

Les comparateurs

(2^e partie)

Un montage ingénieux

La figure 11 indique un exemple d'application de cette méthode, mais elle nécessite des explications.

Si le comparateur C était seul, sans connexion avec C', il serait un Trigger de Schmitt ayant les seuils 0 et + 50 mV (cette tension de 50 mV est la valeur a, évoquée ci-dessus).

Le comparateur C' est monté d'une façon particulière, avec deux sorties. En effet, sa « sortie » normale, soit la broche 7 dans un LM 311, est bien reliée au + 5 V par un résistor R₄ de 1 kΩ, mais sa connexion « masse », soit la broche 4, est reliée au VS⁻ (ici - 15 V) par un résistor R₅ de 3 kΩ.

Donc, quand C' a son entrée « + » à un potentiel supérieur à celui de son entrée « - », sa sortie (7), soit le point (A), est à + 5 V, et sa sortie (4), soit le point (B), est à - 15 V. Quand l'entrée « + » de C' est à un potentiel inférieur à celui de son entrée « - », les points (A) et (B) sont tous les deux à peu près au potentiel zéro (il passe 5 mA dans R₄ et R₅).

Du fait du couplage R₆ - R₇ entre le point (A) de C' et son entrée « + », C' est monté en Trigger de Schmitt, avec un écart de seuils de 40 mV. En raison de la présence du résistor R₈, qui décale ces seuils de 20 mV vers le bas, les seuils L et H de C' sont donc :

$$-b = -20 \text{ mV}$$

$$+b = +20 \text{ mV}$$

Le résistor R₉ est celui qui va introduire le « trucage » des seuils de C lors du basculement de C'.

Comment les choses se passent-elles ?

Supposons tout d'abord que e soit de -0,2 V, les deux Triggers C et C' ont leurs sorties hautes, plus exactement, la sortie V_O de C est à + 5 V, la sortie (A) de C' à + 5 V et la sortie (B) de C' à - 15 V. Sans le résistor R₉, l'entrée « + » de C serait à + 50 mV.

Comme (B) est à - 15 V, le résistor R₉ fait descendre les valeurs de seuils de C

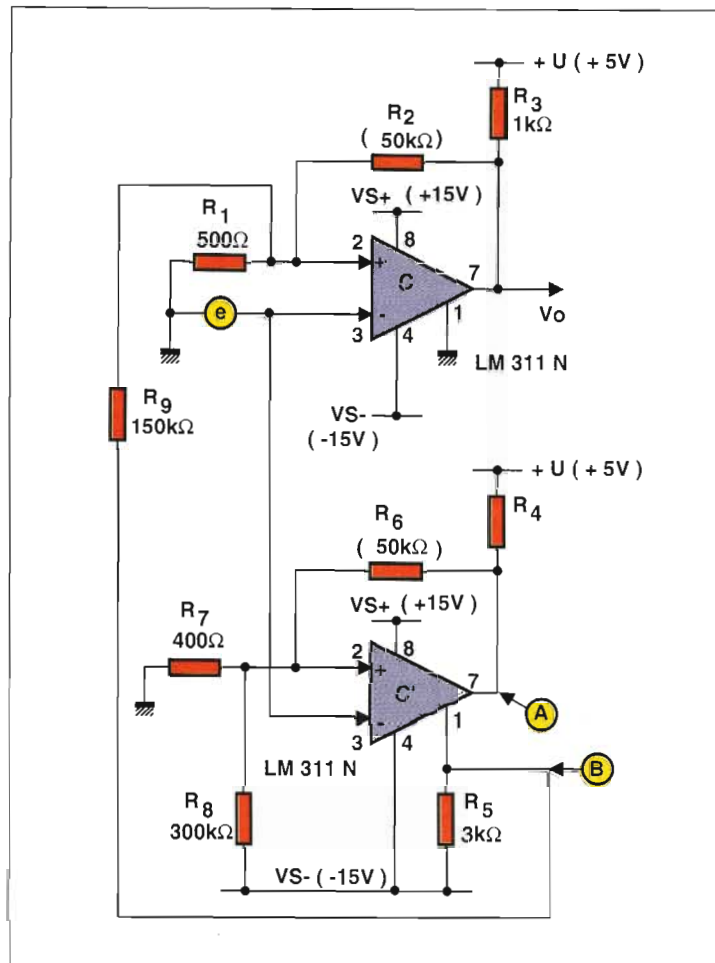


Fig. 11. - Le premier Trigger a des seuils écartés de 50 mV. Suivant que le second est basculé ou non, ces seuils sont 0 et + 50 mV, ou - 50 mV et 0. Le montage des deux triggers permet de faire en sorte que le basculement de la tension de sortie V_O ait lieu quand e passe exactement par zéro, que ce soit en montant ou en descendant.

de 50 mV, les amenant donc à 0 pour le seuil haut et - 50 mV pour le seuil bas. Donc, l'entrée « + » de C est au potentiel zéro.

Maintenant, e monte et passe par la valeur 0, ce qui amorce le basculement de C (sans agir sur C', dont le seuil haut, + b, est + 20 mV). La sortie V_O passe à zéro. L'entrée « + » de C passerait à zéro aussi sans la présence de R₉, mais, du fait de cette dernière, le potentiel de cette entrée passe à - 50 mV.

