

LE HAUT-PARLEUR

1974

SPÉCIAL

5,50^F



radiocommande
jouets et
gadgets électroniques

roulette et tombola

NOUS vous avons proposé, il y a quelques mois, une version électronique du jeu « Le Compte est bon » : Un nombre quelconque de trois chiffres s'affichant sur des indications Nixies. Dans ce cas, le hasard était obtenu par un comptage tellement rapide (environ 8 millions d'unités par seconde, faisant recycler le compteur environ 80 000 fois par seconde) que l'arrêt manuel, provoqué par l'utilisateur, rendait le résultat affiché totalement imprévisible. Bien entendu, la rapidité de ce comptage interdit l'observation en période de défilement des nombres : Les Nixies laissant apparaître une illumination générale et diffuse des cathodes. Par ailleurs, l'arrêt est instantané (pratiquement du moins) et le « suspense » n'est guère ménagé.

Il serait donc plus spectaculaire et plus... excitant de voir défiler assez lentement le comptage et de se demander à chaque instant si l'arrêt va se produire. Comme avec « Le Compte est bon » cet arrêt est provoqué sur le manipulateur, celui-ci aurait la possibilité de tricher en essayant d'arrêter le compteur sur un nombre de son choix.

Qui dit « comptage » doit, à l'heure actuelle penser « circuits intégrés numéri-

ques ». Il est donc à prévoir que vous trouverez quelques circuits TTL dans nos schémas !

La solution du « Compte est bon » n'est donc plus utilisable.

Le procédé utilisé dans le jeu que nous vous présentons aujourd'hui est tout à fait différent : Le manipulateur provoque la mise en route du comptage mais l'arrêt est obtenu à son insu et dans un délai totalement imprévisible. Il devient ainsi possible de ralentir le défilement du compteur à un rythme suffisamment lent pour que la succession des états soit bien visible.

En d'autres termes, nous avons voulu réaliser électroniquement deux jeux de hasard bien connus :

— La roue de la **Tombola**, permettant de sortir 1 chiffre parmi 10 (de 0 à 9) ;

— La **Roulette** des casinos, permettant de sortir 1 nombre parmi 37 (de 0 à 36).

Pour serrer la réalité d'aussi près que possible, nous avons voulu introduire dans notre système, deux paramètres existant dans ces jeux :

— **Le rôle du manipulateur**, qui peut lancer la roue ou la roulette plus ou moins fort. Ici, cet effet est déterminé par l'action plus ou moins longue sur le bouton de commande. Donc, comme dans les systèmes mécaniques, le manipulateur a une action effective sur le résultat, mais il est totalement inconscient de cette action, ce qui lui interdit la tricherie.

— **Le ralentissement des rotations**, permettant d'obtenir un maximum de « suspense » au dernier instant, car l'observateur se demande jusqu'à la dernière seconde si la roue ou la bille va s'arrêter sur tel nombre ou son voisin. De même, notre système donne un ralentissement très spectaculaire et absolument identique à ceux des montages mécaniques.

Nous présentons deux versions possibles :

— La tombola électronique ;

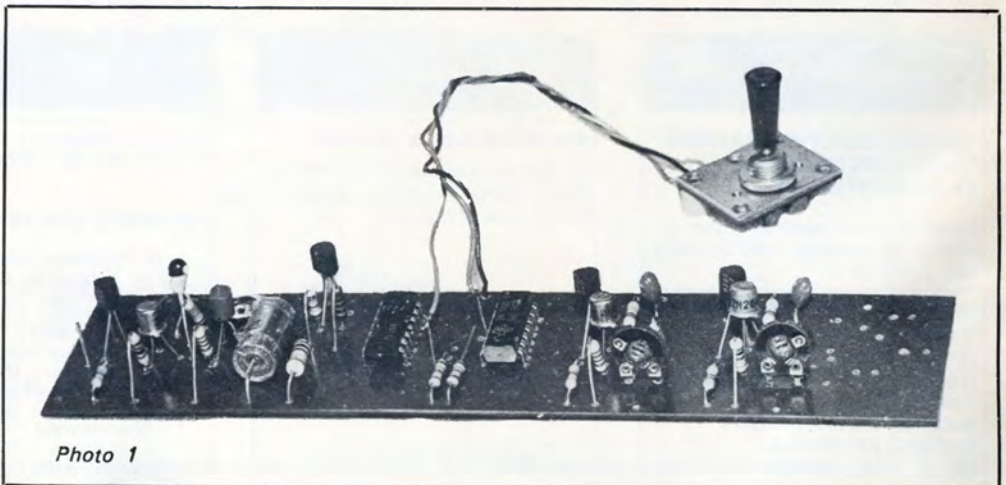
— La roulette électronique.

Les deux jeux se différenciant par l'utilisation d'un compteur par 10 pour le premier et d'un compteur par 37 pour le second.

I. ÉTUDE DES SCHÉMAS

1. Générateur d'impulsion et de hasard (Fig. 1)

Deux transistors unijonction T_1 et T_2 oscillent à des fréquences relativement basses et assez proches l'une de l'autre. Par exemple 20 et 30 Hz sur la maquette. Chacun sait qu'un unijonction permet d'assurer la charge et la décharge périodiques d'un condensateur, délivrant une oscillation dite de relaxation. On obtient ainsi sur l'émet-



teur de ce composant une dent de scie non linéaire et sur la base négative B₁, une fine impulsion positive coïncidant avec la décharge très rapide du condensateur. Cette impulsion rend conducteur le transistor T₂ (ou T₁) et on retrouve un « top » négatif sur le collecteur. Ce top d'une durée de 100 μs environ est parfaitement compatible avec les entrées TTL, ce qui permet de l'appliquer à une porte NAND, fonctionnant en inverseur (avec les deux entrées réunies). On retrouve ainsi sur la sortie 6 de N₁, une impulsion positive, générée

par T₁ T₂, de 100 μs et de récurrence 20 Hz environ, tandis que l'on retrouve en 3 de N₂, celle générée par T₃ T₄, de 100 μs également et de 30 Hz.

Ces sorties sont reliées à 2 entrées de N₅, la troisième entrée de cette porte étant commandée par le basculeur N₆/N₇, supprimant les rebonds du levier de commande Inv.

— Si Inv est en position de remise à zéro, RAZ, alors 3 de N₅ est à 0 ;

— Si Inv est en position Repos, cette entrée est à 1.

