

LES CAPACITES (CONDENSATEURS)

Les condensateurs sont omniprésents dans les montages électriques et électroniques. Enormes cylindres dans les alimentations, petites perles parsemant les circuits imprimés ; mais aussi, innombrables capacités « cachées », indésirables ou, au contraire, tout à fait indispensables. Ces réservoirs de charges électriques ont de multiples usages pratiques, du plus grossier, comme l'élimination de « parasites », au plus sophistiqué, comme la mesure du temps avec de véritables sabliers électroniques.

Deux conducteurs, un diélectrique

Au XIX^e siècle, et jusqu'à une époque récente (les appareils de physique des lycées ne sont pas tous de la première jeunesse !), on se servait, pour faire voir le principe d'un condensateur, du modèle d'un certain *Aepinus*. Superbe assemblage de cuivre, de verre et de bois, comme la plupart des « machines électriques » du temps.

On obtient un condensateur chaque fois que sont assemblées deux surfaces conductrices (sur le modèle d'*Aepinus*, les plateaux de cuivre), séparées par un « isolant » (pour *Aepinus*, du verre). Le tout forme un réservoir à charges électriques, dont la **capacité** dépend d'une foule de facteurs : disposition géométrique, surface des conducteurs, nature du *diélectrique*. Ce terme savant est préférable au trop vague : isolant.

Du montage d'*Aepinus*, il nous est resté le symbole quasi universel pour figurer un condensateur dans un schéma, le classique double trait qui n'est que la « vue en coupe » très stylisée du fameux dispositif (fig. 1).

« Condo » et « capa »

Certains préfèrent, suivant les anglophones (qui l'appellent *capacitor*), le terme « capacité » au plus traditionnel « condensateurs ». Les deux sont rigoureusement synonymes ; les techniciens mettent tout le monde d'accord, employant sans distinction les deux abréviations argotiques « condo » ou « capa ».

En toute rigueur, la capacité est la mesure de la **quantité d'électricité** que le condensateur peut stocker. C'est une quantité qui varie avec la tension d'utilisation, au même titre que la quantité de gaz stockée dans un réservoir dépend de sa pression.

Pour le physicien, la capacité que l'on désigne par tradition avec la lettre

C est définie ainsi :

$$Q = C \times V$$

où Q est la quantité d'électricité et V le voltage (la tension). En pratique, on ne s'intéresse guère à cette formule ; en revanche, le comportement du condensateur lorsqu'il se charge (remplissage) ou se décharge (vidange) est du plus haut intérêt...

Le temps « RC »

On sait qu'il faut se méfier, avec l'électricité et l'électronique, des images et analogies prises dans d'autres domaines. Néanmoins, un modèle « hydraulique » sera utile pour comprendre le mécanisme de charge et de décharge d'un condensateur (fig. 2).

Connecté à une alimentation de tension V, à travers une résistance R, le condensateur de capacité C se charge très rapidement au début (lorsqu'il est vide), puis de plus en plus lentement lorsqu'il se remplit. Comme un réservoir qui, au fur et à mesure qu'il se remplit, équilibre la pression de l'arrivée d'eau ; jusqu'à la fameuse égalité des vases communicants...

Pour les forts en maths, le « niveau »

(la tension) croît ainsi avec le temps t :

$$v = V(1 - e^{-t/RC})$$

La décharge est symétrique : ce que l'on imagine très bien avec notre réservoir d'eau vidé par un robinet situé en bas. Très forte au début, la tension (pression) va diminuer avec la baisse du niveau, et le réservoir se vider de moins en moins vite (fig. 3).

Si l'on n'aime pas les formules, on retiendra au moins que le produit R x C donne un **temps** ; et qu'au bout de ce temps-là, le condensateur est aux 1/3 plein (charge) ou aux 2/3 vide (décharge). Quoique grossière, cette indication suffit à la plupart des usages pratiques !

Unités de compte

L'unité de capacité officielle se nomme **farad**, en hommage au physicien Faraday à qui l'on doit beaucoup de vocabulaire en électricité : polarisation, induction, etc. Bien qu'il se soit beaucoup trompé dans ses théories...

Vous ne rencontrerez guère de composants d'une capacité d'un farad ! C'est en pratique une valeur énorme, qui ne s'atteint que pour des besoins extrêmes (installations EDF, par exemple).

En électronique, les valeurs utiles vont de quelques *picofarads* (1/1 000 000 000 000 de farad) à plusieurs milliers de *microfarads* (1 millionième de farad).

Les plus petites valeurs s'obtiennent avec des isolants au sens habituel : mica, céramique... Il existe, comme pour les résistances, un code coloré pour marquer les petits condensateurs.

Cependant, il est plus courant de marquer ces composants avec une valeur chiffrée. Surtout les fortes valeurs... car il y a assez de place sur de volumineux cylindres pour indiquer en clair la marque, la température d'utilisation, la tension limite, etc., avec la valeur du composant.

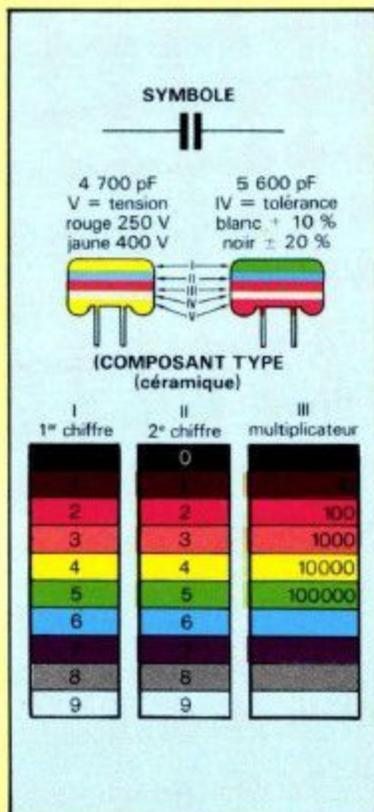


Fig. 1. - Symbole usuel du condensateur et son code de couleurs.

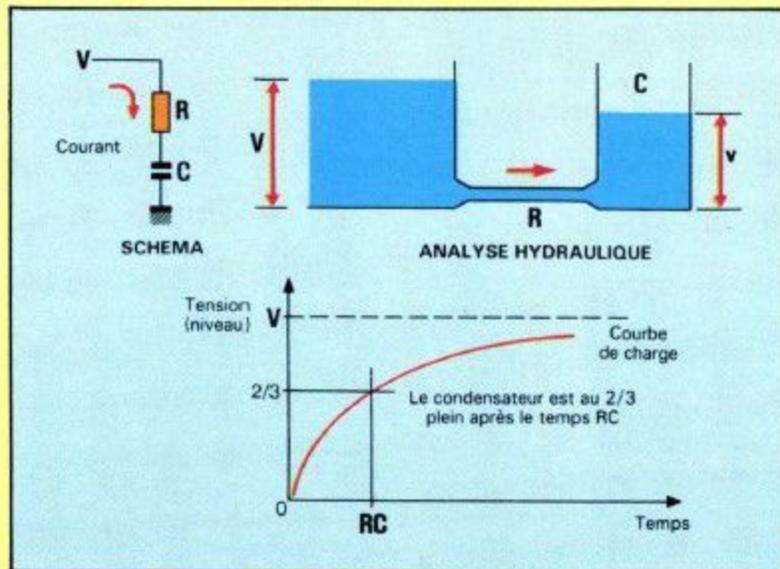


Fig. 2. - Charge d'un condensateur...

