LOGO

Đồ thị

Phạm Thi Vương

Nội dung

1. Định nghĩa đồ thị
2. Một số khái niệm trên đồ thị
3. Đường đi, chu trình, tính liên thông
4. Duyệt đồ thị
5. Biểu diễn đồ thị trên máy tính
6. Bài tập

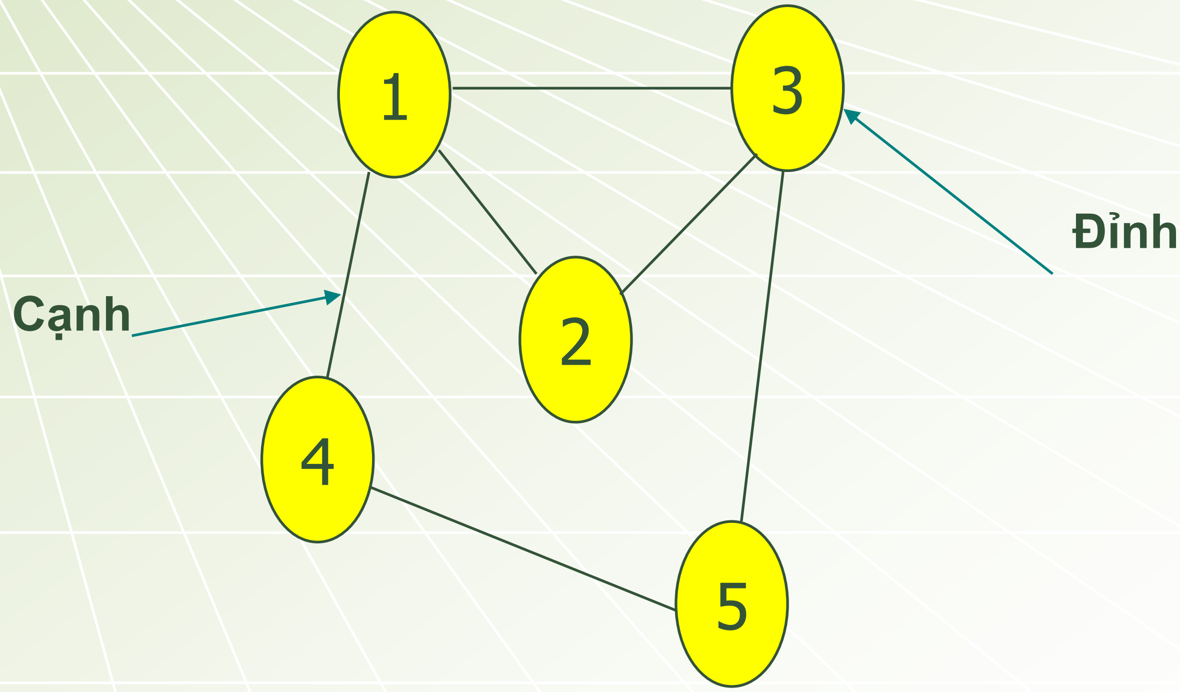
Định nghĩa

- V, E là các tập hữu hạn và không rỗng các phần tử nào đó và $E \subseteq V \times V$

  G = (V,E) gọi là đồ thị hữu hạn.
- Mỗi phần tử $v \in V$ gọi là một đỉnh của đồ thị
- Mỗi phần tử $e = (x,y) \in E$ gọi là một cạnh của đồ thị
- V gọi là tập các đỉnh, E gọi là tập các cạnh
- $n = |V|$, $m = |E|$

Ví dụ

G = (V, E)

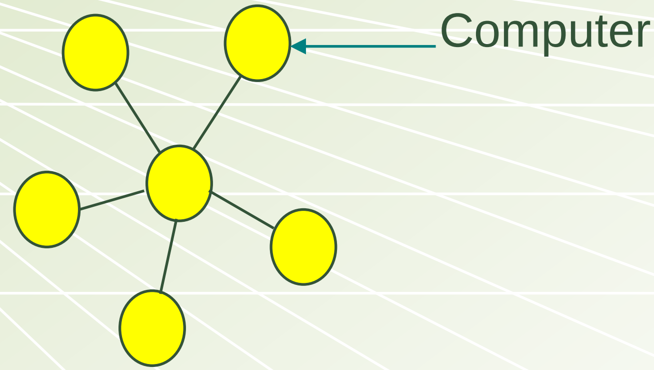


V = {1, 2, 3, 4, 5}

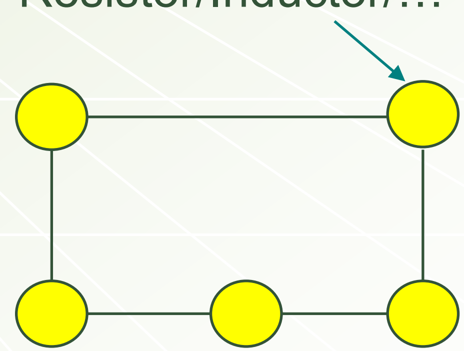
E = { (1,2), (1,3), (1,4), (2,3), (3,5), (4,5) }

Ứng dụng

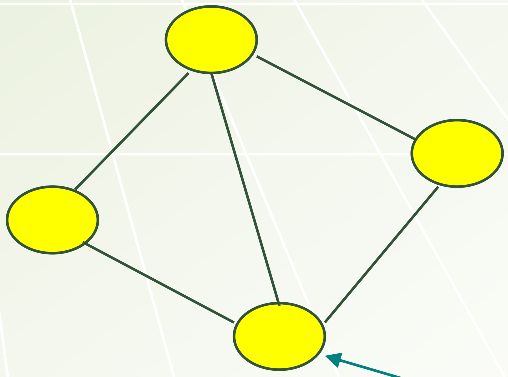
- Mạng máy tính



- Mạch điện tử



- Bản đồ



Đồ thị có hướng

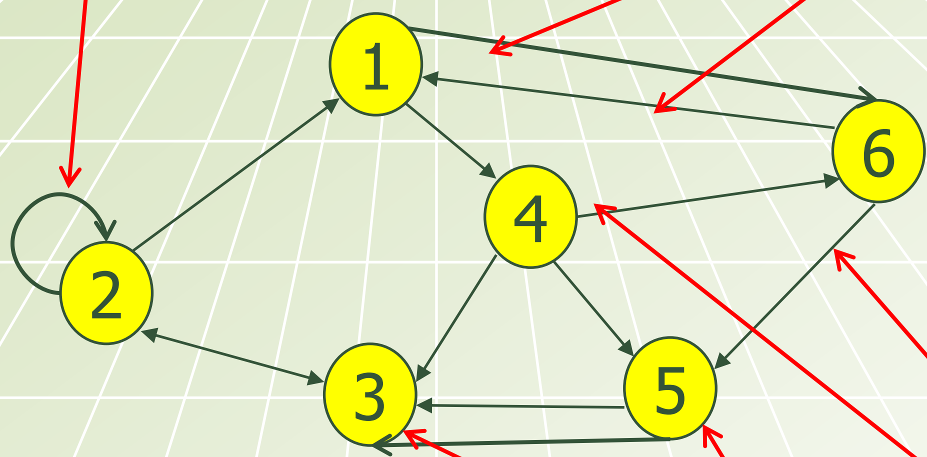
- G = (V,E) là đồ thị có hướng nếu với mọi cạnh e=(x,y) ∈ E có phân biệt thứ tự các đỉnh x và y, có hướng x đến y, hay (x,y) ≠ (y,x)

- Đối với một cung e = (x, y):
  - x là đỉnh đi (gốc,đầu)
  - y là đỉnh đến(ngọn, cuối)
  - Cung e đi từ x và đến y

Đồ thị có hướng

Khuyên

Song song



G = (V, E)

V = {1, 2, 3, 4, 5, 6}

E = { (1,4), (1,6), (2,1), (2,3), (3,2), (4,3), (4,5), (4,6), (5,3), (6,1), (6,5),(5,3)}

(1, 4) = 1→4

Đỉnh Kề

Cạnh Kề

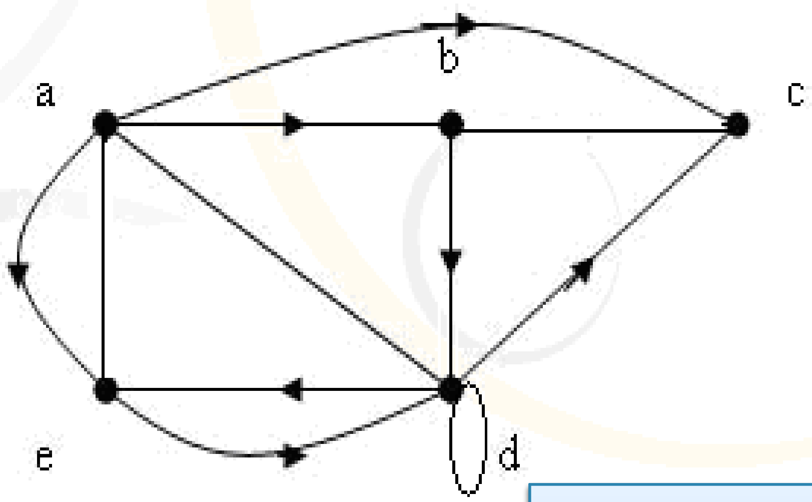
Đồ thị có hướng

- Cho **G=(V,E)** là một đồ thị có hướng và **e=**$(v_i,v_j) \in E$ **:**
  - $\mathbf{v_j}$ được gọi là **đỉnh sau** của v_i
  - v_i là một **đỉnh trước** của v_j
- Tập các đỉnh sau và đỉnh trước của v_i lần lượt được kí hiệu là $\Gamma(v_i)$ và $\Gamma^{-1}(v_i)$

$$\Gamma(x) = \{y \in V \mid (x,y) \in E\}$$

- $G=(V,E) = (V, \Gamma)$

Đồ thị có hướng

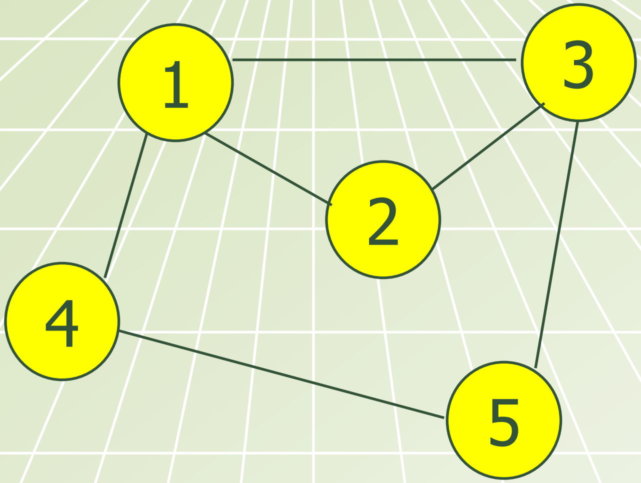


v_i	$\Gamma(v_i)$	$\Gamma^{-1}(v_i)$	)
a			
b			
c			}
d			,d,e}
e			

Đồ thị vô hướng

- G = (V,E) là đồ thị vô hướng nếu với mọi cạnh e=(x,y) $\in$ E không phân biệt thứ tự các đỉnh x và y, tức là từ x đến y không kể hướng, hay (x,y) = (y,x)

Đồ thị vô hướng



G = (V, E)

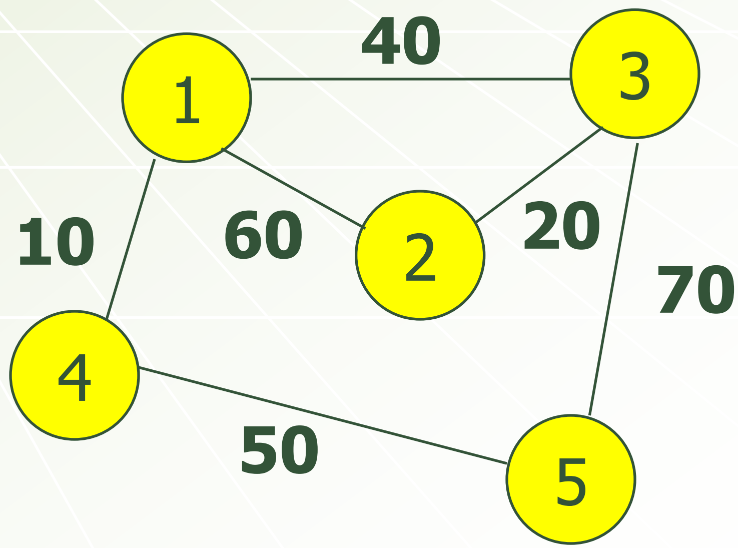
V = {1, 2, 3, 4, 5}

E = {(1,2), (1,3), (1,4), (2,3), (3,5), (4,5)}

- cạnh song song, khuyên?
- $\Gamma(x) = \{y \in V \mid (x,y) \in E\}$

Đồ thị có trọng số

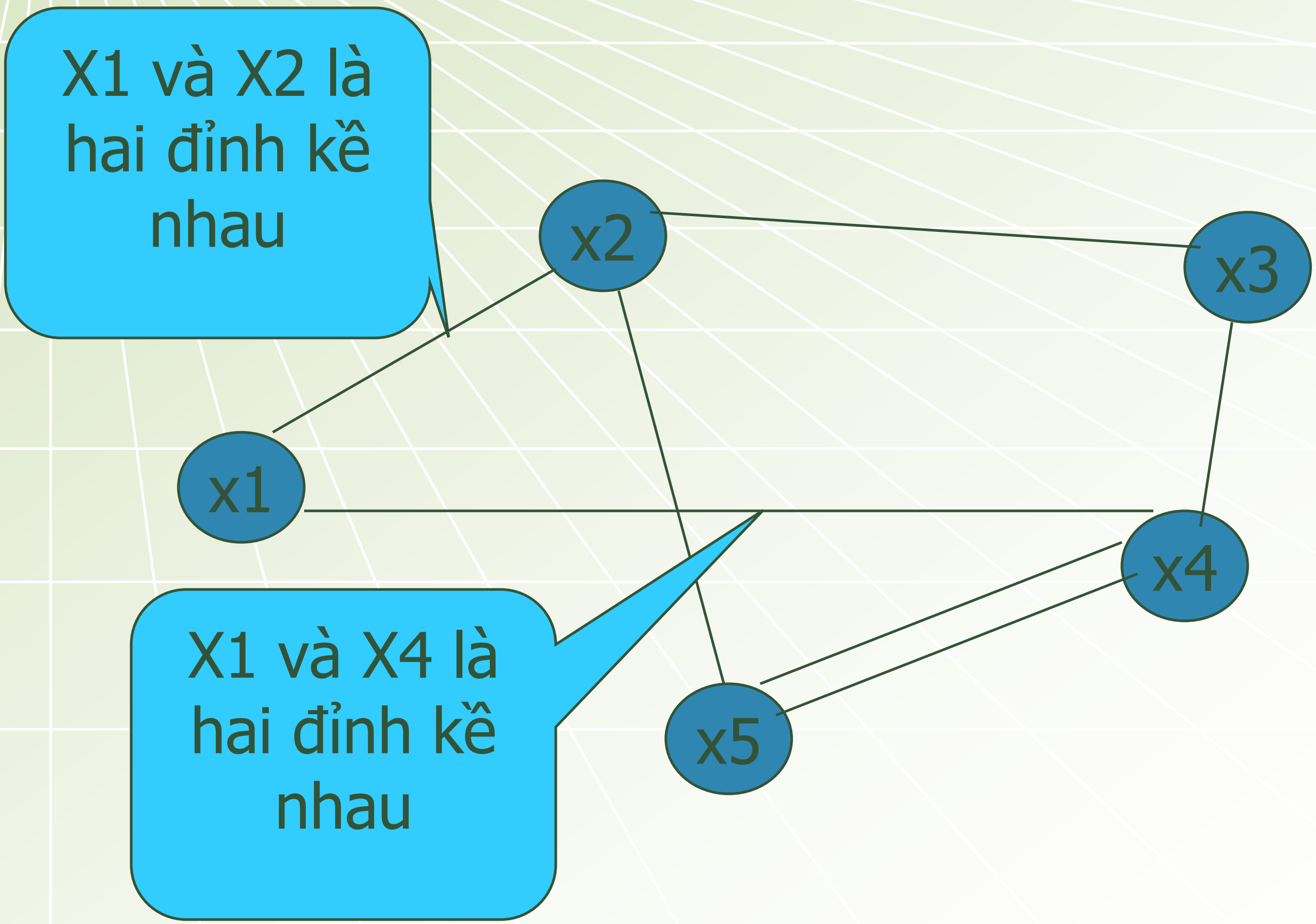
- Một đồ thị G = (V,E) gọi là có trọng lượng hay trọng số nếu mỗi cạnh(hoặc cung) được gán 1 số,
- nghĩa là có một ánh xạ $\omega: E \rightarrow R$.
- Khi đó $\omega(e)$ gọi là trọng lượng của e.



Kề nhau

- Cho G = (V,E) và e =(x,y) $\in$ E là một cạnh nối đỉnh x và y. Khi đó ta nói
  - e là cạnh chứa đỉnh x,y hoặc x,y là các đỉnh thuộc cạnh e.
  - x,y được gọi là hai đỉnh kề nhau
- Hai cạnh kề nhau nếu giữa chúng có đỉnh chung
  - Ví dụ với u=(x,y) và v =(y,z) thì u,v là hai cạnh kề nhau

Kề nhau

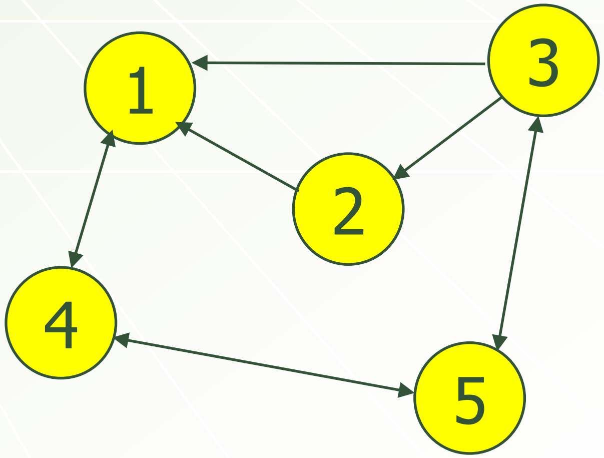

X1 và X2 là hai đỉnh kề nhau
x2
x3
x1
x4
x5
X1 và X4 là hai đỉnh kề nhau

Bậc của đỉnh

- G=(V,E) có hướng và $v_i \in V$
  - nửa bậc trong(nửa bậc vào) = số các cung kết thúc tại (hay đi vào) v_i : $d^{-}(v_i) = |\Gamma^{-1}(v_i)|$
  - nửa bậc ngoài (nửa bậc ra) = số các cung khởi đầu từ(hay đi ra từ) v_i : $d^{+}(v_i) = |\Gamma(v_i)|$
  - bậc của v_i : $d(v_i) = d^{-}(v_i) + d^{+}(v_i)$

Nửa Bậc vào của 1 là 3

Nửa Bậc ra của 1 là 1

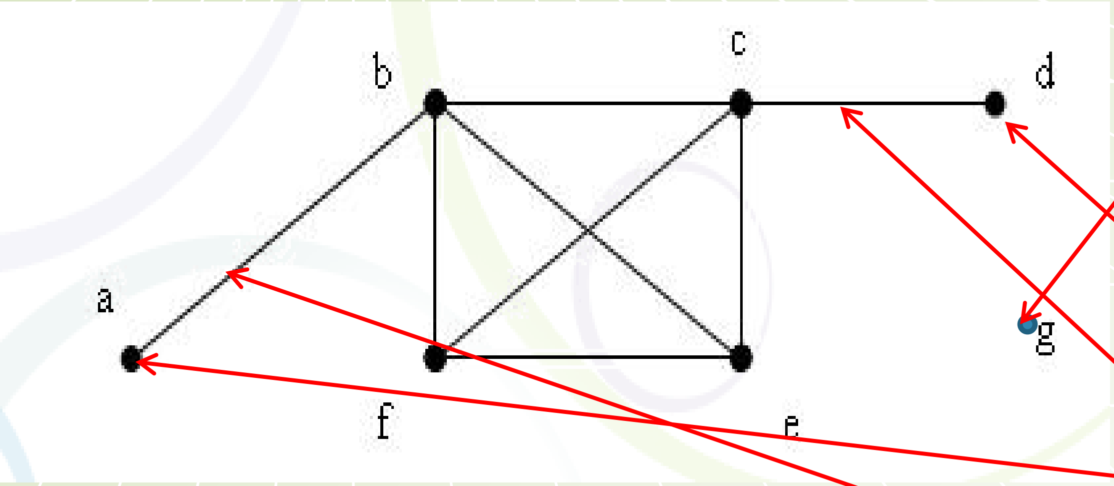


Bậc của đỉnh

- G=(V,E) vô hướng và $v_i \in V$
  - bậc của v_i : $d(v_i)$ = số cạnh kề với v_i, trong đó **một khuyên được đếm là 2**
- Đỉnh có bậc = 0 được gọi là đỉnh cô lập
- Đỉnh có bậc = 1 được gọi là đỉnh treo và cung (cạnh) tới của nó được gọi là cạnh treo