Rappelons ci-dessous la table de vérité d'une porte NAND à 3 entrées :

e ₁	e ₂	e ₃	S
1	1	1	0
1	1	0	1
1	0	1	1
1	0	0	1
0	1	1	1
0	1	0	1
0	0	1	1
0	0	0	1

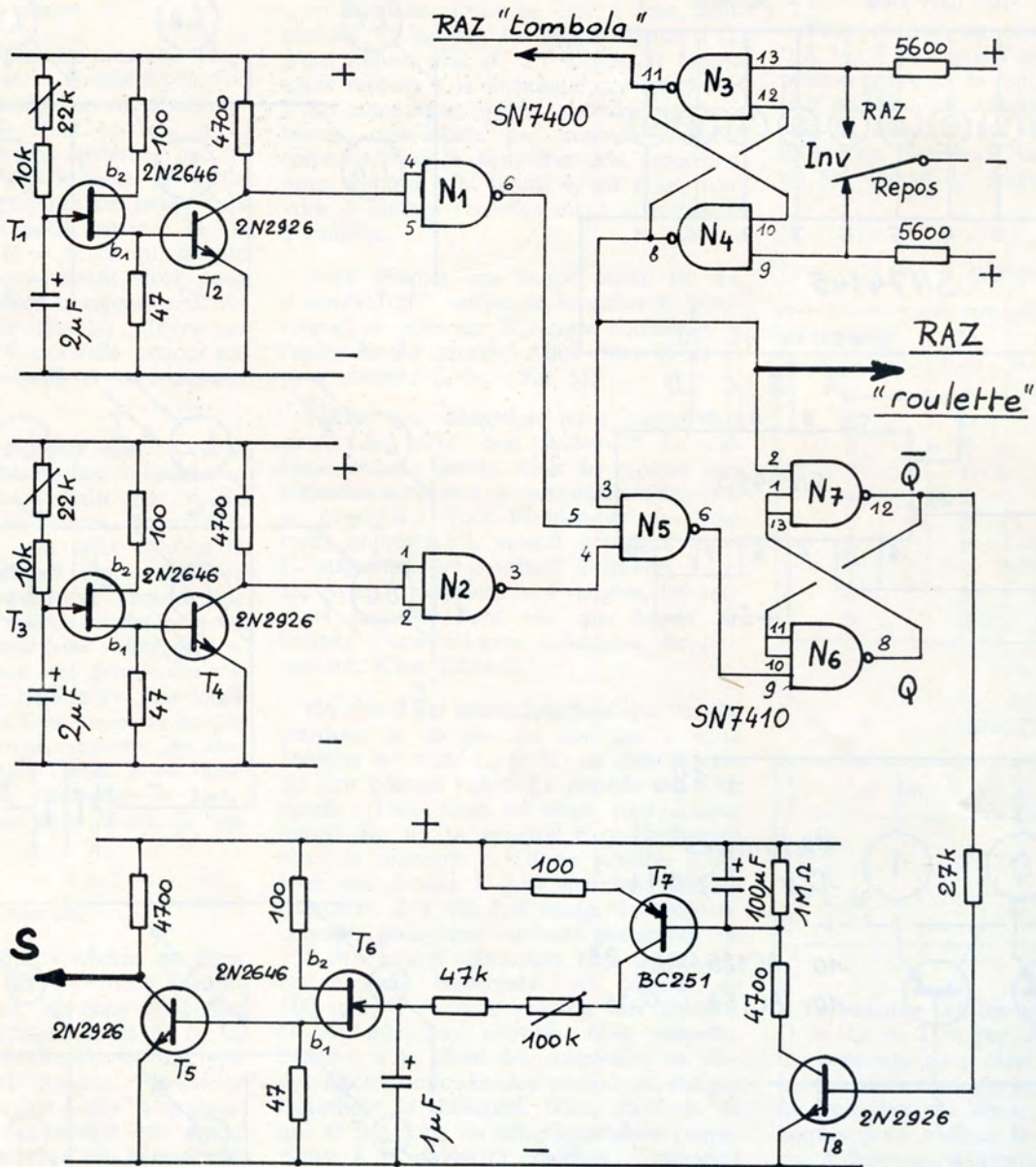


Fig. 1

Nous constatons que la sortie 6 de N_6 ne passera à 0 que si les 3 entrées sont simultanément à 1. Cela ne peut se produire que :

— Si Inv est au repos, ET... ;

— Si les deux impulsions provenant de T_1 et de T_2 coïncident **parfaitement**. Dans tous les autres cas (non coïncidence ou RAZ) la sortie 6 reste à 1. Admettons donc maintenant que la chose se produise à un instant donné : La sortie 6 passe à 0 et provoque le basculement du bistable RS, formé par N_6/N_7 , amenant la sortie Q (8) à 1 et sa complémentaire Q (12) à 0. Le basculeur demeurera dans cet état

jusqu'au moment où l'on agira sur Inv : En amenant l'inverseur sur RAZ, la sortie de N_7 passe à 0, forçant le RS à reprendre sa position initiale, c'est-à-dire $Q = 0$ $Q = 1$.

Portons maintenant notre attention sur le circuit T_5 à T_8 . Nous y retrouvons un oscillateur unijonction T_5 suivi de l'étage inverseur d'impulsion T_6 et qui délivre des lancées négatives compatibles TTL à une fréquence réglable de 1 à 5 Hz. Ces impulsions sont envoyées vers les circuits de comptage et en assurent le défilement. La fréquence de l'oscillateur est définie par

le condensateur de $1 \mu F$ et par la résistance de charge comprenant une $47 k\Omega$ fixe, une $100 k\Omega$ ajustable et la résistance de passage dans le transistor T_7 .

