INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Computação Gráfica

Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores
Alameda / Taguspark

Teste Repescagem
06 de Junho de 2012

O teste tem a duração de **1h00**, tolerância incluída. Responda às questões **unicamente** nestas duas primeiras páginas. Só esta primeira folha deverá ser entregue, e como tal, será a única avaliada. **Identifique-a, indicando a versão**! Durante o teste apenas é permitido o uso de caneta e de folhas para rascunho em branco. Não é permitido o uso de calculadoras, telemóveis ou outros dispositivos móveis. Uma resposta errada nas perguntas de escolha múltipla desconta 1/3 da cotação da respectiva questão.

NÃO ESQUECER!

Respostas: **Versão: ________**

+++ PRIMEIRO TESTE +++ +++ PRIMEIRO TESTE +++ +++ PRIMEIRO TESTE+++

1. a) [1.0v] ________ **1. b) [1.0v]** ________ **1. c) [2.0v]** ________ **2. [2.0v]** ________

3. [2.0v] P_{WCS} = [________ ________]^T **4. [1.0v]** ________

5. a) [1.0v] ________ **5. b) [2.0v]**

6. a) [2.0v] ________ **6. b) [2.0v]** ________

7. [2.0v] ________ **8. [2.0v]** ________

+++ PRIMEIRO TESTE +++ +++ PRIMEIRO TESTE +++ +++ PRIMEIRO TESTE+++

Identificação do Aluno	
Nome:	Número:

NÃO ESQUECER!

Respostas: **Versão: ________**

+++ SEGUNDO TESTE +++ +++ SEGUNDO TESTE +++ +++ SEGUNDO TESTE+++

9. a) [1.0v] ________ 9. b) [1.5v] θ = ________ 9. c) [1.5v] I = ____________________

10. [2.0v]

n	***V***	**Face não visível**	**Face visível**
[0; 0; -1]	[0,8;0,2; 0]		
[1; 1,5; 1]	[0,8;0,2; -1]		

11. [2.0v] ________ 12. a) [1.0v] ________

12. b) [1.0v]

$T_1 =$

12. c) [1.0v]

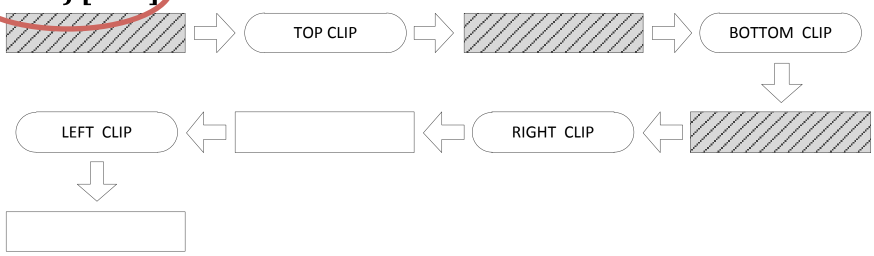
$T_2 =$

13. a) [1.0v] ________ 13. b) [2.0v] VRP = [________ ________ ________]^T

13. c) [1.0v] VPN = [________ ________ ________]^T 13. d) [1.0v] ________

14. a) [0.5v] OC$_A$: __ __ __ __ __ __ OC$_B$: __ __ __ __ __ __ OC$_C$: __ __ __ __ __ __

14. b) [1.0v]



15. a) [0.5v] F = ________ B = ________ RA = ________

15. b) [1.0v] OC: _____ _____ _____ _____ _____ _____ 15. c) [1.0v] ________

+++ SEGUNDO TESTE +++ +++ SEGUNDO TESTE +++ +++ SEGUNDO TESTE+++

Identificação do Aluno	
Nome:	Número:

NÃO ESQUECER!

Respostas: **Versão: ________**

+++ TERCEIRO TESTE +++ +++ TERCEIRO TESTE +++ +++ TERCEIRO TESTE+++

15. d) [1.0v]

15. e) [1.5v] _________

16. a) [1.0v] _________

16. b) [2.0v]

16. c) [1.0v] [_______ _______]^T

17. a) [2.0v] ________________________________ 17. b) [1.0v] _______ 17. c) [1.0v] _______

18. a) [1.5v]

Z-Buffer

18. b) [1.5v] ReadZ(1,1) = ________ ReadZ(2,2) = ________

19. a) [1.0v] _______ 19. b) [1.0v] _______ 19. c) [1.0v] _______

20. a) [1.0v] _______ 20. b) [1.0v] _______

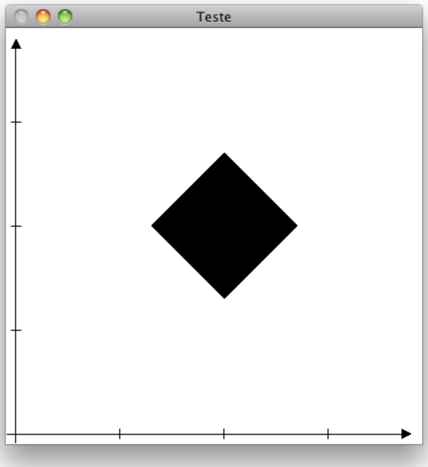
20. c) [1.5v] Reflectidos =_______ Refractados =_______

