

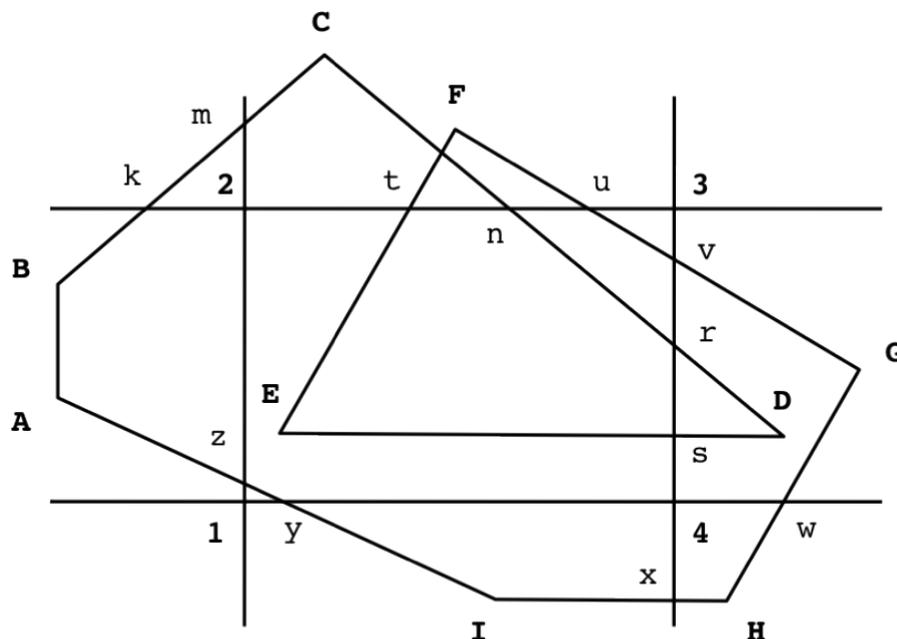
# COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

**LEI/FCT/UNL — Ano Lectivo 2009/10**  
**EXAME da ÉPOCA NORMAL — 15/01/10**

*Atenção: Responda no próprio enunciado, que entregará. Em caso de engano, e se o espaço para a resposta já não for suficiente, poderá usar o verso das folhas desde que feitas as devidas referências.  
 Não desagrafe as folhas! A prova de exame, com duração de 2H, é sem consulta.*

**1.** (6 valores)

São dados os polígonos  $P=[A, B, C, D, E, F, G, H, I]$  e  $Q=[1, 2, 3, 4]$ , sendo este último considerado como janela de recorte. (Duas arestas de  $P$  são horizontais e uma é vertical)



- a) Considere a aplicação ao polígono  $P$  do algoritmo de recorte de Sutherland-Hodgman em  $Q$ . Escreva o resultado da aplicação no final das duas fases iniciais de processamento, segundo a ordem: Esquerda, Cima, Direita, Baixo.

Observação: Não renomeie pontos já identificados na figura.

$P_{\text{fase1}} = [$

$P_{\text{fase2}} = [$

- b) Suponha que se aplica o algoritmo de FILL AREA (*even-odd*) ao polígono  $P$  antes deste ser recortado. Pretende-se saber quais são as arestas que fazem parte da Tabela das Arestas Activas, e por que ordem, durante o percurso de tratamento da linha de varrimento que passa no ponto...

b1)  $y$  : \_\_\_\_\_

b2)  $s$  : \_\_\_\_\_

b3)  $r$  : \_\_\_\_\_

- c) Na figura dada, pinte as regiões que ficariam preenchidas pela aplicação do algoritmo de FILL AREA ao polígono P após este ter sido recortado em Q.
- d) Faz-se o mesmo pedido que na alínea b), mas tomando-se P após o recorte total.
- d1)  $y$  : \_\_\_\_\_
- d2)  $E$  : \_\_\_\_\_
- d3)  $v$  : \_\_\_\_\_
- e) O algoritmo de FILL AREA pode facilmente ser adaptado para efectuar o preenchimento do exterior dum polígono, conforme se pedia num dos trabalhos práticos. Tomando apenas como hipótese de partida que o conteúdo do *framebuffer* não possui nenhum pixel com a cor do polígono que se pretende preencher, com que outro algoritmo de preenchimento se poderia efectuar a pintura do exterior desse mesmo polígono? \_\_\_\_\_

E que condições necessitariam estar reunidas para tal efeito? \_\_\_\_\_

---



---



---



---

- f) Considere que um polígono  $J=[2, t, E, s, 4, y, z]$  corresponde a uma face dum modelo poligonal 3D. Seria aconselhável a aplicação do algoritmo de *culling* às faces do objecto para eliminação das partes ocultas? \_\_\_\_\_. Justifique: \_\_\_\_\_

