

Sommaire

1. Démarrage rapide 13

1.1	Installation du logiciel	13
1.2	Installation du matériel	14
1.2.1	Windows (XP ou plus récent)	15
	Carte sans puce FTDI (Uno, Mega 2560 ou plus récente)	15
	Carte avec puce FTDI (Duemilanove, Nano, Diecimila...)	16
	Comment trouver le numéro de port de la carte sous Windows	16
1.2.2	Mac OS X	18
	Carte sans puce FTDI (Uno, Mega 2560 ou plus récente)	18
	Carte avec puce FTDI (Duemilanove, Nano, Diecimila...)	19
1.2.3	Linux	19
1.3	Hello World	19

2. Introduction 21

2.1	On frappe à la porte	21
2.2	Mais on va où ?	22

3. Connaître son adversaire 25

3.1	Un peu d'histoire	25
3.2	Ils sont mimi, mais qu'est-ce qu'il y a dedans ?	27
3.2.1	Le processeur (CPU)	27
3.2.2	L'oscillateur	28
3.2.3	Les mémoires mortes, vivantes et zombies	28
3.2.4	Les interruptions	29
3.2.5	Entrées-sorties (E/S)	30
3.2.6	Convertisseur analogique-numérique (CAN)	30
3.2.7	Convertisseur numérique-analogique (CNA)	31

3.2.8	Modules de communication	32
3.2.9	Gestion de temps	33
3.2.10	Autres périphériques	34
3.3	Les outils	35
3.3.1	La programmation	35
3.3.2	Charger le programme dans le micro	36
3.3.3	Déboguer	37

4. Prototypage rapide à l'italienne 41

4.1	Le Parrain 1, 2 et 3	41
4.2	Pâtes, fromage et sauce tomate	42
4.3	L'ingrédient de base	45
4.4	La cuisine	49
4.4.1	Menu Fichier (File)	51
4.4.2	Menu Édition (Edit)	53
4.4.3	Menu Croquis (Sketch)	54
4.4.4	Menu Outils (Tools)	56
4.4.5	Menu Aide (Help)	58
4.4.6	Les onglets	59
4.5	Le service	60
4.5.1	Plan de table	60
4.5.2	Le maître d'hôtel	61

5. Mon premier délit 63

5.1	La clé à molette	64
5.2	Repérer les lieux	66
5.3	Préparer le coup	67
5.4	Des types avec des problèmes	68
5.5	Les faits divers	69
5.6	Prendre « perpette »	70
5.7	L'incarcération	72

5.8	If-else ou la liberté conditionnelle	73
5.9	La réinsertion	76

6. Les signaux numériques : tout ou rien 77

6.1	Trois surprises	77
6.2	Toujours des surprises	80
6.3	Le clavier matriciel	81
6.4	Charlie à la rescousse	83
6.5	Les boucles	86
6.6	Boucles f'Or et les trois (t)ours	87
6.6.1	for	88
6.6.2	while	89
6.6.3	do-while	90
6.7	Plus de touches	91
6.8	S.O.S. Fantômes	93
6.9	Les tableaux	95
6.10	Mini-afficheur à LED	98
6.11	Le défilé, une petite animation lumineuse	101
6.12	Petite arnaque entre amis, un jeu qui peut rapporter gros	104
6.13	De nouveaux amis	113
6.14	C'est nul, pas zéro	114
6.15	La pomme de Blanche Neige	115
6.16	Le trognon ou comment manipuler les E/S de façon efficace	116
6.17	Une astuce pour inverser le niveau d'une broche	118

7. Les signaux analogiques : ni noir ni blanc 121

7.1	Le passage au numérique	121
7.1.1	Typecasts : des types reconvertis	124
7.1.2	Le gros du budget passe dans les frais de représentation	125
7.1.3	Arduino comme oscilloscope	127
7.1.4	Un truc à savoir : les résistances de rappel	127
7.1.5	Les références du CAN	128
7.2	Retour à l'analogique	129
7.3	Regarde, maman, sans les mains ! Réaliser un système automatisé	131
7.3.1	Pilote de moteur	132
7.3.2	Obtenir une réponse indicielle	136
7.3.3	Le if composé	140
7.3.4	Le régulateur PID	141
7.3.5	Filtre numérique	145
7.3.6	Ziegler et Nichols, un duo de choc	145
7.3.7	Le coin des matheux	150
7.3.8	Avant-première	151
7.4	Récréation : le Misophone	152
7.5	Un peu de C++	157
7.6	Les No d'Arduino	158
7.7	Regarde, maman, sans Arduino !	160

8. La communication : un art et une science 165

8.1	Visualisons nos données	167
8.1.1	Raccorder un afficheur alphanumérique à cristaux liquides	167
8.2	L'action de communiquer	170
8.2.1	Asynchrone	170
8.2.2	Synchrone	172

8.3	RS-232 ou port série ?	172
8.3.1	Quelques subtilités : write et print	175
8.3.2	Enchaînons les caractères	176
8.3.3	Briser les chaînes ou comment manipuler les chaînes de caractères	181
8.3.4	Décodeur NMEA 0183A	183
8.3.5	Mutatis mutandis, l'art d'extraire une valeur contenue dans une chaîne de caractères	186
8.3.6	Faites demi-tour, une application déroutante	188
8.3.7	Perluète cacahouète : le caractère « & »	194
8.4	Liaisons à deux fils	195
8.4.1	I ² C, TWI et Arduino	196
8.4.2	Capteur de pression atmosphérique	197
8.5	Liaisons à trois ou quatre fils	204
8.5.1	Pilote amélioré pour afficheur graphique	206
8.5.2	Capteur d'humidité	210
8.6	Tous ensemble : une station météo	217
8.7	Quand Arduino n'est pas là	221
8.8	Les pointeurs	222
8.9	Savais-tu ?	226

