distancemètre multi-cartes

**Ce qui intéresse le plus le possesseur d'un micro-ordinateur est de trouver chaque jour une nouvelle application pour son engin.
Le montage que nous allons décrire permet la construction et montre le fonctionnement d'un petit système qui permet de mesurer les distances sur une carte. A l'aide du programme correspondant, le micro-ordinateur transforme la distance mesurée en distance réelle.**

Photo 1. Exemple de capteur amateur, construit à l'aide de pièces extraites d'une vieille montre.

En gardant un prix de l'essence en ascension continuelle comme arrière-plan, il devient de plus en plus important pour l'automobiliste économe de bien connaître la distance qu'il va parcourir. Cela est particulièrement vrai pour ceux qui ont ou vont utiliser leur voiture pour atteindre le lieu où ils ont ou vont passer leur vacances.
Inévitablement cela se termine par la mise sur la table d'une carte d'état major ou touristique sur laquelle on se met à mesurer les distances à l'aide d'une règle (ou éventuellement d'une échelle graduée). L'échelle qui se trouve sur toute carte permet de déduire la distance réelle.
Ici encore nous pouvons demander à l'ordinateur de nous épargner une part du travail (travail est un grand mot, disons que cela permet de trouver une application originale à notre ordinateur). Une pointe de lecture équipée d'une petite roue transforme les distances mesurées sur la carte en impulsions qu'utilisera l'ordinateur pour calculer la distance réelle.

Le capteur

Tout ce montage repose sur le capteur. Il faut qu'il transforme un nombre de centimètres parcourus en un nombre égal d'impulsions qui pourront être utilisées par l'ordinateur.
Penchons-nous sur le principe de fonctionnement. On trouve à la pointe du capteur une petite roue qui peut tourner librement. Il a été pratiqué quelques encoches dans cette roue. Cette roue sert de barrière entre une petite lampe et un petit photo-transistor qui se trouvent de part et d'autre. Si on fait tourner la roue, le photo-transistor est illuminé par l'ampoule chaque fois q'une encoche passe entre eux. Chaque fois que le transistor "voit" la lampe, il conduit; si la roue poursuit sa rotation, le faisceau lumineux va être interrompu et le transistor va passer à l'état bloqué. De cette manière, le transistor fournira un nombre déterminé d'impulsions par tour, nombre qui sera fonction du nombre d'encoches pratiquées dans la roue. On envoie les impulsions fournies par le photo-transistor à un trigger de Schmitt construit autour de IC1. A la suite de cette opération on obtient un signal compatible TTL qui pourra être envoyé à l'ordinateur. La figure 1 représente le schéma du capteur.
Il a été développé un petit circuit imprimé sur lequel est représenté une petite roue (figure 2), de manière à simplifier au maximum la partie mécanique. Il est donc possible de scier le morceau de circuit sur lequel se trouve la roue; il s'agira ensuite de fignoler le travail à l'aide d'une lime. On pratiquera ensuite les encoches aux endroits indiqués. Il ne faudra pas, bien sûr, oublier de faire le trou central.
On va maintenant pratiquer une encoche plus large dans le circuit imprimé qui portera les composants. C'est à cette endroit que passera la roulette. L'axe

pourra être construit à l'aide d'un morceau de câble assez épais. Il faudra faire passer l'axe dans le centre de la roulette, celle-ci sera positionnée dans l'encoche du circuit imprimé principal, puis on soudera l'axe sur ce circuit, à ses deux extrémités. On pourra ensuite se lancer dans le montage des composants sur le circuit imprimé, mais il faudra veiller avec soin au bon positionnement de l'ampoule et du photo-transistor. Le dessin de la figure 3 permet de voir comment est monté le capteur.

Branchons la tension d'alimentation. Il va falloir régler le potentiomètre P1 de façon à obtenir un changement de niveau logique (le passage de zéro à un), lorsque l'on fera tourner la roue lentement.