Comme e continue à monter, on arrive à + 20 mV. Il y a alors basculement de C', le point (A) passe à zéro, le point (B) aussi. Le résistor R₉ n'agit donc plus, et les seuils de C sont devenus + 50 mV pour le seuil haut et zéro pour le seuil bas.

L'augmentation des seuils de C est sans effet sur sa sortie : l'entrée « - » est à plus

de + 20 mV et l'entrée « + » à zéro, donc la sortie V_O reste à + 5 V.

La tension redescend

Si e monte au-delà, rien ne se passe, V_O et le point (A) restent à zéro. Nous allons donc faire redescendre e pour voir comment les circuits vont réagir.

Ils ne pourront réagir que si e franchit leurs seuils bas (soit 0 V pour C et - 25 mV pour C').

Donc, quand e en descendant passe par la valeur zéro, C réagit, la sortie V_O repasse à + 5 V. Mais C' ne bascule pas. Ce sera seulement quand e sera descendue jusqu'à - 20 mV que C' basculera, amenant le point (A) à + 5 V et le point (B) à - 15 V. Le passage à - 15 V du point (B) va décaler les seuils de C, les amenant respec-

tivement à -50 mV pour le seuil bas et 0 pour le seuil haut. Donc, quand e remontera, c'est bien lors de son passage à zéro que C rebasculera.

Les courbes de la figure 12 montrent comment évoluent les potentiels des différents points. Au temps t_0 , la tension e franchit la valeur 0 , faisant basculer C ; au temps t_1 , elle franchit la valeur $+20\text{ mV}$, faisant basculer C' .

C'est au temps t_2 que, en redescendant, e fait basculer C , sans agir sur C' . Ce dernier basculera au temps t_3 . Les basculements de C' agissent sur les potentiels des points (A) et (B) comme l'indiquent les courbes.

Les zones en grisé indiquent les plages de seuils de C , qui sont 0 (seuil haut) et -50 mV (seuil bas) jusqu'au temps t_1 , puis deviennent $+50\text{ mV}$ (seuil haut) et 0 (seuil bas) entre t_1 et t_3 , redevenant -50 mV et 0 après t_3 .

Donc, sous la seule réserve que l'amplitude crête/crête de la tension fournie par e dépasse 40 mV , nous aurons un fonctionnement sans aucune oscillation, avec des basculements de C se produisant tous au passage par zéro de la tension e , que ce soit en montant ou en descendant.

Autrement dit, nous avons les avantages du Trigger (basculement franc, pas d'oscillation) sans en avoir l'inconvénient (l'hystérésis, qui provoquait le basculement à des tensions différentes en montant et en descendant).

Un tel circuit est essentiel quand on veut mettre en forme des tensions sinusoïdales, pour les appliquer à un périodemètre, ou à un phasemètre.

La précision des comparateurs

Nous avons expliqué plus haut que le changement d'état de la sortie du comparateur pouvait ne pas se produire quand la différence $e_1 - e_2$ passe par zéro, mais par une valeur un peu différente, très faible (quelques millivolts), que l'on nomme « tension d'offset ».

Cet offset peut être corrigé si le comparateur comporte des entrées de correction. Mais, malheureusement, il dépend un peu de la valeur commune des tensions d'entrée. Prenons un exemple numérique.

Supposons qu'un comparateur donné réagisse, sur sa sortie, quand la tension e_1 étant zéro, la tension e_2 passe par la valeur $+4\text{ mV}$. Portons maintenant l'entrée « + » à un autre potentiel, en prenant, par

