

**Dispositivo di taratura
per stazioni sismiche.**

G. Romeo, Q. Taccetti, M. Tozzi

Pubblicazione N°. 498

Istituto Nazionale di Geofisica

Via Ruggero Bonghi 11/b- Roma

DISPOSITIVO DI TARATURA PER STAZIONI SISMICHE

ROMEO, G., TACCETTI, Q., TOZZI, M.

RIASSUNTO

Il presente lavoro descrive un generatore portatile in grado di consentire la determinazione dei parametri delle sonde sismiche usate presso l'Istituto Nazionale di Geofisica.

ABSTRACT

The perfect knowledge of the instrumentation characteristics (and same model's single instruments) is necessary to obtain the maximum benefit by the use of the same instrumentation. The observation of the parameters relative to seismic sensors is practicable through a real or simulated stress (sinusoidal or impulsive) on the same sensors. We propose an instrument able to automatize part of the process necessary to determinate some of the most important seismic sensor parametres. The apparatus set up by the I.N.G. electronic laboratory consists of a generator able to provide the frequences necessary to determinate the transfer function of the seismic sensor S13, and eventually of the system SENSOR-MODULATOR-DEMULATOR-DATALOGGER.

La perfetta conoscenza delle caratteristiche della strumentazione (e dei singoli strumenti di uno stesso modello) e' necessaria per trarre il massimo profitto dall'uso della strumentazione stessa. La rilevazione dei parametri relativi ai sensori sismici e' effettuabile mediante una sollecitazione (sinusoidale od impulsiva) reale o simulata, dei sensori stessi. Si propone qui uno strumento in grado di automatizzare parte del processo necessario alla determinazione di alcune costanti caratteristiche dei sensori sismici. Il dispositivo realizzato presso il Laboratorio elettronico dell'I.N.G. consiste in un generatore in grado di fornire le frequenze necessarie alla determinazione della funzione di trasferimento del sensore sismico S13, ed eventualmente del sistema SENSORE - MODULATORE - DEMODULATORE - ACQUISITORE. Il generatore fornisce una sequenza di burst a frequenza diversa (scelta intorno alla frequenza di risonanza del sensore) e corrente per una tensione massima di +/-5 volt.

$$I_{out} = I \sin wt \quad I=2 \pm 5\%$$

in tab. 1 sono riportate le frequenze fornite dal generatore con i relativi periodi, la durata di ogni burst e' di circa 31 sec.

TAB. 1

FREQUENZA	PERIODO	FREQUENZA	PERIODO
0.1587	6.30	1.0672	0.93
0.1976	5.06	1.1876	0.84
0.2450	4.08	1.364	0.73
0.9615	1.04	3.003	0.33
0.3278	3.05	1.587	0.63
0.478	2.09	1.904	0.52
0.6578	1.52	2.304	0.43
0.9615	1.04	3.003	0.33
		4.	0.25

In figura 1 e' rappresentata la registrazione delle sequenze di taratura con corrente I ed I/2, effettuata collegando il generatore al registratore Portacorder, secondo lo schema riportato in fig.3. Il collegamento con un sensore S13 (che dispone di un solenoide di taratura che consente di applicare alla massa mobile una forza in ragione di 0.1975 N/a) e' riportato in fig.4. In fig.2 e' riportato il tracciato fornito dal "Portacorder" connesso come in fig.4. Dall'ampiezza del tracciato si puo' ricavare il diagramma di Bode della funzione di trasferimento del sensore S13 come frequenza verso tensione di uscita. Mentre dalla formula

$$G I \times 10^6$$

$$V = \frac{G I \times 10^6}{4 f^2 M \pi^2}$$

$G = 0.1975 \text{ N/a}$ (fornito dalla casa per ogni strumento) $V =$ spostamento equivalente della terra in un picco-picco $I = 4 \text{ E-3}$ A (corrente picco-picco di calibrazione $f =$ frequenza di calibrazione $M =$ massa mobile dello strumento 5 kg (fornito dalla casa) si puo' determinare lo spostamento equivalente della terra per una eccitazione sinusoidale I e ricavarne un diagramma spostamento del terreno-tensione in uscita.