Les dimensions du circuit imprimé sont telles, qu'il est tout à fait possible de le mettre dans un petit morceau de tube. Il y a bien sûr de nombreuses autres façons de procéder pour obtenir un capteur. Nous laissons cela à l'imagination du lecteur. La roulette construite à l'aide du morceau de circuit imprimé est relativement épaisse, elle ne sera de ce fait pas extraordinairement précise lorsqu'il s'agira de négocier des virages très serrés sur la carte. Il existe une autre pièce qui semble faite tout spécialement pour cela: c'est la partie remontoir d'une vieille montre. La figure 4 nous propose un exemple d'utilisation de cette solution. Le principe de fonctionnement du capteur est différent: on travaille en mode réflexion. Il va donc falloir rendre le capteur aussi étanche à la lumière que possible. La photo vous présente le distancemètre maison.

Le logiciel

La partie mécanique seule ne nous permet pas d'arriver au résultat escompté: il nous faut aussi posséder le programme qui effectuera les calculs nécessaires. En principe, il est possible de brancher notre capteur à n'importe quel ordinateur à partir du moment où il possède un connecteur de ports. La partie suivante de l'article vous propose un ordinogramme dont la description vous permettra de saisir l'art et la manière de concevoir un programme et de le traduire en langage assembleur correspondant à l'ordinateur utilisé. En supplément nous vous offrons une version de ce programme qui a été adaptée pour le Junior Computer.

La figure 5 nous propose l'ordinogramme complet de ce programme. Il démarre par le sous-programme INITS. Celui-ci est destiné à mettre dans les buffers (tampons) de données, les informations de départ exactes. De plus il adresse une fois le registre EDETB, ce qui a pour effet de positionner l'indicateur du port d'entrée auquel est relié le capteur, (pour le Junior ce sera l'indicateur PA7), lors de l'arrivée d'un flanc positif à cette entrée. Cela est nécessaire de manière à pouvoir détecter par la suite les impul-

1

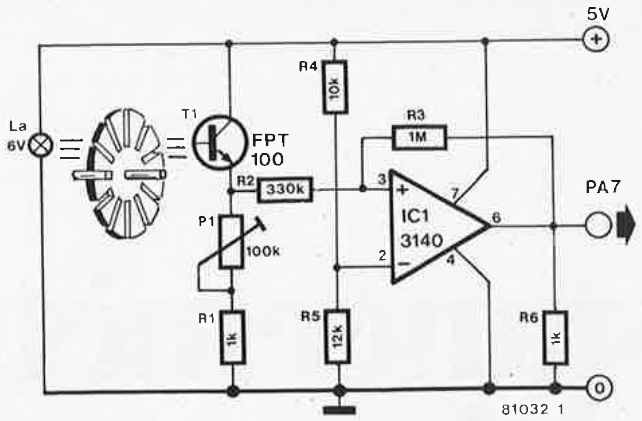

Figure 1. Schéma du capteur. Un trigger de Schmitt transforme les coupures du faisceau lumineux en un signal compatible TTL.

2

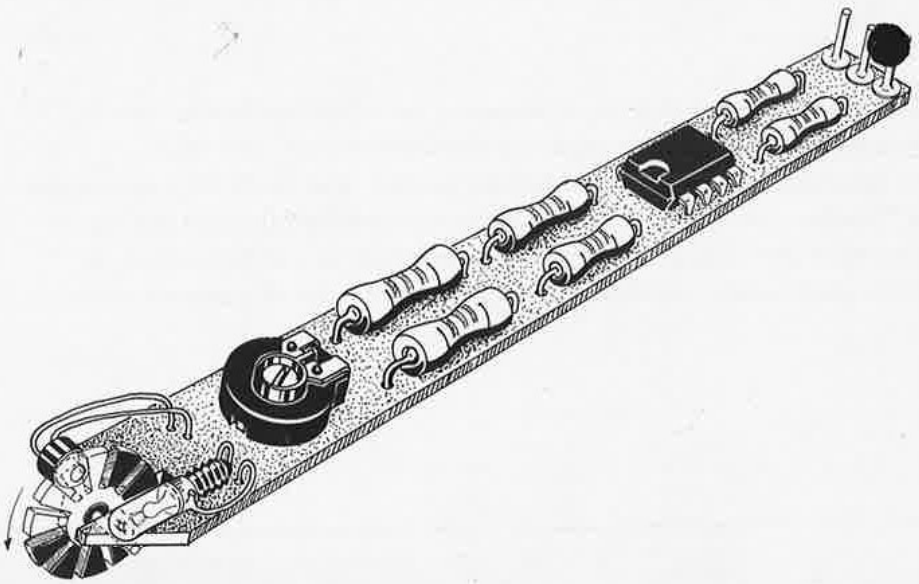

Figure 2. Voici une illustration du capteur en fin de montage. Il sera possible de peindre en noir une petite partie de la surface sensible du photo-transistor.

