

```

1 ;=====
2 ;Projeto de Arquitectura de Computadores
3 ;LEIC-A IST 2016
4
5 ;Programa "R-TYPE"
6
7 ;João Bernardo 86443
8 ;Pedro Antunes 86493
9 ;=====
10 ;=====ZONA EQU - Definicao de constantes=====
11
12 ESPACO          EQU      ' '
13 FIM_TEXTO       EQU      '@'
14 CARD            EQU      '#'
15 ON              EQU      1
16 MASCARA          EQU      100000000010110b
17 TESTABITS        EQU      0001h
18 CAR1             EQU      100h
19 CAR2             EQU      200h
20
21 LIMINF           EQU      0015h
22 LIMSUP           EQU      0002h
23 LIMD             EQU      4E00h
24 LIME             EQU      0100h
25 POS_INICIAL      EQU      0000h
26 POS_INICIAL2     EQU      1700h
27 POSI_CANHAO      EQU      0503h
28 MOVI             EQU      100h
29
30 LEDS             EQU      FFF8h
31 IO_CTRL          EQU      FFFCh
32 IO_WRITE         EQU      FFFEh
33 CURSOR_CORD      EQU      FFF4h
34 ESCREVER_CORD    EQU      FFF5h
35
36 DISP0            EQU      FFF0h      ; escrever no primeiro display de 7 segmentos
37 DISP1            EQU      FFF1h      ; escrever no segundo display de 7 segmentos
38 DISP2            EQU      FFF2h      ; escrever no terceiro display de 7 segmentos
39 DISP3            EQU      FFF3h      ; escrever no quarto display de 7 segmentos
40
41 TOPO_PILHA        EQU      FDFFh ;endereço do topo da pilha
42 TIMERVERVALUE     EQU      FFF6h ;endereço do temporizador
43 ENABLETIMER       EQU      0001h
44 INTMASK           EQU      FFFAh ;endereço da mascara de interrupcoes
45 INTMASKMOV        EQU      1100000000011111b
46 INTMASKMOV1       EQU      0100000000000000b
47 INTMASKFIM        EQU      0111111111111111b
48 TIMERCONTROL      EQU      FFF7h ;endereço do controlo do temporizador
49 TIMELONG          EQU      0001h
50
51 ;Posicao das mensagens:
52 PrepPos           EQU      0b22h ;msg prep escrita na linha 12 coluna 34
53 PrimaBotaoPos     EQU      0d1Fh ;msg prima botao na linha 14 coluna 31
54 FimJogoPos        EQU      0b21h ;msg prep escrita na linha 12 coluna 33
55 PontFinalPos      EQU      0d24h ;msg prima botao na linha 14 coluna 38
56 ;=====
57 ;=====ZONA TAB=====
58
59 ORIG             8000h
60
61 TabAsteroides     TAB      13 ;guarda as posicoes onde estao os asteroides
62 TabBN             TAB      5
63
64 ;=====
65 ;=====ZONA STR=====
66 SPACE            STR      ' ', FIM_TEXTO
67 TRACO            STR      '- ', FIM_TEXTO
68 ASTEROIDES       STR      '*', FIM_TEXTO
69 BURACONEGRO      STR      'O', FIM_TEXTO
70 CANHAO           STR      '>\' ;Ordem por que vao ser escritos, a partir da posicao atual
71 Prep             STR      'Prepare-se', FIM_TEXTO
72 PrimaBotao       STR      'Prima o botao IE', FIM_TEXTO
73 FimJogoMsg        STR      'Fim do Jogo', FIM_TEXTO
74 ApagaStr          STR
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
25
```

```

77 ;=====
78 ;=====ZONA WORD - Definicao de variaveis=====
79
80 POS_CANHAO      WORD      POSI_CANHAO
81 POS_TIRO        WORD      0000h ;3000h
82 NumeroDeAst     WORD      0h ;Sempre que esta variavel esta a 3 vai ser escrito um Buraco Negro
83 QuandoEscreve   WORD      12 ;Sempre que esta a 0, vai ser escrito um Ast ou BN no ecra
84
85 FlagReinicio     WORD      0h
86 FlagTiroColAst   WORD      0h
87 FlagExisteTiro   WORD      0h
88 TimerFlag        WORD      0h
89 Left             WORD      0h
90 Right            WORD      0h
91 Up               WORD      0h
92 Down             WORD      0h
93 IE               WORD      0h
94 RANDOM           WORD      2828h
95 CRIAPOSICAO      WORD      0h
96 FlagTiro         WORD      0h
97 Aster            WORD      0h
98 PosTiroInicial   WORD      0h
99 FlagMoveObst     WORD      2h
100 Pontuacao        WORD      0h
101 FlagHaLEDS       WORD      0h
102 Un               WORD      0030h
103 Dez              WORD      0030h
104 Cent             WORD      0030h
105 Mil              WORD      0030h
106
107 ;=====
108 ;=====TABELA DE INTERRUPCOES=====
109
110                ORIG      FE00h
111 INT0            WORD      Baixo
112 INT1            WORD      Cima
113 INT2            WORD      Esquerda
114 INT3            WORD      Direita
115 INT4            WORD      MandaTiro
116
117                ORIG      FE0Eh
118 INTIE           WORD      IEPremido
119 INT15           WORD      TimerInt
120
121 ;=====
122 ;=====ZONA III: codigo=====
123
124                ORIG      0000h
125
126                JMP      Inicio
127
128 ;
129 ;=====ROTINAS DE INTERRUPCAO:=====
130
131
132 ;IEPremido: Rotina que indica que foi pressionado o botao para iniciar o jogo.
133 ; Entradas: ---
134 ; Saidas: M[IE]
135 ; Efeitos: Altera o valor da WORD IE, indicando que o utilizador quer comecar o jogo.
136 IEPremido:      PUSH      R1
137                 MOV       R1, ON
138                 MOV       M[IE], R1
139                 MOV       M[FlagReinicio], R1
140                 CALL      Coordenadas
141                 POP       R1
142                 RTI
143
144 ;Baixo: Rotina que indica que foi pressionado o botao para mover a nave para baixo.
145 ; Entradas: ---
146 ; Saidas: M[Down]
147 ; Efeitos: Altera o valor da WORD Down, indicando que a nave se deve mover para
148 ;baixo.
149 Baixo:          PUSH      R1
150                 MOV       R1, ON
151                 MOV       M[Down], R1
152                 MOV       M[FlagReinicio], R1
153                 CALL      Coordenadas
154                 POP       R1

