

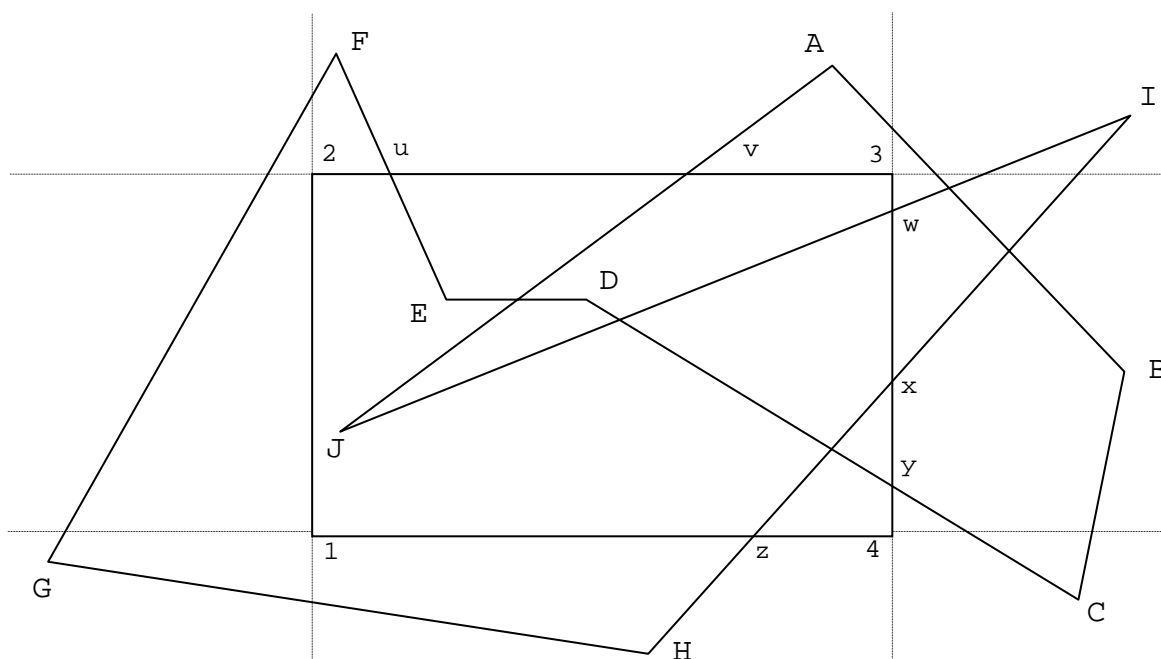
# COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

LEI/FCT/UNL — Ano Lectivo 2010/11  
EXAME da ÉPOCA de RECURSO — 11.01.27

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. (4 valores)

É dado o polígono  $P = [A, B, C, D, E, F, G, H, I, J]$ , ao qual irá ser aplicado o algoritmo de recorte de Sutherland-Hodgman no polígono  $Q = [1, 2, 3, 4]$ . As convenções quanto à orientação dos eixos cartesianos são as mesmas que se usaram nas aulas teóricas.



Não renomeie pontos que já estejam identificados na Figura!