3

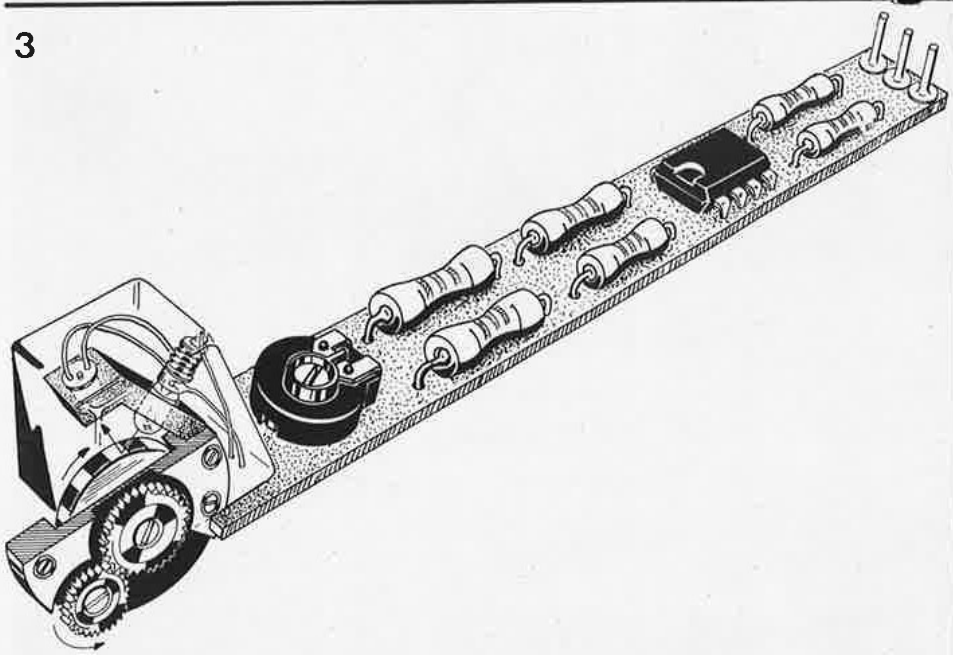

Figure 3. Autre façon de construire le capteur. Son principe de fonctionnement est différent. Il utilise la réflexion lumineuse engendrée par l'alternance de parties blanches et noires. C'est pour cette raison, qu'il faut absolument que le senseur de ce modèle soit mis dans un boîtier étanche à la lumière extérieure.

