

**BTS**  
1<sup>re</sup> & 2<sup>e</sup>  
années

**BTS industriels**

# Électronique et communication

*Cours, exercices corrigés et suppléments web*



*Sous la direction de*  
**Claude Bergmann**

**François Alin**  
**Carol Darrault**  
**Éric Garnier**

**DUNOD**

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction • Communication : une approche polymorphe</b>	<b>1</b>
Les objectifs de cet ouvrage	1
Présentation	1
Un exemple de système communicant	2
Outils d'application	4
<b>Chapitre 1 • Architecture fonctionnelle des réseaux</b>	<b>7</b>
1.1 Contexte technique	7
1.2 Architecture en couche	8
1.2.1 Modèle à deux couches	9
1.2.2 Le modèle OSI de l'ISO	10
1.2.3 Modèle TCP/IP	11
1.2.4 Parallèle entre le modèle OSI et le modèle TCP/IP	11
1.3 Organisation des données	13
1.3.1 L'encapsulation	13
1.3.2 Multiplexage et démultiplexage	14
Exercices	16
Solutions	17
<b>Chapitre 2 • Les liaisons séries basiques</b>	<b>19</b>
2.1 La communication série	19
2.1.1 Liaison parallèle, liaisons séries synchrone et asynchrone	19
2.1.2 Les différents modes d'exploitation d'une liaison série	21
2.2 La liaison point à point EIA-232	23
2.2.1 Pourquoi connaître la norme EIA-232 ?	23
2.2.2 Le codage utilisé dans une liaison EIA-232	25
2.2.3 Rôle et utilisation des circuits d'adaptation de niveau	29
2.2.4 La trame RS232	31
2.2.5 Notions utiles sur les transmissions sérielles	36
2.2.6 Les signaux de la recommandation V24 encore utilisés par les électroniciens	37
2.2.7 Interconnexion des matériels	40
2.2.8 Comment fonctionne la liaison série utilisée dans le système de contrôle de l'énergie hydroélectrique présenté en début d'ouvrage ?	41
2.2.9 Le contrôle de flux	43
2.2.10 Quelques exemples de modules de communication basés sur l'EIA 232	43

## Table des matières

2.2.11 Protocole de communication utilisé dans un nivomètre	45
<b>2.3 Les liaisons séries différentielles RS422 et RS485</b>	<b>50</b>
2.3.1 Qu'est-ce qu'une liaison différentielle ?	50
2.3.2 La liaison série différentielle RS422	54
2.3.3 La liaison série différentielle RS485	54
2.3.4 Comparaison entre RS232, RS422 et RS485	54
2.3.5 Exemples de circuits d'adaptation entre liaison de type mode commun et liaison différentielle	56
Exercices	58
Solutions	59
<b>Chapitre 3 • Le protocole Ethernet</b>	<b>62</b>
<b>3.1 Couche physique</b>	<b>62</b>
3.1.1 Topologies courantes	62
3.1.2 Technologie Ethernet	64
3.1.3 Règles de communication	67
3.1.4 L'adresse physique	67
3.1.5 Format des trames Ethernet	68
Exercices	70
Solutions	71
<b>Chapitre 4 • La Pile TCP/IP</b>	<b>73</b>
<b>4.1 Protocole TCP/IP</b>	<b>73</b>
4.1.1 La pile TCP/IP	74
4.1.2 Remise de paquet en mode non connecté	75
4.1.3 Protocole ARP	85
4.1.4 Acheminement ou routage	87
<b>4.2 La couche transport</b>	<b>92</b>
4.2.1 Identification du destinataire final (UDP)	92
4.2.2 Transport en mode connecté (TCP)	94
Exercices	100
Solutions	102
<b>Chapitre 5 • Ouverture vers d'autres réseaux</b>	<b>104</b>
<b>5.1 Le bus I2C</b>	<b>104</b>
5.1.1 Un peu d'histoire	104
5.1.2 Caractéristiques électriques du bus I2C	104
5.1.3 Prise de contrôle, terminologie, condition de départ et d'arrêt	108
5.1.4 Conditions de changement d'état et de validité des données	108
5.1.5 Trame I2C, adressage des composants sur le bus	108
5.1.6 Fonctionnement en maître/esclave, écriture et lecture	110
5.1.7 Synchronisation des horloges et gestion des conflits sur le bus	111

