



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 €

**Ce fichier contient le sommaire suivi de six pages
représentatives de l'ensemble du livre qui en compte 320.**

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 réfléchitifs	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

3. Composants actifs « universels »

3.1	Transistors	143
3.2	Oscillateurs et temporisateurs	145
3.3	Amplificateurs opérationnels (AOP)	147
3.4	Régulateurs de tension	148

4. Apprendre à lire un montage électronique

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

5. Où faire ses courses ?

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 μ 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

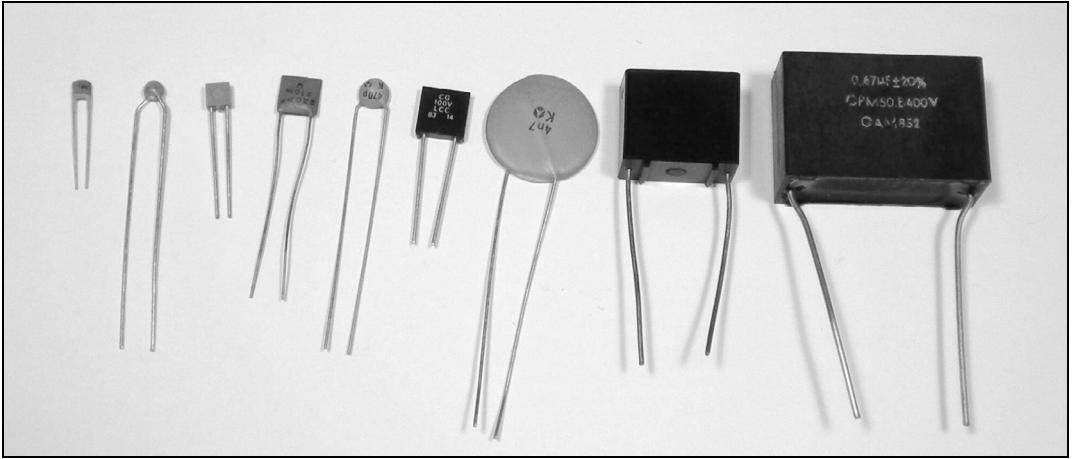


Figure 2.2.4.d - Pour les condensateurs non polarisés comme ceux visibles sur cette photo, le sens de branchement n'a pas d'importance.

Le condensateur non polarisé de faible valeur (céramique, plastique par exemple) peut être branché dans n'importe quel sens, comme c'est le cas pour une résistance. C'est le cas des condensateurs présentés en exemple sur la figure 2.2.4.d.

Le condensateur non polarisé est sans doute mon préféré, certainement parce qu'il me demande moins d'efforts de concentration et parce que je n'ai pas besoin de mes lunettes pour m'assurer de sa bonne implantation.

Sur la figure 2.2.4.e, on peut voir deux condensateurs chimiques non polarisés (marquage NP pour *Not Polarised*) de 47 μF et de 10 μF , eux aussi peuvent être branchés dans n'importe quel sens.

Nota : un condensateur non polarisé peut aussi exploser. On m'avait affirmé le contraire quand j'étais enfant, j'ai pourtant découvert là une nouvelle façon de faire les décorations de Noël. Vive les vieux condensateurs au papier qui restent brillants même après déflagration. Rien qu'à cause de l'odeur, mieux vaut faire les décorations dehors.

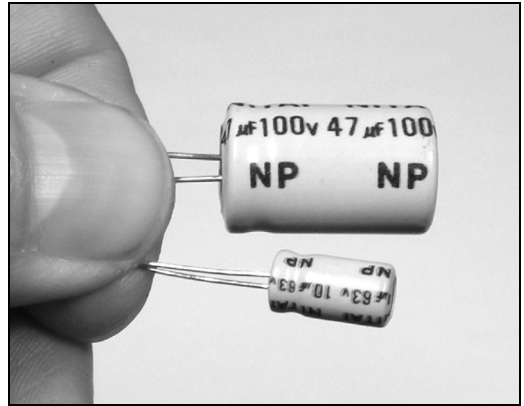


Figure 2.2.4.e - Exemple de condensateurs chimiques de forte valeur non polarisés (marquage NP). Leur sens de branchement n'a pas d'importance.