4

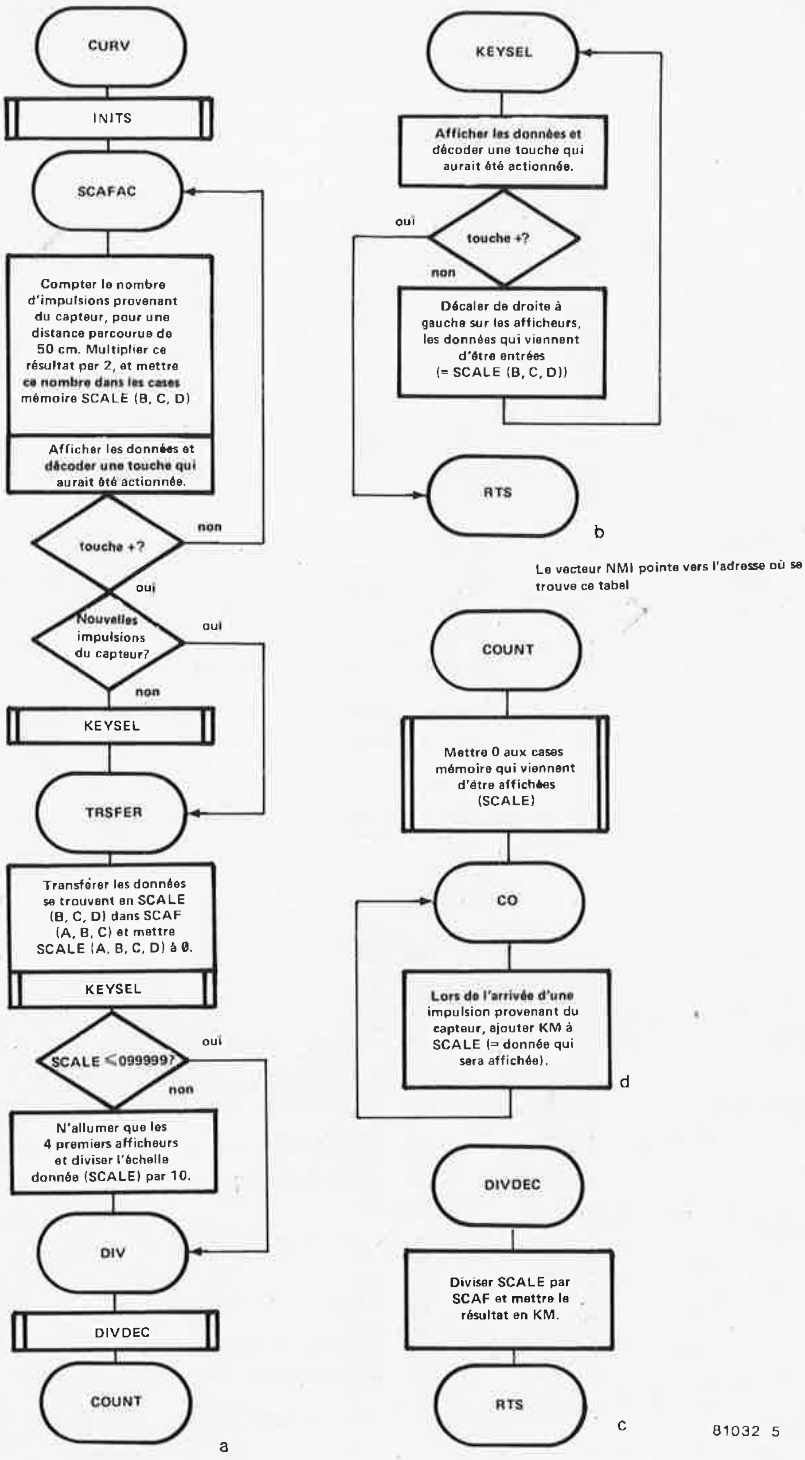

Figure 4. Organigramme du programme.

sions d'entrée qui arrivent. Lorsqu'il quitte le sous-programme INITS, le programme principal se poursuit par SCAFAC.

Le programme tourne dans une boucle qui le ramène chaque fois au label SCAFAC, tant que l'on n'a pas appuyé sur la touche plus. Au cours de cette boucle, le nombre d'impulsions qui arrivent du capteur sont comptabilisées. Il va falloir maintenant faire parcourir au capteur exactement 50 cm. Le nombre d'impulsions totalisées est multiplié par deux et envoyé aux afficheurs. On va donc trouver sur les afficheurs le nombre d'impulsions par mètre. Ce nombre est très important, car il conditionne le résultat de la suite du programme: c'est en effet le nombre qui servira de facteur de conversion distance impulsions. Lorsque, au cours de la boucle dont on vient de parler plus haut, la touche plus est enfoncée, le programme quitte la boucle et vérifie la présence ou l'absence d'un certain nombre d'impulsions provenant de la partie précédente du programme. Si tel est le cas, donc en cas de présence d'impulsions, le programme saute directement au sous-programme TRSFER.

S'il n'y a pas d'impulsion, il est possible d'entrer, via le clavier, le nombre en question (nombre d'impulsions par mètre). La prise en compte s'effectue par le sous-programme KEYSEL. Par la construction du programme il suffira de faire parcourir une seule fois au capteur les 50 cm fatidiques. En effet, une fois que le facteur de conversion est connu, il est plus rapide de le mettre en oeuvre par l'intermédiaire du clavier. Ce nombre se trouve alors à l'adresse mémoire SCALE (B, C, D), puis elle est déplacée vers la case mémoire SCAF (A, B, C). Les cases mémoires SCALE (B, C, D), sont libres maintenant, et peuvent recevoir l'échelle. Cette fois encore c'est le sous-programme KEYSEL qui prendra en compte l'entrée de cet elément.

