L.T.P.D.

LÝ THUYẾT ĐỒ THỊ
GRAPH THEORY

LÊ THỊ PHƯƠNG DUNG

L.T.D.D.

NỘI DUNG

1. ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐỒ THỊ
2. TÍNH LIÊN THÔNG CỦA ĐỒ THỊ
3. ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT TRÊN ĐỒ THỊ
4. XẾP HẠNG ĐỒ THỊ
5. CÂY VÀ CÂY CÓ HƯỚNG
6. LUỒNG CỰC ĐẠI TRONG MẠNG

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TOÁN RỜI RẠC – *NGUYỄN TÔ THÀNH, NGUYỄN ĐỨC NGHĨA*
2. LÝ THUYẾT ĐỒ THỊ VÀ ỨNG DỤNG – *NGUYỄN TUẤN ANH*

… … … … … … … … … … … … … … … … … … … .....

L.T.P.D.

CHƯƠNG 4

CÂY VÀ CÂY CÓ HƯỚNG

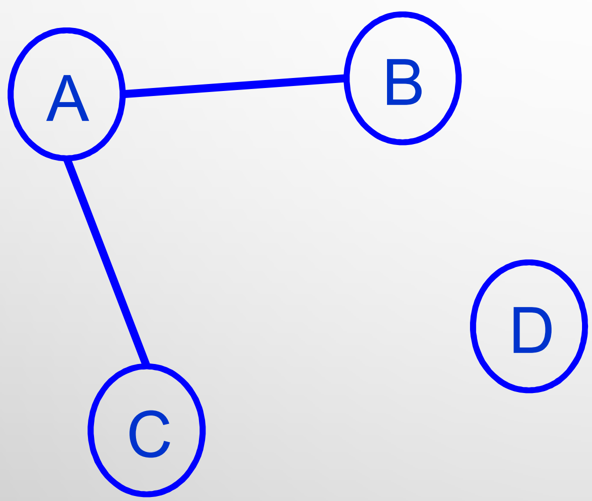
NỘI DUNG:

1. CÂY
2. CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT
3. CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

CÂY

Cây (tree) là đồ thị vô hướng liên thông và không có chu trình

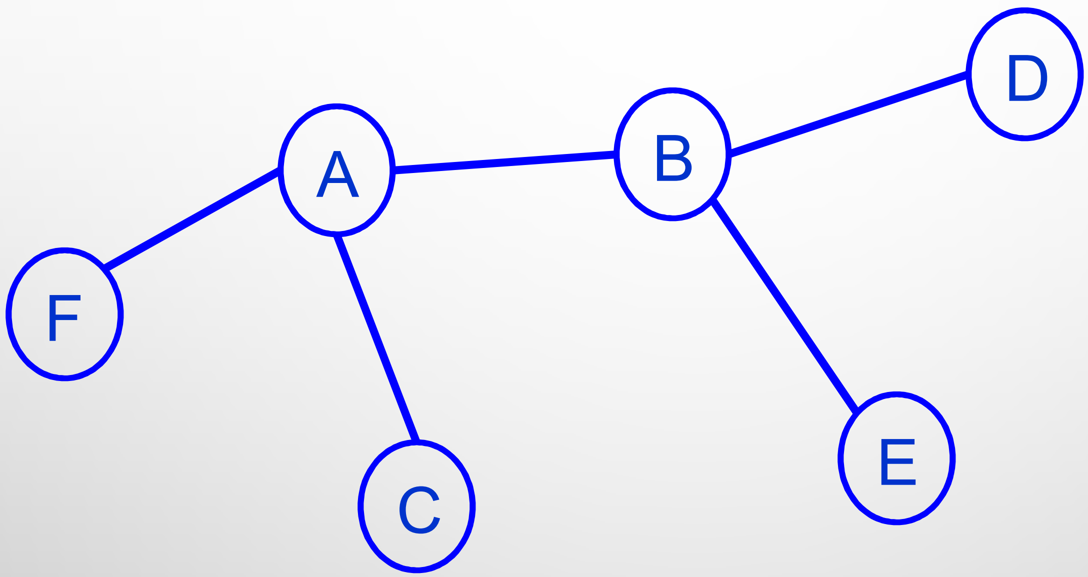
Chú ý: Cây không chứa khuyên và cạnh song song



Rừng (forest) là đồ thị vô hướng không có chu trình

CÂY

Một cây T gồm N đỉnh với N ≥ 2 chứa ít nhất 2 đỉnh treo



CÂY

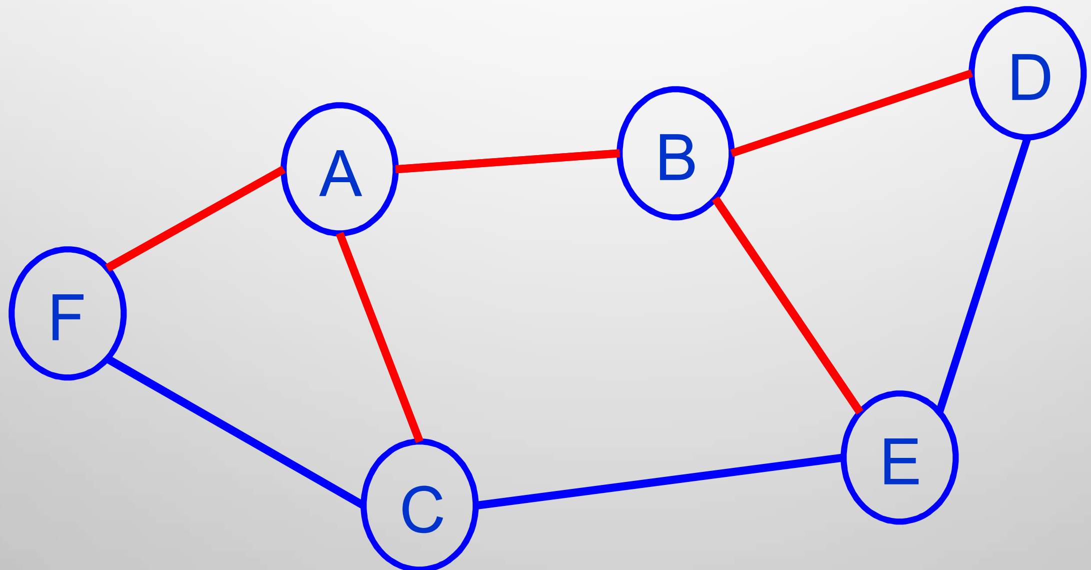
Xét đồ thị G gồm N đỉnh, các điều sau đây tương đương:

1. Đồ thị G là cây.
2. Giữa hai đỉnh bất kỳ của G, tồn tại duy nhất một đường đi nối chúng với nhau.
3. G liên thông tối tiểu.
4. Thêm một cạnh nối 2 đỉnh bất kỳ của G thì G sẽ chứa một chu trình duy nhất.
5. G liên thông và có n-1 cạnh.
6. G không có chu trình và có n-1 cạnh.

CÂY KHUNG

Cho G=(X, E) là một đồ thị liên thông và T=(X, F) là một đồ thị bộ phận của G. Nếu T là cây thì T được gọi là một cây tối đại (cây khung, cây bao trùm, cây phủ) của G.

Mọi đồ thị liên thông đều có chứa ít nhất một cây tối đại.



CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Cho G=(X, E), trọng lượng cây T của G bằng với tổng trọng lượng các cạnh trong cây:

$$L(T) = \sum_{(e \in T)} L(e)$$

Cây khung trọng lượng nhỏ nhất là cây khung có trọng lượng nhỏ nhất của G

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Thuật toán PRIM tìm cây khung trọng lượng nhỏ nhất

Input: Đồ thị liên thông G=(X, E), X gồm N đỉnh

Output: Cây khung nhỏ nhất T=(V, U) của G

1. Chọn tùy ý $v \in X$ và khởi tạo $V := \{ v \}$; $U := \varnothing$;
2. Chọn cạnh e có trọng lượng nhỏ nhất trong các cạnh (u,v) với $u \in X \backslash V$ và $v \in V$
3. $V := V \cup \{u\}$; $U := U \cup \{e\}$
4. Nếu U đủ N-1 cạnh thì dừng; ngược lại, lặp lại bước 2.

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

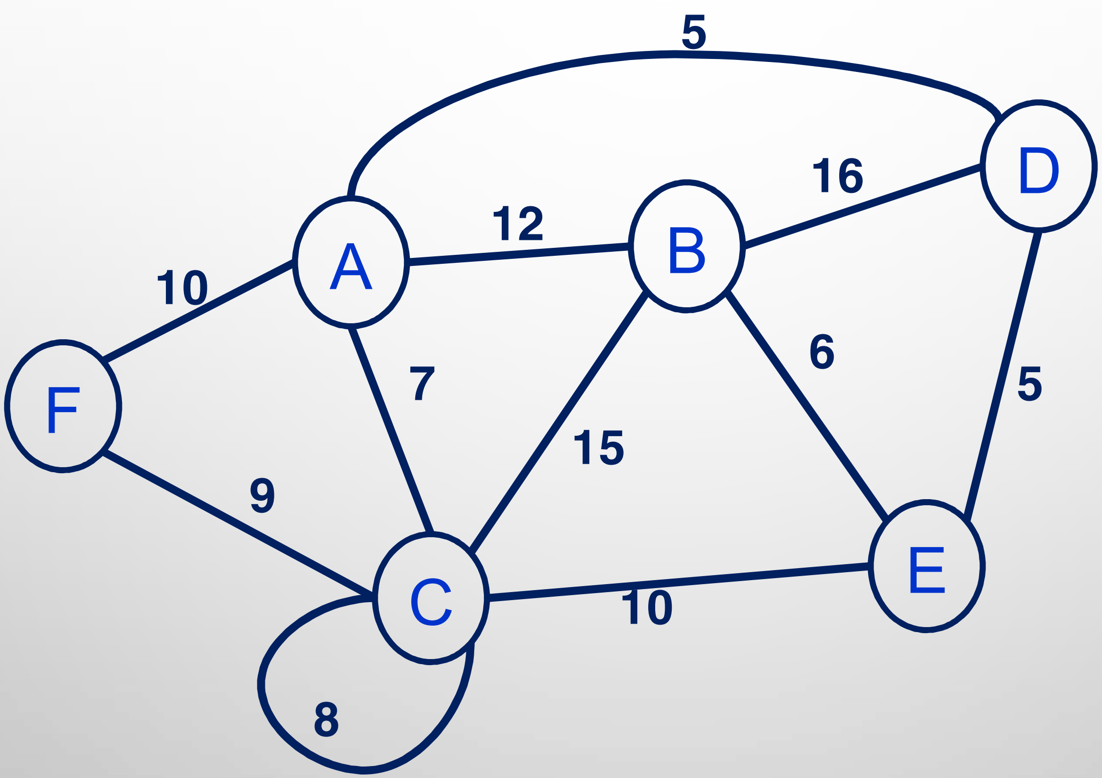
Thuật toán PRIM tìm cây khung trọng lượng nhỏ nhất

```
function Prim(Graph, source):
    create vertex set Q
    for each vertex v in Graph:
        key[v] ← INFINITY               //Distance from MST to v
        prev[v] ← UNDEFINED             //Previous of v
        add v to Q
    key[source] ← 0
    MST = 0;
    while Q is not empty:
        u ← vertex in Q with min dist[u]
        remove u from Q
        MST = MST + key[u]
        for each neighbor v of u:       // only v that are still in Q
            if w(u,v) < key[v]:
                key[v] ← w
                prev[v] ← u
    return MST, key[], prev[]
```

L.T.P.D.

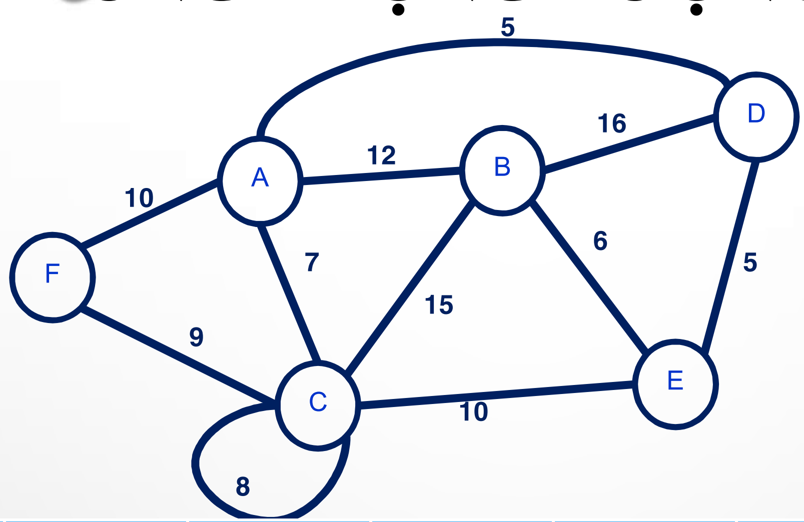
CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán PRIM bắt đầu từ F



L.T.D.D.

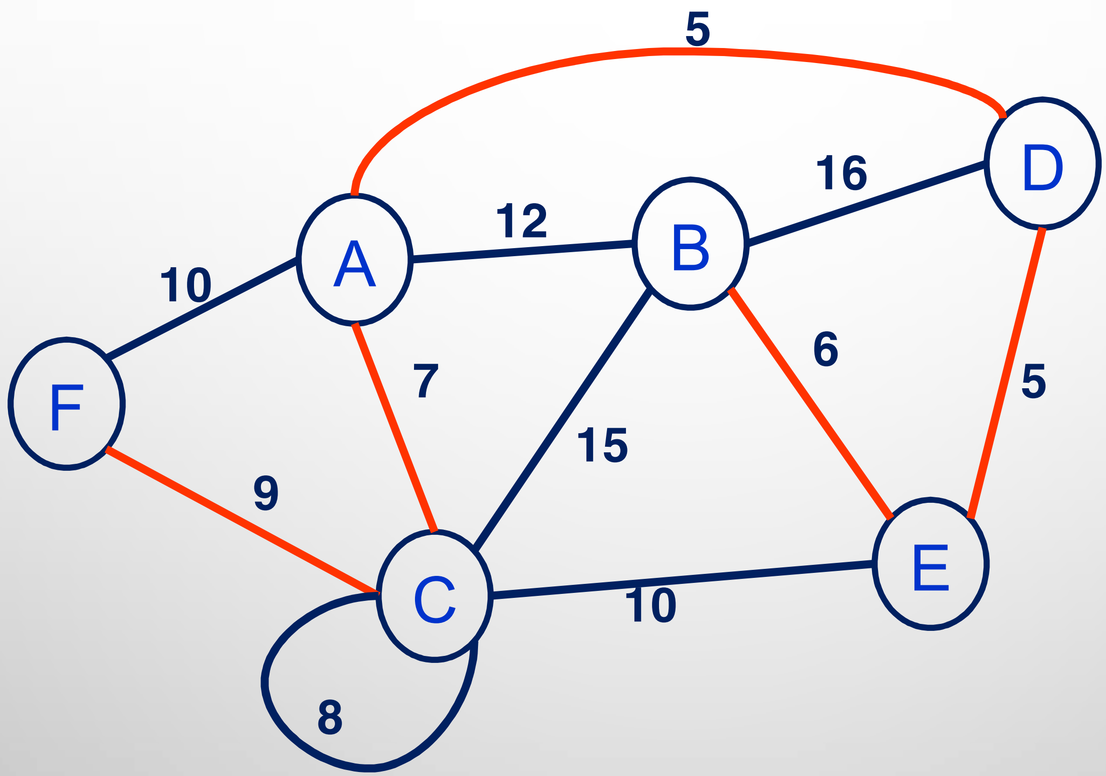
CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT



	F	A	B	C	D	E
0	$0, -1$	$\infty, -1$	$\infty, -1$	$\infty, -1$	$\infty, -1$	$\infty, -1$
1	*	$10, F$	$\infty, -1$	$9, F$	$\infty, -1$	$\infty, -1$
2		$7, C$	$15, C$	*	$\infty, -1$	$10, C$
3		*	$12, A$		$5, A$	$10, C$
4			$12, A$		*	$5, D$
5			$6, E$			*
6			*			
KQ		(C,A)	(E,B)	(F,C)	(A,D)	(D,E)
W=32		7	6	9	5	5

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

- Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán PRIM



KQ		(C,A)	(E,B)	(F,C)	(A,D)	(D,E)
W=32		7	6	9	5	5

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Thuật toán KRUSKAL tìm cây khung nhỏ nhất

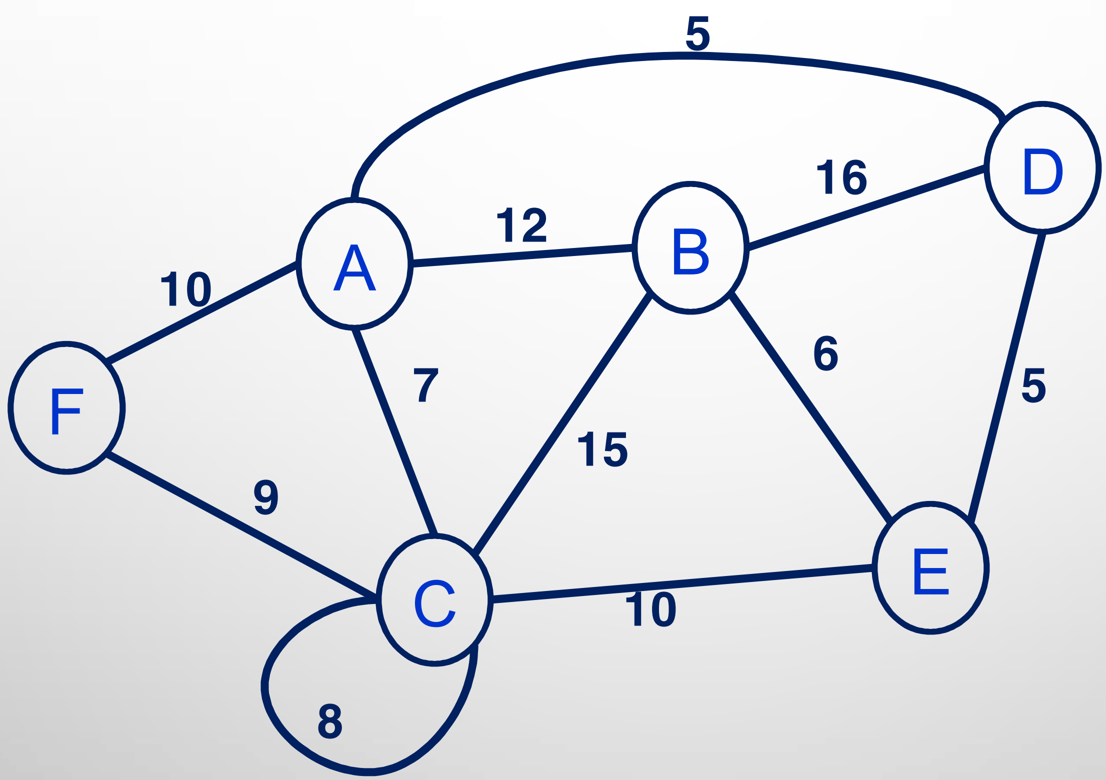
Input: Đồ thị G=(X, E) liên thông, X gồm N đỉnh

Output: Cây tối đại nhỏ nhất T=(V, U) của G

1. Sắp xếp các cạnh trong G tăng dần theo trọng lượng; khởi tạo T := ∅.
2. Lần lượt lấy từng cạnh e thuộc danh sách đã sắp xếp. Nếu U+{e} không chứa chu trình thì kết nạp e vào T: U := U+{e}.
3. Nếu T đủ N-1 cạnh thì dừng; ngược lại, lặp lại bước 2.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