Un condensateur chimique de forte valeur non polarisé (NP) est plus cher que son homologue polarisé, on le remplacera parfois par deux condensateurs polarisés câblés en série et tête-bêche (les deux pôles « plus » ou « moins » connectés ensemble).

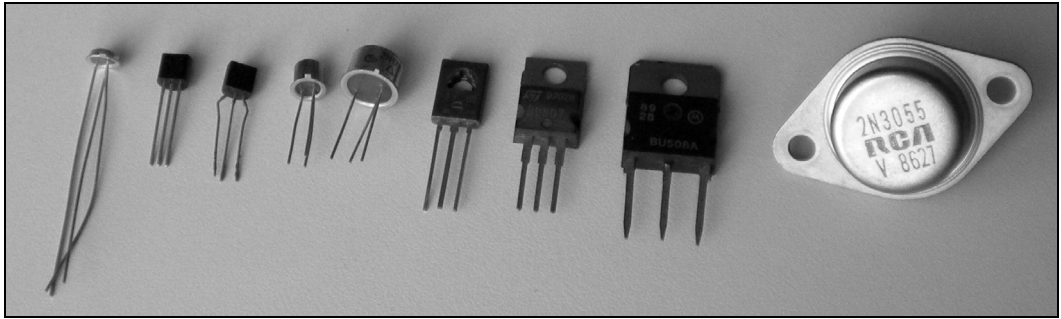


Figure 2.5.2.a – Quelques exemples de transistors encapsulés dans des boîtiers aux formes diverses. Il en existe de nombreuses variétés.

2.5 Transistors

2.5.1 Vue générale

Un transistor possède le plus souvent trois broches. Toutefois on trouve également des transistors à quatre broches (il faut bien donner un peu raison à ceux qui disent que l'électronique est difficile et réservée à l'élite). Pour le moment, laissons de côté ces moutons à quatre pattes.

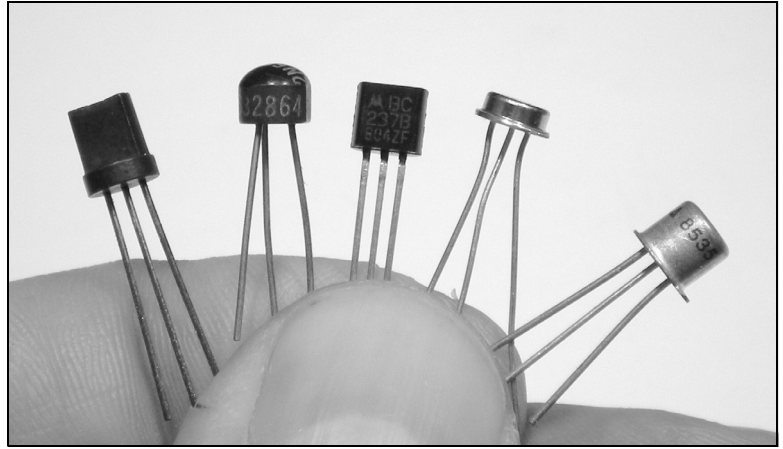
Le transistor est un composant dit actif car il nécessite l'apport d'une énergie externe (pile par exemple) pour fonctionner. Il peut jouer plusieurs rôles mais les principaux sont la commutation (fonction interrupteur) et l'amplification de courant et/ou de tension. Dans son rôle de commutateur, on peut le comparer à un interrupteur télécommandé qui amplifie également. Plutôt inattendu, non ?

2.5.2 Différents types de transistors

Parce que les besoins peuvent être différents et parce qu'un même transistor ne peut pas posséder toutes les qualités du monde, on trouve plusieurs types de transistors : des très puissants et des moins puissants, des lents et des rapides, des fragiles et des solides, des moches et des beaux. La figure 2.5.2.a en donne un tout petit aperçu.

