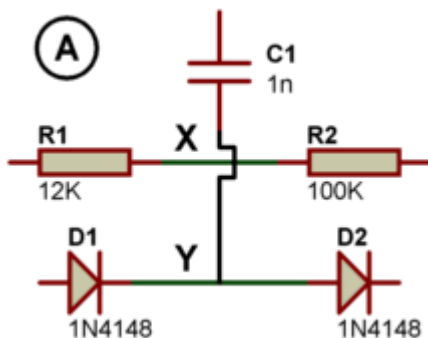


Electro Magazine

lire un schéma électronique et reconnaître des composants

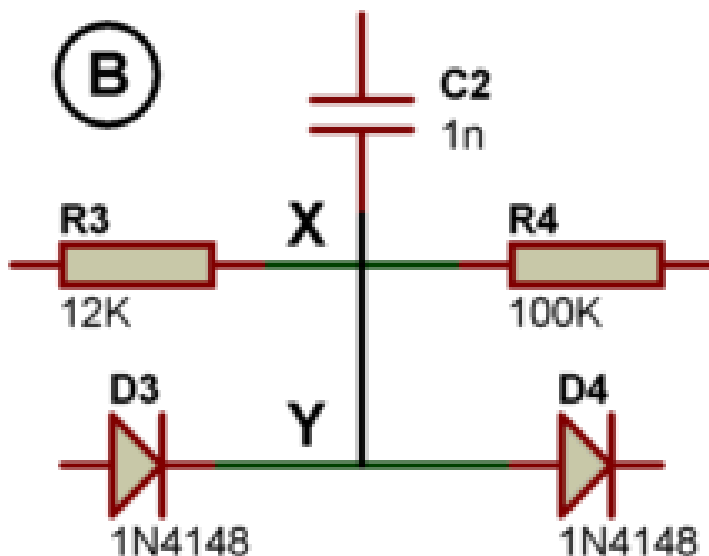
Liaisons entre composants

Certains auteurs dessinent un rond, un carré ou un losange pour marquer une liaison entre deux lignes qui se croisent, d'autres ne mettent rien et utilisent des ponts pour indiquer quand aucune liaison n'existe. Dans les représentations A à D qui suivent, les trois représentations A, B et C représentent exactement la même chose.



La représentation A est claire en ce qui concerne le point X car le pont montre bien le contournement de la ligne verticale qui relie C1 aux deux diodes D1 et D2. La liaison au point Y n'est pas marquée mais est sous-entendue, car on imagine bien que la ligne verticale ne descend pas jusque là pour rien.

- R1 et R2 sont reliées uniquement entre elles.
- C1 n'est pas relié à R1, ni à R2.
- C1 est relié à la fois à la cathode de D1 et à l'anode de D2.
- La cathode de D1 et l'anode de D2 sont reliées ensemble.



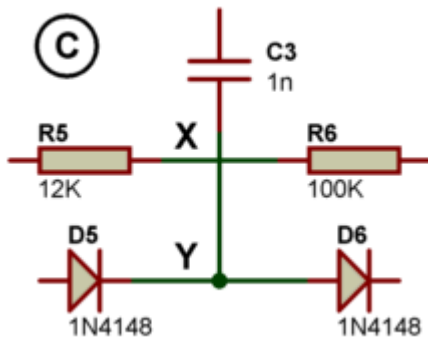
La représentation B est ambiguë. Pas trop de doute concernant le point Y (même chose que pour la représentation A), mais gros doute pour le croisement X

:

relié ou pas relié ? A moins que dans le montage on ne trouve des ponts comme dans la représentation A.

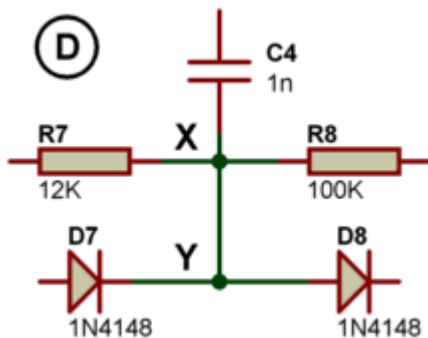
Dans ce cas, l'absence de pont signifie qu'il y a contact.

- R3 et R4 sont reliées ensemble.
- C2 est *peut-être* relié à R3 et à R4 (ambiguïté).
- C2 est relié à la fois à la cathode de D3 et à l'anode de D24
- La cathode de D3 et l'anode de D4 sont reliées ensemble.



La représentation C utilise un point pour marquer la liaison, même si elle est sous-entendue. Liaison évidente donc au point Y, et aucune liaison au point X.

- R5 et R6 sont reliées uniquement entre elles.
- C3 n'est pas relié à R5, ni à R6 (c'est sûr).
- C3 est relié à la fois à la cathode de D5 et à l'anode de D6.
- La cathode de D5 et l'anode de D6 sont reliées ensemble.



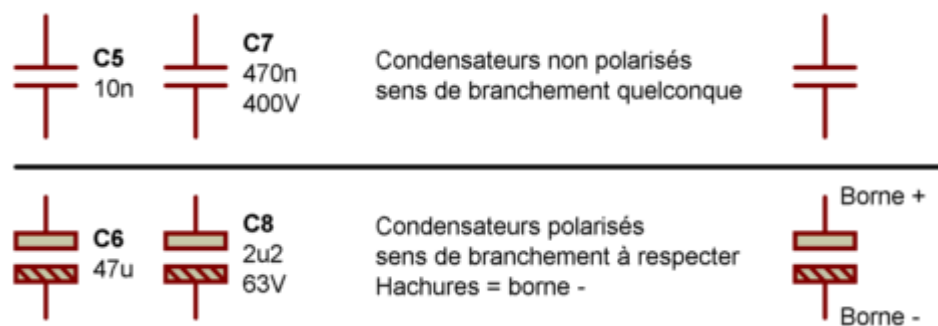
La représentation D suit la même philosophie que la représentation C :
ici, il y a liaison sur les deux croisement X et Y.

