corso Laurea

Nicola del Ciotto

Editrice SIGRAF

Prefazione

Tale pubblicazione è frutto del lavoro costante, in senso emotivo e professionale, del Prof. Ing. Nicola del Ciotto, che da sempre privilegia un impatto umano e incisivo in luogo dei freddi ruoli cattedratici.

Insigne ed autorevole docente della complessa materia "Sistemi", costantemente attento alle novità e sensibile al mutare dei tempi, ha ideato e creato un volume, diviso in due parti, che illustrasse il sapere relativo al proprio campo d'insegnamento, non tralasciandone l'aspetto esperenziale, che è molla scatenante per la comprensione totale e consapevole di ogni disciplina.

Colui che ha il piacere di scrivere queste parole ha assistito alle fasi di elaborazione e di concretizzazione del lavoro e testimonia l'entusiasmo, l'amore, la perizia dell'autore, che quotidianamente coniuga il sapere con il reale. E' un grande onore per me conoscerlo e collaborare con lui; dunque colgo l'occasione per ringraziarlo caldamente attestandogli stima e ponendolo tra quei pochi grandi maestri e gentiluomini del nostro tempo.

Il Rettore
Carmine De Nicola

IRI - School College. Chieti - Francavilla

Electronica Applicata ai Sistemi

Lezioni

INDICE

Parte 1^a

ELETRONICA DIGITALE:

Sistemi di numerazione, Logica combinatoria e sequenziale, Microprocessori, Applicazioni, Linguaggi.

Cap. n° 1	Sistemi di numerazione.	
	01) Rappresentazione delle grandezze	1-1
	02) Il sistema decimale	1-1
	03) Sistema di numerazione binario	1-2
	04) Conversione tra i sistemi binario e decimale	1-3
	1) Conversione di un intero da base 10 a base 2	1-3
	2) Conversione di un intero da binario in decimale	1-4
	3) Conversione di un frazionario da base 10 a base 2	1-4
	4) Conversione di un frazionario da base 2 a base 10	1-4
	05) Il sistema Esadecimale	1-4
	06) Le Conversioni del Sistema Esadecimale	1-5
	1) Conversione binario-esadecimale	1-5
	2) Conversione esadecimale-binario	1-6
	07) Aritmetica Binaria	1-6
	a) Addizione binaria	1-6
	b) Sottrazione binaria	1-6
	c) Moltiplicazione binaria	1-7
	d) Divisione binaria	1-8
	08) Rappresentazione dei numeri con segno	1-8
	a) Rappresentazione con modulo e segno	1-8
	b) Rappresentazione in complemento a 2	1-9
	c) Rappresentazione in complemento a 1	1-9
	09) Operazioni con segno	1-10
	10) Rappresentazione in virgola mobile	1-11
Cap. n° 2	Algebra Booleana	
	01) Generalità e Storia	2-1
	02) Cenni sugli Insiemi e sui diagrammi di Venn	2-1
	03) Postulati dell'Algebra Booleana	2-2
	1) Somma logica	2-2
	2) Prodotto logico	2-2
	3) Negazione logica	2-3
	3) Dualità	2-3
	04) Variabili e funzioni Booleane	2-3

05) Le proprietà e i teoremi dell'Algebra Booleana	2-4
1) Proprietà associativa	2-4
2) Proprietà distributiva	2-4
3) Proprietà commutativa	2-4
4) La complementazione	2-4
5) L'idempotenza	2-4
6) L'involuzione	2-4
7) Primo teorema dell'assorbimento	2-5
8) Secondo teorema dell'assorbimento	2-5
9) Terzo teorema dell'assorbimento	2-5
10) Teorema di De Morgan	2-5
06) Algebra dei Contatti	2-6
07) Rappresentazione delle funzioni Booleane	2-8
1) Rappresentazione tabellare	2-8
2) Rappresentazione algebrica	2-9
08) Semplificazione delle funzioni Booleane	2-10
09) Minimizzazione delle funzioni Booleane	2-12
10) Condizioni non specificate	2-14
Cap. n° 3 La Logica combinatoria	
01) Generalità	3-1
02) Porte logiche	3-1
03) Funzioni universali "NAND" e "NOR"	3-3
04) Esercizi e applicazioni	3-5
1) Esercizio	3-5
2) Esercizio	3-5
3) Esercizio	3-6
4) Esercizio	3-6
05) Esercizio esplicativo	3-7
Applicazione della logica NAND e NOR	3-7
Cap. n° 4 La Logica negativa	
01) Generalità	4-1
02) Trasformazioni	4-1
Logica Positiva	4-1
Logica Negativa	4-1
03) Le Porte logiche	4-2
04) Corrispondenze	4-3
05) Esercizi d'applicazione	4-4
1) Esercizio	4-4
2) Esercizio	4-5
Cap. n° 5 Circuiti combinatori	
01) Generalità	5-1
02) Circuiti Sommatore	5-1
Half Adder	5-1
Full Adder	5-2
Sommatore binario a quattro bit	5-4
03) Circuiti Comparatori	5-4