Si le bistable RS N_6/N_7 est dans l'état $Q = 0$, $Q = 1$, le transistor T_8 est normalement polarisé donc conducteur. Dans ces conditions, T_7 est lui-même polarisé à travers T_8 . Le circuit de charge du $1 \mu F$ est ainsi fermé et l'unijonction oscille. Lorsque le bistable prend l'état contraire, $Q = 1$, $Q = 0$, T_8 se bloque tendant à bloquer T_7 , lequel pourtant continue à recevoir un courant de base, provenant de la charge du $100 \mu F$. Au fur et à mesure de la décharge

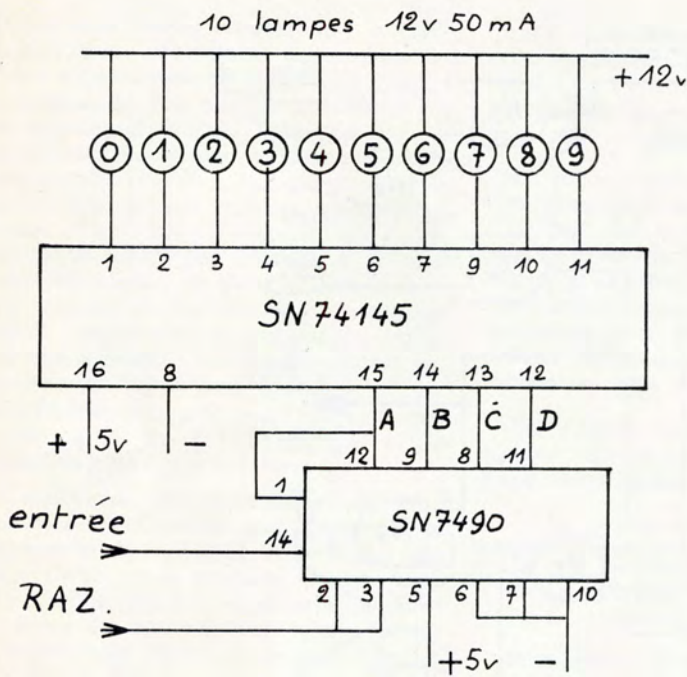


Fig. 2

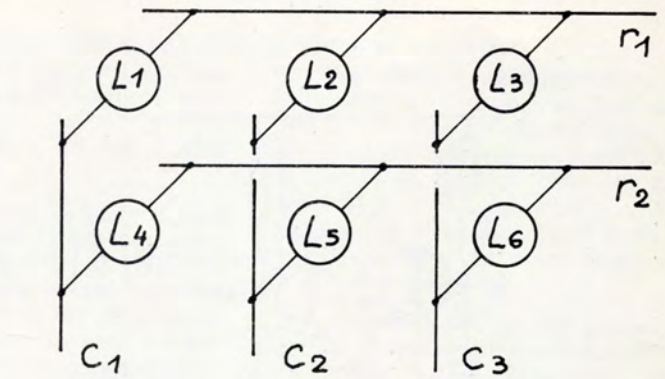
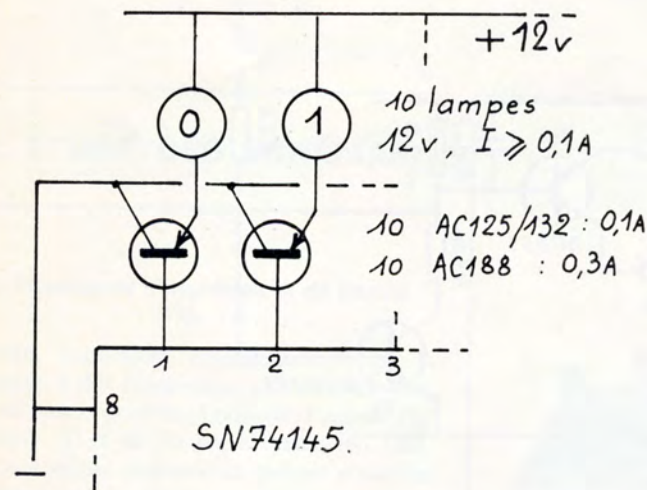


Fig. 4

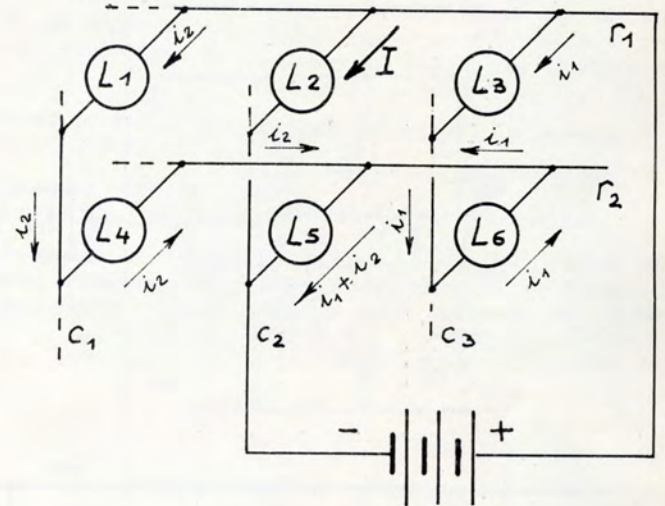
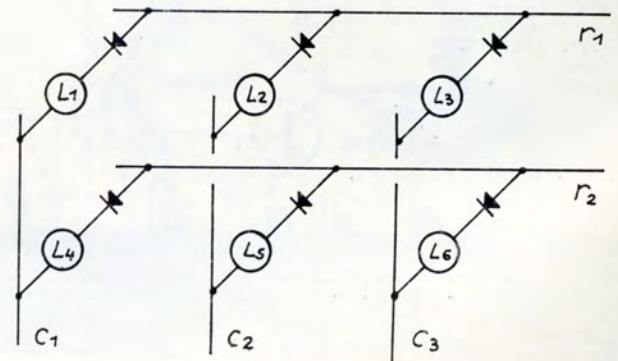


Fig. 6



de ce condensateur T_7 recevant de moins en moins de courant de base, se bloque de plus en plus, augmentant progressivement la résistance totale de charge du $1 \mu F$ jusqu'à l'infini. La fréquence délivrée par T_6 diminue ainsi progressivement jusqu'à l'arrêt, simulant le ralentissement de la rotation mécanique.

Résumons-nous :

— **En position RAZ :** $T_1 T_2$ d'une part, $T_3 T_4$ d'autre part, délivrent des impulsions qui atteignent N_5 , mais ne la traversent pas, car la 3^e entrée de cette porte est à 0 par N_4 . Par ailleurs cette même sortie de N_4 force le basculeur $N_6 N_7$ dans l'état $Q = 0, Q = 1$, ce qui provoque par T_5 et T_7 l'oscillation de T_6 , qui délivre des impulsions transmises au compteur. Toutefois ce dernier, que nous étudierons plus loin, reçoit également le signal de RAZ par bola), ce qui bloque à 0 pendant toute l'action sur bouton de commande. Pour l'observateur, l'affichage donne 0.