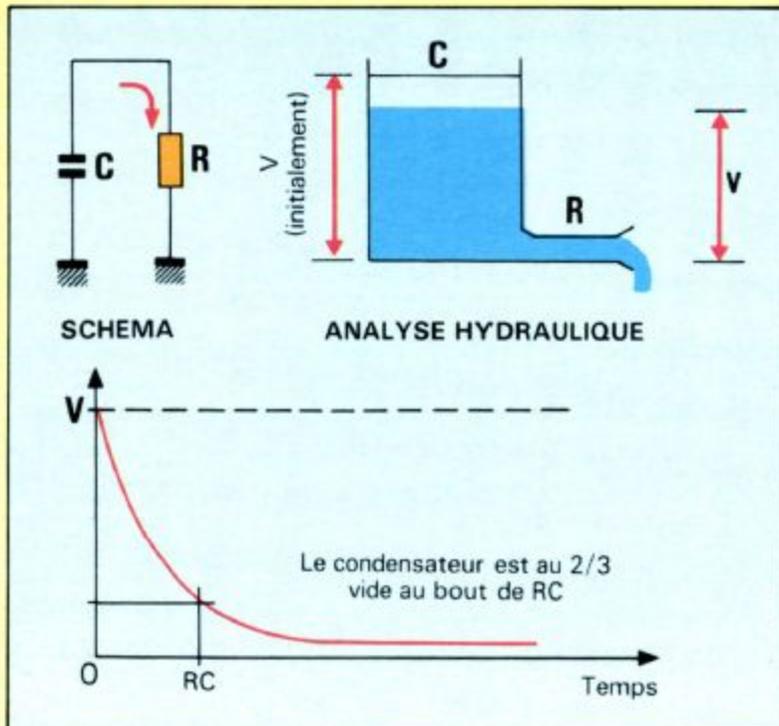


Fig. 3. - ... et sa décharge.

Attention aux chimiques

En fait, les matériaux isolants ne peuvent stocker qu'assez peu de charges pour un volume donné. Pour les fortes capacités, on a recours aux « condensateurs chimiques ».

Comme dans les piles ou les batteries, on emploie alors un électrolyte : les charges sont stockées ou restituées selon des processus de décomposition ou de reconstitution chimiques. En fait, il s'agit bien de batteries, mais conçues de telle sorte qu'elles puissent se charger et se décharger aussi vite que possible ; et qu'elles supportent une quasi-infinité de charges et de décharges.

Au-delà du microfarad, presque tous les condensateurs sont de ce type. Ce qui impose des précautions, car ces condensateurs ont un sens de polarisation, qui doit être respecté pour leur bon fonctionnement. Sinon, on va vers des ennuis semblables à ceux que l'on connaît avec une batterie branchée à l'envers : le condensateur sera endommagé (ce qui est un moindre mal) et peut même exploser, sous l'effet des dégagements de gaz dus à une véritable électrolyse !

Les condensateurs chimiques sont schématisés soit avec un signe + pour repérer leur sens, soit avec une forme qui rappelle (ce n'est pas un hasard) le symbole d'une pile électrique.

Charge d'un chimique

Le montage est d'une simplicité enfantine. On dispose en série une résistance de 10 kΩ (marron-noir-orange) et un condensateur marqué 1 000 μF.

La seule précaution est de respecter la polarité de ce dernier.

Certains fabricants marquent d'un + l'extrémité qui doit être à la tension la plus positive ; les autres, on l'aura deviné, indiquent avec le signe - le côté qui doit être au potentiel le plus faible. Il est impératif de respecter cette orientation (fig. 4).

Sur la planchette, on installera ce circuit « RC » entre le + 5 V et la masse ; le condensateur va donc se charger via la résistance de 10 kΩ. Pour « voir » cette charge, on peut mesurer avec le contrôleur la tension aux bornes de la résistance. Nous souvenant que sur le calibre 10 V cet instrument introduit une dérivation de 10 kΩ, la résistance qui intervient est 10 kΩ/2 soit 5 kΩ.

Délai de charge

La théorie prédit que le condensateur sera chargé aux deux tiers au bout du temps RC, soit : $5\,000 \times (1\,000/1\,000\,000) = 5$ secondes.

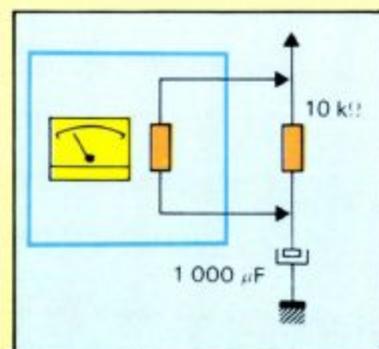


Fig. 4. - Les polarités d'un condensateur.

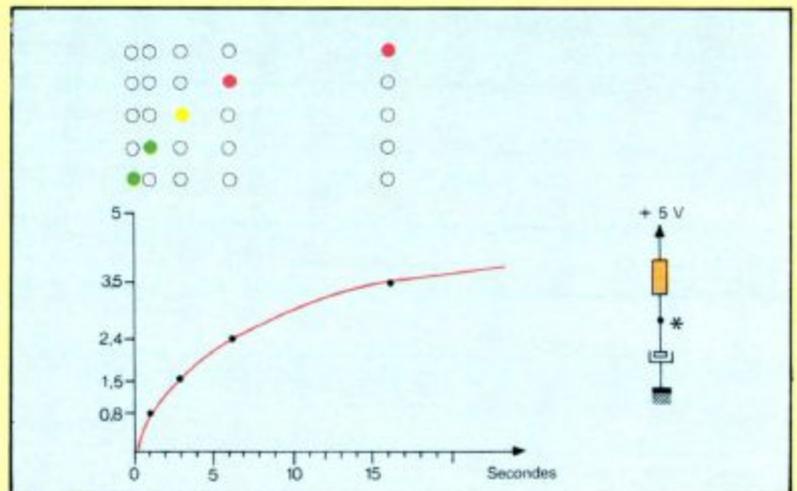


Fig. 5. - La courbe de charge théorique d'un condensateur.

Les puristes peuvent préciser la valeur « deux tiers » ; c'est $1 - e^{-1}$, soit 0,63212... contre $2/3 = 0,66666...$

L'erreur de calcul est de l'ordre de 5 % ; les composants utilisés sont rarement garantis à cette précision !

Pour des raisons évidentes, lorsque le condensateur sera chargé jusqu'aux 2/3 de la tension d'alimentation, la tension aux bornes de la résistance, celle qui est indiquée par le contrôleur, sera de 1/3 de 5 V, soit à peu près 1,7 V.

