

UM SIMULADOR DE VÔO (2)

- UM PILOTO AUTOMÁTICO PARA CONDUZIR O AVIÃO
- APROXIME-SE DA PISTA
- COMO TRAÇAR O RUMO
- FAÇA O PAINEL FUNCIONAR



Ligue as turbinas do avião e observe o jogo dos ponteiros no painel dos mostradores. Mas não deixe de apertar o cinto, pois o piloto automático é meio maluco.

Já vimos como reproduzir o interior de uma cabine de avião na tela do microcomputador. No programa do artigo anterior para as linhas TRS-Color, MSX, Apple e TK-2000, o avião foi deixado estático, em pleno ar. Evidentemente, uma situação assim nunca ocorre na vida real.

Neste artigo, nosso aeroplano vai sair voando e os instrumentos do painel vão ganhar vida, para que possamos acompanhar seu movimento, apesar de ainda não estarmos em condições de mantê-lo sob controle.

COMO FAZER O AEROPLANO VOAR

Esta é certamente a parte mais longa da listagem: uma série complexa de variáveis independentes deve ser constantemente calculada para reproduzir e controlar o comportamento do aparelho em vôo. Ao mesmo tempo, os instrumentos do painel precisam ser redesenados à medida que a posição e a altitude do avião sofrem modificações. Da mesma forma, os números dos mostradores são impressos para que saibamos sua posição e sua orientação.

APROXIME-SE DA PISTA

Uma imagem da pista no radar nos mostra o ângulo de aproximação no Spectrum e no MSX. No TRS-Color, uma imagem da pista pode ser obser-

vada através da janela, à medida que chegamos próximo à pista. Esta aparece progressivamente, aproveitando a capacidade do TRS-Color em desenhar elipses. Já os usuários do Apple e do TK-2000 devem se orientar pela bússola (*bearing*), pela direção da pista (*runway*) e pela distância do avião em relação ao eixo longitudinal da pista (*drift*).

O CURSO DO APARELHO

Diversos fatores devem ser considerados para que se possa calcular a posição do aparelho num dado momento. A direção em que estamos seguindo, por exemplo, é afetada pela dos ventos e pela posição dos ailerons instalados nas duas asas. A velocidade de cruzeiro depende, por sua vez, da intensidade do vento. As velocidades de ascensão e de mergulho estão sempre relacionadas

com a de cruzeiro, e assim por diante.

Para manter sempre atualizados os valores nos mostradores, as variáveis têm de ser recalculadas e colocadas novamente na tela.

