

Les opinions divergent du tout au tout lorsque l'on essaie de savoir quel est l'élément le plus important dans une voiture. Pour un . représentant, c'est peut-être le confort de son siège, pour un mécanicien le ronronnement souple de son moteur, pour un père de famille nombreuse le volume de son coffre, et pour vous l'accessibilité de son circuit électrique (?). Les avis restent partagés quand il s'agit de définir l'équipement minimal dont doit être pourvu . un véhicule, et cela même du côté des constructeurs. Physiquement, l'indicateur de vitesse est l'instrument le plus encombrant, mais demandez son opinion à un Prost, Arnoux ou autre Tambay et vous apprendrez que le cockpit de nombreuses voitures de formule 1 abrite un compte-tours dont le diamètre est deux fois plus grand que celui de l'indicateur de vitesse, car ce dernier est d'une importance bien plus relative pour la durée de vie d'un moteur, que l'instrument qui en indique le régime, le tachymètre. Et dire que de nombreux fabricants continuent de le considérer comme un instrument superflu (puisqu'il ne leur semble ni nécessaire, ni même indispensable).

# tachymètre numérique

L'importance d'un compte-tours est souvent sous-estimée, d'une part parce que l'on considère qu'il s'agit d'un instrument réservé aux voitures de sport et que d'autre part, les constructeurs répugnent, (réduction des coûts oblige), à doter un véhicule d'un "accessoire" qui n'est pas légalement obligatoire et qui n'a aucune influence (???) sur les ventes. Les voitures les plus récentes sont souvent dotées d'un économètre (le plus souvent à dépression), qui "suggère" visuellement le passage à un rapport supérieur dès que le régime moteur excède le nombre de tours le plus économique. La première fonction du tachymètre que nous vous proposons est très exactement la même puisqu'il doit permettre au conducteur de rouler le plus économiquement possible. Un compte-tours fournit d'autre part des indications permettant au chauffeur d'utiliser au mieux la puissance de son moteur, non pas pour (inciter à donner libre cours à sa frénésie de vitesse sur la Méditerranéenne le 15 Août, mais pour en tirer le maximum sans le faire souffrir lors de (ascension du col du Perthuis (caravane en sus). Tout conducteur est en effet sensé savoir que couple max et puissance max ne s'obtiennent pas au même régime. Les professionnels, (pilotes de rallye, de formule 1...3, de coupe RB) mettent à profit la présence d'un compte-tours pour garder le régime moteur à (intérieur du domaine prévu et se mettre à (abri d'une panne moteur due à une sollicitation effrénée de l'accélérateur. Il est d'autres circonstances que nous ne saurions passer sous silence et dans lesquelles la présence d'un tachymètre est indispensable: lors du réglage d'un moteur.



## Conversion d'un régime en impulsions numériques

A la lueur du schéma synoptique de la **figure 1**, il est aisé de saisir le principe de fonctionnement du montage. A noter au passage que dans le cas d'un moteur à 4 temps, la commande du rupteur tourne à la demi-vitesse du moteur. Les impulsions d'allumage sont extraites de la ligne reliant le rupteur à la bobine et envoyées à un circuit de mise en forme d'où sort un signal "décent". La qualité de conception de cette partie du montage est primordiale si on veut obtenir un fonctionnement correct du montage. Les impulsions rectangulaires attaquent une bascule mono stable, le signal résultant de cette suite de déclenchements constitue le signal d'hor

Visualiser sur  
affichage LCD  
tout régime  
<9990 tr/mn  
avec une  
résolution de 10  
tr/mn