On verra la charge s'effectuer en :
 - mettant en court-circuit avec un fil « volant » les deux pattes du condensateur, ce qui le décharge quasi complètement (et brutalement) ;
 - regardant l'aiguille du contrôleur, montée aux alentours de 5 V, descendre rapidement d'abord, puis progressivement moins vite, vers zéro. Sans mettre en œuvre un chronomètre, on peut mentalement compter 5 secondes entre le début de la charge et le passage à 1,7 V ; ou un peu plus, ou un peu moins, selon l'état de charge des batteries (de 5,2 V à 4,8 V dans des conditions normales).

Franchissement des seuils logiques

On peut aussi relier le point milieu du montage RC au pèse-signaux ; comme l'on sait, celui-ci fait voir les « seuils logiques » selon l'échelle :

0,8 V 1,5 V 2,4 V 3,5 V
 Si l'on court-circuite le condensateur, le pèse-signaux allume sa diode verte inférieure : la tension est voisine de zéro, c'est normal.

Si l'on compte « mentalement » les secondes à partir du moment où l'on supprime le court-circuit, on peut obtenir une bonne approximation de la courbe de charge théorique (fig. 5). Attention, mentalement, on compte « un », « deux » etc. ; mais le « un » vient au temps zéro. Il s'écoule donc une seconde quand on compte

« deux » ; il faut donc soustraire « un » pour obtenir un compte « juste ».

Cela peut surprendre, mais on se trompe assez peu avec le chronomètre mental !

Avis aux théoriciens

Les valeurs mesurées peuvent ne pas coïncider avec la théorie. C'est normal, à la précision près des composants usuels : des erreurs de l'ordre de 10 % sont fréquentes. De plus, les composants sont « imparfaits » ; ainsi, les condensateurs de type chimique surtout ont une résistance qui n'est pas infinie ! (fig. 6).

On appelle joliment cette résistance parasite la **résistance de fuite**... On peut négliger les petites fuites d'un réservoir si les autres flux sont bien plus forts ; mais à long terme, même une petite fuite peut vider complètement une citerne...

En électronique, on fait souvent des démarches en deux temps :

- 1) On suppose les composants parfaits, et on prédit le fonctionnement théorique du circuit.
- 2) On monte une maquette avec des composants réels... et on rectifie le tir en fonction des (dures) réalités.

C'est un des défauts de notre enseignement scolaire : on voudrait nous faire croire que les choses se passent comme dans les problèmes.

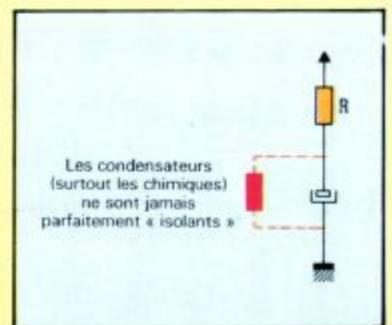


Fig. 6. - La résistance de fuite d'un condensateur.

AMAIGRISSEUR DE SIGNAUX

Contrairement aux circuits logiques qui suivent, aussi instantanément que possible, les variations de leurs « entrées », les montages RC mettent... un certain temps à changer d'état logique.

Cette faculté de mémoriser durablement un état logique antérieur est abondamment utilisée pour « conditionner » des signaux logiques. C'est-à-dire pour allonger ou raccourcir leur durée.

Voyons d'abord la manière la plus classique de faire maigrir une impulsion trop large...

Charge et décharge par une porte

La sortie d'une porte logique usuelle en totem (cf. Fiches 2) se comporte :

- soit comme une source de courant, à l'état « 1 »,
- soit comme un absorbeur, à l'état « 0 ».

Montée comme à la figure 7, elle peut donc assurer la charge (7a) ou la décharge (7b) d'un circuit RC.

Plus précisément, la charge s'effectue via la résistance R plus celle de la porte comme source (notée ici R_s), donc avec un délai de l'ordre de :

$$(R + R_s) \times C$$

tandis que la décharge s'effectue via la partie « absorbeur » de la porte, de résistance notée R_a , avec un délai du genre :

$$(R + R_a) \times C$$

Selon technologie

Sur la figure, la porte est un inverseur ; la charge ou la décharge est donc commandée par l'entrée E : « 0 » détermine la charge, « 1 » la décharge.

En technologie C.MOS, les délais de charge et décharge seront très voisins, car par conception des portes, selon cette technologie, les caractéristiques sont symétriques ; autrement dit R_s est très proche de R_a (aux détails de fabrication près).

En technologie TTL, il y a en revanche une forte dissymétrie ; la source de courant a une résistance de l'ordre de plusieurs milliers d'ohms. Tandis que le transistor d'absorption formera un chemin de courant de moins de 100 Ω ; si la résistance R est assez forte, autant dire un court-circuit.

En résumé, la décharge sera bien plus rapide que la charge. Si l'on regarde la tension au point (*) alors que l'entrée de la porte TTL inverseuse varie régulièrement, on la verra chuter

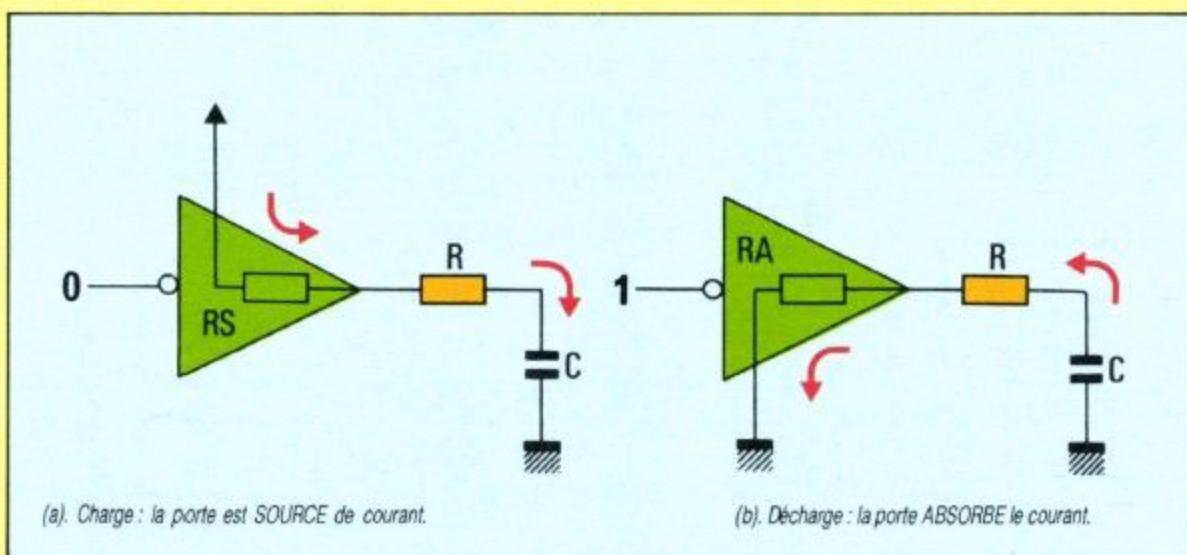


Fig. 7. - Charge et décharge par un inverseur logique.