S

```

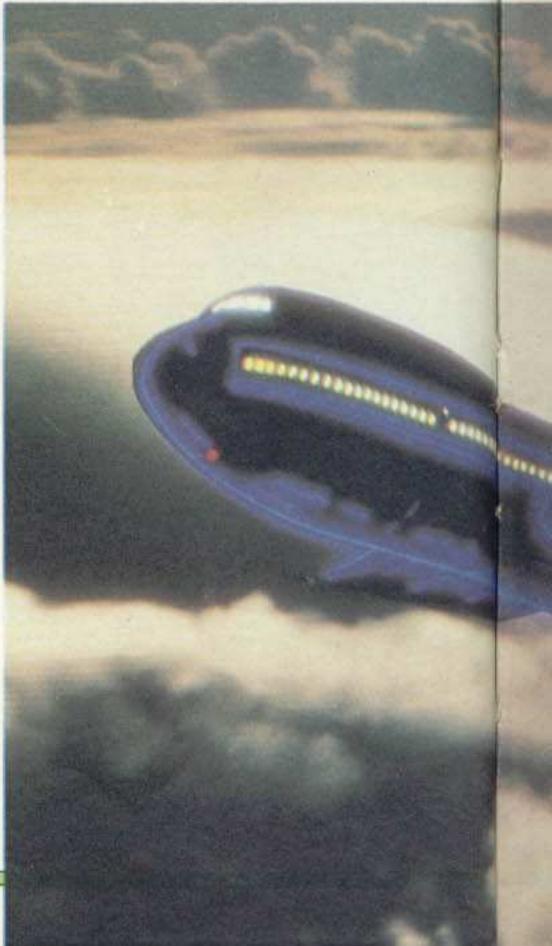
2 LET WY=0: LET WX=0: LET GZ=0: LET GY=0: LET GX=0
5 LET RW=0: LET Y1=120: LET Y2=120: LET Y3=40: LET Y4=40
: LET POW=0: LET GC=0: LET RB=0: LET LL=0: LET YC=0: LET AD=0: LET ST=0: LET RL=0:
LET BC=0: LET NC=0: LET PT=0 : LET PX=0: LET VZ=0: LET VY =0: LET VX=0
500 LET RA=AD*C: LET VX=AS*SIN RA
510 LET VY=AS*COS RA: RETURN
1000 LET PZ=PZ+GZ: LET PY=PY+GY : LET PX=PX+GX
1025 IF ST=1 THEN PRINT OVER 1;AT 4,9;"M E R G U L H O": LET ST=0: GOTO 1040
1030 IF AS<30 THEN GOSUB 1500
1040 LET AD=AD+RL: IF AD<0 THEN LET AD=AD+360
1050 IF AD>359 THEN LET AD=AD-360
1060 LET VZ=AS*SIN (PT*C)-10+AS/15
1070 LET GZ=VZ: LET GY=VY+GY: LET GX=VX+WX
1080 IF VY=0 THEN LET GD=-PI/2 : GOTO 1100
1090 LET GD=-ATN (VX/VY)/C
1100 GOSUB 500
1110 RETURN
1500 LET ST=1: PRINT OVER 1;AT 4,9;"M E R G U L H O": FOR M=1 TO 4: FOR N=20 TO -20 STEP -4: SOUND .01,N: NEXT N: NEXT M
1510 LET RL=INT (RND*21)-9: LET PT=-21-INT (RND*5)
1520 RETURN
2180 IF GC<>0 THEN GOSUB 2200
2190 LET AS=AS+16*(TC*30-AS-8*PT)/AS: GOSUB 2200: GOTO 2205
2200 PLOT 35,50: DRAW OVER 1;1 5*SIN (AS*PI/200),15*COS (AS*PI/200): RETURN
2205 IF GC<>0 THEN PLOT 155,50 : DRAW OVER 1;10*SIN (TN*PI/5) ,10*COS (TN*PI/5): PLOT 155,50: DRAW OVER 1;15*SIN (UN*PI/500 ),15*COS (UN*PI/500 )
2210 LET TN=PZ/1000: LET UN=PZ-1000*INT TN: PLOT 155,50: DRAW OVER 1;10*SIN (TN*PI/5),10*COS (TN*PI/5): PLOT 155,50: DRAW OVER 1;15*SIN (UN*PI/500 ),15*COS (UN*PI/500 )
2220 IF GC<>0 THEN GOSUB 2230
2225 IF POW=-1 AND TC>2 THEN LET TC=TC-2
2226 IF POW=1 AND TC<8.8 THEN LET TC=TC+2
2228 GOSUB 2230: GOTO 2240
2230 PLOT 215,50: DRAW OVER 1; 15*SIN (TC*PI/5),15*COS (TC*PI/5): RETURN