Comparatore Uguale/Diverso	5-5
Comparatore Maggiore/Uguale/Minore	5-5
04) Circuiti di Codifica	5-6
Codificatore Decimale/Binario	5-6
Codificatore Binario/Decimale	5-7
05) Multiplexer e Demultiplexer	5-8
06) Generatore di Funzioni	5-9
07) Il funzionamento impulsivo delle porte logiche	5-10
Funzionamento impulsivo della porta AND	5-10
Funzionamento impulsivo della porta OR	5-11
Funzionamento impulsivo della porta XOR	5-11
Funzionamento impulsivo di un circuito logico	5-11
08) Esercizi e realizzazioni	5-12
1) Realizzazione di un circuito	5-12
2) Controllo a distanza multiplexato	5-14

Cap. n° 6 La Logica sequenziale

01) Generalità	6-1
02) Il circuito sequenziale teorico	6-1
03) I circuiti sequenziali	6-3
04) I Flip-Flop	6-3
Flip-Flop S-R	6-3
Flip-Flop S-R Gated	6-5
Flip-Flop S-R Edge Triggered	6-6
Flip-Flop D Gated	6-6
Flip-Flop D Triggered	6-7
Flip-Flop JK Edge Triggered	6-7
Preset e Clear	6-8
Il monostabile	6-9
Generatori di Clock	6-10
05) I contatori	6-11
06) Contatori Asincroni	6-12
Contatore Modulo 16	6-12
Contatore Modulo 10	6-13
Contatore Modulo 6	6-13
07) Contatori Sincroni	6-14
Contatore Modulo 4	6-14
Contatore Modulo 8	6-15
08) Contatori all'indietro	6-17
Contatore Asincrono all'indietro Modulo 4	6-17
Contatore Asincrono Avanti/Indietro	6-18
Contatore Sincrono all'Indietro Modulo 8	6-18
09) Contatori complessi	6-19
Applicazione del 74191	6-20

Cap. n° 7 Registri e memorie ROM

01) Generalità	7-1
02) Generalità sui registri	7-1
03) Tipi di registri	7-2

Registro PIPO	7-2
Registro SIPO	7-2
Registro SISO	7-3
Registro PISO	7-3
04) Applicazioni con i registri	7-4
Registro Accumulatore	7-4
Contatori ad anello	7-5
Contatore Johnson	7-6
Generazione di ritardi	7-7
05) Generalità sulle memorie	7-7
06) Le memorie ROM	7-8
ROM Mask	7-8
PROM	7-9
EPROM	7-9
Cap. n° 8 Applicazioni digitali	
01) Generalità	8-1
02) Circuiti digitali	8-1
1) Cadenzatore quarzato	8-1
2) Cadenzatore pilotato da frequenza di rete	8-2
3) Circuito divisore decadico	8-3
4) Circuito base per un frequenzimetro	8-3
5) Display a quattro cifre	8-6
6) Trasduttore d'impulsi luminosi	8-6
7) Schema a blocchi di un frequenzimetro	8-7
8) Contagiri elettronico	8-8
9) Scala per radioricevitore	8-8
10) Programmatore di EPROM	8-11
11) Generatore P.L.L.	8-16
Cap. n° 9 Microprocessori e linguaggi	
01) Generalità e cenni storici	9-1
02) Struttura di un microprocessore	9-2
03) Il microprocessore Z80	9-3
04) Linguaggio macchina	9-4
05) Linguaggio Assembly e mnemonici	9-5
06) Esempio di programmazione	9-5
07) Temporizzazioni	9-7
Cap. n° 10 Sistema base a microprocessore Z80	
01) Generalità	10-1
02) Finalità	10-1
03) Il microprocessore Z80	10-2
04) Determinazione di un sistema minimo	10-4
Alimentatore Stabilizzato	10-5
Clock	10-5
Memoria ROM	10-5
05) Perfezionamento dello schema	10-5
06) Schema della piastra base	10-7