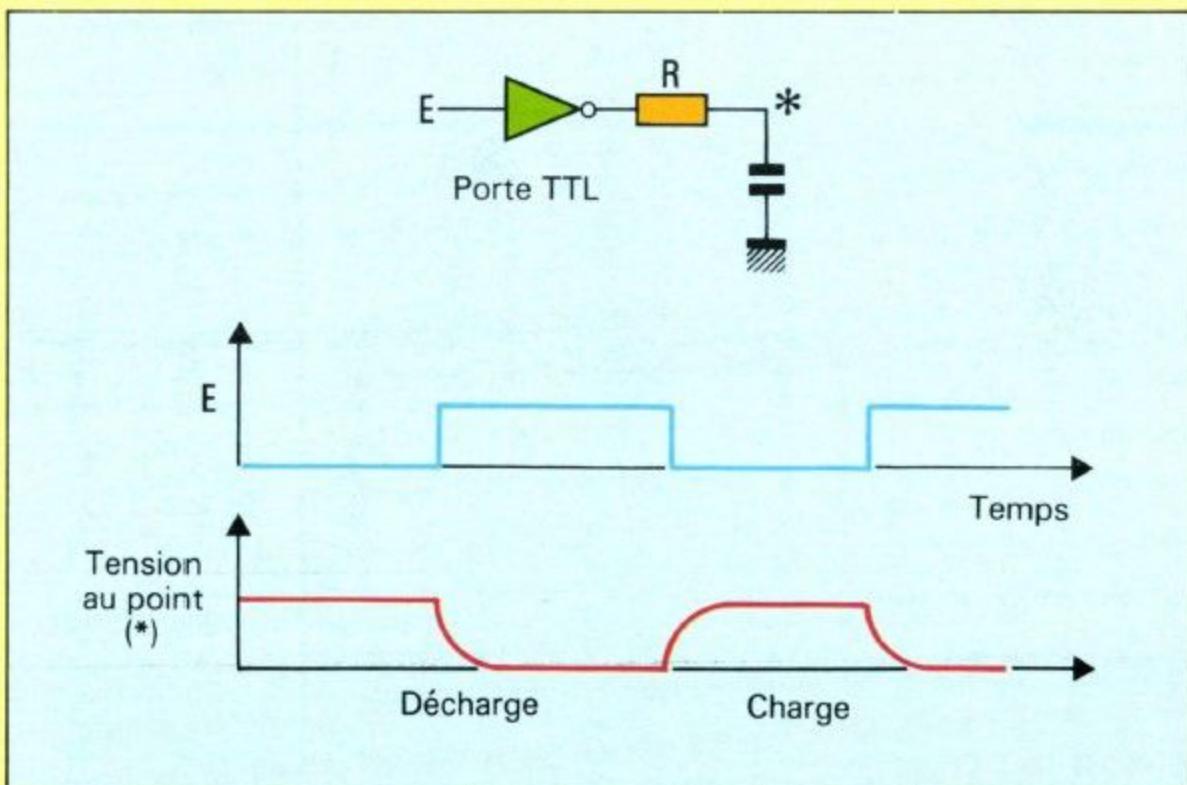


Fig. 8. - Retard créé par le RC.

dans un délai $R \times C$ quand l'entrée passe à « 1 », et remonter plus lentement quand l'entrée retourne à « 0 » (fig. 8).

Utilisation du retard

Toutes les « astuces » pour combiner des circuits logiques avec des RC reposent sur le **retard** avec lequel le condensateur va changer d'état, **au sens des seuils logiques**.

Avec deux NAND de technologie TTL (par exemple, deux des quatre portes d'un 74LS00), on fabrique un amaigrisseur très efficace selon la **figure 9**.

- L'état de repos choisi est le suivant :
- entrée E à 0,
 - C est chargé, donc le niveau s est 1,
 - en vertu de ses propriétés, le NAND de droite donne 1 en sortie.

Voyons ce qui se passe si l'entrée E passe à 1 « brusquement », très vite par rapport au délai RC.

Le RC se décharge, mais assez lentement pour **maintenir** le point s au 1 logique quelque temps après le passage de E au niveau 1. En conséquence, une chute de la sortie du montage au 0 logique aura lieu, se traduisant par une brève impulsion négative jusqu'à ce que, le condensateur étant assez déchargé, le NAND de combinaison ait un 0 sur une de ses entrées, et redonne 1.

Lorsque l'entrée E revient à zéro, le condensateur se recharge sans que l'on ne voie rien changer à la sortie (dont le NAND a toujours une entrée à 0).

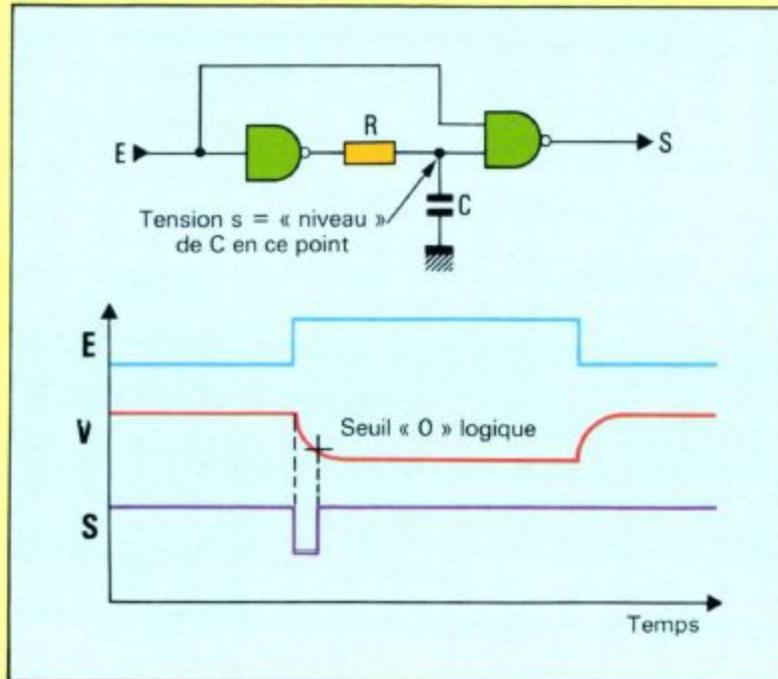


Fig. 9. - Amaigrisseur de signaux et son chronogramme.

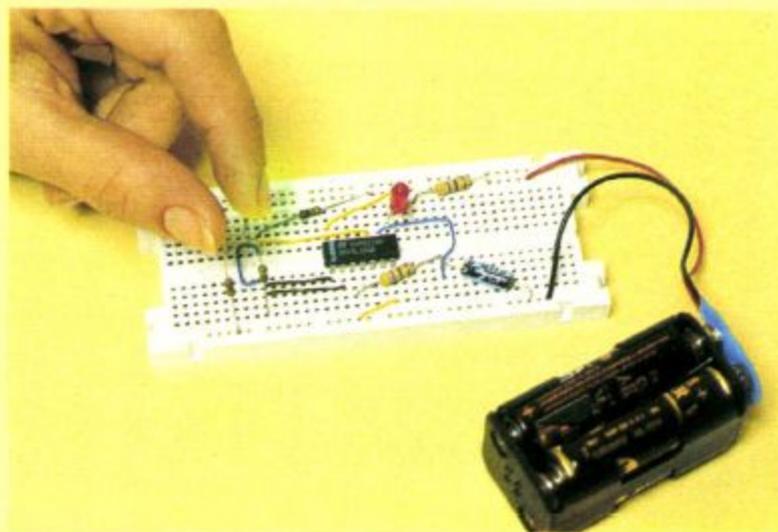


Photo 1. - On notera le « générateur » d'impulsions positives...