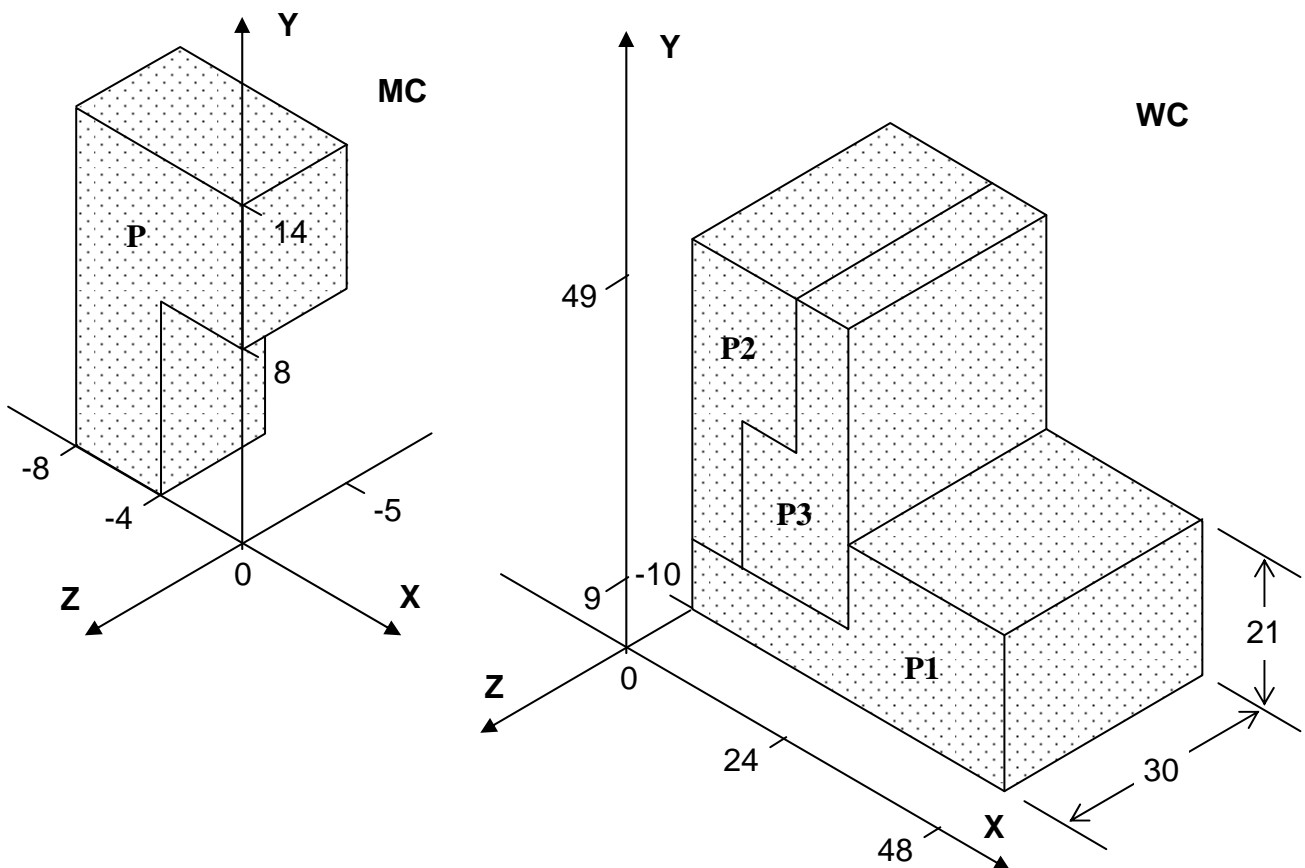
- a) Quantas arestas irá ter o polígono, denotado por  $P'$ , que será o resultado final do recorte de  $P$  em  $Q$ ? \_\_\_\_\_
- b) Escreva o resultado obtido ao terminar a primeira fase de processamento do recorte de  $P$ , admitindo que a ordem dessas fases é a seguinte: Clip Top  $\rightarrow$  Clip Bottom  $\rightarrow$  Clip Right  $\rightarrow$  Clip Left

Indique qual será, no final do processamento, a especificação do polígono  $P'$ :

$P' = [$

- c) Na figura dada, pinte as regiões que ficariam preenchidas pela aplicação do algoritmo de FILL AREA (par-ímpar) ao polígono  $P'$ .
- d) Considere a aplicação do algoritmo de FILL AREA ao polígono  $P'$ , tal como na alínea c). 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...
- d.1)  $z$  : \_\_\_\_\_
- d.2)  $y$  : \_\_\_\_\_
- d.3)  $E$  : \_\_\_\_\_
- d.4)  $v$  : \_\_\_\_\_
- e) Suponha que, em relação a  $Q$ , se vai aplicar o algoritmo de Cyrus-Beck (Liang-Barsky) às arestas do polígono  $P$  (ou seja:  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ , etc.) e que a ordem das 4 fases de tratamento de recorte é a mesma ( $Top \rightarrow Bottom \rightarrow Right \rightarrow Left$ ).  
Quais as arestas de  $P$  que serão tratadas por este algoritmo sem passarem por todas as 4 fases de tratamento de recorte? \_\_\_\_\_

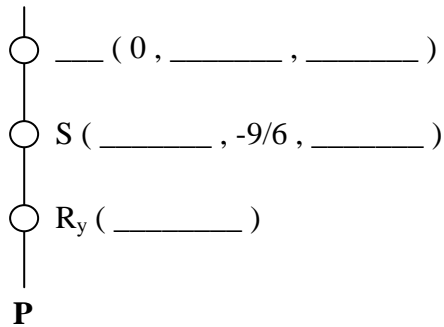
2. (3,5 valores)