- R7 et R8 sont reliées ensemble.
- C4 est relié à R7, à R8 (c'est sûr).
- C4 est relié à la cathode de D7 et à l'anode de D8.

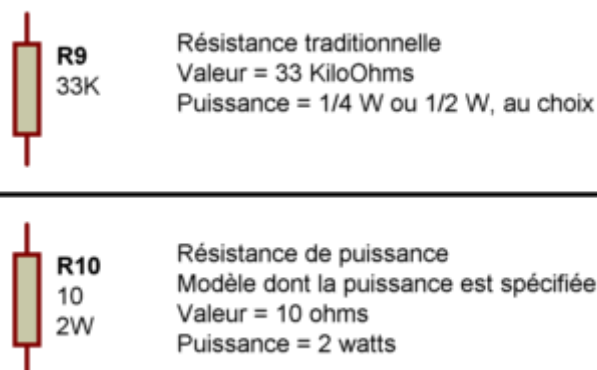
Pour ma part, je préfère croiser les lignes de façon naturelle (sans pont) et sans point quand elles ne sont pas en contact, et préfère ajouter un point quand les liaisons se touchent, même où cela n'est pas forcément nécessaire car induit. **Ce sont donc les représentations C et D que j'adopte.**

Composants principaux

On se pose souvent la question de la polarité des condensateurs, et il est vrai que certains symboles de condensateur ne sont pas si évident que ça à "déchiffrer" quand on débute. J'ai choisi les représentations suivantes, pour les condensateurs non polarisés et les condensateurs polarisés.

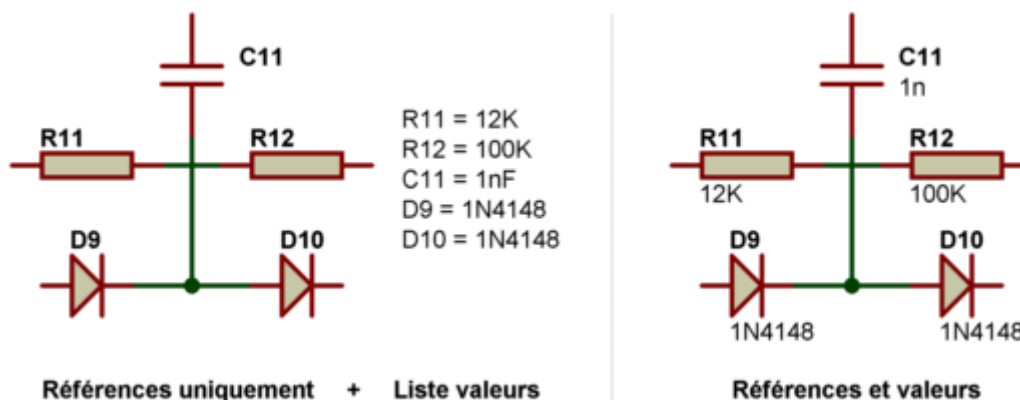


Pour les résistances, j'ai choisi d'utiliser les rectangles plutôt que les zigzags. Toutes les résistances de mes schémas ont la même taille, quelque soit leur type (CMS ou traversante, 1/2 W ou 20 W). Quand aucune indication n'est donnée, il s'agit de résistances classiques 1/4 W ou 1/2 W, au choix. A partir de 1/2 W, j'indique la puissance.



Affichage des références et/ou valeurs des composants

Certains schémas ne comportent que les références des composants, les valeurs étant spécifiées dans une liste des composants séparée. Cette façon de faire rend certainement le schéma plus clair, mais la nécessité de se reporter à la liste est contraignante pour les gros schémas, sauf si bien sûr on veut réaliser le montage sans le comprendre.



Je préfère quant à moi afficher la référence (affichage en gras) et la valeur (affichage normal) de chaque composant sur le schéma lui-même, de telle sorte qu'on puisse le suivre aisément, sans avoir à jongler avec deux feuilles. Bien entendu, cela ne me dispense pas de faire une liste séparée, bien pratique quand on veut passer une commande chez un revendeur. Ce que je n'ai pas toujours fait de façon systématique, me disant que chacun pouvait faire l'effort de réaliser sa liste lui-même en partant du schéma. Je sais, je me contredits parfois, mais j'essaye de m'améliorer ;-)

Codage des références de composants

Comme vous l'avez forcément déjà constaté, les composants d'un schéma sont repérés par une ou plusieurs lettres suivie(s) d'un nombre. La ou les lettres sont pour ainsi dire "universelles" pour certains composants, et ne le sont pas pour d'autres. Les résistances commencent toutes par la lettre R (par exemple R1, R2, R3, etc), et les condensateurs commencent toujours par la lettre C (par exemple C101, C102, C103). Voici celles que j'adopte pour mes schémas :

R = résistance

RP = Réseau de résistances (**ResPack**)

C = condensateur

D = diode, led

Q = transistor

TR = transformateur d'alimentation

L = bobine (ou self), parfois lampe à incandescence

J = connecteurs (d'alimentation, d'entrée audio, etc).
U = circuit intégré (circuits logiques, analogiques et mixtes)
AFF = afficheur (LCD ou à led)
SW = interrupteurs ou commutateurs électromécaniques
RL = relais
M = Moteur