```

```

2240 PRINT AT 21,2;ABS INT AD;" "
2250 IF PY=0 THEN LET RB=0: GO TO 2260
2255 LET RB=ATN (PX/PY)/C: IF P Y>0 THEN LET RB=RB+180
2260 IF RB<0 THEN LET RB=RB+360
2270 PRINT AT 21,10;INT RB;" " ;AT 21,18;ABS INT PX;" "
2280 PRINT AT 21,25;INT (SQR (P Y*PY+PX*PX));" "
2290 IF (Y1<=110 AND Y2<=110) OR (Y1>=130 AND Y2>=130) THEN GOTO 2300
2295 IF GC<>0 THEN PLOT OVER 1;X1,168-Y1: DRAW OVER 1;X2-PEK 23677,168-Y2-PEEK 23678
2300 LET YC=120+(PT/3): LET X1=80: LET X2=110: LET Y1=YC+17*TAN (R (RL*2*C)): LET Y2=YC-17*TAN (R L*2*C)
2310 IF (YC<110 OR YC>130) AND RL=0 THEN GOTO 2376
2320 IF Y1<110 THEN LET X1=95-(95-X1)*(110-YC)/(Y1-YC): LET Y1=110: GOTO 2340
2330 IF Y1>130 THEN LET X1=95-(95-X1)*(130-YC)/(Y1-YC): LET Y1=130
2340 IF Y2<110 THEN LET X2=95-(95-X2)*(110-YC)/(Y2-YC): LET Y2=110: GOTO 2360
2350 IF Y2>130 THEN LET X2=95-(95-X2)*(130-YC)/(Y2-YC): LET Y2=130
2360 IF X1<80 OR X2>110 THEN GOTO 2376
2370 PLOT OVER 1;X1,168-Y1: DRAW OVER 1;X2-PEEK 23677,168-Y2-PEEK 23678
2376 IF (RL=RR AND PP=PT) THEN GOTO 2500
2377 IF (Y3<=2 AND Y4<=2) OR (Y3>=90 AND Y4>=90) THEN GOTO 2380
2378 IF GC<>0 THEN PLOT OVER 1;X3,176-Y3: DRAW OVER 1;X4-PEK 23677,(176-Y4)-PEEK 23678
2380 LET YC=33+PT*4: LET X3=11: LET X4=244: LET Y3=YC+118*TAN (RL*2*C): LET Y4=YC-118*TAN (RL *2*C)
2390 IF (YC<2 OR YC>90) AND RL=0 THEN GOTO 2450
2400 IF Y3<2 THEN LET X3=128-(128-X3)*(2-YC)/(Y3-YC): LET Y3=2: GOTO 2420
2410 IF Y3>90 THEN LET X3=128-(128-X3)*(90-YC)/(Y3-YC): LET Y3=90
2420 IF Y4<2 THEN LET X4=128-(128-X4)*(2-YC)/(Y4-YC): LET Y4=2: GOTO 2440
2430 IF Y4>90 THEN LET X4=128-(128-X4)*(90-YC)/(Y4-YC): LET Y4=90
2440 IF X3<11 OR X4>244 THEN GOTO 2500
2445 OVER 1: PLOT X3,176-Y3: DRAW X4-PEEK 23677,(176-Y4)-PEEK 23678: OVER 0
2500 GOSUB 8000
2505 IF GC=0 THEN LET GC=1
2510 LET RR=RL: LET PP=PT: RETURRN
5080 LET GZ=VZ: LET GY=VY+GY: LET GX=VX+WX
5090 LET TC=5
5100 LET RT=3: LET TP=5: LET WR=50
5500 IF INT (RND*5)=1 THEN LET RL=RL+INT (RND*5)-2: IF INT (R ND*5)=1 THEN LET PT=PT+3-INT (RND*2)+1*2
5510 GOSUB 1000: IF PZ<0 THEN GOTO 5530
5520 GOSUB 2180: GOTO 5500
5530 GOTO 5500
8000 IF GC<>0 THEN PLOT 127,174: DRAW OVER 1;OX,OY
8010 LET OX=16*SIN (RB*(PI/180)) : LET OY=-(16*ABS COS (RB*(PI/180)))
8020 PLOT 127,174: DRAW OVER 1 ;OX,OY
8025 LET WB=AD: IF AD>180 THEN LET WB=WB-360
8026 IF RB>180 THEN LET WB=WB+360-RB: GOTO 8040
8030 LET WB=WB-RB
8040 IF RW=1 THEN PLOT OVER 1 ;RDX,175-RDY
8050 LET RW=0: IF ABS WB>57 THEN RETURN
8060 LET RDX=X3+INT (((X4-X3)/2 )-SIN (WB*(PI/180)))*(X4-X3)*6)
8070 LET RDY=Y3+((Y4-Y3)*((RDX-X3)/(X4-X3))+2)
8080 IF RDY<2 OR RDY>90 OR RDX<11 OR RDX>244 THEN RETURN

```



```
8090 LET RW=1: PLOT OVER 1;RDX
,175-RDY
8100 RETURN
```

O **POKE** na linha 1 trava as linhas maiúsculas do computador. A linha 5 zera todas as variáveis. A linha 110, que já foi digitada na primeira parte do programa (ou seja, no artigo anterior), envia o computador para a linha 5000, onde é desenhado o interior da cabine. A linha 5080 cuida das variáveis que determinam a posição do avião no espaço: **GZ** se refere à distância do aparelho ao longo do eixo **Z** — sua altitude; **VZ** é a velocidade ao longo desse mesmo eixo; **VY** é a velocidade ao longo do eixo **Y** — para frente e para trás; **WY** é a velocidade do vento nessa mesma direção. **GX**, **VX** e **WX** correspondem à distância percorrida, velocidade e velocidade do vento em relação ao eixo **X** — direita e esquerda.

A linha 5090 estabelece o valor inicial da rotação do motor. A linha 5100 define os limites da inclinação do avião (**RT**, relacionada com os movimentos laterais), assim como da ascensão (**TP**, que faz o avião subir ou descer) e da largura da pista (**WR**).

A linha 5500 é um comando temporário encarregado de manobrar o avião até o momento em que a rotina de controle propriamente dita é digitada (o que será feito no próximo artigo desta série).