USO DELLO STRUMENTO

Il dispositivo fig. 5, dispone sul pannello frontale di due spie luminose l'indicatore ad ago, 2 deviatori, 3 pulsanti. Sul pannello posteriore ci sono le boccole da cui prelevare il segnale di taratura ed una presa jack per il carica batterie. Dopo aver acceso lo strumento (interuttore 1 su on) ci si accerta che lo strumento abbia le batterie efficienti, (deviatore 2 su test batt.); l'indicatore dello strumento deve essere >8 , in caso contrario si deve inserire il carica batterie nella rete e nel jack posto sul pannello posteriore. Una ricarica completa avviene in circa 15 h. Dovendo verificare le correnti min e max di taratura si connette un milliamperometro alle boccole di uscita e si aziona il pulsante CAL. Il milliamperometro indichera' il valore estremo positivo o negativo per ogni volta che viene azionato quest'ultimo. Questa operazione puo' essere visualizzata dallo strumento indicatore. Per riportare l'uscita del dispositivo al valore

iniziale e' sufficiente premere il pulsante STOP, mentre premendo il pulsante Tar si da' il via alla sequenza di taratura che viene indicata dal led TAR ed eventualmente dallo strumento indicatore. Notare che le diminuzioni progressive delle oscillazioni indicate dallo strumento dipendono dalla risposta in frequenza dello stesso e non da una effettiva diminuzione del segnale di uscita. La sequenza di taratura e' ultimata con lo spegnimento del led TAR. Il dispositivo e' basato su un microprocessore Z80 che fornisce un segnale digitale ad un convertitore digitale analogico (fig. 6 schema elettrico). La sequenza di taratura e' definita in firmware, ed e' facilmente modificabile per diverse frequenze e durate (vedi pag.3 del programma in Appendice).

CARATTERISTICHE TECNICHE

Alimentazione: 8 accumulatori Ni-Cd volt 500 ma

Consumo: 1.16 Watt

Tempo di ricarica: 15 h. circa

Dimensioni: 15x17.3x4.7 cm

Peso: 750 grammi

Autonomia: 3 sequenze di taratura (1 h. circa).

BIBLIOGRAFIA.

- 1) R. CONSOLE: Alcune considerazioni sui sismografi. Mon. N.6
Maggio 1974 - Istituto nazionale di Geofisica;
- 2) P. SESTO RUBINO, G. PRANZO ZACCARIA: Il Manuale Z80 -
Editrice il Rostro- Milano;
- 3) TELEDYNE GEOTECH: Operation and maintenance manual portable
short-period seismometer mod. S13, 1976, Garland, Texas.