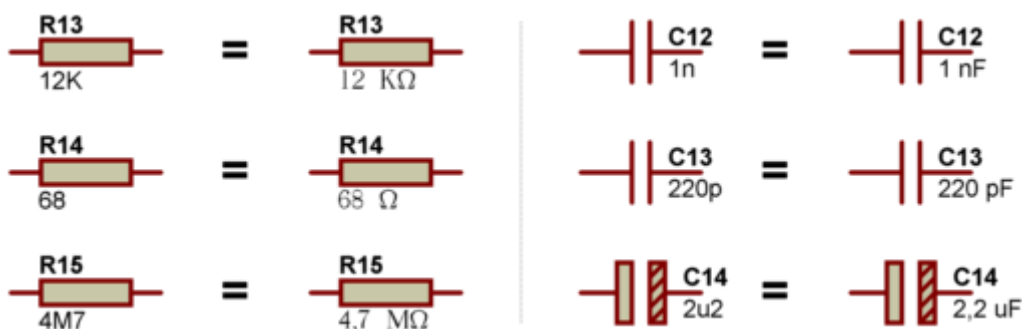
Vous trouverez un peu partout (Internet, revues) des schémas où d'autres lettres ont été adoptées, par exemple la lettre T pour le transistor, ou encore LED pour les leds. Mais en règle générale, cela ne pose guère de problème, on finit par s'y retrouver quand le symbole est reconnu. Et à force de voir des schémas, c'est ce qui finit par arriver.

Codage des valeurs de composants

Certains auteurs indiquent pour chaque composant, la valeur et l'unité de valeur quand elle existe, les résistances et les condensateurs étant les deux types de composants les plus courants pour lesquels on se pose en premier la question.

Valeur des résistances et des condensateurs

Une résistance s'exprime toujours en ohms et un condensateur s'exprime toujours en farads, et les sous-unités permettent de réduire l'écriture de la valeur avec un nombre de chiffres raisonnable. Il serait bien ridicule en effet qu'un condensateur de 22 pF soit mentionné comme ayant une valeur de 0,000000000000022 farads. En revanche, il n'est pas interdit de conserver la lettre du multiple ou du sous-multiple, et de s'affranchir du symbole F indiquant l'unité de base, qui ne change jamais. En lisant 22p, on peut comprendre que la lettre de sous-multiple "p" correspond à "pico" et que le condensateur vaut donc 22 pF (22 picoFarads). Il en est de même pour les résistances : une valeur notée 12K est assez facile à comprendre comme étant équivalente à 12 KO (12 KiloOhms). Même chose bien sûr avec les autres multiples et sous-multiples. J'ai pris la décision de noter mes composants avec le multiple ou sous-multiple, mais sans l'unité de base. Dans mes schémas, une résistance de 12 KiloOhms est donc notée 12K.



Pour les résistances de valeur inférieure à 1000 ohms, je ne met aucune lettre : une résistance de 68 ohms est notée tout simplement 68. Certains auteurs mettent la lettre "R" ou "U" pour indiquer l'unité de base (et pourquoi pas confirmer qu'ils n'ont rien oublié), le texte 6U8 indiquant alors une valeur de 6,8 ohms, et le texte 470U ou 470R indiquant une valeur de 470

ohms. Certaines revues, comme Electronique Pratique, publient des schémas dans lesquels les symboles Ohm et Farad apparaissent toujours. D'autres revues, comme Elektor, ne les mettent pas (comme moi), sauf pour les résistances de moins de 1000 ohms qui voient alors le symbole apparaître...

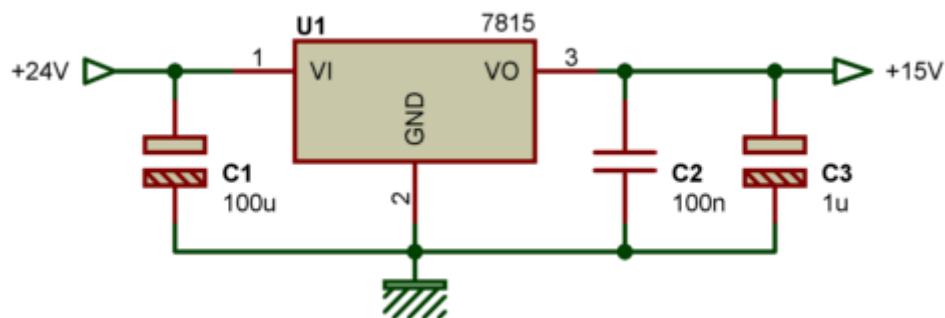
Remarques

- Il fut un moment où je souhaitais mettre la totalité de la valeur pour chaque composant, y compris la lettre omega pour les résistances. Mais le programme que j'utilise (Proteus) ne permet pas (tout du moins de façon simple) l'insertion des lettres grecques dans le champs de la valeur des composants. Et quand j'y arrive, le schéma ne peut plus être simulé car les symboles grecs sont interdits dans les valeurs utilisées par le simulateur...

- Jusqu'à une certaine époque, j'utilisais la lettre "K" majuscule pour les kilo-ohms, au lieu d'utiliser la lettre "k" minuscule (par exemple 4K7 au lieu de 4k7). Vous trouverez donc la lettre "K" majuscule dans tous mes "anciens" schémas, et la lettre "k" minuscule dans les schémas les plus récents (à partir de janvier 2010).