+++ TERCEIRO TESTE +++ +++ TERCEIRO TESTE +++ +++ TERCEIRO TESTE+++

Identificação do Aluno	
Nome:	Número:

+++ PRIMEIRO TESTE +++ +++ PRIMEIRO TESTE +++ +++ PRIMEIRO TESTE+++

1. **[4.0v]** Considere a seguinte projecção ortogonal no plano XoY.



a) **[1.0v]** Indique qual das seguintes sequências de código OpenGL permite produzir o resultado esperado.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A:

```
glTranslatef(2.0f, 2.0f, 0.0f);
glRotatef(45.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);
glutSolidCube(2.0f);
```

B:

```
glTranslatef(2.0f, 0.0f, 2.0f);
glRotatef(45.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);
glutSolidCube(1.0f);
```

C:

```
glTranslatef(2.0f, 2.0f, 0.0f);
glRotatef(45.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);
glScalef(2.0f, 2.0f, 2.0f);
glutSolidCube(0.5f);
```

D:

```
glTranslatef(2.0f, 2.0f, 0.0f);
glRotatef(45.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
glutSolidCube(1.0f);
```

E: Nenhuma das anteriores.

Resposta: C

b) **[1.0v]** Indique qual das seguintes sequências de código OpenGL deveria ser acrescentada **antes** da sequência da **alínea a** por forma a duplicar o tamanho do objecto.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A:

```
glTranslatef(2.0f, 2.0f, 0.0f);
glScalef(2.0f, 2.0f, 2.0f);
glTranslatef(-2.0f, -2.0f, 0.0f);
```

B:

```
glScalef(2.0f, 2.0f, 2.0f);
```

C:

```
glPushMatrix();
glScalef(2.0f, 2.0f, 2.0f);
glPopMatrix();
```

D:

```
glScalef(0.5f, 0.5f, 0.5f);
```

E: Nenhuma das anteriores.

Resposta: A

c) **[2.0v]** Qual seria o resultado se fosse acrescentada a instrução `glRotate(45.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);` **no final** da sequência da **alínea a**?
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: O cubo rodaria 45 graus em XX sobre o seu centro.

B: O cubo rodaria 45 graus em ZZ sobre a origem do referencial.

C: O cubo ficaria igual.

D: O cubo rodaria 45 graus em ZZ sobre o seu centro.

E: O cubo ficaria virado ao contrário.

Resposta: C

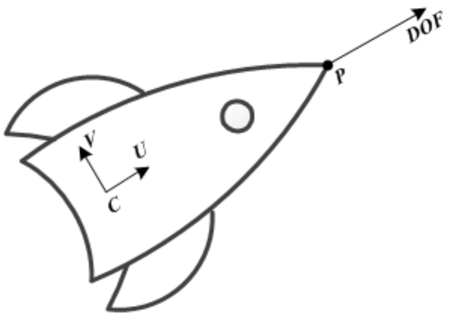
2. **[2.0v]** Diga qual das seguintes vectores corresponde ao ponto P dado pelas coordenadas homogéneas $P_h=[\ 2\ 4\ 6\ 2\ ]^T$.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: P_{3D}=[2 4 6]^T **C: P_{2D}=[2 4]^T** **E: Nenhum dos anteriores**

B: P_{3D}=[1 2 3]^T **D: P_{2D}=[1 2]^T**

Resposta: Opção B

3. **[2.0v]** Considere a cena 2D abaixo representada, onde a posição e direcção de um foguetão são dadas pelo ponto C e pelo vector DOF, respectivamente.



Indique as coordenadas do nariz do foguetão, $\boldsymbol{P_{WCS}}$, em $\boldsymbol{WCS}$, sabendo que:

Centro do foguetão: $C_{WCS} = [0,1]^T$

Direcção de voo: $DOF_{WCS} = \left[\sqrt{3},1\right]^T$

Coordenadas do nariz no referencial do foguetão: $P_{UV} = [2,0]^T$

Resolução por mudança de referencial:

$$U = \frac{DOF}{\|DOF\|} \Rightarrow U = \left[{}^{\sqrt{3}}/_{2}, {}^{1}/_{2}\right]^T$$

$$U \cdot V = 0 \Rightarrow U_x V_x + U_y V_y = 0 \Leftrightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} V_x = -\frac{1}{2} V_y \Leftrightarrow V_y = -\sqrt{3} V_x$$

$$\|V\| = 1 \Rightarrow {V_x}^2 + {V_y}^2 = 1 \Leftrightarrow {V_x}^2 + 3{V_x}^2 = 1 \Leftrightarrow 4{V_x}^2 = 1 \Leftrightarrow V_x = \pm {}^{1}/_{2}$$