07) Progetto dei circuiti di gestione	10-9
08) Prime configurazioni	10-10
09) Prima versione della scheda memorie.	10-10
10) Programma di prova	10-12
Programma A	10-13
11) Altri programmi di prova	10-15
Programma B	10-15
Programma C	10-16
Programma D	10-16
12) Forma definitiva del Sistema	10-17
La Scheda Base	10-18
La Scheda delle memorie	10-18
La Scheda di asservimento Tastiera	10-18
La Scheda del Display	10-18
La Tastiera	10-18
13) Determinazione della logica di controllo	10-19
Memoria EPROM 2716	10-19
Memoria RAM 6116 e sua selezione	10-20
Lettura e scrittura in memoria RAM	10-21
Abilitazione uscite ROM e RAM	10-23
Blocco dati sul Display	10-23
Comando di direzione	10-24
Circuito di sicurezza	10-24
Schema completo della logica di controllo	10-25
Circuiti associati ai deviatori	10-26
Il Visualizzatore	10-27
14) Funzionamento del Sistema	10-27
Caricamento del Programma d'Utente	10-27

Cap. n° 11 Sistema X,Y,Z computerizzato

01) Finalità	11-1
02) Motori passo-passo	11-1
Richiami (motori passo-passo)	11-1
03) Circuito di asservimento motori	11-4
04) Generatori d'impulsi per i motori	11-6
05) Interfaccia Elaboratore Drivers	11-7
06) Sistema operativo	11-9
Inizio	11-9
Restart "0038h"	11-9
Break	11-10
Attesa "76"	11-11
Confronto	11-12
Subroutines "Delay"	11-12
07) Programma utente	11-14
Programma principale "motori"	11-14
Subroutine "movimento motore"	11-15
08) Dati di programma	11-16
Esempio di programmazione	11-17
09) Conclusioni	11-18

Cap. n° 12 Il Microprocessore 8086-Caratteristiche e linguaggio

01) Generalità	12-1
02) Il Processore 8086	12-1
03) I registri dell'8086	12-2
Registro dei Flag	12-2
Registri di uso generale	12-2
Registro Puntatore IP	12-3
Registri di segmento	12-3
04) La segmentazione nell'8086	12-4
05) Il set di istruzioni	12-5
06) Le funzioni del DOS e del BIOS	12-5
L'Assemblatore "TASM" dell'8086	12-7
01) Generalità	12-7
02) Primi programmi	12-8
03) Le direttive al compilatore	12-10
Direttive di segmento semplificate	12-10
Direttive di segmento standard	12-12
04) Allocazione dei dati	12-13
Segmento di Stack	12-13
Segmento Dati	12-13
05) Le istruzioni	12-15
Spostamento Dati	12-15
Ingressi e uscite	12-16
Operazioni aritmetiche e logiche	12-17
Salti non condizionati e condizionati	12-20
I cicli	12-21
06) Le Subroutines	12-23
Il funzionamento delle subroutines	12-23
07) Il microprocessore 80386	12-25
08) La direttiva .386	12-25

Parte 2ª

ELETRONICA ANALOGICA:

*Controreazione, Amplificatori, Alimentatori,
Sistemi controllati, Stabilità dei sistemi*

Cap. n° 13 La controreazione e sistemi controreazionati

01) La reazione in generale	13-1
02) Studio della controreazione in generale	13-2
Caratteristiche della controreazione	13-3
Diminuzione dell'amplificazione	13-3
Stabilità dell'amplificazione	13-4
Aumento della banda passante	13-4
Richiami (banda passante)	13-5
Diminuzione della distorsione	13-9
Diminuzione del rumore	13-9
03) Tipi di controreazione	13-11
Tipi di amplificatori	13-11

Controreazione di tensione-serie	13-13
Controreazione di tensione-parallelo	13-15
Controreazione di corrente-serie	13-16
Controreazione di corrente-parallelo	13-17
04) Qualche precisazione sulla Av	13-18
05) Esempi pratici di controreazione	13-19
06) Esercizi di progettazione	13-22
1° Esercizio	13-22
2° Esercizio	13-27
07) Considerazioni finali sulla banda passante	13-30