Impulsions positives

On crée une impulsion positive en **séparant** les deux queues de résistances (photo 1 et fig. 10). La résistance de 10 kΩ « en rappel » donne le 1 logique souhaité.

Si l'on regarde attentivement la LED, on perçoit une brève lueur, due au passage fugitif de la sortie du montage par le niveau logique bas.

On vérifie également que le retour de l'entrée du montage à zéro (on recolle les deux queues de résistances) n'a pas d'effet à la sortie.

On peut changer la résistance R pour une valeur de 4,7 kΩ ; cela a pour effet d'allonger l'impulsion en sortie ; on ne percevra pas bien la différence de temps, mais on verra une lueur plus vive (effet de persistance sur la rétine).

Limites pratiques

Installez une résistance R de 10 kΩ. Surprise, ça ne marche plus...

Comme c'est souvent le cas, on a « négligé » dans la conception certains éléments « cachés ».

Ainsi, tant que l'on a mis en œuvre des résistances R assez faibles, le léger **rappel interne** de l'entrée des portes NAND (quelque chose comme 20 kΩ) ne contribuait pas de façon notable à la charge du condensateur.

Tandis que le « pont » constitué quand R vaut 10 kΩ maintient un niveau d'équilibre de l'ordre de 1,5 V (5/3) aux bornes de C. C'est trop pour que le NAND fonctionne ; le seuil « réglementaire » du 0 logique est, rappelons-le, à 0,8 V.

Montage

Le montage pratique utilise deux NAND d'un seul circuit intégré 74LS00. Les valeurs de R et C (470 Ω et 1 μF) sont choisies pour avoir un retard de l'ordre de la fraction de seconde, suffisamment long pour être perçu par un bref allumage de la LED disposée en témoin à la sortie.

Le « générateur » d'impulsions positives est réduit à sa plus simple expression : à la main, on maintient en contact la queue d'une résistance de 1 kΩ (valeur non critique !), par ailleurs reliée à l'entrée du premier NAND du montage, avec une autre « piquée » dans la ligne de masse.

Attention, les deux entrées du NAND en question doivent être reliées ensemble pour constituer un véritable inverseur !

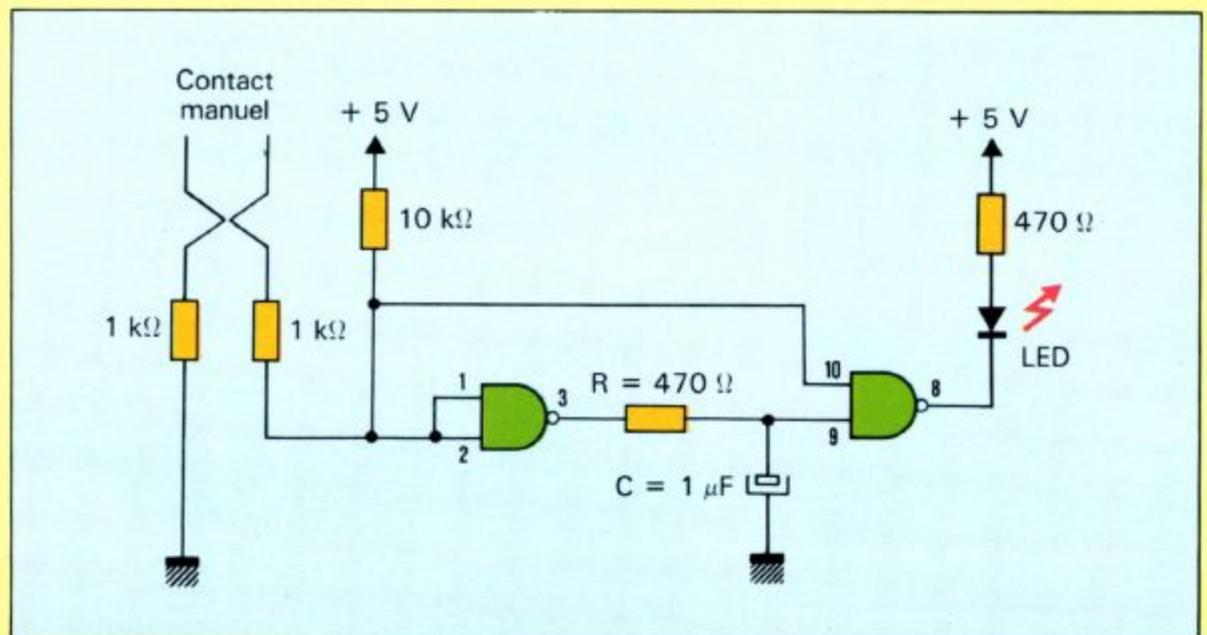


Fig. 10. - La génération d'impulsions : le montage.

DILATATEUR DE SIGNAUX

C'est encore avec une combinaison de circuits logiques, et de délais RC, que l'on peut le plus facilement dilater un signal fugitif en une impulsion beaucoup plus longue.

En somme, la réciproque de l'amaigrisseur précédent.

En y regardant d'un peu plus près, nous verrons une caractéristique très, très intéressante : le ré-armement d'un délai avant son expiration.

Clé de la reprise en secours des systèmes informatiques « temps-réel »...

La diode anti-retour

On maîtrisera bien mieux le délai RC d'un montage actionné par une porte logique, si cette même porte n'est mise à contribution que dans un seul sens, comme c'est le cas figure 11.

Si la résistance R est élevée, l'inverseur peut vider « instantanément » le condensateur quand sa sortie est au niveau bas ; via la diode, parcourue dans le « bon » sens par le courant, c'est comme si la capacité était en court-circuit avec la masse.

En revanche, quand l'inverseur a sa sortie au niveau haut, la diode interdit à celui-ci de contribuer à la charge de C, qui s'effectue essentiellement via R.

La diode anti-retour permet donc de maîtriser le délai de recharge de façon plus précise.

Ré-armement

Si des impulsions entrent dans le montage à un rythme relativement élevé (par rapport au délai de recharge), on peut maintenir la tension aux bornes de la capacité en dessous d'un seuil déterminé. Indéfiniment.

Pour l'électronicien, il s'agit d'un montage ré-armable (en anglais : re-triggerable) (fig. 12).