```

```

154 RTI
155
156 ;Cima: Rotina que indica que foi pressionado o botao para mover a nave para cima.
157 ; Entradas: ---
158 ; Saidas: M[Up]
159 ; Efeitos: Altera o valor da WORD Up, indicando que a nave se deve mover para
cima.
160 Cima: PUSH R1
161 MOV R1, ON
162 MOV M[Up],R1
163 MOV M[FlagReinicio], R1
164 CALL Coordenadas
165 POP R1
166 RTI
167
168 ;Direita: Rotina que indica que foi pressionado o botao para mover a nave para a direita.
169 ; Entradas: ---
170 ; Saidas: M[Right]
171 ; Efeitos: Altera o valor da WORD Right, indicando que a nave se deve mover para a direita.
172 Direita: PUSH R1
173 MOV R1, ON
174 MOV M[Right],R1
175 MOV M[FlagReinicio], R1
176 CALL Coordenadas
177 POP R1
178 RTI
179
180 ;Esquerda: Rotina que indica que foi pressionado o botao para mover a nave para a esquerda.
181 ; Entradas: ---
182 ; Saidas: M[Left]
183 ; Efeitos: Altera o valor da WORD Left, indicando que a nave se deve mover para a
esquerda.
184 Esquerda: PUSH R1
185 MOV R1, ON
186 MOV M[Left],R1
187 MOV M[FlagReinicio], R1
188 CALL Coordenadas
189 POP R1
190 RTI
191
192 ;MandaTiro: Rotina que indica que foi pressionado o botao para disparar um tiro.
193 ; Entradas: ---
194 ; Saidas: M[FlagTiro]
195 ; Efeitos: Altera o valor da WORD FlagTiro, indicando que a nave deve disparar um tiro.
196 MandaTiro: PUSH R1
197 MOV R1, ON
198 MOV M[FlagReinicio], R1
199 MOV M[FlagTiro],R1
200 POP R1
201 RTI
202
203 ;Timer:
204 TimerInt: PUSH R3
205 MOV R3, ON
206 MOV M[TimerFlag],R3
207 MOV R3,TIMELONG
208 MOV M[TIMERVALUE],R3 ; definir valor de contagem do timer
209 MOV R3,ENABLETIMER
210 MOV M[TIMERCONTROL],R3 ; inicia contagem
211 POP R3
212 RTI
213
214 /
215 / ROTINA VALOR ALEATORIO:
216
217 ;Aleatorio - Rotina que gera um valor aleatorio
218 ; Entradas: M[RANDOM]
219 ; Saidas: ---
220 ; Efeitos: Altera valores das posicoes RANDOM e CRIAPOSICAO
221 Aleatorio: PUSH R1
222 PUSH R2
223 MOV R2, M[RANDOM]
224 TEST R2, M[TESTABITS] ;testa o bit de menor peso de RANDOM
225 BR.Z AleatorioZero
226 BR AleatorioNZero
227
228 AleatorioZero: MOV R1, M[RANDOM]
229 ROR R1, TESTABITS

```

```

230             MOV     M[RANDOM], R1
231             JMP     FimAleatorio
232
233 AleatorioNZero: MOV     R1, M[RANDOM]
234                 XOR     R1, MASCARA
235                 ROR     R1, TESTABITS
236                 MOV     M[RANDOM], R1
237                 JMP     FimAleatorio
238
239 FimAleatorio:  MOV     R1, M[RANDOM]
240                 MOV     R2, 20
241                 DIV     R1, R2
242                 ADD     R2, 2
243                 SHL     R2, 8
244                 ADD     R2, 004Eh           ;faz com que seja escrito na ultima coluna em vez
                                           de na primeira
245                 MOV     M[CRIAPOSICAO], R2
246                 POP     R2
247                 POP     R1
248                 RET
249
250 ;
251 ; _____ ROTINAS DE ESCRITA EM ASCII: _____
252
253 ;PontASCII - Rotina que escreve a pontuacao final em funcao de caracteres ASCII
254 ;   Entradas: M[Un], M[Dez], M[Cent], M[Mil]
255 ;   Saidas: M[Un], M[Dez], M[Cent], M[Mil]
256 ;   Efeitos: Altera o valor de M[Un], M[Dez], M[Cent], M[Mil]
257 PontASCII:    PUSH     R1
258                 PUSH     R2
259                 MOV     R1, 0030
260                 MOV     R2, 9
261                 CMP     M[Un], R2
262                 BR.NZ   IncrementaUn
263                 CMP     M[Dez], R2
264                 BR.NZ   IncrementaDez
265                 CMP     M[Cent], R2
266                 BR.NZ   IncrementaCent
267                 CMP     M[Mil], R2
268                 BR.NZ   IncrementaMil
269 PontASCIIFim: POP      R2
270                 POP      R1
271                 RET
272
273 IncrementaUn:  INC     M[Un]
274                 BR     PontASCIIFim
275
276 IncrementaDez: INC     M[Dez]
277                 MOV     M[Un], R1
278                 BR     PontASCIIFim
279
280 IncrementaCent: INC     M[Cent]
281                 MOV     M[Dez], R1
282                 MOV     M[Un], R1
283                 BR     PontASCIIFim
284
285 IncrementaMil: INC     M[Mil]
286                 MOV     M[Cent], R1
287                 MOV     M[Dez], R1
288                 MOV     M[Un], R1
289                 BR     PontASCIIFim
290 ;
291 ; _____ ROTINAS DE DESENHO: _____
292
293 ;ApagaCanhao: Rotina que apaga a nave.
294 ;   Entradas: M[POS_CANHAO]
295 ;   Saidas: ---
296 ;   Efeitos: ---
297 ApagaCanhao:  MOV     R6, M[POS_CANHAO]
298                 MOV     M[IO_CTRL], R6
299                 MOV     R4, ESPACO
300                 MOV     M[IO_WRITE], R4
301                 DEC     R6
302                 MOV     M[IO_CTRL], R6
303                 MOV     M[IO_WRITE], R4
304                 SUB     R6, CAR1
305                 MOV     M[IO_CTRL], R6
306                 MOV     M[IO_WRITE], R4