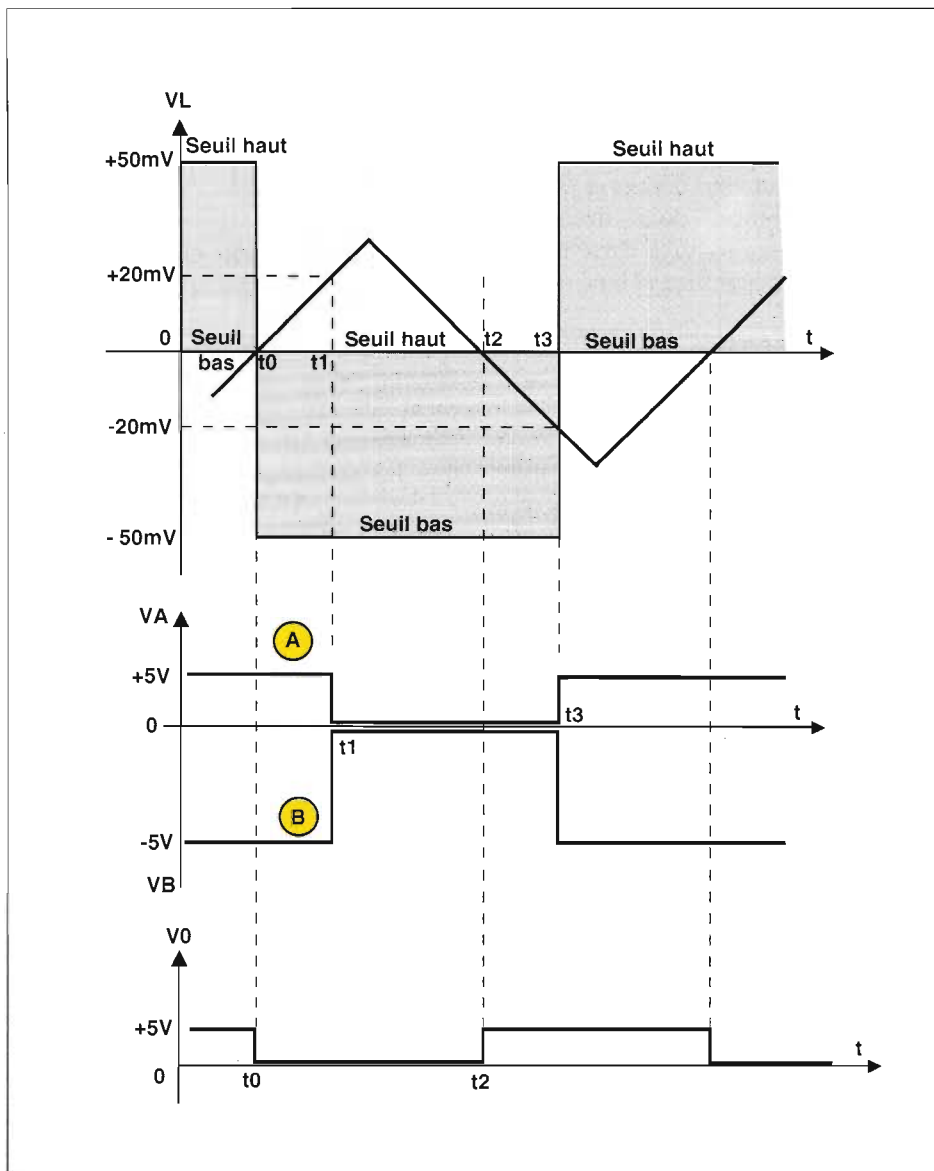


Fig. 12. - On suppose ici que e varie en fonction du temps suivant une forme d'onde triangulaire. On voit alors comment varient les potentiels de V_0 et des points (A) et (B), la variation du potentiel de (B) provoquant le décalage des seuils du premier trigger.

exemple, $e_1 = +3\text{ V}$. On pourrait s'attendre à ce que le comparateur réagisse quand e_2 passe par la valeur $3,004\text{ V}$, soit à 4 mV au-dessus de 3 V .

En réalité, il peut très bien se faire que ce ne soit pas à $3,004\text{ V}$ en e_2 que le comparateur réagisse, mais à $3,006$. Donc, quand les deux entrées sont à environ $+3\text{ V}$, l'offset n'est plus de 4 mV , il est passé à 6 mV .

On peut penser que deux millivolts ce n'est rien par rapport à 3 V , et c'est en partie vrai. Mais il n'en reste pas moins que cette variation de l'offset en fonction de la valeur commune des tensions e_1 et e_2 (cette valeur s'appelle le « mode commun ») a limité quelque temps la qualité des voltmètres numériques.

En effet, dans ces derniers, on convertit

la tension à mesurer en une durée, qui doit être proportionnelle à cette tension, et on mesure cette durée par comptage. Or, la conversion de la tension en durée se faisait par l'intermédiaire de deux comparateurs, dont l'un appréciait l'instant de coïncidence d'une tension montante en dents de scie et de la tension à mesurer.

Et c'est là que se logeait la limitation de précision de l'instrument : le comparateur en question détectait avec un certain retard (dû à l'offset) l'égalité de la dent de scie et de la tension à mesurer. Si ce retard avait été constant, indépendant de la tension à mesurer, on aurait pu en tenir compte.

Mais, malheureusement, ce retard variait suivant la tension à mesurer. Il a fallu imaginer la solution, remarquablement ingé-

nieuse, de la « double rampe » pour faire fonctionner le comparateur toujours à la même tension, éliminant ainsi l'incertitude qu'apportait la variation d'offset. Donc, ne demandez pas à un comparateur plus qu'il ne peut vous donner et utilisez-le, de préférence, pour déclencher quelque chose au passage d'une tension par une seule valeur, fixe et bien définie.

La fonction « ET » sans circuit « ET »

Il est assez fréquent d'utiliser des comparateurs dans des fonctions d'alarme. Précisons que nous prenons ce terme dans un sens plus général que celui de la protection d'un local contre des intrus. On peut, par exemple, vouloir être prévenu quand :

- la température en un endroit donné dépasse une valeur déterminée ;
- l'éclairage d'un endroit tombe en dessous d'un minimum défini ;
- la tension d'une source sort des limites admises.

Il faut donc qu'un signal nous indique que l'un quelconque des événements indiqués ci-dessus s'est produit. Nous allons admettre que le passage en condition « anormale » se traduit, pour un comparateur, par un passage de sa sortie au niveau bas. Donc, si nous relierons les sorties des différents comparateurs qui surveillent individuellement ces conditions aux entrées d'un circuit logique « ET », le passage de l'une de ces sorties, quelle qu'elle soit, au niveau bas entraînera le passage au niveau bas de la sortie du circuit « ET ». Mais, comme nous allons le voir, on peut se passer du circuit « ET ».