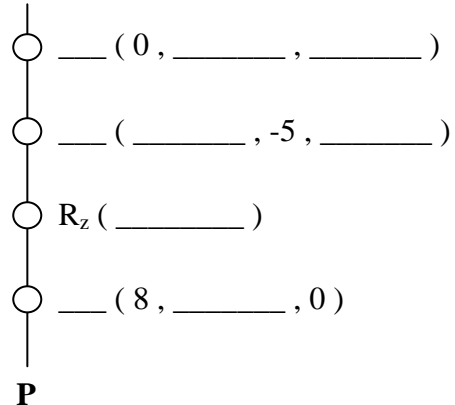
Com instâncias da primitiva tridimensional  $P$ , definida em coordenadas locais (MC) na figura do lado esquerdo, construiu-se, em coordenadas do mundo real (WC), um sólido com a forma da letra L. Ele é mostrado na figura do lado direito, onde também se vê cada um dos sólidos constituintes  $P1$ ,  $P2$  e  $P3$ . Pretende-se obter, para cada um destes, a sequência de transformações geométricas 3D que originem a sua imagem em WC (de acordo com a figura).

- a) Complete os espaços livres (e só esses!) indicados nos seguintes grafos de cena parciais, tendo em atenção que **P2**, uma vez definido em função de **P**, servirá como primitiva para **P3**:

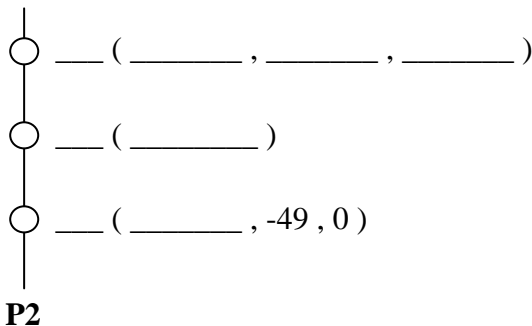
**P1:**



**P2:**



**P3:**



- b) Classifique a projectção geométrica usada nas figuras dadas:

Refira as vantagens que, no seu conjunto, nos podem levar à preferência deste tipo de projectção sobre todas as restantes projectções geométricas planas apresentadas nas aulas:

---



---



---



---



---

3. (3,5 valores)

Uma dada janela é definida, em coordenadas do mundo real (WC), por  $x_1 \leq x \leq x_2$  e  $y_1 \leq y \leq y_2$ . Ela encontra-se totalmente mapeada, sem distorção, num visor que ocupa toda a largura  $W$  e altura  $H$  de um determinado ecrã (*full screen*, valores expressos em pixels). A origem do sistema de coordenadas localiza-se no canto superior esquerdo do ecrã, como é característica deste tipo de equipamentos.

- a) Admita que uma outra aplicação irá ocupar todo o espaço de largura  $L$  à direita no ecrã, pelo que haverá necessidade de se alterar o visor anterior para que a mesma imagem aproveite ao máximo a parte restante do ecrã (adiante designada por **A**). Pretende-se que a imagem ainda se mantenha sem distorção e que fique centrada nessa área **A** do ecrã. Especifique, na situação descrita, a nova transformação de enquadramento janela-visor por uma matriz  $M$  (para usar na forma  $P'=M.P$ ) deduzida e apresentada em termos da mais simples composição de transformações geométricas elementares ( $S$ ,  $R$ , ou  $T$ ) em 2D, com a instanciação apropriada de todos os parâmetros.

M =

- b) Considere o par janela-visor que se encontra nas condições da alínea a). Que coordenadas dessa janela teriam de ser necessariamente alteradas se pretendêssemos que o visor viesse a ocupar toda a área **A**, mas desde que a janela se mantivesse centrada no mesmo ponto de coordenadas WC e não se corresse o risco de desaparecimento (por recorte) de qualquer gráfico anteriormente visível? Refira também se os novos valores seriam maiores ou menores do que os anteriores.