```

```

307          ADD      R6,CAR2
308          MOV      M[IO_CTRL],R6
309          MOV      M[IO_WRITE],R4
310          RET
311
312 ;ApagaEcra: Rotina que apaga a janela de texto.
313 ;      Entradas: ---
314 ;      Saidas: ---
315 ;      Efeitos: ---
316 ApagaEcra:      PUSH      R1
317                  PUSH      R2
318                  MOV      R1, R0
319                  MOV      R2, 1800h
320 ApEcraCiclo:    PUSH      R1
321                  PUSH      ApagaStr
322                  CALL      EscStrLinha
323                  ADD      R1, 0100h
324                  CMP      R1, R2
325                  BR.NZ     ApEcraCiclo
326                  POP      R2
327                  POP      R1
328                  RET
329
330 ;Border: Rotina que escreve no ecra o limite superior e o limite inferior
331 ;      Entradas: M[POS_INICIAL] e M[POS_INICIAL2]
332 ;      Saidas: ---
333 ;      Efeitos: Escreve no ecra os limites do campo de jogo
334 Border: PUSH      POS_INICIAL
335          PUSH      LinhaCardinal
336          CALL      EscStrLinha
337          PUSH      POS_INICIAL2
338          PUSH      LinhaCardinal
339          CALL      EscStrLinha
340          RET
341
342 ;DesenhaCanhao: Rotina que escreve a nave em funcao da posicao do canhao.
343 ;      Entradas: M[POS_CANHAO] e M[CANHAO]
344 ;      Saidas: ---
345 ;      Efeitos: Desenha cada carater da string CANHAO na posicao onde esta colocado o cursor.
346 ;      Essa posicao e controlada pela posicao do canha M[POS_CANHAO].
347 DesenhaCanhao:  PUSH      R6
348                  PUSH      R5
349                  PUSH      R4
350                  MOV      R6,M[POS_CANHAO]
351                  CALL      NaveContraAst ;Verifica se > vai colidir com um Asteroide
352                  CALL      NaveContraBN  ;Verifica se > vai colidir com um Buraco Negro
353                  MOV      M[IO_CTRL],R6   ;Colocar cursor na posicao do canhao
354                  MOV      R5,CANHAO
355                  MOV      R4,M[R5]
356                  MOV      M[IO_WRITE],R4
357                  INC      R5
358                  MOV      R4,M[R5]
359                  DEC      R6
360                  MOV      M[IO_CTRL],R6
361                  MOV      M[IO_WRITE],R4
362                  INC      R5
363                  MOV      R4,M[R5]
364                  SUB      R6,CAR1
365                  CALL      NaveContraAst ;Verifica se \ vai colidir com um Asteroide
366                  CALL      NaveContraBN  ;Verifica se \ vai colidir com um Buraco Negro
367                  MOV      M[IO_CTRL],R6
368                  MOV      M[IO_WRITE],R4
369                  INC      R5
370                  MOV      R4,M[R5]
371                  ADD      R6,CAR2
372                  CALL      NaveContraAst ;Verifica se / vai colidir com um Asteroide
373                  CALL      NaveContraBN  ;Verifica se / vai colidir com um Buraco Negro
374                  MOV      M[IO_CTRL],R6
375                  MOV      M[IO_WRITE],R4
376                  POP      R4
377                  POP      R5
378                  POP      R6
379                  RET
380
381 ;NaveContraAst: Rotina que verifica se a nave chocou com um Asteroide.
382 ;      Entradas: ---
383 ;      Saidas: ---

```

```

384 ;      Efeitos: Percorre todos os endereços de memoria associados a tabela de Asteroides e
verifica se algum
385 ;      dos asteroides guardados vai ocupar a mesma posicao que o elemento da nave.
Caso ocupe chamamos
386 ;      a rotina Colidiu.
NaveContraAst:  PUSH    R1
387                PUSH    R2
388                MOV     R1, TabAsteroides      ;R1 = Slot em que estamos na TabAsteroides
389                MOV     R2, 13
390                ADD     R2, R1                  ;R2 = TabAsteroides+13 = Limite
391                DEC     R1
392
393 NaveCAstCiclo: INC     R1                      ;Faz com que andemos para o slot seguinte da TabAsteroides
394                CMP     R1, R2
395                BR.Z     NaveCAstFim
396                CMP     M[R1], R6              ;Compara a posicao em que vamos escrever a nave com a
posicao desse asteroide
397                BR.Z     Colidiu
398                BR       NaveCAstCiclo
NaveCAstFim:    POP     R2
399                POP     R1
400                RET
401
402
403 ;NaveContraBN: Rotina que verifica se a nave chocou com um Buraco Negro.
404 ;      Entradas: ---
405 ;      Sidas: ---
406 ;      Efeitos: Percorre todos os endereços de memoria associados a tabela de Buracos Negros e
verifica se algum
407 ;      dos Buracos Negros guardados vai ocupar a mesma posicao que o elemento da
nave. Caso ocupe chamamos
408 ;      a rotina Colidiu.
NaveContraBN:  PUSH    R1
409                PUSH    R2
410                MOV     R1, TabBN              ;R1 = Slot em que estamos na TabBN
411                MOV     R2, 5
412                ADD     R2, R1                  ;R2 = TabBN+5 = Limite
413                DEC     R1
414
415 NaveCBNCiclo: INC     R1                      ;Faz com que andemos para o slot seguinte da TabAsteroides
416                CMP     R1, R2
417                BR.Z     NaveCBNFim
418                CMP     M[R1], R6              ;Compara a posicao em que vamos escrever a nave com a
posicao desse asteroide
419                BR.Z     Colidiu
420                BR       NaveCBNCiclo
NaveCBNFim:    POP     R2
421                POP     R1
422                RET
423
424
425 ;Colidiu: Esta rotina e chamada pela NaveContraAst e NaveContraBN quando a nave colide com um
obstaculo.
426 ;      Entradas: ---
427 ;      Sidas: ---
428 ;      Efeitos: Salta para o ecrã de FimJogo.
429 Colidiu:      POP     R2
430                POP     R1
431                JMP     FimJogo
432
433 ; _____ ROTINAS DE ESCRITA: _____
434
435 ;EscreveCar: Rotina que escreve um caracter na janela de texto.
436 ;      Entradas: Pilha - posicao do cursor e caracter a escrever
437 ;      Sidas: ---
438 ;      Efeitos: Coloca a posicao do cursor e o caracter a escrever nos
439 ;      portos respetivos da janela de texto
EscreveCar:    PUSH    R1
440                MOV     R1, M[SP+4]
441                MOV     M[IO_CTRL], R1          ; Posiciona cursor na janela.
442                MOV     R1, M[SP+3]
443                MOV     M[IO_WRITE], R1         ; Escreve caracter recebido.
444                POP     R1
445                RETN    2
446
447
448 ;EscStrLinha: Rotina que escreve uma string numa linha da janela de texto.
449 ;      Entradas: Pilha - posicao do cursor e string a escrever
450 ;      Sidas: ---
451 ;      Efeitos: ---
EscStrLinha:   PUSH    R1
452                PUSH    R2
453                PUSH    R3
454