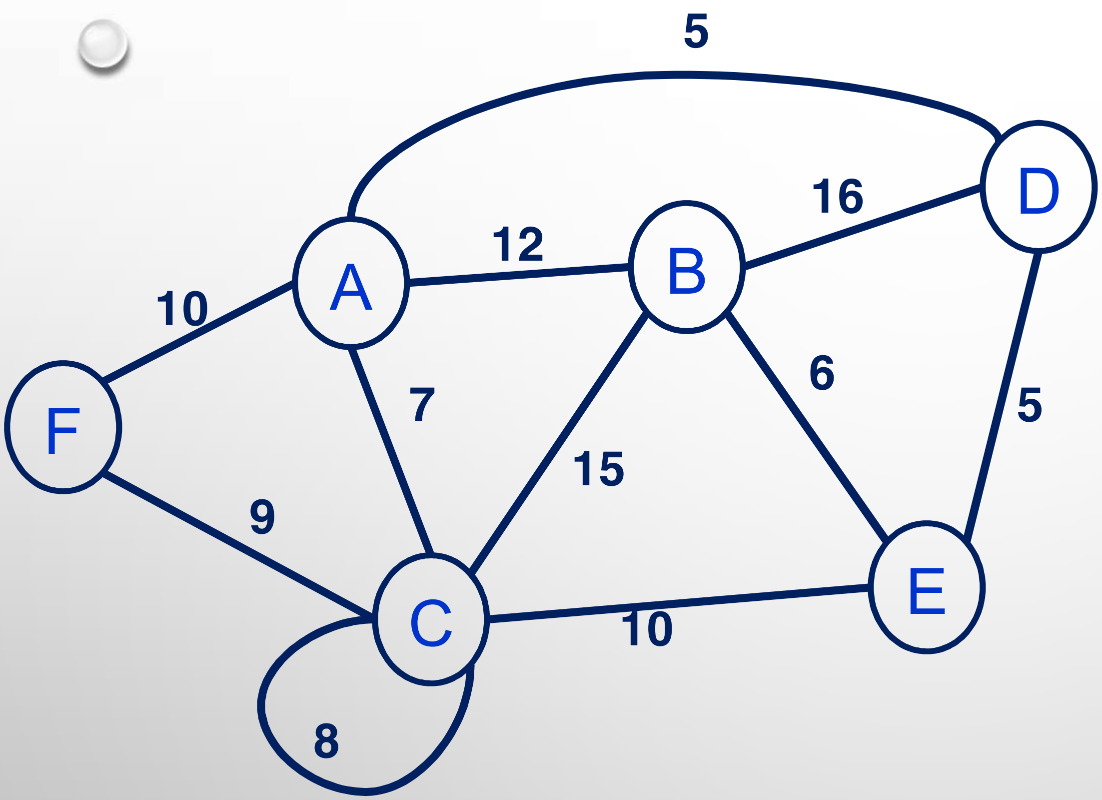
Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



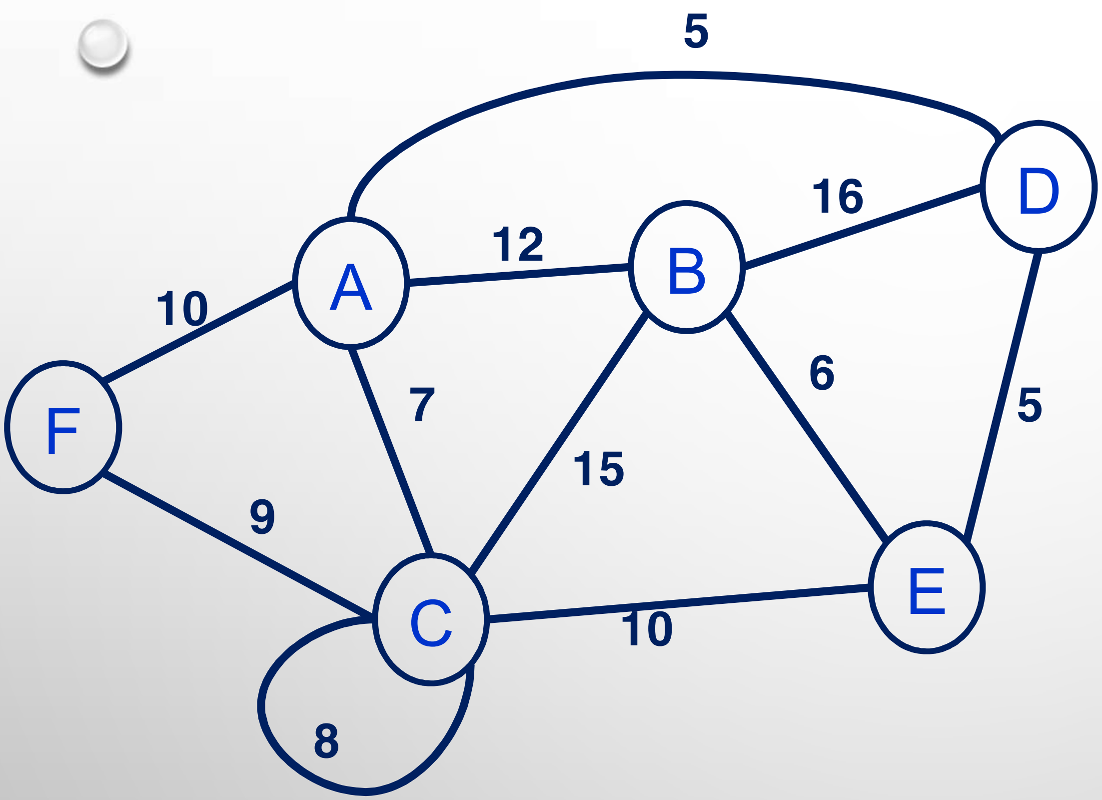
Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



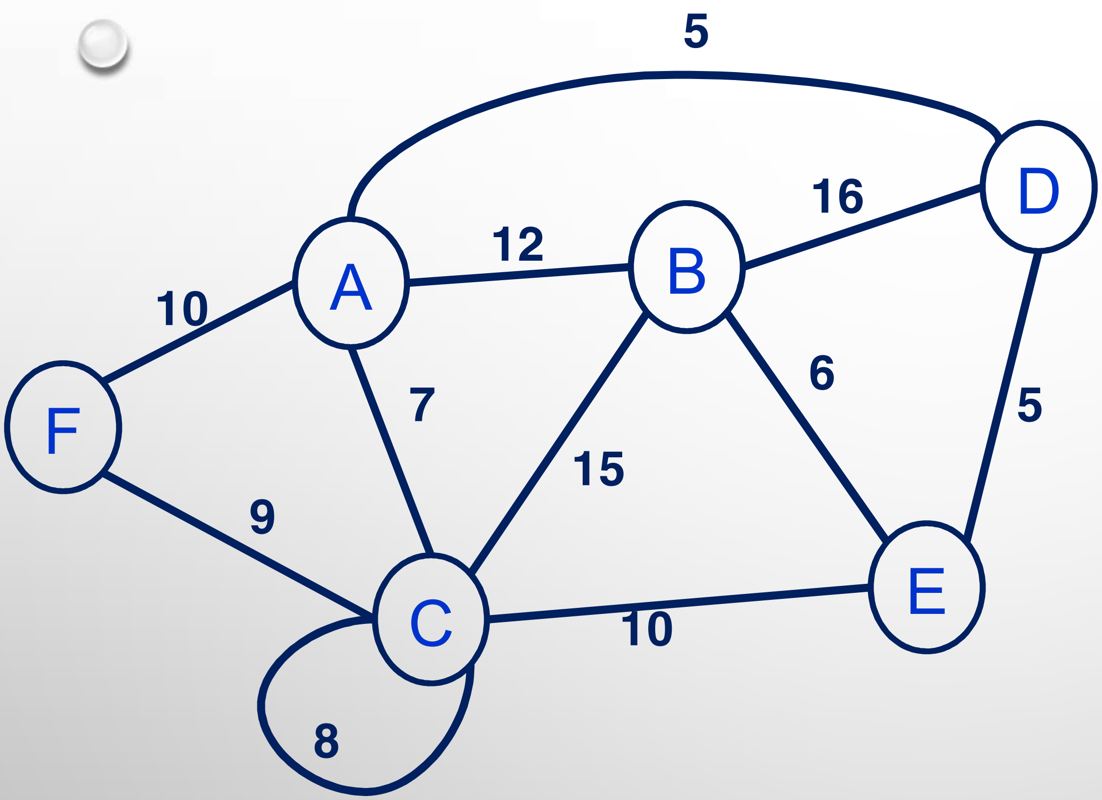
Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

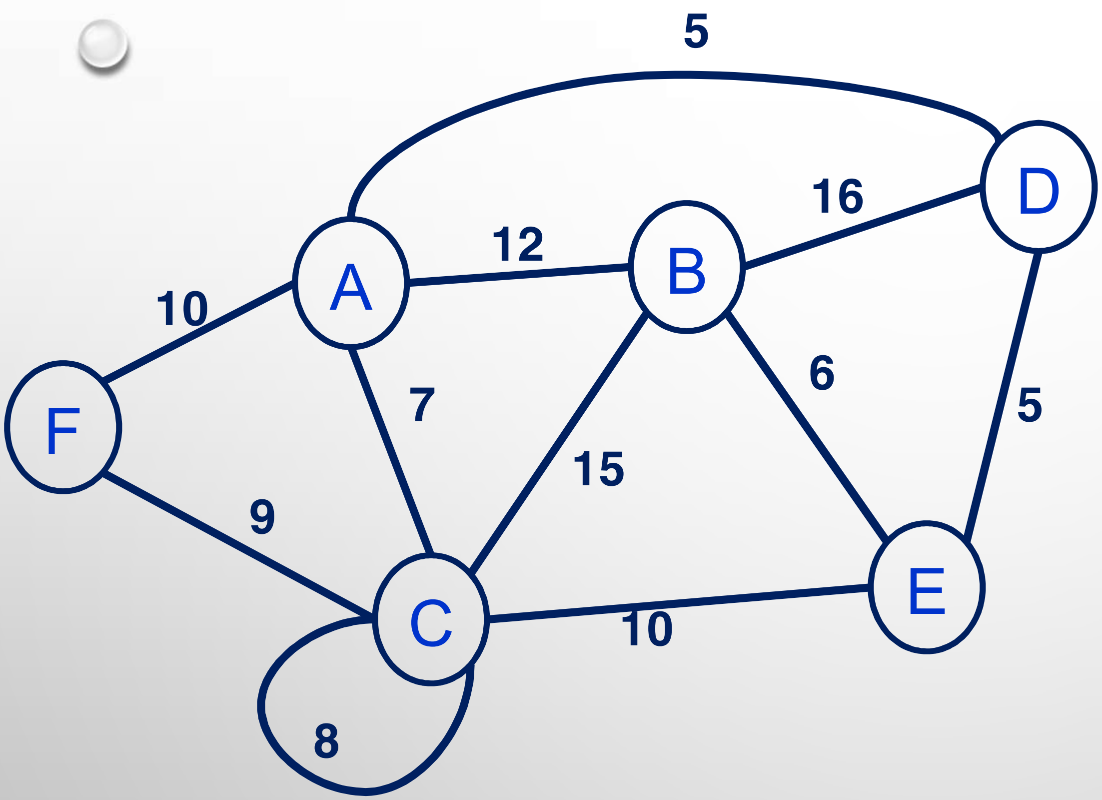
Thêm cạnh:

A, D 5

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

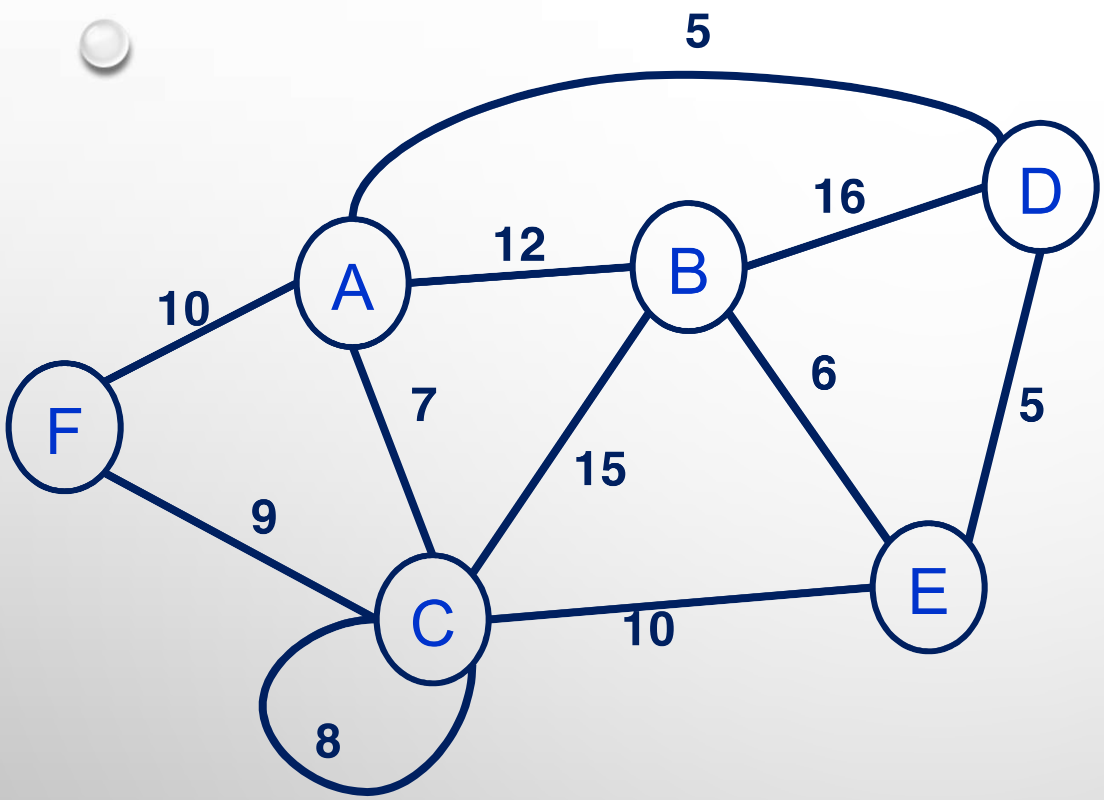
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:

A, D 5

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

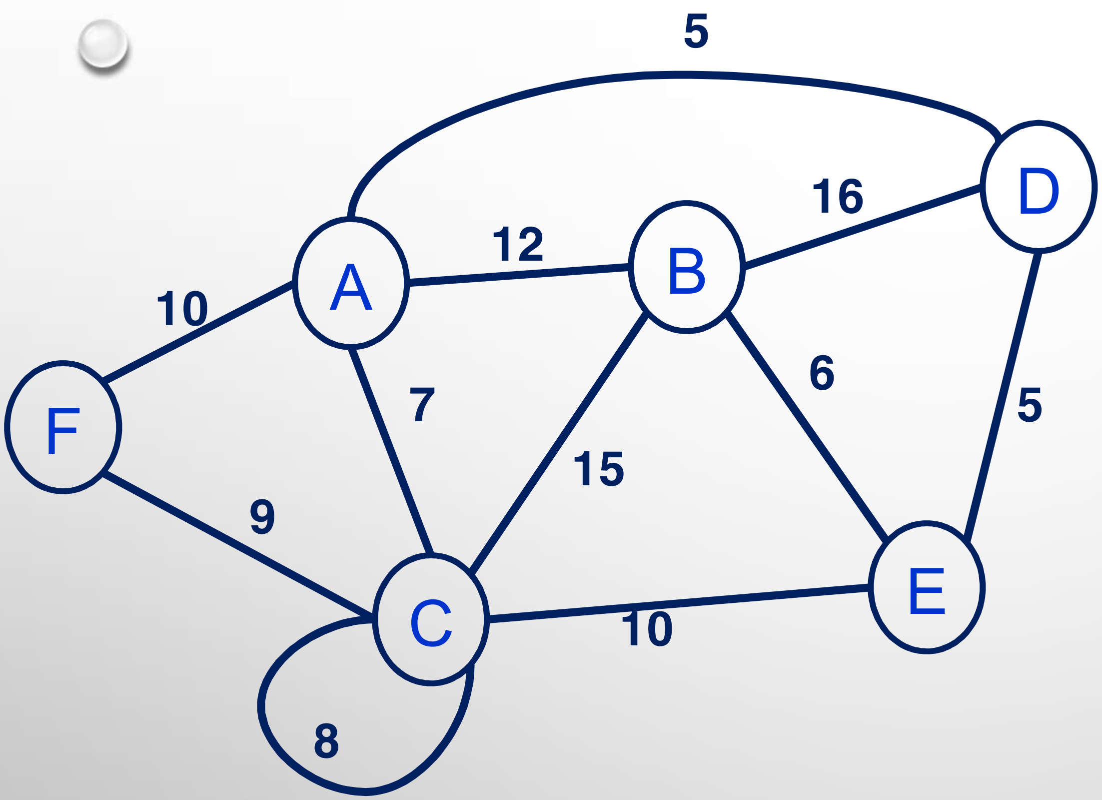
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL

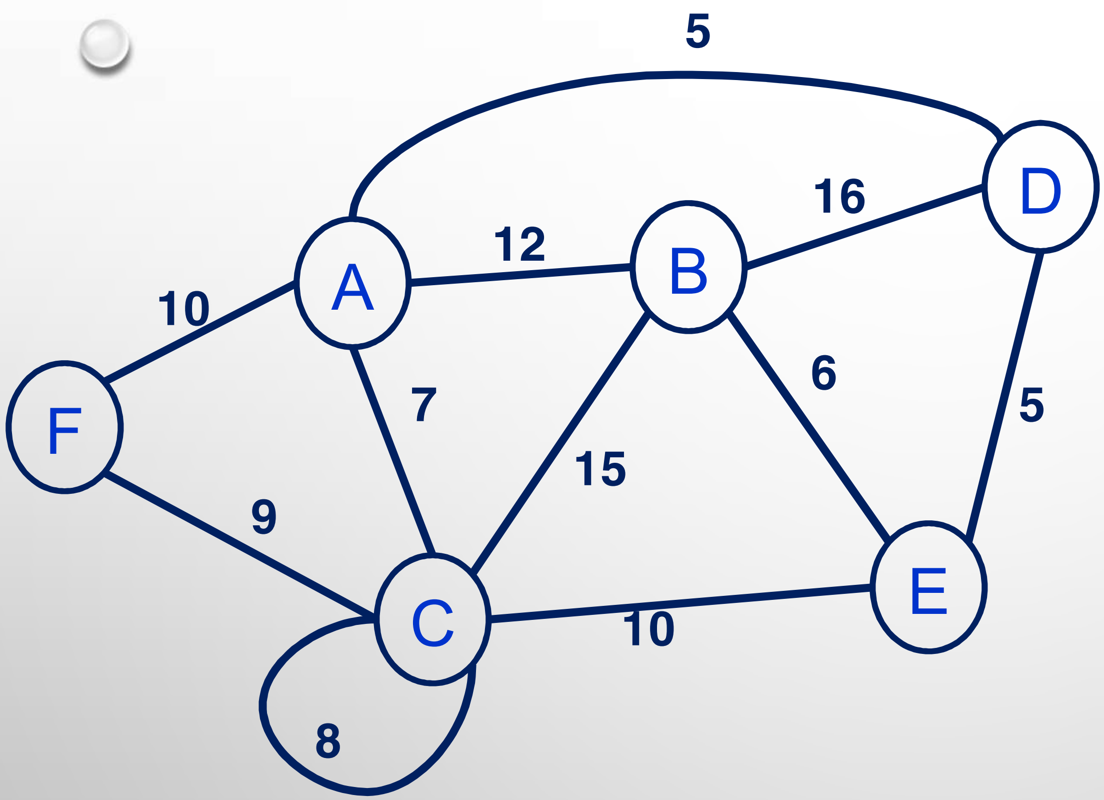


Sắp xếp cạnh:
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:
A, D 5
D, E 5

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

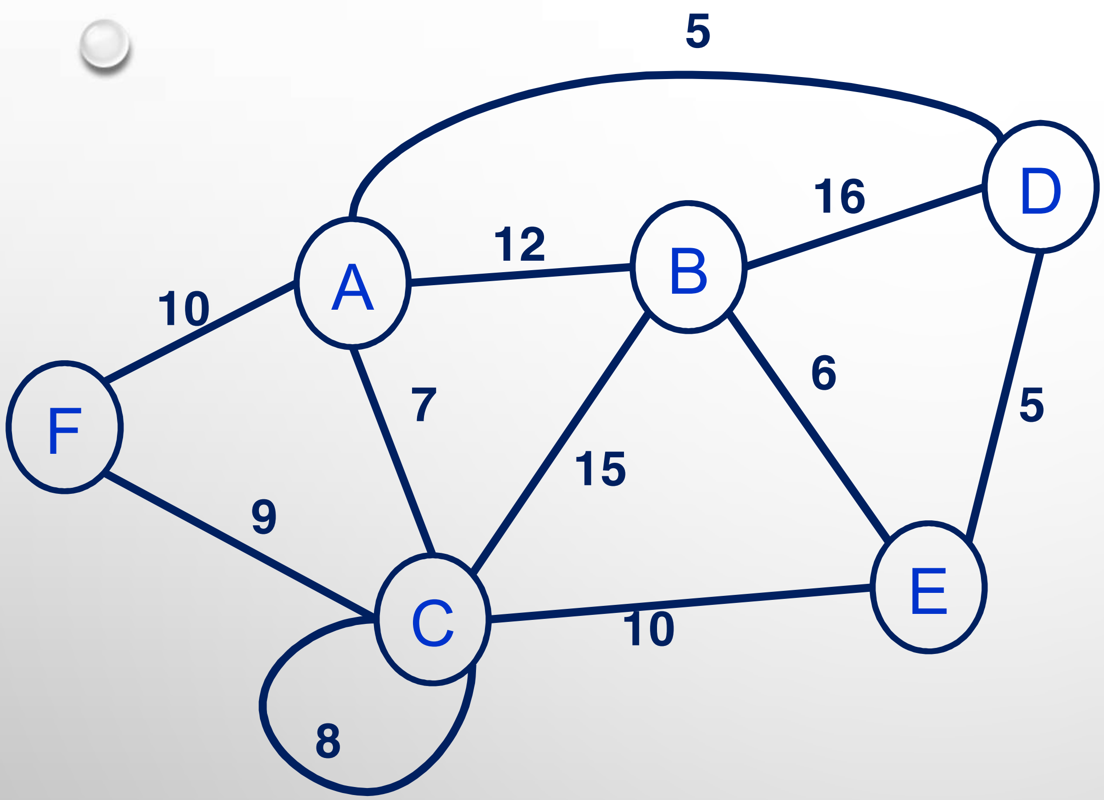
Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