Après réception du nombre et une pression sur la touche plus, le programme va vérifier si l'échelle est inférieure ou égale à 99999. Si tel est le cas, nous allons retrouver le résultat en

5

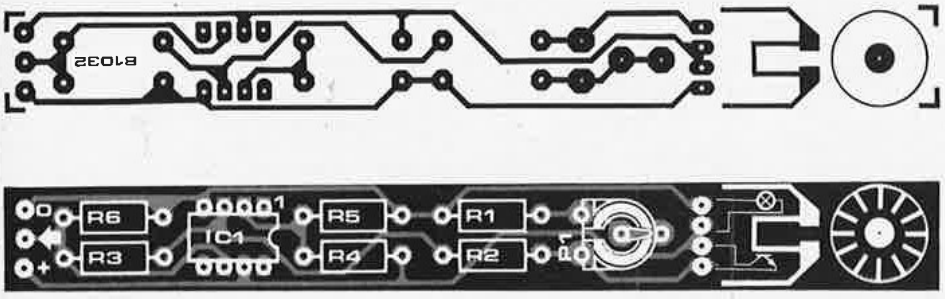

Figure 5. Circuit imprimé et implantation des composants du capteur.

Liste des composants

Résistances:

R1, R6 = 1 k
R2 = 330 k
R3 = 1 M
R4 = 10 k
R5 = 12 k
P1 = 100 k ajustable

Semiconducteurs:

T1 = photo-transistor FPT 100 par ex. si on utilise la technique réflexion il est conseillé d'utiliser un photo-darlington, 2N5777 (Motorola) par ex.
IC1 = 3140

Divers:

La = ampoule miniature 6 V

mètres sur les six afficheurs, si l'échelle est plus grande, il sera affiché en kilomètres et sur les quatre premiers seulement. Nous arrivons maintenant au point fort de l'ordinateur: quelques calculs. Le sous-programme DIVDEC est appelé. Par ce sous-programme est effectuée la division de l'échelle (SCALE) par le nombre d'impulsions par mètre (SCAF). Le résultat de cette opération, sous forme décimale, est mis en mémoire dans la case KM (A, B, C, D). Le nombre obtenu correspond à la grandeur de la distance parcourue entre deux impulsions du capteur, en fonction de l'échelle qui a été entrée. La plus grande partie des calculs pour l'ordinateur est alors terminée. Il va donc pouvoir, après avoir effacé les afficheurs, se consacrer au véritable, travail, à savoir, effectuer les mesures. Nous voici arrivés à la boucle de programme CO. Celle-ci, à chaque impulsion qui arrive du capteur, ajoute le nombre qui se trouve à la case mémoire (KM (A, B, C, D), au nombre qui se trouve déjà sur les afficheurs. Ce nombre nous donne la distance exacte que nous parcourerons si nous prenons la route que nous suivons actuellement sur la carte.

Listing

La figure 6 nous permet de lire le listing destiné au Junior Computer. Nous n'aurons pas grand chose à ajouter à ce que nous avons dit, d'autant plus que l'ordinogramme explique de façon précise, le fonctionnement du programme. Comme l'indique le listing, les adresses du programme vont de Ø2ØØ à Ø329. Une fois qu'il a été mis en mémoire, il est conseillé de le mettre sur cassette pour pouvoir le réutiliser une fois suivante, et ne pas avoir à recommencer cette opération fastidieuse qu'est l'entrée d'un programme par le clavier.
Il existe un autre moyen, moins bon marché, mettre ce programme en EPROM, ou en PROM. Il faudra dans ce cas-là, ne pas oublier d'adapter l'adresse absolue du saut et le vecteur NMI aux adresses auxquelles cette PROM se trouvera dans le topogramme de la mémoire.