Bậc của đỉnh

Đỉnh cô lập

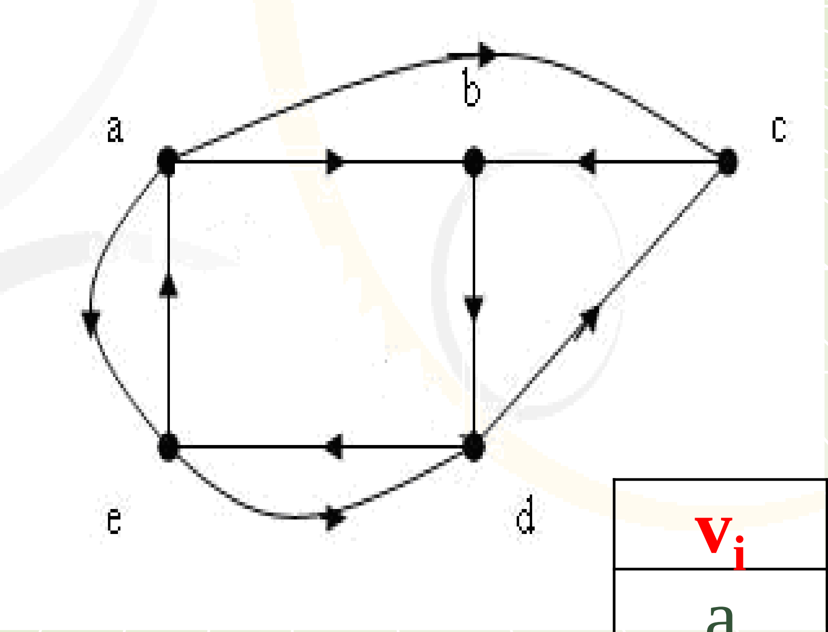


Đỉnh treo

Cạnh treo

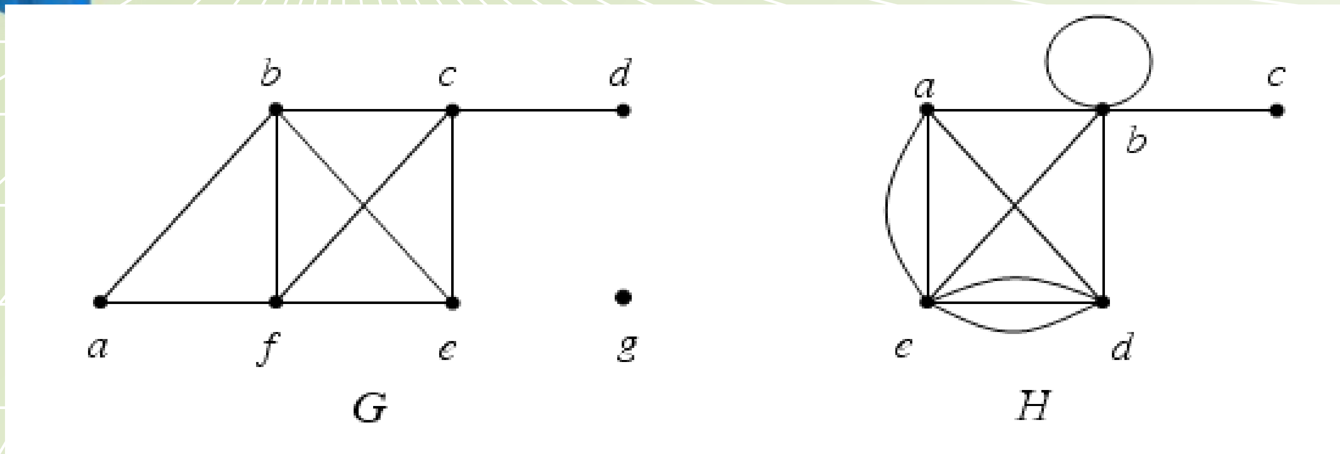
d(a) = 1, d(b) = 4, d(c) = 4,
d(d) = 1, d(e) = 3, d(f) = 3,
d(g) = 0

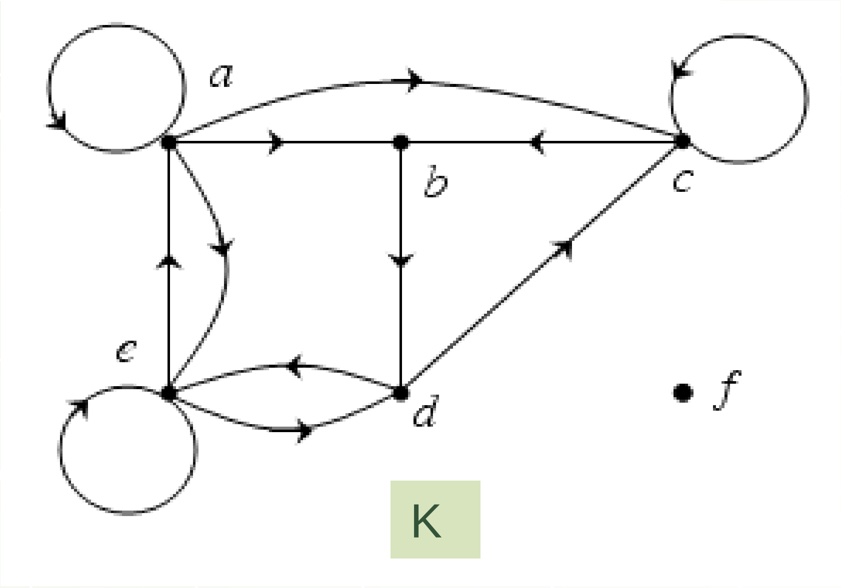
Bậc của đỉnh



v_i	$d^-(v_i)$	$d^+(v_i)$	$d(v_i)$
a	1	3	4
b	2	1	3
c	2	1	3
d	2	2	4
e	2	2	4

Bậc của đỉnh





Bậc của đỉnh

- Sự liên hệ giữa đỉnh và cạnh
  - Nếu G có hướng thì

$$m = \sum_{v_i \in V} d^-(v_i) = \sum_{v_i \in V} d^+(v_i)$$

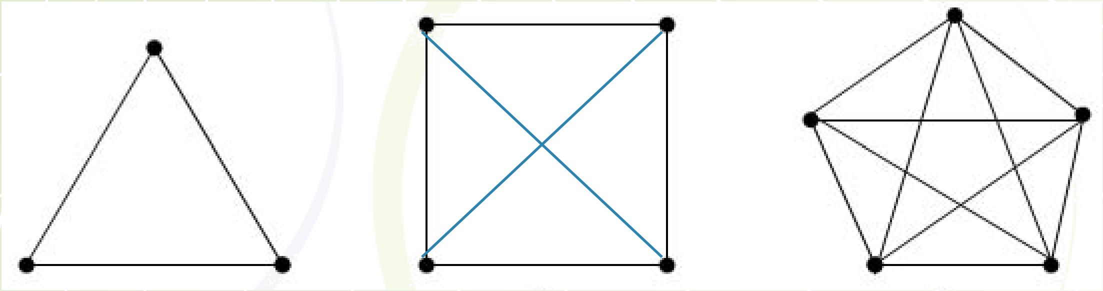
  - $2m = \sum_{v_i \in V} d(v_i)$
  - Số đỉnh bậc lẻ là số chẵn

Đơn đồ thị, đa đồ thị

- Đồ thị G = (V,E) gọi là đồ thị đơn nếu giữa hai đỉnh bất kỳ được nối với nhau bởi không quá một cạnh và không có khuyên
- Đồ thị G = (V,E) gọi là đa đồ thị nếu nó có ít nhất một cặp đỉnh được nối với nhau bởi hai cạnh trở lên và không có khuyên

Đồ thị đủ (vô hướng) K_n

- Là đơn đồ thị cấp n và giữa 2 đỉnh bất kỳ đều có một cạnh(mỗi đỉnh của đồ thị được nối đến tất cả các đỉnh khác trong đồ thị)



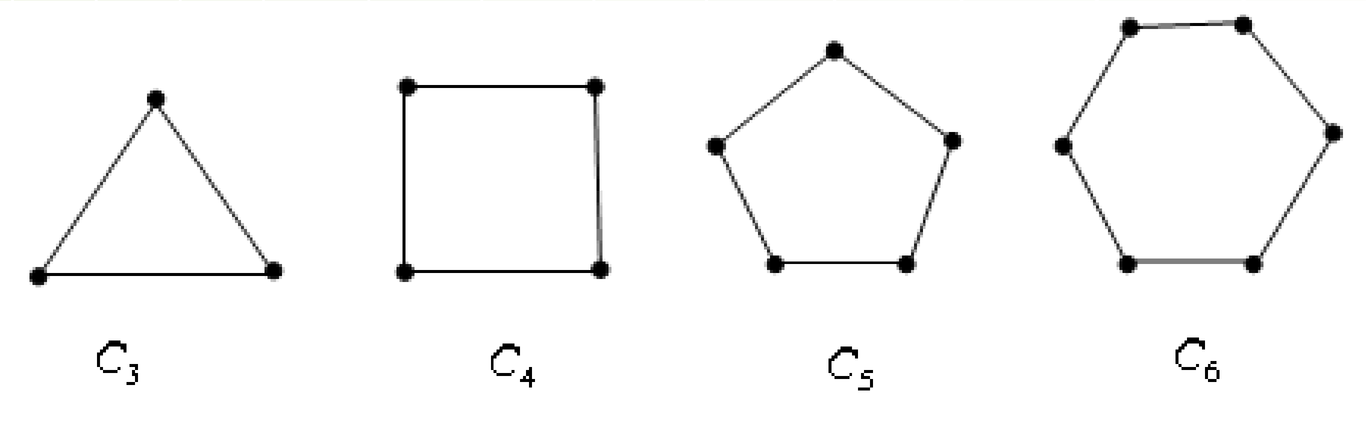
- Một đồ thị đủ có n đỉnh sẽ có $\frac{n(n-1)}{2}$ cạnh
- Một đồ thị có hướng G gọi là đủ nếu đồ thị vô hướng tương ứng của nó là đầy đủ

- Cho $G=(V,E)$ là đồ thị **có hướng**. Ta bảo
  - Đồ thị đối xứng : $(x,y) \in E \Rightarrow (y,x) \in E$

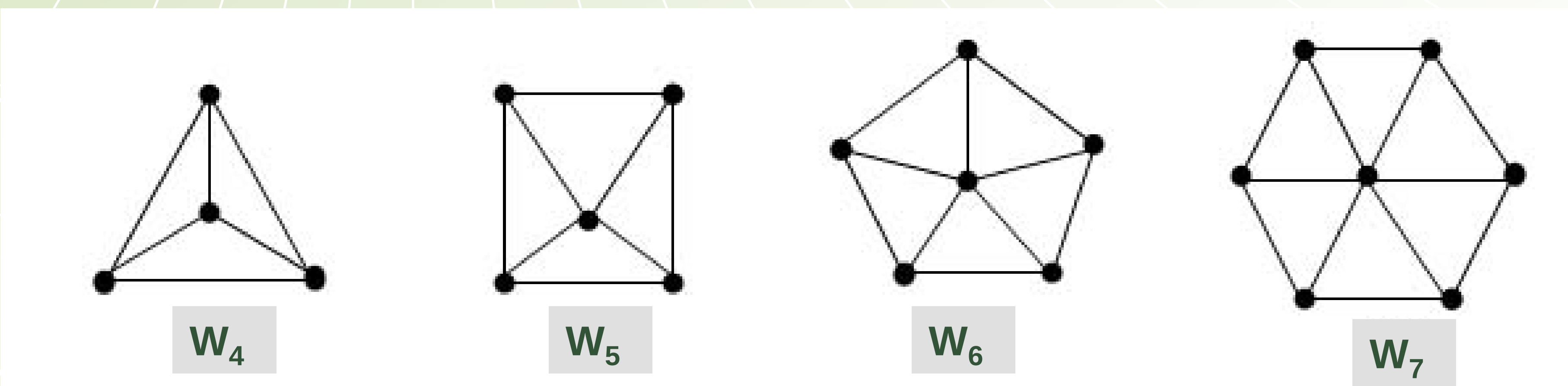
    Đồ thị phản xứng : $(x,y) \in E \Rightarrow (y,x) \notin E$.
  - G là đối xứng đủ nếu G đơn và giữa 2 đỉnh có 2 cung ngược chiều nhau

    G là phản xứng đủ hay 1 vòng thi đấu nếu G đơn và giữa 2 đỉnh có đúng 1 cung. Kí hiệu T_n
  - G là giả đối xứng hay cân bằng nếu $d^-(v_i) = d^+(v_i)$, $\forall v_i \in V$
  - G là k-đều nếu G đơn và $d^-(v_i) = d^+(v_i)=k$, $\forall v_i \in V$

- Cho G=(V,E) là đồ thị vô hướng. Ta bảo
  - G là k-đều nếu G đơn và $d(v_i) = k, \ \forall v_i \in V$
  - *Chu trình* (*vòng*) C_n , với $n \geq 3$, là một đồ thị có n đỉnh $v_1, v_2, \ldots, v_n$ và các cạnh $\{v_1, v_2\}, \{v_2, v_3\}, \ldots, \{v_{n-1}, v_n\}$ và $\{v_n, v_1\}$

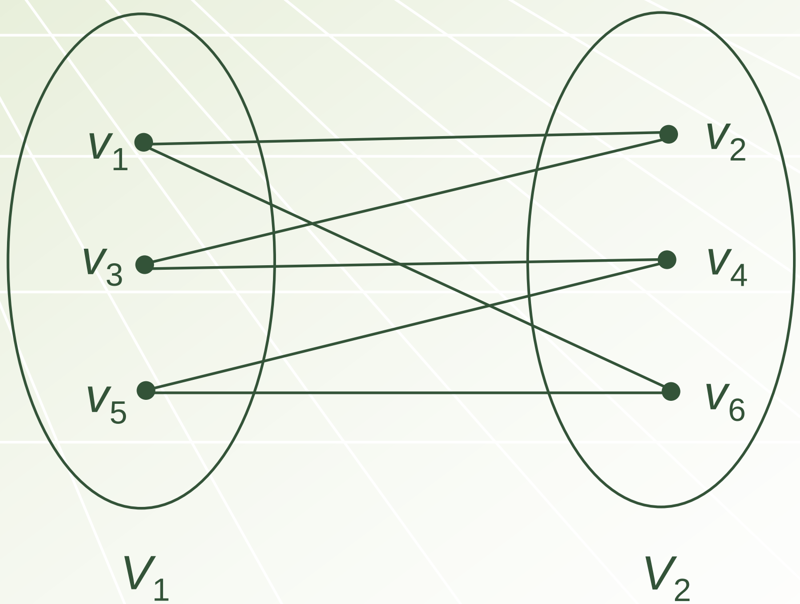


- G gọi là một bánh xe nếu G có :
  - n-1 đỉnh và n-1 cạnh tạo thành một đa giác đều
  - n-1 đỉnh của nó đều nối 1 đỉnh thứ n ở tâm đa giác.
- Kí hiệu W_n



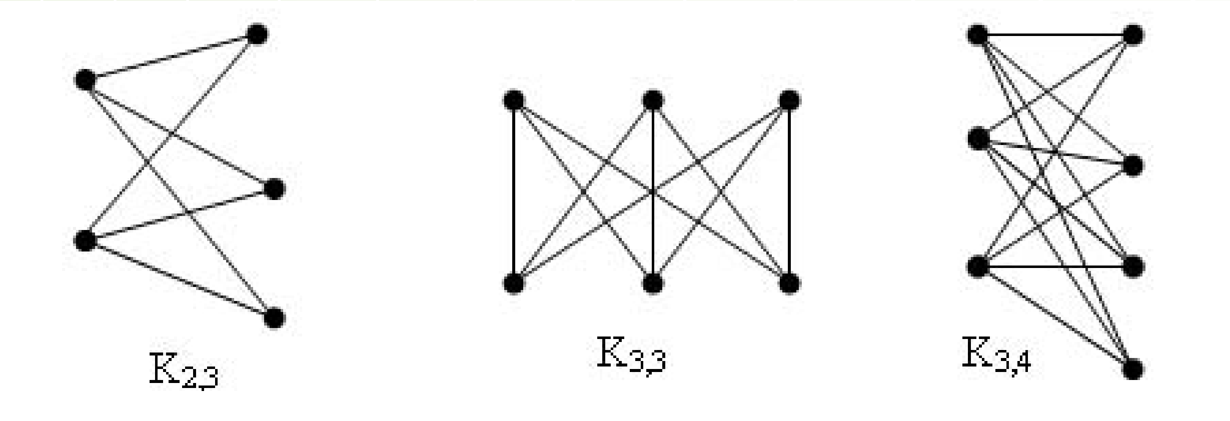
Đồ thị lưỡng phân

- G gọi là lưỡng phân nếu V có thể phân hoạch thành $V_{1,}$ V_2 sao cho mọi cạnh của G đều nối 1 đỉnh trong V_1 với một đỉnh trong V_2

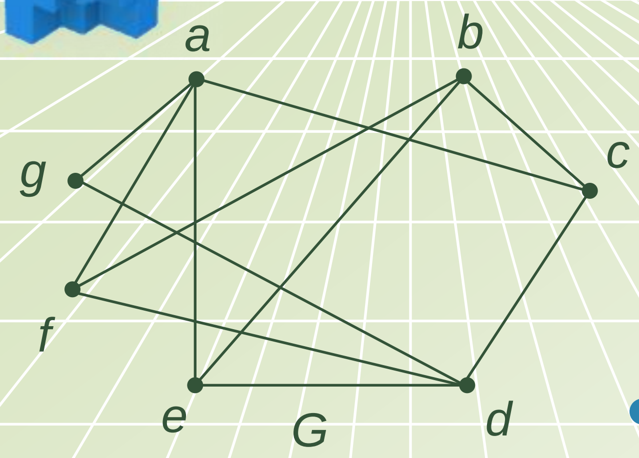


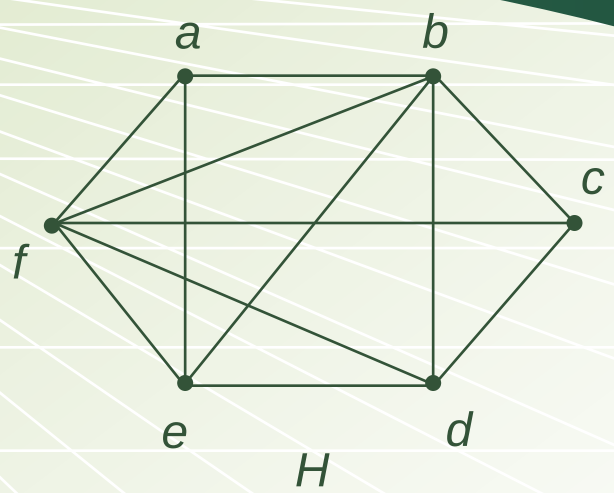
Đồ thị lưỡng phân

- Nếu G đơn và mọi đỉnh trong V_1 đều nối với tất cả các đỉnh trong V_2 thì G gọi là đồ thị lưỡng phân đủ, ký hiệu $K_{n,m}$ với $n=|V_1|$ và $m=|V_2|$.
- Đặc biệt $K_{1,m}$ gọi là đồ thị ngôi sao



Đồ thị lưỡng phân





Đồ thị G là phân đôi, với {*a, b, d*} và {*c, e, f, g*}.