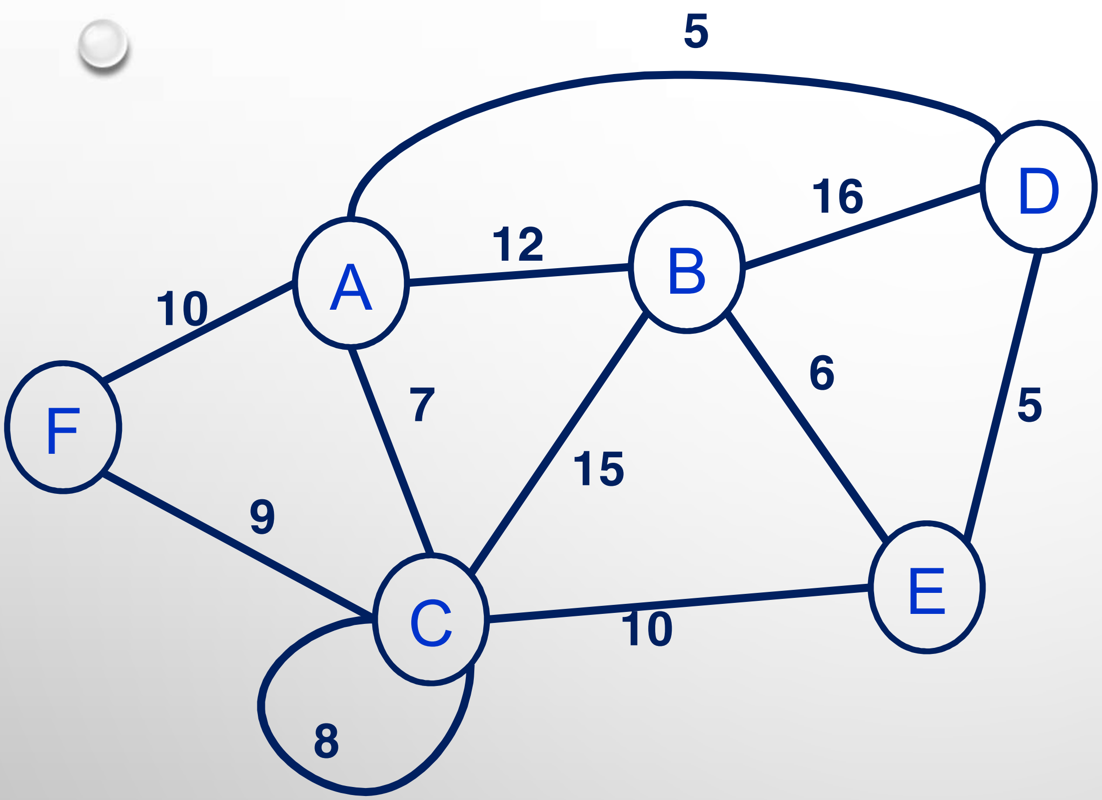
Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

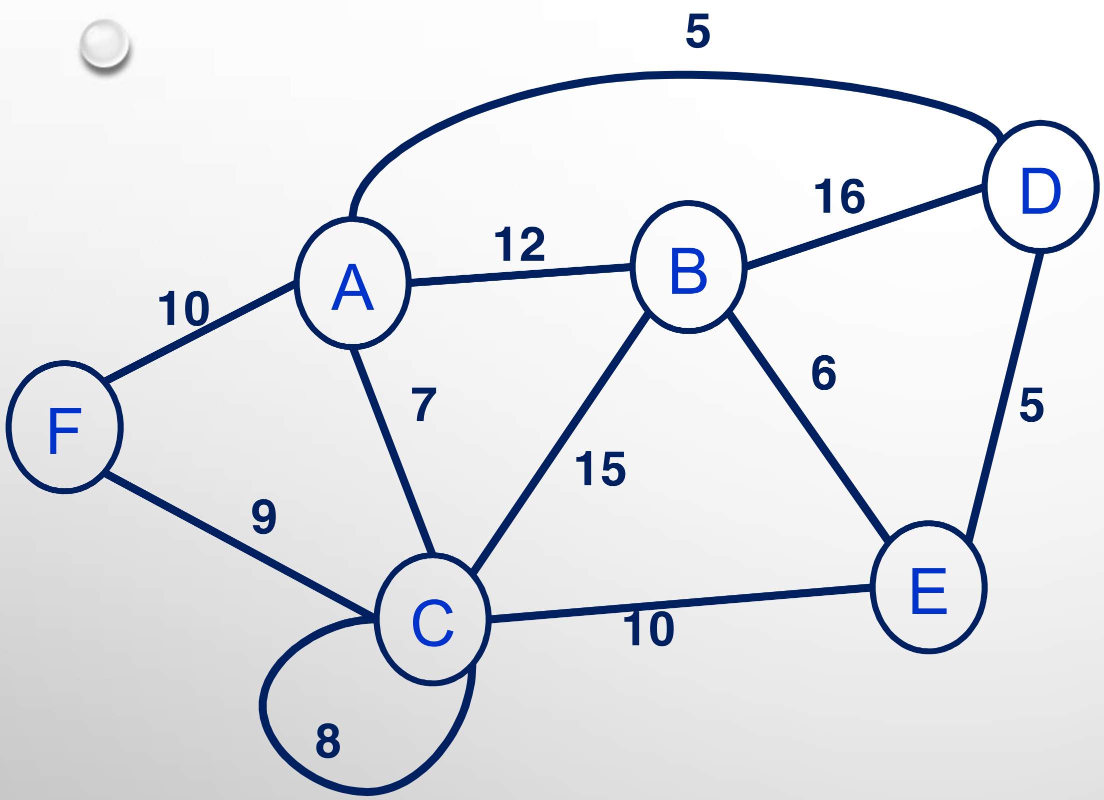
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

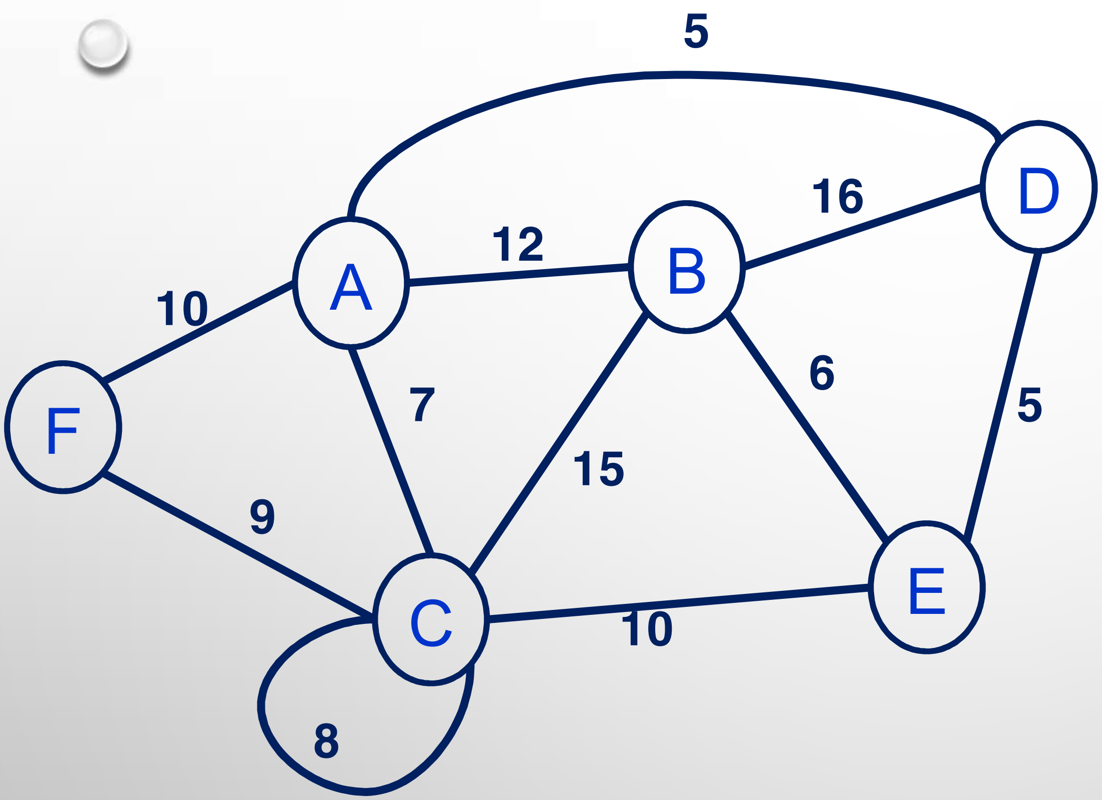
Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:

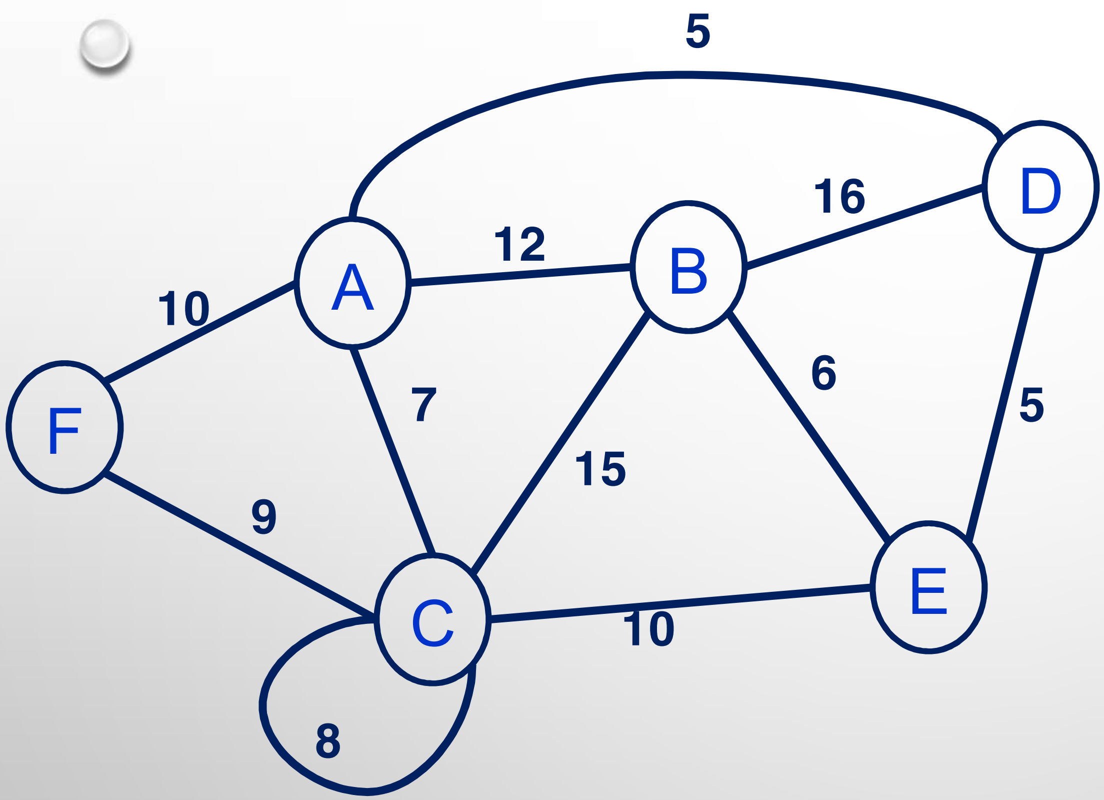
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7

Vì C và C cùng bộ phận liên thông nên không thêm cạnh C,C

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

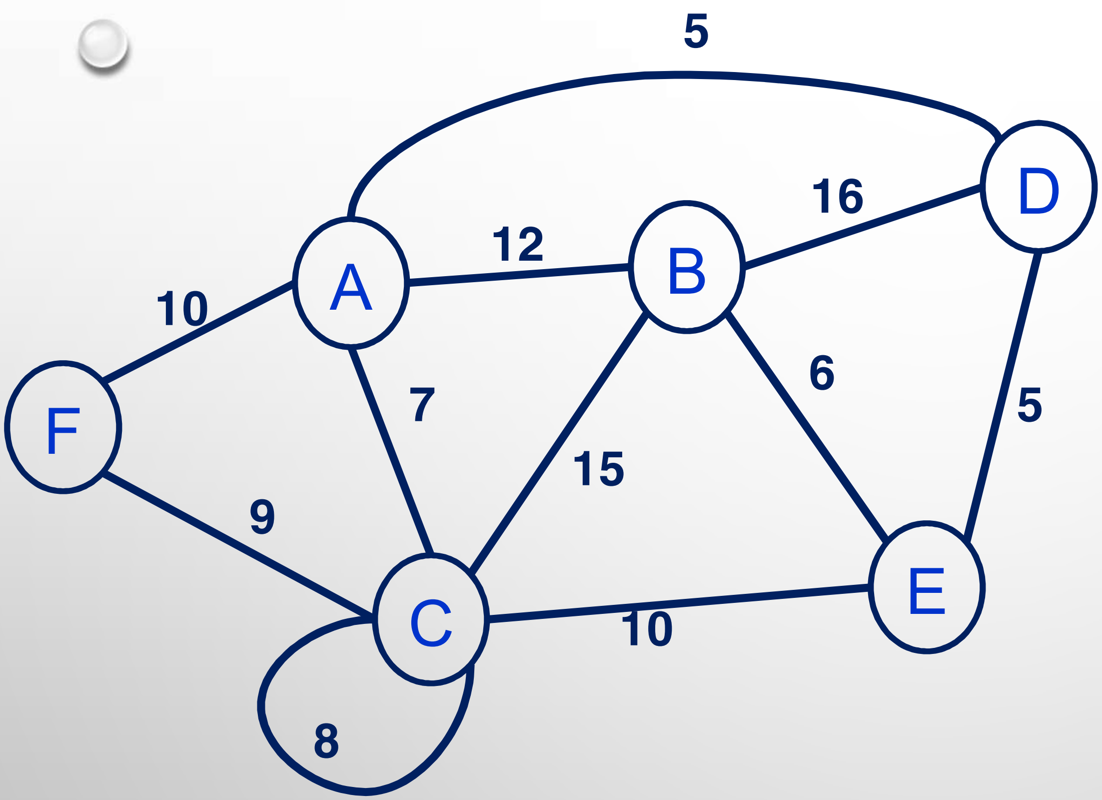
Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7

L.T.D.D.

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL

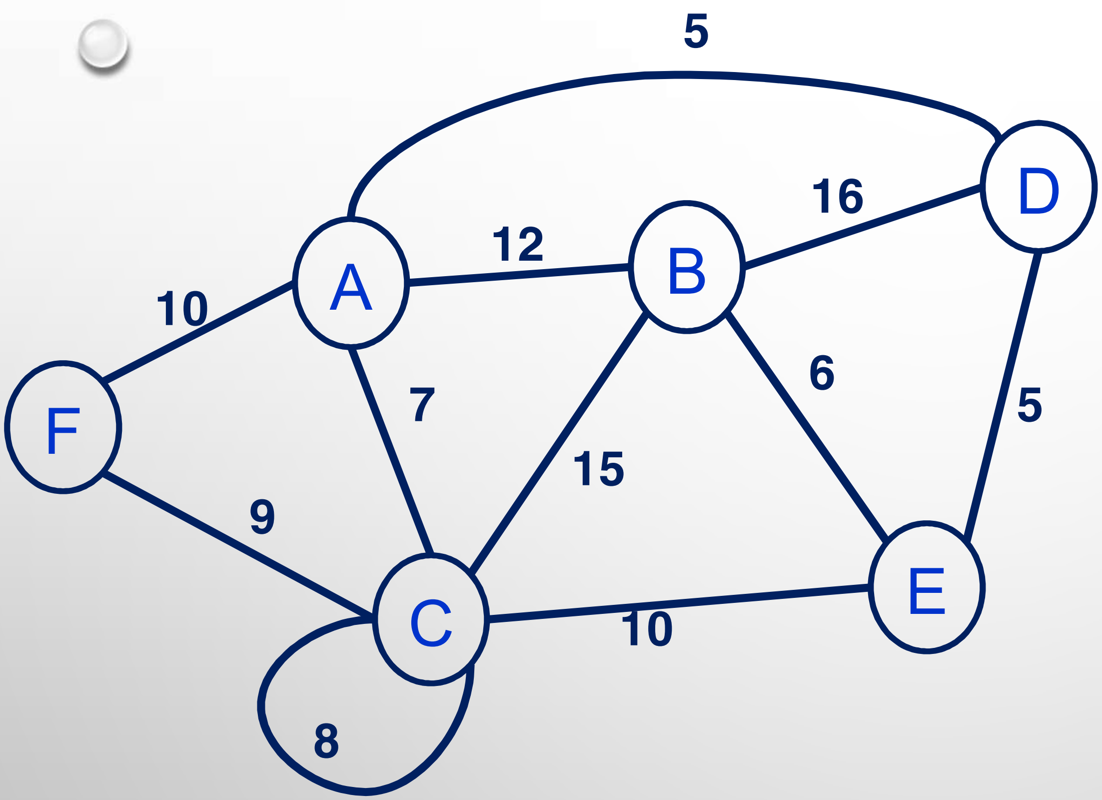


Sắp xếp cạnh:
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

Thêm cạnh:
A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, F 9

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL



Sắp xếp cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, C 8
C, F 9
A, F 10
C, E 10
A, B 12
B, C 15
B, D 16

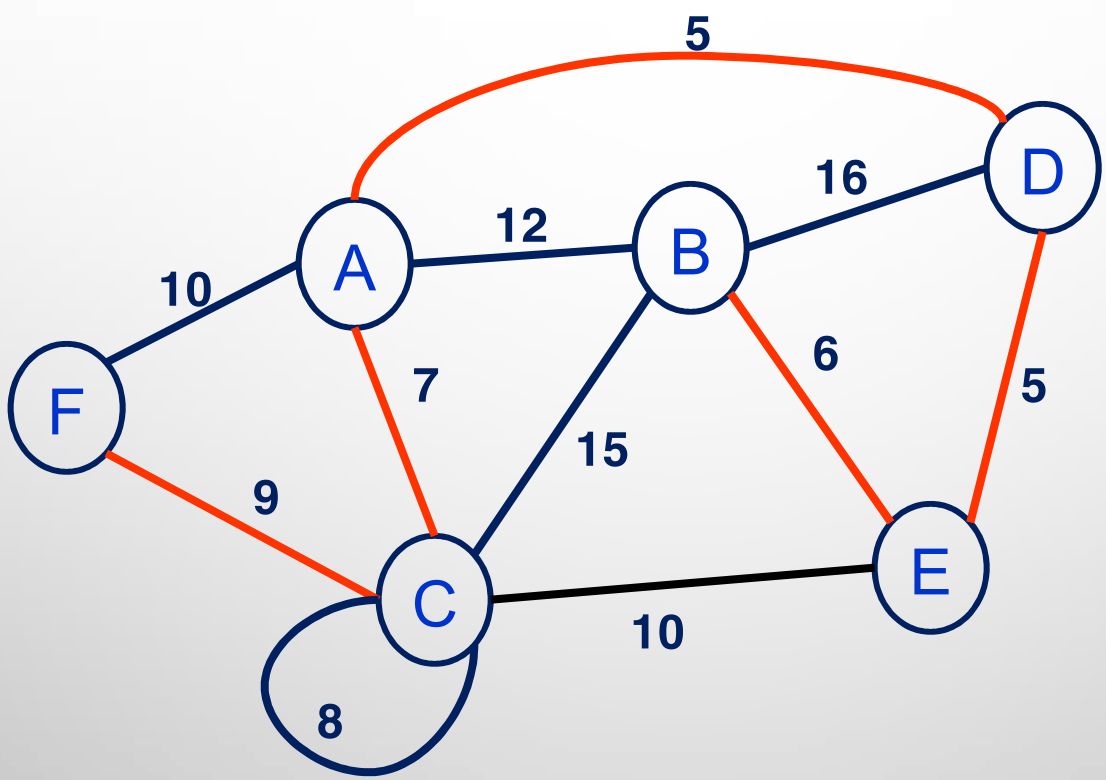
Thêm cạnh:

A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, F 9

Số cạnh đủ n-1 nên thuật toán dừng

CÂY KHUNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây khung nhỏ nhất bằng thuật toán KRUSKAL

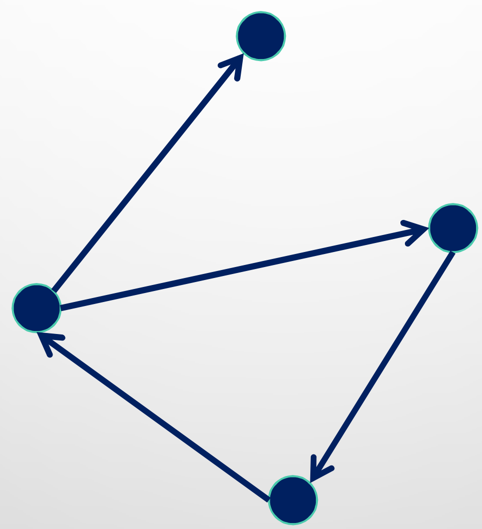


A, D 5
D, E 5
B, E 6
A, C 7
C, F 9

Trọng lượng: 32

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

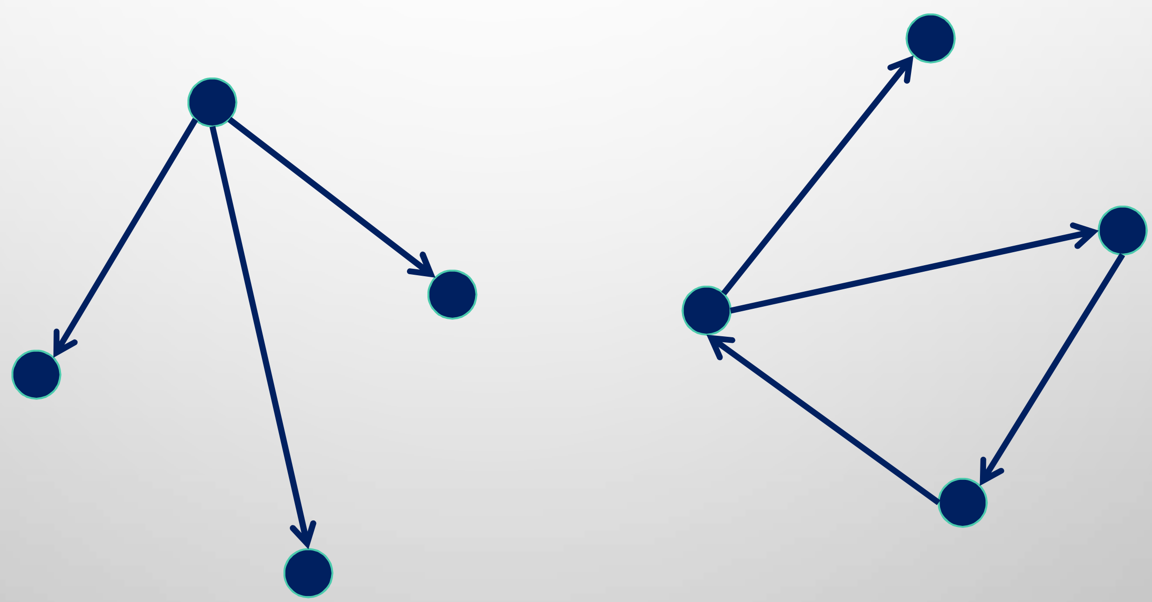
Cho đồ thị có hướng G=(X, E). Ta nói G là một ĐỒ THỊ CÓ GỐC nếu tồn tại đỉnh $r \in X$ sao cho từ r có đường đi đến v, $\forall v \in X$



CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Cho G=(X, E) là đồ thị có hướng liên thông. G được gọi là cây có hướng nếu:

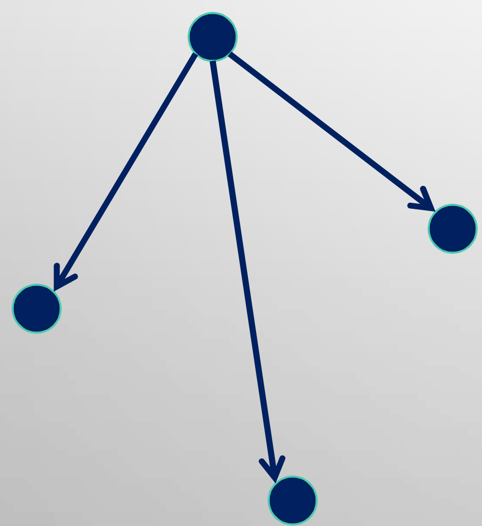
a) G không có chu trình,
b) G có gốc.

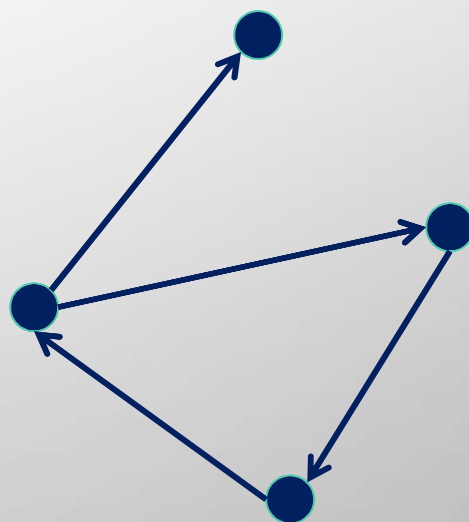


CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Lưu ý:

- Gốc của cây có hướng là duy nhất
- Mỗi đỉnh $i \in X$ có duy nhất một đỉnh j mà cạnh liên kết với (j, i) hướng vào i, đỉnh j được gọi đỉnh cha của I
- Nếu đỉnh $x \in X$ thỏa điều kiện $d^{+}(x)=0$ thì x được gọi là lá của cây có hướng.

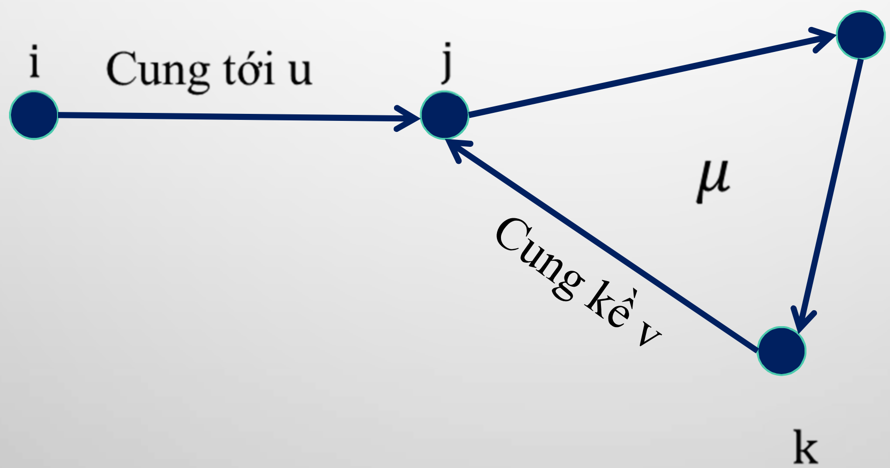




CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Cho chu trình μ:

- Cung u=(i,j) là cung tới μ nếu i $\notin \mu$ và j $\in \mu$
- Cung v trên μ có ngọn trùng với ngọn của cung u được gọi là cung kề trong μ của u



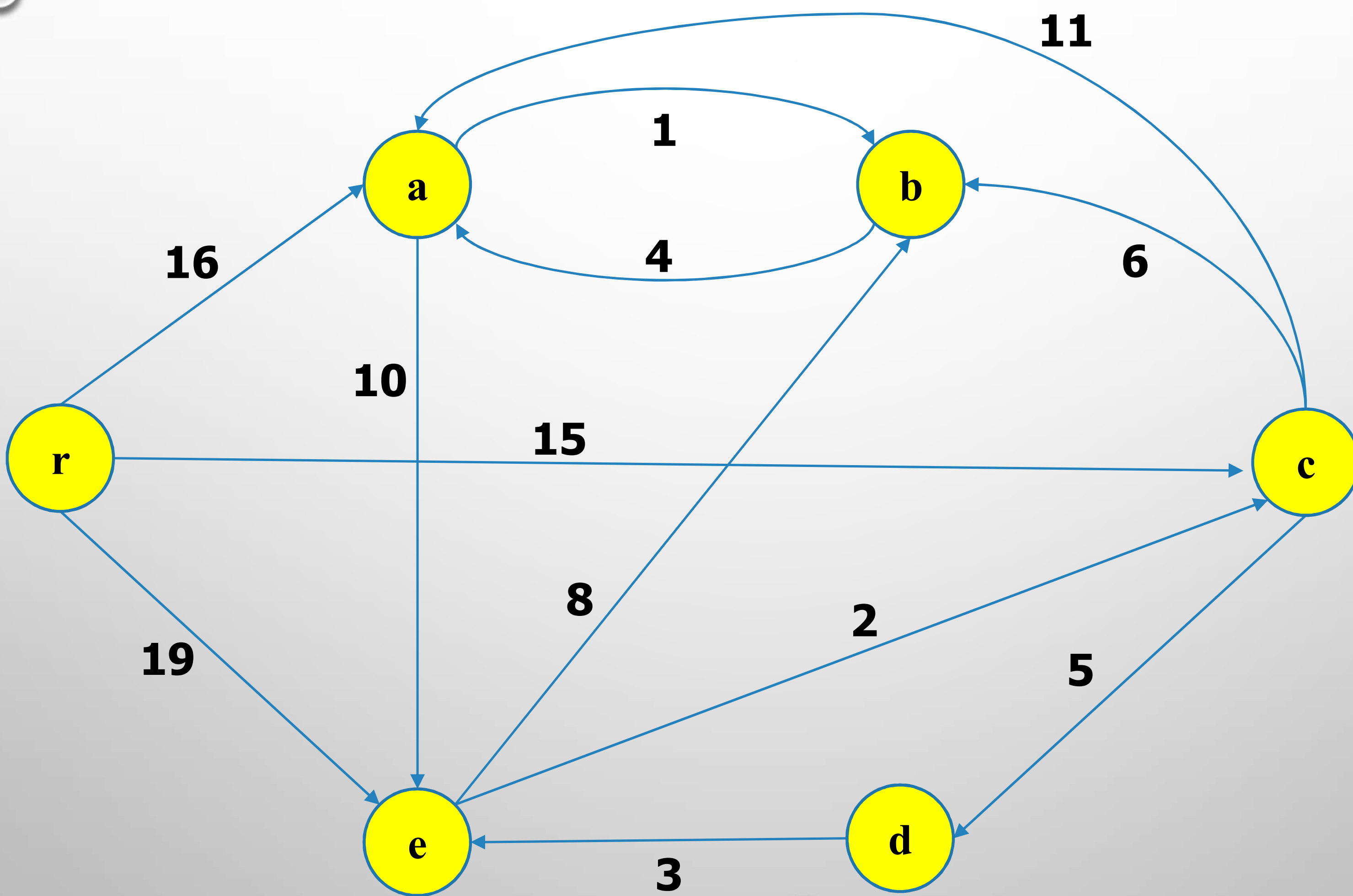
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

- Thuật toán EDMOND tìm cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất

1. Khởi tạo: $G_0=G$, $t=0$, $w_0(u)=w(u)$
2. Ở mỗi vòng lặp t:
   a) Xây dựng đồ thị xấp xỉ H_t từ G_t: Với mỗi đỉnh của G_t chọn cung tới có w_t nhỏ nhất
   b) Nếu H_t không chứa chu trình thì H_t là cây có hướng nhỏ nhất của G_t=> Suy ngược lại tìm cây có hướng trên $G_{t-1},\ldots,G_0$. Giải thuật kết thúc.
   c) Ngược lại: H_t chứa chu trình, gọi chu trình đó là μ:
      - Xác định đồ thị co $G_{t+1}= G_t/\mu$
      - Trọng số w_{t+1} được xác định:
        - $w_{t+1}(u)= w_t(u)$ với u không là cung đi tới μ
        - $w_{t+1}(u)= w_t(u)- w_t(v)$ với u là cung tới μ và v là cung kề của u
        - Gán $t=t+1$

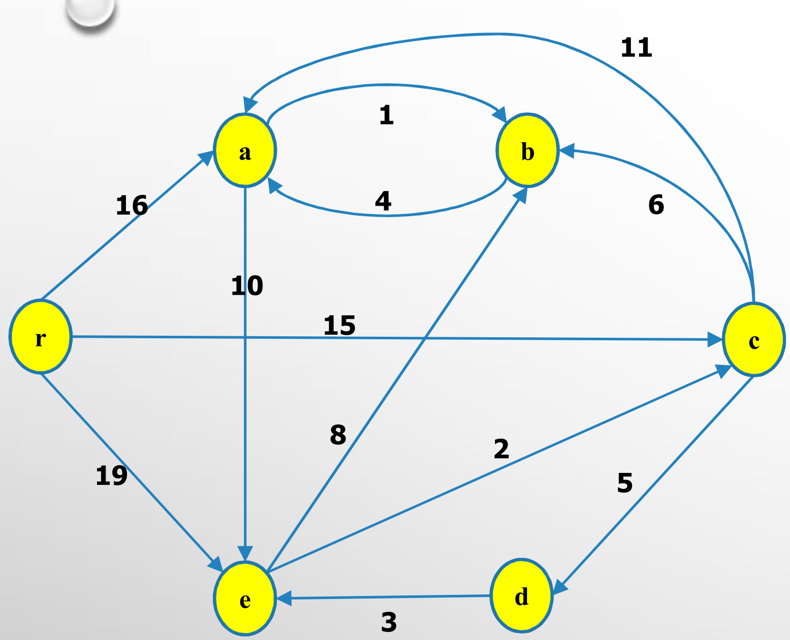
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây có hướng nhỏ nhất bằng thuật toán EDMOND

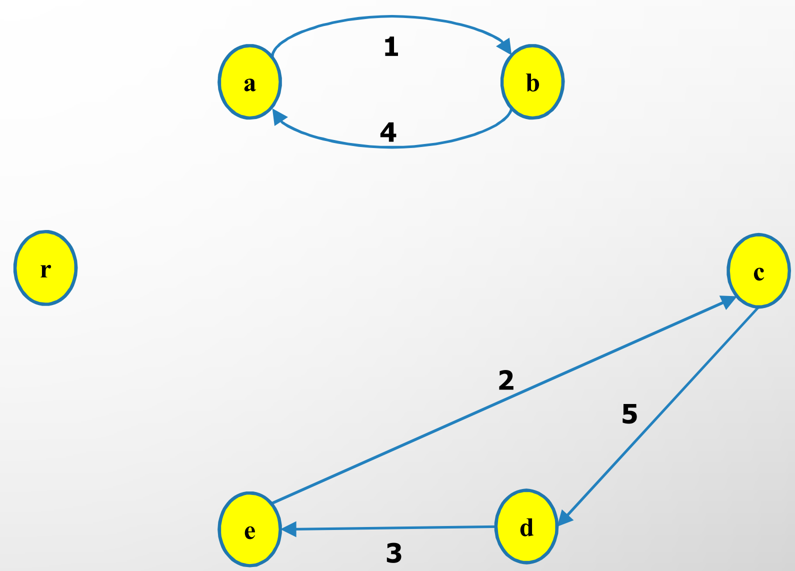


CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây có hướng nhỏ nhất bằng thuật toán EDMOND



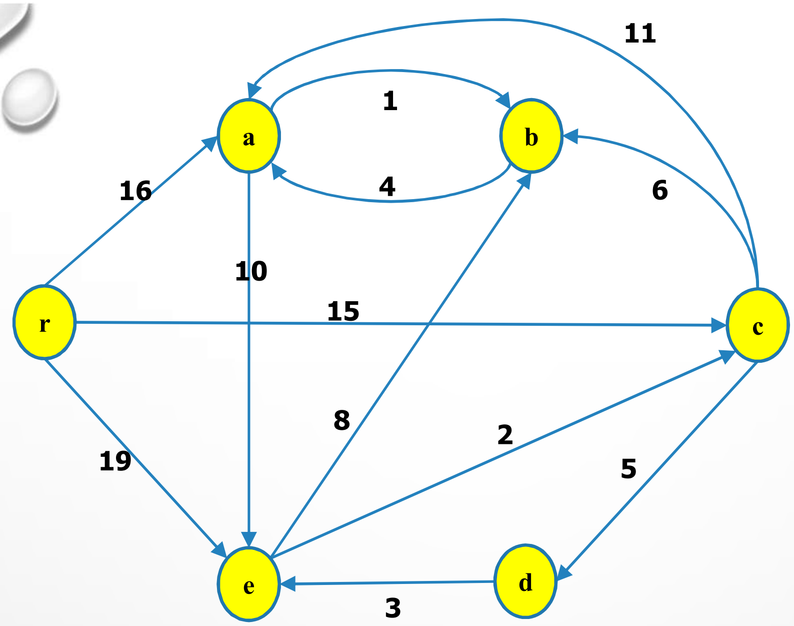
G_0

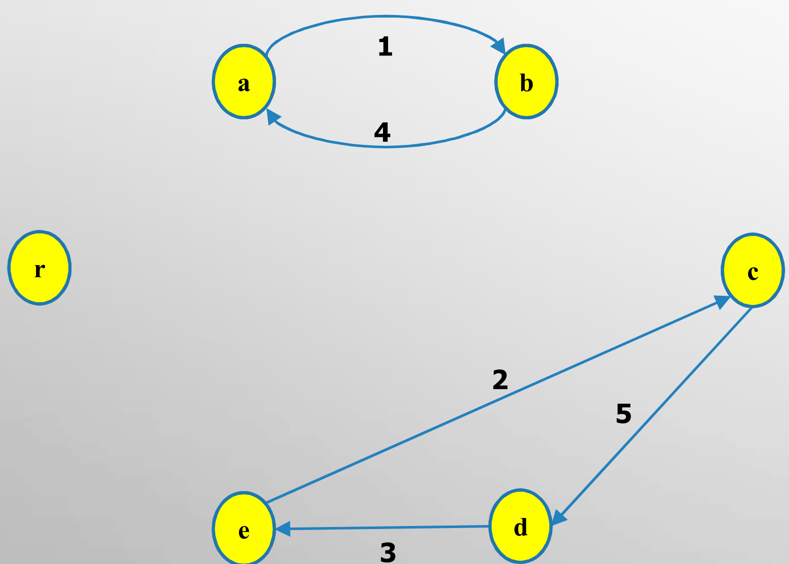


Đồ thị xấp xỉ H_0

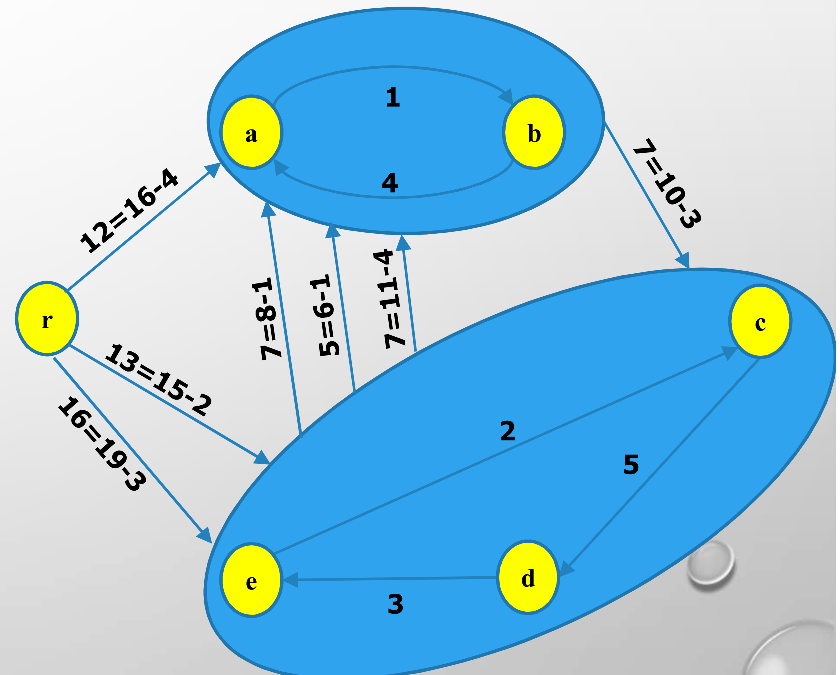
Vì H_0 có chứa chu trình nên dựng đồ thị co G_1

L.T.D.D.