Fonctionnement du programme

Lorsque le programme est en mémoire et que le capteur a été branché au connecteur de ports (+5 V, Masse et PA7), on peut lancer le programme. S'il n'y a pas eu d'erreur d'entrée du programme nous devrions lire ØØØØØØ sur les afficheurs. Nous allons faire parcourir 50 cm au capteur (n'oubliez pas de noter le nombre qui apparaît sur les afficheurs pour la suite). Lorsque cette opération est terminée, on appuie sur la touche plus, ce qui va faire apparaître ØØØØØØ sur les afficheurs. Il va falloir entrer maintenant l'échelle de la carte, puis appuyer à nouveau sur la touche plus. A cet instant nous pouvons nous trouver devant deux possibilités.

6

```
0200                    ORG   $0200

                P.I.A. THEUNISSEN          DATE: 12-1-'81

                TEMPORARY DATA BUFFERS

0200            NUML    *     $00E6
0200            NUMH    *     $00E7
0200            RESA    *     $00E8
0200            RESB    *     $00E9
0200            RESC    *     $00EA
0200            RESD    *     $00EB
0200            ADDL    *     $00EC
0200            ADDH    *     $00ED
0200            SCAFA   *     $00EE
0200            SCAFB   *     $00EF
0200            SCAFC   *     $00F0
0200            SCAFD   *     $00F1
0200            KMA     *     $00F2
0200            KMB     *     $00F3
0200            KMC     *     $00F4
0200            KMD     *     $00F5
0200            BYTES   *     $00F6
0200            TEMP    *     $00F7
0200            SCALEA  *     $00F8
0200            SCALEB  *     $00F9  DISPLAY BUFFER
0200            SCALEC  *     $00FA    "       "
0200            SCALED  *     $00FB    "       "

                NMI VECTOR

0200            NMIL    *     $1A7A
0200            NMIH    *     $1A7B

                WRITE EDGE DETECT CONTROL

0200            EDETB   *     $1AE5  POS EDET DISABLE PA7-IRQ

                READ FLAG REGISTER AND CLEAR TIMER & IRQ FLAG

0200            RDFLAG  *     $1AD5  BIT6 = PA7-FLAG

                EXTERNAL SUBROUTINES

0200            SCANDS  *     $1D0E
0200            GETKEY  *     $1DF9

                ***********
                MAINPROGRAM
                ***********

0200 20 03 03   CURV   JSR    INITS

0203 A9 F9      SCAFAC LDAIM SCALEB
0205 85 E6             STAZ   NUML
0207 A9 E8             LDAIM RESA
0209 85 EC             STAZ   ADDL
020B 20 6F 02          JSR    ADPULS TEST PA7-FLAG; IF SET, INCREMENT
                                      SCALE BY TWO
020E 20 FA 02          JSR    KI     DISPLAY DATA; IF KEY DEPRESSED, DEBOUNCE IT
0211 F0 F0             BEQ    SCAFAC KEY RELEASED?
0213 20 F9 1D          JSR    GETKEY DECODE KEY, RETURN WITH VALUE IN ACC.
0216 C9 12             CMPIM $12
0218 D0 E9             BNE    SCAFAC PLUS KEY?
021A A5 FA             LDAZ   SCALEC PULSES COUNTED?
021C D0 03             BNE    TRSFER
021E 20 56 02          JSR    KEYSEL DISPLAY KEYED-IN DATA

0221 A2 02      TRSFER LDXIM $02

0223 B5 F9      TRA    LDAZX SCALEB TRANSFER DATA FROM SCALE TO SCAF
0225 95 EE             STAZX SCAFA
0227 CA                DEX
0228 10 F9             BPL    TRA
022A 20 1A 03          JSR    INITSA
022D 20 56 02          JSR    KEYSEL
0230 A9 09             LDAIM $09
0232 C5 FB             CMPZ   SCALED IS SCALE LESS-EQUAL 099999?
0234 B0 09             BCS    DIV
0236 C6 F6             DECZ   BYTES  ENABLE FIRST FOUR DISPLAYS
0238 A2 F8             LDXIM SCALEA
023A A0 04             LDYIM $04
023C 20 E0 02          JSR    SHIFTR DIVIDE SCALE BY 10

023F 20 87 02   DIV    JSR    DIVDEC

0242 20 1A 03   COUNT  JSR    INITSA

0245 A9 F8      CO     LDAIM SCALEA
0247 85 E6             STAZ   NUML
0249 A9 F2             LDAIM KMA
024B 85 EC             STAZ   ADDL
024D 20 6F 02          JSR    ADPULS
0250 20 0E 1D          JSR    SCANDS
0253 4C 45 02          JMP    CO

                ***********
                SUBROUTINES
                ***********

0256 20 EC 02   KEYSEL JSR    KEYINP DISPLAY DATA, RETURN WITH KEY-VALUE
                                      IN ACC. IF KEY DEPRESSED
0259 C9 12             CMPIM $12    PLUS KEY?
025B F0 29             BEQ    RTN
025D C9 0A             CMPIM $0A    ILLEGAL KEY?
025F 10 F5             BPL    KEYSEL
0261 A2 F9             LDXIM SCALEB
0263 A0 04             LDYIM $04
0265 20 C4 02          JSR    SHIFTL SCALE 4 POSITIONS TO LEFT
0268 05 F9             ORAZ   SCALEB
026A 85 F9             STAZ   SCALEB STORE KEY-VALUE INTO LOWER NIBBLE
                                      OF SCALEB
026C 4C 56 02          JMP    KEYSEL

026F AD D5 1A   ADPULS LDA    RDFLAG
```