Il ne reste plus qu'à mettre en place une porte supplémentaire, dont l'entrée est reliée au point milieu du RC : grâce à l'effet de seuil logique, on obtient finalement un signal qui :

- passe à 1 lorsqu'arrive une impulsion sur l'entrée du montage,
- reste à 1 tant que le condensateur ne s'est pas rechargé jusqu'à présenter un niveau assez haut ; ce qui demande une fraction du classique délai RC (fig. 13).

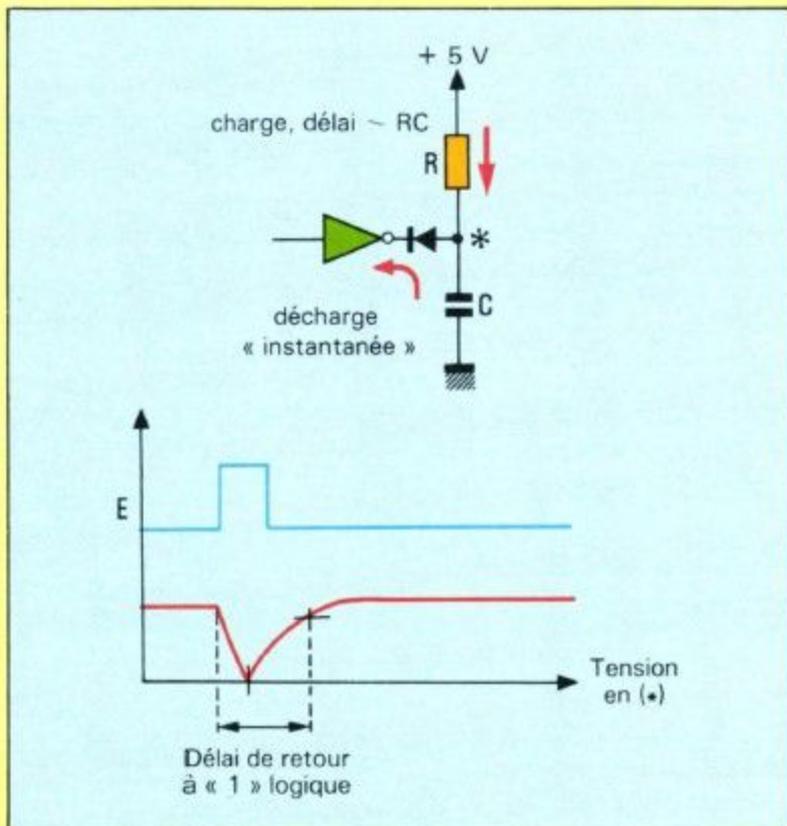


Fig. 11. - Le délai RC d'un montage actionné par une porte logique.

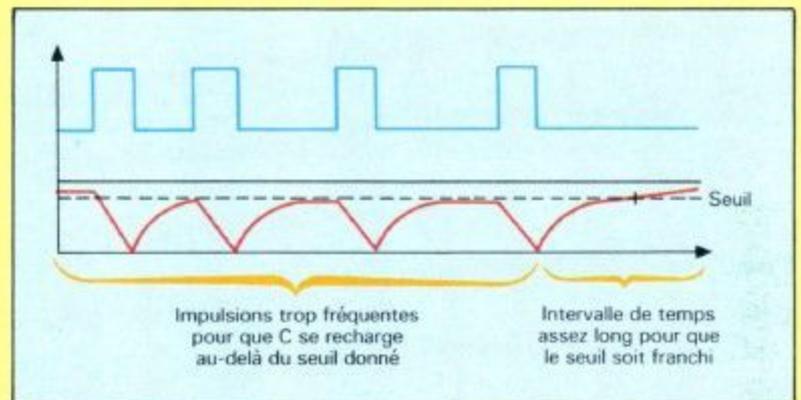


Fig. 12. - Principe du ré-armement.

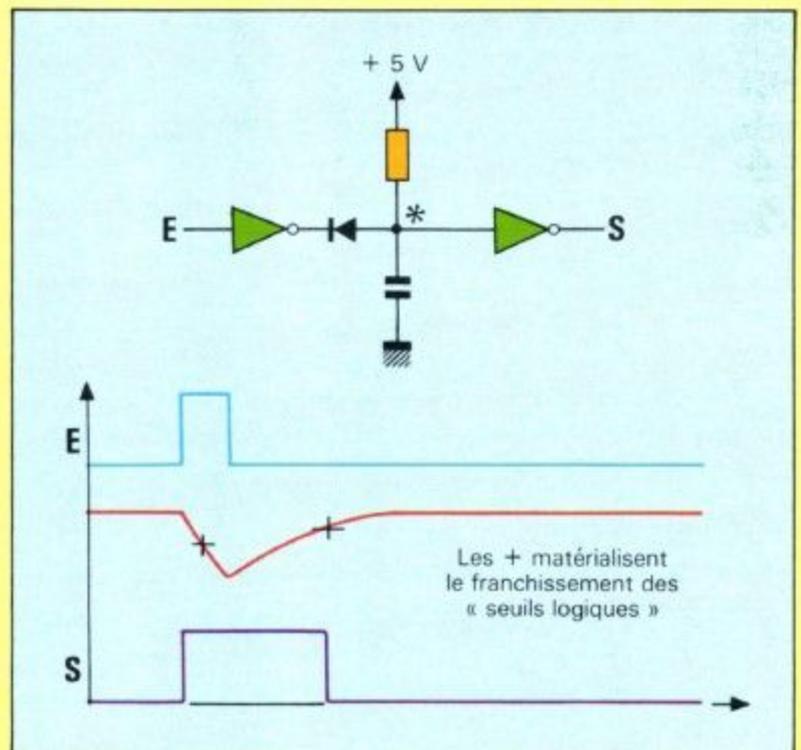


Fig. 13. - Le dilateur au complet.

Encore des questions de technologie

Comme il est apparu dans la fiche pratique 3B, cette belle théorie doit tenir compte de la résistance de charge « cachée » dans l'étage d'attaque de la porte de sortie...

C'est dans des cas semblables que l'examen des différentes technologies prend tout son intérêt. Car si cette résistance cachée vaut quelques dizaines de k Ω pour les circuits TTL, elle est tellement forte pour les C.MOS (de l'ordre du million d'ohms) qu'elle devient négligeable dans bien des usages pratiques !

De plus, les seuils logiques sont, en règle générale, définis de manière plus précise avec ces technologies. Surtout avec les *triggers de Schmitt* dont nous reparlerons très bientôt.

Enfin, souvenons-nous que les diodes des portes logiques ont des limites dans leur fonction d'absorbeurs de courant. Quitte à allonger un peu la largeur minimum des impulsions d'entrée, il vaut mieux limiter ce courant *a priori* en insérant une résistance de limitation R_{lim} (fig. 14).

La durée minimum de l'impulsion de ré-armement sera de l'ordre de deux fois $R_{lim} \times C$.