Selon le domaine dans lequel on œuvre – audio, vidéo, haute fréquence, commande de moteurs, etc. – on doit choisir ses transistors en fonction de leurs caractéristiques. Un transistor miniature capable d'allumer une LED dans un lecteur MP3 ne sera probablement pas retenu pour piloter un moteur de perceuse électrique à courant continu. Dans la jungle des boîtiers et références disponibles, il existe des transistors très rapides mais peu puissants, d'autres très puissants mais lents. Dans les deux familles, certains présentent un grand gain (sont capables d'amplifier beaucoup une tension ou un courant), d'autre n'amplifient que très peu (gain faible). Un transistor darlington par exemple est réputé pour présenter un gain très élevé (par exemple 100 000) mais aussi pour être assez lent. Il existe sans doute des transistors darlington qui conjuguent gain élevé et rapidité, allez savoir. Cette simple vue d'ensemble devrait vous convaincre qu'on ne peut pas choisir au hasard un transistor. Il doit présenter des caractéristiques qui répondent à des besoins précis. Soyez rassuré, il existe un grand nombre de transistors qui répondent à plusieurs impératifs, surtout quand on reste dans des domaines de fonctionnement « généraux », donc pas trop spécifiques. Le transistor 2N2222 par exemple, un modèle fort réputé et très bon marché, peut aussi bien servir à piloter une LED ou un relais qu'à assurer la fonction d'oscillation dans un petit

Figure 2.5.2.b -
 Les transistors BC237
 (transistor dans un boîtier en
 plastique au centre de la
 photo) et BC109 (transistor
 dans un boîtier en métal à
 droite de la photo) font partie
 des transistors les plus
 répandus, leur petitesse et
 leur côté un peu passe-
 partout n'y sont pas pour rien.



émetteur FM, ou encore servir de petit pré-amplificateur BF pour microphone même s'il n'est sans doute pas le composant le plus adapté pour cet usage. Il existe de nombreux cas de figure où un transistor peut être remplacé par une autre référence, sans devoir changer quoi que ce soit d'autre autour de lui. Il est aussi des cas où le remplacement d'un transistor défectueux par un remplaçant « douteux » n'est absolument pas envisageable. Vous l'avez compris, il faudra un minimum de pratique pour reconnaître le schéma ou la section de schéma où un transistor peut être remplacé sans difficulté par un « équivalent ».

Transistors BF

Les transistors BF (pour signaux à basse fréquence) sont conçus pour fonctionner à des vitesses modérées, comme dans le monde de l'automatisme, l'audio ou la vidéo. Ceci dit, certains transistors placés dans la catégorie BF par leur fabricant sont capables de travailler à des vitesses assez élevées, comme par exemple le transistor BC109 (figure 2.5.2.b). Ce transistor est classé dans la catégorie « BF petite puissance » mais il est capable de travailler jusqu'à plus de 150 MHz, ce qui laisse penser qu'un transistor sera parfois utilisé dans un domaine pour lequel il n'a pas été spécialement conçu.

Transistors HF

Pour ce qui est des transistors HF (pour signaux à haute fréquence), c'est une autre histoire. Quand on commence à « monter en fréquence », c'est-à-dire quand on veut faire travailler le transistor à des vitesses vraiment élevées (par exemple dans un amplificateur pour émetteur de télévision à 700 MHz), on ne peut plus se contenter de bricoler avec un transistor « pas conçu pour mais qui pourrait peut-être... ». Un transistor utilisé en commutation (tout ou rien) ou en amplification linéaire est confronté à un moment ou à un autre à des passages (transitions) difficiles. On peut faire une analogie rapide avec des personnes qui font un *footing* et qui courent de façon régulière. Tant que tout le monde va à son rythme, tout va bien même si certaines personnes vont plus vite que d'autres. Si on demande à tout le monde d'accélérer la cadence, il vient un moment où certains s'essouffent. C'est valable aussi pour la personne dont le rythme de croisière est le plus élevé. Il en est de même pour les transistors : à partir d'un moment, ils s'essouffent et/ou chauffent exagérément. La figure 2.5.2.c montre un exemple de transistor pour signaux à haute fréquence qui travaille avec des courants de forte intensité.