Figure 6. Listing.

```
0272 0A             ASLA
0273 10 11          BPL   RTN     IS PA7-FLAG RESET?
0275 18             CLC
0276 F8             SED
0277 A0 00          LDYIM $00

0279 B1 E6    ADD   LDAIY NUML    ADD DATA SPECIFIED BY ADDL(IND Y)
                                  TO DATA SPECIFIED BY NUML(IND Y)
027B 71 EC          ADCIY ADDL
027D 91 E6          STAIY NUML
027F C8             INY
0280 98             TYA
0281 49 04          EORIM $04
0283 D0 F4          BNE   ADD     Y LESS EQUAL 3?
0285 D8             CLD

0286 60       RTN   RTS


0287 A9 00    DIVDEC LDAIM $00
0289 85 F7           STAZ  TEMP

028B A9 F0    SETB   LDAIM $F0
028D 25 F1           ANDZ  SCAFD   IS LEFT NIBBLE OF SCAFD NOT EQUAL ZERO?
028F D0 0B           BNE   SUBTR
0291 A2 EE           LDXIM SCAFA
0293 A0 04           LDYIM $04
0295 20 C4 02        JSR   SHIFTL SCAF 4 POSITIONS TO LEFT
0298 E6 F7           INCZ  TEMP
029A 10 EF           BPL   SETB    BRANCH ALWAYS

029C A2 00    SUBTR  LDXIM $00
029E 20 D0 02        JSR   SBCDEC SUBTRACT DECIMAL SCAF FROM SCALE AND
                                  STORE RESULT AT RES
02A1 90 0D           BCC   SETBC   RES NEGATIVE?
02A3 E6 F2           INCZ  KMA     INCREMENT KM BY 1
02A5 A2 03           LDXIM $03

02A7 B5 E8    TRANSF LDAZX RESA
02A9 95 F8           STAZX SCALEA TRANSFER DATA FROM RES TO SCALE
02AB CA              DEX
02AC 10 F9           BPL   TRANSF
02AE 30 EC           BMI   SUBTR  BRANCH ALWAYS

02B0 C6 F7    SETBC  DECZ  TEMP
02B2 30 D2           BMI   RTN
02B4 A2 F2           LDXIM KMA
02B6 A0 04           LDYIM $04
02B8 20 C4 02        JSR   SHIFTL KM 4 POSITIONS TO LEFT
02BB A2 EE           LDXIM SCAFA
02BD A0 04           LDYIM $04
02BF 20 E0 02        JSR   SHIFTR SCAF 4 POSITIONS TO RIGHT
02C2 F0 D8           BEQ   SUBTR  BRANCH ALWAYS


02C4 16 00    SHIFTL ASLZX $0000
02C6 36 01           ROLZX $0001
02C8 36 02           ROLZX $0002
02CA 36 03           ROLZX $0003
02CC 88              DEY
02CD D0 F5           BNE   SHIFTL
02CF 60              RTS

02D0 F8       SBCDEC SED
02D1 38              SEC

02D2 B5 F8    SD     LDAZX SCALEA SUBTRACT DECIMAL SCAF(IND X) FROM
                                  SCALE(IND Y) AND STORE RESULT AT RES
02D4 F5 EE           SBCZX SCAFA
02D6 95 E8           STAZX RESA
02D8 E8              INX
02D9 8A              TXA
02DA 49 04           EORIM $04
02DC D0 F4           BNE   SD      X LESS EQUAL 3?
02DE D8              CLD
02DF 60              RTS


02E0 56 03    SHIFTR LSRZX $0003
02E2 76 02           RORZX $0002
02E4 76 01           RORZX $0001
02E6 76 00           RORZX $0000
02E8 88              DEY
02E9 D0 F5           BNE   SHIFTR
02EB 60              RTS


02EC 20 8E 1D KEYINP JSR   SCANDS
02EF D0 FB           BNE   KEYINP KEY DEPRESSED?

02F1 20 FA 02 KIN    JSR   KI
02F4 F0 FB           BEQ   KIN     NO KEY DEPRESSED?
02F6 20 F9 1D        JSR   GETKEY
02F9 60              RTS


02FA 20 8E 1D KI     JSR   SCANDS
02FD F0 03           BEQ   RET     NO KEY DEPRESSED?
02FF 20 8E 1D        JSR   SCANDS

0302 60       RET    RTS


0303 A9 00    INITS  LDAIM $00
0305 A2 0F           LDXIM $0F

0307 95 E6    IN     STA2X NUML
0309 CA              DEX
030A 10 FB           BPL   IN
030C A9 42           LDAIM COUNT  LOAD NMI VECTOR WITH COUNT-ADDRESS
030E 8D 7A 1A        STA   NMIL
0311 A9 02           LDAIM COUNT  /256
0313 8D 7B 1A        STA   NMIH
0316 A9 02           LDAIM $02
0318 85 E8           STAZ  RESA

031A AD D5 1A INITSA LDA   RDFLAG RESET PA7-FLAG
031D 8D E5 1A        STA   EDETB  PA7 POSITIVE EDGE DETECT, IRQ DISABLE
0320 A9 00           LDAIM $00
0322 A2 03           LDXIM $03

0324 95 F8    INA    STAZX SCALEA CLEAR SCALEA
0326 CA              DEX
0327 10 FB           BPL   INA
0329 60              RTS
```