— **En position Repos :** Le compteur recevant les impulsions via T_5 , se met à compter par 37 ou par 10 : la rotation est démarrée. La 3^e entrée de N_5 étant revenue à 1, dès que deux impulsions générées par T_2 et T_4 coïncideront parfaitement, la sortie de N_5 passera à 0 pendant un temps très court, mais suffisant pour ramener N_6/N_7 dans l'état $Q = 1, Q = 0$, ce qui bloque T_5 et T_7 : La rotation ralentit alors pour s'arrêter sur une position quelconque. L'observateur observe le résultat affiché et qui le restera jusqu'à nouvelle action sur Inv. déclenchant la RAZ et un nouveau comptage.

En fait, ce qui est assez curieux, c'est la nécessité d'une très bonne coïncidence pour obtenir le basculement de N_6/N_7 . De nombreuses coïncidences imparfaites peuvent se produire sans effet et c'est là que réside essentiellement l'effet aléatoire obtenu. Avec les fréquences choisies (de l'ordre de 20 Hz) le temps nécessaire pour obtenir une coïncidence peut varier de 1 s. à 2 mn. En réduisant ces fréquences on peut, si on le désire, obtenir de plus longs délais. Ainsi avec des fréquences de l'ordre du hertz, il faut parfois attendre de longues minutes pour avoir l'arrêt. Il est donc parfaitement possible d'adapter le fonctionnement du jeu au style désiré, ce qui est fort intéressant.

2. Compteurs

a) **Tombola** (fig. 2). Le schéma est ultra simple. Une décade SN7490 reçoit les impulsions et passe par 10 états différents en code BCD. Les quatre sorties A, B, C, D attaquent un circuit décodeur-driver, type SN74145. Ce circuit possède 10 sorties à collecteur ouvert, c'est-à-dire à transistor simple. Chaque transistor est rendu successivement conducteur et permet de faire passer une intensité maximum de 80 mA sous une tension de 15 V. Le SN74145 peut ainsi commander 10 ampoules 6 V/50 mA ou mieux 12 V/50 mA, sans intermédiaire.

Toutefois, si on désire utiliser des lampes à plus forte intensité, il faut intercaler des transistors (voir fig. 3). Ces transistors seront montés en « transdiodes », c'est-à-dire base reliée directement au collecteur, ici par l'intermédiaire des transistors de sortie du SN74145. Ainsi avec des AC188, il est possible de choisir des lampes 12 V/0,1 A ou même 12 V/0,3 A. Avec un choix convenable du transistor relais, on pourrait commander des lampes à très forte puissance, sans inconvénient, en ajoutant un étage intermédiaire le cas échéant.

A noter que sur la maquette, nous avons utilisé des transistors de fonds de tiroir : AC125, AC132, AC128... avec des 12 V/0,1 A.

La remise à 0 du SN7490 se faisant en portant les deux entrées prévues au niveau 1 (elles seront donc à 0 pendant le comptage) c'est la sortie 11 de N_5 qu'il faut utiliser.

b) **Roulette.** Dans ce cas, il faut commander 37 lampes. Or les décodeurs TTL n'ont jamais plus de 16 sorties. Il faudra avoir recours à la technique des afficheurs alpha-numériques pour résoudre le problème, c'est-à-dire par contrôle rangées colonnes. Pour la compréhension, reportons-nous d'abord à la figure 4, où nous trouvons 6 lampes réparties en 3 colonnes et 2 rangées.

Pour allumer une lampe parmi les six, il semble qu'il suffise de brancher le générateur, un pôle sur la rangée concernée et l'autre sur la colonne. Ainsi entre R_1 et C_2 pour allumer L_2 (voir fig. 5).

Hélas, une déception nous attend aux essais. En effet, non seulement L_2 s'allume comme prévu, mais L_5 montre une incandescence tout à fait indésirable. Que se passe-t-il ? Tout simplement des courants imprévus : i_1 venant à travers L_3 et L_6 augmenté de i_2 venant à travers L_1 et L_4 . Avec 10 colonnes et 4 rangées, les courants parasites sont tels que toutes les lampes d'une colonne s'allument simultanément. C'est fâcheux !

On remarque immédiatement que le mal provient de ce que les courants i_1 et i_2 peuvent traverser L_6 et L_1 , en sens inverse du sens normal prévu. Le remède est donc simple : Une diode en série avec chaque lampe (fig. 6). La solution n'est finalement pas très onéreuse car il est possible d'utiliser des diodes à bon marché : Sur la maquette, il a été fait usage de 1N4148, données pour une intensité maximum de 150 mA et qui supportent sans dommage, ce mauvais traitement. Au dessus de 100 mA, il faudrait prendre des 1N4002 (1 A) très bon marché. Bien entendu, l'emploi à la place des ampoules, de diodes électroluminescentes résoudrait catégoriquement la difficulté. C'est d'ailleurs ce qui se fait dans les afficheurs alpha-numériques à 35 points (5 colonnes, 7 rangées) permettant l'affichage des chiffres, de toutes les lettres et de certains signes typographiques. Malheureusement ces diodes coûtent encore assez cher (plus qu'une ampoule avec sa diode), leur luminosité n'est

pas très grande. Les ampoules gardent donc, pour le moment, l'avantage, d'autant qu'avec elles il est possible d'obtenir de fortes luminosités.

Les 37 lampes de notre affichage sont réparties en 10 colonnes et 4 rangées, la dernière incomplète. Les rangées sont commandées par 4 transistors, les colonnes par les 10 sorties directes du SN74145 (si $I < 80$ mA) ou éventuellement avec interposition de « transdiodes » (si $I > 80$ mA) selon la figure 3. Pour alléger le schéma général (fig. 7), ces transdiodes ne figurent pas et chaque cercle (de 0 à 36) représente une lampe avec sa diode (voir fig. 6). Le SN74145 est commandé, comme dans la « tombola » par une décade SN7490, recevant les impulsions. Ce circuit recycle toutes les dix impulsions. Le signal de sortie D est appliqué sur l'entrée horloge d'un basculeur JK, divisant par 2, le signal de sortie de ce basculeur commandant un second JK divisant encore par 2.

Pour obtenir un comptage par 37 (de 0 à 36) il faut que l'arrivée de la 37^e impulsion provoque la remise à zéro du compteur et soit ainsi considérée comme impulsion 0, débutant un nouveau cycle. Nous indiquons ci-dessous les états des sorties du SN7490 et du double JK, SN7473.