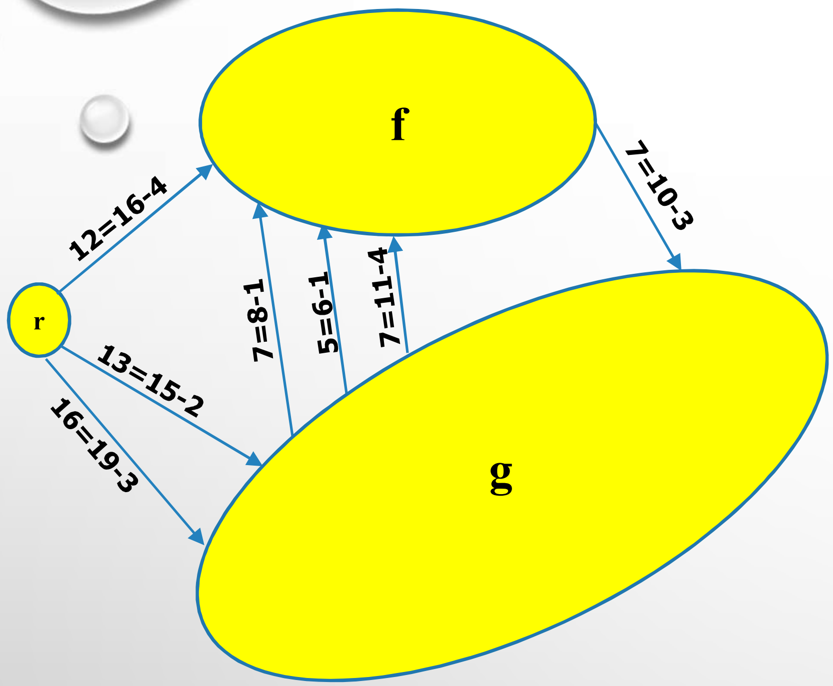


Đồ thị xấp xỉ H_0

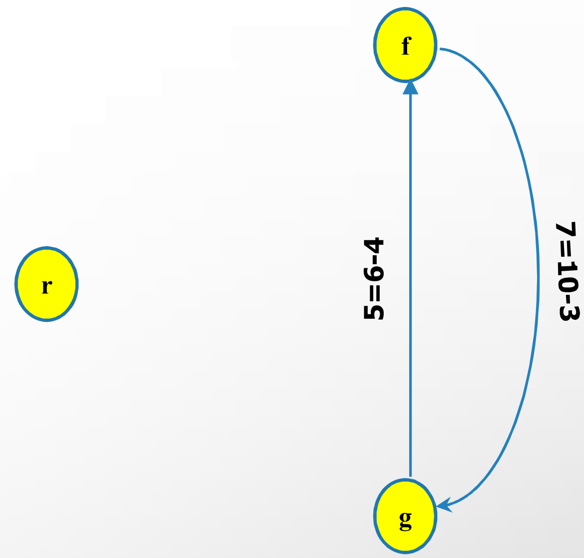


Đồ thị co G_1

L.T.Đ.D.



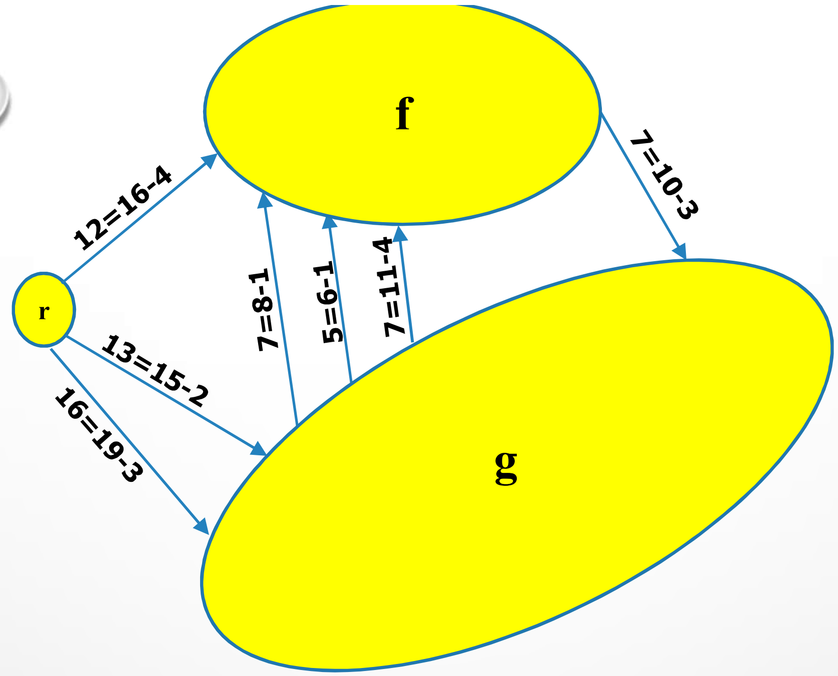
Đồ thị co G_1



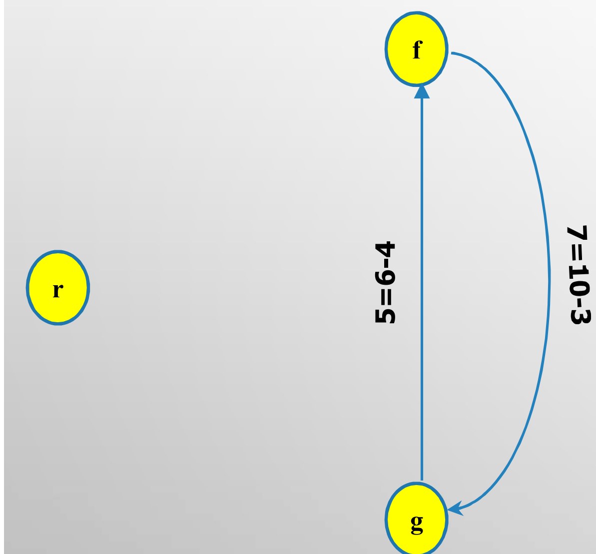
Đồ thị xấp xỉ H_1

Vì $\boldsymbol{H_1}$ có chứa chu trình nên dựng đồ thị co $\boldsymbol{G_2}$

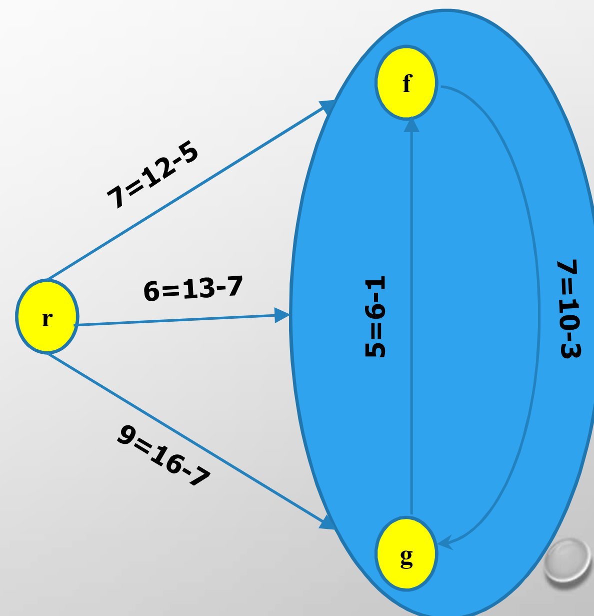
L.T.D.D.



Đồ thị co G_1

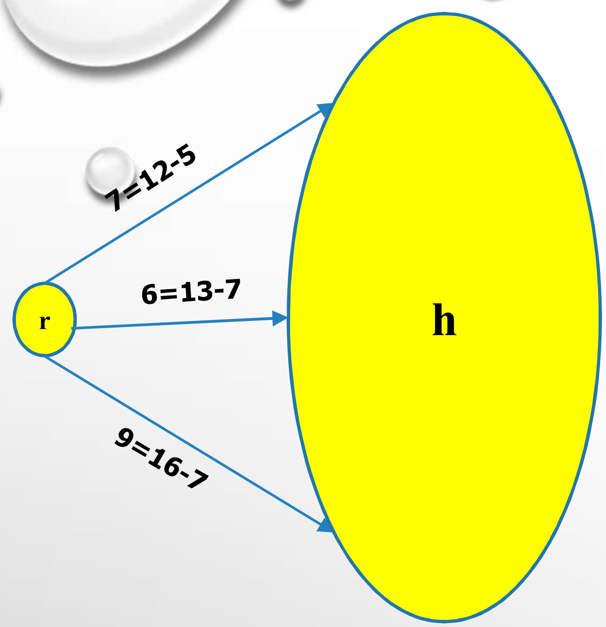


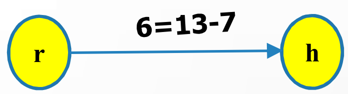
Đồ thị xấp xỉ H_1



Đồ thị co G_2

L.T.D.D.

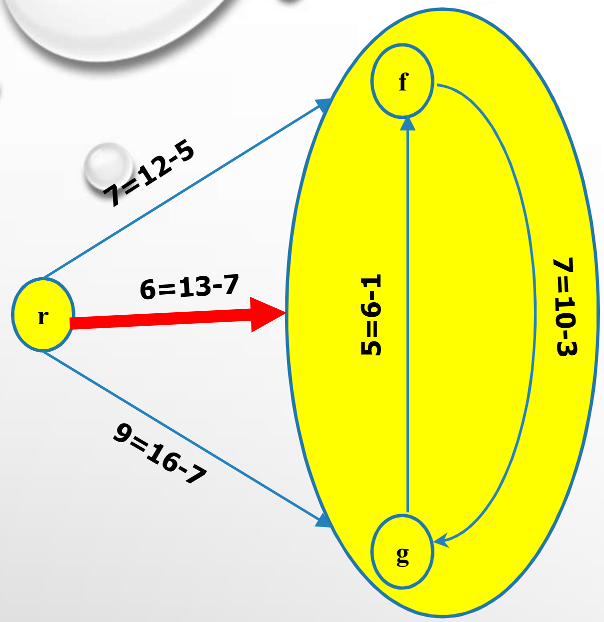


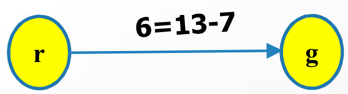


Đồ thị xấp xỉ H_2

Đồ thị co G_2

Vì $\boldsymbol{H_2}$ không chứa chu trình nên $\boldsymbol{H_2}$ là cây có hướng của $\boldsymbol{G_2}$.
Suy ngược lại tìm cây có hướng trên $\boldsymbol{G_1}$ và $\boldsymbol{G_0}$



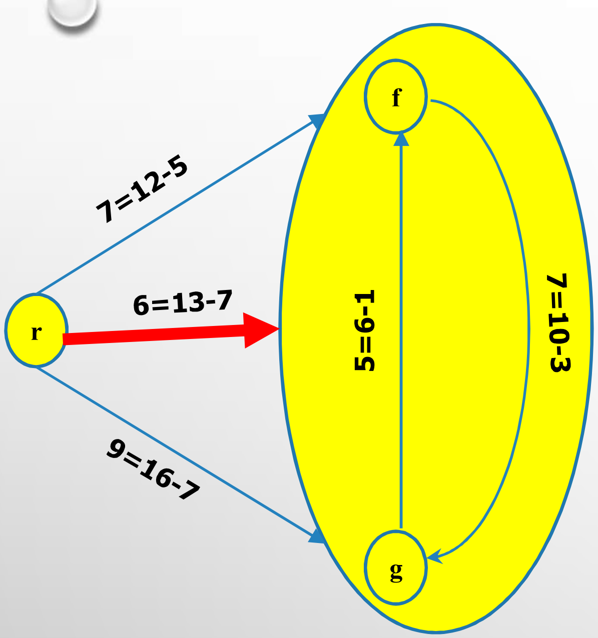


Đồ thị xấp xỉ H_2

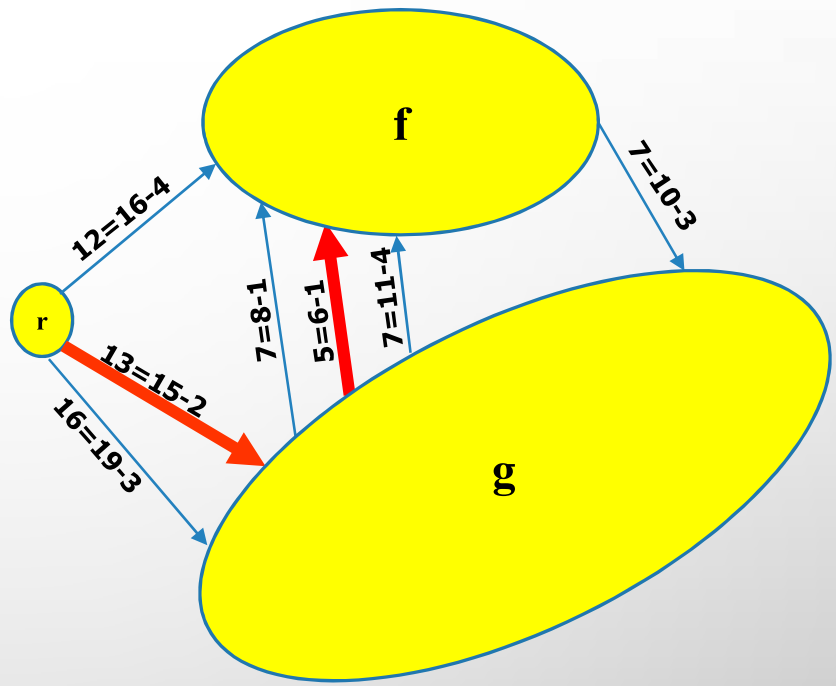
Đồ thị co G_2

Vì $\boldsymbol{H_2}$ không chứa chu trình nên $\boldsymbol{H_2}$ là cây có hướng của $\boldsymbol{G_2}$.

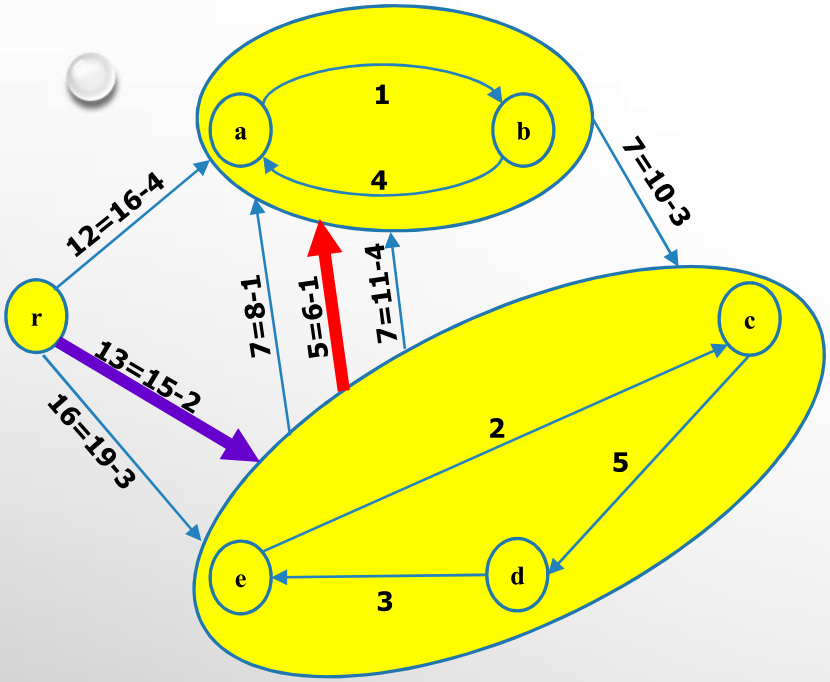
Suy ngược lại tìm cây có hướng trên $\boldsymbol{G_1}$ và $\boldsymbol{G_0}$



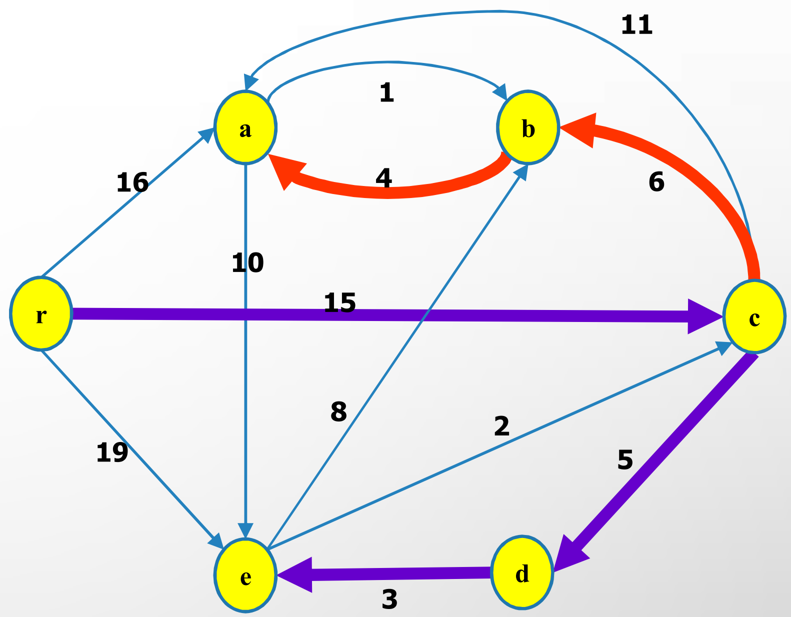
Đồ thị co G_2



Đồ thị co G_1



Đồ thị co G_1

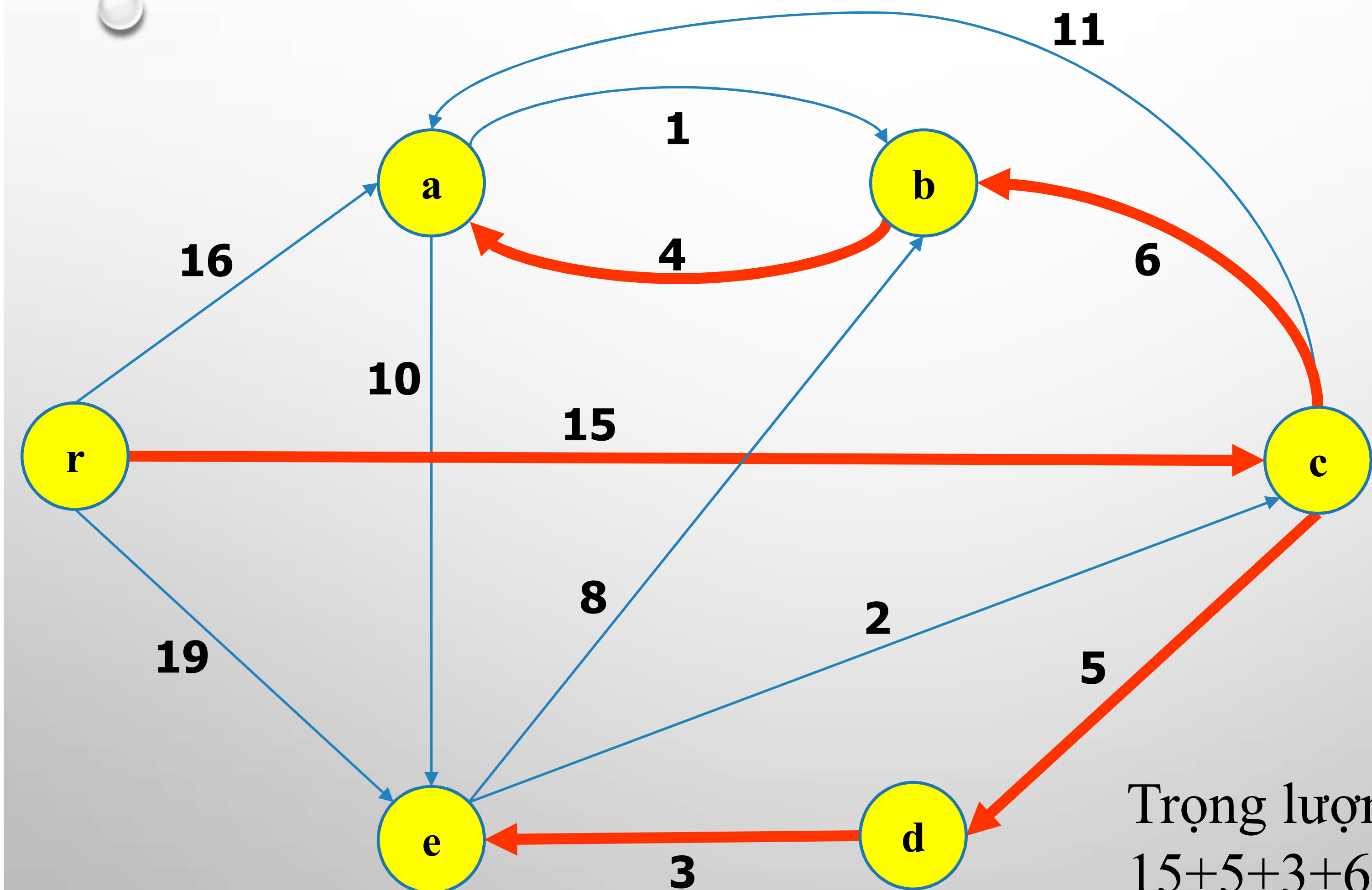


Đồ thị G_0

L.T.D.D.