— il apparaît **000000** sur les afficheurs.

L'échelle que l'on vient d'entrer est inférieure ou égale à 99999. Nous allons donc obtenir la distance en mètres.

— nous lisons **0000** sur les afficheurs.

Cela signifie que l'échelle que nous avons entrée dépasse 99999, et que la distance que nous allons obtenir sera donnée en kilomètres. Lorsque l'on a terminé l'opération mesure et que l'on veut trouver une route plus courte sur la même carte, (nous redémarrons avec l'affichage à **0000(00)**, il suffira d'appuyer sur la touche NMI. Dès lors on peut se remettre à mesurer. La prochaine fois que vous utilisez le programme, il ne sera plus nécessaire de faire faire 50 cm au capteur, sauf si vous voulez vérifier vos premiers résultats . . . Le nombre d'impulsions correspondant à cette distance est déjà connu. Nous l'avions inscrit sur un petit bout de papier, n'est-ce pas? La procédure à utiliser est alors la suivante: il faut tout d'abord enfoncer la touche plus. On entre ensuite le nombre que l'on avait mis sur le papier, puis on réappuie sur la touche plus. Entrer maintenant l'échelle de la carte, appuyer une fois encore sur la touche plus; tout est paré pour commencer les mesures.

En conclusion

Quelques petits conseils pratiques. Il est déconseillé de travailler sur des échelles inférieures à 1 : 2500, à cause de l'imprécision qui résulterait des performances du système (erreur de conversion inférieure à 1%). Il faudra, en ce qui concerne le capteur que vous aurez construit vous-même, qu'il fournisse un nombre d'impulsions compris entre 100 et 500 pour un parcours de 50 cm (n'oubliez pas que le système multiplie le nombre d'impulsions par 2 avant de l'envoyer aux afficheurs!).

Le fait d'utiliser le dessin de circuit imprimé proposé, vous évitera d'avoir à faire ces calculs.