A linha 5510 chama a sub-rotina que começa na linha 1000 e termina em 1110. Essa sub-rotina recalcula os valores de todas as variáveis à medida que o avião se movimenta. As linhas 1025 e 1030 verificam se o aparelho entrou em parafuso, por ter uma velocidade muito baixa (inferior a 30 m por segundo). Caso isso aconteça, será chamada a sub-rotina 1500, que se encarrega de reproduzir os efeitos de um mergulho. A linha 5510 impede que possamos prever o rumo do avião durante a queda (este pode mergulhar diretamente ou então entrar em parafuso).

A linha 1100 chama a sub-rotina 500, que calcula o ângulo da trajetória do avião.

A próxima grande sub-rotina a ser chamada começa na linha 2180 e termina em 2510. Ela redesenha os mostradores e contadores à medida que a informação que estes trazem se modifica. A linha 2180 verifica o contador **GC** para ver se há algo a ser redesenhadado. A sub-rotina 2200 desenha a nova posição dos ponteiros do mostrador da velocidade do vento (*airspeed*). As linhas 2205 e 2210 calculam e redesenham as duas novas posições dos ponteiros que marcam a altitude. A linha 2230 movimenta os ponteiros, usando os cálculos das linhas 2225 e 2226.

O contagiros é atualizado pela linha

2240. As linhas 2250 a 2270 calculam a direção da pista (*runway*) e o desvio do avião em relação ao eixo principal dessa última (*drift*). A distância até o centro da pista é calculada e impressa pela linha 2280.

O horizonte artificial do segundo mostrador é calculado e desenhado pelas linhas 2280 a 2370.

A linha 2376 verifica o horizonte que aparece na janela, enquanto as linhas 2377 a 2445 o recalculam e o redesenham, conforme o caso.