Tension de service des condensateurs

J'indique parfois la tension de service des condensateurs, parfois je ne le fais pas. Quand cela est fait, la tension spécifiée est la valeur minimale sous laquelle il ne faut pas descendre. Si une tension de service de 16 V est spécifiée, vous devez choisir un modèle d'au moins 16 V, c'est à dire 16 V, 25 V, 40 V ou 63 V. Quand cela n'est pas fait, cela signifie qu'il faut choisir des condensateurs dont la tension de service (et non la tension d'essai) est égale ou supérieure à la tension d'alimentation d'un montage, même s'ils n'y sont pas directement raccordés. Dans le schéma d'exemple qui suit, trois condensateurs sont associés à un régulateur de tension de +15 V auquel on applique une tension non régulée de +24 V, et aucune indication de la tension de service n'est donnée pour ceux-ci.



Le premier condensateur C1 est soumis à une tension non régulée de +24 V, on doit donc lui choisir une tension de service au moins égale à cette valeur. La tension supérieure normalisée la plus proche est 25 V, et on peut se contenter de cette valeur. La prudence voudrait toutefois que l'on prenne une marge de 20 %, même si les constructeurs sérieux adoptent déjà cette marge. Une tension de service de 40 V est la valeur normalisée que l'on trouve juste après celle de 25 V, on peut la retenir. Pour C3, même chose : la tension à laquelle il est soumis est de 15 V, un modèle 1 uF / 16 V est donc suffisant. Mais au moment de l'achat, on constate

que certains revendeurs n'ont pas ce modèle, et que le premier condensateur de 1 uF est proposé avec une tension de service de 63 V. Qu'à cela ne tienne, qui peut le plus peut le moins, le modèle 63 V conviendra parfaitement (pour une valeur capacitive de cet ordre, la différence de taille physique n'est pas énorme). Pour C2, on constate la même chose au moment de l'achat : la plupart des condensateurs de 100 nF (et des valeurs inférieures) n'existent quasiment pas avec des tensions de service inférieures à 63 V. On choisira donc un condensateur de 100 nF / 63 V ou 100 V, et tant pis si cette valeur semble "disproportionnée" avec la tension réellement mise en jeu.

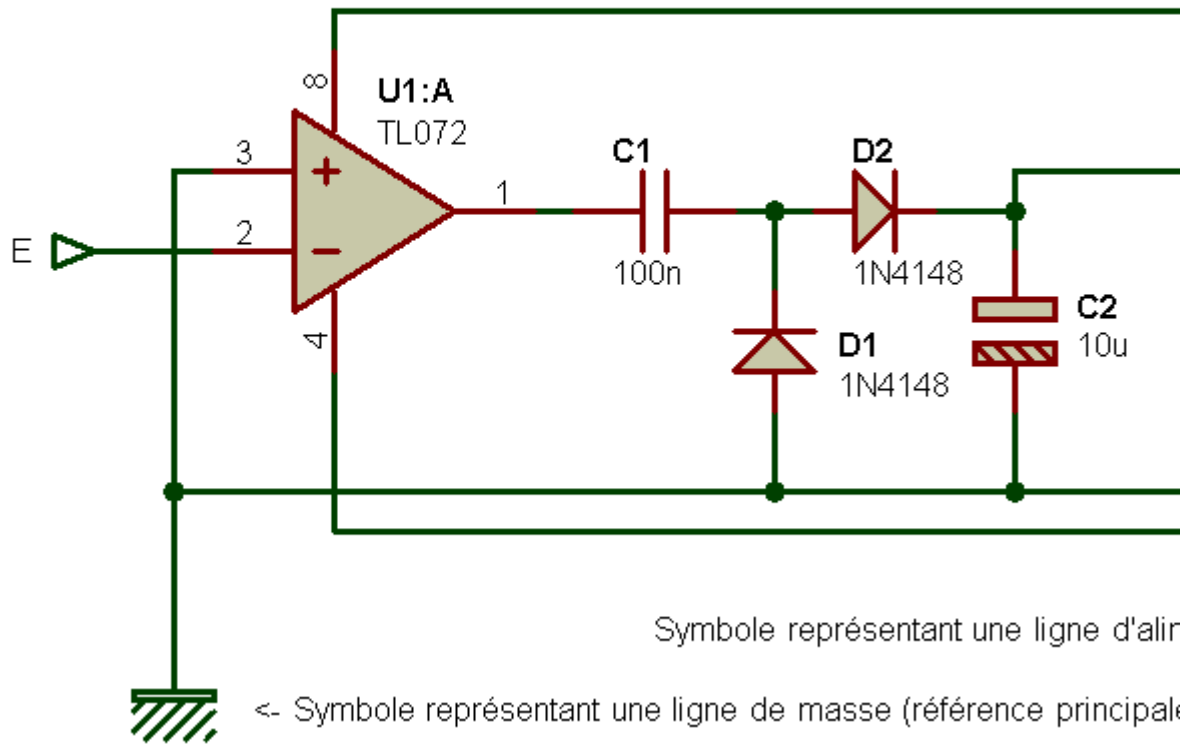
Références des circuits intégrés

Parfois, j'indique seulement la partie de la référence qui est commune à plusieurs constructeurs. Le célèbre "741", pour citer un exemple parmi d'autres, se décline en effet sous de nombreuses appellations : MC1741, LM741, UA741, etc. Il en est de même pour beaucoup d'autres circuits intégrés, d'usage courant ou spécialisés. Les régulateurs de tension n'échappent pas à cette règle, j'indique plus souvent "7812" que "LM7812".

