

convertisseur A/D de 12 bits, ayant des sorties trois-états, ce qui permet le branchement direct à un microprocesseur. Le signal de sortie des sorties B1...B8 est lu sur deux octets. C'est le décodeur d'adresse IC2 qui détermine l'octet qui va être lu. L'octet de poids faible comprend les huit bits les plus bas, tandis que l'octet de poids fort comprend les quatre bits les plus élevés auxquels ont été ajoutés un bit de dépassement de gamme et un bit de polarité.

Si on respecte les données des composants telles qu'elles apparaissent sur le schéma, la tension d'entrée pour un débattement pleine échelle sera de 4,096 V. La vitesse de conversion est de l'ordre de 30 conversions par seconde. Il est possible de modifier la gamme des tensions d'entrée en changeant la valeur de R2 et celle de la tension de référence, qui est elle, fixée par la position de P1.

Dans ce cas, il faut appliquer la formule suivante:

$$R2 = \frac{U_{\text{pleine échelle}}}{20 \mu A}$$

sachant que $U_{\text{pleine échelle}} = 2 \cdot U_{\text{ref}}$. Les valeurs des condensateurs C1 et C2 sont déterminées par la fréquence de l'oscillateur utilisé, sachant que

$$C1 = \frac{2048 \cdot \text{durée de la période} \cdot 20 \mu A}{3,5 V}$$

et que $C2 = 2 \cdot C1$.

La fréquence de 250 kHz utilisée par le convertisseur est extraite de celle produite par l'horloge du microprocesseur. C'est pour cette raison que le circuit intégré IC3 est monté en diviseur par 4. Pour faire fonctionner le convertisseur sur une autre fréquence, si on le désire, il suffit de choisir une autre sortie de IC3. Dans ce cas là on modifie également le nombre de conversions par seconde. Etant donnée la haute impédance d'entrée du convertisseur, il est très facile d'ajouter des atténuateurs d'impédance, ce qui permettra l'obtention d'un nombre de gammes plus important.

Le programme

Le tableau 1 vous donne le "listage" du programme qui permet d'utiliser le Junior Computer en voltmètre numérique. Ce programme effectué les opérations suivantes: deux octets produits par le convertisseur sont lus, une conversion du binaire en décimal est effectuée, le résultat est enfin dévoilé sur l'affichage. Si le signal d'entrée est négatif, l'indicateur de polarité le signale et on voit apparaître sur l'affichage le signe moins précédant la valeur mesurée. Lorsque la tension maximale admissible par le convertisseur est dépassée, on lira sur l'affichage les lettres OL (overload = surcharge, dépas-

Tableau 1.

LINE	LOC	OBJECT	SOURCE
0001	0000		,DIGITAL VOLTMETER PROGRAM
0002	0000		,FOR INTERSIL ICL 7109.
0003	0000		,
0004	0000		,AUTHOR-G.SULLIVAN
0005	0000		,
0006	0000		* = \$0000
0007	00D0		ACUM **++2
0008	00D2		SUM **++1
0009	00D3		DELAY **++1
0010	00D4		THPX **++1
0011	00D5		,
0012	00D5		,DEFINE AND CONVERTER,
0013	00D5		* = \$1800
0014	1800		HB **++1 ,HIGH NIBLE + FLAGS
0015	1801		LB **++1 ,LOW BYTE
0016	1802		,
0017	1802		,DEFINE PIA
0018	1802		* = \$1A80
0019	1A80		PRA **++1 ,DATA A REG.
0020	1A81		DDRA **++1 ,A DIRECTION REG.
0021	1A82		PRB **++1 ,DATA B REG.
0022	1A83		DRB **++1 ,B DIRECTION REG.
0023	1A84		,
0024	1A84		SCAND1 = \$1DCC ,DISPLAY 1 BYTE
0025	1A84		,
0026	1A84		* = \$0200
0027	0200		,
0028	0200		,MAIN DISPLAY ROUTINE
0029	0200	2C 00 18	MAIN BIT HB ,TEST OVERANGE BIT
0030	0203	70 06	BVS OL
0031	0205	20 24 02	JSR DISVLT ,SHOW VOLTS
0032	0208	4C 12 02	JMP NOL
0033	020B	A2 0C	OL LDX #00 ,DISPLAY OL MESSAGE
0034	020D	A0 03	LDY #03
0035	020F	20 49 02	JSR DISTAT
0036	0212	AD 00 18	NOL LDA HB ,TEST POLARITY BIT
0037	0215	30 07	BMI NOT
0038	0217	A2 08	LDX #08 ,DISPLAY MINUS
0039	0219	A0 00	LDY #00
0040	021B	20 49 02	JSR DISTAT
0041	021E	20 73 02	NOT JSR HEXBCD ,CONV. BINARY TO BCD
0042	0221	4C 00 02	JMP MAIN
0043	0224		,
0044	0224		,VOLT DISPLAY SUBROUTINE
0045	0224	A9 7F	DISVLT LDA #7F ,SET PIA TO OUTPUT
0046	0226	8D 81 1A	STA DDRA
0047	0229	A2 0C	LDX #0C ,ADDRESS OF FIRST BYTE
0048	022B	A0 FF	LDY #FF
0049	022D	C8	LOOP INY
0050	022E	B9 00 00	LDA ACUM,Y ,GET BYTE
0051	0231	20 0C 1D	JSR SCAND1 ,LIGHT DISPLAY
0052	0234	E0 14	CPX #14 ,TEST IF TWO BYTES YET
0053	0236	D0 F5	BNE LOOP
0054	0238	AD 00 18	LDA HB ,TEST POLARITY
0055	023B	30 07	BMI NXT ,SHOW - IF NEG.
0056	023D	A2 08	LDA #08
0057	023F	A0 00	LDY #00
0058	0241	20 49 02	JSR DISTAT
0059	0244	E6 D3	NXT INC DELAY ,DELAY ON DISPLAY
0060	0246	D0 DC	BNE DISVLT
0061	0248	60	RTS
0062	0249		,
0063	0249		,DISPLAY -- "OL"
0064	0249	A9 7F	DISTAT LDA #7F ,SET PIA TO OUTPUT
0065	024B	8D 81 1A	STA DDRA
0066	024E	B9 6D 02	LDA CHART,Y ,GET MESSAGE BYTE
0067	0251	30 14	BMI ENDD
0068	0253	8D 80 1A	STA PRA ,LIGHT SEGMENTS
0069	0256	8E 82 1A	STX PRB ,SELECT DIGIT
0070	0259	86 D4	STX THPX
0071	025B	A2 FF	LDX #FF
0072	025D	CA	DLY2 DEX ,DELAY
0073	025E	D0 FD	BNE DLY2
0074	0260	A6 D4	LDX THPX
0075	0262	E8	INX
0076	0263	E8	INX ,NEXT DIGIT
0077	0264	C8	INX
0078	0265	D0 E2	BNE DISTAT
0079	0267	A9 00	ENDD LDA #00 ,DISPLAY OFF
0080	0269	8D 82 1A	STA PRB
0081	026C	60	RTS
0082	026D	7F	CHART ,BYTE \$7F,\$3F,\$80
0083	026E	3F	
0084	026F	80	
0085	0270	40	,BYTE \$40,\$47,\$80
0086	0271	47	

```

0083 0272 80
0084 0273
0085 0273          .CONVERT BINARY TO BCD
0086 0273 A9 00    HEXBCD LDA #00
0087 0275 85 D0    STA ACUM          .CLEAR ACCUMULATOR
0088 0277 85 D1    STA ACUM+1
0089 0279 AE 01 18  LDH LB
0090 027C F0 08    BEQ HIGH
0091 027E A0 01    LOOP1 LDY #001          .CONVERT LOW BYTE
0092 0280 98      TYA
0093 0281 85 D2    STA SUM
0094 0283 20 9E 02 JSR ADD
0095 0286 0A      DEX
0096 0287 D0 F5    BNE LOOP1
0097 0289 AD 00 18  HIGH LDA HB          .CONVERT HI BYTE
0098 028C 29 0F    AND #0F          .REMOVE FLAGS
0099 028E F0 0D    BEQ LAST
0100 0290 AA      TAX
0101 0291 A9 08    LDA #008
0102 0293 85 D2    STA SUM
0103 0295 A0 20    LOOP2 LDY #020
0104 0297 20 9E 02 JSR ADD
0105 029A 0A      DEX
0106 029B D0 F8    BNE LOOP2
0107 029D 60      LAST RTS
0108 029E F8      ADD SEC          .ADD 1 OR 256 TO ACUM
0109 029F 18      LOOP3 CLC
0110 02A0 A5 D2    LDA SUM
0111 02A2 65 D1    ADC ACUM+1
0112 02A4 85 D1    STA ACUM+1
0113 02A6 A9 00    LDA #000
0114 02A8 65 D0    ADC ACUM
0115 02AA 85 D0    STA ACUM
0116 02AC 88      DEY
0117 02AD D0 F0    BNE LOOP3
0118 02AF D8      CLD
0119 02B0 60      RTS
0120 02B1          .END
    
```

ERRORS 0000

SYMBOL TABLE

ACUM	00D0	ADD	029E	CHART	026D	DDRA	1A81
DDRB	1A83	DELAY	00D3	DISTAT	0249	DISVLT	0224
DLY2	025D	ENDD	0267	HB	1800	HEXBCD	0273
HIGH	0289	LAST	029D	LB	1801	LOOP	022D
LOOP1	027E	LOOP2	0295	LOOP3	029F	MAIN	0200
NOL	0212	NOT	021E	NXT	0244	OL	020E
PRA	1A80	PRB	1A82	SCAND1	IDCC	SUM	00D2
TPMX	00D4						

OF ASSEMBLY

sement), même annonce en ce qui concerne la polarité.

La figure 1 nous montre un convertisseur monté en mode "fonctionnement libre" (free run mode), ce qui se traduirait peut-être mieux par fonctionnement débridé, car lorsque le convertisseur a terminé une conversion analogique/digitale, il démarre la conversion suivante. En cas d'utilisation normale, cela fonctionne parfaitement, mais dans certains cas, il peut être souhaitable de pouvoir détecter quand s'arrête une conversion et quand démarre la suivante, de façon à pouvoir entrer les données obtenues à la fin de la conversion et à éviter une lecture en cours de modification des données.

Il est possible d'obtenir ce mode de fonctionnement en reliant la sortie "état" (status) de IC1 à la broche PA7 du connecteur de port et en utilisant le flanc descendant de cette sortie pour faire naître une interruption (IRQ = interrupt request) à la fin d'une conversion.

La routine d'interruption peut alors lire les deux octets et les stocker avant que la conversion suivante ne soit terminée. Le tableau 2 donne un exemple de ce que peut être une telle routine.

Lorsque l'on a mis en mémoire les deux programmes avec une adresse de début à 0200, il faut penser à positionner le vecteur d'interruption (vecteur IRQ) en entrant:

1A7E 80
1A7F 03

Pour finir, voici la routine d'initialisation qui est nécessaire avec ou sans routine d'interruption:

0000 8D 86 1A STA 1A86
0003 58 CLI
0004 4C 00 02 JMP MAIN

Ces instructions sont destinées à faire produire par le PIA une interruption lors de l'arrivée d'un flanc descendant sur PA7 et à remettre à zéro le bit d'inhibition d'interruption lorsque le processeur a été réinitialisé.

Lorsque toutes ces manipulations ont été effectuées, et que le montage tel qu'il est décrit en figure 1 est connecté au Junior Computer, il est possible de faire démarrer le programme à l'adresse 0000.

On branche ensuite une tension de référence à l'entrée du montage de mesure (mettons 4 V), et on règle le potentiomètre P1 de manière à voir apparaître sur les afficheurs la valeur de la tension de référence. Si on ne possède pas une tension de référence de ce genre, il suffit de brancher une tension de 4 V environ et de comparer la lecture avec celle obtenue à l'aide d'un voltmètre précis, et d'effectuer les réglages en conséquence.

Tableau 2.

IRQ service routine:

```

0380 48          INTS: PHA          ; save A
0381 8A          TXA          ; save X
0382 48          PHA
0383 98          TYA          ; save Y
0384 48          PHA
0385 AD 85 1A    LDA 1A 85          ; reset IRQ
0388 AD 00 18    LDA 18 00          ; read high byte
038B 85 D0      STA D0          ; store it
038D AD 01 18    LDA 18 01          ; read low byte
0390 85 D1      STA D1          ; store it
0392 68          PLA          ; restore all registers
0393 A8          TAY
0394 68          PLA
0395 AA          TAX
0396 68          PLA
0397 40          RTI          ; return to main program
    
```