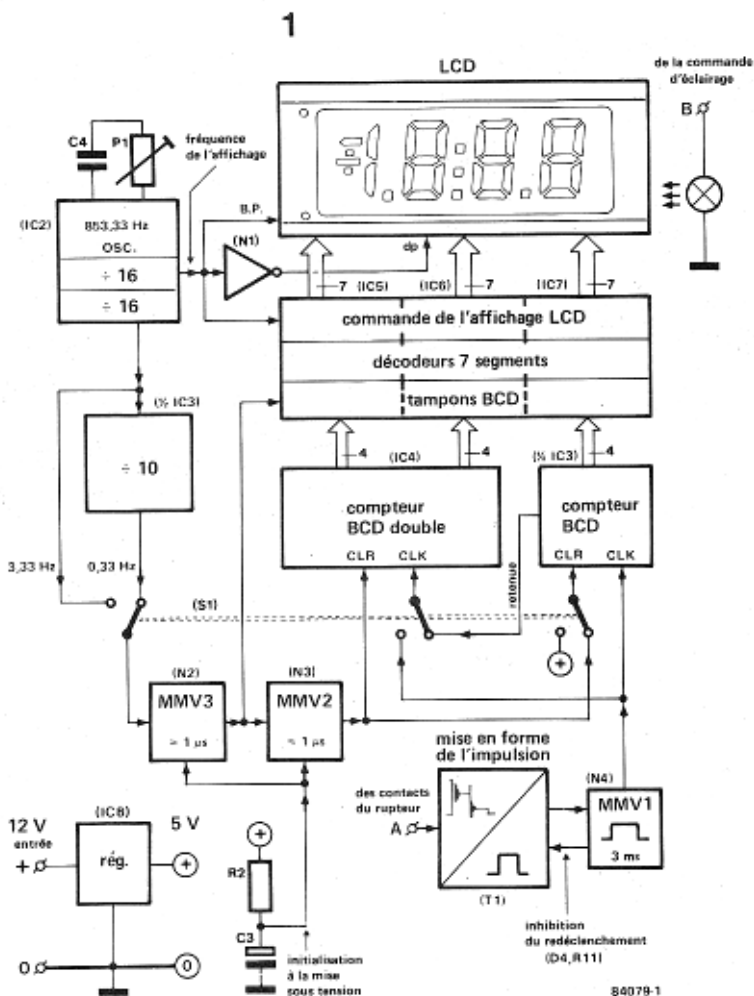
loge des 3 compteurs BCD dont les lignes de données fournissent aux circuits de commande des segments de l'afficheur à cristaux liquides (LCD) les informations permettant la visualisation des segments voulus. Un oscillateur RC produit un signal dont la fréquence est ensuite divisée par 16; le signal résultant constitue la tension alternative nécessaire à l'afficheur LCD et aux circuits de commande. Deux diviseurs supplémentaires abaissent à leur tour la fréquence du signal; on dispose ainsi, (par simple basculement d'un inverseur), de 2 fréquences. Le signal choisi traverse une paire de multivibrateurs monostables (MMV) qui fournissent les impulsions de verrouillage pour l'affichage et celles de remise à zéro des compteurs BCD. Cette différence d'un facteur 10 permet de choisir entre une durée de mesure longue (3 s), avec une précision de 10 tr/mn, et une durée de mesure courte (0,3 s), avec une résolution de 100 tr/mn. En résumé: 3 compteurs BCD comptent les impulsions prises au rupteur. Après 3 ou 3/10èmes de secondes, le résultat du comptage est transmis à l'affichage et les compteurs sont remis à zéro. Le schéma de principe détaillé de la figure 2 et les chronodiagrammes de la figure 3 apportent d'importantes précisions pour la compréhension du montage. La partie supérieure du chronodiagramme montre l'évolution de la forme