Lignes d'alimentation

Une grande partie des montages électroniques fonctionne avec une alimentation secteur ou par pile. Les règles de représentation des points d'alimentation diffèrent d'un montage à l'autre, mais d'une manière générale on reconnaît assez aisément les lignes de masse (point électrique servant de référence de potentiel) et la ou les lignes d'alimentation. Ces lignes prennent en effet plus de place sur les schémas (elles s'étendent plus que les autres), surtout pour les montages volumineux. Pour ma part, je représente la masse avec un symbole de masse (ou de terre dans mes anciens schémas), et la ou les lignes d'alimentation avec des flèches dont le libellé commence par le caractère "+" (pour une ligne d'alimentation positive) ou "-" (pour une ligne d'alimentation négative).

Symbole représentant une ligne d'alim

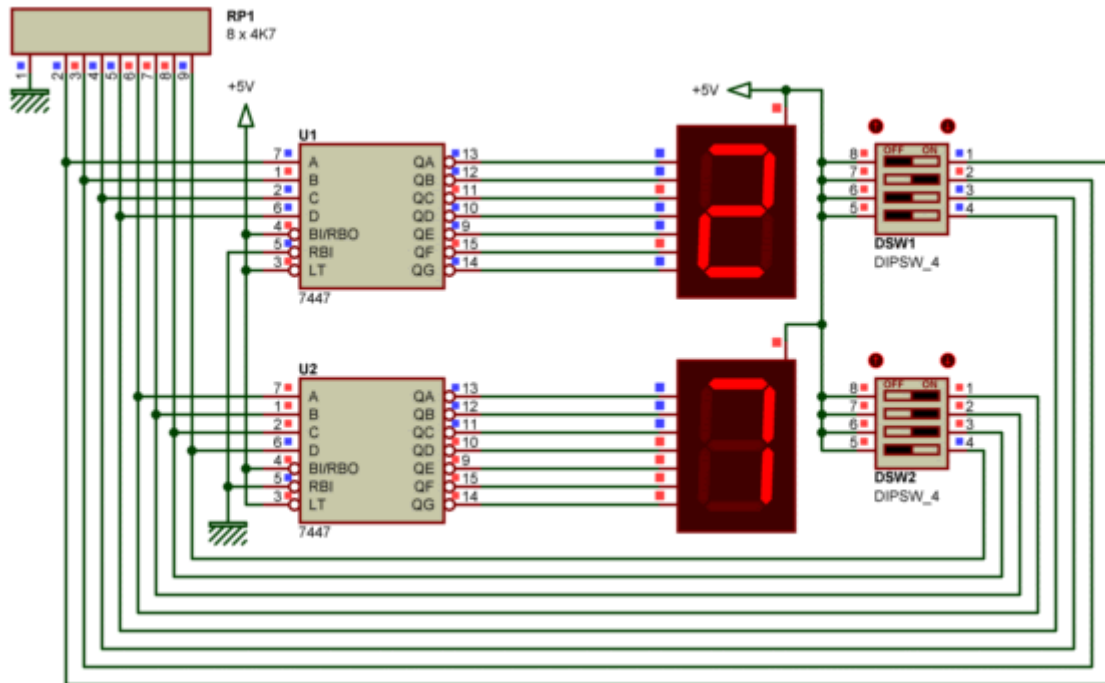


Dans le schéma qui précède, les composants D1, C2 et RV1 sont connectés à la ligne de masse. Seuls les broches 4 des deux AOP U1:A et U2:A sont raccordés à la ligne d'alimentation négative -15 V, et ces mêmes AOP sont aussi reliés à la ligne d'alimentation positive +15 V, ligne également partagée par la connexion "supérieure" du potentiomètre RV1.

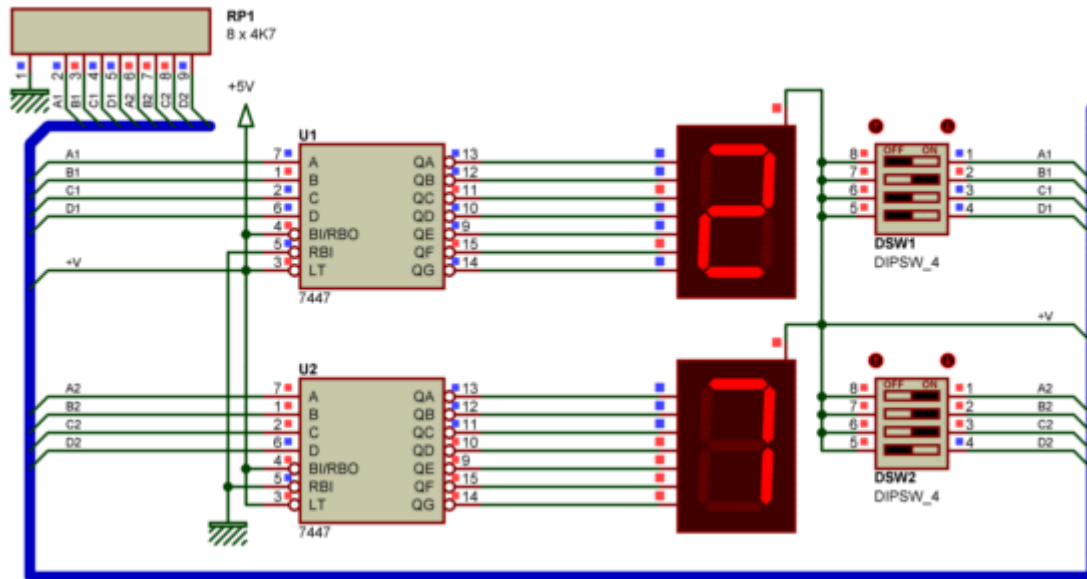
Bus

Il est parfois nécessaire, sur des schémas complexes ou de moyenne complexité, de réduire le nombre de fils dessinés qui se croisent ou qui se cotoient en parallèle, pour faciliter la lecture de l'ensemble. On peut pour cela faire appel aux renvois (point discuté au paragraphe suivant) ou aux lignes de *bus*, qui représentent en un seul trait épais, un ensemble de plusieurs fils (toron ou faisceau de câbles). Bien entendu, le fait de "mélanger" des fils ensemble impose de les repérer d'une manière ou d'une autre, car sinon comment faire la correspondance entre câbles de "sortie" et câbles "d'entrée" ? On peut dans la pratique faire appel à un codage par couleur (comme dans les torons multipaires) ou à un repérage par étiquettes nommées ou numérotées (que l'on ajoute après coup aux deux extrémités de chaque câble). Prenons par exemple le cas d'un système d'affichage numérique mettant en oeuvre deux ensembles de