---



---



---



---

No geral, em que condições é que é correcta a seguinte afirmação: “*Na eliminação das partes ocultas de um modelo poligonal 3D onde faça sentido a aplicação do algoritmo de culling, o teste de visibilidade resume-se a testar a componente z da normal à face – se positivo, então a face é visível.*”

---



---



---

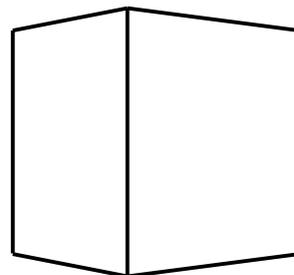


---



**3.** (1,5 valores)

Analise o desenho dum paralelepípedo, obtido por intermédio duma projecção geométrica plana, com remoção de linhas ocultas, e responda às seguintes questões:



a) Qual o tipo de projecção usada para a obtenção da figura?

\_\_\_\_\_

b) O que se poderá afirmar em relação à orientação das arestas relativamente ao plano de projecção? Justifique a sua afirmação: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

c) Qual seria a resposta à alínea b) se, imediatamente antes da projecção, se aplicasse uma transformação geométrica  $R_x(\alpha)$ ? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**4.** (4 valores)

Nas figuras seguintes estão desenhadas duas curvas cúbicas contínuas. A curva da figura 4.1 foi desenhada a partir de um conjunto de 6 pontos de controlo, interpolando um desses pontos. No caso da curva da figura 4.2 foram utilizados, também, 6 pontos de controlo, dos quais 5 são interpolados. Em ambos os casos, a escolha dos pontos de controlo foi efectuada de entre os pontos (de  $P_0$  a  $P_8$ ) da malha quadrangular representada.

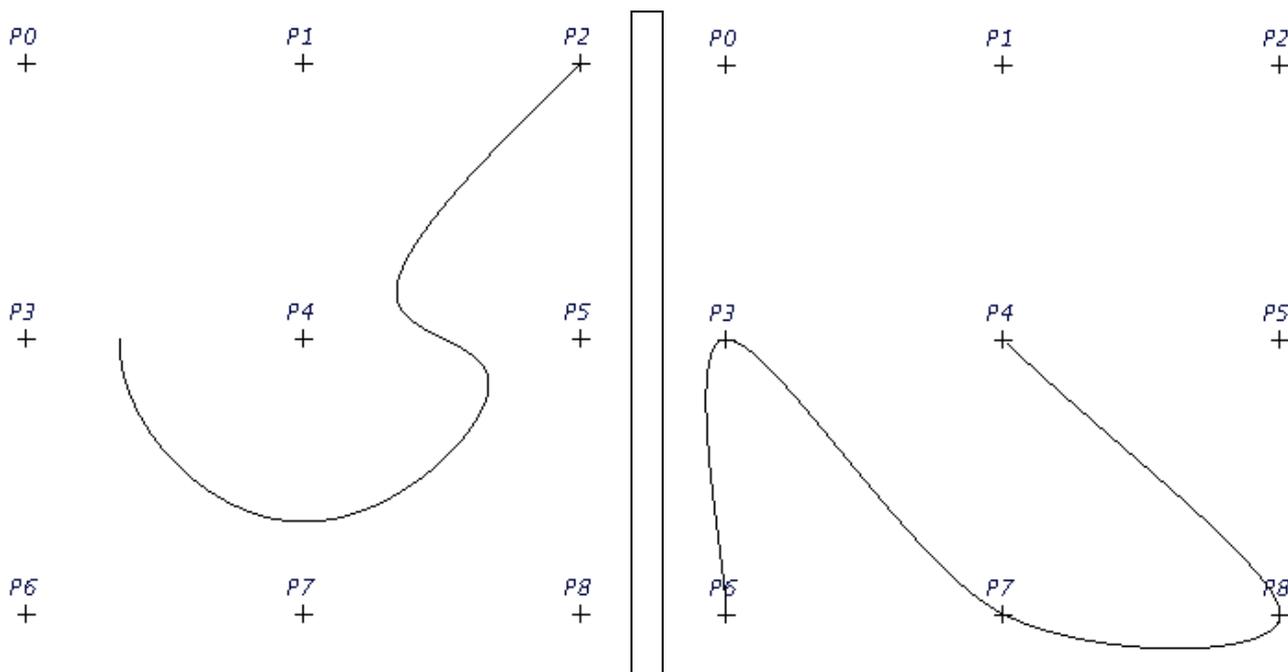


Figura 4.1

Figura 4.2

a) Considere a curva da figura 4.1, constituída por um número mínimo de troços e o mais suave possível.

a.1) Qual o tipo de curva? \_\_\_\_\_ .

