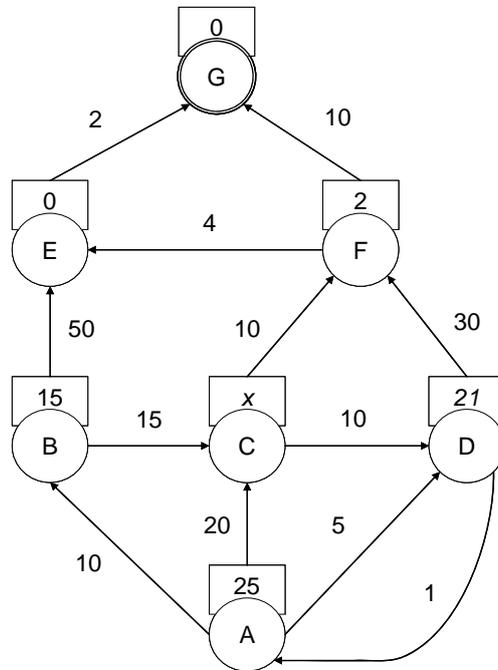


GRUPO I

I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. O estado objectivo é G. Não se representa os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto.

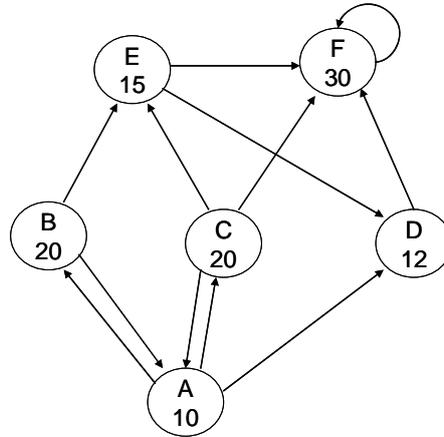
Indique o intervalo de valores possíveis para X de modo a que a função heurística seja consistente. Justifique se a heurística obtida é admissível.



I.2) Considere novamente o grafo da questão 1, com o valor $X=40$. Explícite os conteúdos das listas aberta e fechada na iteração final do algoritmo de procura A^* em grafos, imediatamente antes da expansão do nó relativo ao estado objectivo; o estado inicial é o A. Indique entre parêntesis o valor da função de avaliação para cada nó nas listas.

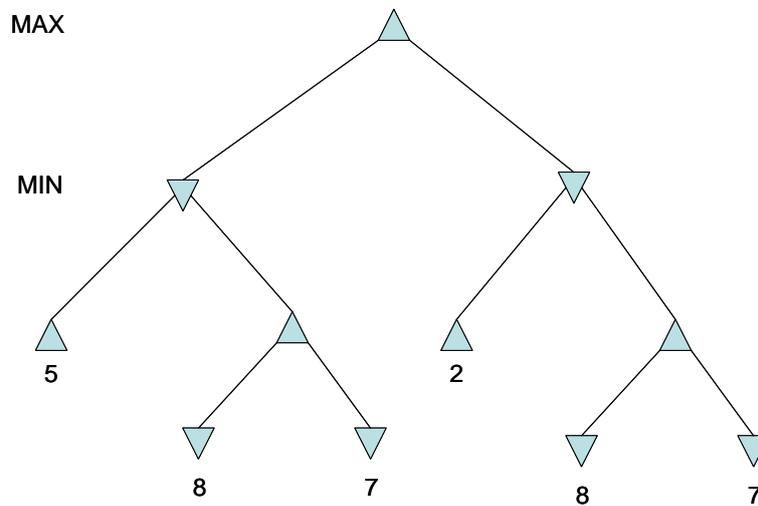
Espaço de rascunho:

I.3) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura, onde o valor da função objectivo é dado pelo valor numérico em cada estado. Os arcos indicam a relação de sucessor entre estados. Partindo do estado inicial A explicito pelo menos duas sequências possíveis de estados visitados pelo algoritmo trepa-colinas (versão de maximização). Indique se o estado final obtido em cada uma das sequências é um máximo local ou global.



I.4) Sejam A e B duas variáveis inteiras, sujeitas à seguinte restrição $A + 2*B > 6$. Sabe-se que a variável A pode tomar os valores $\{1,2,3,4,5\}$ e a variável B os valores $\{-2,-1,0,1,2\}$. Indique quais os valores da variável A que se encontram inconsistentes, justificando.