En effet, comme les sorties des comparateurs sont souvent du type « collecteur ouvert », ou très proche de ce type par le fonctionnement, on peut relier entre elles plusieurs sorties de comparateurs, comme le montre la figure 13, où nous avons supposé qu'il s'agissait de deux circuits seulement, C_1 et C_2 , mais on peut en utiliser bien plus.

Le fait de relier entre eux les collecteurs des transistors de sortie des comparateurs réalise une fonction « ET » (sans nécessiter de circuit logique), c'est pourquoi on parle quelquefois de fonction « ET câblée » ou même de « ET fantôme ». En effet, si l'un quelconque des transistors de sortie devient conducteur, comme ils sont tous en parallèle, tous les collecteurs passent au niveau bas.

Le quadruple comparateur LM 339 est tout à fait indiqué dans ce cas. La sortie de chaque comparateur se fait sur le collecteur d'un transistor, pour permettre la réalisation de cette fonction « ET câblée ».

S'agit-il de « ET » ? S'agit-il de « OU » ?

On trouve souvent dans les notices une dénomination inattendue : le branchement de la figure 13 est appelé « connexion OU ». Le terme anglais dit que les sorties peuvent être « ORed » — traduisez « OUées » —, autrement dit : « mises en OU ». Pourtant, nous avons bien réalisé un circuit « ET » en reliant ensemble les collecteurs des transistors de sortie.

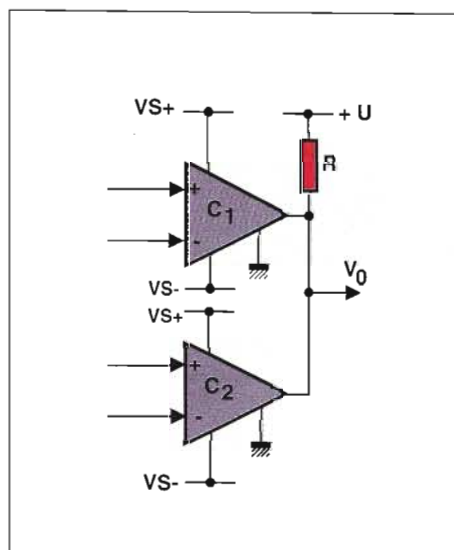


Fig. 13. — Quand des comparateurs ont leurs sorties en collecteur ouvert (ou en montage quasi-équivalent), on peut, en reliant ces collecteurs entre eux, réaliser une fonction « ET » par simple interconnexion.

La solution de l'énigme est simple. Il faut en effet que toutes les sorties des comparateurs (telles qu'elles seraient si on ne les avait pas interconnectées, mais que chacune ait son résistor de « tirage » vers le + U) soient hautes pour que la sortie V_O du montage de la figure 13 le soit. C'est bien une fonction « ET », puisqu'il faut que la sortie de C_1 et celle de C_2 soient hautes pour que V_O le soit.

Mais nous avons supposé que l'apparition d'une condition d'alarme sur la sortie d'un comparateur correspondait au passage de cette sortie au niveau bas, autrement dit, nous raisonnons en « logique négative ».

Donc, en partant d'un circuit « ET » dont toutes les entrées sont au niveau haut (sa sortie y est donc aussi), il suffit que l'une quelconque des entrées OU une autre passe au niveau bas pour que la sortie en fasse autant. La fonction « ET » en logique positive devient alors « OU » en logique négative.

Nous avons donc réalisé, pour la logique négative, un circuit « OU câblé », alias « OU fantôme » (on doit sans doute écrire « HOU fantôme ! » pour évoquer le spectre qui fait peur).

Autres circuits à comparateurs

Etant donné la grande vitesse de réponse des comparateurs, on peut les utiliser pour de nombreuses applications. En particulier, avec un simple quartz, on réalise un bon oscillateur, dont la figure 14 montre le schéma. Le quartz intervient dans une boucle de réaction positive dans un comparateur LM 339 dont on a polarisé l'entrée « + » à un potentiel égal à la moitié de la tension VS^+ (ici, le VS^- est la masse).

Le réseau R-C ($100\text{ k}\Omega$, $0,1\ \mu\text{F}$) appliqué à l'entrée « - » une tension continue égale à la valeur moyenne de la tension de sortie, qui est un signal rectangulaire.

Si vous consultez un catalogue de constructeur, vous serez surpris du nombre d'applications possibles des com-

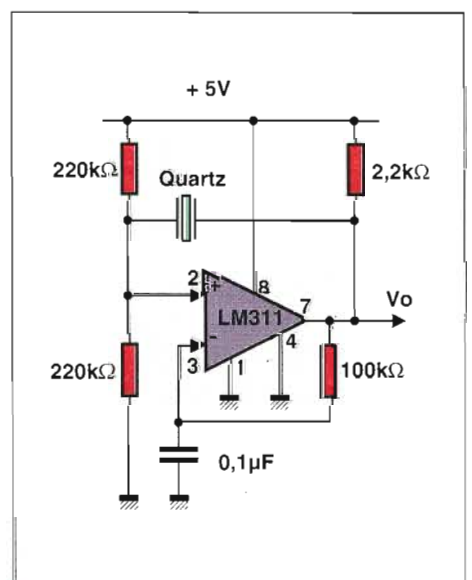


Fig. 14. — Un comparateur permet de réaliser un bon oscillateur à quartz. Le quartz est inséré ici dans un circuit de réaction positive, les potentiels moyens des entrées « + » et « - » sont proches de la moitié de la tension d'alimentation.

parateurs (avec lesquels on peut faire des oscillateurs astables, monostables, bistables, etc.).

