

# Sommaire

Kits ..... 0

Préambule

---

Débuter en électronique :  
rêve ou réalité ? ..... 1

Remerciements ..... 2

Théorie ..... 3

Avertissements ..... 4

Cas des condensateurs ..... 4

Cas des résistances ..... 4

## 1. Apprendre à identifier les composants électroniques

---

### 1.1 Identification grâce à la forme physique

1.1.1 Composants traversants ..... 5

1.1.2 Composants non traversants (CMS) .. 6

1.2 Identification grâce à la référence .. 7

1.3 Identification grâce au marquage  
de couleur ..... 9

1.4 Identification grâce au symbole  
sur le schéma ..... 9

1.4.1 Symboles des transistors ..... 10

1.4.2 Symboles des diodes ..... 11

1.4.3 Symboles des condensateurs ..... 12

1.4.4 Symboles des résistances ..... 13

1.4.5 Symboles des potentiomètres ..... 13

1.4.6 Symboles des relais ..... 14

1.4.7 Symboles des composants logiques . 15

1.4.8 Symboles divers ..... 16

## 2. Rôle principal des composants électroniques

---

### 2.1 Résistances

2.1.1 Vue générale ..... 19

*Valeur de la résistance* ..... 20

*Tolérance* ..... 20

*Code de couleur* ..... 20

2.1.2 Code de couleur ..... 21

*Comment localiser l'anneau de  
tolérance ?* ..... 23

2.1.3 Matériaux ..... 24

2.1.4 Différents types de résistances ..... 24

*Résistances standard* ..... 24

*Résistances de puissance* ..... 24

*Résistances de précision* ..... 26

*Résistances haute tension* ..... 27

*Résistances sensibles aux conditions  
ambiantes (lumière, température,  
humidité)* ..... 28

2.1.5 Associations de résistances ..... 29

2.1.6 Comment choisir une résistance ? .. 30

*Traitement de signaux de faible  
amplitude* ..... 30

*Quand ça chauffe...* ..... 31

*En haute fréquence* ..... 31

*En haute tension* ..... 31

*Grande précision requise* ..... 32

*Place limitée* ..... 32

<b>2.2</b>	<b>Condensateurs</b>	<b>2.4</b>	<b>Selfs (bobines)</b>
2.2.1	Vue générale ..... 33	2.4.1	Vue générale ..... 77
2.2.2	Capacité et codes de marquage ..... 33	2.4.2	Selfs fixes ..... 80
	<i>Marquage en clair -</i>	<b>2.5</b>	<b>Transistors</b>
	<i>Unité de base et sous-multiples</i> ..... 34	2.5.1	Vue générale ..... 81
	<i>Marquage par code de couleur</i> ..... 35	2.5.2	Différents types de transistors ..... 81
	<i>Marquage par code chiffré</i> ..... 36		<i>Transistors BF</i> ..... 82
	<i>Séries normalisées</i> ..... 37		<i>Transistors HF</i> ..... 82
2.2.3	Taille du condensateur ..... 37		<i>Transistors de faible puissance /</i>
2.2.4	Polarité des condensateurs ..... 39		<i>Transistors de forte puissance</i> ..... 83
2.2.5	Tension de service ..... 41		<i>Transistors bipolaires</i> ..... 84
2.2.6	Différents types et « qualités »		<i>Transistors FET et MOSFET</i> ..... 84
	de condensateurs ..... 45		<i>Transistors UJT</i> ..... 84
	<i>Condensateurs chimiques standard</i> . 45	2.5.3	Comment brancher un transistor ? .. 85
	<i>Condensateurs au tantale</i> ..... 45	<b>2.6</b>	<b>Circuits intégrés</b>
2.2.7	Précision (tolérance)	2.6.1	Vue générale ..... 86
	d'un condensateur ..... 47	2.6.2	Amplificateurs opérationnels
2.2.8	Comment choisir un condensateur ? 48		(AOP ou ALI) ..... 86
	<i>Petit guide</i> ..... 49	2.6.3	Circuits logiques CMOS et TTL ... 87
2.2.9	Condensateurs ajustables ..... 50		<i>CMOS ou TTL ?</i> ..... 87
2.2.10	Usage des condensateurs ..... 52	2.6.4	Circuits logiques programmables
	<i>Réservoir d'énergie</i> ..... 52		(PROM, PAL, GAL, PIC) ..... 87
	<i>Déphasage</i> ..... 57	2.6.5	Régulateurs de tension ..... 88
	<i>Filtrage (mise en jeu des rapports</i>		<i>Régulateurs à tension de sortie fixe,</i>
	<i>d'impédance)</i> ..... 59		<i>positive ou négative</i> ..... 90
<b>2.3</b>	<b>Diodes</b>		<i>Brochage des régulateurs à tension</i>
2.3.1	Vue générale ..... 59		<i>de sortie fixe LM78xx et LM79xx</i> ... 90
	<i>Seuil de conduction</i> ..... 62		<i>Régulateurs à tension de sortie</i>
	<i>Tension directe</i> ..... 63		<i>ajustable (programmable),</i>
	<i>Courant maximal</i> ..... 63		<i>positive ou négative</i> ..... 91
	<i>Tension inverse maximale</i> ..... 63		<i>Brochage des régulateurs à tension</i>
2.3.2	Diode « classique » (diode de		<i>ajustable LM317 et LM337</i> ..... 93
	commutation ou diode de signal) .. 64		<i>Tension d'entrée minimale</i> ..... 94
	<i>Utilisation en logique</i> ..... 64		<i>Tension trop élevée à l'entrée</i>
	<i>Utilisation en analogique</i> ..... 65		<i>du régulateur</i> ..... 94
2.3.3	Diodes de redressement ..... 68		<i>Régulateurs à courant de sortie</i>
	<i>Remarques</i> ..... 68		<i>programmable</i> ..... 95
2.3.4	Diode zener ..... 72		<i>Régulateurs à entrée directe</i>
2.3.5	Diode à capacité variable (Varicap) 74		<i>sur secteur</i> ..... 96
		2.6.6	Circuit intégré amplificateur
			de puissance ..... 96