A linha 2500 chama a sub-rotina que começa na linha 8000 e termina na 8100. Essa sub-rotina calcula e desenha a imagem da pista no radar, que pode ser vista no topo da tela, e o pontinho logo abaixo da linha de horizonte.



```

100 PRINT RND(-TIME)
500 RA=AD*C:VX=VV*SIN(RA)
510 VY=VV*COS(RA):RETURN
1000 PZ=PZ+GZ:PY=PY+GY:PX=PX+GX
1020 VV=VV+16*(TC*30-VV-8*PT)/V
V
1030 IF ST=1 THEN LINE(90,1)-(2
30,8),4,BF:ST=0:GOTO 1050
1040 IF VV<30 THEN GOSUB 1500
1050 AD=AD+RL:IF AD<0 THEN AD=A
D+360
1060 IF AD>359 THEN AD=AD-360
1070 VZ=VV*SIN(PT*C)-10+VV/15
1080 GZ=VZ:GY=VY+WY:GX=VX+WX
1090 IF VY=0 THEN GD=-PI/2:GOTO
1110
1100 GD=-ATN(VX/VY)/C
1110 GOSUB 500
1120 RETURN
1500 ST=1:X=96:Y=1:COLOR 6
1510 A$="MERGULHO":GOSUB 4000:X
=97:GOSUB 4000
1520 PLAY"T255AGFEDCAGFEDC"
1530 RL=INT(RND(1)*21)-9:PT=-21
-INT(RND(1)*5)
1540 RETURN
2000 COLOR 15
2005 LINE(35,128)-(35+15*SIN(V1
*PI/200),128-15*COS(V1*PI/200))
,8
2010 LINE(35,128)-(35+15*SIN(VV
*PI/200),128-15*COS(VV*PI/200))
2015 LINE(155,128)-(155+10*SIN(
T1*PI/5),128-10*COS(T1*PI/5)),8
2020 TN=PZ/1000:UN=PZ-1000*INT(
TN):LINE(155,128)-(155+10*SIN(T
N*PI/5),128-10*COS(TN*PI/5))
2025 LINE(155,128)-(155+15*SIN(
U1*PI/500),128-15*COS(U1*PI/500
)),8
2030 LINE(155,128)-(155+15*SIN(
UN*PI/500),128-15*COS(UN*PI/500
))
2035 LINE(215,128)-(215+15*SIN(
T2*PI/5),128-15*COS(T2*PI/5)),8
2040 LINE(215,128)-(215+15*SIN(
TC*PI/5),128-15*COS(TC*PI/5))
2050 COLOR 15:X=16:Y=180:A$=STR
```



```

S(ABS(INT(AD))):GOSUB 3900
2060 IF PY=0 THEN RB=0 ELSE RB=
ATN(PX/PY)/C:IF PY>0 THEN RB=RB
+180
2070 IF RB<0 THEN RB=RB+360
2080 X=79:A$=STR$(INT(RB)):GOSU
B 3900:X=138:A$=STR$(INT(PX)):G
OSUB 3900
2090 X=194:A$=STR$(INT(SQR(PY*P
Y+PX*PY))):GOSUB 3900
2100 YC=128+PT:X1=80:X2=110:Y1=
YC+17*TAN(RL*2*C):Y2=YC-17*TAN(
RL*2*C)
2110 IF(YC<113 OR YC>143) AND R
L=0 THEN 2320
2120 IF Y1<113 THEN X1=95-(95-X
1)*(105-YC)/(Y1-YC):Y1=113:GOTO
2140
2130 IF Y1>143 THEN X1=95-(95-X
1)*(135-YC)/(Y1-YC):Y1=143
2140 IF Y2<113 THEN X2=95-(95-X
2)*(105-YC)/(Y2-YC):Y2=113:GOTO
2160
2150 IF Y2>143 THEN X2=95-(95-X
2)*(135-YC)/(Y2-YC):Y2=143
2160 IF X1<80 OR X2>110 THEN 21
80
2165 DRAW "BM81,128C10R9F5E5R9"
2170 LINE(X5,Y5)-(X6,Y6),8:LINE
(X1,Y1)-(X2,Y2):X5=X1:Y5=Y1:X6=
X2:Y6=Y2
2180 IF X7-R>10 AND X7+R<245 AN
D Y7>0 AND Y7<80 THEN CIRCLE(X7
,Y7),R,4,0,.5,10
2190 IF RL=RR AND PP=PT THEN 22
90
2200 IF HF=1 THEN LINE (X3,Y3)-
(X4,Y4),4
2210 HF=0:YC=33+PT*4:X3=16:X4=2
39:Y3=YC+118*TAN(RL*2*C):Y4=YC-
118*TAN(RL*2*C)
2220 IF(YC<10 OR YC>79) AND RL=
0 THEN 2290
2230 IF Y3<1 THEN X3=128-(128-X
3)*(1-YC)/(Y3-YC):Y3=1:GOTO 225
0
2240 IF Y3>79 THEN X3=128-(128-
X3)*(79-YC)/(Y3-YC):Y3=79
2250 IF Y4<1 THEN X4=128-(128-X
4)*(1-YC)/(Y4-YC):Y4=1:GOTO 227
0
2260 IF Y4>79 THEN X4=128-(128-
X4)*(79-YC)/(Y4-YC):Y4=79
2270 IF X3<16 OR X4>239 THEN 22
90
2280 HF=1:LINE(X3,Y3)-(X4,Y4),1
5
2290 WB=AD:IF AD>180 THEN WB=WB
-360
2300 IF RB>180 THEN WB=WB+360-R
B ELSE WB=WB-RB
2310 IF ABS(WB)>60 AND ABS(PY)>
1000 THEN 2370
2320 AN=118/(60*SQR((X3-X4)*(X3-
X4)+(Y3-Y4)*(Y3-Y4))):X7=(X3+X
4)/2+SGN(X3-X4)+WB*AN*(X3-X4)
2330 Y7=(Y3+Y4)/2+2+WB*AN*(Y3-Y
4):IF X7<16 OR X7>239 OR Y7<1 O
R Y7>79 THEN 2370
2340 IF ABS(PY)<1000 THEN R=8-Y
7/10 ELSE R=4000/ABS(PY):IF R*1
0+Y7>80 THEN R=8-Y7/10
2350 IF Y7<1 OR Y7>79 OR X7-R<1

```

```

6 OR X7+R>239 THEN 2370
2360 CIRCLE(X7,Y7),R,15,0,.5,10
2370 V1=VV:U1=UN:T1=TN:T2=TC
2380 RR=RL:PP=PT:RETURN
3900 LINE(X,Y)-(X+50,Y+8),2,BF
5080 GZ=VZ:GY=VY+WY:GX=VX+WX
5090 TC=5
5100 RT=3:TP=5:WR=50
5190 DRAW "BM81,128C10R9F5E5R9"
5500 IF INT(RND(1)*10)=1 THEN R
L=RL-SGN(RL)+INT(RND(1)*5-2)
5505 IF INT(RND(1)*10)=1 THEN P
T=PT+3-INT(RND(1)*2+1)*2
5510 GOSUB 1000:IF PZ<0 THEN 55
30
5520 GOSUB 2000:GOTO 5500
5530 GOTO 5530

```

A linha 100 “embaralha as cartas”, permitindo a criação de números ao acaso. A 5080 estabelece os valores das variáveis que controlam a posição do aparelho no espaço, conforme a sua velocidade e a força e direção do vento. **GZ** nos revela a distância percorrida ao longo do eixo Z (alto-baixo); **VZ**, a velocidade nesse eixo. **VY** informa a velocidade ao longo do eixo Y (frente-trás); **WY**, a velocidade do vento nessa mesma direção; **GX**, **VX** e **WX** correspondem respectivamente à distância percorrida, à velocidade do aparelho e à velocidade do vento ao longo do eixo **X** (direita-esquerda).