```

```

455             MOV     R2, M[SP+5]      ; O que se pretende escrever.
456             MOV     R3, M[SP+6]      ; Onde se pretende escrever.
457 EscSLCiclo:  MOV     R1, M[R2]
458             CMP     R1, FIM_TEXTO
459             BR.Z     EscSLFim
460             PUSH    R3
461             PUSH    R1
462             CALL    EscreveCar
463             INC     R2
464             INC     R3
465             BR      EscSLCiclo
466 EscSLFim:    POP     R3
467             POP     R2
468             POP     R1
469             RETN    2
470
471 ;MensagensIn: Rotina que escreve as mensagens iniciais
472 ;   Entradas: ---
473 ;   Sidas: ---
474 ;   Efeitos: ---
475 MensagensIn: PUSH    PrepPos          ; Escreve na posicao 0b22h
476             PUSH    Prep              ; 'Prepare-se',
477             CALL    EscStrLinha
478             PUSH    PrimaBotaoPos     ; Escreve na posicao 0d1Fh
479             PUSH    PrimaBotao        ; 'Prima o botao IE'
480             CALL    EscStrLinha
481             RET
482
483 ;MensagensFim: Rotina que escreve as mensagens finais
484 ;   Entradas: ---
485 ;   Sidas: ---
486 ;   Efeitos: ---
487 MensagensFim: PUSH    R1
488             PUSH    R2
489             PUSH    FimJogoPos        ; Escreve na posicao 0b21h
490             PUSH    FimJogoMsg        ; 'Fim do Jogo'
491             CALL    EscStrLinha
492
493             MOV     R1, PontFinalPos
494             MOV     R2, M[Mil]
495             MOV     M[IO_CTRL], R1
496             MOV     M[IO_WRITE], R2  ;Escreve o algarismo dos milhares
497             INC     R1
498             MOV     R2, M[Cent]
499             MOV     M[IO_CTRL], R1
500             MOV     M[IO_WRITE], R2  ;Escreve o algarismo das centenas
501             INC     R1
502             MOV     R2, M[Dez]
503             MOV     M[IO_CTRL], R1
504             MOV     M[IO_WRITE], R2  ;Escreve o algarismo das dezenas
505             INC     R1
506             MOV     R2, M[Un]
507             MOV     M[IO_CTRL], R1
508             MOV     M[IO_WRITE], R2  ;Escreve o algarismo das unidades
509
510             POP     R2
511             POP     R1
512             RET
513 ;
514 ;----- ROTINAS DE LCD: -----
515 ;Coordenadas: Rotina que desenha as coordenadas do canhao da nave na primeira linha do LCD.
516 ;Esta rotina vai
517 ;   ser chamada sempre que uma das rotinas de movimentacao da nave for chamada.
518 ;   Entradas: M[POS_CANHAO]
519 ;   Sidas: ---
520 ;   Efeitos: desenha as coordenadas do canhao na primeira linha do LCD.
521 Coordenadas: PUSH    R2
522             PUSH    R3
523             PUSH    R4
524             PUSH    R5
525             MOV     R2, M[POS_CANHAO]
526             MOV     R3, R0
527             MVBH    R3, R2            ; R3 - XX00
528             SHR     R3, 8
529             AND     R2, 00FFh        ;Elimina os 8 bits mais significativos, ficando com as
530                                     colunas
531             MOV     R4, 8000h
532             MOV     M[CURSOR_CORD], R4

```

```

531      MOV R5, 000Ah
532      DIV R3, R5
533      ADD R3, 0030h
534      MOV M[ESCREVER_CORD], R3
535      INC R4
536      MOV M[CURSOR_CORD], R4
537      ADD R5, 0030h
538      MOV M[ESCREVER_CORD], R5
539      INC R4
540      INC R4
541      MOV R5, 000Ah
542      MOV M[CURSOR_CORD], R4
543      DIV R2, R5
544      ADD R2, 0030h
545      MOV M[ESCREVER_CORD], R2
546      INC R4
547      MOV M[CURSOR_CORD], R4
548      ADD R5, 0030h
549      MOV M[ESCREVER_CORD], R5
550      POP R5
551      POP R4
552      POP R3
553      POP R2
554      RET
555
556      ;
557      ; _____ ROTINAS DE MOVIMENTO: _____
558
559      ;MovBaixo: Rotina que trata do movimento da nave para baixo.
560      ;      Entradas: M[POS_CANHAO]
561      ;      Saidas: M[POS_CANHAO], M[Down]
562      ;      Efeitos: Se puder, apaga a nave e escreve-a uma posicao abaixo
563      MovBaixo:      PUSH      R2
564                   PUSH      R1
565                   MOV       R2,M[POS_CANHAO]
566                   SHR       R2,8
567                   CMP       R2,LIMINF
568                   Br.Z      FimMovBaixo
569                   CALL      ApagaCanhao
570                   MOV       R1,M[POS_CANHAO]
571                   ADD       R1,MOVI
572                   MOV       M[POS_CANHAO],R1
573                   CALL      Coordenadas
574                   CALL      DesenhaCanhao
575      FimMovBaixo:   MOV       M[Down],R0
576                   POP       R1
577                   POP       R2
578                   RET
579
580      ;MovCima: Rotina que trata do movimento da nave para cima.
581      ;      Entradas: M[POS_CANHAO]
582      ;      Saidas: M[POS_CANHAO], M[Up]
583      ;      Efeitos: Se puder, apaga a nave e escreve-a uma posicao a cima
584      MovCima:      PUSH      R2
585                   PUSH      R1
586                   MOV       R2,M[POS_CANHAO]
587                   SHR       R2,8
588                   CMP       R2,LIMSUP
589                   Br.Z      FimMovCima
590                   CALL      ApagaCanhao
591                   MOV       R1,M[POS_CANHAO]
592                   SUB       R1,MOVI
593                   MOV       M[POS_CANHAO],R1
594                   CALL      Coordenadas
595                   CALL      DesenhaCanhao
596      FimMovCima:   MOV       M[Up],R0
597                   POP       R1
598                   POP       R2
599                   RET
600
601      ;MovDireita: Rotina que trata do movimento do canhao para a direita.
602      ;      Entradas: M[POS_CANHAO]
603      ;      Saidas: M[POS_CANHAO], M[Right]
604      ;      Efeitos: Se puder, apaga a nave e escreve-a uma casa a direita
605      MovDireita:   PUSH      R2
606                   PUSH      R1
607                   MOV       R2,M[POS_CANHAO]
608                   SHL       R2,8