Da análise da imagem, conclui-se que $V = \left[-{}^{1}/_{2} \quad {}^{\sqrt{3}}/_{2}\right]^T$

$$M_{UV\rightarrow WCS} = \begin{bmatrix} {}^{\sqrt{3}}/_{2} & -{}^{1}/_{2} & 0 \\ {}^{1}/_{2} & {}^{\sqrt{3}}/_{2} & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$E_{WCS} = \begin{bmatrix} {}^{\sqrt{3}}/_{2} & -{}^{1}/_{2} & 0 \\ {}^{1}/_{2} & {}^{\sqrt{3}}/_{2} & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Resolução por composição de transformações:

O referencial local está orientado a +30° ($DOF_x/2= \sqrt{3}/_2$ e $DOF_y/2={}^1/_2$) do referencial do mundo. Para alinhá-lo com o referencial do mundo há que rodá-lo -30°, o que equivale a rodar os objectos de +30° no referencial. Segue-se a translacção para a origem do referencial do mundo. As matrizes destas transformações são:

$$M_r = \begin{bmatrix} \cos 30 & -sen\,30 & 0 \\ sen\,30 & \cos 30 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad M_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

A transformação composta será:

$$M = M_t \times M_r = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos 30 & -sen\,30 & 0 \\ sen\,30 & \cos 30 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 30 & -sen\,30 & 0 \\ sen\,30 & \cos 30 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Aplicando esta transformação ao ponto teremos:

$$E_{WCS} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

4. **[1.0v]** Considere o vector ***v*** que passa pelos pontos (-2, 2, 2) e (-2, 3, -2). Calcule as componentes do vector ***v*** em coordenadas homogéneas.

(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: *[0 1 -4 1]*	**C:** *[-2 3 -2 0]*	**E:** *[-2 2 2 2]*
B: *[-2 2 2 1]*	**D:** *[0 1 -4 0]*	**F:** ***Nenhuma***

Resposta: D

5. **[3.0v]** Considere a seguinte transformação descrita no espaço cartesiano:

```
X' = x
Y' = 2y
Z' = -z
```

a) **[1.0v]** Identifique o tipo de transformação.

(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: Projecção	**C:** Escala	**E:** Translação
B: Rotação	**D:**Visualização	**F:** Normalização

Resposta: C

b) **[2.0v]** Determine a matriz correspondente em coordenadas homogéneas.

c)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

6. **[4.0v]** Analise o seguinte excerto de código em OpenGL.

```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
glPushMatrix();
      glRotate(45, 0.0, 0.0, 1.0);  /* Transformação T1 */
      drawObject (Obj1);
      glPushMatrix();
             glRotate(90, 0.0, 0.0, 1.0);  /* Transformação T2 */
            drawObject (Obj2);
      glPopMatrix();
      glScalef(-3.0, 1.0, 1.0);  /* Transformação T3 */
      drawObject (Obj3);
glPopMatrix();
drawObject (Obj4);
glFlush();
```

Considere as seguintes transformações compostas:

m1= T1 T2 T3	**m4** = T1 T3	**m7** = T3 T1
m2= T1	**m5**= Identidade	**m8** = T2 T1
m3 = T2 T3	**m6**= T3 T2	

a) **[2.0v]** Ao executar o código acima, indique qual a transformação composta que afecta o objecto **Obj3**.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)
Resposta: m4

b) **[2.0v]** Ao executar o código acima, indique qual a transformação composta que afecta o objecto **Obj4**.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)
Resposta: m5

7. **[2.0 v]** Uma transformação composta em 2D consiste numa rotação de +45º, uma escala de 3 em X e -3 em Y e, finalmente, uma rotação de +45º.

Indique qual das seguintes matrizes corresponde à matriz homogénea desta transformação composta.

A: $\begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ **B:** $\begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 \\ -3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ **C:** $\begin{bmatrix} 3\sqrt{2}/2 & 0 & 0 \\ 0 & -3\sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

D: $\begin{bmatrix} 0 & 3\sqrt{2}/2 & 0 \\ -3\sqrt{2}/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ **E:** $\begin{bmatrix} 0 & -3\sqrt{2}/2 & 0 \\ -3\sqrt{2}/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Resposta: A

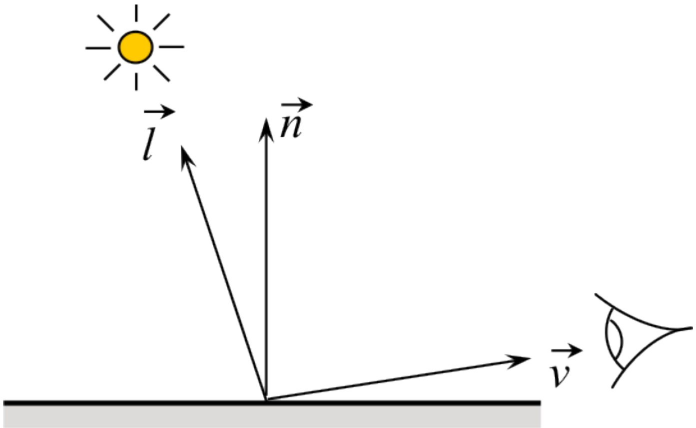
8. **[2.0v]** Do conjunto de instruções OpenGL abaixo retire e ordene as instruções necessárias e suficientes para modelar um objecto paralelepipédico em que a largura da base é metade do comprimento da mesma e esta é um quarto da altura do paralelepípedo que vale 10 unidades em coordenadas do mundo, centrando-o no ponto [10, -25, -10] e orientando a sua maior dimensão segundo o eixo dos YY.
NB - Seleccione apenas as instruções minimamente necessárias para o efeito.