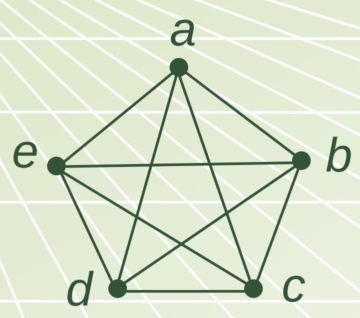
Đồ thị H là không phân đôi, vì

- f nối với tất cả các đỉnh khác; do đó V1 = {*f*}
- a và b lại nối với nhau.

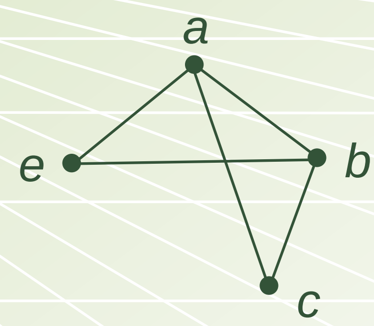
Đồ thị con

- Nếu trong đồ thị ta bỏ đi một số đỉnh nào đó và các cạnh chứa đỉnh đó thì phần còn lại của đồ thị được gọi là đồ thị con của đồ thị đã cho.
- Nếu trong đồ thị ta bỏ đi một số cạnh giữ nguyên các đỉnh thì phần còn lại của đồ thị được gọi là đồ thị bộ phận của đồ thị đã cho.

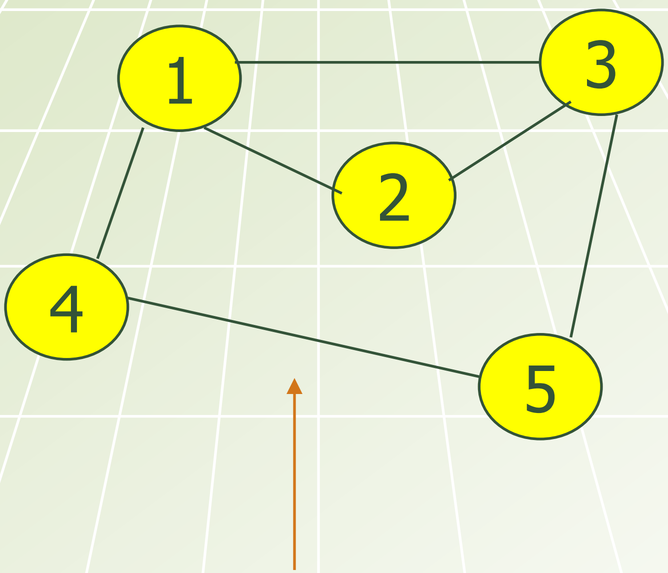
Ví dụ



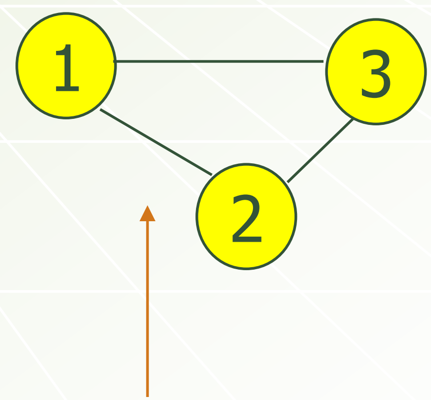
K_5



G



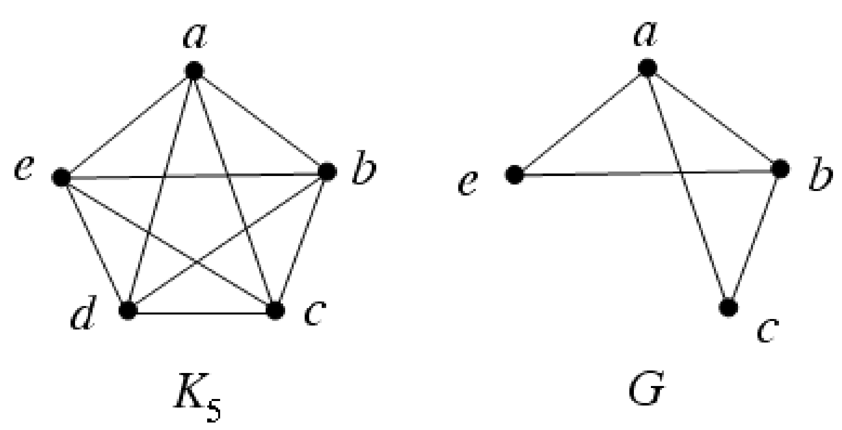
G=(V,E)



H=(U,F)

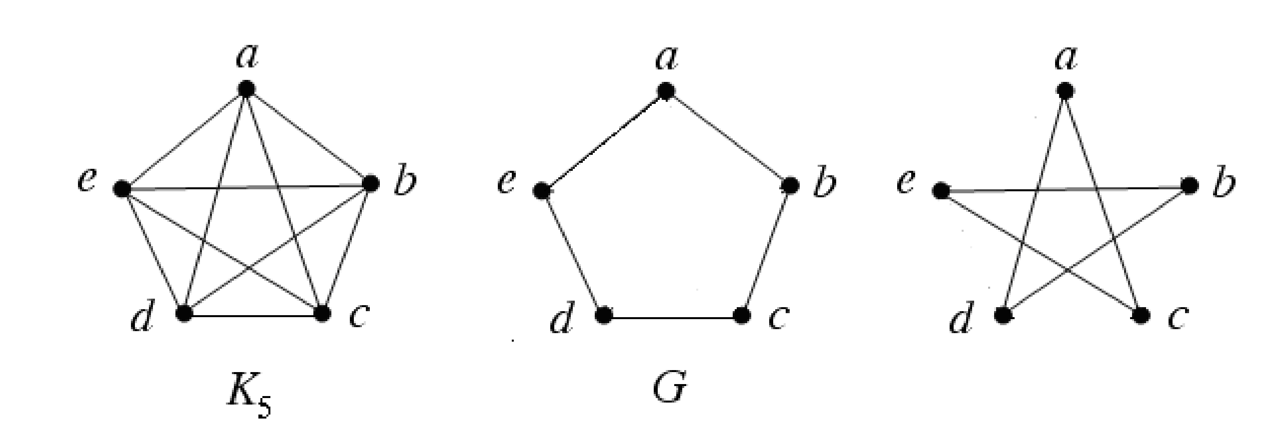
Đồ thị con

- Cho G = (V,E) và G′ = (V′,E′) là 2 đồ thị cùng có hướng hoặc cùng không có hướng
  - G’ được gọi là đồ thị con của G, kí hiệu G’ ≤ G nếu V’ ⊆ V, E’ ⊆ E và $(v_i,v_j) \in$ E’ → v_i, $v_j \in$ V’
  - Nếu G’ ≤ G với V’=V thì G’ gọi là *đồ thị bộ phận* hay *đồ thị khung* của G.
  - Nếu V’=V và E’=E – {e}, e ∈ E thì G’ được viết là G – e



Đồ thị bù

- Cho $K_n = (V, E)$ và $G = (V, E_1)$ là đồ thị khung của K_n
- Đặt $\bar{G} = (V, E_2)$ với $E_2 = E - E_1$ thì $\bar{G}$ gọi là *đồ thị bù* của G
- $K_n = (V, E_1 \cup E_2)$ và $E_1 \cap E_2 = \varnothing$



Đẳng cấu(đẳng hình) đồ thị

- Hai đồ thị G = (V,E) và G′ = (V′,E′) gọi là đẳng cấu với nhau nếu :
  - có một phép tương ứng 1 – 1(song ánh) giữa 2 tập V, V’
  - và có một phép tương ứng 1 – 1 giữa 2 tập hợp E, E’

  Sao cho:

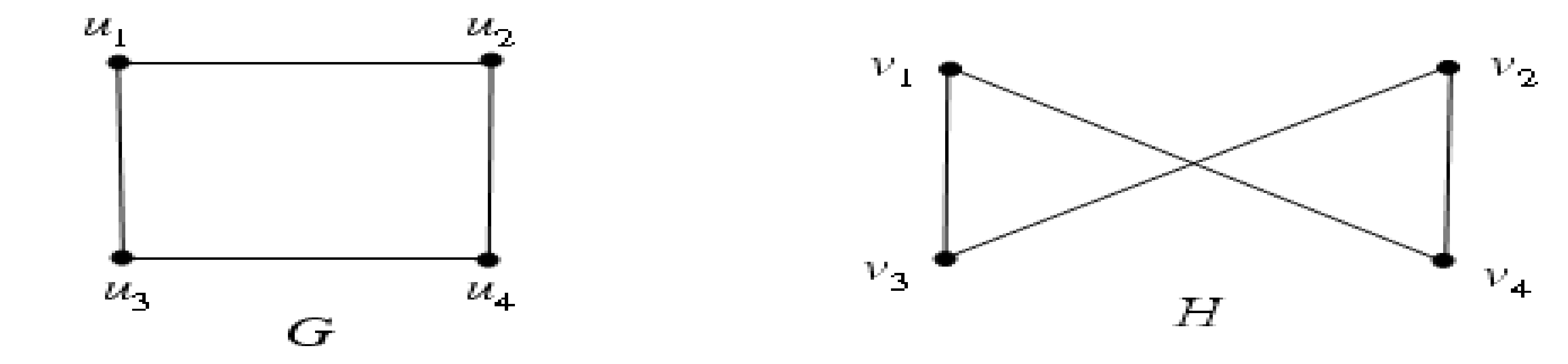
  nếu cạnh e = (v,w) $\in$ E tương ứng với cạnh e’ = (v’,w’) $\in$ E’ thì cặp đỉnh v, w $\in$ V cũng là tương ứng của cặp đỉnh v’, w’ $\in$ V

- G, G′ đẳng cấu nếu tồn tại một song ánh φ: V→V′ sao cho: (i, j) $\in$ E (φ(i), φ(j)) $\in$ E′.

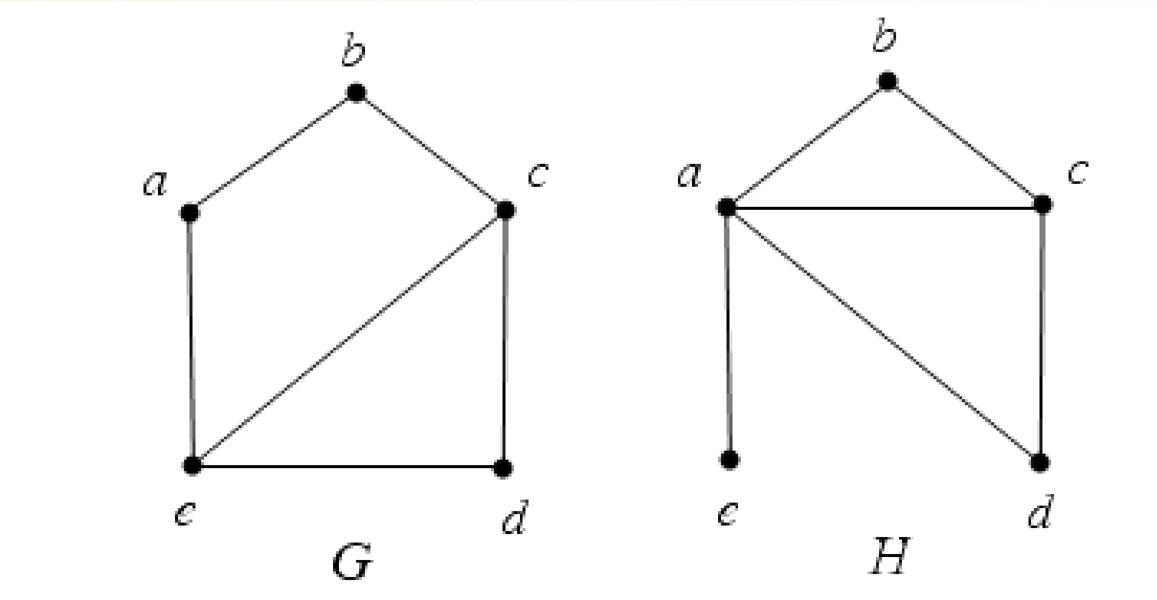
Đẳng cấu(đẳng hình) đồ thị

- Nếu G, G′ là đẳng cấu qua ánh xạ φ thì hai đồ thị:
  - Có cùng số đỉnh, tức là |V| = |V'|
  - Có cùng số cạnh: |E| = |E'|
  - Có cùng số đỉnh với bậc cho sẵn
  - Số đỉnh kề với đỉnh $i \in V$ và $\varphi(i) \in V'$ là như nhau.

Ví dụ



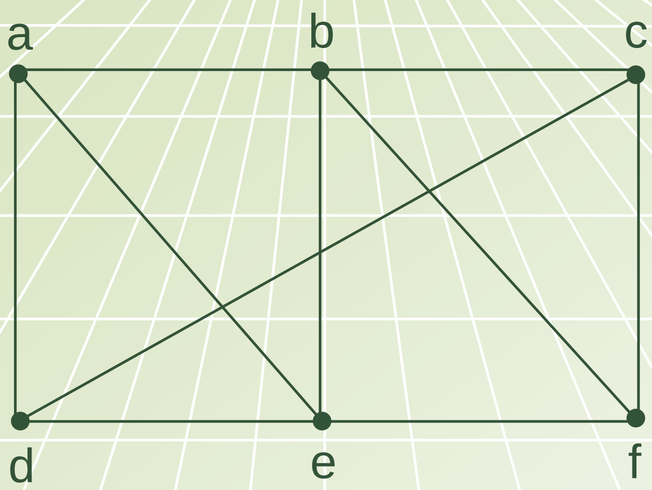
Với ánh xạ f thỏa $f(u_1) = v_1$, $f(u_2) = v_4$, $f(u_3) = v_3$, $f(u_4) = v_2$ thì G,H là đẳng cấu

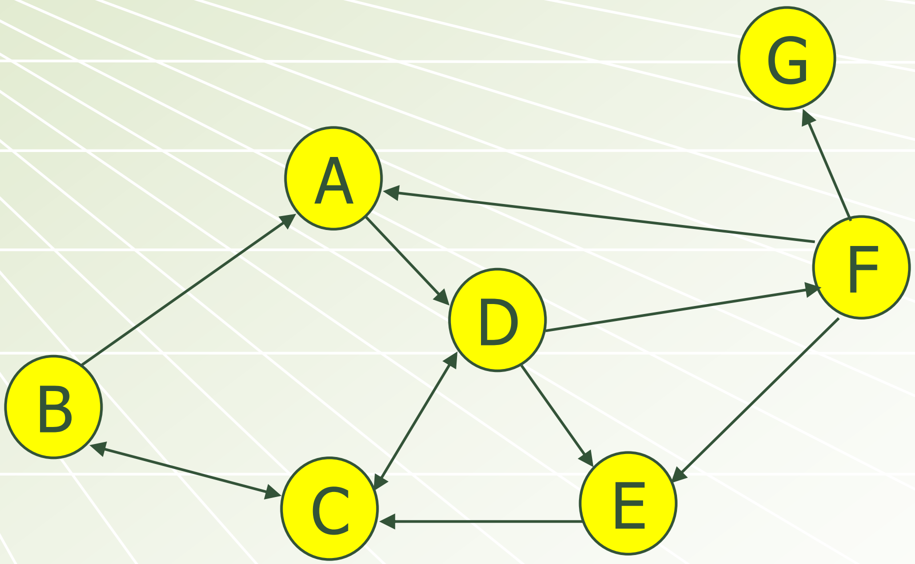


Dây chuyền, đường đi, chu trình, mạch

- Dây chuyền trong một đồ thị không có định hướng: một dãy liên tiếp các cạnh, sao cho mỗi một cạnh có một đỉnh chung với cạnh tiếp theo.
- Chu trình: dây chuyền có đỉnh khởi đầu và đỉnh kết thúc trùng nhau
- Dây chuyền sơ cấp: không có đỉnh nào xuất hiện quá một lần
- Dây chuyền đơn: không có cạnh nào xuất hiện quá 1 lần
- chu trình đơn và chu trình sơ cấp?
- Đường và mạch là khái niệm dây chuyền và chu trình trong trường hợp đồ thị có định hướng

Ví dụ

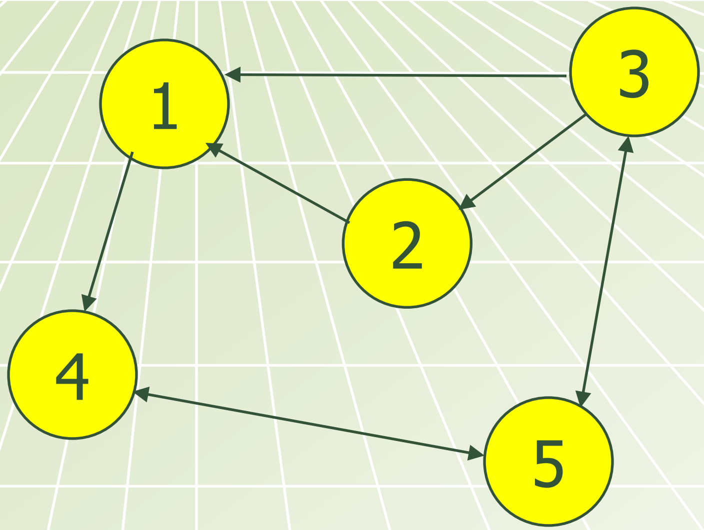




Từ B đến D

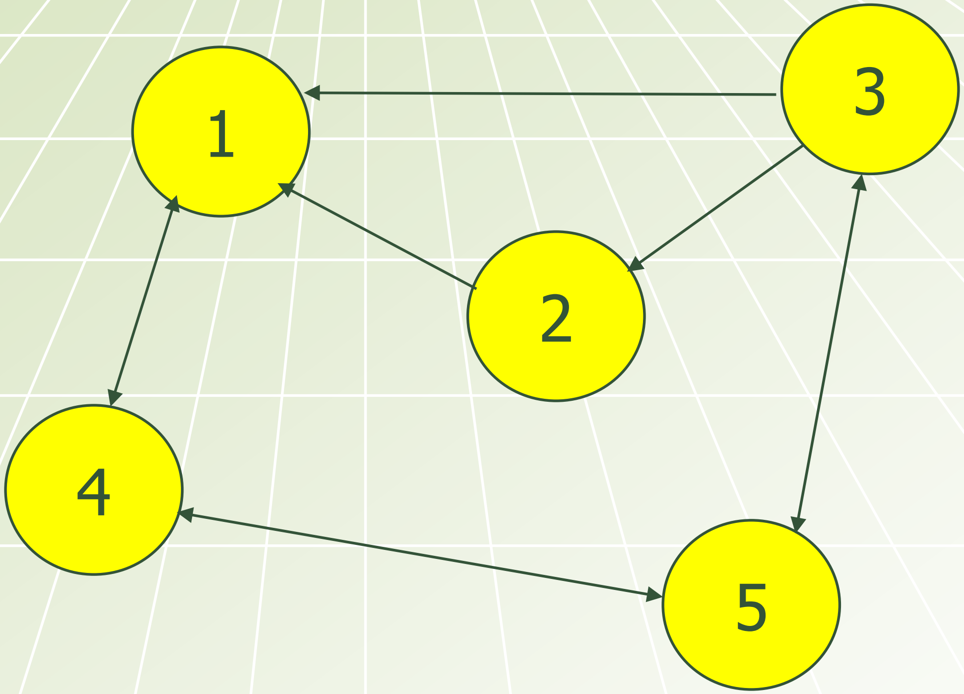
- (B,A),(A,D) =B, A, D
- B, C, D

Ví dụ



3,2,1,4,5,3

Chu trình Halmilton



1,4,5,3,2,1

Đồ thị vô hướng liên thông

- Đồ thị vô hướng G = (V, E) được gọi là liên thông nếu luôn tìm được đường đi giữa hai đỉnh bất kỳ của nó.
- Trên V ta định nghĩa quan hệ tương đương ~ như sau:

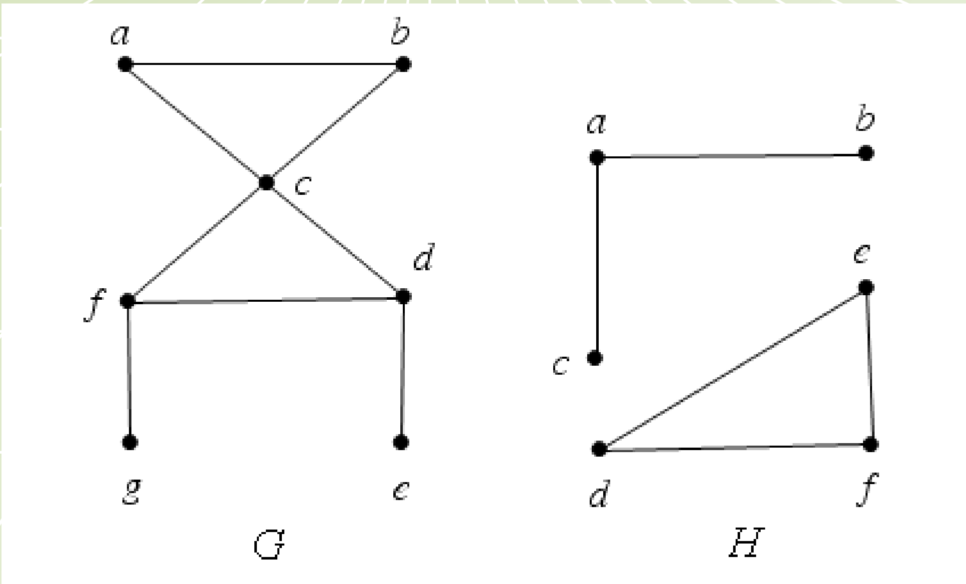
  x ~ y ⇔ x = y hay có một dây chuyền nối x và y

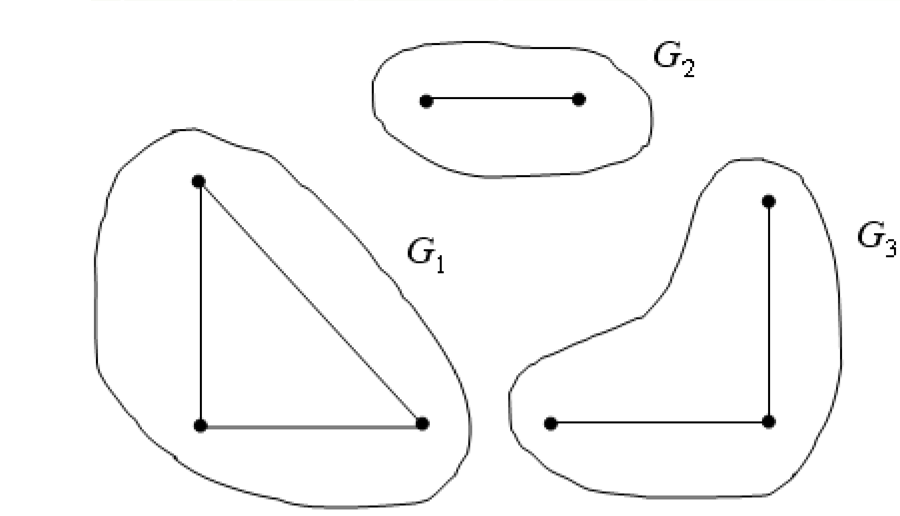
  Nếu x ~ y thì ta nói x liên thông với y

  Quan hệ ~ sẽ phân G thành các lớp tương đương gọi là các thành phần liên thông.

  Nếu G chỉ có 1 thành phần liên thông thì G liên thông

Ví dụ

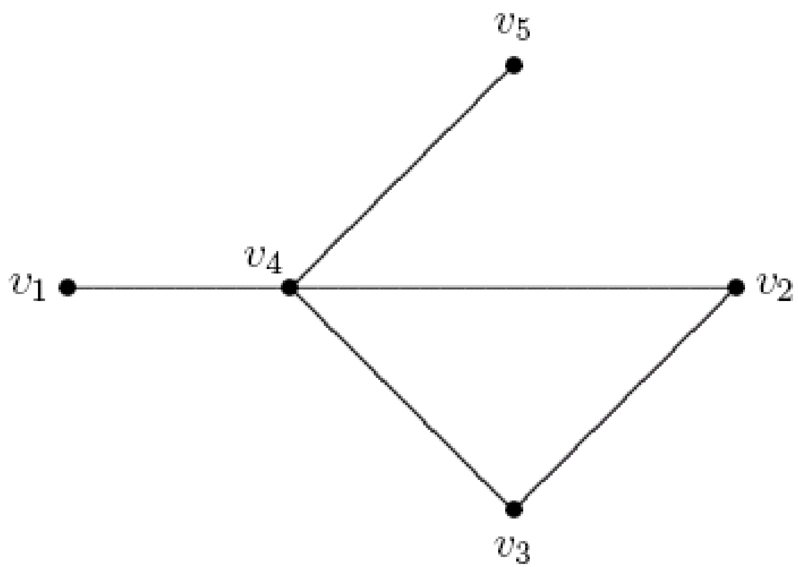


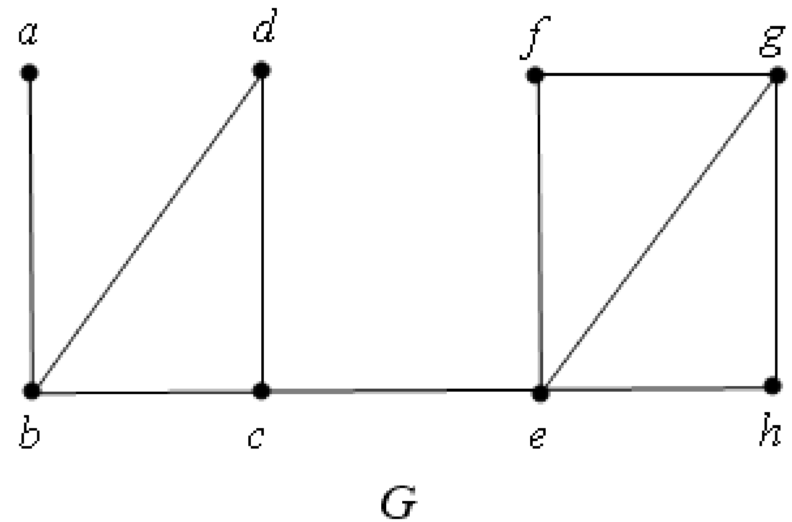


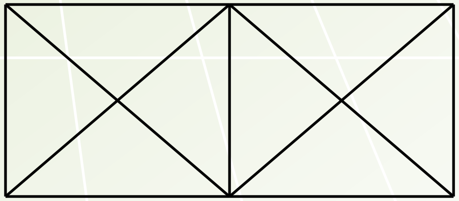
Đồ thị vô hướng liên thông

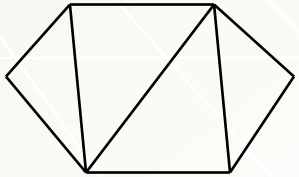
- Cho đồ thị vô hướng G = (V, E) liên thông
  - Đỉnh i gọi là điểm khớp của G nếu G-i không liên thông
  - Cạnh e $\in$ E gọi là cầu nếu G-e không liên thông
  - Số liên thông cạnh của G, kí hiệu là e(G) là số cạnh ít nhất xoá đi G không còn liên thông(1 đỉnh xem như không liên thông)
  - Số liên thông đỉnh của G, kí hiệu là v(G) là số đỉnh ít nhất xoá đi G không còn liên thông

Ví dụ









Đồ thị hữu hướng liên thông mạnh

- Đồ thị có hướng G = (V, E) được gọi là liên thông mạnh nếu luôn tìm được đường đi giữa hai đỉnh bất kỳ của nó
- Trên V ta định nghĩa quan hệ tương đương ~ như sau

  x ~ y ⇔ x = y hay có một đường đi từ x đến y và có một đường đi từ y đến x

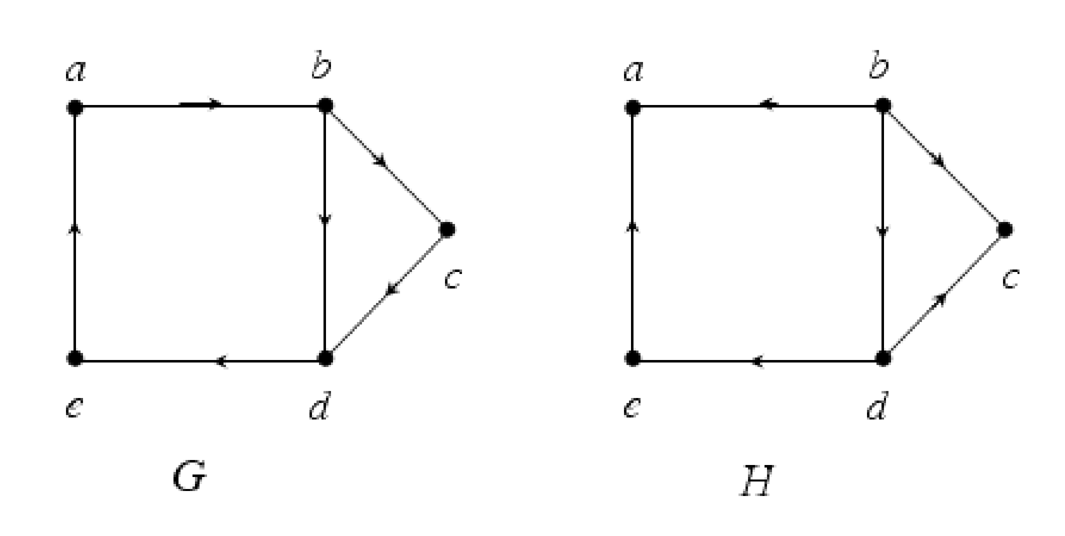
  Nếu x ~ y thì ta nói x liên thông mạnh với y

  Quan hệ ~ sẽ phân G thành các lớp tương đương gọi là các thành phần liên thông mạnh.

  Nếu G chỉ có 1 thành phần liên thông mạnh thì G liên thông mạnh.

Đồ thị hữu hướng liên thông mạnh

- Đồ thị có hướng G = (V, E) được gọi là liên thông yếu nếu đồ thị vô hướng tương ứng với nó là vô hướng liên thông



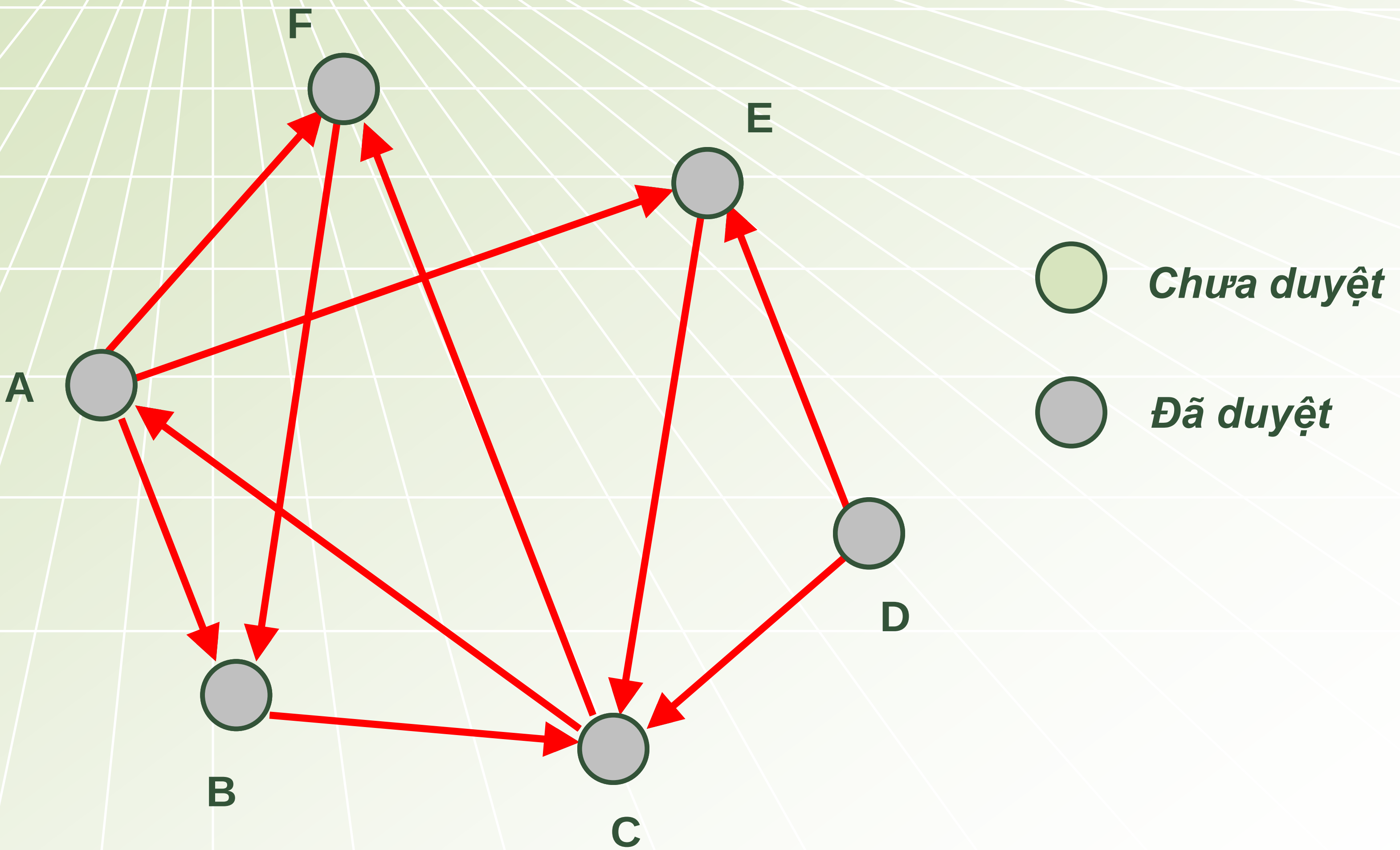
Duyệt đồ thị

- Duyệt đồ thị theo chiều sâu
- Duyệt đồ thị theo chiều rộng

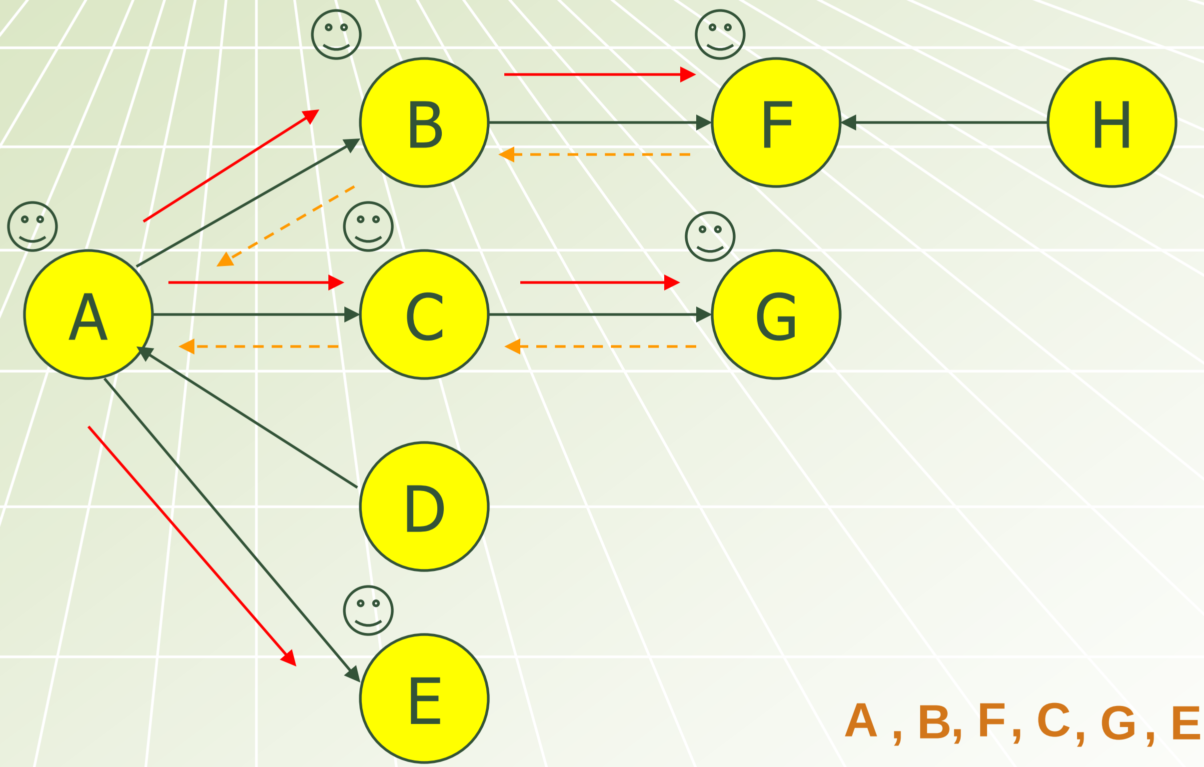
Duyệt đồ thị theo chiều sâu - DFS

- Khởi từ một đỉnh,
- đi theo các cung (cạnh) xa nhất có thể.
- Trở lại đỉnh trước của cạnh xa nhất, tiếp tục duyệt như trước, cho đến đỉnh cuối cùng

DFS



Duyệt theo chiều sâu



A , B, F, C, G , E

Duyệt đồ thị theo chiều sâu - DFS

- O: tập các đỉnh sẽ xét
- C: tập các đỉnh đã xét, không xét nữa
- s: đỉnh bắt đầu

Duyệt đồ thị theo chiều sâu - DFS

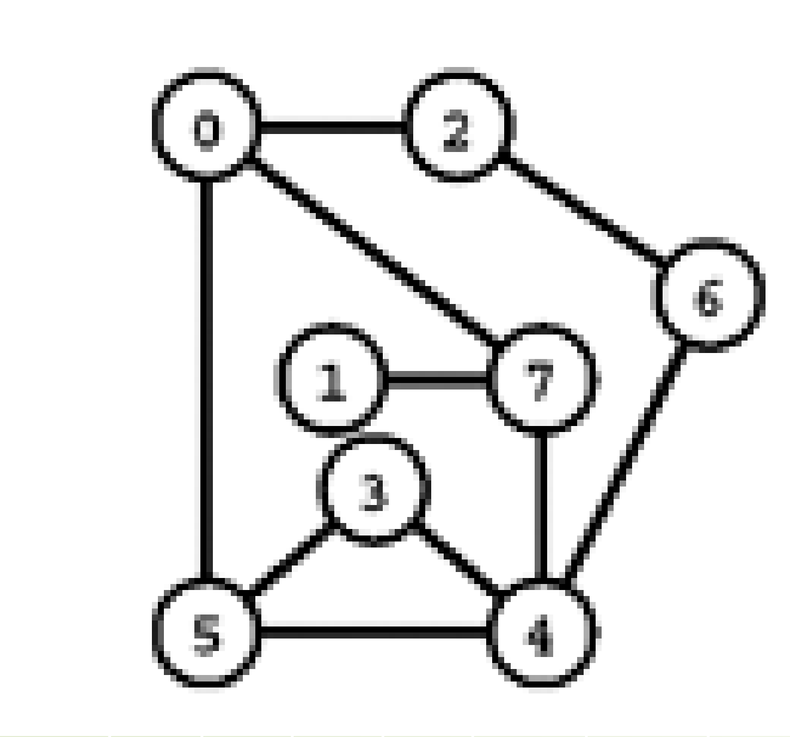
- Bước 0:

    O={S}, C={}

- Bước 1:

```
while (O≠{})
 {
        lấy đỉnh N từ đầu O.
        Nếu N chưa duyệt
              đánh dấu đã duyệt đỉnh N.(bỏ N vào C)
              Với ∀đỉnh P kề N
                 Nếu đỉnh P chưa xét: bỏ P vào đầu O
}
```