```



```

609             CMP      R2,LIMD
610             Br.Z      FimMovDireita
611             CALL     ApagaCanhao
612             MOV      R1,M[POS_CANHAO]
613             INC      R1
614             MOV      M[POS_CANHAO],R1
615             CALL     Coordenadas
616             CALL     DesenhaCanhao
617 FimMovDireita: MOV      M[Right],R0
618             POP      R1
619             POP      R2
620             RET
621
622 ;MovEsquerda: Rotina que trata do movimento da nave para a esquerda.
623 ;      Entradas: M[POS_CANHAO]
624 ;      Sidas: M[POS_CANHAO], M[Left]
625 ;      Efeitos: Se puder, apaga a nave e escreve-a uma casa a esquerda
626 MovEsquerda:  PUSH     R2
627             PUSH     R1
628             MOV      R2,M[POS_CANHAO]
629             SHL      R2,8
630             CMP      R2,LIME
631             Br.Z      FimMovEsquerda
632             CALL     ApagaCanhao
633             MOV      R1,M[POS_CANHAO]
634             DEC      R1
635             MOV      M[POS_CANHAO],R1
636             CALL     Coordenadas
637             CALL     DesenhaCanhao
638 FimMovEsquerda: MOV     M[Left],R0
639             POP      R1
640             POP      R2
641             RET
642
643 ;
644 ;----- ROTINA QND TIMERFLAG = 1: -----
645 ;TimerFlagA1: Rotina efetuada quando a TimerFlag = 1.
646 ;      Entradas: ---
647 ;      Sidas: ---
648 ;      Efeitos: ---
649
650 TimerFlagA1:  CMP      M[FlagHaLEDS], R0
651             BR.Z      SaltaLEDS
652             DEC      M[FlagHaLEDS]
653             CMP      M[FlagHaLEDS], R0
654             BR.NZ     SaltaLEDS
655             MOV      M[LEDS], R0
656 SaltaLEDS:   CALL     MoveTiro
657             DEC      M[FlagMoveObst] ;Sempre que o timer faz 1 ciclo, vai decrementar
658             DEC      M[QuandoEscreve] ;Sempre que o timer faz 1 ciclo, vai decrementar
659             MOV      M[TimerFlag], R0
660             RET
661
662 ;
663 ;----- ROTINAS DE TIRO: -----
664 ;TiroInicial: Rotina efetuada quando FlagExisteTiro = 0
665 ;      Entradas: ---
666 ;      Sidas: M[POS_TIRO], M[FlagTiro]
667 ;      Efeitos: Escreve o primeiro tiro, quando nao ha mais tiros na tela e I4 e premido. Após
668 ;      escrever vai colocar a FlagTiro = 0 e a FlagExisteTiro = 1.
669 TiroInicial:  PUSH     R1
670             PUSH     R2
671             CMP      M[FlagExisteTiro], R0 ;rotina so e efetuada quando FlagExisteTiro
672             = 0
673             BR.NZ     TiroInicialFim
674             MOV      R1, M[POS_CANHAO]
675             INC      R1
676             PUSH     R1
677             PUSH     TRACO
678             CALL     EscStrLinha
679             MOV      M[FlagTiro], R0
680             MOV      M[POS_TIRO], R1
681             INC      M[FlagExisteTiro] ;quando TiroInicial e escrito
682             FlagExisteTiro = 1
683 TiroInicialFim: POP      R2