---

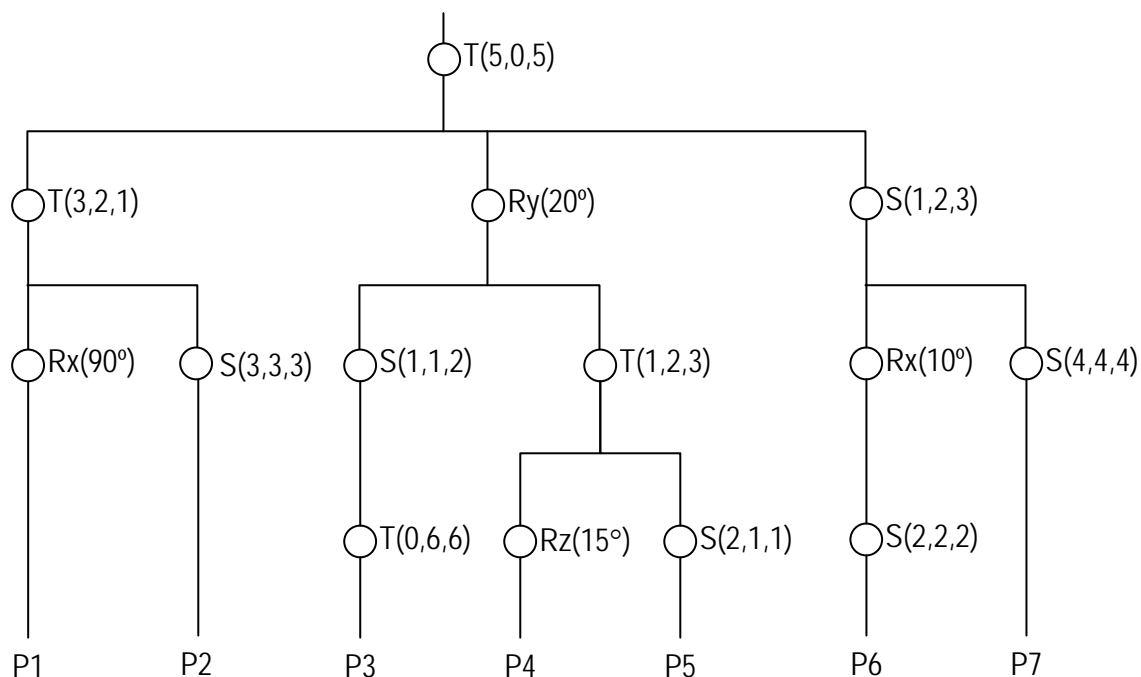


---



---

4. (3 valores)



O diagrama anterior é o grafo dum cena. Os diversos  $P_i$  representam sólidos primitivos que, por hipótese, correspondem aos da biblioteca GLUT (`glutSolidCube()`, por exemplo), à semelhança do trabalho prático realizado nas aulas práticas da disciplina.

- a) Pretende-se traduzir o grafo da cena para um programa OpenGL equivalente. Transcreva, nas linhas seguintes, as transformações geométricas (com a mesma sintaxe usada no grafo) e as primitivas  $P_i$  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. Sugestão: comece por escrever todo o pseudo-código e faça depois a optimização.

Nota: Para melhorar a legibilidade, escreva a resposta com *indentação* apropriada.



- b) Indique e justifique as alterações de simplificação que se poderiam fazer ao grafo nos ramos que afectam as primitivas P6 e P7 sem que isso venha a modificar, obviamente, os resultados de visualização da cena numa posterior travessia do grafo.

---



---



---



---



---



---

5. (2 valores)

- a) Complete a seguinte frase:

« O eixo do cone que representa o espaço HSV é o lugar geométrico das cores com \_\_\_\_ = \_\_\_\_ »

- b) No espaço HSV, que figura geométrica corresponde ao lugar geométrico dos pontos que satisfazem cada uma das seguintes condições?

H = 30° : \_\_\_\_\_

S = 0,5 : \_\_\_\_\_

V = 0,5 : \_\_\_\_\_

- c) No espaço HLS, que figura geométrica corresponde ao lugar geométrico dos pontos que satisfazem cada uma das seguintes condições?

H = 30° : \_\_\_\_\_

L = 0,5 : \_\_\_\_\_

S = 0,5 : \_\_\_\_\_

- d) Segundo o modelo de reflexão difusa ( $I_{r,g,b} = I_{pr,g,b} k_{dr,g,b} \cos \theta$ ), seria possível que um objecto amarelo (1,1,0) pudesse ser percepcionado como verde puro? \_\_\_\_\_