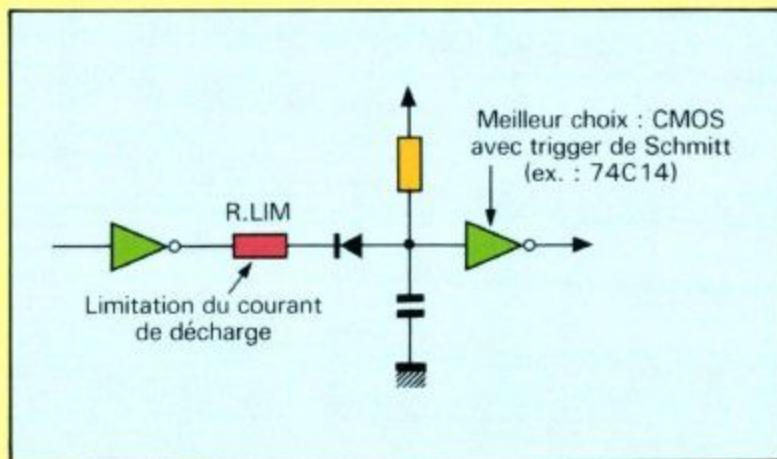


Fig. 14. - Les précautions « technologiques » à prendre : l'utilité d'une résistance de limitation.

Le « chien de garde »

Ce type de montage peut servir de base à un dispositif très important dans les systèmes programmés « temps-réel », c'est-à-dire dont la mission doit se poursuivre sans intervention humaine, même si un processeur et/ou son programme cessent d'être opérationnels.

S'il est ré-armé assez souvent, le dilatateur présentera indéfiniment une sortie stable (le nôtre demeurera à 1). On convient, par exemple, que le programme d'une machine A doit précisément se manifester, en envoyant assez souvent des impulsions sur une sortie ad hoc (fig. 15).

Si la machine A tombe en panne, ou si son programme se casse la figure (boucle, etc.), la machine B le saura, car le dilatateur va « retomber » au bout du délai « programmé » par RC. On espère alors que la machine B va poursuivre la mission... et que la machine A sera en état avant sa propre panne, etc.

Pour les techniciens de langue anglaise, ce type de dispositif est un *watch-dog*.

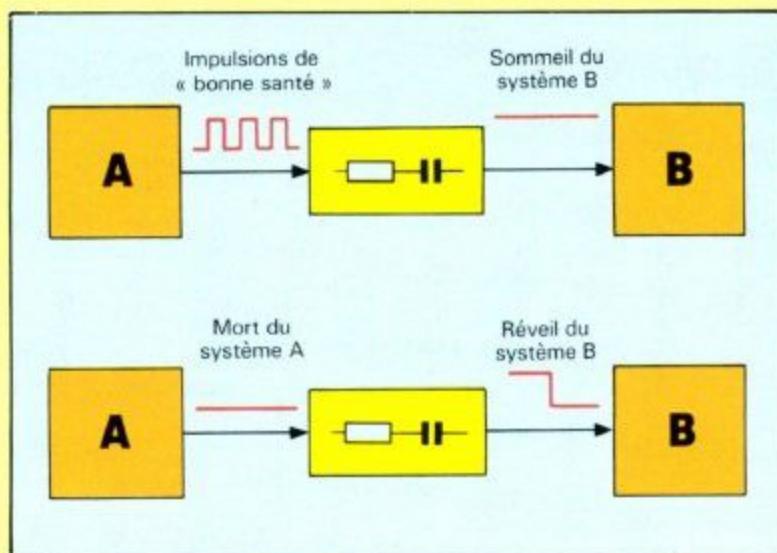


Fig. 15. - Le schéma type « chien de garde ».

Sans précautions

Le montage d'expérience ressemble comme un frère au schéma théorique (fig. 16) ; sans précautions particulières du côté de la limitation du courant de décharge. Vu les composants mis en jeu, nous ne prenons pas grand risque.

Avec les valeurs prises pour R (10 k Ω) et pour C (1 000 μ F), nous pouvons nous attendre à des délais de l'ordre d'une fraction de $R \times C$; soit moins de dix secondes.

Le premier circuit intégré inverseur mis en œuvre sera le classique 74LS04, de technologie TTL. Quant au générateur d'impulsions positives, c'est le même montage rudimentaire qu'à la fiche 3B...

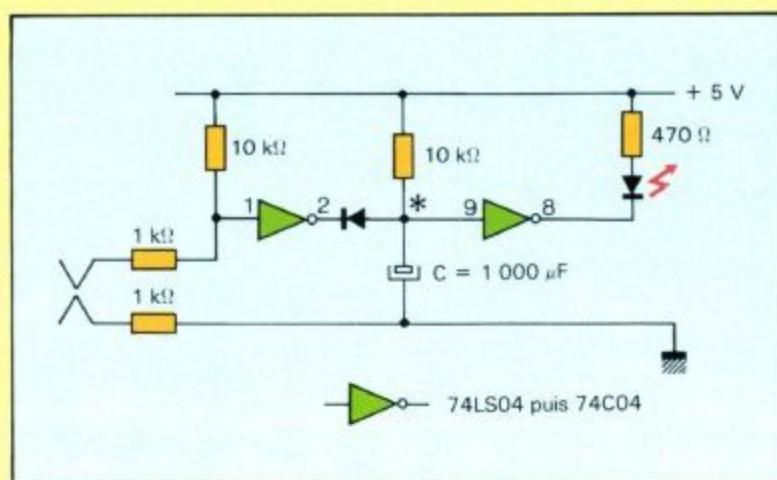


Fig. 16. - Le schéma de principe...

Test

Au repos, c'est-à-dire quand les deux résistances de 1 k Ω sont en contact depuis assez longtemps (0 logique en entrée), la LED est allumée. Si on les sépare, ce qui constitue le début de l'impulsion positive, la LED s'éteindra comme prévu.

Si l'on recolle les deux résistances (fin de l'impulsion), la LED se rallume

avec un certain retard, de l'ordre de la seconde.

Si l'on examine la tension au point (*) grâce au pèse-signaux, on constate que la LED-témoin se rallume alors que le niveau logique n'est plus un « 0 TTL », mais n'est pas encore un « 1 TTL » !

Est-ce une anomalie ?

Pas vraiment. La spécification des niveaux TTL indique le domaine du 0 et

celui du 1. Entre les deux, c'est le « bruit », le « n'importe quoi », et personne ne peut protester contre la décision que prend le circuit logique si l'on maintient la tension d'entrée un peu longtemps dans ce *no man's land*...

C.MOS : une nette amélioration

Nous disposons d'un composant de substitution : le circuit C.MOS 74C04 ; six inverseurs, disposés exactement comme dans l'équivalent TTL (c'est la volonté du fabricant).

Enlevons le 74LS04 et remplaçons-le sans autre forme de procès par le 74C04. Le schéma théorique est inchangé ; mais plusieurs différences importantes vont sauter aux yeux.

D'abord, la LED est à peine lumineuse à l'état de repos. Il vaut mieux se trouver dans la pénombre pour la percevoir ; c'est qu'une porte C.MOS est loin d'être capable d'absorber le même courant qu'une sortie TTL ! En fait, on lui demande tout juste d'en absorber assez pour attaquer **une seule entrée** TTL « basse puissance » (série 74L ou 74LS).