```

```

682             POP      R1
683             RET
684
685 ;MoveTiro: Rotina efetuada quando FlagExisteTiro = 1
686 ;   Entradas: ---
687 ;   Saidas: M[POS_TIRO], M[TimerFlag] e M[FlagTiroColAst]
688 ;   Efeitos: Movimenta o tiro pelo ecrã comparando a posição incrementada do tiro com o
limite direito e com
689 ;           os obstáculos.
690 MoveTiro:     PUSH     R2
691             PUSH     R3
692             CMP      M[FlagExisteTiro], R0           ;rotina só é efetuada quando FlagExisteTiro
= 1
693             BR.Z     FimMoveTiro
694             CALL     ApagaTiro
695             MOV      R2, M[POS_TIRO]
696             INC      R2
697             MOV      R3, R2
698             SHL      R2, 8
699             CMP      R2, LIMD
700             CALL.Z   AtivaExisteTiro
701             CMP      R2, LIMD
702             BR.Z     FimMoveTiro
703             MOV      M[POS_TIRO], R3
704             CALL     ColTiroAst
705             CMP      M[FlagTiroColAst], R0 ; Tiro só é escrito se não houve colisão
M[FlagTiroColAst] = 0
706             CALL.Z   EscreveTiro
707 FimMoveTiro:  MOV      M[TimerFlag], R0
708             MOV      M[FlagTiroColAst], R0
709             POP      R3
710             POP      R2
711             RET
712
713 ;ApagaTiro:
714 ;   Entradas: M[POS_TIRO]
715 ;   Saidas: ---
716 ;   Efeitos: Apaga o tiro da sua posição atual no ecrã
717 ApagaTiro:   PUSH     M[POS_TIRO]
718             PUSH     SPACE
719             CALL     EscStrLinha
720             RET
721
722 ;EscreveTiro:
723 ;   Entradas: M[POS_TIRO]
724 ;   Saidas: ---
725 ;   Efeitos: Escreve o tiro na sua nova posição no ecrã (posição antiga incrementada)
726 EscreveTiro: PUSH     M[POS_TIRO] ;já vai estar atualizada
727             PUSH     TRACO
728             CALL     EscStrLinha
729             RET
730
731 ;AtivaExisteTiro:
732 ;   Entradas: ---
733 ;   Saidas: M[FlagExisteTiro], M[FlagTiro]
734 ;   Efeitos: Vai colocar a FlagExisteTiro = 0 e a FlagTiro = 0
735 AtivaExisteTiro:MOV     M[FlagExisteTiro], R0
736             MOV      M[FlagTiro], R0
737             RET
738 ;
739 ;----- ROTINAS DE ASTEROIDES E BURACOS NEGROS: -----
740
741 ;SelectAstBN: Rotina que seleciona se vai ser escrito um Asteroide ou um BN
742 ;   Entradas: ---
743 ;   Saidas: M[QuandoEscreve], M[NumeroDeAst]
744 ;   Efeitos: ---
745 SelectAstBN: PUSH     R1
746             PUSH     R2
747             MOV      R2, 12
748             MOV      M[QuandoEscreve], R2
749             MOV      R1, 3
750             CMP      M[NumeroDeAst], R1
751             BR.Z     BNInicial                       ;NumeroDeAst = 3 ->
BNInicial
752 ;AstInicial: SubRotina que escreve um Asteroide (inicial)
753 AstInicial:  POP      R2
754             POP      R1
755             INC      M[NumeroDeAst]

```

```

756             CALL    Aleatorio
757             CALL    GuardaPosAst
758             PUSH    M[CRIAPOSICAO]
759             PUSH    ASTEROIDES
760             CALL    EscStrLinha
761             RET
762 ;BNInicial: SubRotina que escreve um BN (inicial)
763 BNeicial:     POP     R2
764             POP     R1
765             MOV     M[NumeroDeAst], R0
766             CALL    Aleatorio
767             CALL    GuardaPosBN
768             PUSH    M[CRIAPOSICAO]
769             PUSH    BURACONEGRO
770             CALL    EscStrLinha
771             RET
772
773 ;GuardaPosAst: Rotina que guarda a posicao dos Asteroides na TabAsteroides.
774 ;     Entradas: M[CRIAPOSICAO]
775 ;     Sidas: ---
776 ;     Efeitos: ---
777 GuardaPosAst: PUSH    R1
778             PUSH    R2
779             PUSH    R3
780             MOV     R2, M[CRIAPOSICAO]
781             MOV     R1, TabAsteroides ;R1 vai ser usada para percorrer a TAB
782             MOV     R3, R1
783             ADD     R3, 13 ; R3 = TabAsteroides+13
784             DEC     R1
785 PercorreTabela: INC    R1
786             CMP     R1, R3
787             BR.Z    FimCicloPT
788             CMP     M[R1], R0 ;Procura um espaco de memoria vazio para preencher com a
789             posicao do Asteroide
790             BR.NZ   PercorreTabela
791             MOV     M[R1], R2
792 FimCicloPT:   POP     R3
793             POP     R2
794             POP     R1
795             RET
796
797 ;GuardaPosBN: Rotina que guarda a posicao dos Buracos Negros na TabBN.
798 ;     Entradas: M[CRIAPOSICAO]
799 ;     Sidas: ---
800 ;     Efeitos: ---
801 GuardaPosBN: PUSH    R1
802             PUSH    R2
803             PUSH    R3
804             MOV     R2, M[CRIAPOSICAO]
805             MOV     R1, TabBN ;R1 vai ser usada para percorrer a TAB
806             MOV     R3, R1
807             ADD     R3, 5
808             DEC     R1
809 PercorreTabela2: INC    R1
810             CMP     R1, R3
811             BR.Z    FimCicloPT2
812             CMP     M[R1], R0 ;Procura um espaco de memoria vazio para preencher com a
813             posicao do BN
814             BR.NZ   PercorreTabela2
815             MOV     M[R1], R2
816 FimCicloPT2:  POP     R3
817             POP     R2
818             POP     R1
819             RET
820
821 ;MoveObstaculos: Rotina que invoca duas rotinas que irao mover Asteroides e Buracos Negros
822 ;     Entradas: ---
823 ;     Sidas: M[FlagMoveObst]
824 ;     Efeitos: Move os obstaculos
825 MoveObstaculos: PUSH    R7
826             MOV     R7, 2
827             MOV     M[FlagMoveObst], R7 ;Quando efetuamos a rotina voltamos a meter
828             FlagMoveObst = 2
829             CALL    MoveAst
830             CALL    MoveBN
831 MoveObstFim:  POP     R7
832             RET