A linha 5090 determina a rotação inicial do motor; a 5100 define os limites da inclinação lateral (**RT**), que faz o avião virar; da inclinação frontal (**TP**), que faz o avião subir ou descer, e da largura da pista (**WR**).

As últimas cinco linhas são comandos temporários. Elas fazem com que o avião voe de maneira irregular, com inclinações laterais e frontais estabelecidas ao acaso.

As sub-rotinas das linhas 1000 a 1120 recalculam todas as variáveis enquanto o aeroplano se movimenta. As linhas 1030 e 1040 verificam se a velocidade caiu abaixo de 30 m por segundo. Quando isso acontece, é chamada a sub-rotina da linha 1500, que recria os efeitos de uma queda ou mergulho. A linha 1510 introduz um elemento de acaso no processo, de maneira que tanto podemos mergulhar diretamente para o chão como podemos entrar em parafuso. A sub-rotina 500, que é chamada pela linha 1110, calcula o ângulo em que o aparelho está voando.

A sub-rotina que vai da linha 2000 à linha 2380 cuida do restante do programa. Ela atualiza a tela, ajustando o painel de instrumentos, que mostra o movimento do avião. Para fazer isso, é necessário, primeiramente, apagar o antigo conteúdo de cada instrumento e desenhar a seguir os ponteiros correspon-

dentes à nova posição do aparelho.

O mostrador da velocidade do vento é atualizado pelas linhas 2005 e 2010, enquanto as linhas 2015, 2020, 2025 e 2030 cuidam do mostrador de altitude. O contagiro é modificado pelas linhas 2035 e 2040; a linha 2050 corrige a direção em que o avião está seguindo (*bearing*, que é o ângulo da bússola medido em graus). A direção da pista (*runway*, também em graus) é modificada pelas linhas 2060 a 2080, e o novo valor da distância é impresso pela linha 2090.

A linha 2190 verifica se o horizonte deve ser modificado, enquanto as linhas 2100 a 2170 desenham o novo horizonte artificial no mostrador correspondente. O horizonte é desenhado pelas linhas 2200 a 2280.

A nova posição da pista é calculada pelas linhas 2290 a 2360. A 2350 verifica se a pista pode ser desenhada na tela. A 2180 apaga a versão antiga quando uma nova é desenhada.

Execute então o programa e veja o avião voar sozinho... por enquanto.



```

800 RA = AD * C:UX = AS * SIN
(RA)
810 VY = AS * COS (RA): RETURN
1000 PZ = PZ + GZ:PY = PY + GY:
PX = PX + GX
1020 AS = AS + 16 * (TC * 30 -
AS - 8 * PT) / AS
1030 IF ST = 1 THEN ST = 0: GO
TO 1050
1040 IF AS < 30 THEN GOSUB 15
00
1050 AD = AD + RL: IF AD < 0 TH
EN AD = AD + 360
1060 IF AD > 359 THEN AD = AD
- 360
1070 VZ = AS * SIN (PT * C) -
10 + AS / 15
1080 GZ = VZ:GY = VY + WY:GX =
VX + WX
1090 IF VY = 0 THEN GD = - PI
/ 2: GOTO 1110
1100 GD = - ATN (VX / VY) / C
1110 GOSUB 800
1120 RETURN
1500 ST = 1
1510 RL = INT (RND (1) * 21 +
1) - 10:PT = - 20 - INT (RN
D (1) * 5 + 1)
1520 RETURN
2000 HCOLOR= 0
2010 HPLOT 41,134 TO 41 + 20 *
SIN (A1 * PI / 200),134 - 20
* COS (A1 * PI / 200)
2015 HCOLOR= 3: HPLOT 41,134 T
O 41 + 20 * SIN (AS * PI / 200
),134 - 20 * COS (AS * PI / 20
0)
2020 HCOLOR= 0: HPLOT 177,134
TO 177 + 15 * SIN (T1 * PI / 5