Il existe aussi des transistors HF prévus pour les petites puissances, comme le montre la photo de la figure 2.5.2.d.

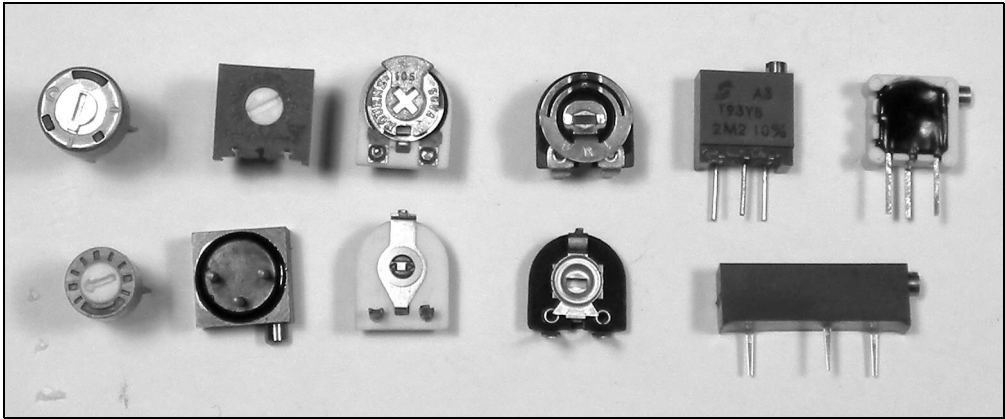


Figure 2.8.2.a - Différents types de potentiomètres ajustables pour usage grand public et professionnel. Les trois potentiomètres de droite sont de type multi-tours (10, 15 et 25 tours).

2.8.2 Potentiomètres ajustables

Les potentiomètres de tableau sont prévus pour être manipulés facilement et souvent, comme c'est le cas par exemple d'un bouton de volume ou de tonalité. Dans certains cas, on effectue un réglage qui normalement ne devrait plus être modifié par la suite, comme le réglage du courant de repos d'un amplificateur par exemple. Dans ce cas, il vaut mieux utiliser un potentiomètre ajustable qui prend bien moins de place et qui, fixé directement sur le circuit imprimé, ne sera pas accessible à l'utilisateur final. La figure 2.8.2.a montre quelques exemples de potentiomètres ajustables, il en existe bien d'autres.

Un potentiomètre ajustable fonctionne exactement selon le même principe qu'un potentiomètre de tableau : il est composé d'une piste plus ou moins résistive et d'un curseur qui se déplace dessus, d'une extrémité à l'autre. Les principales différences sont avant tout la taille et le fait que le tout n'est pas toujours enfermé sous un capot de protection, enfin la façon de manœuvrer l'axe du composant est différente. Dans la version miniature, il n'est pas facile d'utiliser directement ses doigts, un petit tournevis est nécessaire. Dans cette catégorie de composants, on trouve là encore des qualités et des précisions différentes

selon le modèle employé, bien sûr ces différences se ressentent sur le prix d'achat. Il n'y a pas de mystère, la qualité se paye.

Si le choix est vaste, l'amateur peut toutefois concentrer son attention sur quelques modèles seulement. Vous vous contenterez le plus souvent d'un modèle classique à piste en carbone (économique) et choisirez un modèle en cermet (plus robuste mais bien plus cher) pour des applications aux caractéristiques techniques sévères (fiabilité à long terme). Les photos de la figure 2.8.2.b présentent deux potentiomètres usuels : celui de gauche est un modèle bon marché à piste en carbone, celui de droite un modèle de qualité à piste en cermet.

