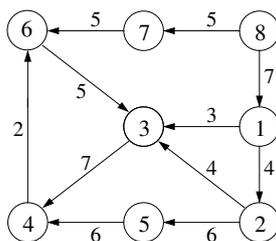


# RICERCA OPERATIVA (a.a. 2023/24)

Nome: \_\_\_\_\_ Cognome: \_\_\_\_\_

1) Si individui un flusso massimo dal nodo 8 al nodo 4, sulla rete in figura, utilizzando l'algoritmo di Edmonds e Karp. Nella visita degli archi di una stella uscente si utilizzi l'ordinamento crescente dei rispettivi nodi testa (ad esempio, (1,2) è visitato prima di (1,3)). Per ogni iterazione tranne l'ultima si riportino l'albero della visita, il cammino aumentante individuato con la relativa capacità, e il flusso ottenuto con il relativo valore. Al termine si indichi il taglio di capacità minima restituito dall'algoritmo, specificando l'insieme dei nodi  $N_s$ , l'insieme dei nodi  $N_t$  e la capacità del taglio. Come cambierebbe il valore del flusso massimo se la capacità dell'arco (3,4) fosse un parametro intero  $\epsilon > 7$ ? Giustificare tutte le risposte.



2) Si consideri la seguente formulazione

$$\max \left\{ \min_{i=1, \dots, n} c_i x_i : \sum_{i=1}^n a_i x_i \leq b, \quad x_i \in \{0, 5, 7, 12\}, \quad i = 1, \dots, n \right\}$$

dove  $b$ ,  $a_i$  e  $c_i$ , per  $i = 1, \dots, n$ , sono dati di input. Si modifichi la formulazione in modo tale che il modello risultante sia espresso in termini di PLI, giustificando le risposte.

3) Si risolva la seguente istanza del problema dello zaino binario

$$\begin{aligned} \max \quad & x_1 + 5x_2 + 9x_3 + 5x_4 + 9x_5 \\ & 2x_1 + 4x_2 + 6x_3 + 2x_4 + 3x_5 \leq 7 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

mediante l'algoritmo Branch and Bound, utilizzando il rilassamento continuo per determinare una valutazione superiore, l'euristica Greedy CUD per determinare una valutazione inferiore, eseguendo il branching sulla variabile frazionaria della soluzione ottima del rilassamento continuo, e visitando l'albero di enumerazione in modo breadth-first (tra i figli di uno stesso nodo, si visiti per primo quello in cui la variabile frazionaria è fissata a 1). Per ogni nodo dell'albero si riportino le soluzioni ottenute dal rilassamento e dall'euristica (se vengono eseguiti) con le corrispondenti valutazioni superiore e inferiore. Si indichi inoltre se viene effettuato il branching, e come, o se il nodo viene chiuso e perché.

Si consideri quindi la disuguaglianza  $x_3 + x_4 \leq 1$ . Si tratta di un piano di taglio per il problema dato? Giustificare tutte le risposte.