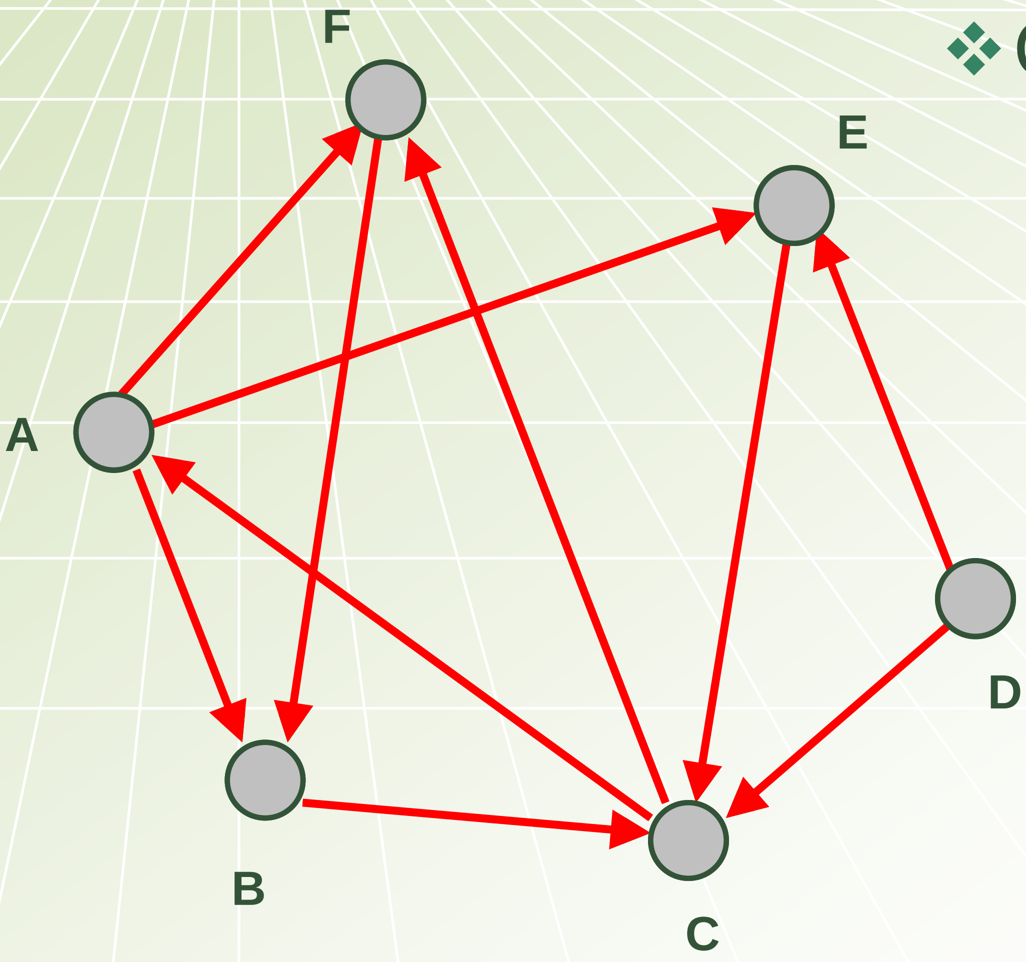
Ví dụ



- O={0}
- C={}

DFS - Ví dụ

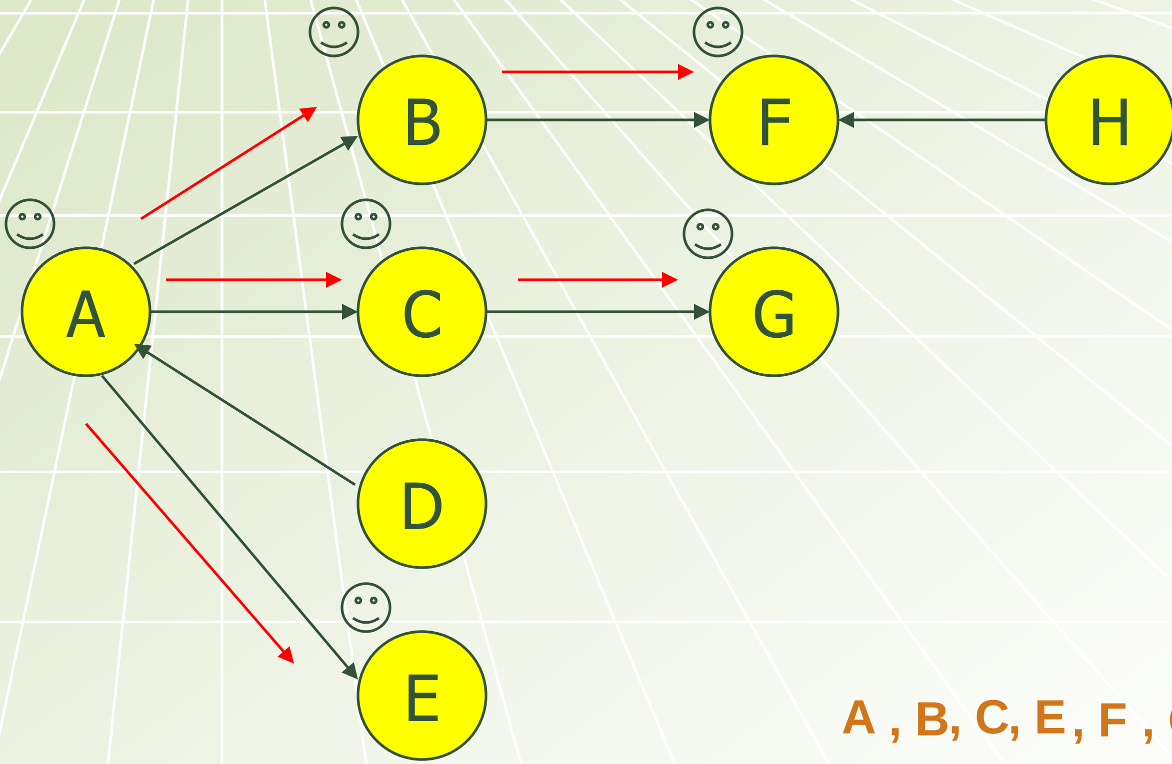
- O={A}
- C={}



Duyệt theo chiều rộng - BFS

- Duyệt trên tất cả các nút của một mức trong không gian bài toán trước khi chuyển sang các nút của mức tiếp theo

Duyệt theo chiều rộng



A , B, C, E , F , G

Duyệt đồ thị theo chiều rộng - BFS

- Bước 0:

  O={S}, C={}

- Bước 1:

  while (O≠{})

  {

  lấy đỉnh N từ đầu O.

  Nếu N chưa duyệt

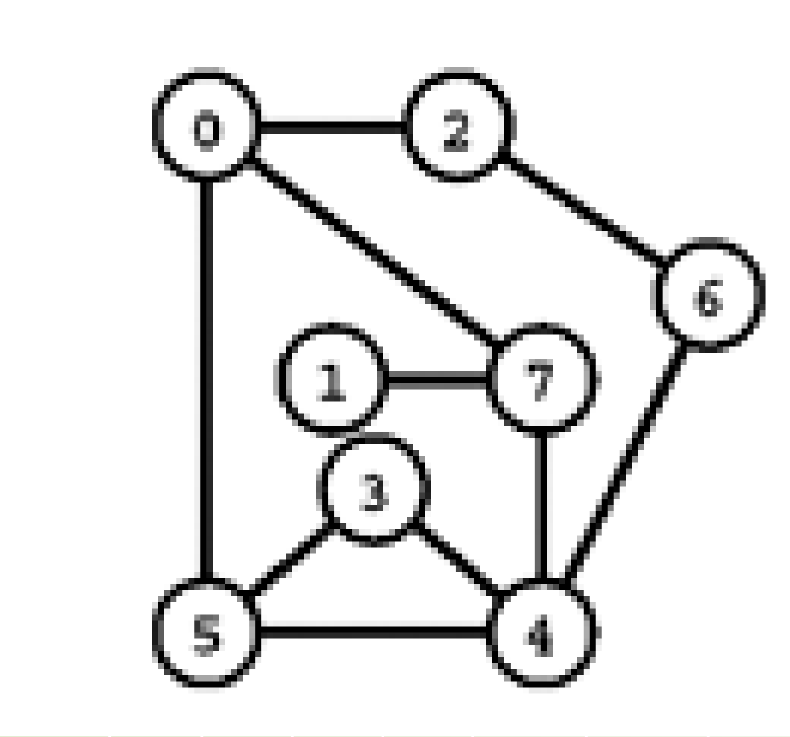
  đánh dấu đã duyệt đỉnh N.(bỏ N vào C)

  Với ∀đỉnh P kề N

  Nếu đỉnh P chưa xét: bỏ P vào cuối O

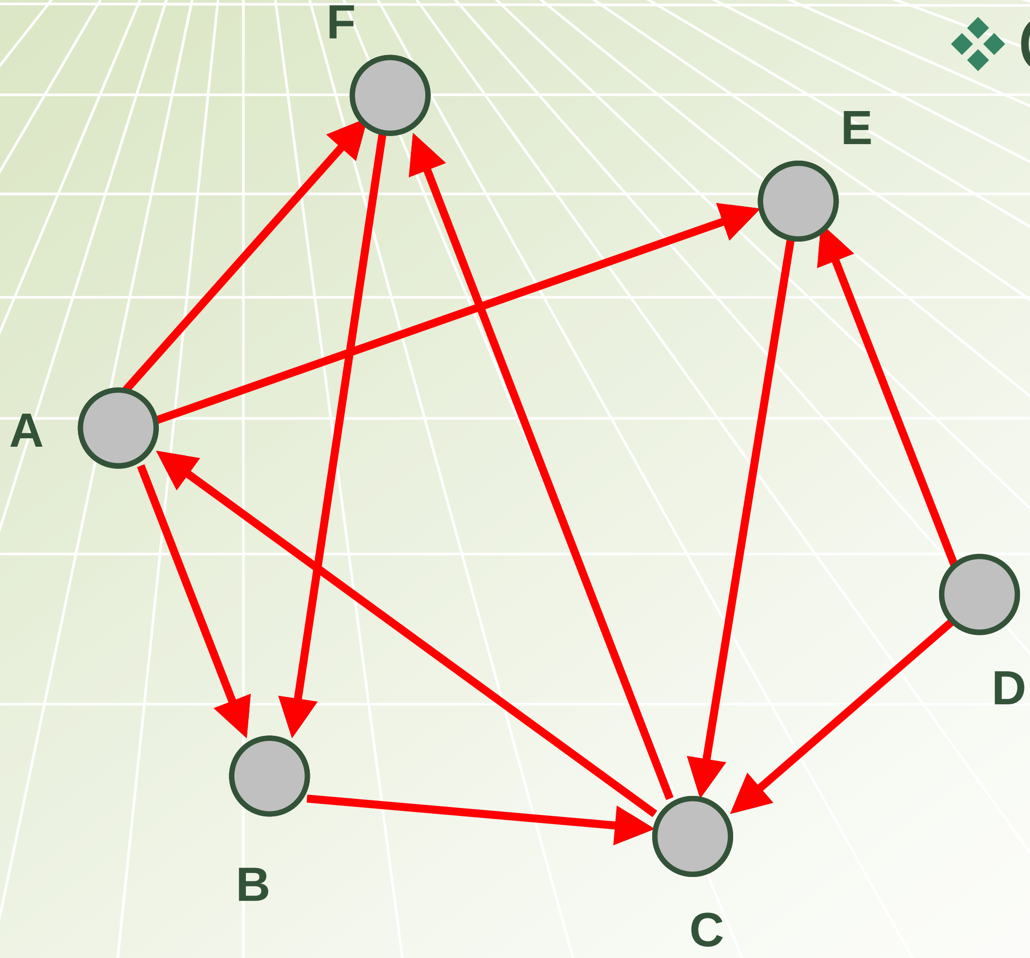
  }

Ví dụ



- O={0}
- C={}

BFS - Ví dụ



- O={A}
- C={}

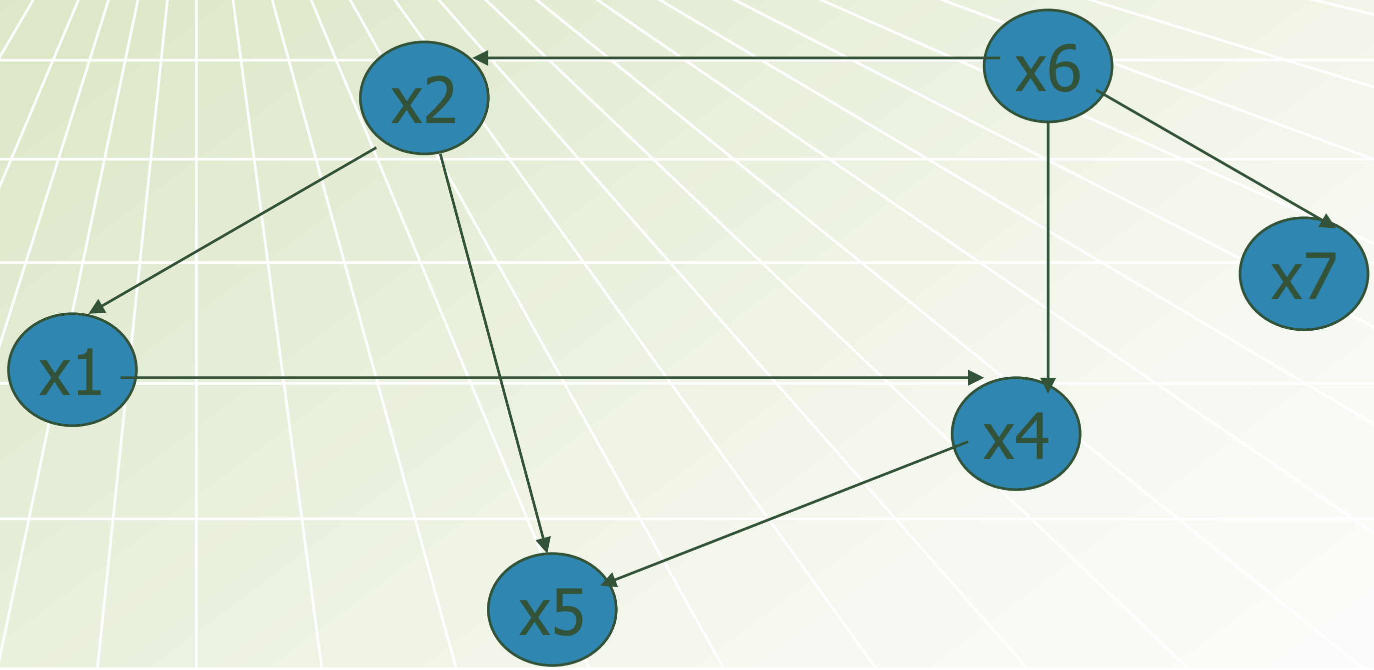
Biểu diễn đồ thị

- Biểu diễn hình học
- Biểu diễn bằng ma trận liên kết đỉnh cạnh
- Biểu diễn bằng ma trận kề
- Biểu diễn bằng danh sách kề

Biểu diễn hình học

- Mỗi đỉnh v $\in$ V ta đặt tương ứng với mỗi điểm trên một mặt phẳng.
- Với G =(V,E) là đồ thị có hướng. Trong trường hợp này nếu e =(x,y) $\in$ E thì trong mặt phẳng sẽ có một cung có hướng đi từ đỉnh x đến đỉnh y
- Nếu (x,x) $\in$ E thì tại đỉnh x sẽ có một khuyên có hướng vào chính nó

Biểu diễn hình học



Ma trận liên kết đỉnh cạnh

- Cho G=(V,E)
  - $V = \{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$
  - $E = \{e_1, e_2, \ldots, e_m\}$
- Ma trận liên kết đỉnh cạnh của G là ma trận $A = (a_{ij})_{n \times m}$ định bởi:

Ma trận liên kết đỉnh cạnh

- Nếu G vô hướng

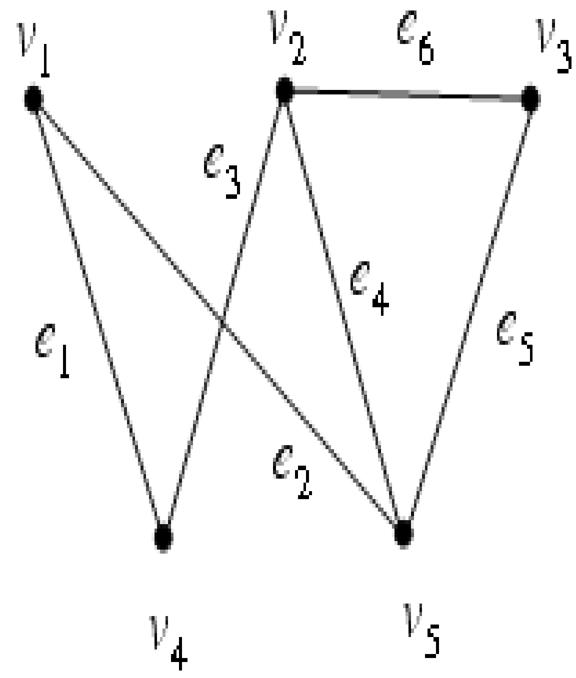
$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{nếu đỉnh } v_i \text{ không kề với cạnh } e_j \\ 1 & \text{nếu đỉnh } v_i \text{ kề với cạnh } e_j \text{ không là khuyên} \\ 2 & \text{nếu đỉnh } v_i \text{ kề với khuyên } e_j \end{cases}$$

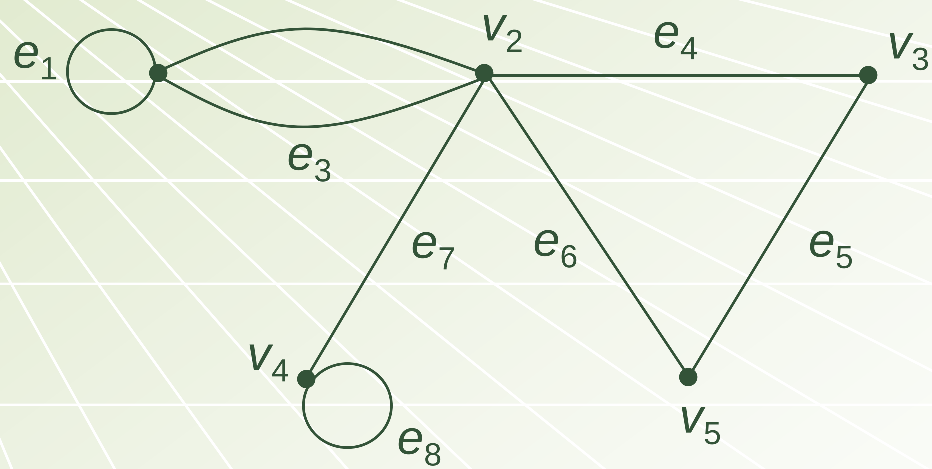
- G có hướng

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{nếu đỉnh } v_i \text{ không kề với cung } e_j \\ 1 & \text{nếu } v_i \text{ là đỉnh đầu của cung } e_j \text{ không là khuyên} \\ -1 & \text{nếu } v_i \text{ là đỉnh cuối của cung } e_j \text{ không là khuyên} \\ 2 & \text{nếu } v_i \text{ là đỉnh của khuyên } e_j \end{cases}$$

Ví dụ

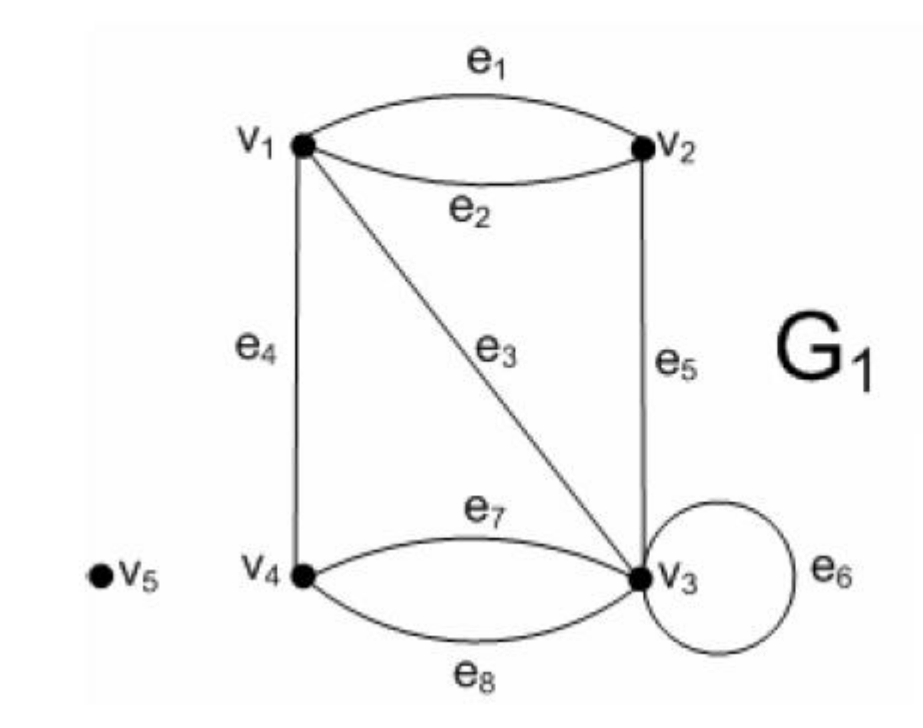
$$
\begin{array}{c}
\\
v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc} e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \\
\begin{pmatrix}
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0
\end{pmatrix}
\end{array}
$$