I.5) Na figura abaixo poderá encontrar uma árvore de jogo construída pelo algoritmo MINIMAX, em que os nós terminais estão anotados com o valor da função de avaliação. Assinale na sua folha de resposta os ramos da árvore que seriam cortados caso se tivesse utilizado o algoritmo de procura α - β , assumindo que os filhos de cada estado são percorridos da esquerda para a direita.



I.6) Recorrendo ao algoritmo de Davis-Putnam, também designado por DPLL, verifique se $\sim a \wedge \sim d$ é uma consequência lógica do seguinte conjunto de cláusulas proposicionais. Justifique e explicitite os passos do algoritmo.

$\sim a$
 $\sim b$
 $b \vee d$
 $a \vee b \vee c$
 $\sim c \vee \sim e$
 $b \vee e$

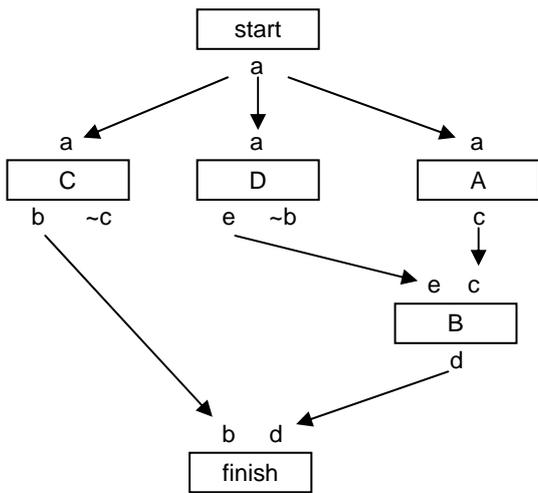
I.7) Seja P o programa em lógica normal listado abaixo. Indique, caso exista, um modelo estável do programa P. Justifique a sua resposta.

$a :- b, \text{ not } c.$
 $b :- \text{ not } c.$
 $c :- \text{ not } a.$
 $d :- c, \text{ not } d.$

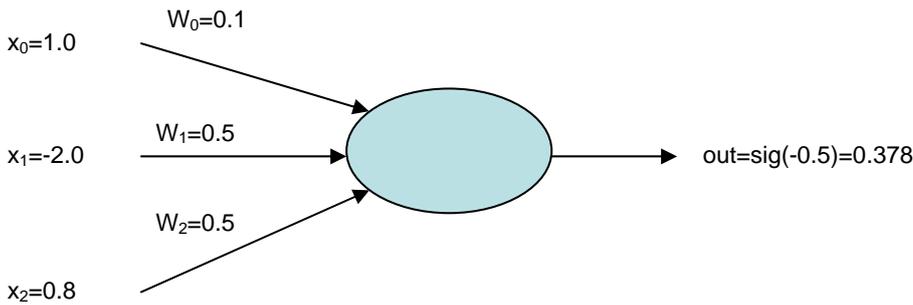
I.8) Considere os predicados do terceiro trabalho prático **interessante/1** e **água/1** com domínios dados por **ponto(1..5)**. Apresente uma ou mais regras de integridade na linguagem SMODELS que capturem a restrição “todos os pontos com água não são interessantes”. Se entender necessário, poderá utilizar predicados auxiliares.

Espaço de rascunho:

I.9) Considere o seguinte plano com ordem parcial gerado pelo algoritmo POP. Liste todas as ameaças existentes e resolva-as de acordo com o algoritmo referido. Refira para cada um dos planos obtidos as sequências de execução possíveis.



I.10) O perceptron da figura pertence a uma rede monocamada com função de activação sigmóide. Para o exemplo de treino $x_0=1$, $x_1=-2$, $x_2=0.8$ o valor de saída deveria ser $y=0.8$. Sabendo que o ritmo de aprendizagem η tem o valor 0.1, indique qual o valor do peso W_1 após actualização com a regra delta. Apresente todos os cálculos efectuados.