Si vous arrivez à vous familiariser avec ces composants (c'est facile, achetez-en quelques-uns et « bricolez » un peu avec eux), vous pourrez réaliser des applications intéressantes des comparateurs. Les constructeurs, bienveillants, ont estimé qu'ils pouvaient rendre service aux utilisateurs en faisant eux-mêmes l'assemblage de quelques comparateurs et d'autres éléments, et l'on est arrivé ainsi aux circuits que nous allons examiner maintenant.

Deux comparateurs et un bistable

Imaginez un basculeur bistable (fig. 15), du type « R-S » (commandé par une entrée, S, pour passer à l'état « un », par une autre, R, pour passer à l'état « zéro ») et deux comparateurs commandant ses entrées S et R. Pour compléter le tout, supposez que l'on ait fixé les tensions de l'entrée « - » de C_1 et de l'entrée « + » de C_2 par une chaîne de trois résistors, R, R' et R'' (ayant, par exemple, la même résistance).

Vous avez sans doute reconnu l'ensemble : c'est peut-être le circuit intégré le plus connu et le plus utilisé, malgré son âge plus qu'avancé (plus de quinze ans, un record pour ces composants qui, généralement, se démodent si vite).

Et oui : c'est le fameux « 555 », dont on trouve pratiquement un emploi (au moins) dans chaque numéro du *Haut-Parleur*. Lors de sa sortie, on organisa un concours entre les amateurs, à celui qui trouverait une application originale du circuit.

Il y eut un nombre considérable de réponses, et le constructeur du circuit publia un livre (assez épais) sur « Tout ce que l'on peut faire avec un 555 » (il paraît même qu'il regretta de ne pas avoir publié aussi un autre livre, très mince, celui-là : « Ce que l'on ne peut pas faire avec un 555 »).

Rappelons que le bistable est commandé, pour un de ses basculements, quand le potentiel de l'entrée (B) dépasse celui du point (E), l'autre basculement ayant lieu quand l'entrée (A) tombe au-dessous du potentiel du point (D).

Le transistor ajouté sert à décharger le condensateur qu'on rencontre presque toujours à côté d'un 555.

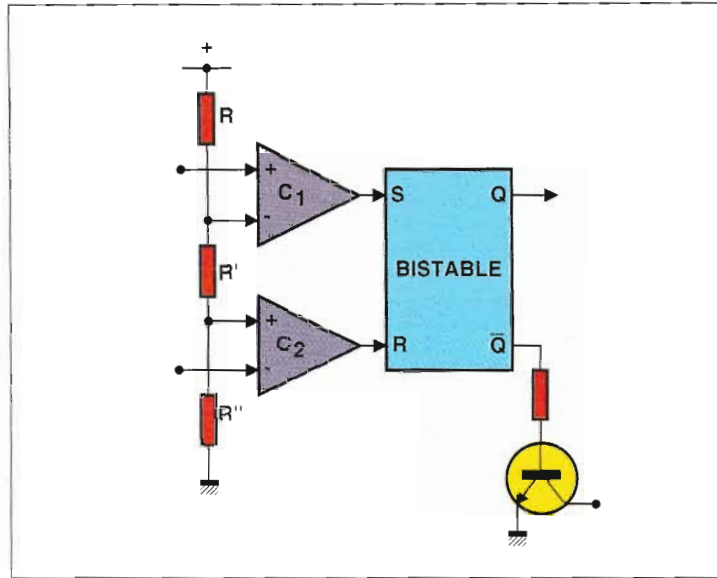


Fig. 15. - Deux comparateurs commandant un bistable, plus une chaîne de trois résistors et un transistor... et l'on obtient un circuit particulièrement bien connu.

Deux comparateurs et un peu de logique

Imaginons un autre assemblage (fig. 16) dans lequel deux comparateurs, commandés sur leurs entrées « + » par une tension d'entrée e, ayant des tensions de référence u et u' sur leurs entrées « - », commandent une logique.

Vous obtenez un circuit extrêmement intéressant, à notre avis trop peu utilisé par les amateurs, le fameux TCA 965, ou « discriminateur à fenêtre ».

Le but de ce circuit est le suivant : les tensions u et u' définissent une « fenêtre », c'est-à-dire une plage de tensions comprises entre u et u', et le circuit a pour but de préciser si la tension d'entrée e est :
— dans la fenêtre (entre u et u') ;
— hors de la fenêtre (sortie opposée à la précédente) ;
— en dessous du niveau bas de la fenêtre ;
— au-dessus du niveau haut de la fenêtre.

La logique comporte quatre sorties, qui correspondent chacune à l'un de ces quatre cas. Pour rendre l'utilisation du circuit plus agréable encore, le constructeur vous donne la possibilité de fixer individuellement u et u' ou, si vous préférez, de fixer leur valeur moyenne $(u + u')/2$, qui sera le « milieu » de la fenêtre, sur une entrée, et leur différence $u' - u$, c'est-à-dire la « largeur » de la fenêtre, sur une autre entrée.