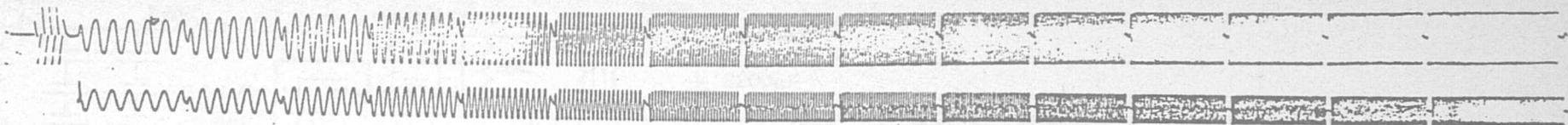


FIG. 1

Tracciato ottenuto con un collegamento
generatore-registratore

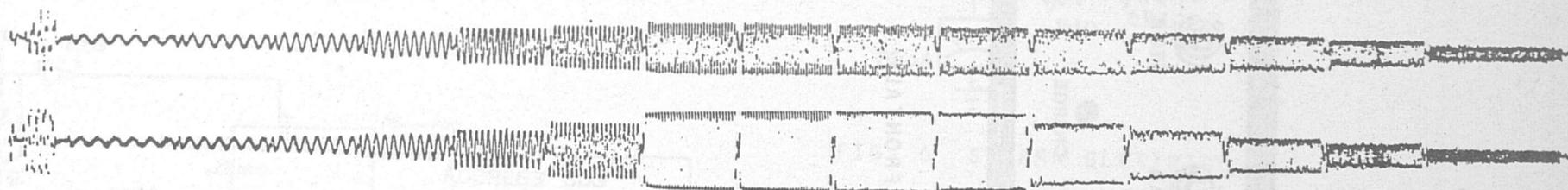


FIG. 2

Tracciato ottenuto con un collegamento
generatore - sensore - registratore

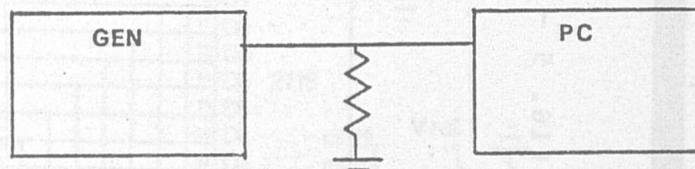


FIG. 3

Collegamento generatore-registratore

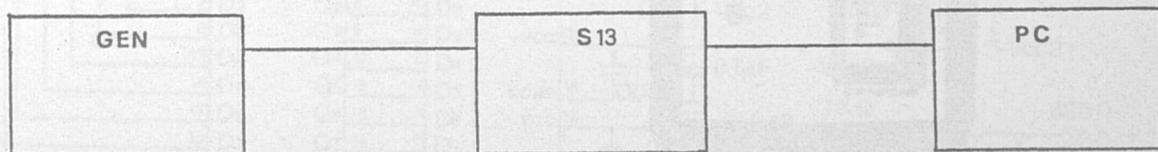


FIG. 4

Collegamento generatore - sensore - registratore

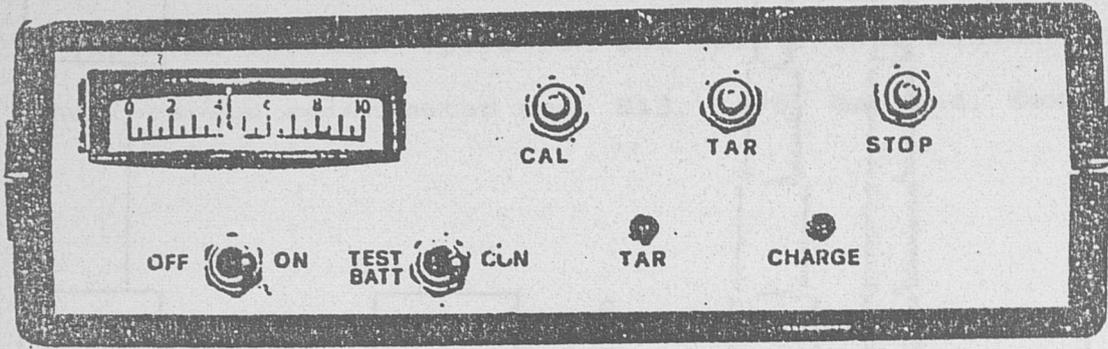


FIG. 5 - PANNELLO FRONTALE


```

00002      ;***** ROUTINE DI TARATURA PER SISMOGRAFI *****
00003      ;
00004      ;DOPO IL RESET PER ACCENSIONE
00005      ;L USCITA E MESSA A ZERO
00006      0000 > INIZIO ORG      0
00007      0000 ED56          IM      1
00008      0002 3E80          LD      A,128
00009      0004 D300          OUT     (0),A
00010      0006 3E00          LD      A,0
00011      0008 FB           EI
00012      0009 76           HALT
00013      0038 >          ORG      38H
00014      0038 2F          CPL
00015      0039 D300          OUT     (0),A
00016      003B ED56          IM      1
00017      003D FB           EI
00018      003E 76          HALT
00019      ;SOTTO NMI INIZIA LA SEQUENZA DI TARATURA
00020      ;
00021      0066 >          ORG      66H
00022      0066 3E00          LD      A,0
00023      0068 0608          LD      B,8
00024      006A 2F          LOOPQ  CFL
00025      006B D300          OUT     (0),A
00026      006D D9           EXX
00027      006E 21D007        LD      HL,2000
00028      0071 11D007        LD      DE,2000
00029      0074 0160EA        LD      BC,60000
00030      0077 EDB0          LDIR
00031      0079 D9           EXX
00032      007A 10EE          DJNZ   LOOPQ
00033
00034      ; USCITA A 0
00035      007C 3E80          LD      A,128
00036      007E D300          OUT     (0),A
00037      0080 3E21          LD      A,33
00038      0082 21D007        DEL3   LD      HL,2000
00039      0085 01401F        LD      BC,8000
00040      0088 11D007        LD      DE,2000