2.8.3 Potentiomètres multi-tours

Les potentiomètres de tableau et les potentiomètres ajustables vus auparavant possèdent une piste résistive qui court sur un arc de cercle dont l'angle n'atteint pas 360° mais plutôt 270° ($\frac{3}{4}$ de tour). Cela suffit pour une grande majorité d'applications, c'est pourquoi cette valeur d'angle est largement répandue. Si l'on souhaite une grande précision de réglage et que cet angle de manœuvre n'est plus suffisant, on a recours à un potentiomètre dit multi-tours, tout simplement

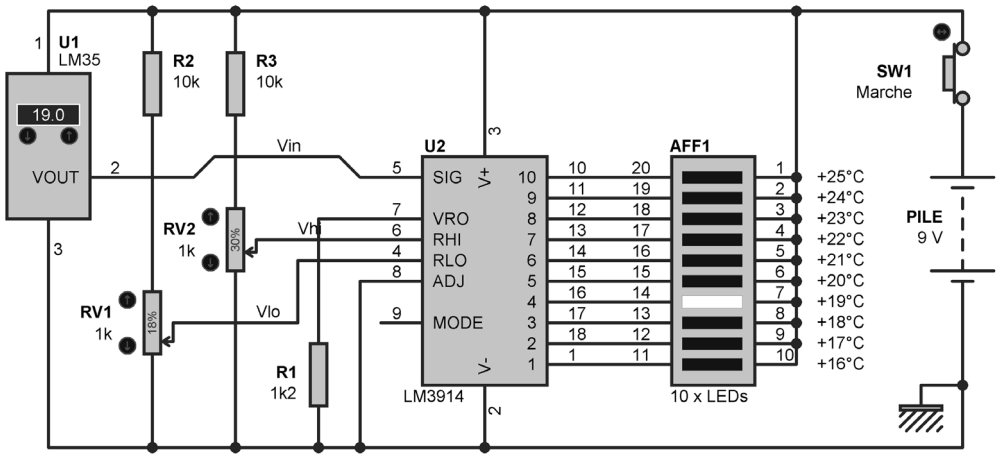


Figure 16.3.6.a - Ce schéma est un thermomètre à part entière, une LED seulement parmi dix s'allume en fonction de la température ambiante. Les seuils bas et haut sont respectivement fixés à +16 °C et +25 °C, mais il est possible de choisir une autre plage de valeur simplement en modifiant la position du curseur des potentiomètres ajustables RV1 (seuil bas) et RV2 (seuil haut).

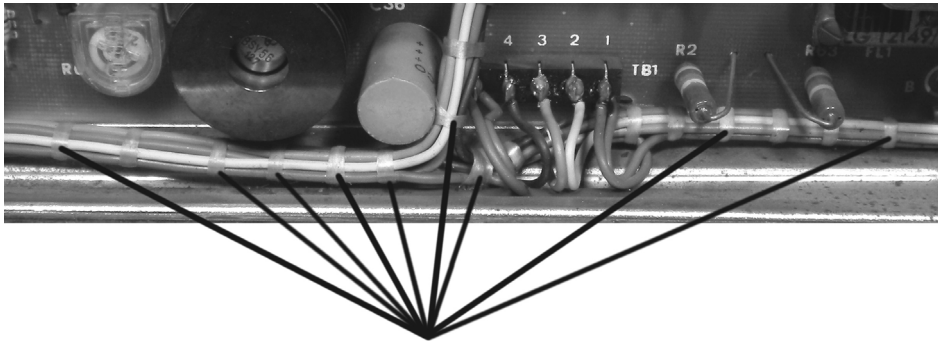
16.3.6 Thermomètre

La conception d'un thermomètre demande un poil de pratique mais reste abordable pour le débutant. La partie affichage peut prendre plusieurs formes : à aiguille (galvanomètre), numérique (afficheurs à sept segments) ou à LED (ruban). Dans tous les cas, la mesure fait appel à un capteur sensible à la température de type analogique ou numérique (un capteur numérique possède obligatoirement un élément analogique mais celui-ci n'est pas forcément accessible de l'extérieur). Si le capteur est de type analogique, nous pouvons disposer d'une tension continue proportionnelle à la température, il suffit pour cela d'inclure le capteur dans un pont diviseur résistif (cas de la sonde KTY10 par exemple) ou d'exploiter directement sa tension de sortie (cas du LM35 par exemple). La tension ainsi obtenue servira ensuite à piloter un barographe à LED, un galvanomètre ou un voltmètre numérique. Si le capteur est de type numérique, il faut mettre en œuvre un circuit capable de l'interroger et de comprendre son langage (une suite plus ou moins longue de 0 et de 1). La plupart du temps on emploie un microcontrôleur pour réaliser cette