Un tel circuit est idéal pour contrôler des niveaux de signaux, donc des produits définis avec des tolérances données. L'auteur croit se rappeler qu'un rédacteur du *Haut-Parleur* l'avait qualifié autrefois de « MPB » (Merveilleuse Petite Bête). Il se prête parfaitement aussi à la vérification du niveau de signal requis en sortie d'un magnéscope classique quand on l'utilise pour le stockage des informations d'un ordinateur. En particulier, l'auteur évoque les difficultés qu'il avait eues lors de la lecture des cassettes sur un ZX 81

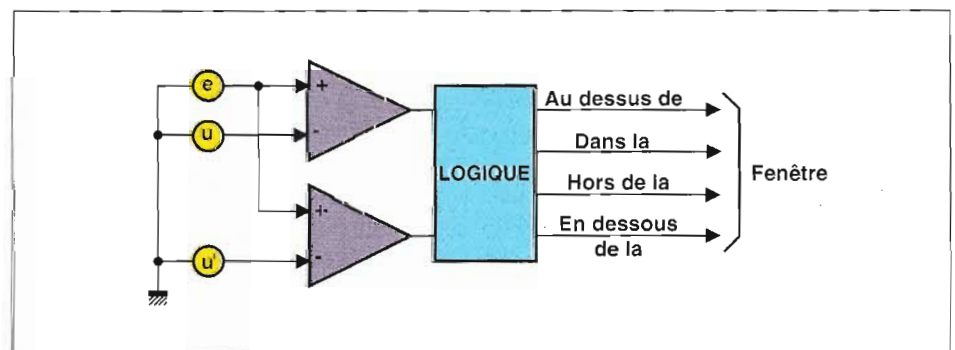


Fig. 16. - Avec deux comparateurs et un ensemble de logique, on réalise le « discriminateur à fenêtre », du type TCA 965, très utile pour déterminer si la tension e est dans la « fenêtre » (déterminée par les tensions u et u'), hors de la fenêtre, au-dessus de la limite haute ou en dessous de la limite basse.

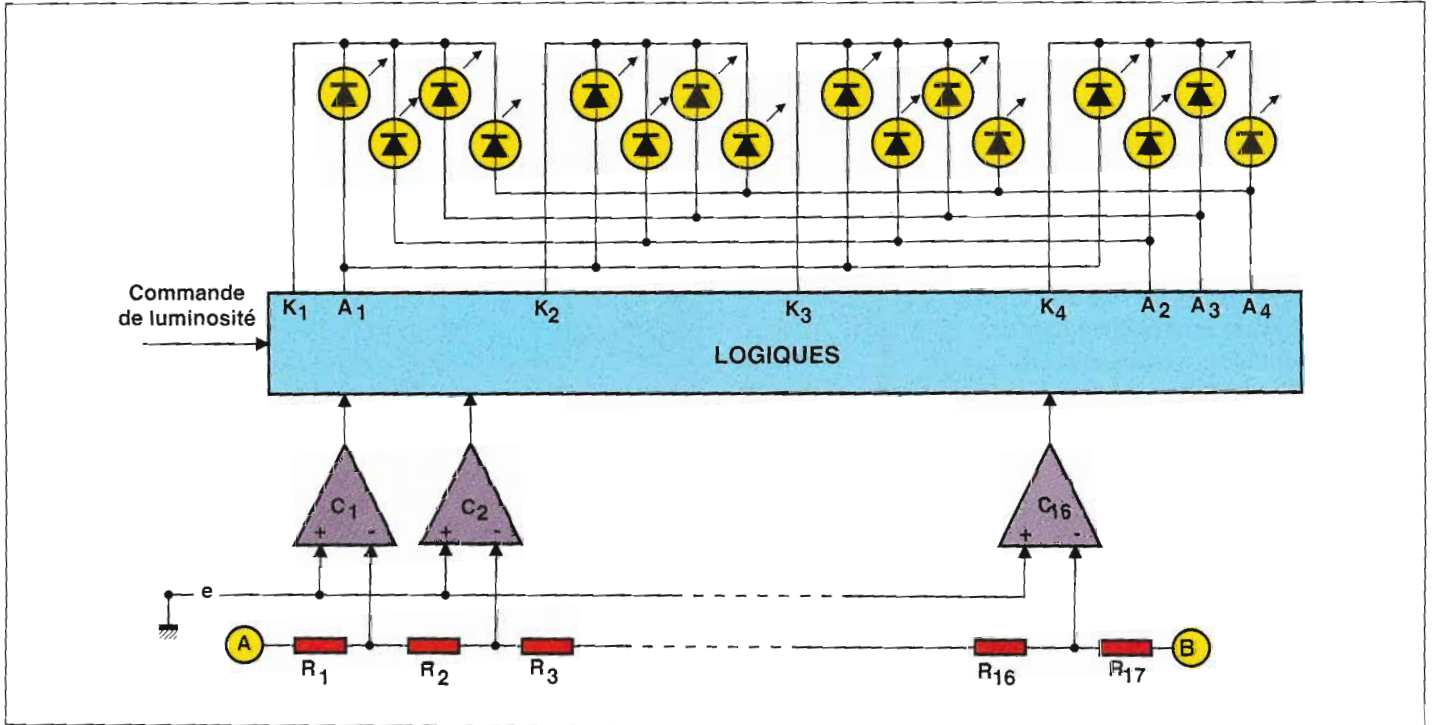


Fig. 17. - Avec seize comparateurs dont les entrées « - » sont polarisées par une chaîne de dix-sept résisteurs, on peut, avec l'aide de logiques appropriées, commander l'allumage d'une seule LED parmi seize, suivant la valeur de la tension e . C'est le fameux UAA 170.