Ensuite, le même test sur la durée du retard à l'allumage, c'est-à-dire de la durée de l'impulsion dilatée, donne environ six secondes entre la fin de l'impulsion d'entrée et l'allumage de la LED. Ce qui est bien plus proche de $R \times C$.

Cette fois-ci, on peut vérifier avec le pèse-signaux que la charge de C doit avoir atteint le voisinage du « 1 C.MOS » pour que la sortie change d'état. Par construction, les seuils sont plus rigoureusement respectés selon cette technologie (voir note).

Ré-armement

Il reste à vérifier - c'est facile - que le montage est ré-armé par des impulsions assez fréquentes.

Il suffit de coller et de décoller rapidement, disons une fois par seconde, les deux queues de résistances : la LED ne se rallume jamais.

En même temps, le pèse-signaux branché au même point témoignera du maintien de la tension aux bornes de condensateur, assez basse pour qu'elle demeure logiquement un 0.

Note

La discussion des technologies comparées est infiniment plus subtile que cela ; il ne faut voir dans ces allusions que des indications « intuitives » pour attirer l'attention du lecteur sur les différences essentielles.

POUR CEUX QUI VEULENT ALLER PLUS LOIN

VARIANTES DE L'AMAIGRISSEUR

Grâce aux portes NAND restantes d'un circuit universel comme le 74LS00, on peut satisfaire à tous les « cahiers des charges » concevables de

l'amaigrisseur : impulsion positive ou négative, sur passage de l'entrée au niveau haut ou bas.

A quel cahier des charges correspondent les circuits suivants (seul le premier est déjà connu) ?

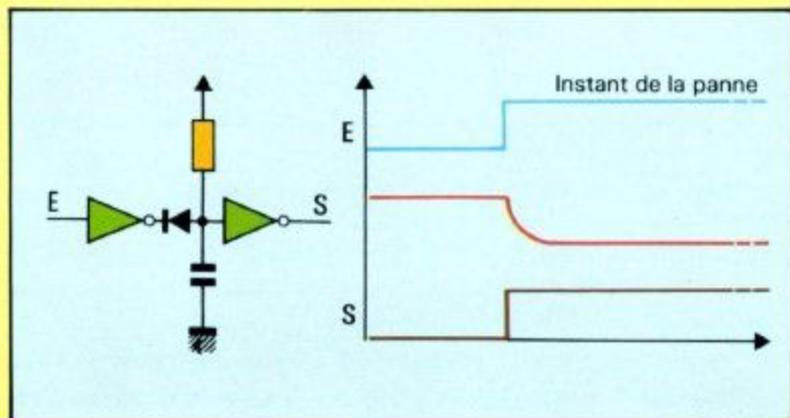
MONTAGE	FORME D'IMPULSION	SUR TRANSITION

On peut aussi avoir un jeu universel de telles fonctions avec le quadruple NOR. C'est un choix qui n'appartient qu'à vous !

Affinage du « chien de garde »

Ceux qui ont quelque chose entre les oreilles (pour reprendre un slogan désormais classique) auront relevé, dans la fiche 3C, un singulier inconvénient du « chien de garde » décrit.

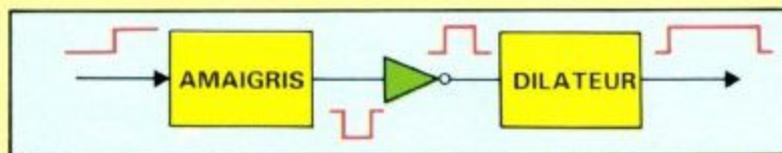
Si, par extraordinaire, la machine A du schéma tombe en panne pendant l'émission de l'impulsion de restauration, c'est-à-dire si ce signal reste indéfiniment au niveau haut, le montage dilatateur **reste bloqué**. Le chrono est en ce cas le suivant :



Ce qui est, d'évidence, en contradiction avec le but recherché.

La solution « en béton » consiste en

un mariage du montage précédent, l'amaigrisseur, et d'un dilatateur.



En effet, l'amaigrisseur réagit à la **transition** du signal d'entrée, du niveau bas au niveau haut (de 0 à 1, si l'on préfère). Il est donc « incoinçable » puisque :

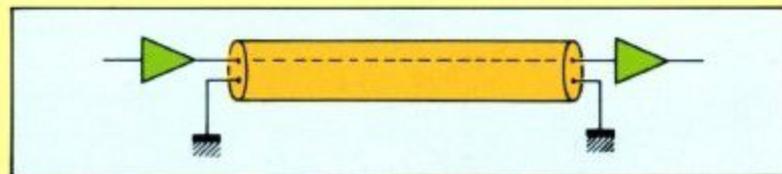
- s'il n'y a pas d'impulsions à son entrée, il reste inerte,
- s'il y a une impulsion de durée indéfinie, il la transforme en une impulsion de durée rigoureusement limitée par son RC.

Ce watch-dog-là est véritablement fiable !

Attention aux longues liaisons !

Le monde de l'électronique est plein de RC cachés.

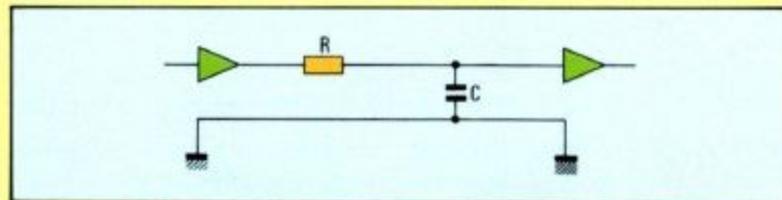
Supposons, par exemple, que vous transportez un signal logique sur un fil un peu long :



La ligne de masse et la ligne de signal sont bien deux conducteurs, séparés par un isolant. Il y a bel et bien là une capacité, dont la valeur est directement proportionnelle à la longueur du câble.

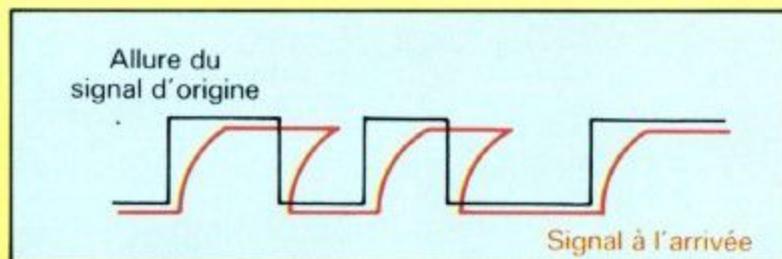
En outre, la résistance du fil ne peut plus être négligée sur de grandes longueurs.

En résumé, on peut voir un câble un peu long comme ceci :



Si le signal au départ a une allure très « carrée », il faut bien s'attendre à

ce qu'il soit ainsi déformé :



On reconnaît, tout simplement, l'allure caractéristique des charges et des décharges successives d'une capacité.

ques. D'autant plus sévère qu'ils ont des variations rapides ; quelques dizaines de centimètres de parcours en trop, sur un circuit imprimé, peuvent altérer gravement les signaux d'un micro rapide !

C'est l'une des limites (non la seule) à la transmission fiable de signaux logi-