```

```

),134 - 15 * COS (T1 * PI / 5)
2025 HCOLOR= 3:TN = PZ / 1000:
UN = PZ - 1000 * INT (TN): HPL
OT 177,134 TO 177 + 15 * SIN (
TN * PI / 5),134 - 15 * COS (T
N * PI / 5)
2030 HCOLOR= 0: HPL 177,134
TO 177 + 20 * SIN (U1 * PI / 5
00),134 - 20 * COS (U1 * PI /
500)
2035 HCOLOR= 3: HPL 177,134
TO 177 + 20 * SIN (UN * PI / 5
00),134 - 20 * COS (UN * PI /
500)
2040 HCOLOR= 0: HPL 245,134
TO 245 + 20 * SIN (T2 * PI / 5
),134 - 20 * COS (T2 * PI / 5)
2045 HCOLOR= 3: HPL 245,134
TO 245 + 20 * SIN (TC * PI / 5
),134 - 20 * COS (TC * PI / 5)
2050 L = 23:C = 4:AS = LEFTS (
STR$ ( ABS ( INT (AD))) + "
",3): GOSUB 4000
2060 IF PY = 0 THEN RB = 0: GO
TO 2070
2062 RB = ATN (PX / PY) / C
2065 IF PY > 0 THEN RB = RB +
180
2070 IF RB < 0 THEN RB = RB +
360
2080 C = 14:AS = LEFTS ( STRS
( INT (RB)) + " ",3): GOSUB 4
000:C = 24:AS = LEFTS ( STRS
( INT (PX)) + " ",4): GOSUB 4
000
2090 C = 32:AS = LEFTS ( STRS
( INT ( SQR (PY * PY + PX * PX
)) + " ",5): GOSUB 4000
2100 YC = 134 + PT:X1 = 90:X2 =
130:Y1 = YC + 17 * TAN (RL *
2 * C):Y2 = YC - 17 * TAN (RL
* 2 * C)
2110 IF (YC < 119 OR YC > 149)
AND RL = 0 THEN 2380
2120 IF Y1 < 119 THEN X1 = 110
- (110 - X1) * (119 - YC) / (Y
1 - YC):Y1 = 119: GOTO 2140
2130 IF Y1 > 149 THEN X1 = 110
- (110 - X1) * (149 - YC) / (Y
1 - YC):Y1 = 149
2140 IF Y2 < 119 THEN X2 = 110
- (110 - X2) * (119 - YC) / (Y
2 - YC):Y2 = 119
2150 IF Y2 > 149 THEN X2 = 110
- (110 - X2) * (149 - YC) / (Y
2 - YC):Y2 = 149
2160 IF X1 < 90 OR X2 > 130 TH
EN 2190
2170 HCOLOR= 0: HPL X5,Y5 TO
X6,Y6
2175 HCOLOR= 3: HPL X1,Y1 TO
X2,Y2
2177 HCOLOR= 5: HPL 85,138 T
O 104,138 TO 109,148 TO 114,138
TO 134,138
2190 IF RL = RR AND PP = PT TH
EN 2380
2200 IF HF = 1 THEN HCOLOR= 0
: HPL X3,Y3 TO X4,Y4
2210 HF = 0:YC = 33 + PT * 4:X3
= 11:X4 = 275:Y3 = YC + 118 *
TAN (RL * 2 * C):Y4 = YC - 118
* TAN (RL * 2 * C)

```

```

2220 IF (YC < 10 OR YC > 79) A
ND RL = 0 THEN 2380
2230 IF Y3 < 1 THEN X3 = 143 -
(143 - X3) * (1 - YC) / (Y3 -
YC):Y3 = 1: GOTO 2250
2240 IF Y3 > 79 THEN X3 = 143 -
(143 - X3) * (79 - YC) / (Y3 -
YC):Y3 = 79
2250 IF Y4 < 1 THEN X4 = 143 -
(143 - X4) * (1 - YC) / (Y4 -
YC):Y4 = 1: GOTO 2270
2260 IF Y4 > 79 THEN X4 = 143 -
(143 - X4) * (79 - YC) / (Y4 -
YC):Y4 = 79
2270 IF X3 < 11 OR X4 > 275 TH
EN 2380
2280 HF = 1: HCOLOR= 3: HPL X
3,Y3 TO X4,Y4
2380 RR = RL:PP = PT:AI = AS:U1
= UN:T1 = TN:T2 = TC:X5 = X1:Y
5 = Y1:X6 = X2:Y6 = Y2: RETURN
5080 GZ = VZ:GY = VY + WY:GX =
VX + WX
5090 TC = 5
5100 RT = 3:TP = 5:WR = 50
5500 IF INT ( RND (1) * 10 +
1) = 1 THEN RL = RL - SGN (RL)
+ ( INT ( RND (1) * 5 + 1) - 3
)
5505 IF INT ( RND (1) * 10 +
1) = 1 THEN PT = PT + 3 - INT
( RND (1) * 2 + 1) * 2
5510 GOSUB 1000: IF PZ < 0 THE
N 5530
5520 GOSUB 2000: GOTO 5500
5530 GOTO 5530