(cela ne nous rajeunit pas...) et que l'emploi d'un petit montage comportant un TCA 965 avait éliminées.

Beaucoup de comparateurs échelonnés

Nous avons vu, dans le cas du 555, deux comparateurs dont les tensions de référence étaient données par une chaîne de trois résisteurs. On trouve toute une série de comparateurs — douze ou seize — avec des tensions de référence fournies par une chaîne bien plus longue, dans de nombreux circuits largement utilisés par les amateurs (et les professionnels, bien sûr).

Les plus employés dans cette catégorie sont les fameux UAA 170 et UAA 180. Le premier, le UAA 170, allume une seule diode parmi seize. Il comporte donc seize comparateurs, recevant tous la même tension d'entrée sur leurs entrées « + », alors que leurs entrées « - » sont polarisées par une chaîne de dix-sept résisteurs, comme le montre le schéma simplifié de la figure 17.

Les dix-sept résisteurs qui fournissent les tensions de références échelonnées en progression arithmétique sont les R_1, R_2, \dots, R_{16} et R_{17} . Les deux extrémités (A) et (B) de cette chaîne sont accessibles, ce qui permet de déterminer à volonté la tension

minimale (correspondant presque à l'allumage de la deuxième LED) et la tension maximale (qui correspond presque à l'allumage de la quinzième LED).

Les mots « presque » et la désignation de la deuxième et de la quinzième LED peuvent surprendre. En fait, il faut comprendre que, quand la tension d'entrée e est inférieure à un certain minimum (voisin de la tension appliquée à A), la première LED reste allumée en permanence. De même, quand e est supérieure à un certain maximum (voisin de la tension appliquée à B), la seizième LED reste allumée en permanence.

Donc, si l'on part d'une valeur basse de e , la première LED est allumée. Puis, e augmentant, la première LED s'éteint et la deuxième s'allume, puis la deuxième s'éteint et la troisième s'allume, et ainsi de suite. Finalement, pour une certaine valeur de e , la quatorzième LED s'éteint et la quinzième s'allume. Si l'on augmente encore e , la quinzième LED s'éteint, la seizième s'allume, et elle restera allumée si e monte plus haut.

Or, au fur et à mesure que e augmente, les sorties des comparateurs $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{15}$ puis C_{16} passent au niveau haut, mais la sortie de C_1 reste au niveau haut quand celle de C_2 y passe, et les sorties de C_1 et de C_2 restent toutes deux au niveau haut quand celle de C_3 y passe.

Finalement, quand e atteint une valeur suffisante, toutes les sorties des comparateurs sont au niveau haut.

Comme on ne veut allumer qu'une seule des seize LED, il faut donc, entre les sorties des comparateurs et les LED, un réseau de logiques. Ainsi quand, par exemple, les sorties des comparateurs de C_1 à C_4 inclus sont hautes, les sorties de C_5 à C_{16} inclus étant basses, les logiques commandent l'allumage de la LED n° 5 seule.

En plus, un circuit particulier permet de commander la luminosité de la LED allumée, et, pour envoyer le courant vers l'une des seize LED, on n'utilise que huit sorties : quatre pour les cathodes, de K_1 à K_4 , allant chacune aux cathodes de quatre LED consécutives, et quatre pour les anodes, de A_1 à A_4 , connectées comme le montre la figure 17. C'est une commande « matricée », avec quatre lignes et quatre colonnes, très facile à utiliser.

Rien n'empêche d'employer, pour les quatre premières LED, des types rouges, pour les LED de 5 à 8, des modèles jaunes, pour celles de 9 à 12, des vertes, et, de 13 à 16, des bleues (puisque, depuis peu, on dispose de LED bleues). Signalons aussi que, suivant que la tension entre (A) et (B) est faible ou forte, le passage d'une LED à une autre, lors de l'augmentation de e , peut se faire graduellement ou brusquement.

La « chenille riche »

Avec le circuit UAA 180, il n'y a que douze comparateurs, treize résistances dans la chaîne, et tout se passe comme si la sortie de chaque comparateur commandait une LED donnée. Ainsi, quand elle croît, il y a de plus en plus de LED allumées, la première restant allumée quand la deuxième s'allume, puis les deux premières restant allumées quand la troisième s'allume... jusqu'à ce que les douze soient allumées en même temps.