A	glPopMatrix();	**H**	glScale(-0.25, 1., -0.125);
B	glutSolidCube(10.);	**I**	glScale(10., 2.5, 1.25);
C	glutSolidCube(1.);	**J**	glScale(1.25, 10., 2.5);
D	glLoadIdentity();	**K**	glRotatef(90., 1., 0., 0.);
E	glutSolidCube(1.25);	**L**	glRotatef(90., 0., 1., 0.);
F	glTranslatef(-10., 25-, 10.);	**M**	glRotatef(90., 0., 0., 1.);
G	glTranslatef(10., -25-, -10.);	**N**	glPushMatrix();

Resposta: G J C (em alternativa, mais extensa, DGJC ou NDGJCA)

+++ SEGUNDO TESTE +++ +++ SEGUNDO TESTE +++ +++ SEGUNDO TESTE+++

9. **[4.0V]** Considere a cena ilustrada na figura abaixo, com uma fonte de luz e uma superfície plana.



Nesta cena, a fonte de luz faz um ângulo com a superfície de 75º e o observador olha para a superfície segundo um ângulo de 15º. As características de iluminação e de reflexão são descritas pelas seguintes funções e inicializações em OpenGL:

```
GLfloat ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };
GLfloat diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };
GLfloat specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };
GLfloat mat_ambient[] = { 0.2, 0.0, 0.0, 1.0 };
GLfloat mat_diffuse[] = { 1.0, 0.0, 0.0, 1.0 };
GLfloat mat_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };

glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, ambient);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, specular);
glMaterialfv(GL_FRONT_AND_BACK, GL_AMBIENT, mat_ambient);
glMaterialfv(GL_FRONT_AND_BACK, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialfv(GL_FRONT_AND_BACK, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, 1.0);
```

a) **[1.0v]** Como caracterizaria o material da superfície?
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: Material vermelho sem brilho.

B: Material branco com brilho.

C: Material verde sem brilho.

D: Material vermelho com brilho.

E: Material azul com brilho.

Resposta: D

b) **[1.5v]** Calcule, de acordo com a aproximação de **Blinn**, o valor do ângulo entre o halfway vector e o vector normal à superfície (*n*).

Resposta: 30º

c) **[1.5v]** Calcule a cor do ponto da superfície para onde o observador está a olhar segundo o modelo de reflexão de **Blinn-Phong**.

Resposta:
R = 0.1*0.2 + 1.0*1.0*cos(15o) + 1.0*1.0*cos(30o)^1 = 0.02 + 0.97 + 0.87 = 1.86
G = 0.0 + 0.0 + 1.0*1.0*cos(30o)^1 = 0.87
B = 0.0 + 0.0 + 1.0*1.0*cos(30o)^1 = 0.87

10. **[2.0v]** Dados os vectores de visualização (v) e as normais a faces (n) em coordenadas do mundo que se seguem, indique quais as faces visíveis e quais as faces não visíveis.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

n	***v***	Não visível	Visível
[0; 0; -1]	[0,8;0,2; 0]		X
[1; 1,5; 1]	[0,8;0,2; -1]	X	

11. **[2.0v]** O algoritmo de back-face culling remove todas as faces

A: traseiras
B: traseiras e de topo
C: frontais
D: não visíveis
E: frontais não visíveis

Resposta: A

12. **[3.0v]** Assuma que a matriz GL_PROJECTION foi inicializada com a matriz identidade. De seguida, introduziu-se o comando:

```
glOrtho(-4.0, 4.0, -3.0, 3.0, 10, 100);
```

Considere que o comando glOrtho() usa um referencial da câmara em que o plano *near* situa-se em z=10 e o plano *far* em z=100. Uma das transformações realizadas internamente pelo OpenGL é a transformação de normalização. Para a resolução deste exercício, considere que o volume de visualização canónico ortogonal tem como limites $-1 \le x,y \le 1$ e $0 \le z \le 1$. Assim, neste caso particular, a transformação de normalização consiste num produto de duas transformações geométricas, $T_{norm} = T_2 * T_1$

a) [1.0v] Seleccione a opção correcta que identifica o tipo das duas transformações geométricas.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: T1 é uma Translacção; T2 é uma Escala
B: T1 é uma Escala; T2 é uma Escala
C: T1 é uma Translacção; T2 é uma Translacção
D: T1 é umaEscala; T2 é uma Translacção
E: Nenhuma das anteriores

Resposta: A

b) [1.0v] Calcule a matriz correspondente à transformação T_1.

$$T1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

c) [1.0v] Calcule a matriz correspondente à transformação T_2.

$$T2 = \begin{bmatrix} 1/4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/(100-10) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