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

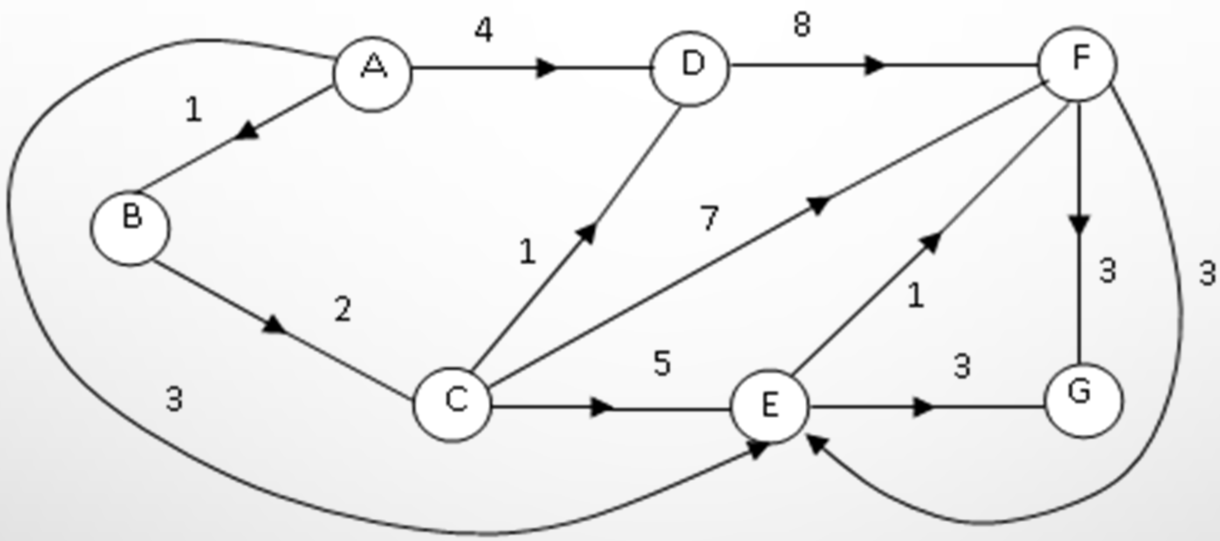
Cây có hướng nhỏ nhất



Trọng lượng nhỏ nhất:
15+5+3+6+4=33

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất của các đồ thị sau

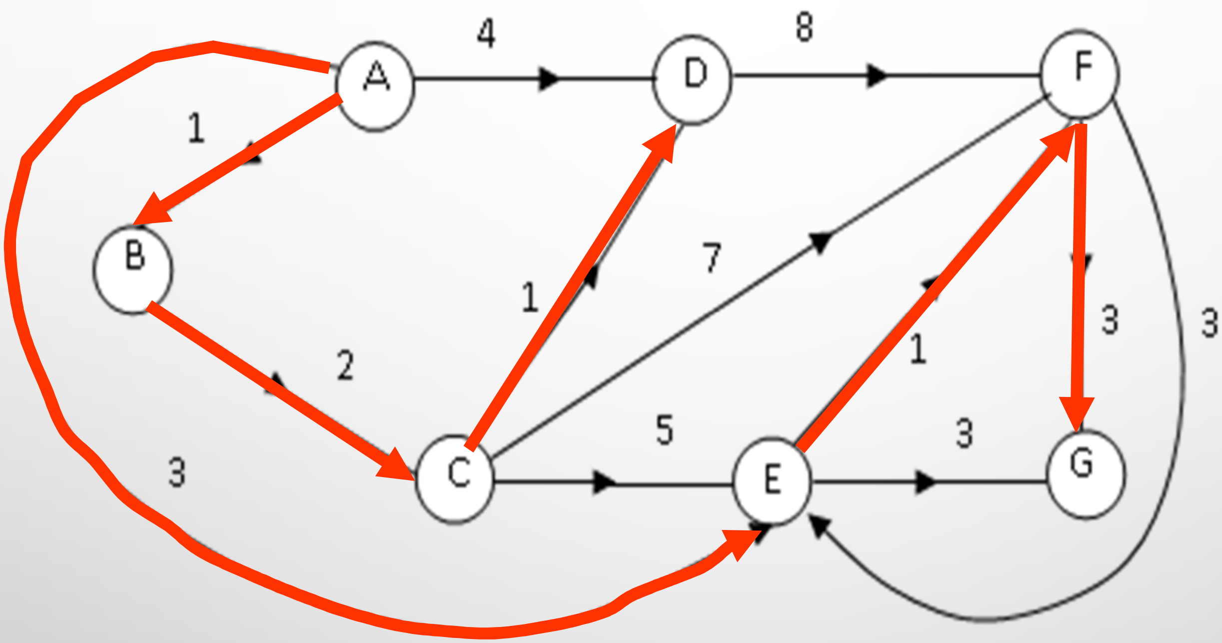


	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

L.T.D.D.

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất của các đồ thị sau

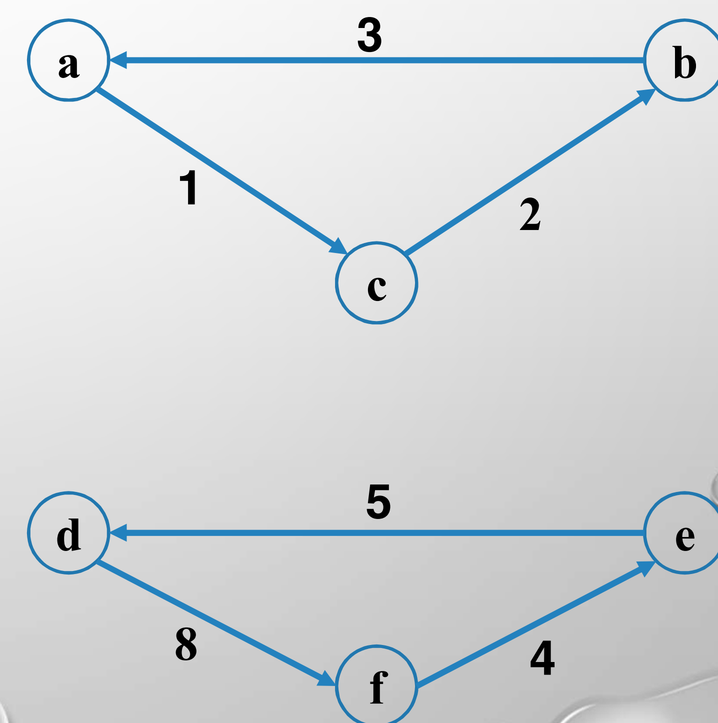


Trọng lượng nhỏ nhất:
1+1+1+2+3+3=11

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Tìm cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất của các đồ thị sau

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

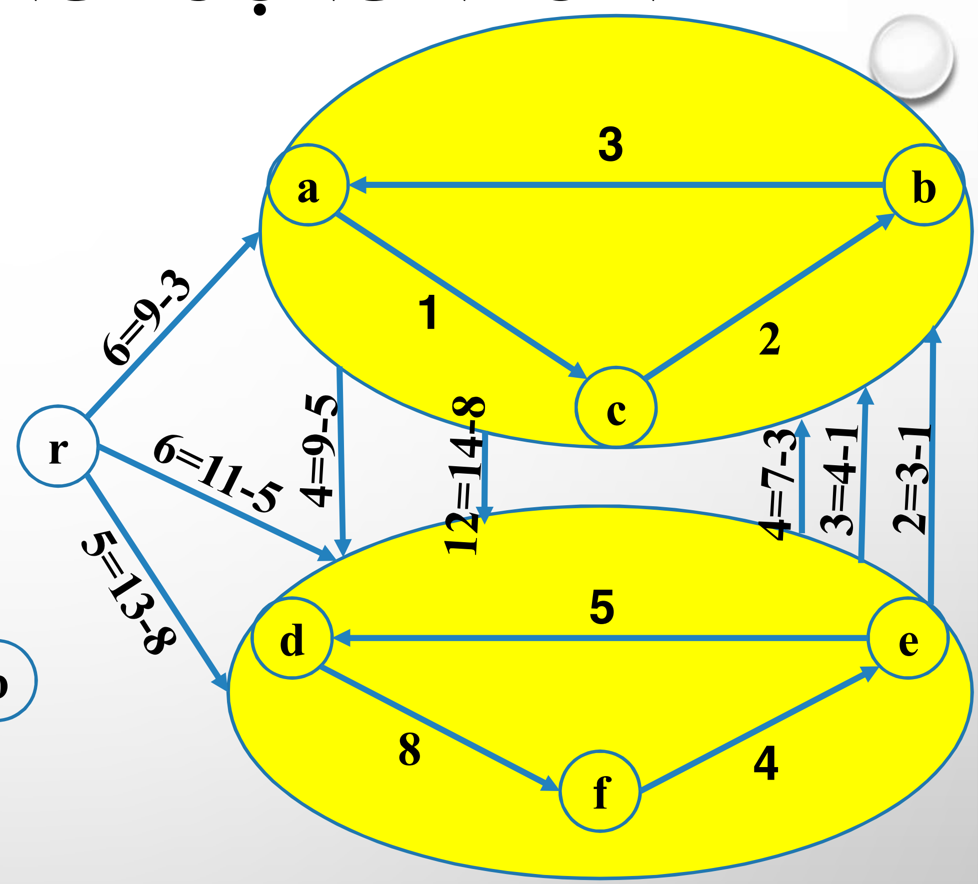


Đồ thị xấp xỉ H_0

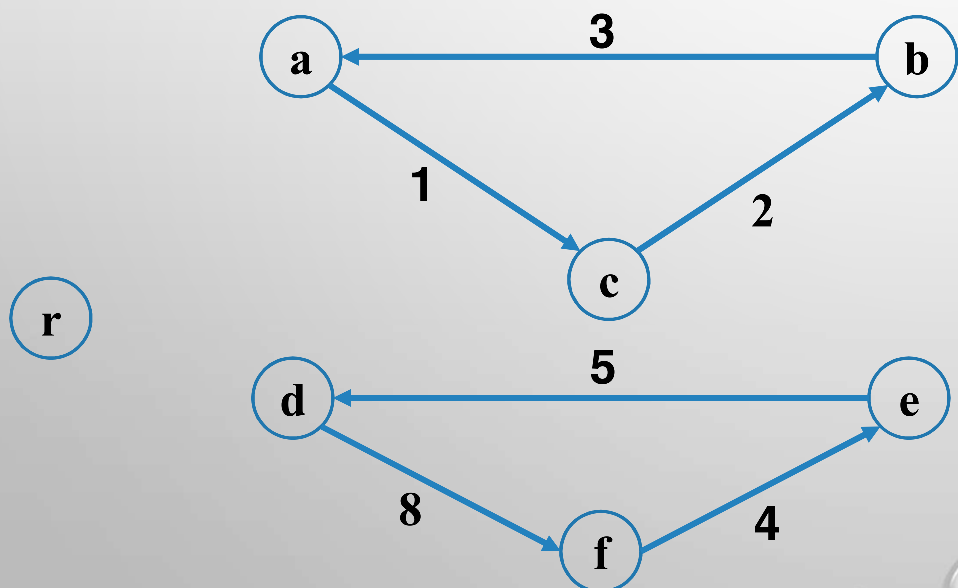
Vì đồ thị xấp xỉ H_0 có chu trình nên xây dựng đồ thị co G_1

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	



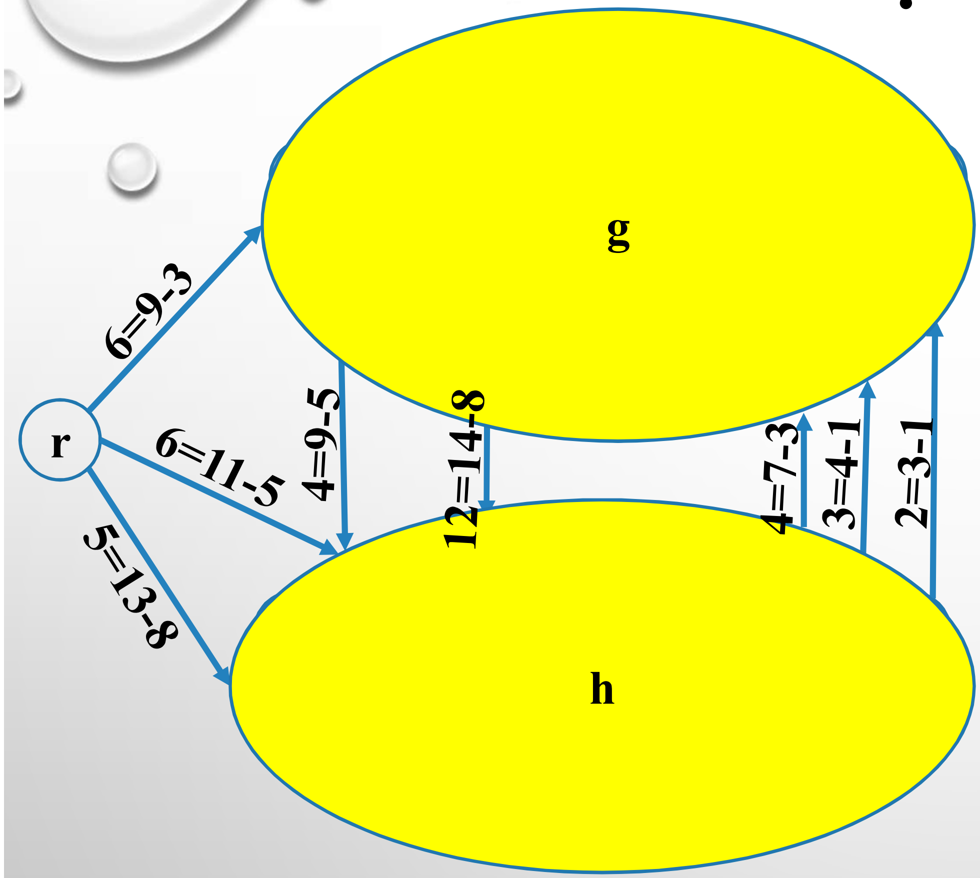
Đồ thị co G_1



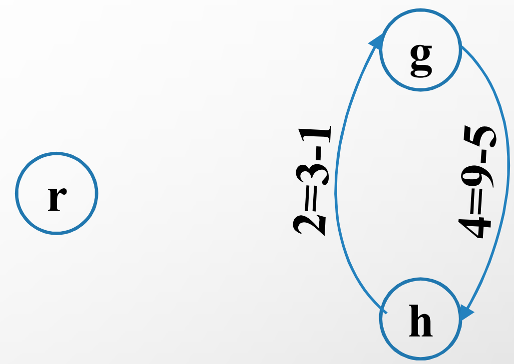
Đồ thị xấp xỉ H_0

L.T.D.D.

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT



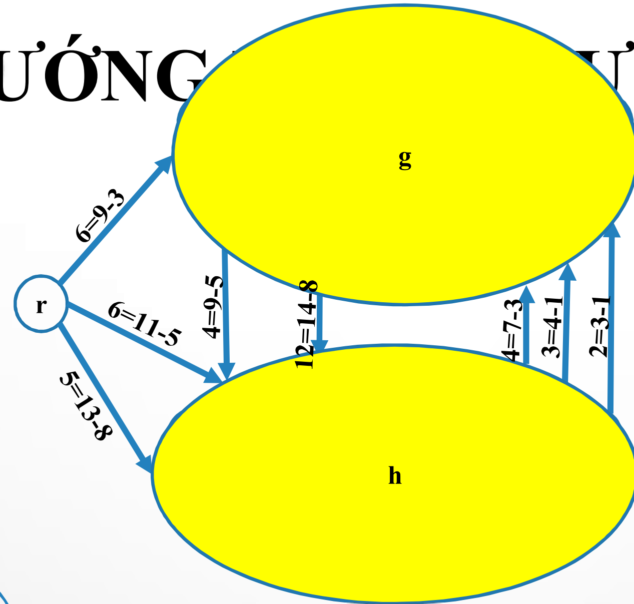
Đồ thị co G_1



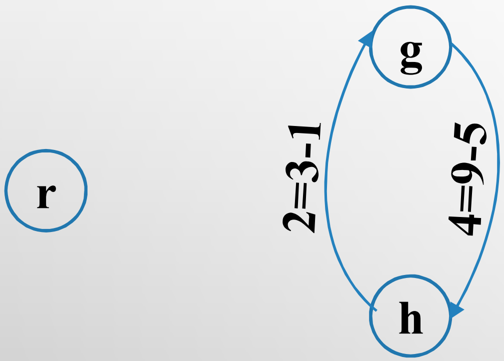
Đồ thị xấp xỉ H_1

Vì đồ thị xấp xỉ H_1 có chu trình nên xây dựng đồ thị co G_2

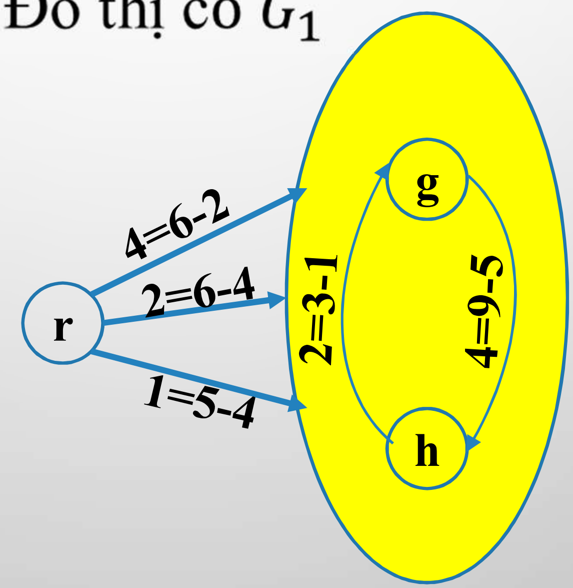
CÂY CÓ HƯỚNG ... ỢNG NHỎ NHẤT



Đồ thị co G_1

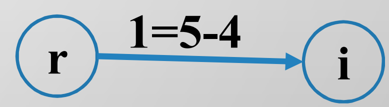


Đồ thị xấp xỉ H_1



Đồ thị co G_2

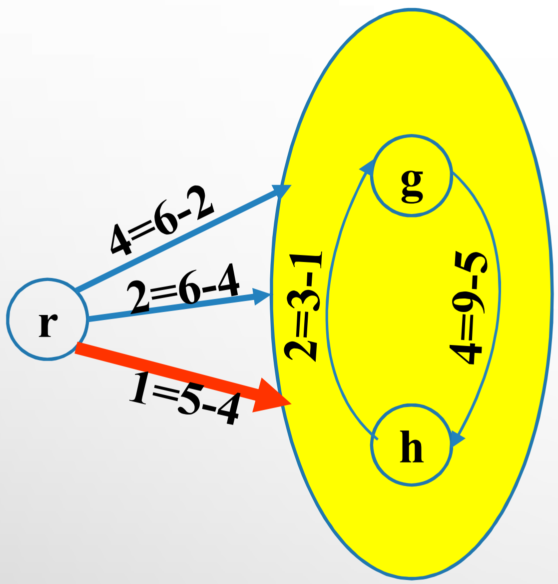
Vì H_2 không chứa chu trình nên H_2 là cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_2



Đồ thị xấp xỉ H_2

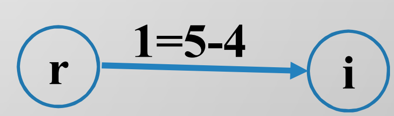
L.T.D.D.