45	5.2 Le bus CAN	117
50	5.2.1 Introduction	117
50	5.2.2 Naissance du Bus CAN	117
54	5.2.3 Nécessité de ce nouveau Bus	117
54	5.2.4 Caractéristiques fondamentales	118
54	5.2.5 Propriétés caractéristiques	120
56	5.2.6 Protocole	120
58	5.2.7 Traitement des erreurs	123
59	5.2.8 Supports physiques	124
62	5.3 Le bus LIN	124
62	Exercices	126
62	Solutions	130
64	<b>Chapitre 6 • Modélisations des signaux</b>	<b>132</b>
67	6.1 L'impulsion de Dirac	132
67	6.2 La fonction échantillonnage $\delta_T(t)$	135
68	6.3 La « fonction échelon »	135
70	6.4 La « fonction porte »	136
71	6.5 La « fonction triangle »	137
73	6.6 Approximation d'une fonction bornée	139
73	6.7 Approximation d'une fonction périodique par une série de Fourier	143
74	6.8 Approximation d'une fonction non périodique	146
75	6.9 La transformée de Fourier	147
85	<b>Chapitre 7 • Les signaux déterministes modélisations</b>	<b>150</b>
87	7.1 Transformée de Fourier de la fonction d'échantillonnage	151
92	7.2 Relations entre transformée de Fourier et décomposition en série de Fourier	156
92	7.3 Transformées de Fourier des fonctions périodiques	156
94	7.4 Translation d'une fonction dans le domaine fréquentiel	157
100	7.5 Exemples de transformée de Fourier	158
102	7.6 La Fonction triangulaire appelée <i>tri</i> ( <i>t</i> )	159
104	7.7 Fonction périodique en dent de scie	159
104	7.8 Influence d'une fenêtre d'observation	161
104	7.9 Transformées des fonctions d'autocorrélation et d'intercorrélations des signaux	163
108	7.10 Théorème de Parseval	165
108	<b>Chapitre 8 • Échantillonnage et restitution des signaux</b>	<b>169</b>
108	8.1 L'opération d'échantillonnage	169
110	8.2 Échantillonneur à impulsions	170

## Table des matières

8.3 Échantillonneur numérique	171
8.4 Transformée de Fourier (signal échantillonné)	172
8.4.1 Périodicité	172
8.4.2 Transformée inverse	173
8.5 Le théorème de Shannon	176
8.6 Filtres anti-repliement	178
8.7 Restitution des signaux — opération de blocage	180
8.8 Le bloqueur d'ordre 0 (B0)	180
8.8.1 Principe	181
8.8.2 Schéma équivalent du B.0	182
8.8.3 Réponse fréquentielle du B.0	184
8.9 Le bloqueur d'ordre 1	188
8.10 Sur-échantillonnage d'un signal	188
8.11 Sous-échantillonnage d'un signal	188
<b>Chapitre 9 • Les Signaux Aléatoires</b>	<b>192</b>
9.1 Définition processus aléatoire	192
9.2 Définition signal aléatoire	193
9.3 Définition variable aléatoire	194
9.4 Stationnarité et ergodisme	194
9.4.1 Processus ergodique	194
9.4.2 Signal stationnaire	195
9.5 Densité spectrale des signaux cyclostationnaires (DSP)	196
9.6 Enveloppe Complexe d'un signal	196
9.6.1 Principe de la transformation de Hilbert	196
9.6.2 Représentation des signaux passe-bande	200
9.7 Les modulations analogiques	201
9.7.1 Les modulations d'amplitude	201
9.7.2 Démodulations d'amplitude	202
9.7.2 Les modulations de fréquence et de phase	205
9.7.3 Modulations de fréquence et de phase dans le domaine fréquentiel	207
<b>Chapitre 10 • La transmission des signaux numériques</b>	<b>214</b>
10.1 Source des signaux numériques	214
10.1.1 Définitions des sources	214
10.1.2 Applications	215
10.2 Fonction d'autocorrélation et densité spectrale de puissance	217
10.3 Codages en lignes des signaux numériques	221
10.3.1 Codage NRZ bipolaire	221
10.3.2 Codage Manchester	222