SN7490

N° Imp	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

SN7473

N° Imp.	Q_1	Q_2
0 à 9	0	0
10 à 19	1	0
20 à 29	0	1
30 à 39	1	1

Le nombre 37 est ainsi caractérisé par $Q_1 = Q_2 = 1$ et par $A = B = C = 1$. Ce sont ces cinq états 1 qui provoquent la remise à zéro du compteur. Comme il faudrait disposer d'une porte NAND à 5 entrées pour réaliser le produit logique de ces 5 facteurs, il faudrait avoir recours à un SN7430, ne contenant qu'une porte à 8 entrées, les 3 dernières non utilisées. Nous avons préféré, pour réduire le nombre de circuits, travailler avec un SN7410 contenant 5 NAND à 3 entrées seule-

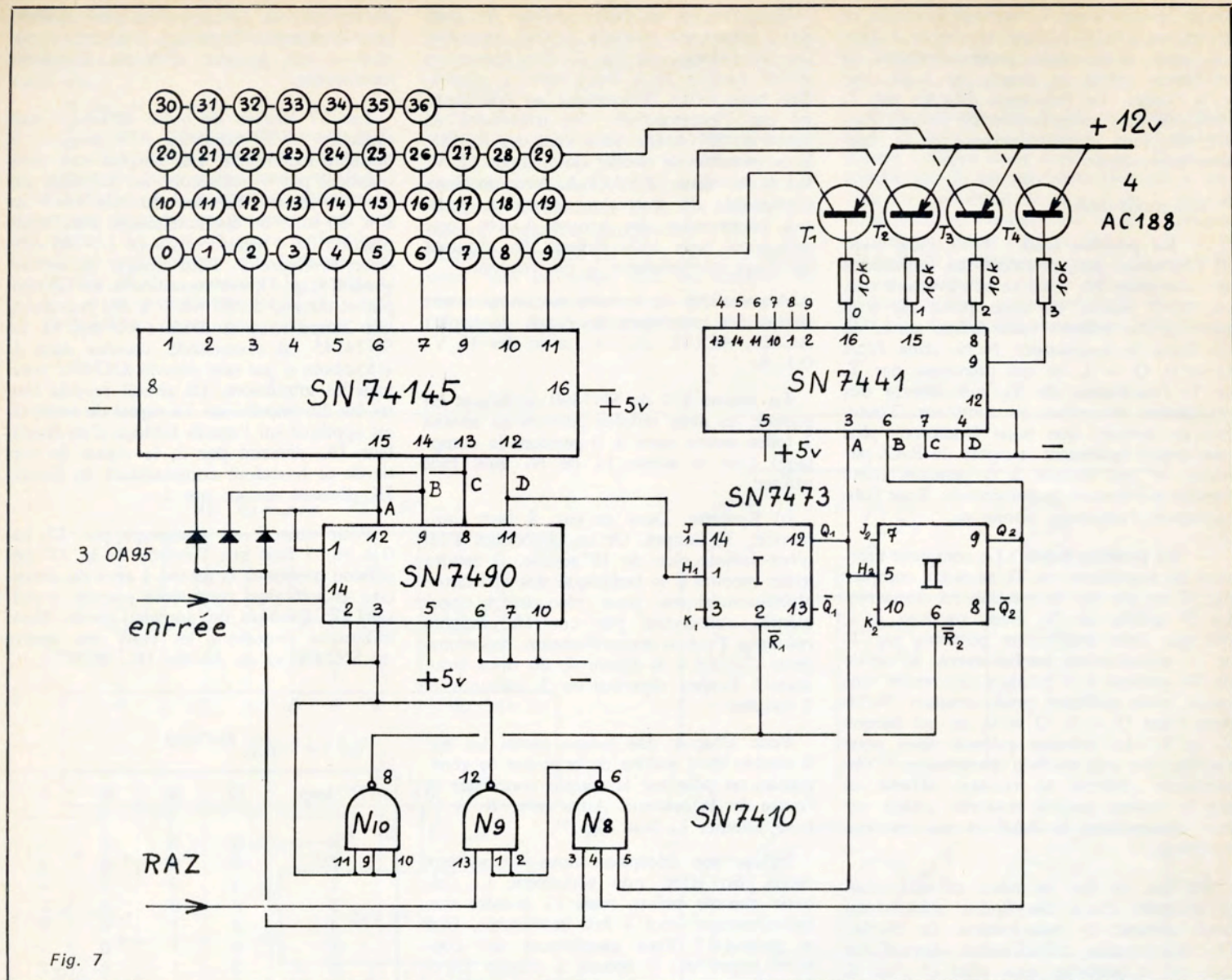


Fig. 7

ment, les 2 portes supplémentaires disponibles étant par ailleurs nécessaires, comme nous le verrons plus loin. Toutefois, avec 3 entrées seulement pour 5 informations, il faut réaliser une « expansion » dont le principe, en TTL, n'est pas souvent retenu. Une entrée en « l'air » se met au niveau 1 parce que le courant de l'émetteur considéré ne peut pas s'écouler. Dès que la cathode de l'une des diodes OA95 est à la masse (ou au 0) par A ou B ou C, l'entrée 3 de N8 passe au niveau 0. Pour que 3 de N8 se mette à 1, il faut que A et B et C soient eux-mêmes à 1. Les entrées 4 et 5 de N8 recevant respectivement Q_2 et Q_1 , c'est bien à la 37^e impulsion que la sortie 6 de N8 passera à 0. La porte N9 inverse cet état, donnant 1, lequel appliqué aux entrées RAZ du SN7490, le fait recycler. N9 reçoit également le signal de RAZ manuelle, produit par la clé de commande. Enfin N10 provoque une nouvelle

inversion destinée à avoir l'état 0 nécessaire à la RAZ du SN7473.

Les sorties Q_1 et Q_2 commandent les entrées A et B d'un décodeur-driver SN7441, dont les entrées C et D sont à la masse. Dans ces conditions :

— Si $Q_1 = Q_2 = 0$, soit de 0 à 9, la sortie n° 0 du SN7441 est conductrice, rendant conducteur T_1 qui alimente la rangée des unités.