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT



CCH trên đồ thị co G_2

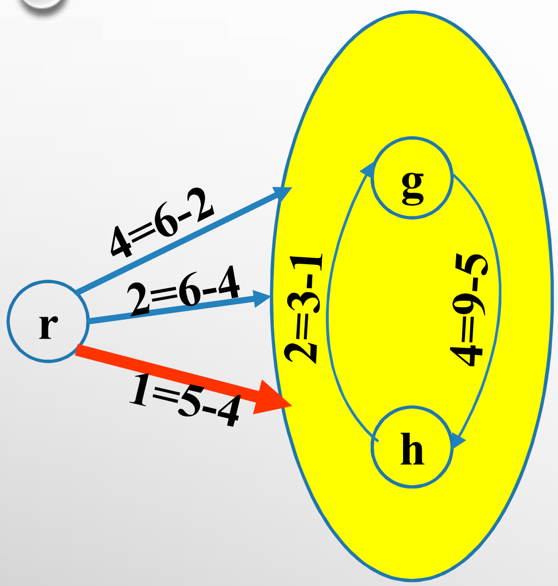
Suy ngược lại tìm cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



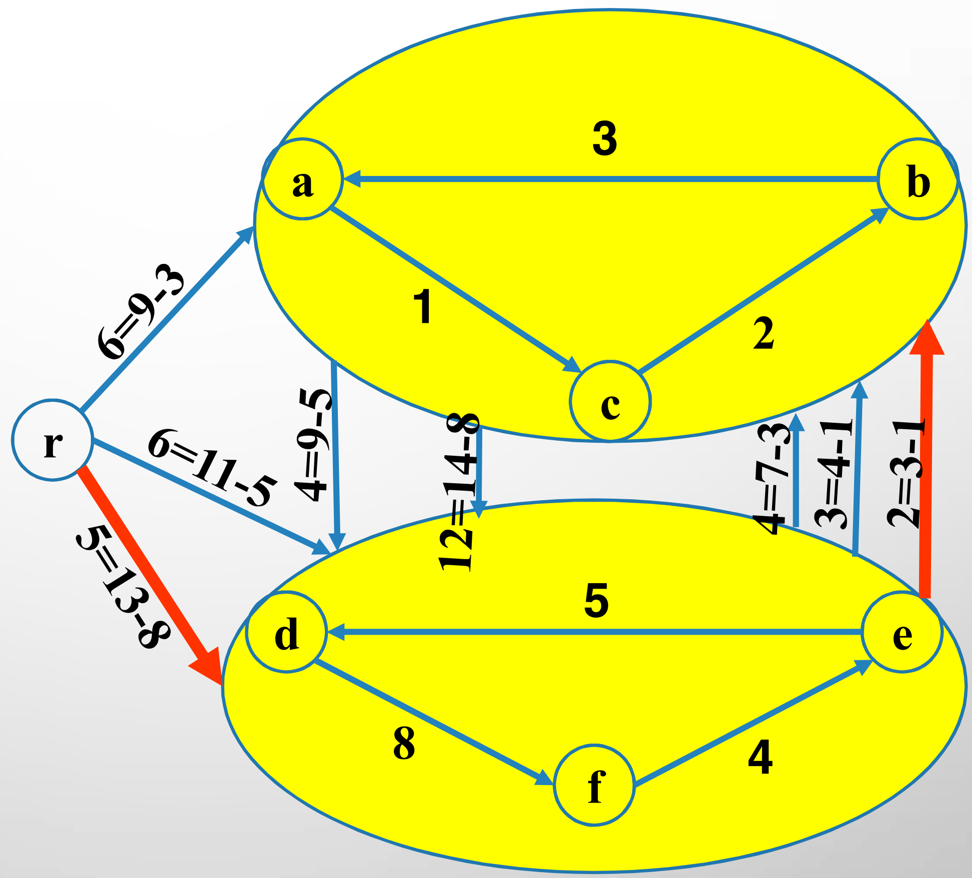
Đồ thị xấp xỉ H_2

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

Suy ngược lại tìm cây có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



CCH trên đồ thị co G_2

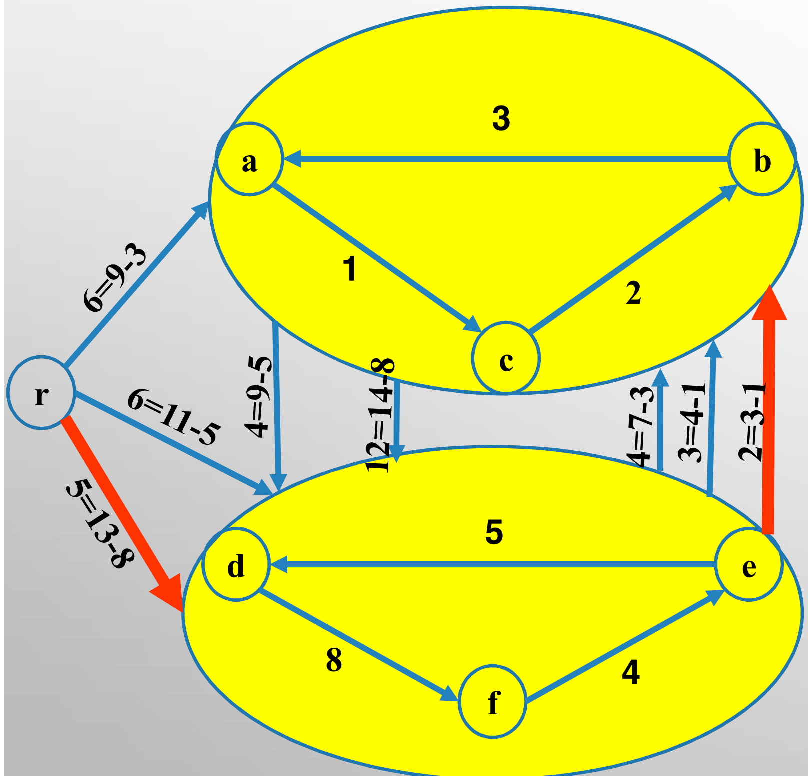


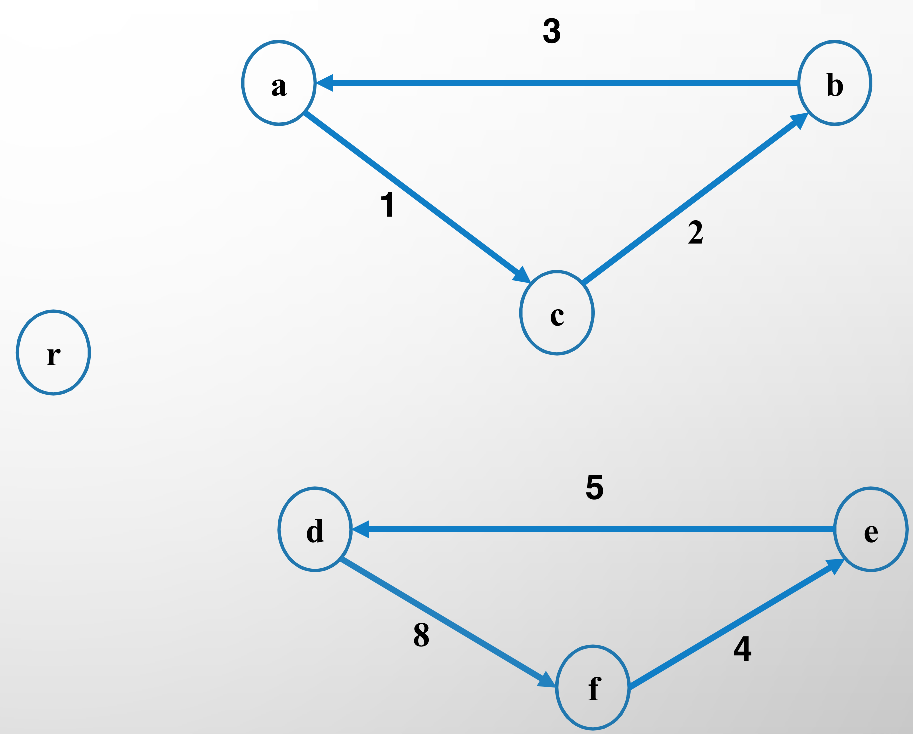
CCH trên đồ thị co G_1

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0





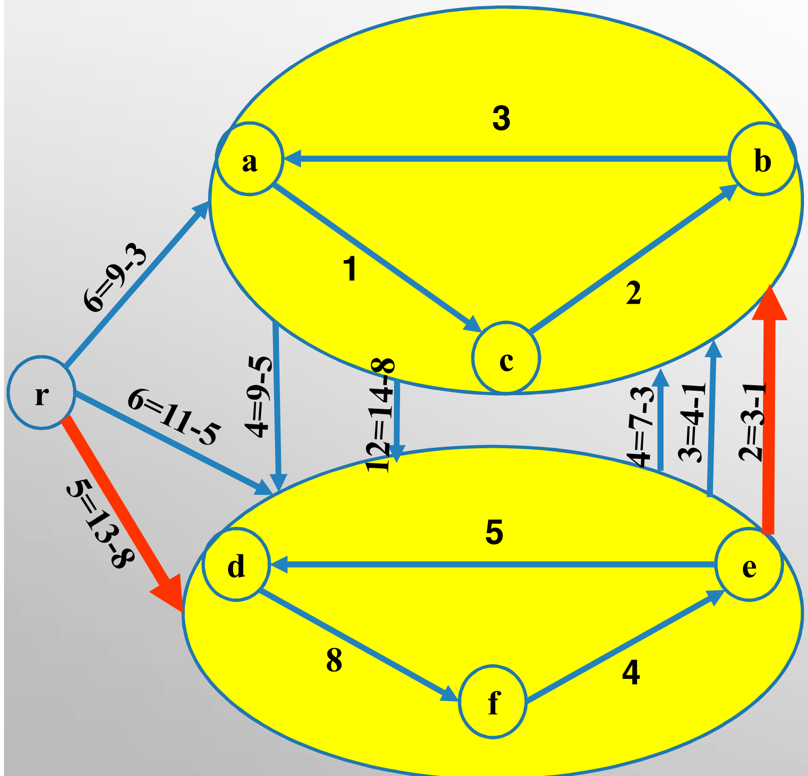
CCH trên đồ thị G

CCH trên đồ thị co G_1

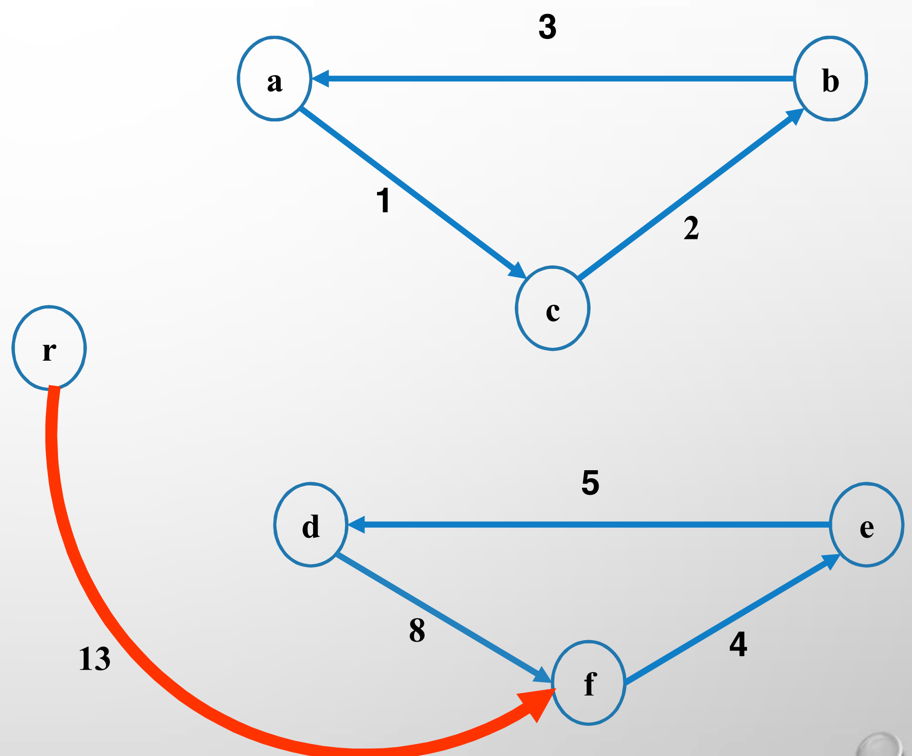
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



CCH trên đồ thị co G_1

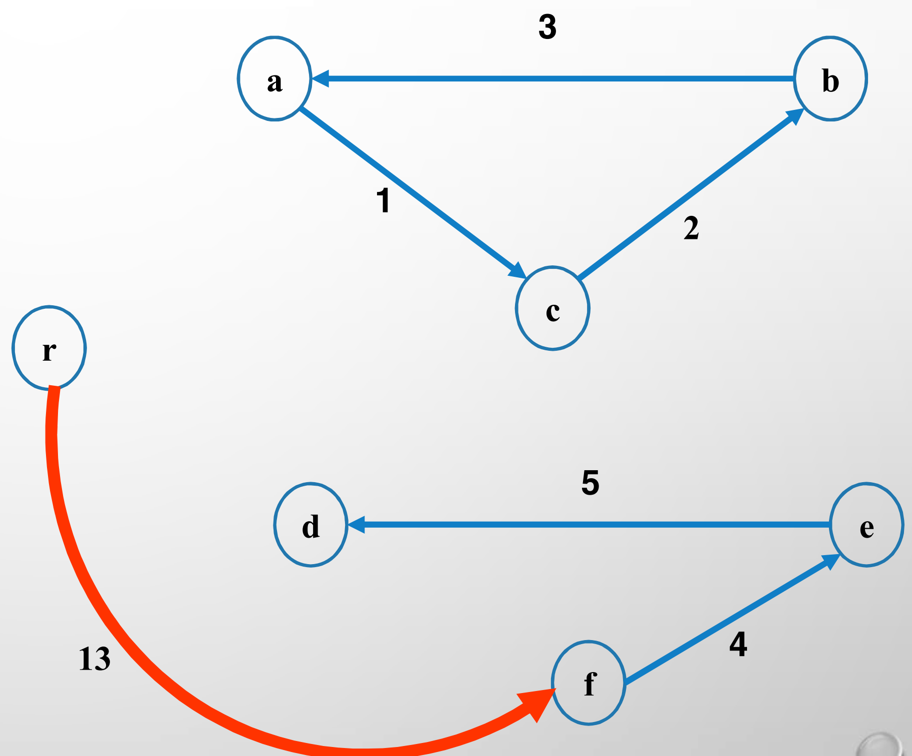


CCH trên đồ thị G

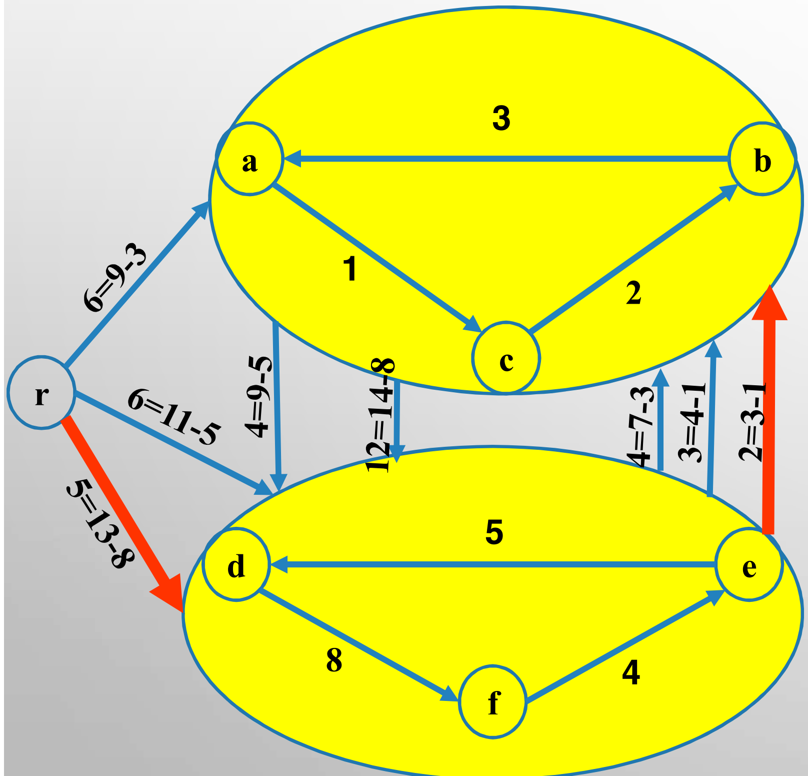
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