13. [4.0v] Assuma que a matriz GL_MODELVIEW foi inicializada com a matriz identidade. De seguida, no processo de estabelecimento da câmara virtual, introduziu-se o comando:

```
gluLookAt(eyex, eyey, eyez, -2.0, 2.0, -2.0, 0.0, -1.0, 0.0);
```

Após a execução deste comando, sabemos que o conteúdo da matriz GL_MODELVIEW resulta do produto de duas transformações geométricas $T_1 * T_2$.

a) [1.0v] Seleccione a opção correcta que identifica o tipo das duas transformações geométricas.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: T1 é uma Translacção; T2 é uma Escala

B: T1 é uma Rotação; T2 é uma Escala
C: T1 é uma Rotação; T2 é uma Translacção
D: T1 é uma Translacção; T2 é uma Rotação
E: Nenhuma das anteriores

Resposta: C

b) **[2.0v]** Calcule a posição da câmara virtual (os três primeiros argumentos da função `gluLookAt`), sabendo que uma destas transformações é representada pela seguinte matriz:

$$T_? = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

translação de um vector de deslocamento de [-VRPx –VRPy –VRPz]

logo VRP (-1 2 -2)

c) **[1.0v]** Indique a normal ao plano de visualização (view plane normal).

VPN = [-1 0 0]

d) **[1.0v]** Seleccione a matriz que representa a outra transformação geométrica.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

E = Nenhuma das anteriores

Para a rotação basta calcular os versores u, v e n.

VPN = n = [-1 0 0]

View-up [0 -1 0] => v'= [0 -1 0] e é ortogonal com n logo v= v'

u = n x v.

u = [0 0 1]

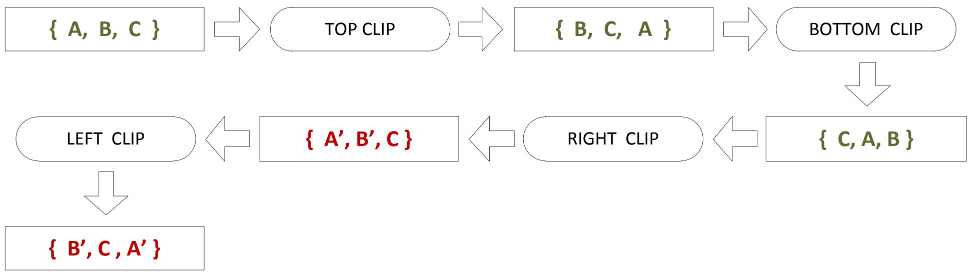
A matriz de rotação é dada em termos de linhas, respectivamente, pelas componentes dos versores **u,v e -n**.
Assim a resposta correcta é D

14. [1.5v] Considere o triângulo $T=\{A,B,C\}$, com $A=[12\ \ 6]^T$, $B=[11\ \ 1]^T$ e $C=[1\ \ 6]^T$, e o rectângulo de recorte limitado por $x_{min}=y_{min}=0$ e $x_{max}=y_{max}=10$.

a) [0.5v] De acordo com o algoritmo de Cohen-Sutherland, indique os outcodes associados aos três vértices (ordem dos bits: $y_{max}\ y_{min}\ x_{max}\ x_{min}$).

OC_A: 0 0 1 0
OC_B: 0 0 1 0
OC_C: 0 0 0 0

b) [1.0v] Indique o conteúdo da lista de vértices à entrada e saída do último passo do algoritmo de Sutherland-Hodgman aplicado ao triângulo T (siga a ordem de recorte fornecida na folha de respostas).



15. [2.5v] Considere o seguinte trecho de código OpenGL:

```
(…)
glViewport(0, 0, 800, 600);
glMatrixMode(GL_PROJECTION);
glLoadIdentity();
glOrtho(-20.0f, 20.0f, -10.0f, 10.0f, -5.0f, 5.0f);
glColor3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
glRotatef(90.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);
glBegin(GL_TRIANGLES); // T
glVertex3f(5.0f, -10.0f, 0.0f); // A
glVertex3f(5.0f, 30.0f, 0.0f); // B
glVertex3f(20.0f, 10.0f, 0.0f); // C
glEnd();
glScale(0.1f, 0.1f, 1.0f);
(…)
```

a) [0.5v] Indique os valores dos parâmetros F, B e RA da câmara virtual simples definida neste código.