```

A linha 5080 estabelece os valores das variáveis que controlam a posição do aparelho no espaço, de acordo com a sua velocidade e a força e a direção do vento. **GZ** informa sobre a distância percorrida ao longo do eixo **Z** (alto-baixo); **VZ** nos dá a velocidade nesse eixo; **VY**, a velocidade ao longo do eixo **Y** (frente-trás); **WY**, a velocidade do vento nessa mesma direção. Da mesma forma, **GX**, **VX** e **WX** correspondem, respectivamente, à distância percorrida, à velocidade do avião e à velocidade do vento ao longo do eixo **X** (direita-esquerda).

A linha 5090 determina a rotação inicial do motor, a 5100 define os limites da inclinação lateral (**RT**), que faz o avião virar; da inclinação frontal (**TP**), que faz o avião subir ou descer, e da largura da pista (**WR**).

As últimas cinco linhas são comandos temporários. Elas fazem com que o avião voe de maneira irregular, com inclinações laterais e frontais estabelecidas ao acaso.

As sub-rotinas das linhas 1000 a 1120 recalculam todas as variáveis enquanto o aeroplano se movimenta. As linhas 1030 e 1040 verificam se a velocidade caiu abaixo de 30 m por segundo. Quando isso acontece, é chamada a sub-rotina da linha 1500, que recria os efei-

tos de uma queda ou mergulho. A linha 1510 introduz um elemento de acaso no processo, de forma que tanto podemos mergulhar diretamente para o chão como entrar em parafuso. A sub-rotina 500, que é chamada pela linha 1110, é encarregada de calcular o ângulo em que o aparelho está voando.

A sub-rotina que vai da linha 2000 à 2380 cuida do restante do programa. Ela atualiza a tela, ajustando o painel de instrumentos, que mostra o movimento do avião. Para isso, é necessário apagar o antigo conteúdo de cada instrumento e desenhar os ponteiros correspondentes à nova posição.

O mostrador da velocidade do vento é atualizado pelas linhas 2010 e 2015, enquanto as linhas 2020, 2025, 2030 e 2035 cuidam do mostrador de altitude. O contagiros, por sua vez, é modificado pelas linhas 2040 e 2045; a linha 2050 corrige a direção em que o avião está voando (*bearing*, que é o ângulo da bússola medido em graus). A direção da pista (*runway*, também em graus) é modificada pelas linhas 2060 a 2080, e o novo valor da distância é impresso pela linha 2090.

A linha 2090 também verifica se o horizonte deve ser modificado, e as linhas 2100 a 2170 desenham o novo horizonte artificial no mostrador correspondente. O horizonte verdadeiro é desenhado pelas linhas 2200 a 2280.

Execute então o programa e veja o avião voar sob o controle do piloto automático.

É possível que, após alguns minutos de vôo, a tela gráfica comece a ser preenchida por pontos aleatórios que estragam o desenho. Isso acontece sempre que usamos muitos cordões. No nosso caso, é a variável **A\$** (responsável pela impressão dos contadores) que é usada a todo instante.

Não se alarme. O próximo artigo resolverá o problema, e permitirá que você assuma o controle do aparelho.

T

```

500 RA=AD*C:VX=VV*SIN(RA)
510 VY=VV*COS(RA):RETURN
1000 PZ=PZ+GZ:PY=PY+GY:PX=PX+GX
1020 VV=VV+16*(TC*30-VV-8*PT)/V
V
1030 IF ST=1 THEN PMODE 4,1:DRA
W"BM108,40C0":AS="MERGULHO":GOS
UB 4000:DRAW"C5":ST=0:GOTO 1050
1040 IF VV<30 GOSUB 1500
1050 AD=AD+RL:IF AD<0 THEN AD=A
D+360
1060 IF AD>359 THEN AD=AD-360
1070 VZ=VV*SIN(PT*C)-10+VV/15
1080 GZ=VZ:GY=VY+WY:GX=VX+WX
1090 IF VY=0 THEN GD=-PI/2:GOTO
1110

```