CCH trên đồ thị G

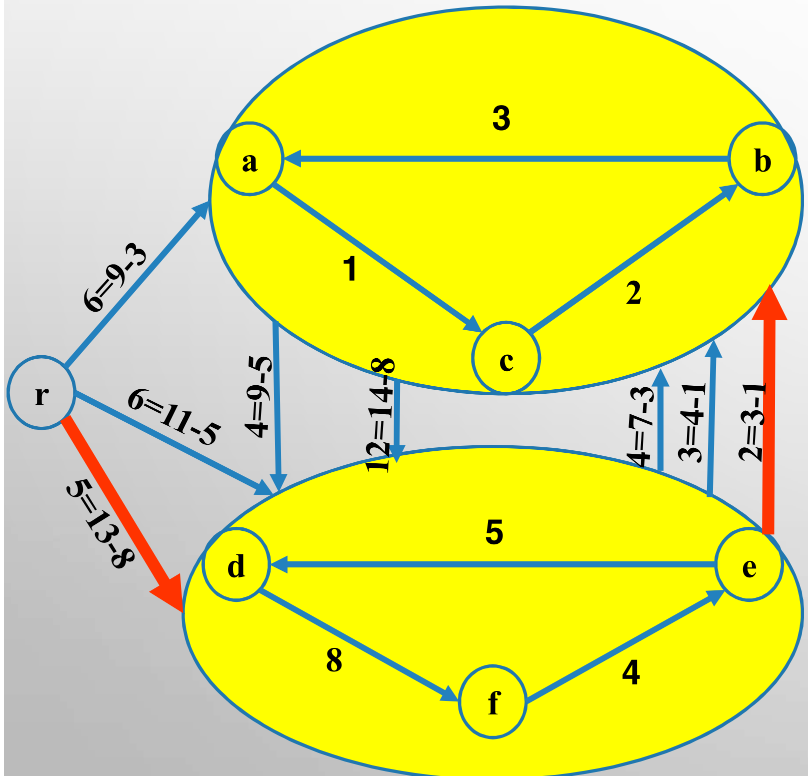


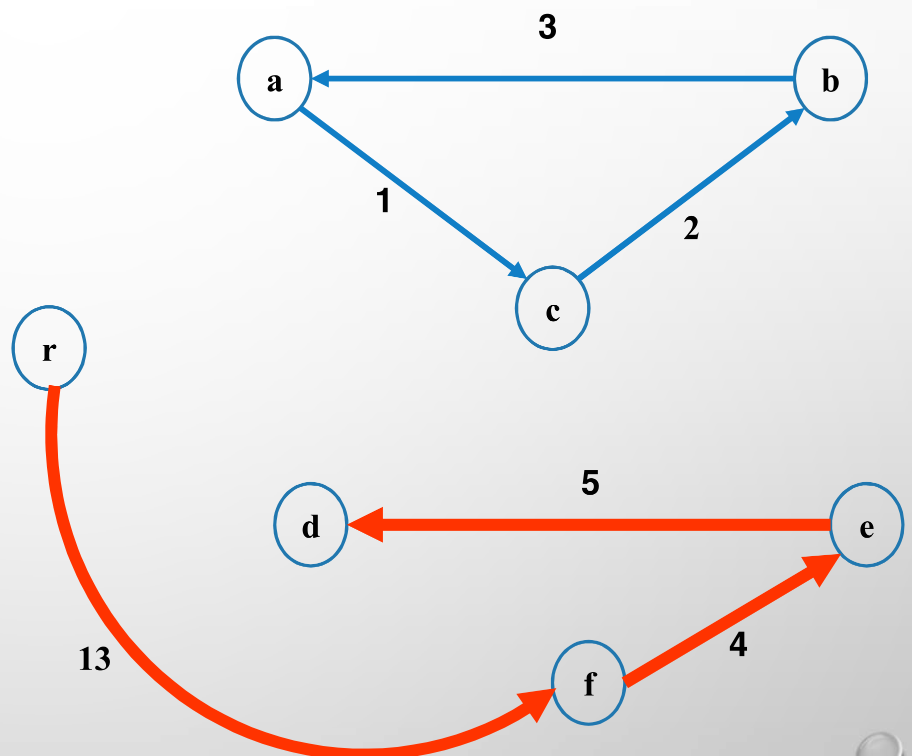
CCH trên đồ thị co G_1

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0





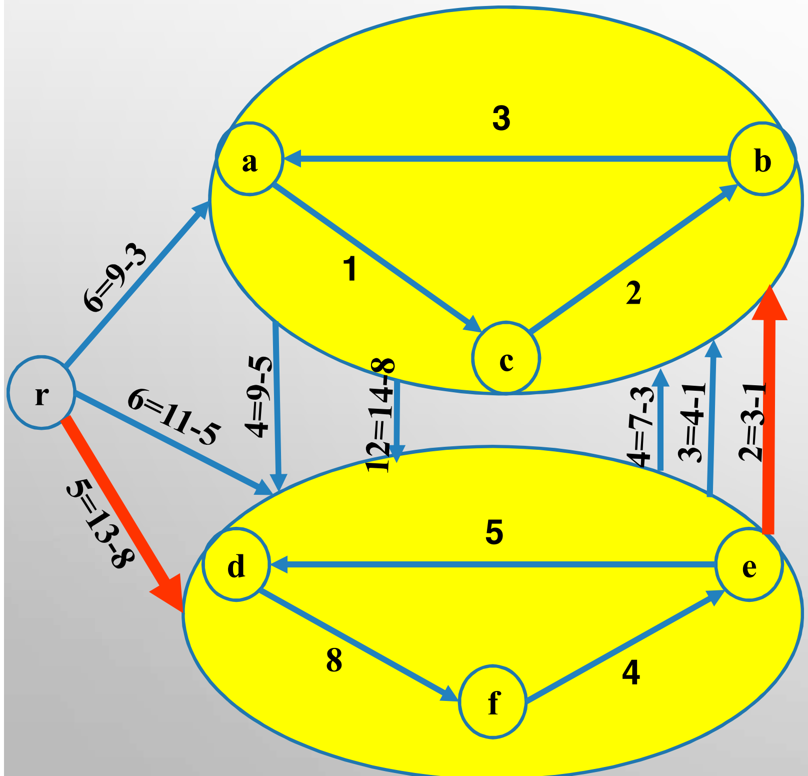
CCH trên đồ thị G

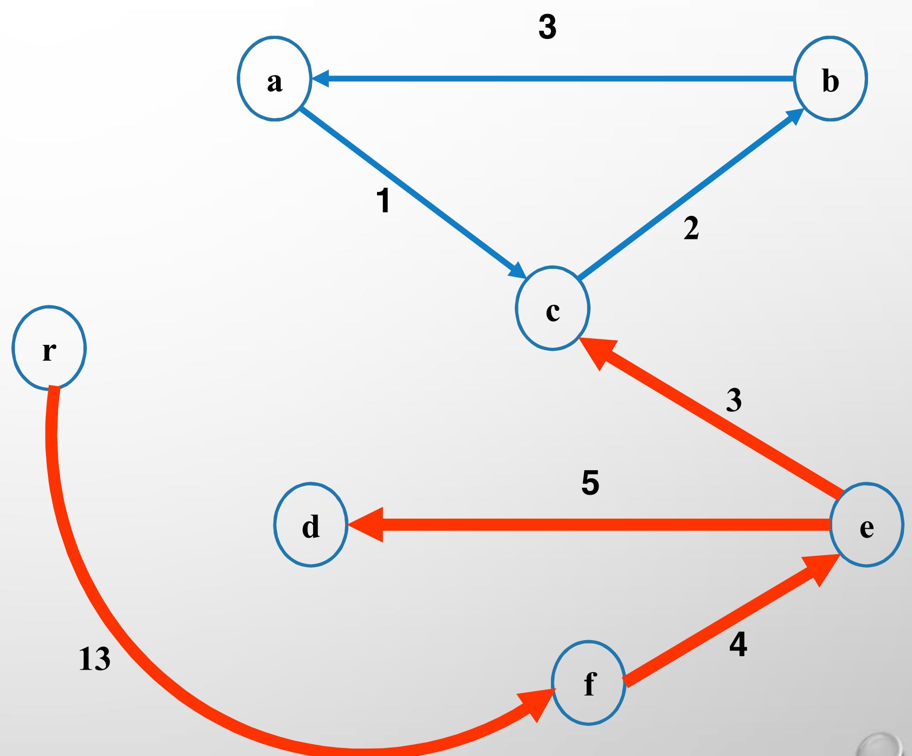
CCH trên đồ thị co G_1

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0





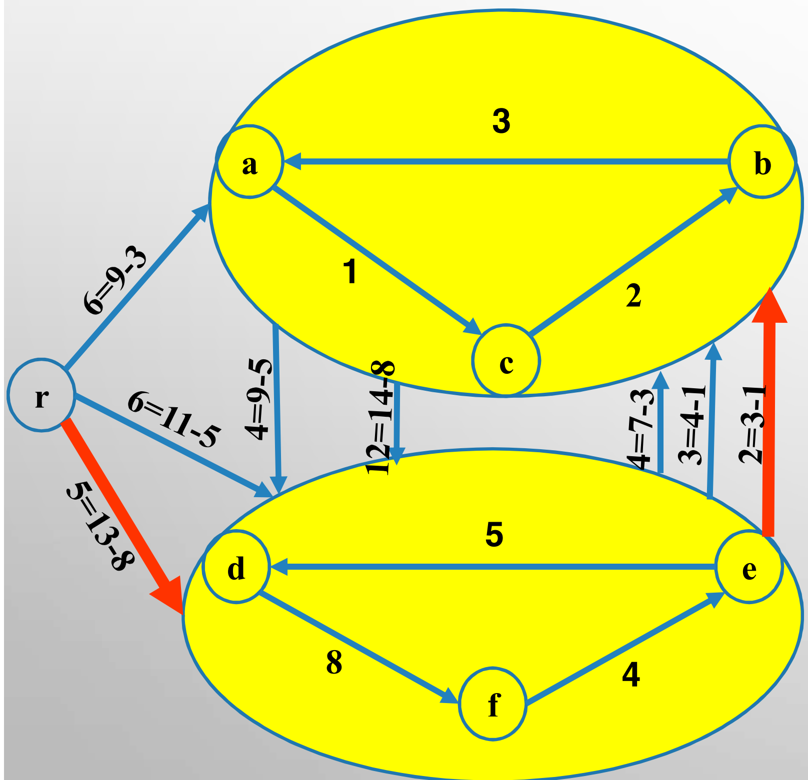
CCH trên đồ thị G

CCH trên đồ thị co G_1

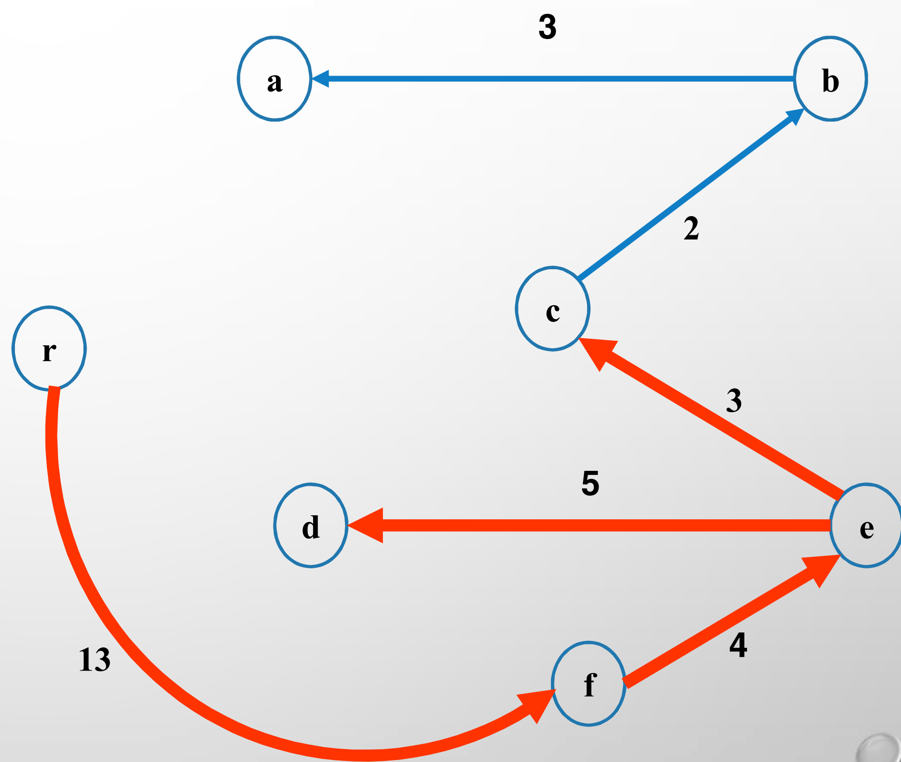
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	



CCH trên đồ thị co G_1

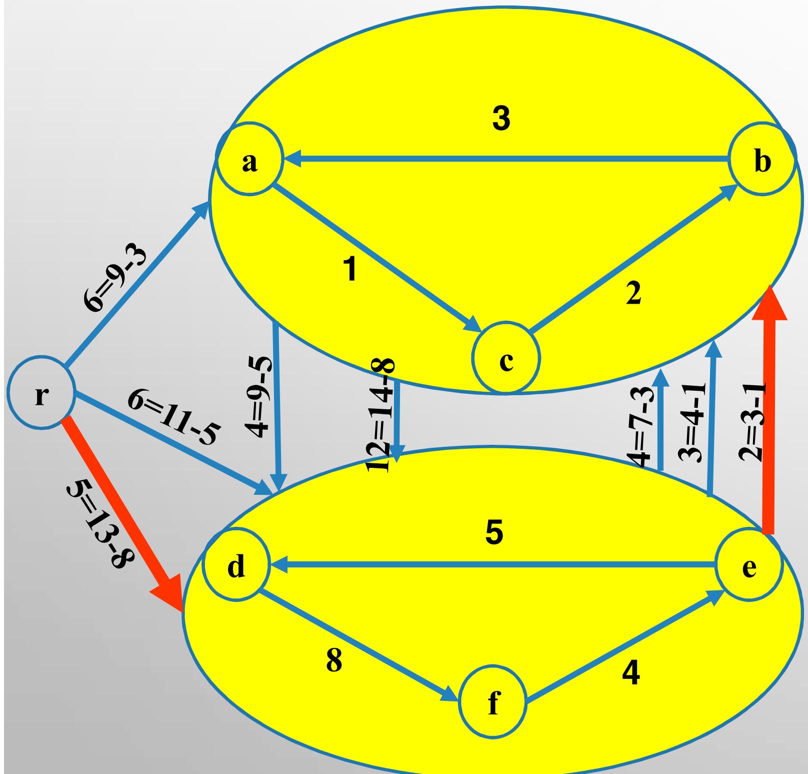


CCH trên đồ thị G

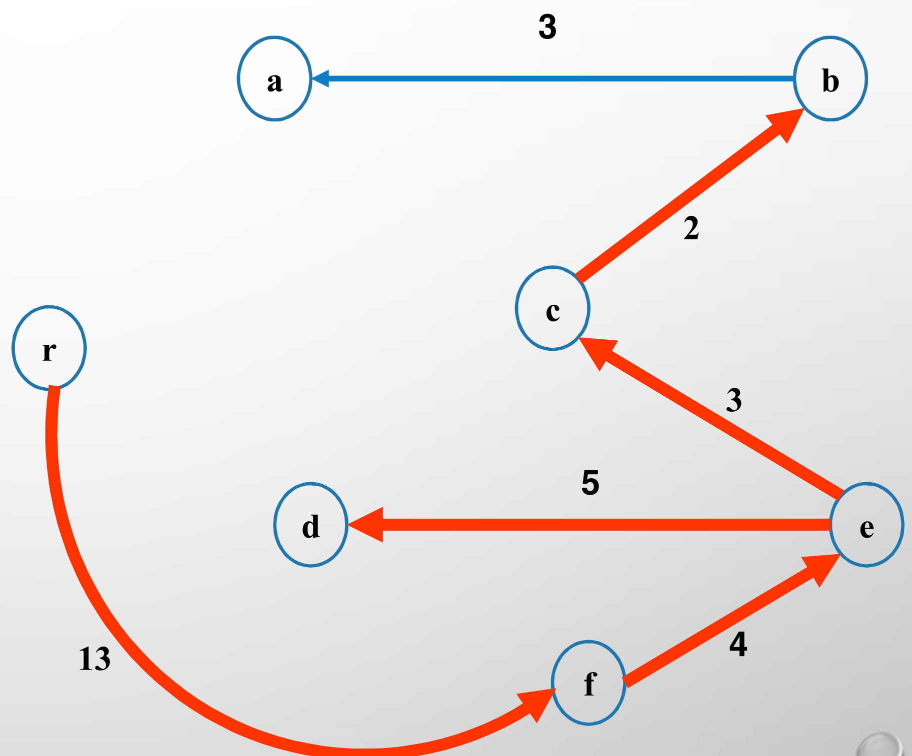
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



CCH trên đồ thị co G_1

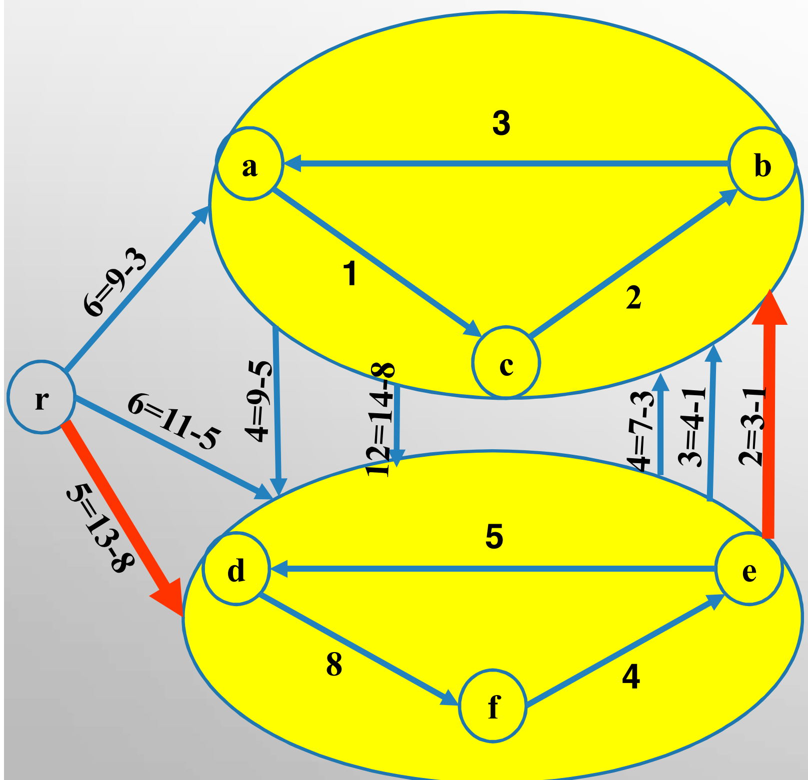


CCH trên đồ thị G

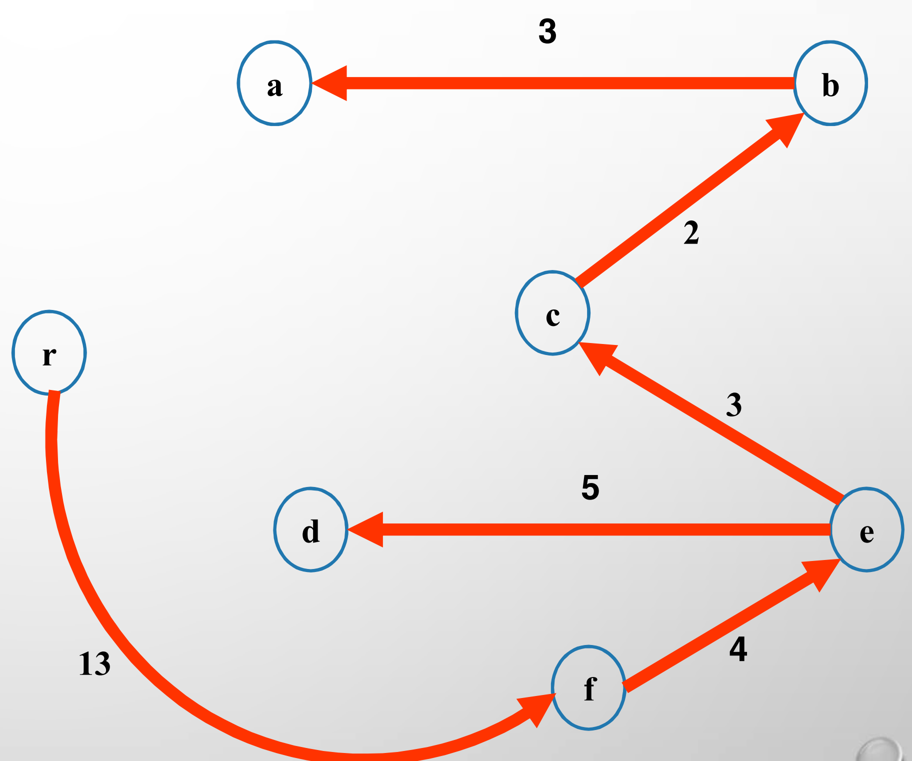
CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



CCH trên đồ thị co G_1

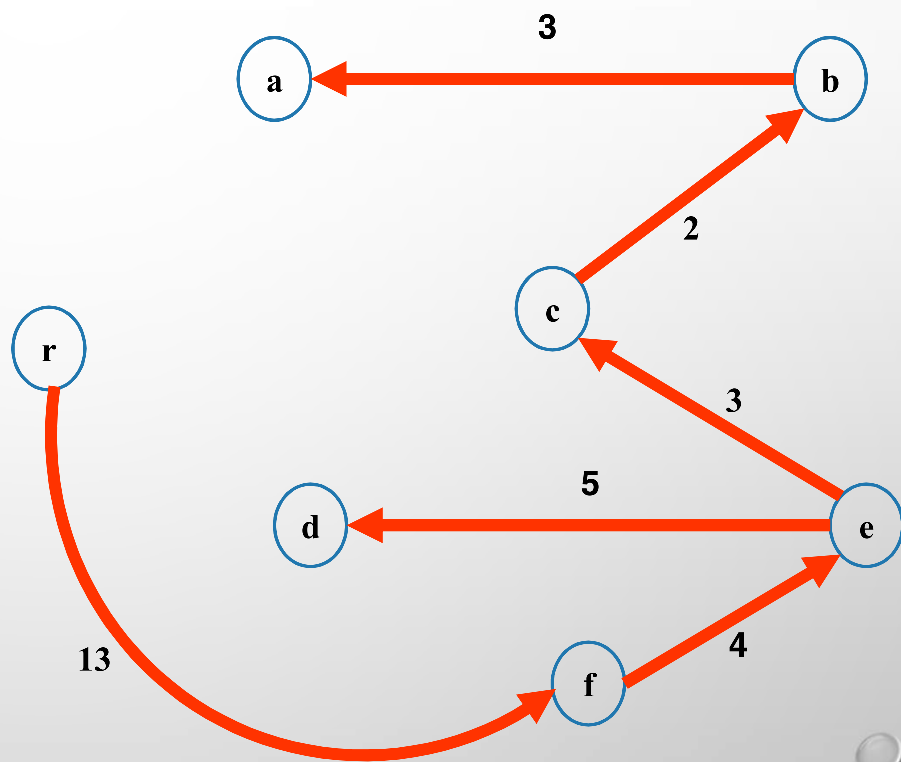


CCH trên đồ thị G

CÂY CÓ HƯỚNG TRỌNG LƯỢNG NHỎ NHẤT

	r	a	b	c	d	e	f
r		9			11		13
a				1	9		
b		3					14
c			2				
d				4			8
e		7		3	5		
f						4	

có hướng trọng lượng nhỏ nhất trên G_1 và G_0



Trọng lượng của cây có hướng nhỏ nhất là: 13+4+5+3+2+3=30

CCH trên đồ thị G

L.T.P.D.

CHƯƠNG 5

XẾP HẠNG ĐỒ THỊ

NỘI DUNG:

1. HẠNG CỦA ĐỈNH
2. GIẢI THUẬT XẾP HẠNG
3. BÀI TOÁN GANT