00041      008B EDB0          LDIR
00042      008D D601          SUB     1
00043      008F C28200 >    JF      NZ,DEL3
00044      ; INIZIA SEQUENZA DI TARATURA
00045      0092 060F          VAIVIA LD      B,15
00046      0094 FD213901>    LD      IY,TABE
00047      0098 FD7E02          MAINL LD      A,(IY+2)
00048      009E D9           LOBUR  EXX
00049      009C DD216901>    LD      IX,SINUS
00050      00A0 08           LOSIN  EX      AF,AF
00051      00A1 DD7E00          LD      A,(IX+0)
00052      00A4 D300          OUT     (0),A
00053      00A6 08           EX      AF,AF
00054      00A7 21D007        LD      HL,2000

```

```

1D007      LD      DE,2000
FD4600     LD      B,(IY+0)
FD4E01     LD      C,(IY+1)
EDB0       LDIR
DD23       INC     IX
216802 >   LD      HL,SINUS + 255
DDF9       LD      SP,IX
ED72       SBC    HL,SP
22A000 >   JP     NZ,LOSIN
D9         EXX
3D         DEC    A
229B00 >   JP     NZ,LOBUR
FD23       INC    IY
FD23       INC    IY
FD23       INC    IY
                ;ROUTINE DI RITARDO TRA I BURST
3E14       LD      A,20
D9         EXX

21D007     DEL4   LD      HL,2000
D1A00F     LD      BC,4000
11D007     LD      DE,2000
EDB0       LDIR
D601       SUB    1
C2CF00 >   JP     NZ,DEL4 ; FINE RITARDO
D9         EXX

10B6       DJNZ   MAINL-#
                ;SEQUENZA DI TARATURA AD AMPIEZZA 1/2
                ;ATTENZIONE QUESTO IMPLICA UNA PERDITA DI DEFINIZIONE.
                ; INIZIA SEQUENZA DI TARATURA

060F      VAIVI1 LD      B,15
FD213901> LD      IY,TABE
FD7E02     MAIN1 LD      A,(IY+2)
D9         LOBU1 EXX
DD216901> LD      IX,SINUS
08         LOSI1  EX     AF,AF
DD7E00     LD      A,(IX+0)
CB3F      SRL    A
C640      ADD    A,64
D300      OUT   (0),A
08         EX     AF,AF
21D007     LD      HL,2000
11D007     LD      DE,2000
FD4600     LD      B,(IY+0)
FD4E01     LD      C,(IY+1)
EDB0       LDIR
DD23       INC     IX
216802 >   LD      HL,SINUS + 255
DDF9       LD      SP,IX
ED72       SBC    HL,SP
C2F000 >   JP     NZ,LOSI1
D9         EXX

```

```

00108 0116 3D          DEC    A
00109 0117 C2EE00 >   JP     NZ,LOBU1
00110 011A FD23        INC    IY
00111 011C FD23        INC    IY
00112 011E FD23        INC    IY
00113                    ;ROUTINE DI RITARDO TRA I BURST
00114 0120 3E14        LD     A,20
00115 0122 D9          EXX
00116
00117 0123 21D007      DEL1  LD     HL,2000
00118 0126 01A00F      LD     BC,4000
00119 0129 11D007      LD     DE,2000
00120 012C EDB0        LDIR
00121 012E D601        SUB    1
00122 0130 C22301 >   JP     NZ,DEL1 ; FINE RITARDO
00123 0133 D9          EXX
00124
00125 0134 10B2        DJNZ  MAIN1-$
00126 0136 C30000 >   JP     INIZIO
00127                    ;TABELLA DI FREQUENZE E DURATE DELLA SEQUENZA DI
00128                    ;TARATURA. UN GRUPPO DI TRE BYTES FORNISCE RISPET-
00129                    ;TIVAMENTE IL BYTE PIU SIGNIFICATIVO DEL LOOP, IL
00130                    ;BYTE MENO SIGNIFICATIVO DEL LOOP, IL NUMERO DI
00131                    ;OSCILLAZIONI PER LA FREQUENZA DESIDERATA. IL PASSAGGIO
00132                    ;DALLA FREQUENZA AL LOOP SI OTTIENE DALLA FORMULA
00133                    ;
00134 0139 046C06      ; TABE  BYTE    T(ms)= 7.4* loop + 55
00135 013C 03AF06      BYTE    4,108,6      ;6 OSC 6 SEC
00136 013F 02F207      BYTE    3,175,6      ;6 OSC 5 SEC
00137 0142 02350A      BYTE    2,242,7      ;7 OSC 4 SEC
00138 0145 01780F      BYTE    2,53,10      ;10 OSC 3 SEC
00139 0148 011914      BYTE    1,120,15     ;15 OSC 2 SEC
00140 014B 00BB1E      BYTE    1,25,20      ;20 OSC 1,5 SEC
00141 014E 00A821      BYTE    0,187,30     ;30 OSC 1 SEC
00142 0151 009528      BYTE    0,168,33     ;OSC .9 SEC
00143 0154 00822A      BYTE    0,149,40     ;40 OSC .8 SEC
00144 0157 006F32      BYTE    0,130,42     ;42 OSC .7 SEC
00145 015A 005D3C      BYTE    0,111,50     ;50 OSC .6 SEC
00146 015D 004A4B      BYTE    0,93,60      ;60 OSC .5 SEC
00147 0160 003764      BYTE    0,74,75      ;75 OSC .4 SEC
00148 0163 0024C8      BYTE    0,55,100     ;100 OSC .3 SEC
00149 0166 0011FF      BYTE    0,36,200     ;200 OSC A .2 SEC
00150                    ;VALORI DELLA FUNZIONE SENO CALCOLATI PER
00151                    ;I VA DA 0 A 255, SECONDO LA FORMULA
00152                    ;SINUS=128*(1+SIN(I*6.283185/256))
00153                    ;ARROTONDATI OPPORTUNAMENTE.
00154 0169 80          SINUS  BYTE    128    ;0
00155 016A 83          BYTE    131    ;1
00156 016B 86          BYTE    134    ;2
00157 016C 89          BYTE    137    ;3
00158 016D 8D          BYTE    141    ;4
00159 016E 90          BYTE    144    ;5
00160 016F 93          BYTE    147    ;6

```

6	BYTE	150	;7
9	BYTE	153	;8
C	BYTE	156	;9
F	BYTE	159	;10
12	BYTE	162	;11
15	BYTE	165	;12
18	BYTE	168	;13
1B	BYTE	171	;14
1E	BYTE	174	;15
11	BYTE	177	;16
14	BYTE	180	;17
17	BYTE	183	;18
1A	BYTE	186	;19
1C	BYTE	188	;20
1F	BYTE	191	;21
22	BYTE	194	;22
24	BYTE	196	;23
27	BYTE	199	;24
2A	BYTE	202	;25
2C	BYTE	204	;26
21	BYTE	209	;28
24	BYTE	212	;29
26	BYTE	214	;30
28	BYTE	216	;31
2B	BYTE	219	;32
2D	BYTE	221	;33
2F	BYTE	223	;34
31	BYTE	225	;35
33	BYTE	227	;36
35	BYTE	229	;37
37	BYTE	231	;38
39	BYTE	233	;39
EA	BYTE	234	;40
EC	BYTE	236	;41
EE	BYTE	238	;42
EF	BYTE	239	;43
F1	BYTE	241	;44
F2	BYTE	242	;45
F4	BYTE	244	;46
F5	BYTE	245	;47
F6	BYTE	246	;48
F7	BYTE	247	;49
F9	BYTE	249	;50
FA	BYTE	250	;51
FA	BYTE	250	;52
FB	BYTE	251	;53
FC	BYTE	252	;54
FD	BYTE	253	;55
FE	BYTE	254	;56
FE	BYTE	254	;57
FF	BYTE	255	;58
FF	BYTE	255	;59
FF	BYTE	255	;60

00214	01A5	FF	BYTE	255	;61
00215	01A6	FF	BYTE	255	;62
00216	01A7	FF	BYTE	255	;63
00217	01A8	FF	BYTE	255	;64
00218	01A9	FF	BYTE	255	;65
00219	01AA	FF	BYTE	255	;66
00220	01AB	FF	BYTE	255	;67
00221	01AC	FF	BYTE	255	;68
00222	01AD	FF	BYTE	255	;69
00223	01AE	FF	BYTE	255	;70
00224	01AF	FE	BYTE	254	;71
00225	01B0	FE	BYTE	254	;72
00226	01B1	FD	BYTE	253	;73
00227	01B2	FC	BYTE	252	;74
00228	01B3	FB	BYTE	251	;75
00229	01B4	FA	BYTE	250	;76
00230	01B5	FA	BYTE	250	;77
00231	01B6	F9	BYTE	249	;78
00232	01B7	F7	BYTE	247	;79
00233	01B8	F6	BYTE	246	;80
00234	01B9	F5	BYTE	245	;81
00235	01BA	F4	BYTE	244	;82
00236	01BB	F2	BYTE	242	;83
00237	01BC	F1	BYTE	241	;84
00238	01BD	EF	BYTE	239	;85
00239	01BE	EE	BYTE	238	;86
00240	01BF	EC	BYTE	236	;87
00241	01C0	EA	BYTE	234	;88
00242	01C1	E9	BYTE	233	;89
00243	01C2	E7	BYTE	231	;90
00244	01C3	E5	BYTE	229	;91
00245	01C4	E3	BYTE	227	;92
00246	01C5	E1	BYTE	225	;93
00247	01C6	DF	BYTE	223	;94
00248	01C7	DD	BYTE	221	;95
00249	01C8	DB	BYTE	219	;96
00250	01C9	D8	BYTE	216	;97
00251	01CA	D6	BYTE	214	;98
00252	01CB	D4	BYTE	212	;99
00253	01CC	D1	BYTE	209	;100
00254	01CD	CF	BYTE	207	;101
00255	01CE	CC	BYTE	204	;102
00256	01CF	CA	BYTE	202	;103
00257	01D0	C7	BYTE	199	;104
00258	01D1	C4	BYTE	196	;105
00259	01D2	C2	BYTE	194	;106
00260	01D3	BF	BYTE	191	;107
00261	01D4	BC	BYTE	188	;108
00262	01D5	BA	BYTE	186	;109
00263	01D6	B7	BYTE	183	;110
00264	01D7	B4	BYTE	180	;111
00265	01D8	B1	BYTE	177	;112
00266	01D9	AE	BYTE	174	;113

AE	BYTE	171	;114
A8	BYTE	168	;115
A5	BYTE	165	;116
A2	BYTE	162	;117
9F	BYTE	159	;118
9C	BYTE	156	;119
99	BYTE	153	;120
96	BYTE	150	;121
93	BYTE	147	;122
90	BYTE	144	;123
8D	BYTE	141	;124
89	BYTE	137	;125
86	BYTE	134	;126
83	BYTE	131	;127
80	BYTE	128	;128
7D	BYTE	125	;129
7A	BYTE	122	;130
77	BYTE	119	;131
73	BYTE	115	;132
70	BYTE	112	;133
6D	BYTE	109	;134
6A	BYTE	106	;135
67	BYTE	103	;136
64	BYTE	100	;137
61	BYTE	97	;138
5E	BYTE	94	;139
5B	BYTE	91	;140
58	BYTE	88	;141
55	BYTE	85	;142
52	BYTE	82	;143
4F	BYTE	79	;144
4C	BYTE	76	;145
49	BYTE	73	;146
46	BYTE	70	;147
44	BYTE	68	;148
41	BYTE	65	;149
3E	BYTE	62	;150
3C	BYTE	60	;151
39	BYTE	57	;152
36	BYTE	54	;153
34	BYTE	52	;154
31	BYTE	49	;155
2F	BYTE	47	;156
2C	BYTE	44	;157
2A	BYTE	42	;158
28	BYTE	40	;159
25	BYTE	37	;160
23	BYTE	35	;161
21	BYTE	33	;162
1F	BYTE	31	;163
1D	BYTE	29	;164
1B	BYTE	27	;165
19	BYTE	25	;166

17	BYTE	23	;167
16	BYTE	22	;168
14	BYTE	20	;169
12	BYTE	18	;170
11	BYTE	17	;171
0F	BYTE	15	;172
0E	BYTE	14	;173
0C	BYTE	12	;174
0B	BYTE	11	;175
0A	BYTE	10	;176
09	BYTE	9	;177
07	BYTE	7	;178
06	BYTE	6	;179
06	BYTE	6	;180
05	BYTE	5	;181
04	BYTE	4	;184
03	BYTE	3	;183
02	BYTE	2	;184
02	BYTE	2	;185
01	BYTE	1	;186
01	BYTE	1	;187
01	BYTE	1	;188
00	BYTE	0	;189
00	BYTE	0	;190
00	BYTE	0	;191
00	BYTE	0	;192
00	BYTE	0	;193
00	BYTE	0	;194
00	BYTE	0	;195
01	BYTE	1	;196
01	BYTE	1	;197
01	BYTE	1	;198
02	BYTE	2	;199
02	BYTE	2	;200
03	BYTE	3	;201
04	BYTE	4	;202
05	BYTE	5	;203
06	BYTE	6	;204
06	BYTE	6	;205
07	BYTE	7	;206
09	BYTE	9	;207
0A	BYTE	10	;208
0B	BYTE	11	;209
0C	BYTE	12	;210
0E	BYTE	14	;211
0F	BYTE	15	;212
11	BYTE	17	;213
12	BYTE	18	;214
14	BYTE	20	;215
16	BYTE	22	;216
17	BYTE	23	;217
19	BYTE	25	;218
1B	BYTE	27	;219

D	BYTE	29	;220
F	BYTE	31	;221
:1	BYTE	33	;222
:3	BYTE	35	;223
:5	BYTE	37	;224
:8	BYTE	40	;225
:A	BYTE	42	;226
:C	BYTE	44	;227
:F	BYTE	47	;228
31	BYTE	49	;229
34	BYTE	52	;230
36	BYTE	54	;231
39	BYTE	57	;232
3C	BYTE	60	;233
3E	BYTE	62	;234
41	BYTE	65	;235
44	BYTE	68	;236
46	BYTE	70	;237
49	BYTE	73	;238
4C	BYTE	76	;239
4F	BYTE	79	;240
52	BYTE	82	;241
55	BYTE	85	;242
58	BYTE	88	;243
5B	BYTE	91	;244
5E	BYTE	94	;245
61	BYTE	97	;246
64	BYTE	100	;247
67	BYTE	103	;248
6A	BYTE	106	;249
6D	BYTE	109	;250
70	BYTE	112	;251
73	BYTE	115	;252
77	BYTE	119	;253
7A	BYTE	122	;254
7D	BYTE	125	;255
	END		

%(default) Section (0268)

DEL1 --- 0123
LOBUR -- 009B
MAINL -- 0098DEL3 --- 0082
LOOPQ -- 006A
SINUS -- 0169DEL4 --- 00CF
LOS11 -- 00F0
TABE --- 0139INIZIO - 0000
LOSIN -- 00A0
VAIV11 - 00E2LOBU1 --- 00EB
MAIN1 -- 00E8
VAIVIA - 0092

409 Source Lines 409 Assembled Lines 29157 Bytes available

>>> No assembly errors detected <<<