— Si $Q_1 = 1$ et $Q_2 = 0$ (de 10 à 19) c'est au tour de la sortie n° 1 d'être conductrice ainsi que T_2 , interrupteur de la deuxième rangée, celle des dizaines.

— Si $Q_1 = 0$ et $Q_2 = 1$ (de 20 à 29) on passe à la rangée des vingtaines.

— Si $Q_1 = 1$ et $Q_2 = 1$ (de 30 à 36) on passe aux trentaines.

Notons qu'en remplaçant le SN7473 par une seconde décade 7490 et en utilisant les

10 sorties du 7441, on pourrait contrôler 100 lampes, réparties en 10 rangées et 10 colonnes. D'autre part, s'il était nécessaire d'employer des lampes à forte puissance, il suffirait de choisir des transistors T_1 à T_4 suffisants, associés en Darlington avec des transistors plus modestes.

3. Alimentation.

Rien de spécial à signaler. Nous la laissons à l'initiative du réalisateur. Il faut :

- 5 V \pm 5 % sous une intensité de 125 mA.

- 12 V sous 75 mA avec des lampes 50 mA, ou 150 mA avec des lampes 0,1 A.

Nos essais ont été faits avec une batterie cadmium-nickel de 12 V, 4 Ah, en ménageant une prise à 4,8 V. Il est certain que les premiers essais peuvent être menés avec de simples piles 4,5 V. Une alimentation secteur convient évidemment.

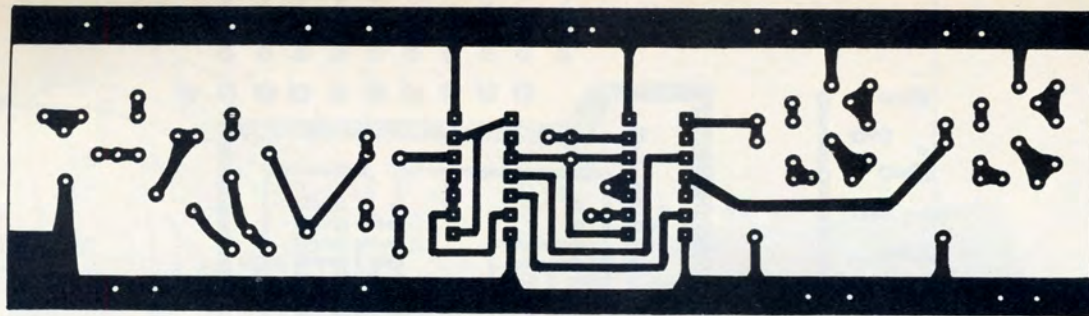


Fig. 8

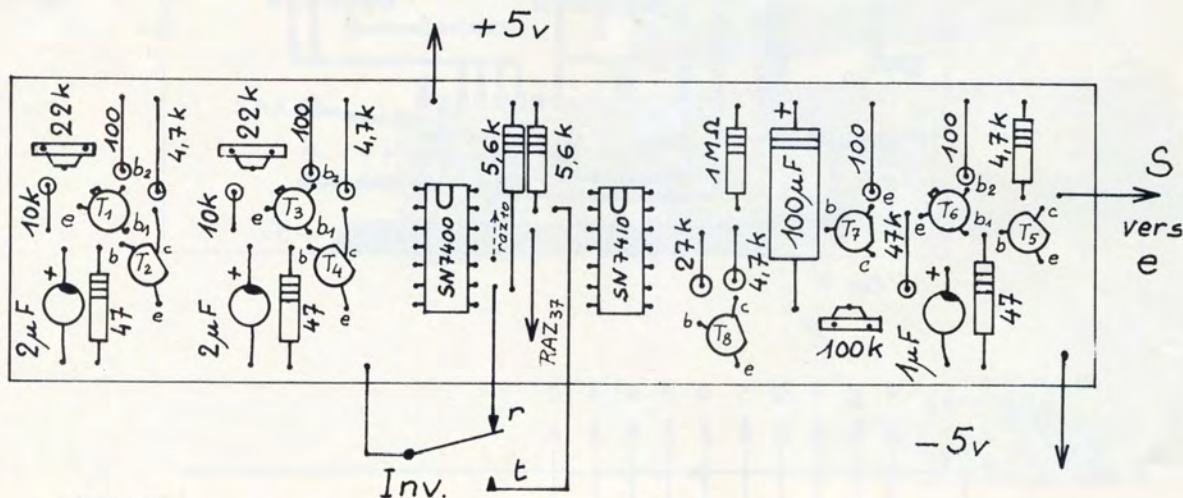


Fig. 10

II. — RÉALISATION

1. Circuits imprimés.

On en trouve les dessins en fig. 8 et 9. De la bakélite cuivrée suffit. Pour le compteur, du double face aurait permis d'éviter les quelques ponts à placer, côté composants, mais cela au prix d'une exécution plus délicate. Nous ne donnons pas le dessin du circuit de « tombola » : il est trop simple.

2. Câblage et vérification progressive.

Commencer par le circuit des générateurs. Souder le SN7400 et le SN7410, les deux 5 600 Ω, la clé Inv, les deux 4 700 Ω de T₂ et T₁. Allimenter en 5 V. Brancher un voltmètre en sortie du basculeur RS, entre le picot 12 (Q) et le —. Remettre à 0 par Inv. Q doit passer à 1 s'il n'y était pas déjà. Court-circuiter 4 et 5 de N₁ au — : pas d'effet. Court-circuiter 1 et 2

de N₂ au — : pas d'effet. Court-circuiter 4, 5, 1 et 2 au — : cette fois Q passe à 0. Supprimer les courts-circuits et remettre à 0 par Inv.

Monter maintenant les deux générateurs T₁T₂ et T₃T₄. Attention les unijonctions sont assez fragiles, Mettre sous tension. Faute d'oscillo, vérifier l'oscillation en branchant un casque ou écouteur, à haute impédance, aux bornes des 4 700 Ω. On doit entendre un « crépitement » caractéristique des impulsions. Le voltmètre toujours en Q, et le système remis à 0, attendre et constater que, après un temps variable, Q passe à 0.

Monter le dernier générateur et ses circuits de charge. Mettre l'ajustable à mi-course. Brancher le casque en sortie. Mettre sous tension. Remettre à 0. Le crépitement assez lent des impulsions à compter démarre immédiatement. Lâcher la clé ; il continue. Au bout d'un temps variable il ralentit et s'arrête.