On voit ainsi progresser une barre lumineuse, qui semble sortir d'une extrémité et s'allonger. C'est ce que les installateurs d'enseignes lumineuses nomment une « chenille riche ». Précisons que la « chenille pauvre » est celle qui correspond à l'allumage d'une partie seulement des LED disponibles. Par exemple, les LED n° 3, 4, 5 et 6 seraient allumées, et la progression d'une « chenille pauvre » correspondrait à l'allumage de la LED n° 7 en même temps que la LED n° 3 s'éteindrait. Ce type de circuit est très indiqué pour réaliser, par exemple, un thermomètre : la

progression des LED suggère la montée d'un liquide coloré dans la colonne d'un thermomètre. Précisons que l'on peut assez facilement combiner n circuits UAA 180, permettant ainsi de réaliser une « chenille riche » allant jusqu'à l'allumage de $12n$ LED.

Dans le UAA 180, comme dans le UAA 170, une entrée spéciale est prévue pour commander la luminosité des LED. Par ailleurs, un mode de branchement spécial, analogue au branchement matriciel, permet d'alimenter plusieurs LED en série, ce qui fait que l'on ne consomme, pour allumer **douze** LED en même temps, que le **triple** de l'intensité requise pour une LED.

Autres circuits du même type

Il faut croire que ce type de circuit avec des comparateurs multiples pour commander des LED a rencontré un accueil favorable car les modèles se sont multipliés. Nous citerons, dans le même genre, les LM 3914 (commande de douze LED

soit en LED unique, soit en chenille riche) et le LM 3916, bien connu des réalisateurs de VU-mètres. En effet, on a donné à ce circuit une réponse logarithmique, pour que la rangée de LED qu'il commande puisse être en décibels.

Que trouverait-on encore comme applications des comparateurs ? D'innombrables circuits, en particulier ceux que l'on utilise pour la conversion analogique-numérique. Etant donné l'importance des applications numériques de nos jours, on voit que ces braves comparateurs, si souvent négligés ou ignorés par les amateurs, sont très intéressants à connaître et à utiliser. L'auteur a vu trop souvent des réalisations d'amateur dans lesquelles on s'était donné beaucoup de peine pour réaliser une fonction qu'un comparateur des plus courants aurait remplie avantageusement. Donc, si certains lecteurs, après avoir lu cette mise au point, se mettent à s'intéresser aux différents comparateurs et à ce que l'on peut en faire, l'auteur estimera qu'il n'a pas perdu leur temps (ni le sien).

J.P. Œhmichen

BIBLIOGRAPHIE

Alimentations à découpage

L'électronique analogique date du début du siècle avec, comme premier composant actif, le tube. Recherche fondamentale et évolution des technologies ont fait apparaître les transistors dans les années 50, les circuits intégrés de « petite intégration » dans les années 60 et de « grande intégration » dans les années 70. Depuis plus d'une décennie,



l'électronique numérique a « écrasé » l'électronique analogique avec l'avènement du microprocesseur et de l'informatique industrielle.

Cependant, l'électronique analogique est toujours d'actualité, et l'industrie réclame des techniciens connaissant cette discipline. Aussi la collection Electronique analogique, dont fait partie cet ouvrage, a pour objectif de sensibiliser les étudiants de première formation, de formation permanente ainsi que les professeurs et les techniciens de l'industrie.

Cet ouvrage suppose connus les principes de base des alimentations électriques et des alimentations linéaires, il est consacré aux alimentations à découpage. Les alimentations à découpage à commutation forcée et à résonance sont présentées d'abord simplement, puis en détail, en indiquant leurs méthodes d'étude. Les chapitres suivants traitent les alimentations spéciales (pompe de charge, préréglage, haute tension, etc.), ainsi

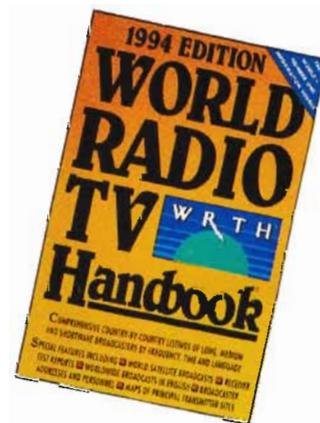
que le domaine de la compatibilité électro-magnétique (CEM) avec toutes ses règles de conception.

L'auteur, ingénieur CNAM et agrégé, Michel Girard, est maître-assistant à l'Institut universitaire de technologie de Cachan. Parallèlement, il est chercheur en supraconductivité et microscopie électronique ainsi qu'ingénieur conseil dans le domaine des ultrasons. (185 F).

Editeur : Ediscience International, 28, rue Beaunier, 75014 Paris.

World radio TV Handbook

L'édition 1994 du *World Radio TV Handbook* vient de paraître. Véritable bible des radioamateurs et des auditeurs de radios lointaines, cet ouvrage (en langue anglaise) rassemble sur 602 pages la liste de tous les émetteurs de radio et de télévision du monde, classés par continent et par pays, avec leur fré-



quence, la puissance de chaque émetteur et sa situation géographique, les horaires des émissions et la langue utilisée. Cet ouvrage est illustré de nombreuses cartes et contient maintenant la liste de tous les émetteurs de radio et de TV par satellite du monde. Diffusé en France par Dunod, le *World Radio TV Handbook* est en vente à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. Tél. : 48.78.09.92 (Minitel 3615 LPRADIO).