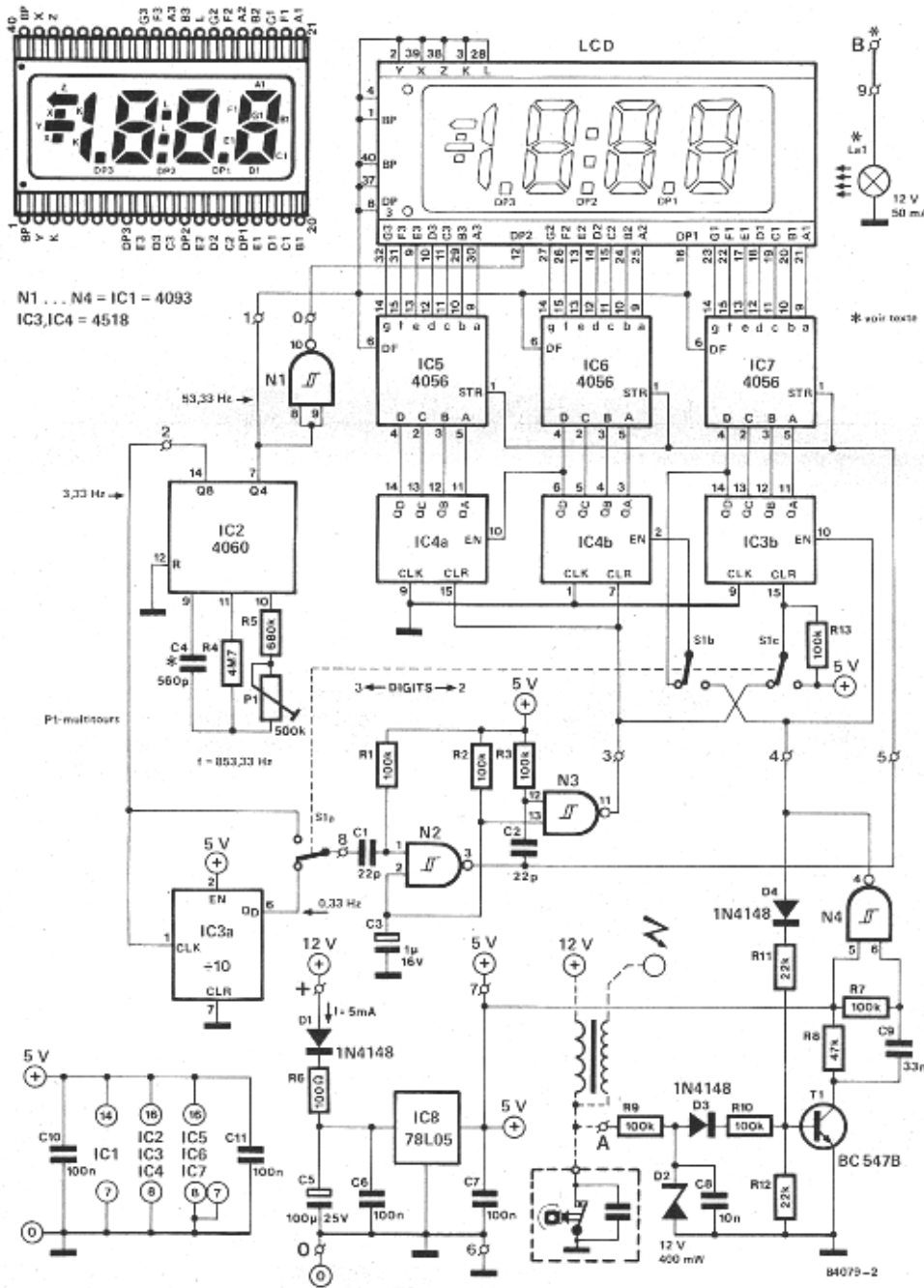
des impulsions des points de contact du rupteur à la sortie du monostable, en passant par la sortie du transistor de mise en forme. On dispose à la broche 4 de N4 du signal d'horloge nécessaire aux compteurs BCD. La seconde partie du chronodiagramme montre la forme du signal généré par l'oscillateur RC, R4/RS/Pl/C4, après son passage par les diviseurs du compteur binaire IC2, puis à la sortie du trigger de Schmitt (après traversée éventuelle de la moitié de IC3), partie dans laquelle il déclenche l'impulsion de verrouillage (broche 3 de N2) et l'impulsion de remise à zéro (broche 4 de N3).

