



## L'électronique pour les débutants

*qui sèchent les cours  
mais soudent sans se brûler les doigts*

Auteur : Rémy MALLARD

Éditeur : Elektor  
ISBN : 978-2-86661-180-4  
Format : 17 × 23,5 cm  
Nbre de pages : 320  
Prix : 39,50 €

## Sommaire

### Préambule

Débuter en électronique : rêve ou réalité ? .....	1
Remerciements .....	2
Théorie .....	3
Avertissements	
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
2.2	Condensateurs	
2.2.1	Vue générale .....	33
2.2.2	Capacité et codes de marquage .....	33
	Marquage en clair - Unité de base et sous-multiples .....	34
	Marquage par code de couleur .....	35
	Marquage par code chiffré .....	36
	Séries normalisées .....	37
2.2.3	Taille du condensateur .....	37
2.2.4	Polarité des condensateurs .....	39
2.2.5	Tension de service .....	41
2.2.6	Différents types et « qualités » de condensateur .....	45
	Condensateurs chimiques standard .....	45
	Condensateurs au tantale .....	45
2.2.7	Précision (tolérance) d'un condensateur .....	47
2.2.8	Comment choisir un condensateur ? .....	48
	Petit guide .....	49
2.2.9	Condensateurs ajustables .....	50

2.2.10	Usage des condensateurs	52
	Réservoir d'énergie	52
	Déphasage	57
	Filtrage (mise en jeu des rapports d'impédance)	59
2.3	Diodes	
2.3.1	Vue générale	59
	Seuil de conduction	62
	Tension directe	63
	Courant maximal	63
	Tension inverse maximale	63
2.3.2	Diode « classique » (diode de commutation ou diode de signal)	64
	Utilisation en logique	64
	Utilisation en analogique	65
2.3.3	Diodes de redressement	68
	Remarques	68
2.3.4	Diode zener	72
2.3.5	Diode à capacité variable (Varicap)	74
2.4	Selfs (bobines)	
2.4.1	Vue générale	77
2.4.2	Selfs fixes	80
2.5	Transistors	
2.5.1	Vue générale	81
2.5.2	Différents types de transistors	81
	Transistors BF	82
	Transistors HF	82
	Transistors de faible puissance / Transistors de forte puissance	83
	Transistors bipolaires	84
	Transistors FET et MOSFET	84
	Transistors UJT	84
2.5.3	Comment brancher un transistor ?	85
2.6	Circuits intégrés	
2.6.1	Vue générale	86
2.6.2	Amplificateurs opérationnels (AOP ou ALI)	86
2.6.3	Circuits logiques CMOS et TTL	87
	CMOS ou TTL ?	87
2.6.4	Circuits logiques programmables (PROM, PAL, GAL, PIC)	87
2.6.5	Régulateurs de tension	88
	Régulateurs à tension de sortie fixe, positive ou négative	90
	Brochage des régulateurs à tension de sortie fixe LM78xx et LM79xx	90
	Régulateurs à tension de sortie ajustable (programmable), positive ou négative	91
	Brochage des régulateurs à tension ajustable LM317 et LM337	93
	Tension d'entrée minimale	94
	Tension trop élevée à l'entrée du régulateur	94
	Régulateurs à courant de sortie programmable	95
	Régulateurs à entrée directe sur secteur	96
2.6.6	Circuit intégré amplificateur de puissance	96
2.7	Triacs et thyristors	
2.7.1	Vue générale	96

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

2.16	Commutateurs et interrupteurs mécaniques	
2.16.1	Interrupteur	132
	Interrupteurs avec verrouillage	135
2.16.2	Inverseur	135
2.16.3	Mini-interrupteur ( <i>microswitch</i> )	135
2.16.4	Commutateur rotatif ou rectiligne	137
2.16.5	Bouton-poussoir	138
2.16.6	Comment reconnaître les broches d'un interrupteur ou d'un inverseur ?	139
2.17	Dissipateurs thermiques	
2.17.1	Dissipateurs pré-percés et prêts à l'emploi	140
2.17.2	Profilés à découper et/ou à percer	141
2.17.3	Du bon usage des dissipateurs thermiques	141
<b>3.</b>	<b>Composants actifs « universels »</b>	
3.1	Transistors	143
3.2	Oscillateurs et temporisateurs	145
3.3	Amplificateurs opérationnels (AOP)	147
3.4	Régulateurs de tension	148
<b>4.</b>	<b>Apprendre à lire un montage électronique</b>	
4.1	Conventions respectées pour dessiner les schémas	
4.1.1	Points de connexion sur lignes de liaison	149
4.1.2	Report de connexion	149
4.1.3	Connexions en l'air	150
4.2	Décomposition en blocs fonctionnels	152
4.3	Décomposition composant par composant	
4.3.1	Reconnaître une diode de protection	153
4.3.2	Reconnaître un pont diviseur résistif	153
4.3.3	Reconnaître un circuit numérique d'un circuit analogique	154
4.3.4	Reconnaître un condensateur de découplage d'alimentation	154
4.3.5	Reconnaître un condensateur de liaison	154
4.3.6	Analyse minutieuse d'un schéma	156
4.4	Différentes façons de dessiner la même chose	156
4.5	Connexions manquantes	161
4.6	Des erreurs dans les schémas ?	164
<b>5.</b>	<b>Où faire ses courses ?</b>	
5.1	Où acheter son outillage ?	167
5.2	Où acheter les composants électroniques ?	167