tâche car en logique câblée (composants non programmables) il faudrait trop de composants. Le circuit présenté en figure 16.3.6.a fait usage d'un LM35 pour capter la valeur de la température et d'un circuit intégré d'affichage de type LM3914 qui permet d'allumer une LED parmi plusieurs dans une plage de température donnée.

Le potentiomètre RV1 permet de définir la tension du seuil bas qui correspond à la température la plus basse que l'on veut pouvoir afficher (LED inférieure), son curseur aboutit à la broche 4 du LM3914 (RLO, référence basse). Le potentiomètre ajustable RV2 permet de définir la tension du seuil haut qui correspond à la température la plus haute que l'on veut pouvoir afficher (LED supérieure), son curseur aboutit à la broche 6 du LM3914 (RHI, référence haute). Pour modifier la plage de température, procédez comme suit :

- ◆ *Réglage du seuil haut* : ajuster RV2 de telle sorte que la tension (en volts) présente sur la broche 6 du LM3914 soit égale à la température désirée divisée par cent. Par exemple si vous voulez que la température maximale affichée soit de 15 °C, vous divisez 15 (degrés) par cent, vous



« ficelles »

Figure 19.3.d - Attacher les câbles entre eux confère au montage final un aspect professionnel et plus agréable à retravailler le cas échéant. On peut utiliser du « plastique élastique », de la ficelle de cuisine ou des serre-câbles en plastique.

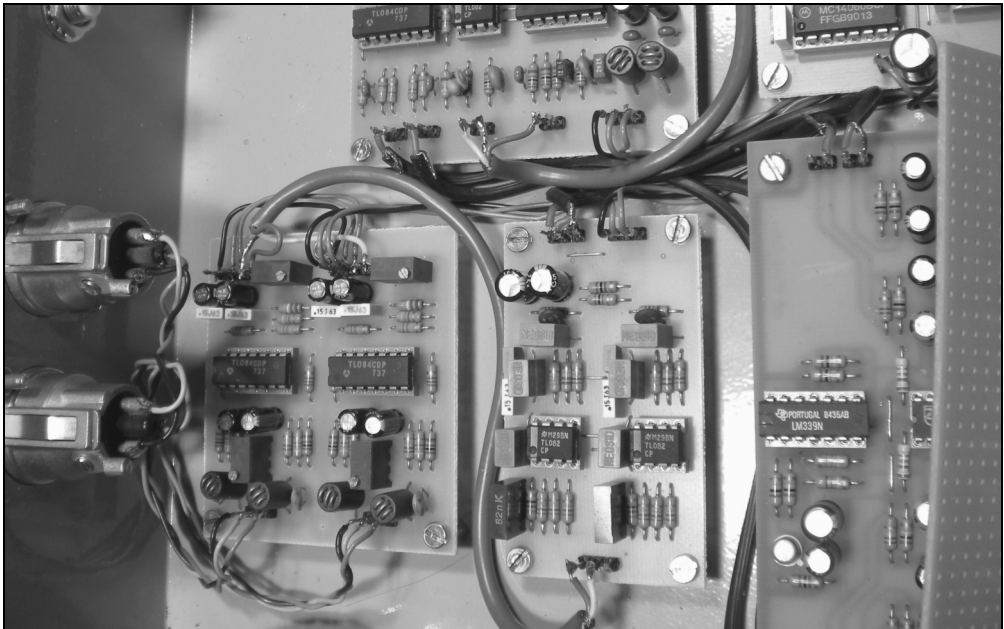


Figure 19.3.e - Ici, point de serre-câbles ni de ficelle, les câbles restent libres mais suivent des passages maîtrisés. L'ensemble reste présentable et assez aéré.