F = -5.0 B = 5.0 RA = 2.0

b) **[1.0v]** Usando o volume de visualização estabelecido pelo comando `glOrtho`, indique o outcode do vértice B, de acordo com o algoritmo de Cohen-Sutherland (ordem dos bits: $z_{min}\ z_{max}\ y_{max}\ y_{min}\ x_{max}\ x_{min}$).

$$M_{projection} \cdot M_{modelview} = \begin{bmatrix} 0 & -1/20 & 0 & 0 \\ 1/10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/10 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_{ClippingCoords} = \begin{bmatrix} 0 & -1/20 & 0 & 0 \\ 1/10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/10 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 5 \\ 30 \\ 0 \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C_{ClippingCoords} = \begin{bmatrix} 0 & -1/20 & 0 & 0 \\ 1/10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/10 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 20 \\ 10 \\ 0 \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.5 \\ 2.0 \\ 0.5 \\ 1 \end{bmatrix}$$

OC_A: 0 0 0 0 0 0
OC_B: 0 0 0 0 0 1
OC_C: 0 0 1 0 0 0

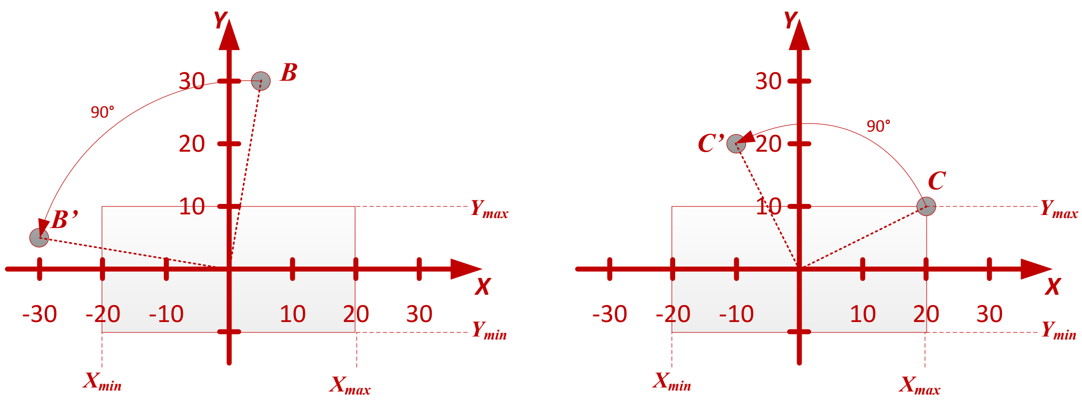
Em alternativa, quem compreendesse o código poderia fazer:

B = [5, 30, 0]^T e C =[20, 10, 0]^T

B' = $R_z(90)$. B = [-30, 5 , 0] e C' = $R_z(90)$. C = [-10, 20, 0]

E depois comparar com limites do VV: -20<x<20, -10<y<10 e -5<z<5

:



OC_A: 0 0 0 0 0 0
OC_B: 0 0 0 0 0 1
OC_C: 0 0 1 0 0 0

c) **[1.0v]** Considerando apenas a primeira iteração do algoritmo de Cohen-Sutherland, indique qual das seguintes afirmações é verdadeira.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: Os três segmentos de recta são trivialmente rejeitados.
B: Os três segmentos de recta são trivialmente aceites.
C: Os três segmentos de recta são subdivididos.
D: Os segmentos AB e CA são subdivididos e o BC e trivialmente rejeitado
E: Nenhuma das afirmações acima é verdadeira

+++ TERCEIRO TESTE +++ +++ TERCEIRO TESTE +++ +++ TERCEIRO TESTE+++

15. **[2.5v]** (considere o trecho de código OpenGL da página anterior)

d) **[1.0v]** Indique qual o conteúdo da matriz *projection* imediatamente antes da execução do comando `glBegin()`.

$$M_{projection} = \begin{bmatrix} {}^{1}/_{20} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & {}^{1}/_{10} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & {}^{1}/_{10} & {}^{1}/_{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} M_{modelview} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

e) **[1.5v]** Indique o valor de *x*, em coordenadas de viewport, do vértice A do triângulo T desenhado com este código.

$$M_{projection} \cdot M_{modelview} = \begin{bmatrix} 0 & -{}^{1}/_{20} & 0 & 0 \\ {}^{1}/_{10} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & {}^{1}/_{10} & {}^{1}/_{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_{ClippingCoords} = \begin{bmatrix} 0 & -{}^{1}/_{20} & 0 & 0 \\ {}^{1}/_{10} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & {}^{1}/_{10} & {}^{1}/_{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 5 \\ -10 \\ 0 \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$x_A = (0.5 + 1)\frac{800}{2} + 0 = 600$$

$$y_A = (0.5 + 1)\frac{600}{2} + 0 = 450$$

16. [4.0v] Considere que pretende mapear uma janela de visualização 2D definida pelas coordenadas X_{min}=2, Y_{min}=2, X_{max}=10 e Y_{max}=10 num viewport definido pelas coordenadas X_{min}=20, Y_{min}=20, X_{max}=60 e Y_{max}=40.

a) [1.0v] Sabendo que a transformação janela-viewport pode ser decomposta em três transformações geométricas elementares ($M=T_1*T_2*T_3$). Indique qual a matriz correspondente à transformação T_1.

(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 20 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} B = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} D = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 10 \\ 0 & 2.5 & 15 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

E= nenhuma das anteriores

T_1 = Translação (20, 20)

T_2 = Escala(40/8, 20/8) = Escala (5, 2.5)

T_3 = Translação(-2, -2)

$$T_1 = T(20,20) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 20 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = S(5,2.5) = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = T(-2,-2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b) [2.0v] Escreva a matriz correspondente à transformação janela-viewport descrita acima.

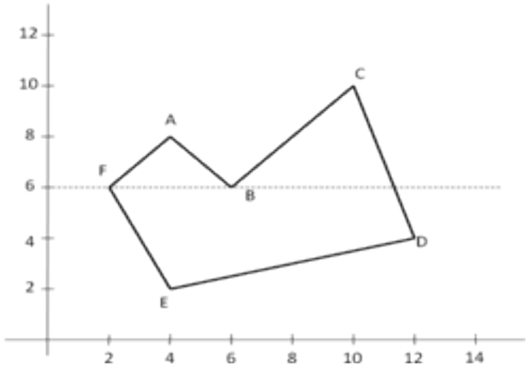
$$M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 20 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 10 \\ 0 & 2.5 & 15 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

c) [1.0v] Apresente as coordenadas viewport do ponto $P=[4 \;\; 8]^T$.

$$P_{ViewportCoords} = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 10 \\ 0 & 2.5 & 15 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 4 \\ 8 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \\ 35 \\ 1 \end{bmatrix}$$

17. [4.0v] Considere o seguinte polígono, que quer discretizar e preencher usando o algoritmo de scan-line:



a) [2.0v] Qual o conteúdo da Tabela de Arestas Activas na linha 6? (basta indicar os nomes das arestas)

([FA], [AB], [BC], [DC]) Por esta ordem

b) [1.0v] Seleccione abaixo a opção correcta que contempla quais os valores guardados na Tabela de Arestas para caracterizar a aresta [EF]?
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: *Ymax=6, X = 4, 1/m = -1/2*
B: *Ymin=2, Ymax=6, Xmin=2, Xmax=4*
C: *Ymin=1, m = 3/4, X=1*
D: *Xmin=1, Xmax=5; 1/m=1/2*
E: Nenhuma das anteriores

Resposta: A

c) [1.0v] Seleccione a opção correcta que indique quais os extremos do *span* na linha 6 (as menor e maior coordenadas x das quadrículas preenchidas na linha)? Recorde que o arredondamento é realizado para inteiros no interior do polígono.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: *2* e *14*
B: *4* e *9*
C: *2* e *11*
D: *3* e *9*
E: Nenhuma das anteriores

Será entre a aresta [FA] e a aresta [DC]. Sabemos que o x de [FA] na linha 6 é 2. Para saber o x de [DC] na linha 6, temos que usar o incremento que vale 1/m = -2/6 = -1/3. Como a aresta começa na linha 4, na linha 6 já subimos duas, pelo que temos que somar 2/m = -2/3, tornando o x de [DC] na linha 6 = 12-2/3 ~= 11.33. Como os valores são sempre arredondados para dentro dos polígonos, a resposta final é: C

Versão A

18. [3.0v] Considere que a memória de profundidade para a execução do algoritmo z-buffer tem a resolução de 3 x 3 e que cada posição de memória tem 8 bits cujo valor é um inteiro positivo. As posições dessa memória são indexadas desde (0,0) (canto inferior esquerdo) até (2,2) (canto superior direito).

a) [1.5v] Indique qual o conteúdo (valor em base 10) das 9 posições da memória de profundidade antes da execução do processo de rasterização dos polígonos.
Todas as posições com o valor 255 que representa a maior profundidade (8 bits logo valores entre 0 e 255)

b) [1.5v] Considere a geração de fragmentos referente à rasterização dos polígonos A e B de acordo com a figura abaixo. Após a rasterização de ambos os polígonos A e B, indique qual o conteúdo das posições (1, 1) e (2,2) da memória de profundidade.

Poligono A

90		
90	73	72
127	78	78

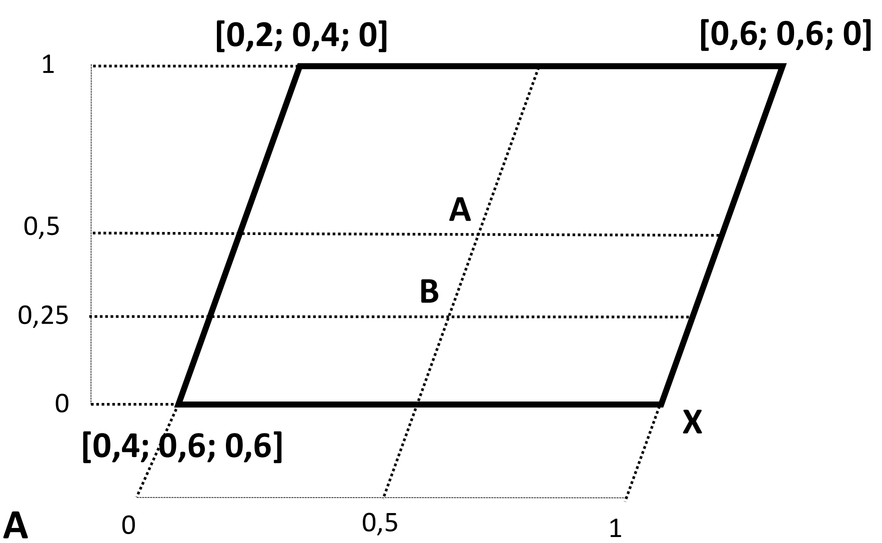
Polígono B

70	85	
77	127	126

ReadZ(1,1)→73

ReadZ(2,2)→ 255

19. [3.0v] A figura seguinte representa uma faceta com a forma de um paralelogramo onde se encontram as intensidades de 3 dos vértices do paralelogramo. As intensidades do quarto vértice (X) e do ponto B não são conhecidas.



Versão A

a) **[1.0v]** Determine a intensidades RGB do vértice X sabendo que foi empregue o sombreamento de Gouraud no preenchimento do paralelogramo e que a intensidade RGB no ponto A é [0,4; 0,5; 0,4].
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

	Vértice X
A	[0,2; 0,4; 0]
B	[0,4; 0,4; 0,2]
C	[0,4; 0,4; 1]
D	[0,6; 0,6; 0]
E	[0,3; 0,4; 0,15]

Sejam I_1=[0,2;0,4;0] I_2=[0,6;0,6;0] I_3=[0,4;0,6;0,6]

I_A= ((I_1-I_3)x0, 5+I_3 + (I_2-I_X)x0, 5+I_X)) / 2

I_X = 4I_A-I_1-I_3 –I_2 = 4[0,4; 0,5; 0,4]-[0,2;0,4;0]-[0,4;0,6;0,6]-[0,6;0,6;0]

= [1,6; 2,0; 1,6]-[1,2;1,6;0,6]

=[0,4; 0,4; 1]

Resposta: C

b) **[1.0v]** Determine as intensidades RGB do vértice X e do ponto B sabendo que foi empregue o sombreamento constante (*flat shading*) que considera todos os vértices no preenchimento do paralelogramo e que a intensidade RGB no ponto A é [0,4; 0,5; 0,2].
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

	Vértice X	**Ponto B**
A	[0,4; 0,6; 0,6]	[0,4; 0,5; 0,6]
B	[0,4; 0,4; 0,2]	[0,4; 0,5; 0,2]
C	[0,4; 0,5; 0,2]	[0,4; 0,4; 0,2]
D	[0,4; 0,4; 2]	[0,4; 0,3; 0,2]
E	[0,4; 0,5; 0,2]	[0,3; 0,4; 0,15]

Sejam I_1=[0,2;0,4;0] I_2=[0,6;0,6;0] I_3=[0,4;0,6;0,6]

I_A= (I_1+ I_2+I_3+I_X)) / 4

I_X = 4I_A - I_1 – I_2 – I_3 = 4[0,4; 0,5; 0,2] - [0,2;0,4;0] - [0,6;0,6;0] - [0,4;0,6;0,6] =

= [1,6;2,0;0,8] – [1,2;1,6;0,6]

= [0,4; 0,4; 0,2]

I_B = I_A=[0,4; 0,5; 0,2]

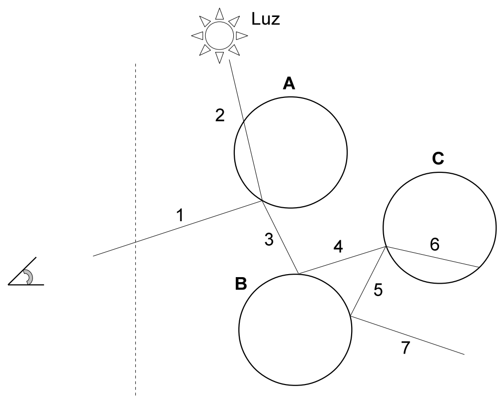
Resposta: B

c) **[1.0v]** Supondo o emprego do sombreamento de Phong, que a intensidade RGB no vértice X é [0,4; 0,6; 0,2] e que existe uma fonte de luz sobre o centro da faceta que ilumina este centro segundo uma direcção perpendicular à superfície, a intensidade RGB do ponto central da faceta é ...
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: ... inferior a todos os valores das intensidades dos vértices.
B: ... superior a todos os valores das intensidades dos vértices.
C: ... igual à média dos valores das intensidades dos vértices.
D: ... menor que a média dos valores das intensidades dos vértices.
E: ... nenhuma das anteriores.

Resposta: B

20. [3.0V] Considere o seguinte diagrama que representa os raios traçados por um Ray Tracer para um determinado pixel:



a) [1.0v] Indique quais são os raios reflectidos.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: 1, 3, 4 e 5
B: 2, 4, 5 e 7
C: 2, 3, 4 e 6
D: 3, 4, 5 e 7
E: 3, 5, 6 e 7

Resposta: D

b) [1.0v] Classifique os materiais das esferas A e B.
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

A: A esfera A é opaca e a B é translúcida.
B: Ambas as esferas são opacas.
C: Ambas as esferas são translúcidas.
D: A esfera A é translúcida e a B é opaca.
E: Não se pode concluir nada quanto aos materiais das esferas.

Resposta: B

c) [1.5v] Se o limite máximo de intersecções for 5, quantos raios reflectidos e refractados faltam no diagrama?

Resposta: 1 reflectido e 1 refractado