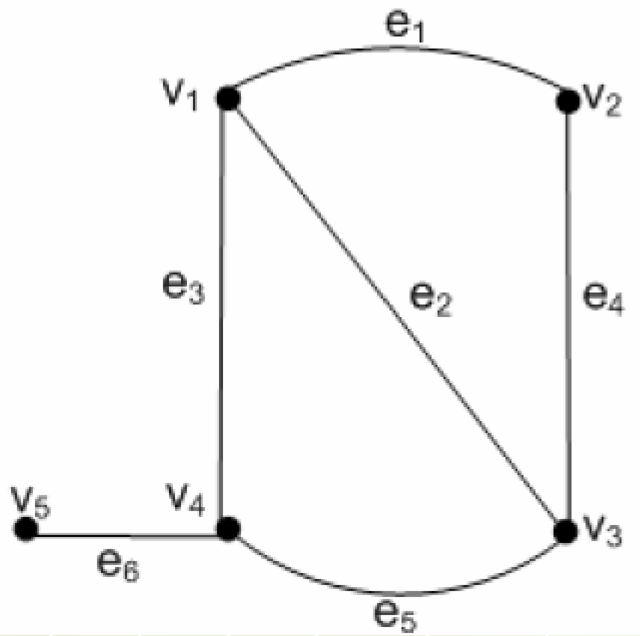


$$
\begin{array}{c}
 \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccccc} e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 & e_7 & e_8 \end{array} \\
\begin{pmatrix}
2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0
\end{pmatrix}
\end{array}
$$

Ví dụ

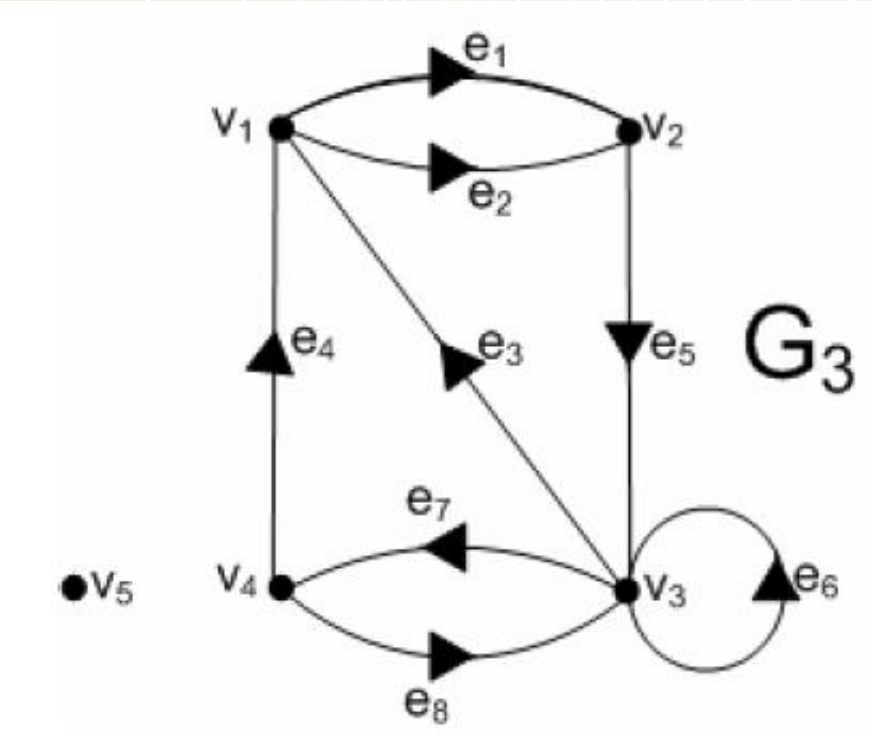


$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

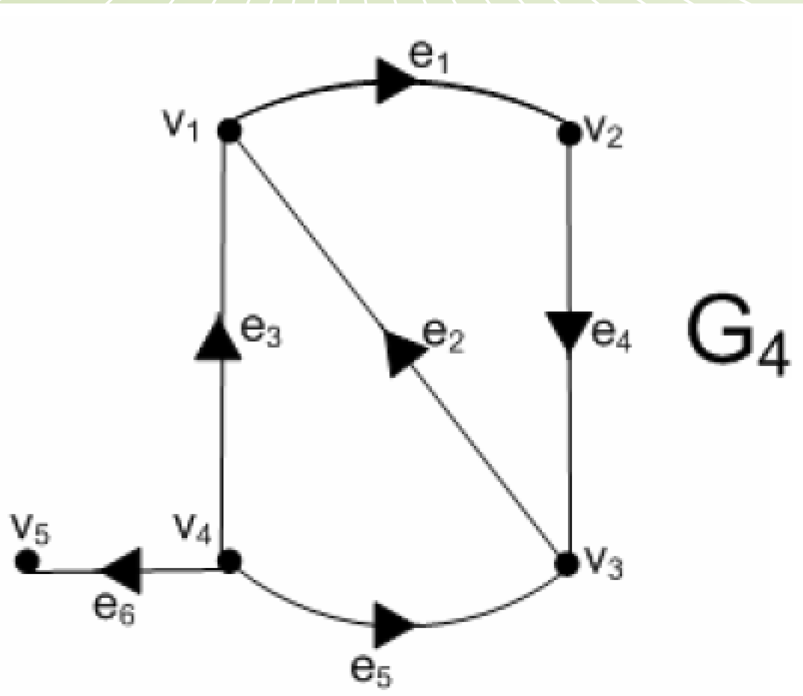


G_2

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Ma trận kề

- Cho G=(V,E)
  - $V = \{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$
  - $E = \{e_1, e_2, \ldots, e_m\}$
- Ma trận kề của G là ma trận $A = (a_{ij})_{n \times n}$ định bởi:

Ma trận kề

- Nếu G vô hướng

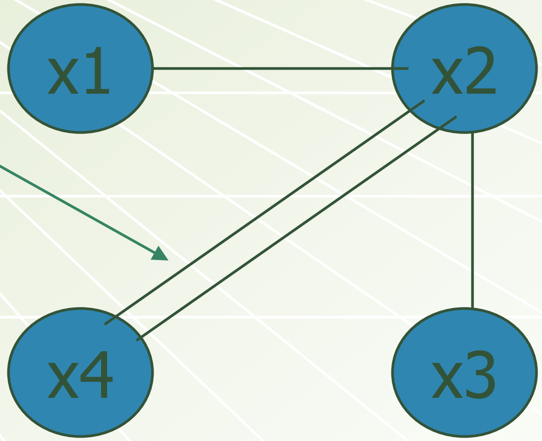
$$a_{ij} = \begin{cases} \text{Số cạnh kề với hai đỉnh } v_i \text{ và } v_j \text{ nếu } i \neq j; \\ \text{Hai lần số khuyên kề với đỉnh } v_i \text{ nếu } i = j. \end{cases}$$

- G có hướng

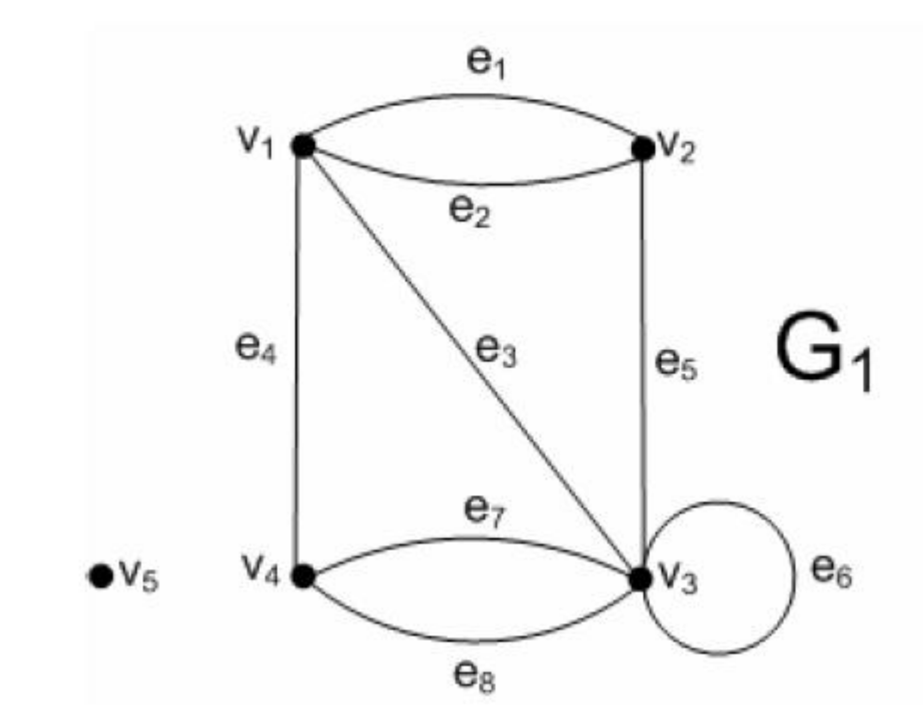
$$a_{ij} = \begin{cases} \text{Số cung đi từ đỉnh } v_i \text{ đến đỉnh } v_j \text{ nếu } i \neq j; \\ \text{Số khuyên kề với đỉnh } v_i \text{ nếu } i = j. \end{cases}$$

Biểu diễn bằng ma trận kề

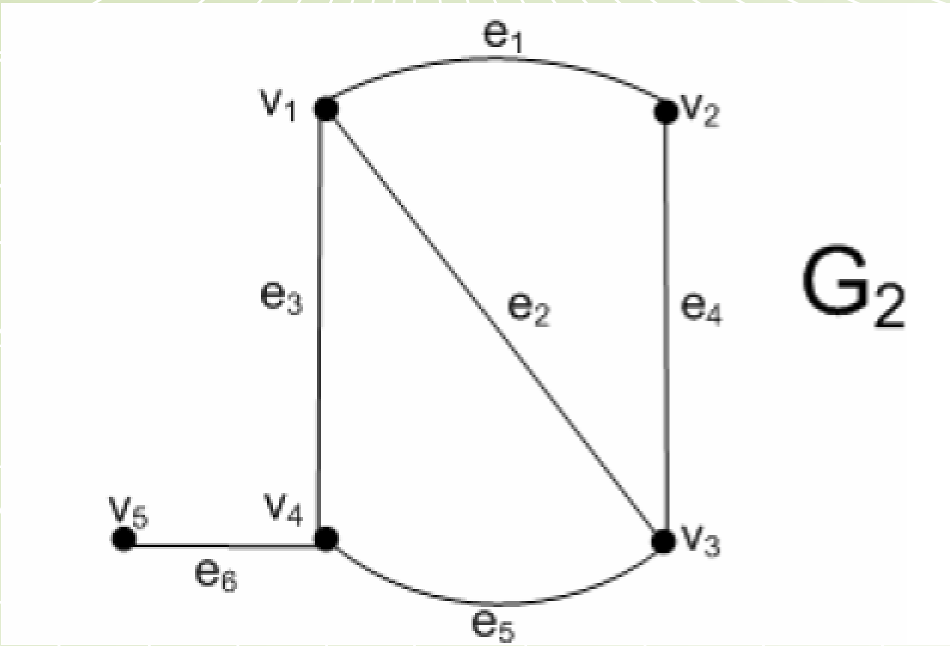
$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



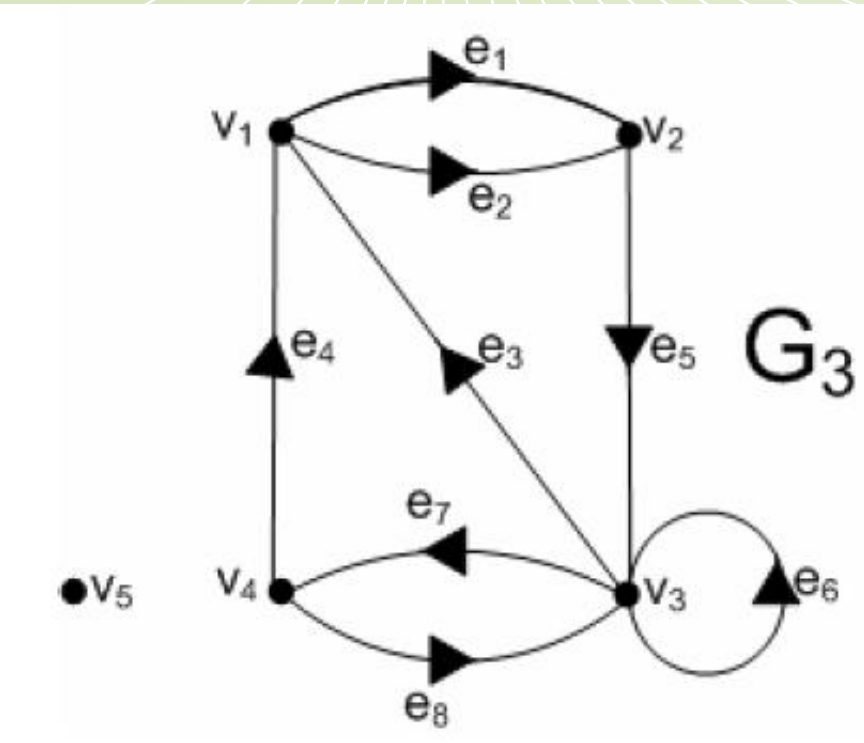
Ví dụ



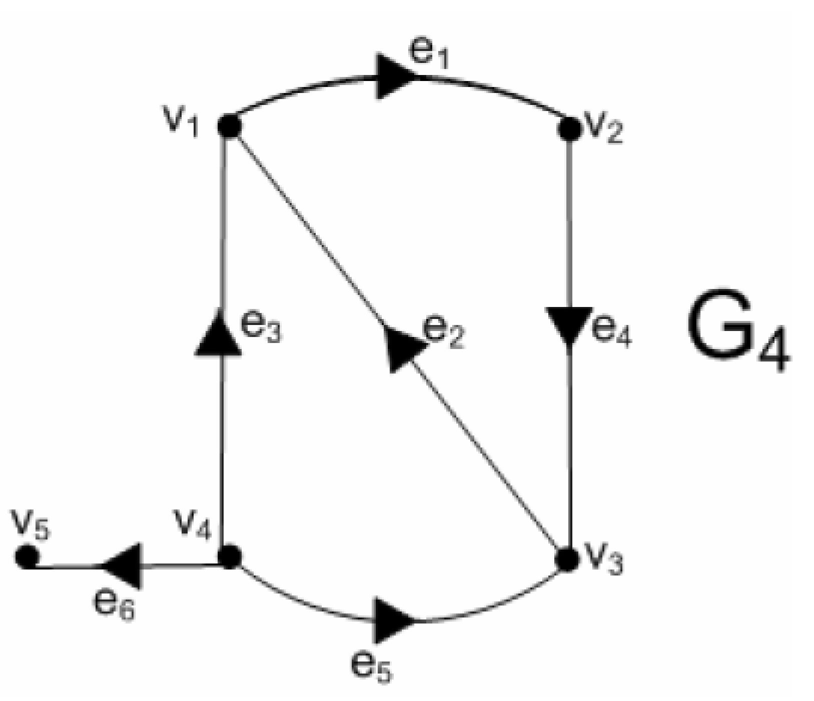
$$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Đếm đường đi giữa các đỉnh

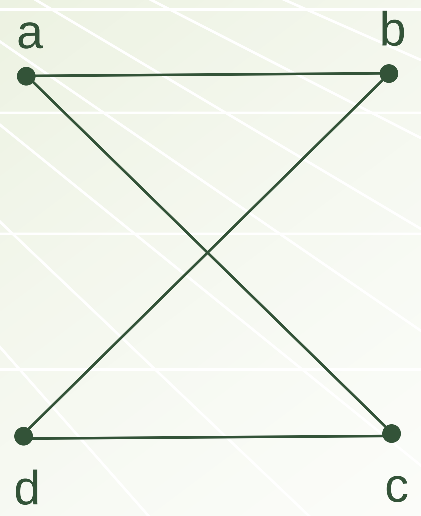
- Cho G là một đồ thị với ma trận liền kề A theo thứ tự các đỉnh v1, v2 ,..., vn (với các cạnh vô hướng hoặc có hướng hay là cạnh bội, có thể có khuyên).
- Số các đường đi khác nhau độ dài r từ v_i tới v_j , trong đó r là một số nguyên dương, bằng giá trị của phần tử (i, j) của ma trận A^r .

Đếm đường đi giữa các đỉnh

- Có bao nhiêu đường đi độ dài 4 từ a tới d trong đồ thị đơn G?