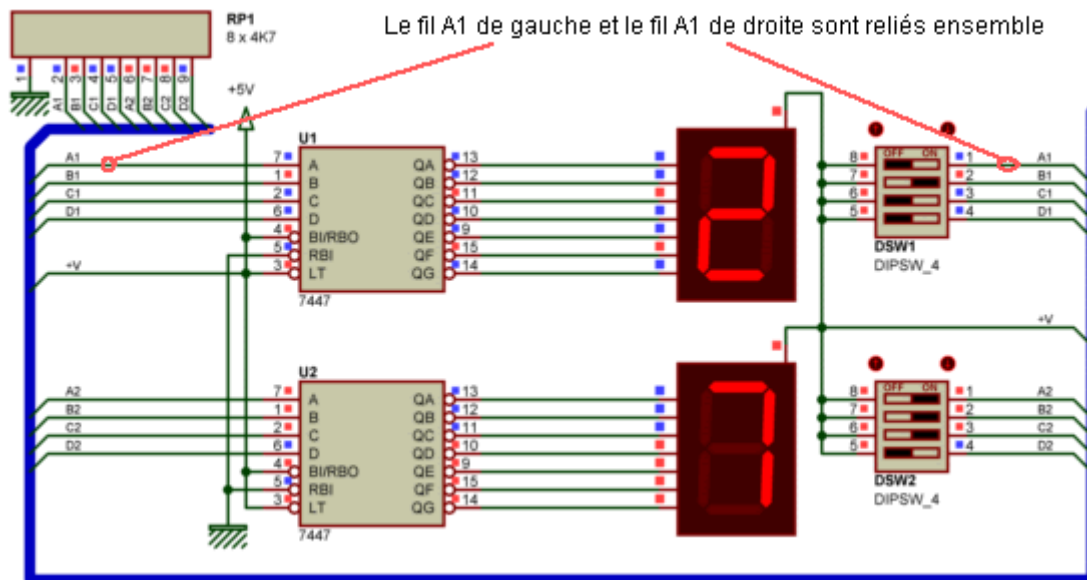
quatre microswitches (interrupteurs miniatures), de deux afficheurs sept segments et de deux décodeurs BCD / 7 segments. Ce système, qui permet d'afficher un nombre donné en fonction de la position des interrupteurs, n'est conçu pour des besoins didactiques, mais il convient bien comme exemple pour mettre en évidence l'attrait des bus de liaison. Le premier schéma de notre montage, qui s'appuie sur une représentation classique par fils indépendants, se présente ainsi :



Les micro-interrupteurs (DSW1 et DSW2) sont situés à côté des afficheurs numériques, et tous comme ces derniers, sont reliés aux circuits intégrés 7447 (U1 et U2). On voit donc une grande quantité de fils sur le schéma, pour un nombre finalement assez restreint de composants (imaginez ce qu'il en serait avec des microprocesseurs et des mémoires). L'utilisation de bus de liaison permet d'éclaircir le schéma, en "regroupant" plusieurs fils entre eux, c'est que que montre le schéma suivant.

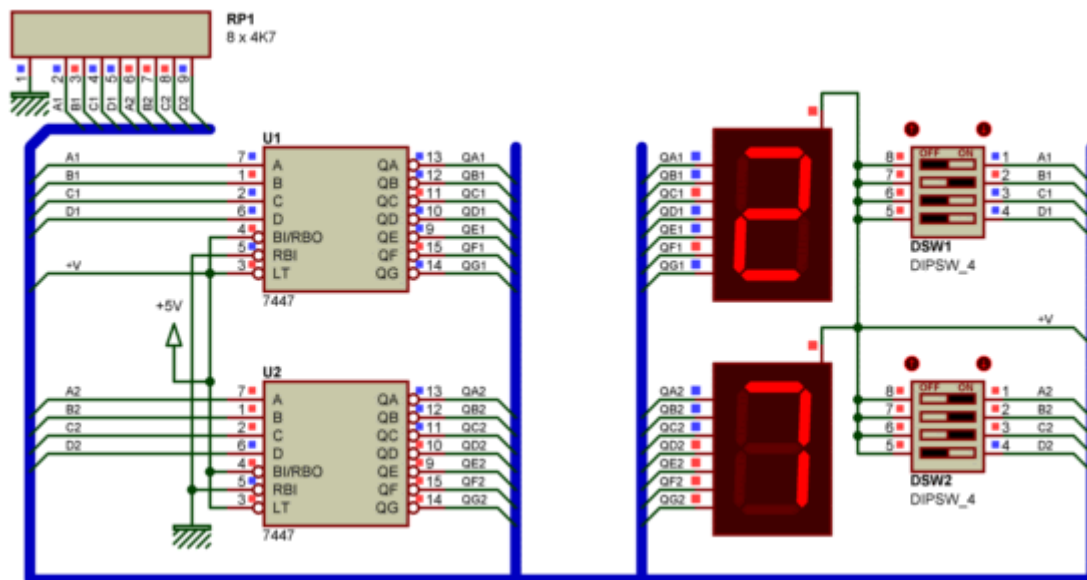


Ce deuxième schéma est rigoureusement identique d'un point de vue électrique, c'est à dire que les composants sont raccordés entre eux exactement de la même manière que dans le premier schéma. Seule la représentation schématique est différente. Chaque fil qui porte un libélé donné est électriquement raccordé à tout autre fil de même nom.