## 6. Unités

6.1	Volt	169
6.2	Ampère	169
6.3	Décibel	170
6.3.1	Décibels : rapport	172
6.3.2	Décibels : valeur absolue	174
6.3.3	Conversion des volts en dBu	175

7.	Impédance	177
----	-----------	-----

## 8. Bibliothèque technique

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

## 9. Dangers en électronique – Avertissements

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

10.	Espace de travail	187
-----	-------------------	-----

## 11. Outillage minimum

11.1	Quel multimètre choisir ?	189
11.2	Choix du fer à souder et de la soudure	189
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
	Impératifs ou conseils pour réaliser de bonnes soudures	191
	Ordre de soudage des composants	192
	Courbure des broches de composants.	192
	Maintien des composants pendant le soudage	193
	Cas des circuits double face	193
	Fils souples multibrins	193
	La troisième main.	193

11.3	Petit outillage	194
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
11.4	Qualité des fils électriques	197

## **12. Circuits imprimés**

12.1	Faire soi-même ou faire faire ?	199
12.2	Circuits à l'anglaise	199
12.3	Plaques à bandes ou pastilles	200
	Souder les composants côté pastilles ou bandes ?	201
	Prix des plaques pré-percées.	201
12.4	Plaques d'expérimentation sans soudure	201
12.5	Circuits traditionnels	204
	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	218
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	227
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	239
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

## 18. PIC

18.1	Qu'est-ce qu'un PIC ?	247
18.2	Que faire avec un PIC ?	247
18.3	Difficile de programmer un PIC ?	247
18.4	Clignotement d'une LED avec un PIC	248
18.5	Pièges fréquents	248
18.5.1	Une sortie n'est pas une entrée	249
18.5.2	Choix de l'horloge de cadencement	249
18.6	Exemples simples	249
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

## 19. Mise en boîte des montages

19.1	Choix du boîtier	255
19.2	Perceuse pour circuit imprimé et boîtier	256
19.3	Accessoires	257
	Passe-fil et presse-étoupe	257
	Visserie et entretoises	258
	Colliers de serrage, ficelle, attaches auto-adhésives pour câbles	261
	Gaine thermorétractable	261
	Pistolet à colle	261

## **20. CMS : c'est dur ?**

20.1 Composants montés en surface .....	263
20.2 Outils pour CMS .....	263

## **21. Pratiques à éviter**

21.1 Entrées en l'air .....	265
21.2 Grandes longueurs de fil .....	265
21.3 Laisser un composant chauffer trop .....	265
21.4 Stockage sauvage de composants fragiles .....	266
21.5 Décharge forcée d'un condensateur .....	266

## **22. Astuces diverses**

22.1 Protection contre l'inversion de polarité .....	269
22.2 Contre-attaque sur tension de déchet en sortie d'AOP .....	270
22.3 Économiser l'énergie sur certains appareils portables alimentés par pile .....	272
22.4 Remplacer une LED par un relais	
22.4.1 Remplacement direct ? .....	273
22.4.2 Principe de précaution .....	273
22.4.3 Analyse du circuit de commande .....	273
22.5 Remplacer un inflammateur par une résistance .....	275

## **23. Coût de revient**

23.1 Équipement .....	277
23.2 Consommable .....	277
23.3 Outre le coût de revient... ..	277

## **24. Test des composants**

24.1 Test d'une résistance .....	279
24.2 Test d'un condensateur	
24.2.1 Test de condensateur avec un ohmmètre .....	280
24.2.2 Test de condensateur avec une source externe de tension continue .....	280
24.2.3 Test de condensateur avec une source externe de tension alternative .....	281
Exemple avec un condensateur de 1 $\mu$ F .....	282
24.3 Test d'une diode (diode normale, pont de diodes, zener, diac ou LED)	
24.3.1 Test d'une diode standard ou d'un pont de diodes .....	283
Test des diodes d'un pont de diodes .....	284
24.3.2 Test d'une diode zener .....	284
24.3.3 Test de LED .....	285
24.3.4 Test d'un diac .....	285

24.4	Test d'un transistor bipolaire NPN ou PNP	
24.4.1	Test de base	287
24.4.2	Test de conduction	287
24.4.3	Mesure du gain	288
24.5	Test de potentiomètre	
24.5.1	Courbe de variation du potentiomètre	289
24.5.2	Test de qualité	291
24.6	Test d'un triac	292

## **25. *Circuit bending* ou l'art de modifier des circuits existants**

25.1	Qu'est-ce que le <i>circuit bending</i> ?	293
25.2	Outils requis	293
25.3	Par où commencer ?	293
25.4	À faire - À ne pas faire	294

## **26. Annexes**

26.1	Logiciels pour circuits imprimés	
	Logiciels payants	295
	Logiciels gratuits	296
	Sociétés de réalisation de circuits imprimés.	296
26.2	Conseils de sécurité	
	Isolation en classes	297
	En pratique	297
	Accessoires	297
	Rude épreuve	300
26.3	Spectre électromagnétique	301
26.4	PIC : configuration des entrées/sorties	
	Des pattes à tout faire	302
	Conclusion évidente	303
	Paramètres de configuration	303
	La base de la base.	303
26.5	Puissances de dix	305
26.6	Boîtiers	306
26.7	Symboles des composants	307