```

```

831 ;MoveAst: Rotina responsavel pela movimentacao dos asteroides. E chamada pela MoveObstaculos
832 ;      Entradas: ---
833 ;      Saidas: ---
834 ;      Efeitos: ---
835 MoveAst:      PUSH      R1
836               PUSH      R2
837               PUSH      R3
838               PUSH      R4
839               MOV       R1, TabAsteroides      ;R1 = Slot em que estamos na TabAsteroides
840               MOV       R2, 13
841               ADD       R2, R1                  ;R2 = TabAsteroides+13 = Limite
842               DEC       R1
843 MoveAstCiclo: INC       R1      ;Faz com que andemos para o slot seguinte da TabAsteroides
844               CMP       R1, R2
845               BR.Z      MoveAstFim
846               CMP       M[R1], R0
847               BR.Z      MoveAstCiclo ;Se o slot estiver vazio, analisamos o proximo slot
848               PUSH      M[R1] ;Posicao a apagar
849               PUSH      SPACE
850               CALL      EscStrLinha
851               MOV       R3, M[R1]
852               SHL       R3, 8
853               CMP       R3, R0
854               BR.Z      MoveAstLimite
855               MOV       R4, M[R1]
856               DEC       R4
857               MOV       M[R1], R4
858               CALL      ColObstNave
859               PUSH      R4 ;Posicao a escrever
860               PUSH      ASTEROIDES
861               CALL      EscStrLinha
862               BR        MoveAstCiclo
863               CMP       R1, R2 ;Verifica se atingiu o LIME
864 MoveAstFim:   POP       R4
865               POP       R3
866               POP       R2
867               POP       R1
868               RET
869
870 MoveAstLimite: MOV       M[R1], R0
871               JMP       MoveAstCiclo
872
873
874 ;MoveBN: Rotina responsavel pela movimentacao dos buracos negros. E chamada pela MoveObstaculos
875 ;      Entradas: ---
876 ;      Saidas: ---
877 ;      Efeitos: ---
878 MoveBN:      PUSH      R1
879               PUSH      R2
880               PUSH      R3
881               PUSH      R4
882               MOV       R1, TabBN      ;R1 = Slot em que estamos na TabBN
883               MOV       R2, 5
884               ADD       R2, R1          ;R2 = TabBN+5 = Limite
885               DEC       R1
886 MoveBNCiclo: INC       R1      ;Faz com que andemos para o slot seguinte da TabBN
887               CMP       R1, R2
888               BR.Z      MoveBNFim
889               CMP       M[R1], R0
890               BR.Z      MoveBNCiclo ;Se o slot estiver vazio, analisamos o proximo slot
891               PUSH      M[R1] ;Posicao a apagar
892               PUSH      SPACE
893               CALL      EscStrLinha
894               MOV       R3, M[R1]
895               SHL       R3, 8
896               CMP       R3, R0
897               BR.Z      MoveBNLimite
898               MOV       R4, M[R1]
899               DEC       R4
900               MOV       M[R1], R4
901               CALL      ColObstNave
902               PUSH      R4 ;Posicao a escrever
903               PUSH      BURACONEGRO
904               CALL      EscStrLinha
905               BR        MoveBNCiclo
906               CMP       R1, R2 ;Verifica se atingiu o LIME
907 MoveBNFim:   POP       R4
908               POP       R3

```

```

909             POP      R2
910             POP      R1
911             RET
912
913 MoveBNLimite: MOV      M[R1], R0
914             JMP      MoveBNCiclo
915
916 /
917 /_____ROTINAS DE COLISÕES:_____
918
919 ;ColObstNave: Quando obstaculo colide com a nave, termina o jogo
920 ;      Entradas: M[POS_CANHAO]
921 ;      Sidas: ---
922 ;      Efeitos: E chamada a tela final do jogo
923 ColObstNave: PUSH     R5
924             CMP      R4, M[POS_CANHAO] ;R4 = posicao do Obst
925             JMP.Z    FimColObstNave
926             MOV      R5, M[POS_CANHAO]
927             SUB      R5, 0101h          ;R5 = posicao superior da nave (\)
928             CMP      R4, R5
929             JMP.Z    FimColObstNave
930             ADD      R5, 0200h          ;R5 = posicao inferior da nave (/)
931             CMP      R4, R5
932             JMP.Z    FimColObstNave
933             POP      R5
934             RET
935 FimColObstNave: POP     R5
936             JMP      FimJogo
937             RET
938
939 ;ColTiroAst: Quando um Ast colide com o tiro, apagamos o tiro, o asteroide e incrementamos a
940 ;pontuacao.
941 ;      Entradas: M[POS_TIRO]
942 ;      Sidas: ---
943 ;      Efeitos: ---
944 ColTiroAst:  PUSH     R1
945             PUSH     R2
946             PUSH     R5
947             MOV      R1, TabAsteroides
948             MOV      R2, R1
949             ADD      R2, 13
950             DEC      R1
951 ColTiroAstCiclo: INC    R1
952             MOV      R5, M[POS_TIRO]
953             CMP      R5, M[R1]
954             BR.Z     ColiduiAstTiro
955             INC      R5
956             CMP      R5, M[R1]
957             BR.Z     ColiduiAstTiro
958             INC      R5
959             CMP      R5, M[R1]
960             BR.Z     ColiduiAstTiro
961             INC      R5
962             CMP      R5, M[R1]
963             BR.Z     ColiduiAstTiro
964             SUB      R5, 3
965             CMP      R5, M[R1]
966             BR.Z     ColiduiAstTiro
967             DEC      R5
968             CMP      R5, M[R1]
969             BR.Z     ColiduiAstTiro
970             DEC      R5
971             CMP      R5, M[R1]
972             BR.Z     ColiduiAstTiro
973             DEC      R5
974             CMP      R5, M[R1]
975             BR.Z     ColiduiAstTiro
976             CMP      R1, R2
977             BR.NZ    ColTiroAstCiclo
978 ColTiroAstFim: POP     R5
979             POP      R2
980             POP      R1
981             RET
982
983 ;ColiduiAstTiro: Existe uma colisao entre o Asteroide e o Tiro
984 ;      Entradas: ---
985 ;      Sidas: ---
986 ;      Efeitos: Atualiza a pontuacao em ASCII, liga os LEDS, atualiza a FlagHaLEDS = 2,