<b>2.7</b>	<b>Triacs et thyristors</b>	<b>2.12</b>	<b>Relais</b>
2.7.1	Vue générale .....96	2.12.1	Relais électromécaniques ..... 118
<b>2.8</b>	<b>Potentiomètres</b>		<i>Relais avec diode de protection</i>
2.8.1	Potentiomètres de tableau ..... 97		<i>intégrée</i> ..... 119
	<i>Que cache le potentiomètre</i>		<i>Relais bistable</i> ..... 120
	<i>de tableau ?</i> ..... 98		<i>Relais HF</i> ..... 120
2.8.2	Potentiomètres ajustables .....101	2.12.2	Relais statiques ..... 121
2.8.3	Potentiomètres multi-tours .....101	2.12.3	Comparaison entre relais
2.8.4	Courbes de variation .....103		électromécaniques et statiques .... 121
<b>2.9</b>	<b>LED</b>	<b>2.13</b>	<b>Transformateurs</b>
2.9.1	Minimum à savoir .....104	2.13.1	Transformateurs d'alimentation ... 123
	<i>Une LED est polarisée</i> ..... 105	2.13.2	Transformateurs BF (audio) ..... 125
	<i>Une LED est un composant fragile</i> 105	<b>2.14</b>	<b>Capteurs</b>
	<i>Une LED fonctionne avec une tension</i>	2.14.1	Comment trouver le capteur adapté
	<i>de faible valeur</i> ..... 105		à son application ? ..... 126
2.9.2	Formes et couleurs des LED .....106	2.14.2	Capteurs de lumière visible
2.9.3	Variation de luminosité		et capteurs infrarouge ..... 126
	d'une LED .....107	2.14.3	Capteurs de température ..... 128
<b>2.10</b>	<b>Afficheurs à LED et LCD</b>	2.14.4	Capteurs de champ magnétique ... 129
	<b>(afficheurs à cristaux liquides)</b>	2.14.5	Capteurs de pression ..... 129
2.10.1	Afficheurs à segments	2.14.6	Capteurs de choc ..... 130
	(sept ou plus) .....109	2.14.7	Capteurs d'ultrasons ..... 130
	<i>Normalement une LED possède</i>	<b>2.15</b>	<b>Supports des composants</b>
	<i>deux broches !</i> ..... 109	2.15.1	Supports de circuit intégré
	<i>Autres afficheurs à segments</i> ..... 110		à usage général ..... 132
2.10.2	Afficheurs à matrice(s) de LED ...111	2.15.2	Supports de circuit intégré à force
2.10.3	Afficheurs à cristaux liquides		d'insertion nulle. .... 132
	(LCD) .....112	<b>2.16</b>	<b>Commutateurs et interrupteurs</b>
2.10.4	Multiplexage des afficheurs .....113		<b>mécaniques</b>
2.10.5	Afficheurs à logique intégrée .....113	2.16.1	Interrupteur ..... 132
<b>2.11</b>	<b>Optocoupleurs</b>		<i>Interrupteurs avec verrouillage</i> ... 135
2.11.1	Boîtiers d'optocoupleurs .....115	2.16.2	Inverseur ..... 135
2.11.2	Optocoupleurs logiques .....116	2.16.3	Mini-interrupteur ( <i>microswitch</i> ) ... 135
2.11.3	Optocoupleurs linéaires	2.16.4	Commutateur rotatif ou rectiligne . 137
	(analogiques) .....116	2.16.5	Bouton-poussoir ..... 138
2.11.4	Optocoupleurs à fenêtre (à fourche)	2.16.6	Comment reconnaître les broches d'un
	ou réfléchifs .....116		interrupteur ou d'un inverseur ? ... 139
2.11.5	Taux de transfert de courant, .....117		