Il faut installer alors les 37 ampoules, soit définitivement en cercle, soit provisoirement en rangées-colonnes, comme nous l'avons fait sur la photo n° 2.

Bien sûr les connexions se font par soudure directe sur les culots : les masses des culots réunies donnent les rangées, les plots centraux, reliés par 4, via les diodes, donnent les colonnes. Faire l'essai systématique de chaque ampoule en respectant la polarité : + sur les rangées, — sur les colonnes.

Prendre le circuit du compteur et souder de suite tous les ponts. Disposer les 10 transdiodes (éventuellement) et les 4 transistors avec leur 10 kΩ. Relier aux ampoules. Vérifier le fonctionnement : on met le courant sur une rangée en reliant l'extrémité de la 10 kΩ correspondante au —, les autres restant en « l'air ». (Une 4 700 Ω pourrait être soudée entre base et émetteur des 4 transistors, s'ils avaient, base en l'air, des velléités de fuite.) On met le courant sur une colonne en reliant la base du « transdiode » à son collecteur, donc au —

Souder maintenant le SN74145 et le SN7441. On peut s'amuser à vérifier le bon fonctionnement de ces circuits en

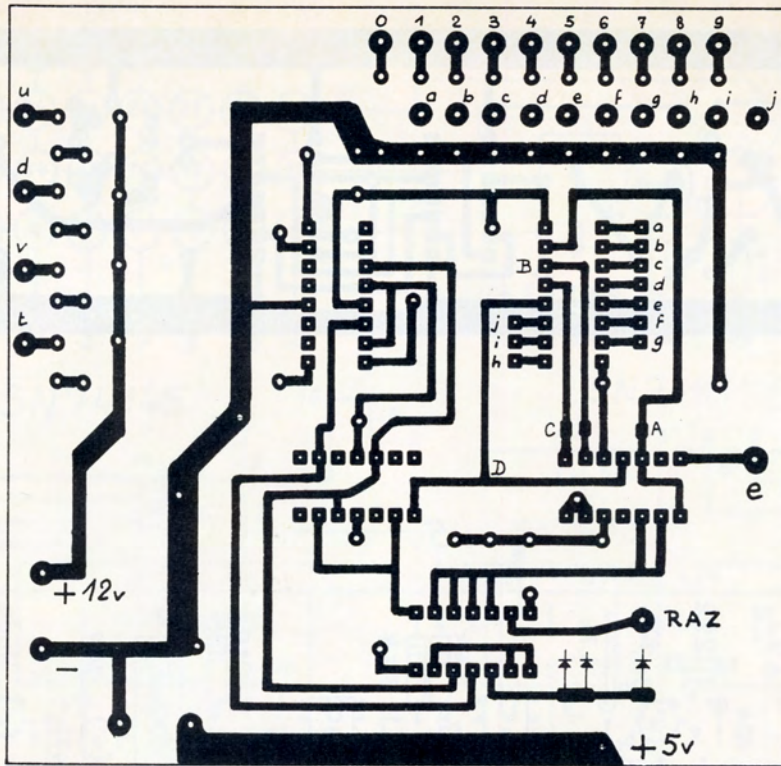


Fig. 9

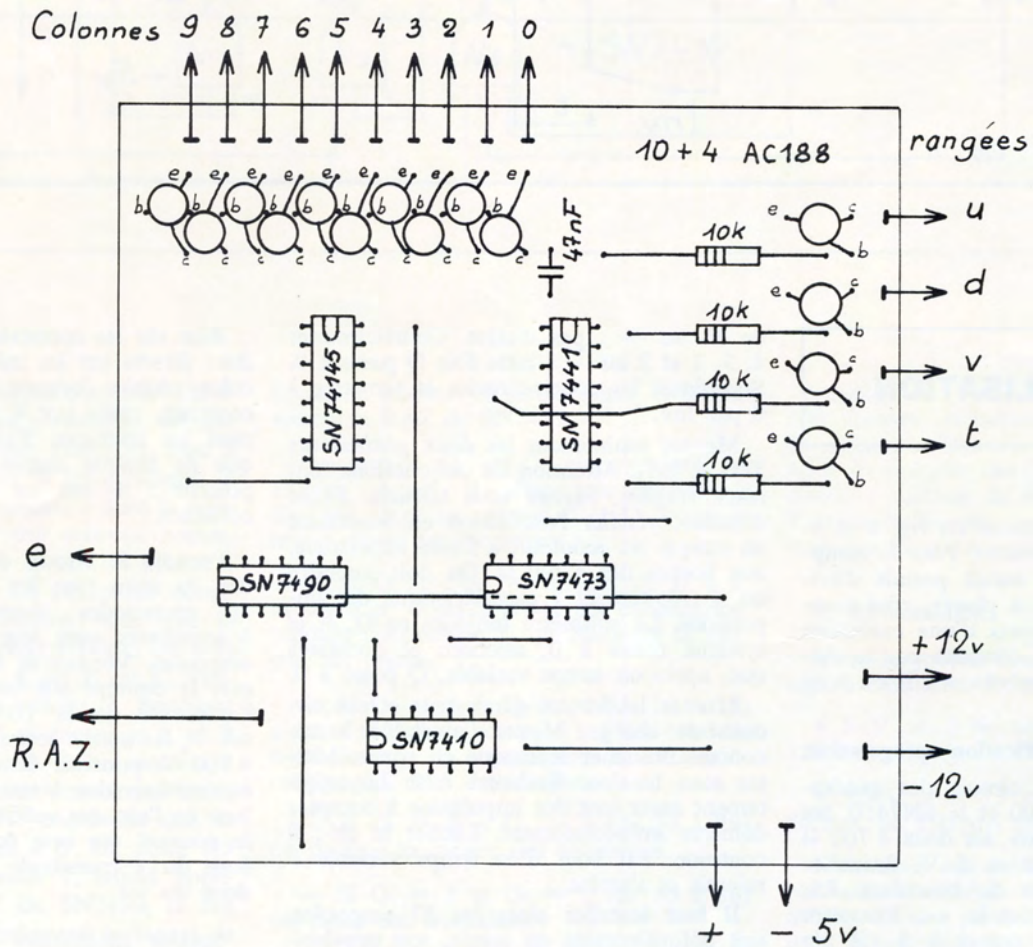


Fig. 11

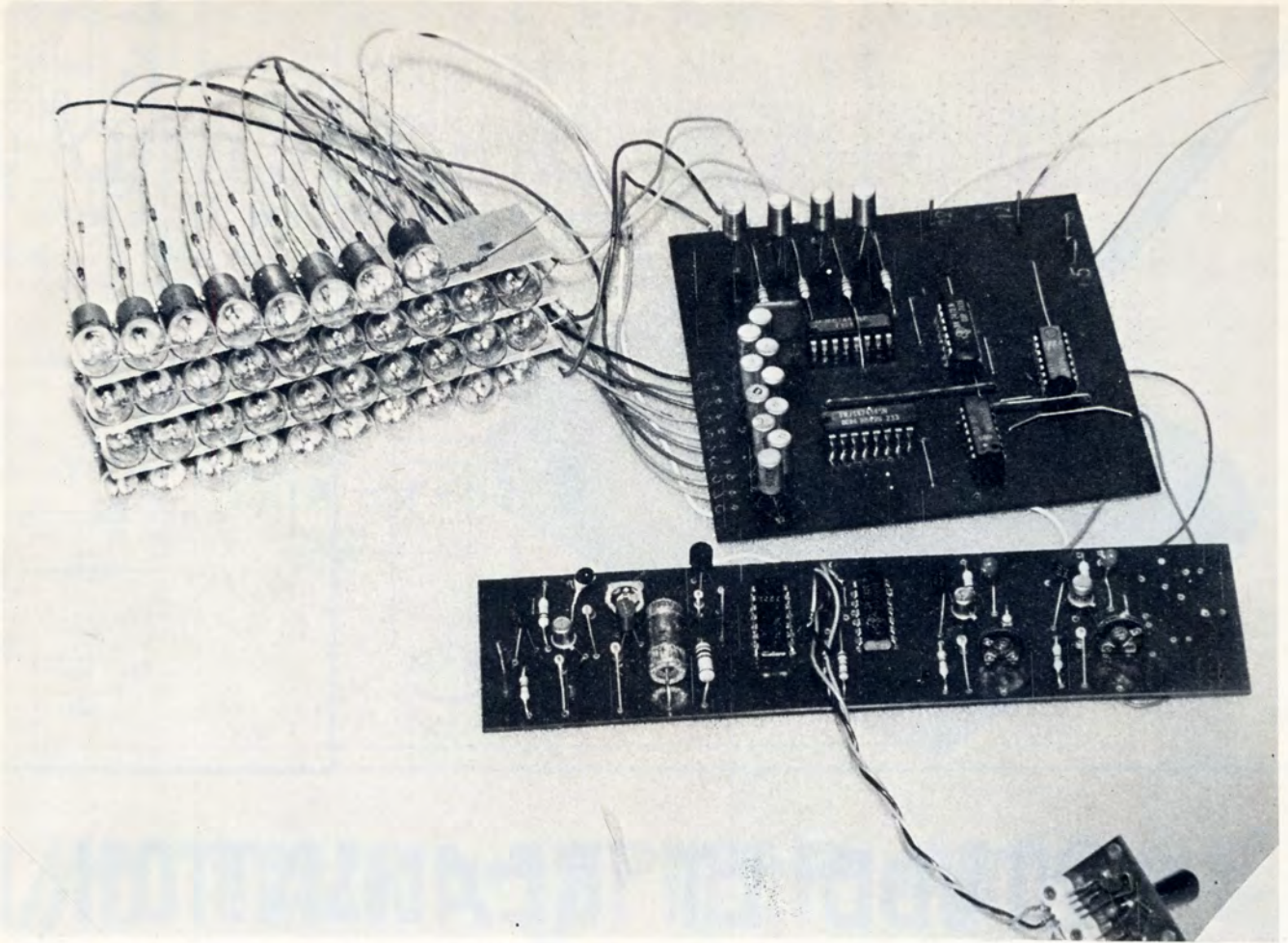


Photo 2. — Ensemble du jeu de ROULETTE : La photo a été prise au cours d'essais de comptage par 38. Une lampe est donc en trop, ainsi qu'un pont sur le circuit compteur. Les 3 diodes OA95 (ou AA116) sont à souder côté cuivre. Les 10 « transdiodes » sont à supprimer si les ampoules sont des 12 V/50 mA.

portant les entrées A, B, C, D du premier et A, B du second aux niveaux donnés précédemment dans les tables de vérité des SN7490 et SN7473. Il reste à terminer le montage en soudant les 3 circuits restants et les 3 diodes. Il faut relier les deux plaquettes : les deux +, les deux —, la RAZ, S à e.