171	10.3.3 Codage Miller	225
172	10.3.4 Codage haute densité binaire d'ordre n	227
172	10.3.5 Codage nBmB	227
173	10.4 Génération des signaux numériques m-aires	229
176		
178	<b>Chapitre 11 • Le filtrage numérique</b>	<b>237</b>
180	11.1 Le rôle du filtrage	237
180	11.2 Critères de performance d'un filtre	239
180	11.3 Conception d'un filtre numérique	240
181	11.4 Introduction au formalisme d'étude des systèmes numériques	241
182	11.4.1 Simulation d'un filtre analogique	241
184	11.4.2 Principe de l'approximation numérique	242
188	11.4.3 Fonction de transfert numérique	242
188	11.5 Transformée en z	243
	11.5.1 Rappels sur les signaux échantillonnés et définitions	243
	11.5.2 Transformée en z	244
192	11.5.3 Propriétés de la transformée en z	244
192	11.5.4 Dictionnaire des transformées usuelles	246
193	11.5.5 Invariance impulsionnelle	247
194	11.6 Invariance indicielle	248
194	11.7 Types et structures des filtres numériques	249
194	11.7.1 Types de filtres numériques	249
195	11.7.2 Structures classiques	250
196	11.8 Discrétisation de filtres analogiques	251
196	11.8.1 Rappel de la démarche	251
196	11.8.2 Formules de transformation type/fréquence	252
200	11.8.3 Fonctions d'approximation	252
201	11.8.4 Transformations analogique-numérique	256
201	11.9 Cas particulier : filtres RIF à phase linéaire	260
202	11.9.1 Synthèse des filtres RIF par échantillonnage en fréquence	260
205	11.9.2 Synthèse des filtres RIF par la méthode du fenêtrage	264
207		
214	<b>Chapitre 12 • La modulation et démodulation des signaux numériques</b>	<b>271</b>
214	12.1 La chaîne de traitement numérique	273
214	12.2 Modulation d'amplitude	274
215	12.3 Modulation de phase	276
217	12.4 Modulation de fréquence	279
221	12.5 Filtre d'émission	280
221	12.5.1 Le diagramme de l'œil	281
222	12.5.2 Le diagramme de constellation	286

## Table des matières

12.6	Démodulation du signal	286
12.7	Détection par intégration	290
12.8	La démodulation différentielle	291
<b>Chapitre 13 • Applications filaires et sans fil</b>		<b>301</b>
13.1	Les liaisons USB	301
13.1.1	Les normes USB	302
13.1.2	Le fonctionnement	302
13.1.3	Les catégories de périphériques	303
13.1.4	Le transfert des données	303
13.1.5	Les trames	303
13.1.6	Les paquets	304
13.2	Les liaisons GSM	306
13.2.1	Le Radiocom	306
13.2.2	Le GSM	306
13.2.3	Notion de maillage	307
13.2.4	Description des caractéristiques matérielles	308
13.3	Les liaisons WiFi	314
13.3.1	La couche physique	314
13.3.2	La couche logicielle	321
13.4	La transmission ADSL	322
13.4.1	La modulation DMT	322
13.4.2	La Trame ADSL	323
<b>Bibliographie</b>		<b>325</b>

Sous la direction de Claude Bergmann  
François Alin • Carol Darrault • Éric Garnier



## BTS Industriels

# ÉLECTRONIQUE et COMMUNICATION

### Cours, exercices corrigés et suppléments web

Ce manuel s'adresse aux élèves des BTS industriels (Électrotechnique, CIRA, MI, MAI, Domotique...).

Il aborde essentiellement le traitement des signaux et leurs différentes représentations adaptées à la dualité temps/fréquence. Les technologies de la communication comme Bluetooth, WiFi, protocoles internet... servent de fil conducteur à la première partie de ce cours.

Les notions et outils mathématiques du traitement du signal sont abordés dans la seconde partie. Elles sont introduites progressivement et illustrées par de nombreux exemples et exercices corrigés. Des bonus web sur le site [dunod.com](http://dunod.com) accompagnent l'ouvrage : simulations sous Matlab/Simulink.

CLAUDE BERGMANN  
Inspecteur général  
de l'Éducation Nationale

FRANÇOIS ALIN  
Professeur en classes  
préparatoires au lycée  
Sadi Roosevelt (Reims)

CAROL DARRAULT  
Inspecteur pédagogique  
régional, Sciences et  
techniques industrielles  
(Poitiers)

ÉRIC GARNIER  
Inspecteur pédagogique  
régional, Sciences et  
techniques industrielles  
(Nantes)

#### Contenu :

##### Communication

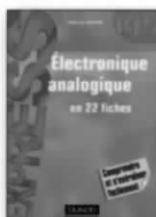
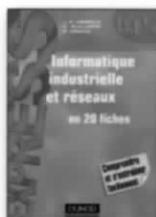
- Architecture fonctionnelle et réseaux
- Les liaisons séries basiques
- Le protocole Ethernet
- La pile TCP/IP
- Ouverture vers d'autres réseaux

##### Électronique - Traitement du signal

- Modélisation des signaux
- Les signaux déterministes : modélisation
- Échantillonnage et restitution des signaux
- Les signaux aléatoires
- La transmission des signaux numériques
- Le filtrage numérique
- La modulation et démodulation des signaux numériques
- Applications filaires et sans fils

#### Public :

BTS  
CIRA, MI, MAI,  
ATI, Domotique,  
Électrotechnique



9 782100 550029  
6907810  
ISBN 978-2-10-055002-9