<b>2.17</b>	<b>Dissipateurs thermiques</b>	4.3.4	Reconnaître un condensateur de découplage d'alimentation . . . . .	154
2.17.1	Dissipateurs pré-perçés et prêts à l'emploi . . . . .	4.3.5	Reconnaître un condensateur de liaison . . . . .	154
2.17.2	Profilés à découper et/ou à percer . .	4.3.6	Analyse minutieuse d'un schéma . .	156
2.17.3	Du bon usage des dissipateurs thermiques . . . . .	<b>4.4</b>	<b>Différentes façons de dessiner la même chose . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>3.</b>	<b>Composants actifs « universels »</b>	<b>4.5</b>	<b>Connexions manquantes . . . . .</b>	<b>161</b>
<b>3.1</b>	<b>Transistors . . . . .</b>	<b>4.6</b>	<b>Des erreurs dans les schémas ? . .</b>	<b>164</b>
<b>3.2</b>	<b>Oscillateurs et temporisateurs . .</b>	<b>5.</b>	<b>Où faire ses courses ?</b>	
<b>3.3</b>	<b>Amplificateurs opérationnels (AOP) . . . . .</b>	<b>5.1</b>	<b>Où acheter son outillage ? . . . . .</b>	<b>167</b>
<b>3.4</b>	<b>Régulateurs de tension . . . . .</b>	<b>5.2</b>	<b>Où acheter les composants électroniques ? . . . . .</b>	<b>167</b>
<b>4.</b>	<b>Apprendre à lire un montage électronique</b>	<b>6.</b>	<b>Unités</b>	
<b>4.1</b>	<b>Conventions respectées pour dessiner les schémas</b>	<b>6.1</b>	<b>Volt . . . . .</b>	<b>169</b>
4.1.1	Points de connexion sur lignes de liaison . . . . .	<b>6.2</b>	<b>Ampère . . . . .</b>	<b>169</b>
4.1.2	Report de connexion . . . . .	<b>6.3</b>	<b>Décibel . . . . .</b>	<b>171</b>
4.1.3	Connexions en l'air . . . . .	6.3.1	Décibels : rapport . . . . .	172
<b>4.2</b>	<b>Décomposition en blocs fonctionnels . . . . .</b>	6.3.2	Décibels : valeur absolue . . . . .	174
<b>4.3</b>	<b>Décomposition composant par composant</b>	6.3.3	Conversion des volts en dBu . . . . .	175
4.3.1	Reconnaître une diode de protection . . . . .	<b>7.</b>	<b>Impédance . . . . .</b>	<b>177</b>
4.3.2	Reconnaître un pont diviseur résistif . . . . .			
4.3.3	Reconnaître un circuit numérique d'un circuit analogique . . . . .			