### Notes importantes

Pour mieux vous aider à saisir le fonctionnement interne du montage, nous allons voir certains points de plus près et survoler le reste du circuit (les sous-ensembles ne demandant pas d'explications. Pour garantir une stabilité suffisante à l'oscillateur RC, il est indispensable que C4 soit un condensateur styrollex. La fréquence de rafraîchissement de l'information dépend de la position de S1. Le passage d'une position à l'autre influe sur 3 des sous-ensembles du circuit. En premier lieu, S1a sélectionne la fréquence qui détermine la durée de la mesure (0,33 Hz ou 3,33 Hz). En mode "rapide", S1b transmet le signal provenant du monostable N4 directement au compteur BCD du second afficheur (broche 2 de IC4). En mode "lent", ce signal est pris à la sortie Q4 du compteur BCD de poids le plus faible. Le 5ème étage de notre inverseur, S1c, connecte la ligne d'effacement (clear, broche 15 de IC3) du compteur de poids le plus faible soit à la tension d'alimentation (+S V), soit à la sortie de N3. De ce fait, en mode rapide, l'afficheur de poids faible, celui des dizaines de tours/mn, reste à zéro. Si S1 se trouve en mode lent, l'afficheur des dizaines de tours est remis à zéro, (par une impulsion provenant de N3), en même temps que les compteurs restants. La fonction de cet inverseur est simple à récapituler: une de ses positions donne la résolution la plus élevée, l'autre la meilleure lisibilité. Dans cette dernière position, le compte-tours ne présente pas l'instabilité propre à de nombreux compte-tours numériques. La longueur de la durée de mesure adoptée est celle qui nous a paru, après maints essais, constituer le meilleur compromis entre une résolution élevée et une bonne lisibilité. Pourquoi avoir choisi un afficheur LCD plutôt qu'à LED ou fluorescent? Tout simplement en raison de son meilleur contraste en environnement à forte luminosité, de sa consommation plus faible et de sa meilleure fiabilité. L'affichage n'utilise que les 3 afficheurs à 7 segments de l'afficheur LCD. Les informations d'allumage et d'extinction des différents segments proviennent des compteurs BCD IC3 et IC4 par l'intermédiaire des circuits de commande de l'affichage, IC5.AC7. Les broches 6, entrées de fré-

Figure 1. Schéma synoptique (dépoillé) du tachymètre. Il comporte les différents sous-ensembles importants et explicite leur fonctionnement.





**Comment utiliser le tachymètre avec un moteur autre que le 4 cylindres 4 temps classique?**

La fréquence de l'oscillateur RC, que constitue R4/R5/P1/C4, doit être recalculée. Dans la majorité des cas il n'est pas nécessaire de procéder à un remplacement de composants. La fréquence se calcule par la résolution de l'équation:

$$f = \frac{2560 \cdot k \cdot c}{n}$$

dans laquelle 2560 est le facteur de division (16 x 16 x 10) obtenu par IC2 + 1/2103, k une constante égale à 0,333, c le nombre de cylindres, n le nombre de temps par cycle. Le tableau ci-dessous donne les fréquences correspondant aux autres configurations les plus fréquentes.

C	n	f (Hz)
6	4	1 280
5	4	1 066
4	4	853,33
3	4	640

Les valeurs données aux composants de l'oscillateur lui donnent une gamme qui s'étend de 838 à 1 454 Hz, (sachant que  $f = 2.2 \cdot R5 \cdot P1 \cdot C4$ ). De ce fait, seul un moteur 3 cylindres nécessite le remplacement d'un composant: il faut dans ce cas, faire passer la valeur de R5 à 470k.

quence d'affichage des 3 transcodeurs verrouillables et l'arrière-plan (BP, broches 1 et 40) de l'afficheur reçoivent un signal de 53,33 Hz provenant de la sortie Q3 de IC2. Tous les segments inutilisés sont connectés à cette ligne. On réalise l'allumage permanent du point décimal choisi, (Dp2), en le connectant à ce même signal mais après avoir procédé à son inversion (par N1). La position de S1 sur le schéma correspond au mode "lent", (fréquence de mise à jour la plus faible), et donne l'affichage le plus précis.