a.2) Identifique claramente no desenho os vários troços e enumere de seguida os respectivos vectores de geometria que foram usados, na forma  $G_i = [ \text{_____} ]^T$ . A identificação no desenho de cada troço deve incluir a referência  $\hat{i}$  e os limites, aproximadamente ou de forma exacta se tal for possível.

a.3) Qual a classe de continuidade paramétrica e geométrica da curva? \_\_\_\_\_ .  
Justifique sucintamente: \_\_\_\_\_

---

---

---

b) Faz-se o mesmo pedido que na alínea a), mas considerando agora a curva da figura 4.2.

b.1) Qual o tipo de curva? \_\_\_\_\_ .

b.2)

b.3) Qual a classe de continuidade paramétrica e geométrica da curva? \_\_\_\_\_ .  
Justifique sucintamente: \_\_\_\_\_

---

---

---

c) Um retalho (patch)  $Q(s,t)$  de uma superfície bicúbica de Bézier é definida a partir de 16 pontos de controlo. Supondo que pretende determinar um vector normal num ponto genérico  $P$  de um retalho desse tipo, diga como procederia matematicamente para alcançar esse objectivo: \_\_\_\_\_

---

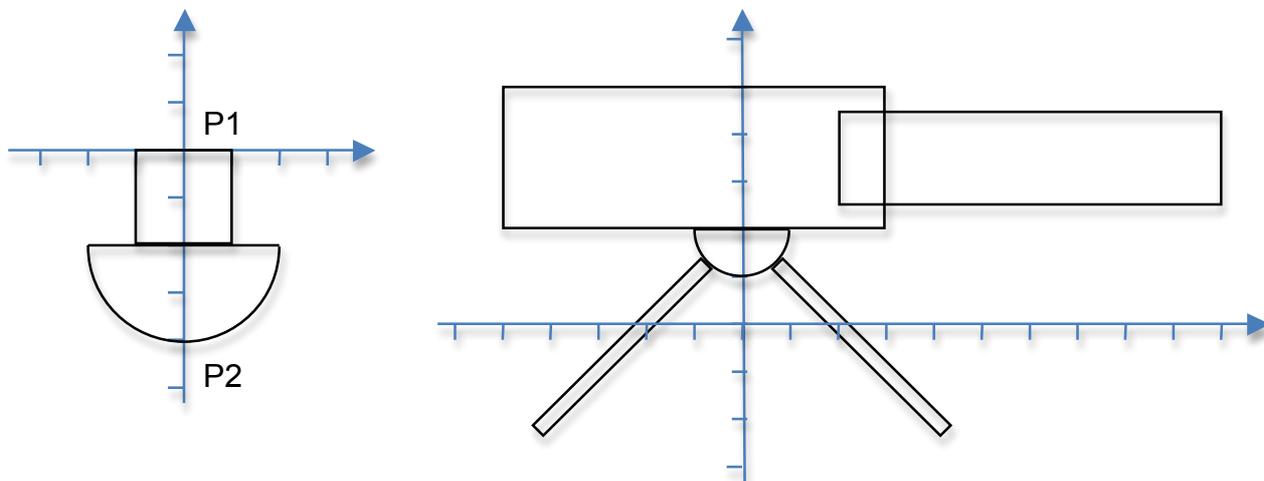
---

---

---

**5.** (4 valores)

Pretende-se modelar, com figuras geométricas 2D, um telescópio. Para isso vamos servir-nos, como primitivas gráficas, do quadrado (P1) e do semi-círculo (P2) que se apresentam em baixo, na figura da esquerda. Os elementos geométricos necessários à composição do telescópio em WC também se podem ver em baixo, mas na figura da direita. Para além da extensão do elemento mais estreito do corpo, representado na figura na sua extensão máxima, é ainda possível inclinar o telescópio, rodando todo o conjunto, com excepção dos pés do suporte, os quais se podem abrir ou fechar.



- a) Apresente o grafo de cena que mais claramente se adapte à criação do telescópio. Use a forma geral de grafo indicada nas aulas teóricas, instanciando todos os parâmetros. Mas tenha em conta os graus de liberdade do modelo, pelo que quaisquer variáveis do mesmo deverão figurar no grafo. Na sua solução considere que ambos os pés, de comprimento 5 e largura 1/3, fazem sempre um ângulo igual com uma linha imaginária vertical (abrem e fecham em simultâneo).

- b) Pretende-se traduzir o grafo da cena para um programa OpenGL equivalente. Enumere as transformações geométricas e as folhas do grafo na sequência em que seriam usadas no programa, introduzindo também as palavras `Push` e `Pop` (como abreviaturas mais cómodas de `glPushMatrix()` e `glPopMatrix()`, respectivamente) nas posições – e só nessas – em que tais instruções não possam ser dispensadas.