<b>8.</b>	<b>Bibliothèque technique</b>	
8.1	Revue d'électronique	180
8.2	Livres spécialisés	180
8.3	Feuilles de caractéristiques ( <i>datasheets</i> )	
	<i>Quand consulter une feuille de caractéristiques ?</i>	181
	<i>Quelques adresses internet de fabricants connus.</i>	181

<b>9.</b>	<b>Dangers en électronique – Avertissements</b>	
9.1	Danger lié aux tensions élevées	183
9.2	Composants qui explosent	184
9.3	Les outils ne sont pas tous inoffensifs	184
9.4	Hygiène minimale	184

## PRATIQUE

<b>10.</b>	<b>Espace de travail</b>	187
------------	--------------------------	-----

<b>11.</b>	<b>Outillage minimum</b>	
------------	--------------------------	--

11.1	Quel multimètre choisir ?	189
11.2	Choix du fer à souder et de la soudure	
11.2.1	Soudure avec plomb et soudure sans plomb	190
11.2.2	Fer à souder	190
11.2.3	Comment faire une bonne soudure ?	191
	<i>Impératifs ou conseils pour réaliser de bonnes soudures.</i>	191
	<i>Ordre de soudage des composants.</i>	192
	<i>Courbure des broches de composants</i>	192
	<i>Maintien des composants pendant le soudage.</i>	193
	<i>Cas des circuits double face.</i>	193

	<i>Fils souples multibrins</i>	193
	<i>La troisième main</i>	193

<b>11.3</b>	<b>Petit outillage</b>	
11.3.1	Tournevis et pinces	194
11.3.2	Petite perceuse	195
11.3.3	Foret à étages	196
11.3.4	Ebavureuse (ou alésoir)	196

<b>11.4</b>	<b>Qualité des fils électriques</b>	197
-------------	-------------------------------------	-----

<b>12.</b>	<b>Circuits imprimés</b>	
------------	--------------------------	--

12.1	Faire soi-même ou faire faire ?	199
12.2	Circuits à l'anglaise	199
12.3	Plaques à bandes ou pastilles	200
	<i>Souder les composants côté pastilles ou bandes ?</i>	201
	<i>Prix des plaques pré-percées.</i>	201