Justifique: \_\_\_\_\_

---



---



---



---

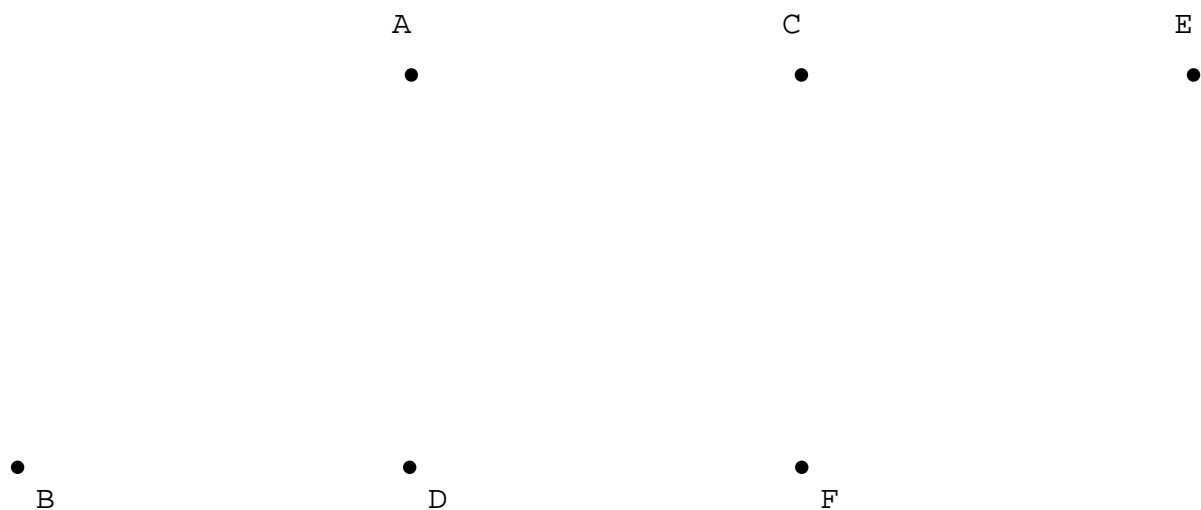


---

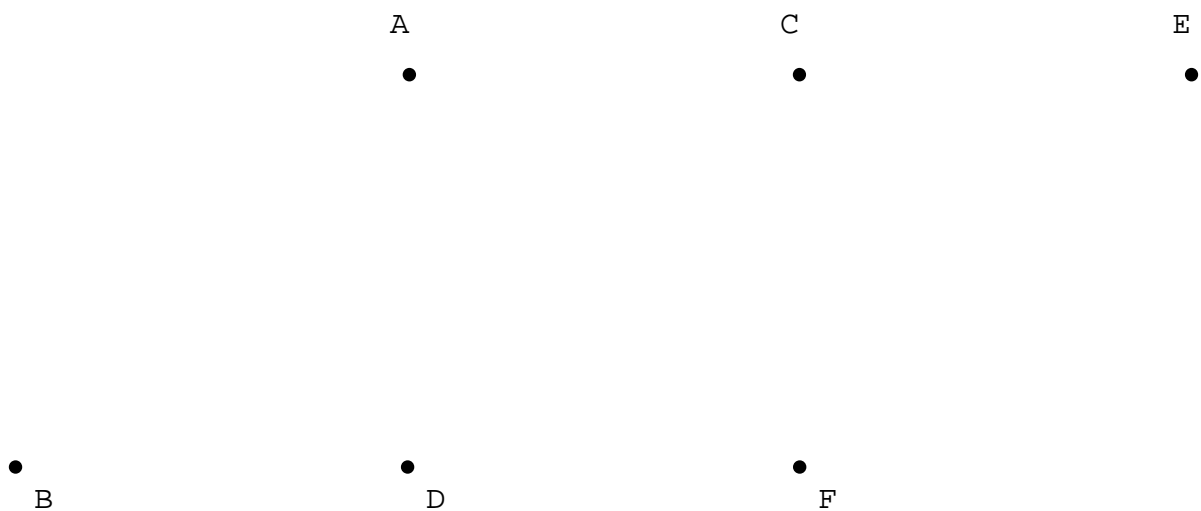
6. (4 valores)

Os 6 pontos indicados na figura de cada uma das alíneas a) e b) encontram-se igualmente espaçados e deverão ser todos utilizados como pontos de controlo na resposta à respectiva questão.

- a) Esboce, na figura seguinte, uma curva cúbica de Bézier que seja fechada e apresente a maior suavidade (*smoothness*) possível, identificando claramente todos os troços constituintes. Para cada troço  $i$ , escreva o vector de geometria  $G_i$  que lhe corresponda:



- b) Na figura seguinte, esboce uma curva cúbica B-spline fechada que interpole os mesmos pontos de controlo que a curva em a) e que apresente o menor número possível de troços constituintes. Para cada troço  $i$ , que identificará, escreva também o respectivo vector de geometria  $G_i$  :



c) Quais as classes de continuidade paramétrica e geométrica da curva em a)? \_\_\_\_\_

Justifique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) Quais as classes de continuidade paramétrica e geométrica da curva em b)? \_\_\_\_\_

Justifique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e) Apresente duas vantagens nítidas que possam justificar, no âmbito das aplicações gráficas, a escolha da forma paramétrica na representação de curvas em alternativa à forma explícita não-paramétrica:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_