Il est vrai que l'on gagne peu de place pour les liaisons effectuées entre décodeurs 7447 et afficheurs (au centre du schéma), mais cette nouvelle façon de dessiner les liaisons fait tout de même plus "propre". La contrainte est de donner un nom ou un numéro à chaque fil qui arrive sur un bus ou qui en vient, tout en faisant bien attention à ne pas donner un libellé identique à

deux fils qui ne doivent pas être raccordés entre eux. C'est la seule façon de savoir qui est raccordé à qui. Il est pratique d'utiliser des libellés qui sont en relation directe avec le nom des pattes des composants, mais bien sûr, quand il faut nommer un fil qui relie une sortie QA sur une entrée A, il faut faire un choix. L'utilisation d'un bus permet également de bien scinder un schéma pour en montrer ses sous-ensembles. Si l'on reprend le schéma précédent et que l'on y ajoute un bus pour les liaisons électriques entre décodeurs BCD et afficheurs, on peut montrer de façon bien séparée la partie "logique" sur la partie gauche du schéma et la partie "commande et affichage" sur la partie droite. Entre les deux parties, un seul bus bien gras au lieu de 22 fils bien fins...



Remarque importante : tout fil qui va sur un bus doit impérativement comporter un libellé. S'il n'en a pas, il s'agit d'une erreur de dessin.

Autres "petits détails" concernant les composants

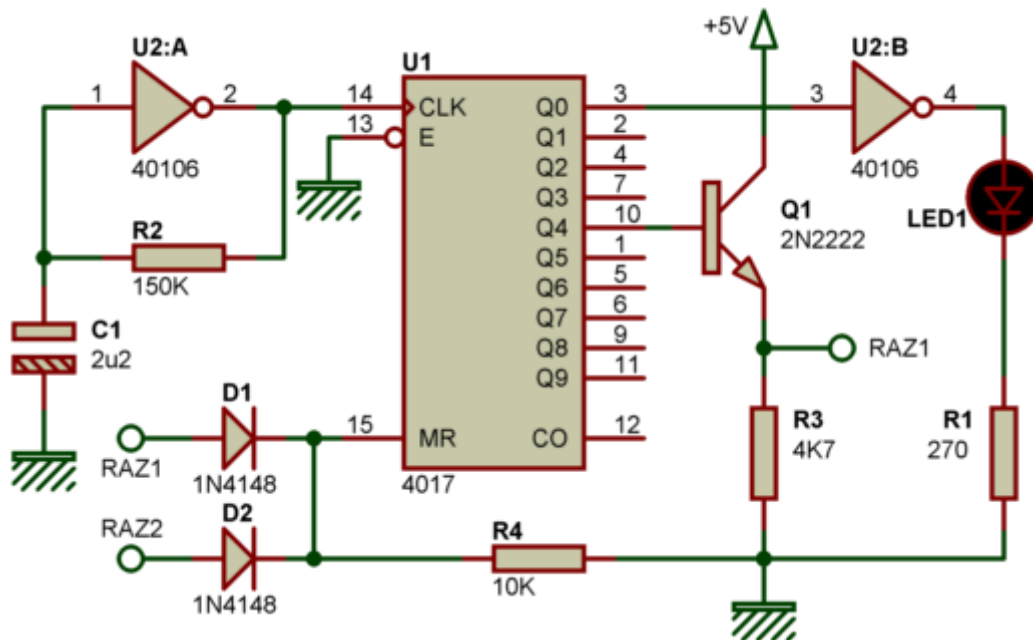
Pour ce qui est de la notation des références et des valeurs, j'adopte les règles suivantes :

- **Résistances** : dans la quasi-totalité des cas, je n'affiche pas les unités pour les résistances inférieures à 1000 ohms : une résistance de 270 ohms est notée 270 (je pourrais la noter 270U ou 270R, mais je ne le fais pas). Pour les milliers et les millions, j'utilise les lettres K (Kilo ou Kilohms) et M (Méga ou Mégohms), comme il est coutume de le voir un peu partout..
- **Condensateurs** : je ne note pas la lettre F qui désigne l'unité principale, le Farad. Un condensateur de 100 nF est ainsi noté 100n, et un condensateur de 470 pF est noté 470p. Pour un condensateur de 2,2 uF, je le nomme 2u2. Notez l'absence d'espace entre le nombre et la sous-unité, qui permet de gagner de la place sur le schéma et de le rendre moins "éparpillé".
- **Circuits intégrés**: je n'ai pas vraiment fixé de règles : un CD4017 peut être noté 4017 ou CD4017. Quand un circuit intégré comporte plusieurs éléments pouvant être éparpillés sur un même schéma, chaque élément porte une référence identique, suivit du caractère ":" (deux points), suivit d'une lettre indiquant l'ordre de l'élément dans le boîtier. Par exemple, deux portes inverseuses contenues dans un même boîtier de type CD40106, peuvent être

référencées U2:A et U2:B. On considère dans ce cas que U2 constitue la référence du composant physique (unique), et que les lettres A et B constituent des sous-références.