12.4 Plaques d'expérimentation sans soudure .....201

12.5 Circuits traditionnels  
*Simple ou double face ?* ..... 205

12.6 Protection des circuits imprimés .205

### 13. Récupération de composants

---

13.1 Récupération des composants traversants .....207

13.2 Récupération des composants non traversants (CMS) .....207

### 14. Rangement des composants

---

14.1 Rangement avec un compartiment par valeur .....210

14.2 Rangement avec un compartiment par plage de valeur .....210

14.3 Rangement avec un compartiment par valeur principale .....212

### 15. Liens entre schéma et réalisation pratique

---

15.1 Minimum requis .....213

15.2 Schéma et circuit imprimé .....213

### 16. Commencer avec des montages simples

---

16.1 Kits ..... 217

#### 16.2 Expériences de base

16.2.1 LED qui s'allume ..... 218

16.2.2 LED qui reste allumée quand on enlève la pile ..... 219

16.2.3 LED qui s'allume en présence d'électricité statique ..... 220

16.2.4 LED qui s'allume en présence de son ..... 221

16.2.5 Altération du son d'un élément d'une chaîne Hi-Fi ..... 222

16.2.6 Seuil de basculement des entrées de portes logiques ..... 225

#### 16.3 Montages un peu plus évolués

16.3.1 Sirène ..... 227

16.3.2 Orgue musical ..... 228

16.3.3 Clignotant ..... 231

16.3.4 Chenillard lumineux ..... 231

16.3.5 Interrupteur photosensible ..... 232

16.3.6 Thermomètre ..... 234

16.3.7 Alarme ..... 235

16.3.8 Générateur de picotements ..... 235

### 17. Assemblage de bouts de circuit

---

17.1 Idée générale ..... 239

#### 17.2 Quelques exemples pratiques

17.2.1 Petit mélangeur audio pour musicien ..... 239

17.2.2 Interrupteur crépusculaire temporisé ..... 243

17.2.3 Indicateur lumineux de réglage de volume ..... 244

<b>18.</b>	<b>PIC</b>	
<b>18.1</b>	<b>Qu'est-ce qu'un PIC ?</b>	247
<b>18.2</b>	<b>Que faire avec un PIC ?</b>	247
<b>18.3</b>	<b>Difficile de programmer un PIC ?</b>	247
<b>18.4</b>	<b>Clignotement d'une LED avec un PIC</b>	248
<b>18.5</b>	<b>Pièges fréquents</b>	
18.5.1	Une sortie n'est pas une entrée	249
18.5.2	Choix de l'horloge de cadencement	249
<b>18.6</b>	<b>Exemples simples</b>	
18.6.1	Indicateur de niveau de liquide à affichage numérique	249
18.6.2	Clignotant dont la vitesse dépend de la lumière ambiante	251
18.6.3	Indicateur à fenêtre programmable	251
18.6.4	Minuterie avec préavis d'extinction	252
18.6.5	Chenillard style K2000 lumineux et sonore	252
18.6.6	Gradateur de lumière piloté par télécommande infrarouge de téléviseur	253
<b>19.</b>	<b>Mise en boîte des montages</b>	

<b>19.1</b>	<b>Choix du boîtier</b>	255
<b>19.2</b>	<b>Perceuse pour circuit imprimé et boîtier</b>	256
<b>19.3</b>	<b>Accessoires</b>	
	<i>Passe-fil et presse-étoupe</i>	257
	<i>Visserie et entretoises</i>	258

	<i>Colliers de serrage, ficelle, attaches auto-adhésives pour câbles</i>	261
	<i>Gaine thermorétractable</i>	261
	<i>Pistolet à colle</i>	261

<b>20.</b>	<b>CMS : c'est dur ?</b>	
<b>20.1</b>	<b>Composants montés en surface</b>	263
<b>20.2</b>	<b>Outils pour CMS</b>	263
<b>21.</b>	<b>Pratiques à éviter</b>	
<b>21.1</b>	<b>Entrées en l'air</b>	265
<b>21.2</b>	<b>Grandes longueurs de fil</b>	265
<b>21.3</b>	<b>Laisser un composant chauffer trop</b>	265
<b>21.4</b>	<b>Stockage sauvage de composants fragiles</b>	266
<b>21.5</b>	<b>Décharge forcée d'un condensateur</b>	266
<b>22.</b>	<b>Astuces diverses</b>	

<b>22.1</b>	<b>Protection contre l'inversion de polarité</b>	269
<b>22.2</b>	<b>Contre-attaque sur tension de déchet en sortie d'AOP</b>	270
<b>22.3</b>	<b>Économiser l'énergie sur certains appareils portables alimentés par pile</b>	272

<b>22.4</b>	<b>Remplacer une LED par un relais</b>	<b>24.4</b>	<b>Test d'un transistor bipolaire NPN ou PNP</b>
22.4.1	Remplacement direct ? ..... 273	24.4.1	Test de base ..... 287
22.4.2	Principe de précaution ..... 273	24.4.2	Test de conduction ..... 287
22.4.3	Analyse du circuit de commande ..... 273	24.4.3	Mesure du gain ..... 288
<b>22.5</b>	<b>Remplacer un inducteur par une résistance</b> ..... 275	<b>24.5</b>	<b>Test de potentiomètre</b> ..... 289
<b>23.</b>	<b>Coût de revient</b>	24.5.1	Courbe de variation du potentiomètre ..... 289
<b>23.1</b>	<b>Équipement</b> ..... 277	24.5.2	Test de qualité ..... 291
<b>23.2</b>	<b>Consommables</b> ..... 277	<b>24.6</b>	<b>Test d'un triac</b> ..... 292
<b>23.3</b>	<b>Outre le coût de revient...</b> ..... 277	<b>25.</b>	<b><i>Circuit bending</i> ou l'art de modifier des circuits existants</b>
<b>24.</b>	<b>Test des composants</b>	<b>25.1</b>	<b>Qu'est-ce que le <i>circuit bending</i> ?</b> 293
<b>24.1</b>	<b>Test d'une résistance</b> ..... 279	<b>25.2</b>	<b>Outils requis</b> ..... 293
<b>24.2</b>	<b>Test d'un condensateur</b>	<b>25.3</b>	<b>Par où commencer ?</b> ..... 293
24.2.1	Test de condensateur avec un ohmmètre ..... 280	<b>25.4</b>	<b>À faire - À ne pas faire</b> ..... 294
24.2.2	Test de condensateur avec une source externe de tension continue ..... 280	<b>26.</b>	<b>Annexes</b>
24.2.3	Test de condensateur avec une source externe de tension alternative ..... 281 <i>Exemple avec un condensateur de 1 µF</i> ..... 282	<b>26.1</b>	<b>Logiciels pour circuits imprimés</b> <i>Logiciels payants</i> ..... 295 <i>Logiciels gratuits</i> ..... 296 <i>Sociétés de réalisation de circuits imprimés</i> ..... 296
<b>24.3</b>	<b>Test d'une diode (diode normale, pont de diodes, zener, diac ou LED)</b>	<b>26.2</b>	<b>Conseils de sécurité</b> <i>Isolation en classes</i> ..... 297 <i>En pratique</i> ..... 297 <i>Accessoires</i> ..... 297 <i>Rude épreuve</i> ..... 300
24.3.1	Test d'une diode standard ou d'un pont de diodes ..... 283 <i>Test des diodes d'un pont de diodes</i> 284	<b>26.3</b>	<b>Spectre électromagnétique</b> ..... 301
24.3.2	Test d'une diode zener ..... 284		
24.3.3	Test de LED ..... 285		
24.3.4	Test d'un diac ..... 285		

<b>26.4</b>	<b>PIC : configuration des entrées/sorties</b>		<i>Précision</i> . . . . .	322
	<i>Des pattes à tout faire</i> . . . . .	302	<i>Résolution</i> . . . . .	322
	<i>Conclusion évidente</i> . . . . .	303	26.9.6 Impédance d'entrée . . . . .	323
	<i>Paramètres de configuration</i> . . . . .	303	26.9.7 Consignes de sécurité générales . . .	323
	<i>La base de la base</i> . . . . .	303	<i>Résumé des précautions à prendre</i> .	324
<b>26.5</b>	<b>Puissances de dix</b> . . . . .	305	26.9.8 Différents types de mesures . . . . .	324
<b>26.6</b>	<b>Boîtiers</b> . . . . .	306	<i>Mesure d'une tension continue ou alternative</i> . . . . .	325
<b>26.7</b>	<b>Symboles des composants</b> . . . . .	307	<i>Mesure d'un courant continu ou alternatif</i> . . . . .	326
<b>26.8</b>	<b>U = RI. Sans blague !</b>		<i>Mesure d'une résistance</i> . . . . .	327
26.8.1	Une formule à tout faire . . . . .	308	<i>Test d'une diode</i> . . . . .	327
26.8.2	Marre des formules simples ! . . . .	309	<i>Test d'un transistor</i> . . . . .	327
26.8.3	Retournement de formule : I = U / R . . . . .	314	<i>Testeur de continuité sonore</i> . . . . .	329
26.8.4	Puissance . . . . .	316	<i>Mesure d'isolement</i> . . . . .	329
<b>26.9</b>	<b>Utilisation d'un multimètre</b> . . . .	316	<i>Mesure de fréquence</i> . . . . .	329
26.9.1	Qu'est-ce qu'un multimètre ? . . . .	317	<i>Mesure de capacité (condensateur)</i> . 330	
26.9.2	Multimètre analogique ou multimètre numérique ? . . . . .	318	<i>Mesure d'inductance (bobine, self)</i> . 330	
26.9.3	Pourquoi de telles différences de prix ? . . . . .	318	26.9.9 Exemples de mesures avec le multimètre Jeulin CL1 . . . . .	330
26.9.4	Gammes manuelles ou automatiques . . . . .	320	<i>Mesure d'une tension continue avec le CLI</i> . . . . .	330
	<i>Gammes manuelles</i> . . . . .	321	<i>Mesure d'une tension alternative avec le CLI</i> . . . . .	333
	<i>Gammes automatiques</i> . . . . .	321	<i>Mesure d'un courant continu avec le CLI</i> . . . . .	334
26.9.5	Nombre de « points » de mesure, précision et résolution . . . . .	321	<i>Mesure d'une résistance avec le CLI</i> . . . . .	335
	<i>Nombre de points de mesure</i> . . . . .	321	<i>Test d'une diode avec le CLI</i> . . . . .	336
			<i>Test d'un transistor avec le CLI</i> . . .	338
			26.9.10 Astuces et conseils divers . . . . .	339
			26.9.11 Quelques fabricants . . . . .	340