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A^4 = \begin{pmatrix} 8 & 0 & 0 & 8 \\ 0 & 8 & 8 & 0 \\ 0 & 8 & 8 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$$

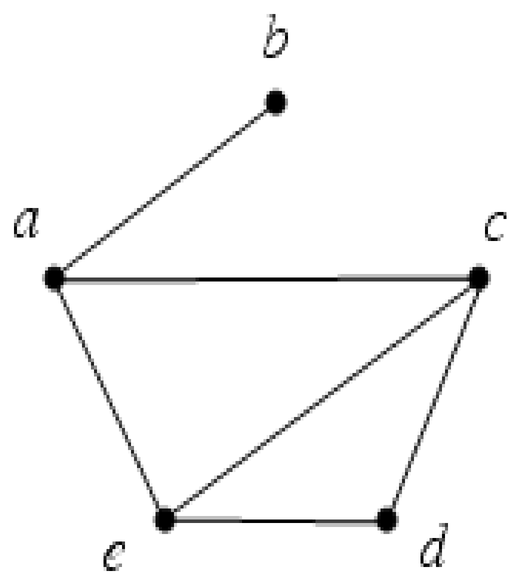


Đồ thị G

Danh sách kề

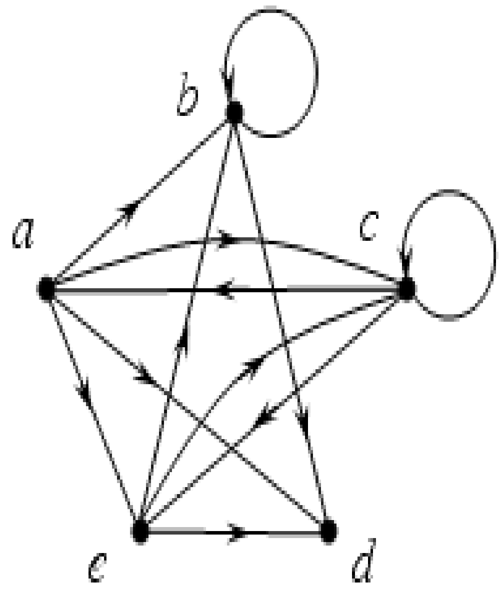
- Dùng danh sách liền kề để mô tả đồ thị vô hướng: liệt kê tất cả các đỉnh liền kề với mỗi đỉnh của đồ thị
- Đồ thị có hướng: liệt kê tất cả các đỉnh cuối của các cung xuất phát từ mỗi đỉnh của đồ thị

Ví dụ



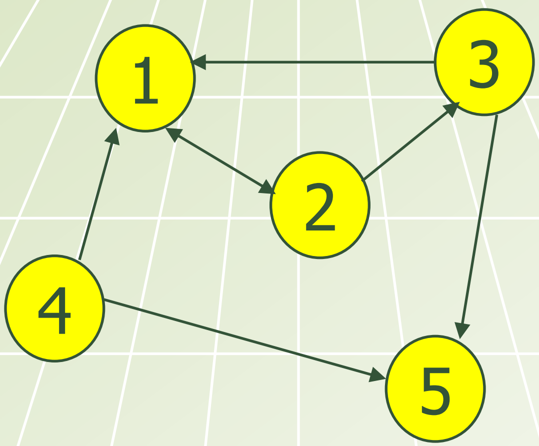
Đỉnh	Đỉnh liền kề
a	*b, c, e*
b	*a*
c	*a, d, e*
d	*c, e*
e	*a, c, d*

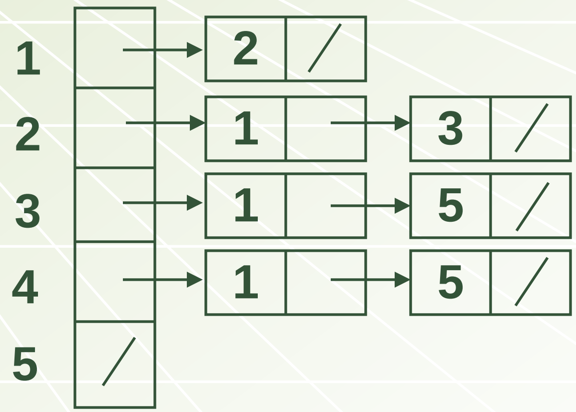
Ví dụ



Đỉnh đầu	Đỉnh cuối
a	b, c, d, e
b	b, d
c	a, c, e
d	
e	b, c, d

Danh sách kề

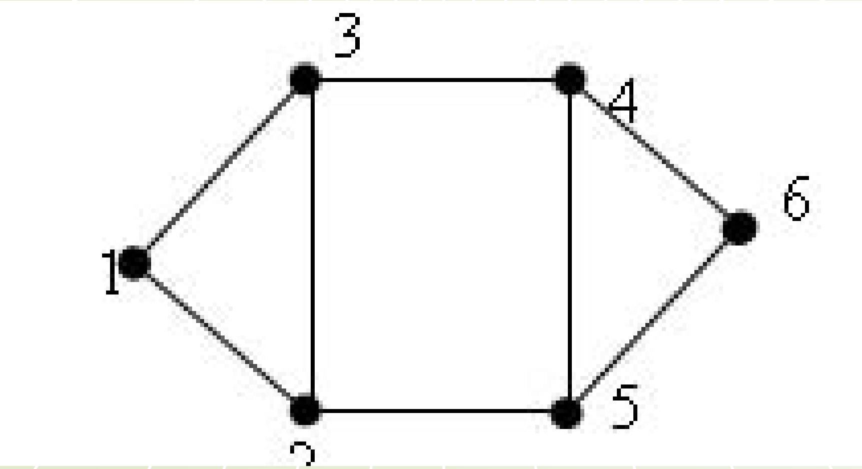




Danh sách cạnh (cung)

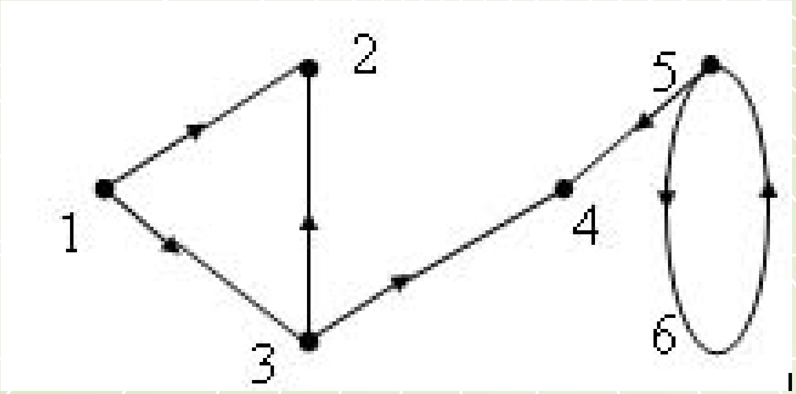
- Lưu trữ tập E

Ví dụ



Đầu	Cuối
1	2
1	3
1	5
2	3
2	5
3	4
4	5
4	6
5	6

Ví dụ



Đầu	Cuối
1	2
1	3
3	2
3	4
5	4
5	6
6	5

Bài tập

- Kiểm tra đồ thị có hướng, vô hướng
- Đếm số bậc của một đỉnh
- DFS, BFS
- Tìm đường đi từ đỉnh v_i đến v_j
- Kiểm tra tính liên thông, đếm số thành phần liên thông
- ….

- Đại dương được xem như là một mặt phẳng toạ độ trên đó có n hòn đảo với toạ độ lần lượt là (x1, y1), (x2, y2), …, (xn, yn).
- Một chiếc ca nô xuất phát từ đảo d1 muốn tuần tra đến đảo d2. bình xăng của ca nô chỉ chứa đủ xăng để đi được một quãng đường dài không quá m (km).
- Trên đường đi ca nô có thể ghé một số đảo nào đó để tiếp thêm xăng, lúc này ca nô được tiếp thêm xăng đầy bình chứa.
- Hãy chỉ ra một đường đi từ đảo d1 đến đảo d2 sao cho số lần ghé đảo trung gian để tiếp thêm xăng là ít nhất.

Hot Tip

- **How do I incorporate my logo to a slide that will apply to all the other slides?**
  - On the [View] menu, point to [Master], and then click [Slide Master] or [Notes Master]. Change images to the one you like, then it will apply to all the other slides.

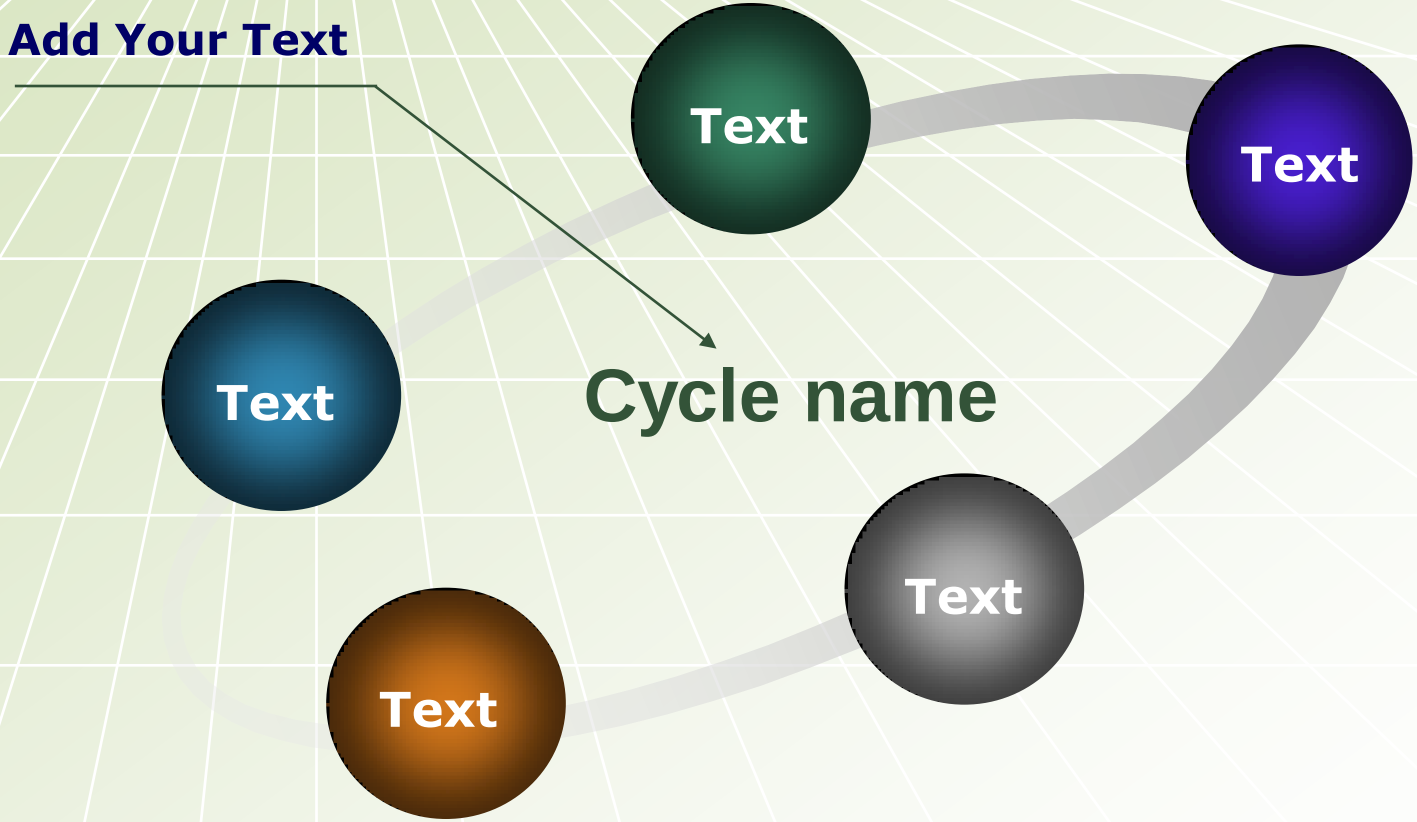
Diagram

Title
Add your text

ThemeGallery
is a Design Digital Content & Contents mall developed by Guild Design Inc.

ThemeGallery
is a Design Digital Content & Contents mall developed by Guild Design Inc.

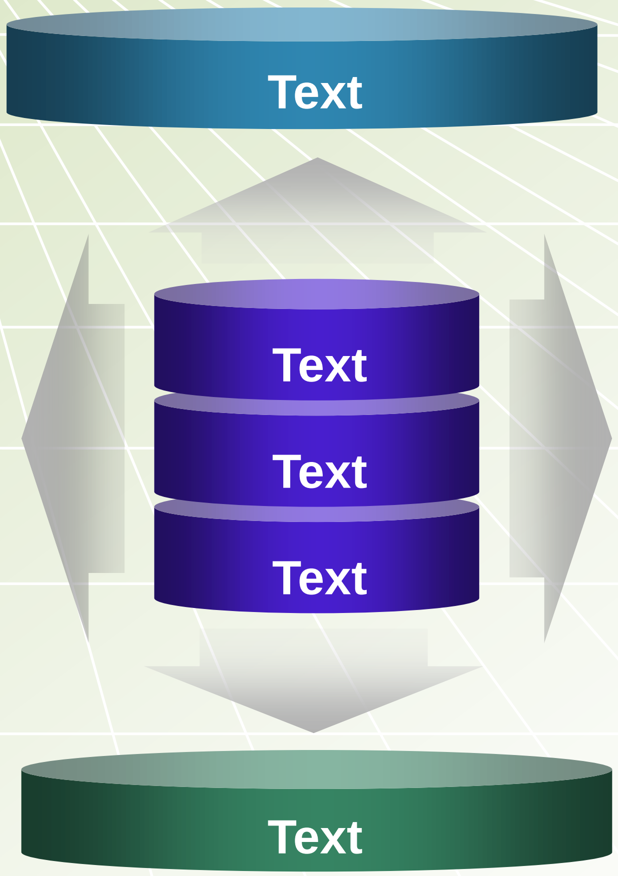
Cycle Diagram



Diagram

Add Your Title Text

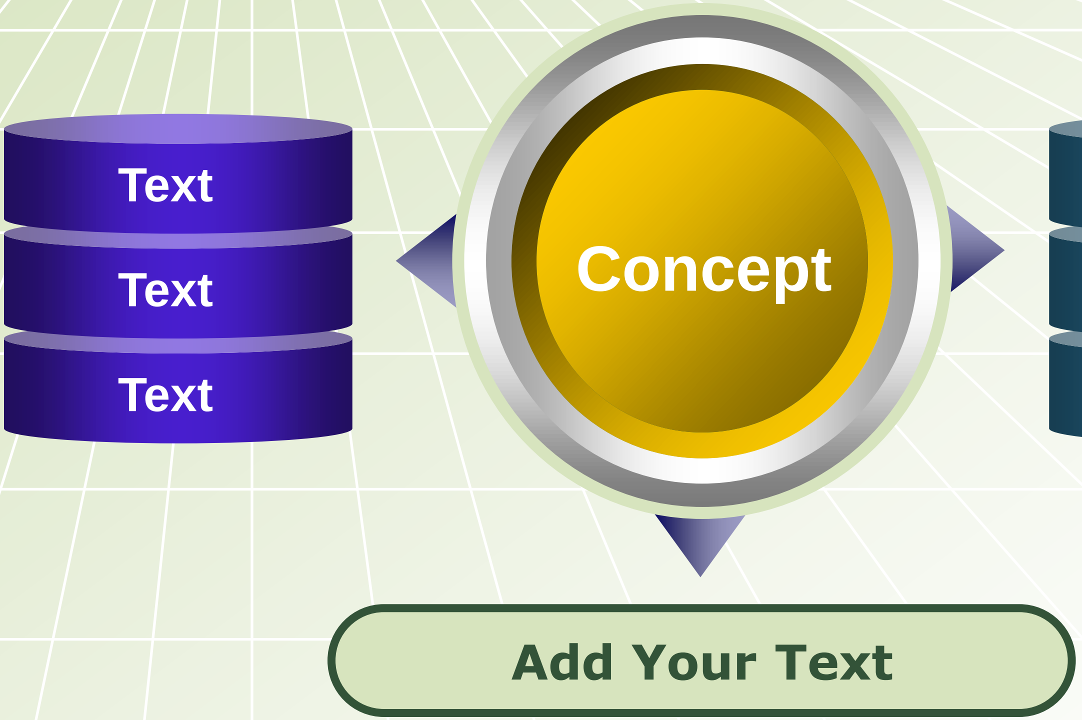
- Text 1
- Text 2
- Text 3
- Text 4
- Text 5