- **Transistors** : la référence est notée dans son intégralité, pas d'abréviation.
- **LED** : à moins qu'il ne s'agisse d'une LED spéciale, ou si des LED de différentes couleurs sont utilisées dans un même schéma, je n'indique pas de valeur.

Exemple avec le schéma suivant :



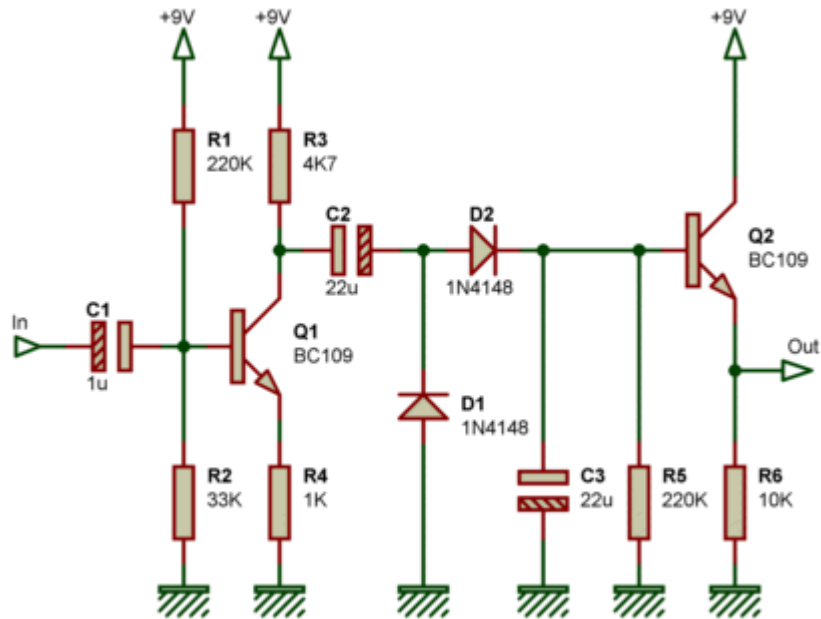
Renvois de liaisons

Les renvois indiquent une liaison électrique entre deux parties d'un même schéma, ou une liaison entre deux schémas distincts. Dans le schéma précédent, il y a deux renvois : un renvoi noté RAZ1 et un renvoi noté RAZ2. Les deux points notés RAZ1 sont isolés sur le schéma, mais du fait de leur noms identiques, indiquent qu'il y a liaison électrique entre eux. Ainsi, l'émetteur du transistor Q1, la borne "haute" de la résistance R3 et l'anode de D1 sont électriquement reliés ensemble. Pour RAZ2, on ne voit qu'un seul point, mais il y en a forcément un autre ailleurs portant le même nom, sinon cela n'a pas de sens : si on ne le voit pas sur ce schéma il peut être sur un autre "sous-schéma". Il peut aussi s'agir d'un point test et dans ce cas cela est spécifié dans le descriptif teste qui accompagne le schéma.

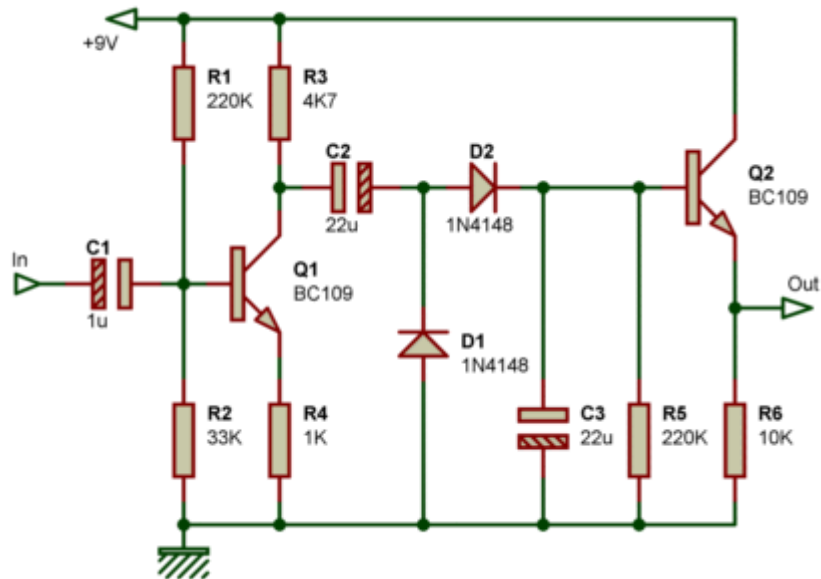
Alimentation(s) et masse(s)

Dans certains cas, tous les composants qui sont reliés à une masse sont physiquement dessinés avec un fil qui aboutit sur une ligne de masse globale - un "grand" trait quasiment toujours horizontal et parfois plus épais que les autres. Dans d'autres cas, tous les composants qui sont reliés à une masse sont physiquement dessinés avec un fil qui les relie simplement à un symbole de masse. De même pour les points d'alimentation, qui peuvent être regroupés (ligne d'alimentation globale elle aussi souvent horizontale) ou isolés (avec un symbole d'alimentation). Dans tous les cas, le schéma représente la même chose, il s'agit juste de conventions différentes. Les deux schémas qui suivent sont rigoureusement identiques, même

s'ils sont dessinés de façon différentes. Ainsi, d'un point de vue connexions électriques entre les composants, le schéma qui suit...



... est rigoureusement identique au schéma qui suit.



Remarque : la masse ne représente ni plus ni moins qu'un lieu de rencontre où sont connectés plusieurs composants. Sauf pour certaines exceptions (faibles signaux ou hautes fréquences) il n'est pas nécessaire de la relier au châssis (boîtier) métallique qui protège votre montage.