```

```

986 ;                atualiza FlagExisteTiro = 0, atualiza FlagTiroColAst = 0, incrementa a
pontuacao ecra
987 ;                atualiza o display de 7 segmentos.
ColidiuAstTiro: PUSH    R7
988                PUSH    R4
989                PUSH    R6
990                CALL    PontASCII
991                MOV     R4, FFFFh
992                MOV     M[LEDS], R4
993                MOV     R6, 2
994                MOV     M[FlagHaLEDS], R6
995                MOV     M[FlagExisteTiro], R0
996                MOV     R7, 1
997                MOV     M[FlagTiroColAst], R7
998                INC     M[Pontuacao]
999                CALL    Atualiza_7Segm
1000                PUSH    M[R1]
1001                PUSH    SPACE
1002                CALL    EscStrLinha
1003                MOV     M[R1], R0
1004                POP     R6
1005                POP     R4
1006                POP     R7
1007                POP     R5
1008                POP     R2
1009                POP     R1
1010                RET
1011
1012
1013 ;Atualiza_7Segm: Atualiza o display de 7 segmentos com a pontuacao atual.
1014 ;    Entradas: M[Pontuacao]
1015 ;    Sidas: ---
1016 ;    Efeitos: M[DISP0], M[DISP1], M[DISP2], M[DISP3]
Atualiza_7Segm: PUSH    R1
1018                PUSH    R3
1019                MOV     R1, M[Pontuacao]
1020                MOV     R3, 10
1021                DIV     R1, R3
1022                MOV     M[DISP0], R3
1023                MOV     R3, 10
1024                DIV     R1, R3
1025                MOV     M[DISP1], R3
1026                MOV     R3, 10
1027                DIV     R1, R3
1028                MOV     M[DISP2], R3
1029                MOV     R3, 10
1030                DIV     R1, R3
1031                MOV     M[DISP3], R3
1032                POP     R3
1033                POP     R1
1034                RET
1035
1036 ; _____ PROGRAMA PRINCIPAL: _____
1037
1038 ;Inicio: Inicializa a pilha, o porto de controlo da janela de texto e a mascara de interrupcoes.
1039 ;    Entradas: ---
1040 ;    Sidas: M[IO_CTRL], M[INTMASK] e M[IO_CTRL]
1041 ;    Efeitos: ---
Inicio:          MOV     R7, TOPO_PILHA
1043                MOV     SP, R7
1044                MOV     R6, FFFFh
1045                MOV     M[IO_CTRL], R6
1046                MOV     R1, INTMASKMOV1
1047                MOV     M[INTMASK], R1
1048                ENI
1049
1050 ;EsperaJogo:
1051 ;    Entradas: ---
1052 ;    Sidas: ---
1053 ;    Efeitos: Rotina escreve mensagens iniciais e e efetuada em loop enquanto esperamos que
o utilizador prima
1054 ;                o botao IE. Apos este ser premido apagamos o ecra, desenhamos as borders e o
canhao. Inicializamos
1055 ;                o temporizador e a mascara de interrupcoes.
EsperaJogo:     CALL    MensagensIn
1057                INC     M[RANDOM]
1058                CMP     M[IE], R0
1059                Br.Z     EsperaJogo
1060                CALL    ApagaEcra

```

```

1061          CALL    Border
1062          CALL    DesenhaCanhao
1063          PUSH    R5
1064          MOV     R5,TIMELONG
1065          MOV     M[TIMERVALUE],R5 ; definir valor de contagem do timer
1066          MOV     R5,ENABLETIMER
1067          MOV     M[TIMERCONTROL],R5 ; inicia contagem
1068          MOV     R1,INTMASKMOV
1069          MOV     M[INTMASK],R1
1070          POP     R3
1071 ;Ciclo: Ciclo principal do jogo
1072 ;      Entradas: ---
1073 ;      Sidas: ---
1074 ;      Efeitos: Esta rotina vai efetuar em loop a verificacao das flags.
1075 Ciclo:      PUSH    R1
1076              CMP     M[Down],R0
1077              CALL.NZ MovBaixo
1078              CMP     M[Up],R0
1079              CALL.NZ MovCima
1080              CMP     M[Right],R0
1081              CALL.NZ MovDireita
1082              CMP     M[Left],R0
1083              CALL.NZ MovEsquerda
1084              CMP     M[FlagTiro], R0 ;Quando clicamos no I4 e chamada a rotina TiroInicial
1085              CALL.NZ TiroInicial
1086              CMP     M[TimerFlag], R0 ;Quando o Timer chega a 0, TimerFlag fica a 1
1087              CALL.NZ TimerFlagAl
1088              CMP     M[FlagMoveObst], R0
1089              CALL.Z  MoveObstaculos
1090              CMP     M[QuandoEscreve], R0 ;Quando QuandoEscreve = 0, e escrito um Ast ou BN
1091              CALL.Z  SelectAstBN
1092              POP     R1
1093              JMP     Ciclo
1094
1095 ;FimJogo: Rotina que efetua a escrita das mensagens finais e reinicia o jogo.
1096 ;      Entradas: ---
1097 ;      Sidas: ---
1098 ;      Efeitos: escrever mensagens finais e reiniciar o jogo
1099 FimJogo:      MOV     M[FlagReinicio], R0
1100              CALL    Inicializa2
1101              MOV     R1,INTMASKFIM
1102              MOV     M[INTMASK],R1
1103              CALL    ApagaEcra ;Rotina que apaga o ecra
1104              CALL    MensagensFim ;NOTA: Ainda temos de meter a pontuacao
1105 FimJogoEspera: CMP     M[FlagReinicio], R0
1106              BR.Z    FimJogoEspera
1107              JMP     Inicio
1108
1109 ;Inicializa2: Apos jogo ser reiniciado esta rotina vai voltar a inicializar as variaveis.
1110 ;      Entradas: ---
1111 ;      Sidas: ---
1112 ;      Efeitos: Reiniciaailiza as variaveis.
1113 Inicializa2:  PUSH    R1
1114              MOV     R1, M[POSI_CANHAO]
1115              MOV     M[POS_CANHAO], R1
1116              MOV     M[POS_TIRO], R0
1117              MOV     M[NumeroDeAst], R0
1118              MOV     R1, 12
1119              MOV     M[QuandoEscreve], R1
1120              MOV     M[FlagTiroColAst], R0
1121              MOV     M[FlagExisteTiro], R0
1122              MOV     M[TimerFlag], R0
1123              MOV     M[Left], R0
1124              MOV     M[Right], R0
1125              MOV     M[Up], R0
1126              MOV     M[Down], R0
1127              MOV     M[IE], R0
1128              MOV     R1, 2828h
1129              MOV     M[RANDOM], R1
1130              MOV     M[CRIAPOSICAO], R0
1131              MOV     M[FlagTiro], R0
1132              MOV     M[Aster], R0
1133              MOV     M[PosTiroInicial], R0
1134              MOV     R1, 2
1135              MOV     M[FlagMoveObst], R1
1136              MOV     M[Pontuacao], R0
1137              MOV     M[FlagHaLEDS], R0

```

1138		
1139	POP	R1
1140	RET	