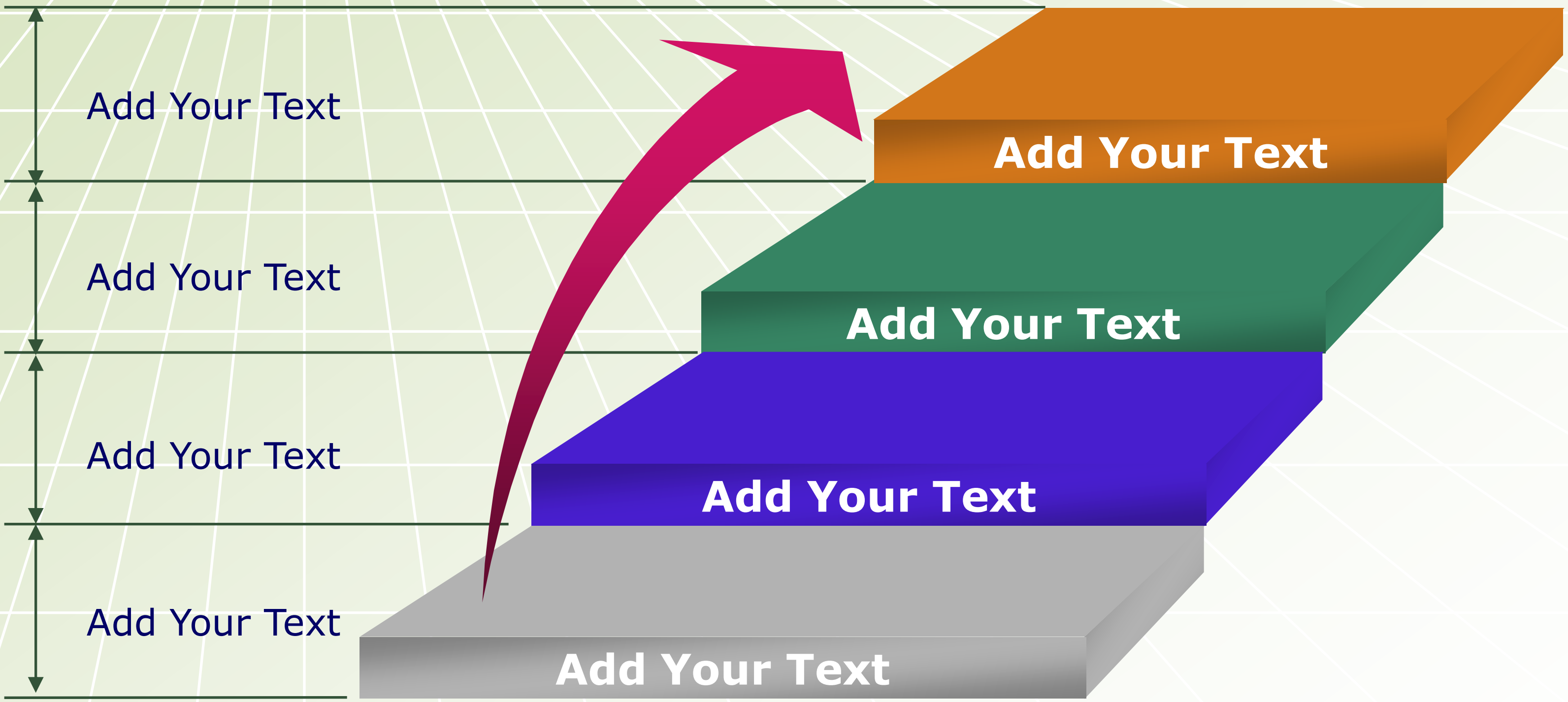
Add Your Title Text

- Text 1
- Text 2
- Text 3
- Text 4
- Text 5

Diagram



Diagram


Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text

Diagram

Add Your Text

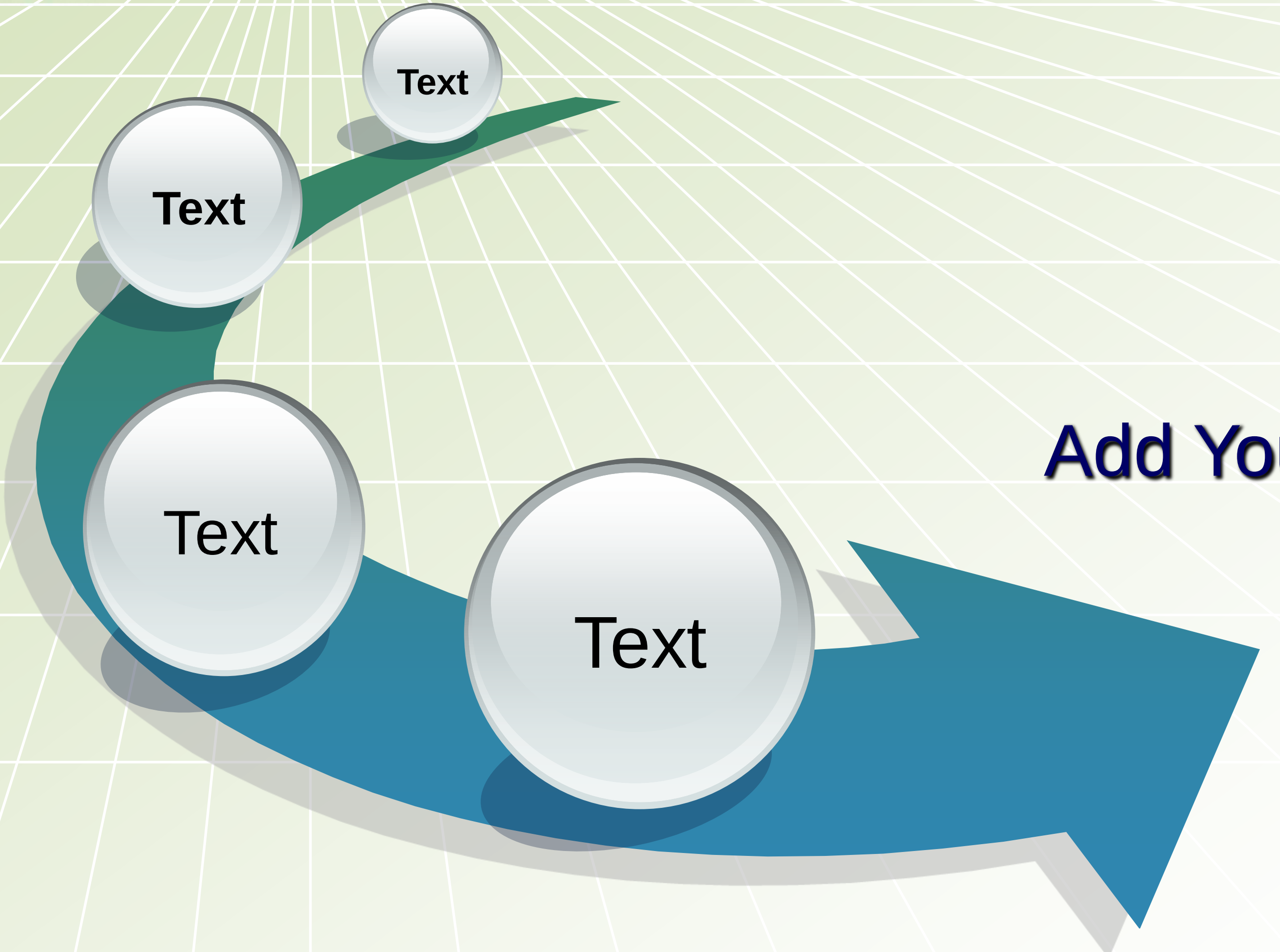
Add Your Text

Add Your Text

Add Your Title

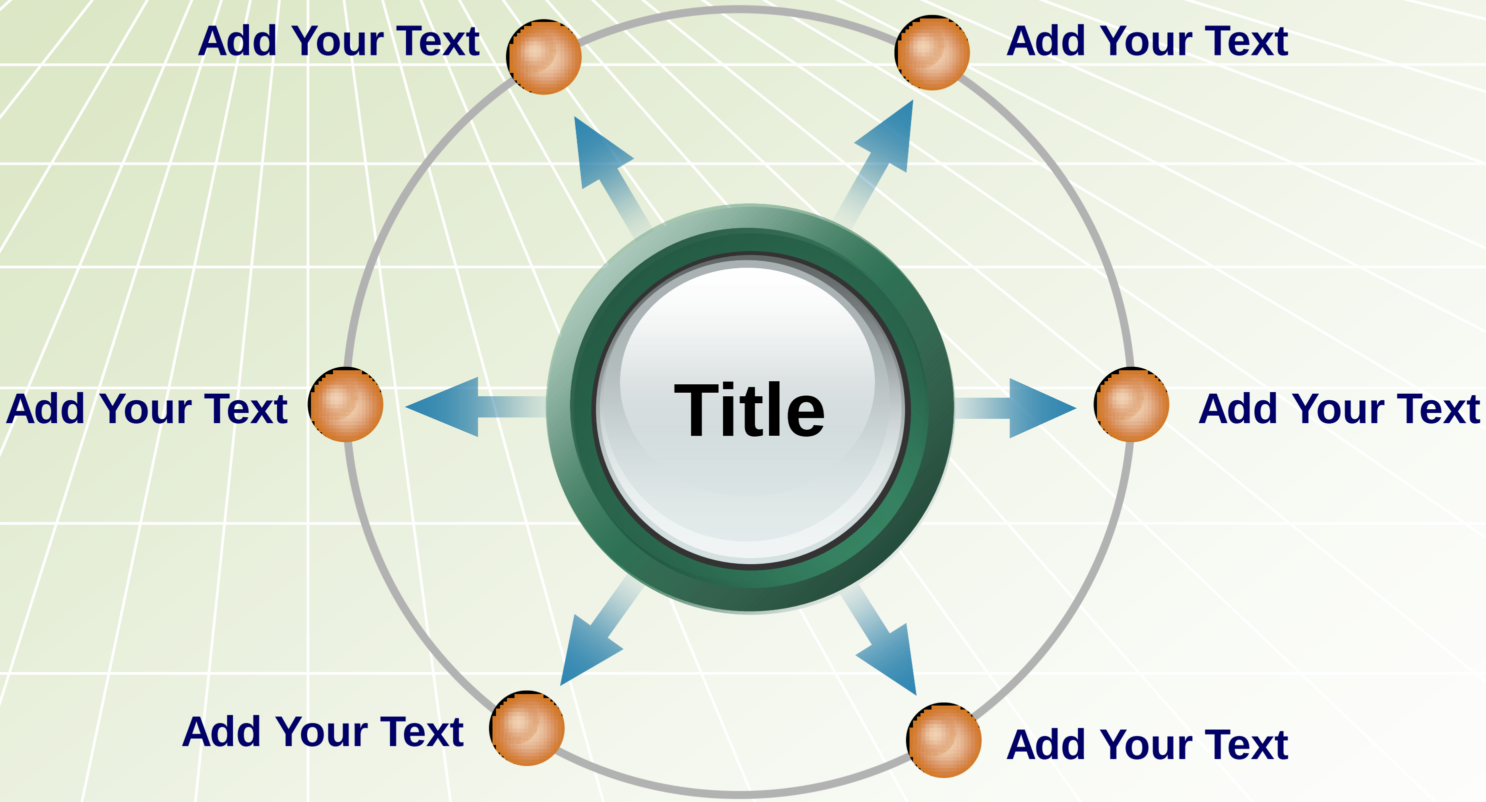
Diagram

Diagram



Add Your Title

Diagram


Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text
Title
Add Your Text
Add Your Text
Add Your Text

Diagram

1

ThemeGallery is a Design Digital Content & Contents mall developed by Guild Design Inc.

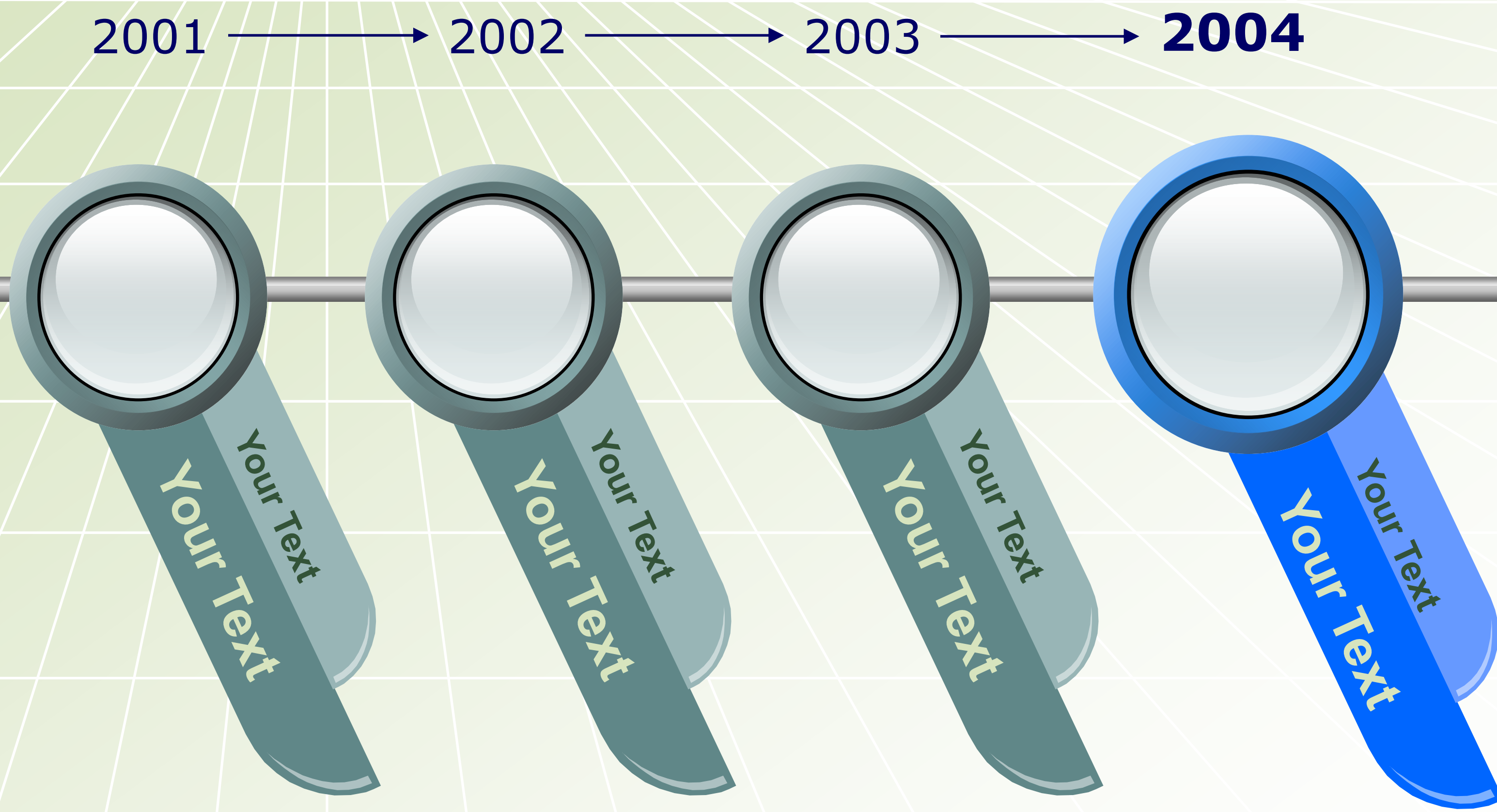
2

ThemeGallery is a Design Digital Content & Contents mall developed by Guild Design Inc.

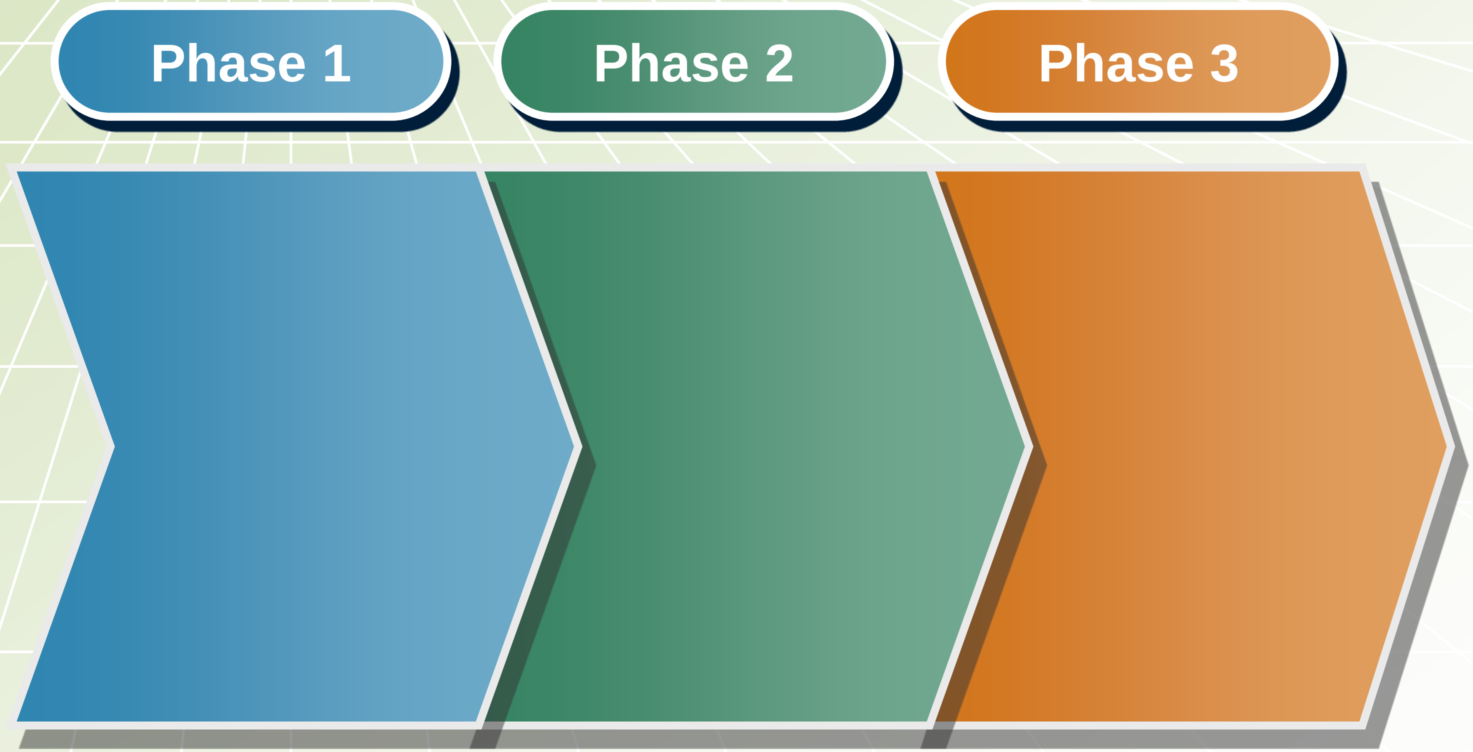
3

ThemeGallery is a Design Digital Content & Contents mall developed by Guild Design Inc.

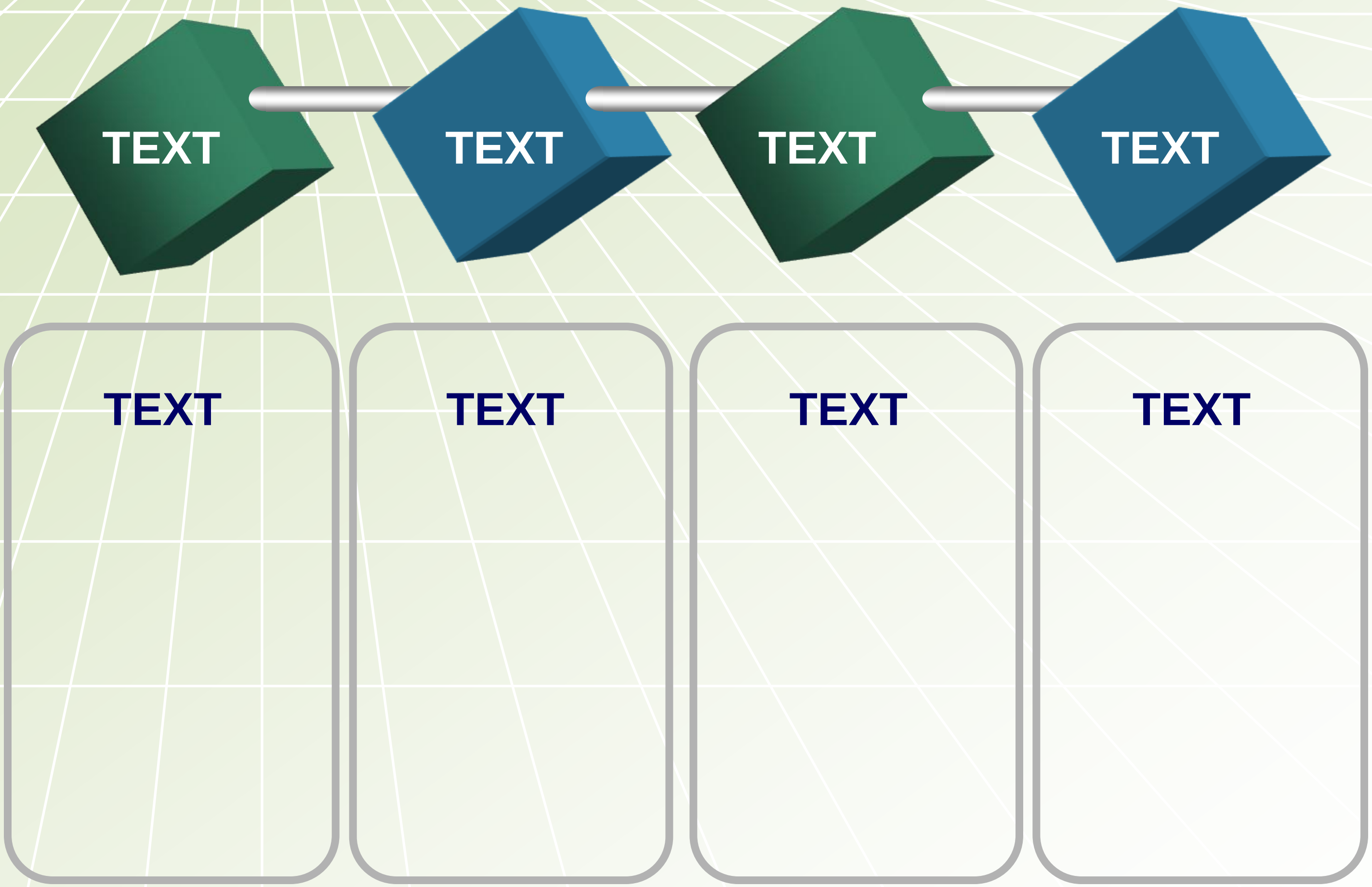
Diagram


2001
2002
2003
2004
Your Text
Your Text
Your Text
Your Text
Your Text
Your Text
Your Text
Your Text

Progress Diagram



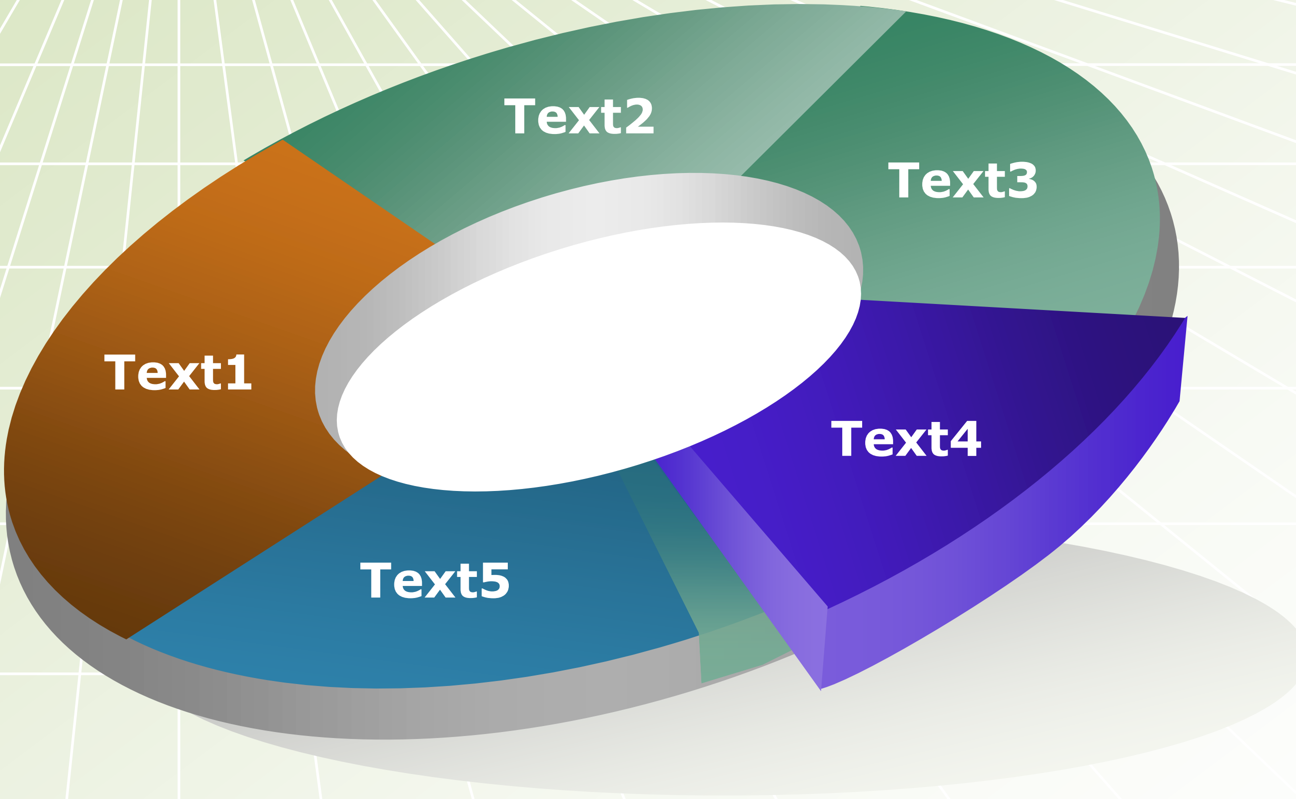
Block Diagram



Table

	Title	Title	Title	Title	Title
Title	O	O	O	O	O
Title	O	O	O	O	O
Title	O	O	O	O	O
Title	O	O	O	O	O
Title	O	O	O	O	O
Title	O	X	O	X	O

3-D Pie Chart



Marketing Diagram

Add Your Text

Add Your Title here

Text1

Text1

Text1

Text1

LOGO

Thank You !

www.themegallery.com