grande envergure; cependant pour lui donner l'encombrement minimal, nous avons choisi de le réaliser sur deux circuits imprimés. La photographie d'illustration montre clairement la disposition en sandwich adoptée. La platine inférieure est simple face; le dessin des pistes et l'implantation des composants sont donnés en figure 4. Certains d'entre eux, (des résistances en particulier), sont montés verticalement; l'implantation montre clairement lesquels. Les 4 points reliés au "monde extérieur" reçoivent des cosses mâles du type de celles utilisées dans l'industrie automobile (cosses "poignard"). L'interconnexion des deux circuits est réalisée à l'aide de 10 fils de liaison. La meilleure solution est l'utilisation d'un morceau de câble en nappe de faible lon-

**Figure 2. Les fréquences indiquées sur le schéma de principe sont valables dans le cas d'un moteur 4 cylindres 4 temps. Si votre véhicule est doté d'un autre type de moteur, ces fréquences sont bien évidemment différentes. L'inverseur S7 se trouve ici en position durée de mesure longue (mise à jour lente). La consommation est de l'ordre de 5 mA.**

**Construction**

Selon les normes actuelles, on ne peut pas dire qu'il s'agisse là d'un montage de

### 3

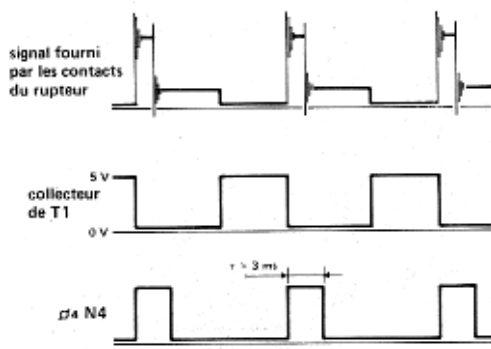
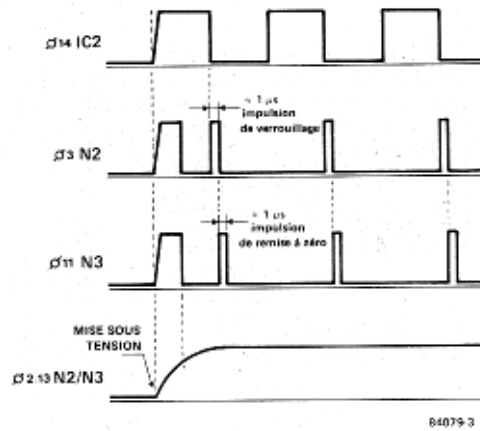


Figure 3. Comme indiqué dans le texte, les chronodiagramme sont à considérer comme deux ensembles essentiellement distincts, leurs bases de temps étant complètement différentes,



ueur. Ces points, numérotés de 0 à 9, sont indiqués sur les deux circuits imprimés. Le second circuit est un double face à trous métallisés. Si vous envisagez une fabrication personnelle, (sans métallisation des trous), de ce circuit imprimé, il faudra penser à souder les composants et liaisons concernés des deux côtés. Nous ne pouvons que recommander instamment l'utilisation de supports pour les circuits intégrés (CMOS) et l'afficheur LCD à 3 chiffres 1/2 qui prend place à cheval au dessus des circuits intégrés. Selon la hauteur des supports choisis pour les circuits intégrés, il peut être nécessaire de placer l'afficheur LCD sur un support de double hauteur (éventuellement réalisé à l'aide de 2 supports 40 broches dont on aura sup

primé les bras de liaison). Les connexions du triple inverseur (SI) doivent être aussi courtes que possible. On positionnera l'ampoule d'éclairage de l'afficheur parallèlement à ce dernier, ses connexions pouvant être des chutes de connexions de résistances de forte section. Sur le schéma, nous avons prévu une ampoule navette de 12 V, mais l'expérience nous a prouvé que la lumière quelle produit peut, dans certaines circonstances, être gênante; il est préférable d'utiliser une ampoule du type 24 V (si l'éclairage reste trop puissant, ajouter une résistance chutrice). Nous avons doté l'ampoule de nos prototypes d'un morceau de souplisso noir pourvu d'une fenêtre longitudinale.