Dans un premier temps, il est possible de vérifier la progression du comptage manuellement : pour cela relier la RAZ₁ (8 de N₁) à l'entrée e. Laisser S et l'entrée RAZ (13 de N₀) en l'air. Chaque action sur Inv fait progresser le compteur d'une unité. Une anomalie éventuelle serait ainsi facilement traquée.

Le système étant cette fois connecté normalement, mettre sous tension et à 0 : la lampe n° 0 s'allume aussi longtemps que le manipulateur appuie sur la clé. Lâcher. Le défilement commence à une vitesse que l'on pourra régler par le 100 kΩ. Selon les cas, le compteur recyclera un certain nombre de fois, puis à un instant quelconque, on verra un ralentissement de plus en plus grand, amenant l'arrêt.

3. Présentation définitive.

Les 37 lampes seront disposées en cercle, éclairant par transparence des rhodoïds de couleur, portant les nombres dans l'ordre du jeu de roulette. On aura ainsi, en fonctionnement, l'illusion de la bille qui tourne, ralentit et s'arrête. L'habillage de l'ensemble se fera selon le goût de chacun.

CONCLUSION

Voici donc un jeu dont le prix de revient se situe aux alentours de 100 F et qui, pour cette somme modique, devrait permettre aux enfants et... aux autres de meubler quelques soirées d'hiver.

Le côté mystérieux des circuits électriques n'est pas sans donner un charme supplémentaire, car le commun des mortels ne comprend guère comment « ça marche » et surtout comment une technique aussi précise que l'électronique peut déboucher sur l'aléatoire et l'imprévu !

Sur un plan plus sérieux, les manipulations décrites dans les lignes précédentes peuvent constituer un excellent exercice de départ pour l'étude des circuits numériques.

Essayez donc... et croyez-nous sur parole, ce montage est passionnant à réaliser et... à utiliser !

F. THOBOIS, F.1038