9. Le temps est compté 229

9.1	Ici radio Francfort	229
9.1.1	DCF77	230
9.2	Réaliser un collier de secondes en mesurant la longueur d'impulsions	233
9.3	Décoder un chapelet de bits	237
9.3.1	Décodeur DCF77	238
9.4	millis et micros, deux petites fonctions	242
9.5	C'est qui, Émilie ?	243
9.5.1	Deux types de MLI	243
9.6	Le Maître du Temps	244
9.6.1	Émetteur DCF77 : MLI de haut vol	247
9.7	Peut mieux faire	254

- 9.8 Attendre un heureux événement : pulseIn 256
 - 9.8.1 Trier tes télécommandes infrarouges 259
- 9.9 Arrêter ou continuer, break ou continue 262
- 9.10 L’art de la division 263
- 9.11 L’union structurée des types 263
 - 9.11.1 struct 264
 - 9.11.2 union 264
 - 9.11.3 typedef 265
- 9.12 C’est une image ? Ce sont des données ? C’est Superfichier ! 266
 - 9.12.1 Le format de fichier SVG 266
- 9.13 Ce que disent les manipulateurs 271
 - 9.13.1 Le protocole NEC-1 272
- 9.14 To goto or not to goto 277
- 9.15 Jeux de trains d’impulsions 279
 - 9.15.1 La composition 280
 - 9.15.2 Bien gérer les délais 283
 - 9.15.3 Volatile, ça passe ou ça casse 284
- 9.16 Profession : émeutier 285
- 9.17 Résumons 291
 - 9.17.1 Mode normal 292
 - 9.17.2 Mode CTC 292
 - 9.17.3 Mode capture 292
- 9.18 Que la force soit avec toi 293

10. Les interruptions : la boîte de Pandore 295

- 10.1 Ma première interruption 296
 - 10.1.1 Temporisateur 0 296
 - 10.1.2 Produire un signal de 1 kHz 297
- 10.2 Le loup déguisé en mouton 299
 - 10.2.1 Les vecteurs 300
- 10.3 Comme une lettre à la Poste 304
- 10.4 Partir dans le décor 305

10.5	On sonne à la porte	308
10.5.1	Réalisons une bascule	309
10.6	L'interruption de trop	310
10.6.1	La pile	311
10.7	Mais c'est qui qui sonne à la porte ?	312
10.7.1	Les interruptions multiplexées	313
10.8	Vive le codeur rotatif !	315
10.9	RAZ à toutes les sauces	322
10.9.1	POR, BOR, BOD et RAZ de l'AVR	322
10.10	Invertissons les rôles	323
10.10.1	Une nuisance sonore	323
10.11	La Cucaracha	327
10.11.1	Le protocole 1-Wire	330
10.12	Feu !	335
10.12.1	SMBus	335

11. Travaux pratiques.....341

11.1	Introduction	341
11.1.1	Taille unique	341
11.1.2	On y va !	342
11.2	Gradateur à LED	342
11.3	Pilote de moteur	345
11.4	Le Misophone revisité	346
11.5	Visualise tes données	349
11.6	Expériences avec un GPS	349
11.7	Baromètre	351
11.8	Mesurer l'humidité et la température	355
11.9	Récepteur DCF77	357
11.10	Émetteur DCF77	358
11.11	Récepteur infrarouge	359
11.12	Émetteur infrarouge	361

11.13	Émeutier	362
11.14	Nuisance sonore	363
11.15	La Cucaracha en stéréo	365
11.16	Détecteur de feu	367
11.17	Bonus	368

12. AVR Playground 371

12.1	Le matériel	371
12.1.1	Les connecteurs d'extension	371
12.1.2	Les boutons-poussoirs et LED	374
12.1.3	L'alimentation	374
12.1.4	Le convertisseur USB-série	374
12.1.5	Les dispositifs IHM	375
	Le LCD	375
	Les potentiomètres	375
	Le codeur rotatif	375
	La « LED Arduino »	375
12.1.6	Les interrupteurs et commutateurs DIP	376
12.1.7	Au-delà d'Arduino	377
12.1.8	Le quartz	378
12.1.9	PC6	378
12.2	Le logiciel	378
12.2.1	Installation de l'AVR Playground	378
12.2.2	Devenir développeur de jeu	380
12.2.3	Attribuer les ports	382
12.2.4	Positionner les interrupteurs et commutateurs DIP	383
12.2.5	Contrôler les LED	385
12.2.6	Lire les boutons-poussoirs	386
12.2.7	Les numéros aléatoires	389
12.2.8	Jouer une séquence	391
12.2.9	Ajouter du son	391
12.2.10	Traiter les actions de l'utilisateur	392
12.2.11	Jouer le jeu	393
12.2.12	Afficheur I ² C	395
12.2.13	Afficher des nombres	397

13. Elektor Uno R4	399
13.1 Quatre broches font toute la différence	399
13.2 De A à B	399
13.3 Prends la R4	401
13.4 Installer l'Uno R4	403
13.5 Les bibliothèques	405
13.6 Des exemples	407
13.6.1 Lecture et écriture du port E	407
13.6.2 Sortie analogique	407
13.6.3 Serial & Serial1	409
13.6.4 Wire et Wire1	409
13.6.5 SPI, SPI0 et SPI1	410
13.6.6 MLI & OCM	415
Liste des programmes	421
Liste des figures	422
Liste des tableaux	431
Index	433