#### Liste des composants

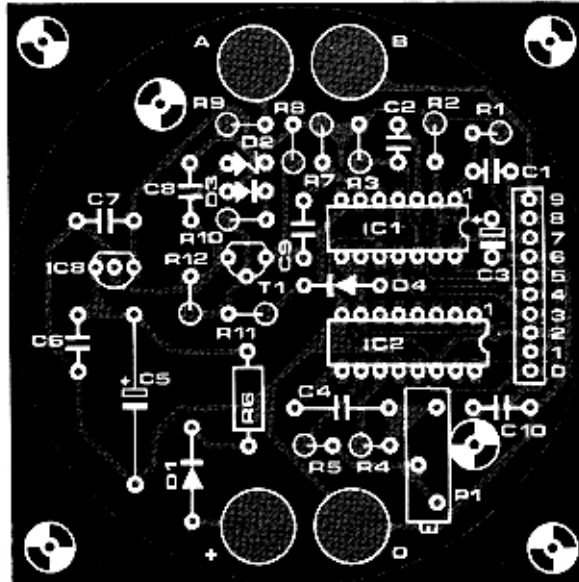
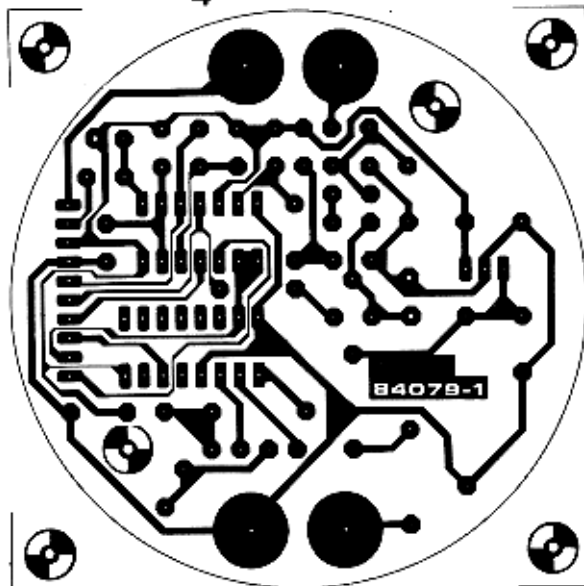
Résistances:  
R1,R2,R3,R7,R9,R10,R13 = 100 k  
R4 = 4M7  
R5 = 680 k\*  
R6 = 100  $\Omega$   
R8 = 47 k  
Rit, R12 = 22 k  
P1 = 500 k ajustable  
\*voir texte

Condensateurs:  
C1, C2 = 22 p  
C3 = 1  $\mu$  / 16 V  
C4 = 560 p Styroflex  
C5 = 100  $\mu$  / 25V  
C6,C7,C10,C11 = 100 n  
C8 = 10 n  
C9 = 33 n

Semiconducteurs:  
D1, D3, D4 = 1N4148  
D2 -- zener 12 V/400 mW  
T1 = BC547B  
IC1 = 4093  
IC2 = 4060  
IC3,IC4 = 4518  
ICS...IC7 = 4056  
IC8 = 78L05

Divers:  
La1 = ampoule navette 12 V 124 V\*)/50 mA  
S1 = triple inverseur  
afficheur LCD 3 chiffres 1/2, hauteur 12,7 mm, type HAM 3901 ou 3902 ou Data Modul 43D5R03 ou SE6902 (par exemple)