Espaço de rascunho:

GRUPO II

Estão constantemente a ocorrer abalos sísmicos por todo o globo. Desses, 90% têm magnitude fraca e 9% magnitude média. Cerca de 80% dos abalos sísmicos têm epicentro no mar, sendo os restantes 20% em terra. Os abalos com epicentro no mar de magnitude média provocam um tsunami em 5% dos casos, subindo esta probabilidade para 10% para o caso de abalos sísmicos de epicentro no mar e de magnitude forte. Nas outras situações, a probabilidade de ocorrer um tsunami é de 1%. Infelizmente, abalos de magnitude forte ou tsunamis provocam sempre vítimas mortais. Nas restantes situações, existem 20% de hipóteses de haver vítimas em abalos sísmicos de magnitude média e de 1% para o caso de abalos sísmicos de magnitude fraca.

II.1) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.

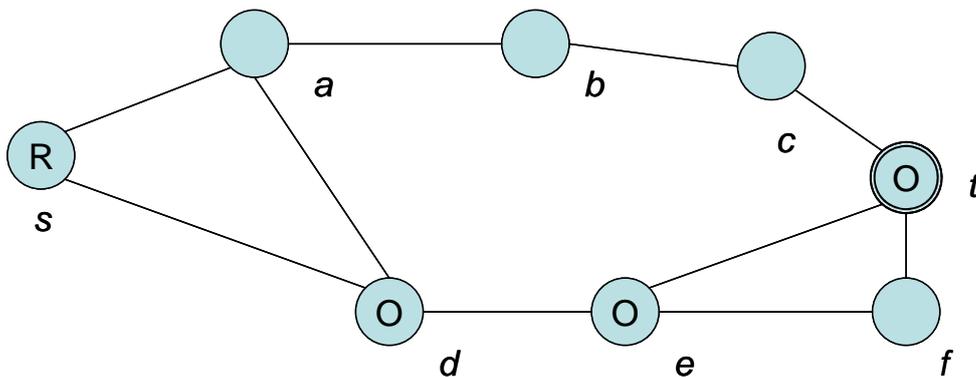
II.2) Calcule a probabilidade do abalo sísmico ter epicentro no mar sabendo que ocorreu um tsunami e se verificaram vítimas mortais.

II.3) Determine a probabilidade de simultaneamente ocorrer um abalo sísmico de magnitude média e um tsunami.

Espaço de rascunho:

GRUPO III

Seja G um grafo não dirigido, conexo, com vértices V . Existe um robô móvel num dos vértices; este vértice é designado por s . Alguns dos outros vértices podem conter obstáculos, também eles móveis. A localização inicial de obstáculos é dado pelo conjunto $O \subset V$. O robô e os obstáculos só podem ocorrer em vértices, mas podem ser deslocados através das arestas do grafo. Um vértice só pode conter no máximo um objecto (robô ou obstáculo). Em cada passo, pode-se deslocar ou o robô ou um obstáculo para um vértice adjacente desocupado. O objectivo consiste em deslocar o robô para um vértice designado por t , utilizando o menor número de passos possível. Uma instância pode ser encontrada na figura abaixo, onde as letras minúsculas designam os vértices. O vértice com um "R" indica a posição do robô; os vértices com obstáculos encontram-se assinalados com um "O".



III.1) Indique qual a solução óptima para o exemplo fornecido e custo respectivo.

III.2) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de procura em espaço de estados, indicando o estado inicial, teste de estado objectivo e função que devolve os sucessores de um estado, não esquecendo de indicar o custo dos operadores.

NOTA: Não é necessário apresentar qualquer código Java, desde que fique perfeitamente claro e sem ambiguidades como definiria e implementaria cada um dos itens da alínea.

III.3) Considere cada uma das seguintes funções heurísticas descritas abaixo. Indique quais delas garantem a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* para a classe de problemas dada. Justifique sucintamente a sua resposta, quer para os casos de garantia quer para as situações de não garantia.

- O comprimento do menor caminho da posição actual do robô para o vértice t .
- O comprimento do menor caminho da posição actual do robô para o vértice s .
- O número de obstáculos no menor caminho da posição actual do robô para o vértice t .
- O comprimento do menor caminho da posição actual do robô para o vértice t , adicionado de 1 unidade se existirem obstáculos em todos os caminhos com esse comprimento.
- A soma do valor de **a)** com o valor de **c)**.

III.4) Comente a afirmação "Este problema adequa-se à resolução por um algoritmo de procura local".

Espaço de rascunho: