

Nome:

Orale:  30/1/18

Cognome:

27/2/18

Matricola:

appello di giugno/luglio

### Esercizio 1

Costi Afferenza	Siti potenziali				
	A	B	C	D	
Clienti	1	1	2	1	10
	2	12	9	2	1
	3	0	6	1	4
	4	3	8	3	9
	5	1	3	8	3
	6	1	4	0	4
Costi Attivazione	22	15	27	12	

Un'azienda deve costruire degli impianti per servire 6 clienti (1,...,6) ed individua allo scopo 4 siti possibili (A,B,C,D). I costi da sostenere sono i costi di attivazione degli impianti e quelli di afferenza dei clienti ai siti forniti in tabella.

1. Trovare un lower bound alla soluzione ottima del problema utilizzando l'algoritmo di Erlenkotter.
2. Trovare un upper bound alla soluzione ottima del problema eseguendo un'euristica greedy a partire dagli impianti bloccati al punto 1.
3. Trovare la soluzione ottima del problema con un algoritmo di branch and bound basato sul lower bound di Erlenkotter.

### Esercizio 2

Una compagnia ferroviaria offre i seguenti servizi di collegamento tra le città A, B e C.

ID servizio	Lista servizi				Durata (ore)	Pausa breve (ore)
	Da	Partenza	A	Arrivo		
1	A	06	B	11	5	1
2	A	08	C	14	6	1
3	B	13	A	18	5	1
4	B	12	C	14	2	1
5	C	16	A	22	6	1
6	C	15	B	17	2	1

Si vogliono coprire tutti i servizi utilizzando il minimo numero di sotto-turni ammissibili (che quindi possono iniziare e terminare in città diverse). Un sotto-turno è ammissibile se la sua durata complessiva è di al più 18 ore, delle quali al più 13 di erogazione servizi. La pausa breve minima tra due servizi consecutivi di un sotto-turno è di 1 ora.

- Vincoli sui servizi consecutivi  $(i,j)$  in un sotto-turno.
  1. Località arrivo di  $i$  = località partenza di  $j$
  2. Tempo partenza di  $j$  maggiore o uguale al tempo di arrivo di  $i$  + durata minima pausa breve
- Vincoli sui sotto-turni
  3. Durata max 18 ore
  4. Tempo max di espletamento servizi 13 ore

1. Determinare una base ammissibile iniziale utilizzando sotto-turni composti da un unico servizio;
2. Costruire la matrice CARRY associata alla base;
3. Trovare, se esistono, tutti i sotto-turni di costo ridotto negativo;
4. Far entrare in base un sotto-turno di costo ridotto minimo e aggiornare la CARRY;
5. A partire dalla CARRY aggiornata al passo precedente trovare un ulteriore sotto-turno di costo ridotto negativo e aggiornare la CARRY;
6. Scrivere la formulazione di set partitioning del problema di crew scheduling utilizzando tutti i sotto-turni generati ai passi 1, 3, 5.
7. (**Facoltativo**) Trovare una soluzione ottima, cioè un insieme di cardinalità minima di sotto-turni che coprano tutti i servizi, e dimostrarne l'ottimalità.

### Domanda 3

Descrivere le caratteristiche principali del problema di lot sizing senza backlogging, descrivere un algoritmo appreso nel corso in grado di trovare una soluzione ottima e dimostrare l'ottimalità della soluzione trovata.

Nome:

Orale:  30/1/18

Cognome:

27/2/18

Matricola:

appello di giugno/luglio

### Esercizio 1

Costi Afferenza	Siti potenziali				
	A	B	C	D	
Clienti	1	1	2	1	10
	2	12	9	2	1
	3	0	6	1	4
	4	3	8	3	9
	5	1	3	8	3
	6	1	4	0	4
Costi Attivazione	22	15	27	12	

Un'azienda deve costruire degli impianti per servire 6 clienti (1,...,6) ed individua allo scopo 4 siti possibili (A,B,C,D). I costi da sostenere sono i costi di attivazione degli impianti e quelli di afferenza dei clienti ai siti forniti in tabella.

1. Trovare un lower bound alla soluzione ottima del problema utilizzando l'algoritmo di Erlenkotter.
2. Trovare un upper bound alla soluzione ottima del problema eseguendo un'euristica greedy a partire dagli impianti bloccati al punto 1.
3. Trovare la soluzione ottima del problema con un algoritmo di branch and bound basato sul lower bound di Erlenkotter.

### Esercizio 2

Sono dati 4 job da eseguire su 5 macchine M1, M2, M3, M4, M5. I job sono descritti nel formato OPERAZIONE (MACCHINA, DURATA):

job 1: A (M4, 6) B (M1, 5) C (M3, 1) D (M5, 1)

job 2: E (M1, 2) F (M4, 5) G (M3, 5)

job 3: H (M2, 10) I (M1, 2) L (M3, 5)

job 4: M (M2, 1) N (M1, 4) O (M5, 11)

1. Calcolare il Jackson Preemptive Schedule nella versione primale per ogni macchina.
2. Determinare la macchina critica, il valore del lower bound  $LB$  e fissare  $UB = LB + 3$ .
3. Calcolare il Jackson Preemptive Schedule nella versione duale per  $M_1$  e  $M_3$ .
4. Individuare input e/o output con Carlier&Pinson (1994) per clique di cardinalità maggiore di 2.
5. Individuare le rimanenti implicazioni immediate locali con Carlier&Pinson (1989).
6. Aggiornare opportunamente teste e code nelle singole macchine.
7. Propagare l'aggiornamento di teste e code alle altre macchine. Dove serve, iterare i punti 4, 5, 6.
8. Quanto vale il lower bound al nodo radice dell'albero di ricerca? Come lo si ottiene?
9. Trovare una soluzione con l'algoritmo di branch and bound, applicando la seguente regola di branching: Calcolare per ogni coppia  $[i, j]$  non ancora sequenziata il valore  $a_{ij} = \min \{ri+pi+pj+qj ; rj+pj+pi+qi\}$ . Scegliere la coppia con il massimo valore  $a_{ij}$ . Scendere in profondità nell'albero di ricerca scegliendo il nodo con il massimo lower bound. Mostrare il cammino critico per la soluzione trovata e riportare il gap di ottimalità.
10. Trovare la soluzione ottima e mostrarne il cammino critico.