### 4



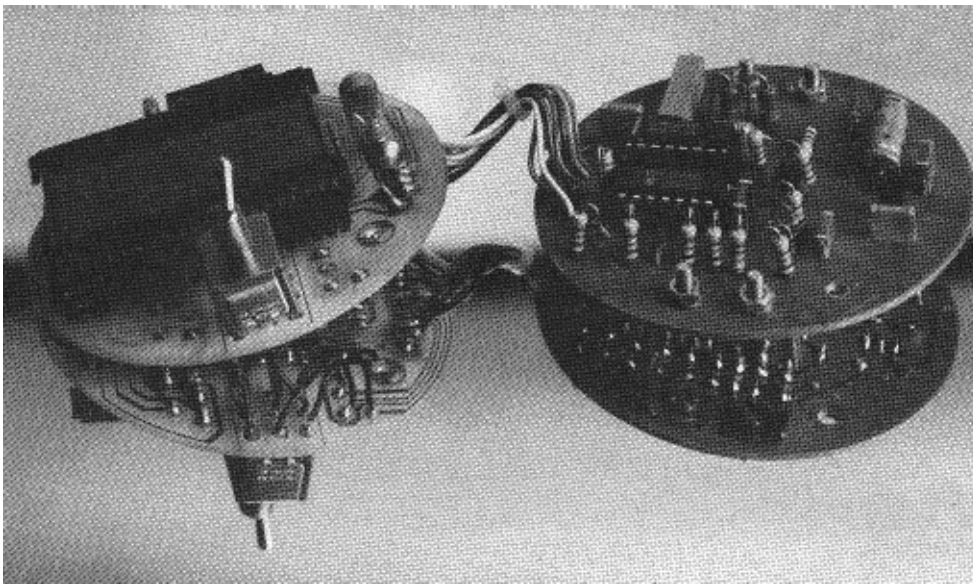


Figure 4. Représentation des dessins des circuits imprimés et des implantations des composants pour le tachymètre; leur forme ronde permettra leur mise en place dans un boîtier cylindrique prévu pour ce genre d'instrument.

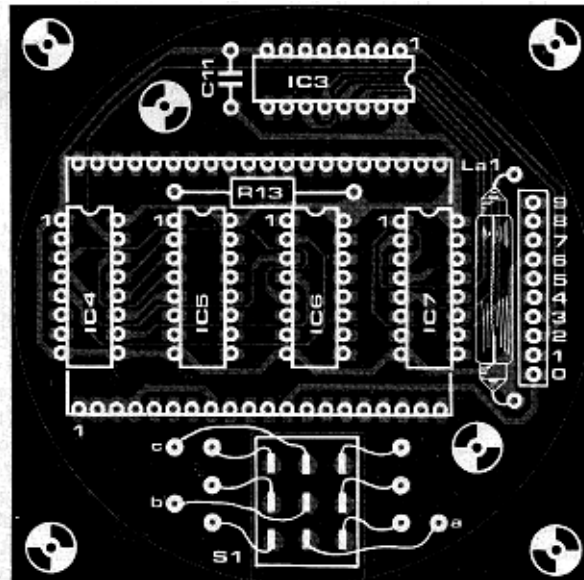
### Réglage et installation

Le seul réglage à effectuer sur ce montage est celui de l'oscillateur RC. Le circuit auxiliaire de la figure 5 génère un signal de 50 Hz qu'on applique à l'entrée A du compte-tours. Ce signal équivaut à celui produit par un moteur 4 temps 4 cylindres tournant à 1 500 tr/mn; de ce fait on devrait lire 1.50 à l'affichage. Si tel n'est pas le cas, agir sur l'ajustable PI pour obtenir cette valeur. Il ne reste plus maintenant qu'à trouver au compte-tours l'emplacement idéal dans le véhicule, dans le (ou le plus près possible du) tableau de bord. Il faut ensuite effectuer les connexions électriques: le point A au point du rupteur relié à la bobine, le point B à un contact libre de la commande d'éclairage, le point 0 à la ruasse du véhicule et le point + à une ligne 12 V (pourvue d'un fusible).

### Mode d'emploi

Ayant, dans l'introduction, évoqué longuement les diverses applications d'un compte-tours, nous n'allons pas nous lancer ici dans son apologie. Une remarque concernant SI. Lors du démarrage du véhicule, il est préférable de positionner cet inverseur sur la durée de mesure la plus courte, l'afficheur de poids le plus faible restant alors à zéro. La seconde position, (durée de mesure la plus longue), est celle à utiliser lors d'un parcours sur (auto)route ou lors du réglage du moteur. Etant données la précision et la stabilité de l'affichage, on pourra bien évidemment destiner ce montage au réglage du régime de différents véhicules (garagiste). La plupart des véhicules actuels sont pourvus d'un moteur 4 cylindres 4 temps; le compte-tours est conçu à leur intention.

Il est cependant possible de l'utiliser avec d'autres types de moteurs (3, 5, 6 cylindres). Si votre véhicule est doté d'un moteur de ce type, veuillez vous reporter aux notes données en marge de la figure 2.



Le dessin du circuit imprimé manquant est donné en page 9-39. Attention, il s'agit d'un circuit imprimé double face à trous métallisés.

5

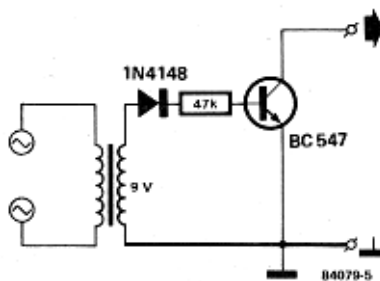
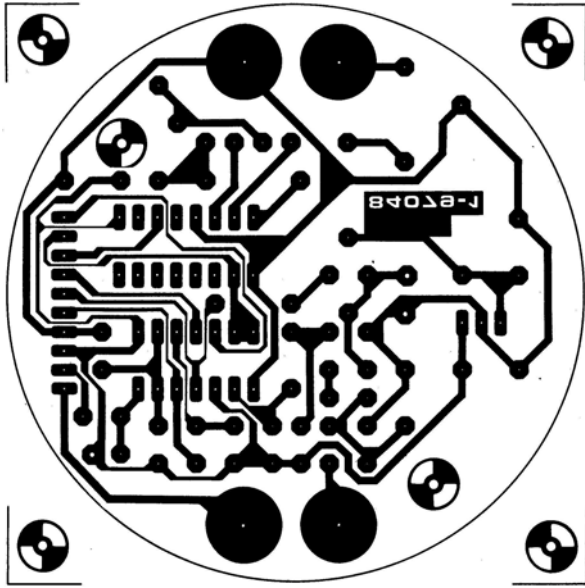


Figure 5. Circuit auxiliaire permettant d'étalonner le tachymètre. Il produit un signal de 50 Hz simulant les impulsions produites par les contacts du rupteur, impulsions arrivant normalement au point A; l'application de ce signal de test au même point simule un régime moteur de 1 500 tr/mn.

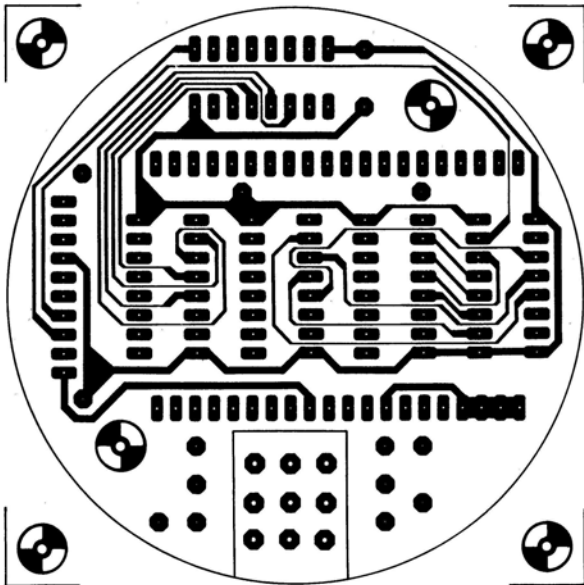
84079-1

tachymètre numérique



84079-2 ( double face / trous métallisés )

tachymètre numérique



tachymètre numérique