Cap. n° 14 **Amplificatori operazionali**

01) Generalità	14-1
02) Amplificatori in continua	14-1
03) Amplificatore differenziale	14-2
Eccitazione simmetrica	14-5
Eccitazione dissimmetrica	14-6
Un ingresso in corto circuito	14-6
Miglioramenti dell'Amp.Op.	14-6
04) Generalità sull'amplificatore operazionale	14-8
05) Amplificatore Operazionale controreazionato	14-10
Amp.Op. invertente	14-10
Amp.Op. non invertente	14-11
06) Amplificatore operazionale reale	14-13
07) Applicazioni lineari	14-15
Sommatore pesato	14-15
Sommatore puro	14-15
Miscelatore	14-16
Mediatore	14-16
Convertitore Digitale/Analogico	14-16
Amplificatore differenziale	14-17
Sottrattore	14-18
Convertitore Corrente/Tensione	14-18
Convertitore Tensione/Corrente	14-18
Inseguitore di Tensione	14-19
Circuito Derivatore	14-19
Circuito Integratore	14-21
08) Applicazioni non lineari	14-22
Raddrizzatori di precisione	14-22
Amplificatori logaritmici	14-24
Richiami (curva del diodo)	14-24
Amplificatori antilogaritmici	14-27
Comparatori di tensione	14-29
09) Misure sugli operazionali	14-31
10) Correzioni e precisazioni	14-33
Circuito integratore reale	14-33
Circuito derivatore reale	14-34
Corretta scelta di un Amp.Op.	14-35
11) Esempi, esercizi e realizzazioni	14-36

Cap. n° 15 Sistemi di amplificazione di potenza

- 01) Amplificatori in generale 15-1
- 02) Il problema della dissipazione termica 15-2
 - I dissipatori termici 15-2
 - Semplice calcolo di un dissipatore 15-5
- 03) Generalità sugli amplificatori di potenza 15-7
- 04) Amplificatori elettronici di potenza 15-8
- 05) Utilizzo delle Classi 15-9
 - Classe "A" con carico resistivo 15-9
 - Classe "A" con carico a trasformatore 15-12
 - Richiami (rapporto spire) 15-12
 - Classe "A" in controfase 15-14
 - Classe "B" in controfase 15-18
 - Richiami (valori medi) 15-19
 - Classe "AB" 15-21
 - Classe "C" 15-22
 - Classe "B" in serie 15-24
 - Classe "B" a simmetria complementare 15-26
- 06) Esercizi e realizzazioni 15-26
 - Progettazione di uno stadio in classe "B" 15-27
 - Calcolo di uno stadio in Classe "B" Single-Ended 15-32
 - Calcolo di uno stadio monofase "A" 15-34
- 07) Conclusioni e considerazioni 15-36

Cap. n° 16 Particolari amplificatori di potenza

- 01) Generalità 16-1
- 02) Le macchine elettriche rotanti 16-1
 - Richiami (caratteristica a vuoto di un generatore) 16-1
- 03) Amplificatori rotanti 16-3
- 04) Cenni sulle Metamacchine 16-5
 - Richiami (metamacchine) 16-6
 - Metadinamo trasformatrice 16-8
- 05) Meta-Amplificatori 16-10
 - Metageneratrici 16-10
 - a) Metageneratrice in derivazione 16-10
 - b) Metageneratrice in serie o Amplidyna 16-11
- 06) Amplificatore magnetico 16-12
 - Richiami (reattori) 16-12
 - Il reattore saturabile 16-16
 - L'amplificatore magnetico 16-16
 - Alcune considerazioni sugli Amplificatori Magnetici 16-21
- 07) Amplificatori con S.C.R. 16-22
 - Richiami (Diodi controllati) 16-22
 - Curve caratteristiche del dispositivo PNPN 16-26
 - a) Caratteristiche anodiche 16-26
 - b) Caratteristiche di comando 16-27
 - Il parametro di/dt 16-28
 - Il parametro dv/dt 16-28

08) Esercizi e realizzazioni	16-29
Realizzazione di un Amplificatore a S.C.R.	16-29
Realizzazione di un amplificatore magnetico	16-32
Richiami (solenoidi)	16-33

Cap. n° 17 Sistemi di alimentazione e convertitori di energia

01) Generalità	17-1
02) Convertitori C.A./C.C.	17-2
Richiami (Valore Medio ed Efficace)	17-2
03) Il Raddrizzatore	17-4
Raddrizzatori a semionda	17-4
Raddrizzatore ad onda intera	17-5
04) Filtro di livellamento	17-7
Richiami (il trasformatore)	17-10
05) Stabilizzatori	17-10
06) Sistemi di stabilizzazione	17-11
Stabilizzazione mediante Zener	17-11
Stabilizzazione senza regolazione	17-12
Alimentatore stabilizzato con regolazione	17-13
07) Convertitori C.C./C.A.	17-14
Inverters autoeccitati	17-14
Inverters ad eccitazione separata	17-16
Inverters a transistori	17-16
Inverters a diodi controllati	17-17
08) Convertitori C.C./C.C.	17-19
Convertitori a commutazione	17-19
Convertitori a Chopper	17-20
09) Una precisazione	17-24
10) Esempi ed Esercizi	17-25
Calcolo di un Alimentatore	17-25
Calcolo e realizzazione di un Inverter Autoeccitato	17-28
Realizzazione di alcuni converter	17-30
Costruzione di un Inverter di Wagner-Bedford	17-33
Chopper elevatore ed ulteriori approfondimenti	17-40
Progettazione di un alimentatore stabilizzato	17-44

Cap. n° 18 Trasformata di Laplace

01) Generalità	18-1
Richiami (circuiti a elementi concentrati)	18-1
Richiami (numeri complessi)	18-1
02) Il metodo simbolico	18-4
03) Introduzione alla trasformata di Laplace	18-7
04) Modelli matematici	18-9
05) Trasformazione di Laplace	18-10
06) Trasformate di Laplace	18-11
Gradino unitario	18-11
Rampa	18-12
07) Teoremi	18-12
08) Tabelle	18-13

09) Esempi	18-14
Trasformata della funzione esponenziale	18-14
Trasformata della funzione sinusoidale	18-14
Dimostrazione del teorema della derivata	18-15
Cap. n° 19 Funzione di trasferimento	
01) Definizioni	19-1
02) Applicazioni	19-2
Richiami (sviluppo di frazioni)	19-3
03) Esempio di calcolo	19-6
04) Le $F(s)$ di due cellule "RC"	19-8
Rete ritardatrice	19-8
Rete anticipatrice	19-8
05) Ancora sullo sviluppo dei denominatori	19-9
Caso di radice uguale a zero	19-10
Caso di radici complesse coniugate	19-11
Caso di radici immaginarie	19-12
Caso di radici multiple	19-12
Esercizio	19-14
Cap. n° 20 Trasduttori	
01) Generalità	20-1
02) Trasduttori elettromeccanici	20-1
Il potenziometro	20-1
Le macchine sincroniche o Syncro	20-2
Tachimetri	20-4
03) Altri tipi di trasduttori	20-5
Trasduttori termici	20-5
Trasduttori di deformazione	20-6
Trasduttori fotoelettrici	20-6
Trasduttori magnetici	20-6
04) Esempio di $F(s)$ di un trasduttore	20-7
$F(s)$ del tachimetro	20-7
Cap. n° 21 Attuatori	
01) Generalità	21-1
02) Servomotore in continua	21-1
Controllo sull'armatura	21-3
Controllo sull'eccitazione	21-4
03) Metamotore in croce	21-5
Controllo tramite R_2	21-6
Controllo tramite V_e	21-7
04) Alcune $F(s)$ di attuatori	21-7
Motore controllato sull'armatura	21-7
Motore controllato sull'eccitazione	21-7
Cap. n° 22 Controlli automatici	
01) Tipi di controllo	22-1
02) Modi di applicazione	22-2

03) Parametri principali	22-2
04) Sistemi a ciclo chiuso	22-2
05) Criteri di stabilità	22-3
Criterio di Nyquist	22-3
Diagrammi di Bode	22-7
Criterio di Bode	22-11
06) Diagramma a spezzata	22-12
Richiami (filtro RC)	22-12
07) Esempi di diagrammi	22-14
Primo esempio	22-15
Secondo esempio	22-17
Terzo esempio	22-18
Quarto esempio	22-18
08) La regola di Bode	22-19
09) Alcune $F(s)$ di amplificatori	22-19
Amplificatore elettronico	22-19
Amplificatore rotante	22-20

Cap. n° 23 Sistemi controllati

01) Generalità	23-1
02) Sistemi P.I.D.	23-1
03) Segnali di controllo	23-2
04) Espressione dell'errore	23-2
05) Classificazione dei sistemi	23-4
Tipo "zero" (controllo di posizione)	23-4
Tipo "uno" (controllo di velocità)	23-5
Tipo "due" (controllo di accelerazione)	23-5
06) Conclusioni ed alcune considerazioni	23-6
07) Risposta indiciale	23-7
08) Esempi applicativi	23-7
Diagrammi della rete ritardatrice	23-7
Diagrammi della rete anticipatrice	23-9
Diagramma di un Amp.Op. Integratore	23-10
Diagramma di un Amp.Op. Derivatore	23-12
Risoluzione di un circuito integratore attivo	23-13
09) Analisi di un servomeccanismo	23-15
Studio di un controllo di posizione	23-15