

Tema 4-1



Tema 4-1

Grafos: Introducción



UNIVERSIDAD
DE CHILE



Tema 4-1

Grafos: Introducción



UNIVERSIDAD
DE CHILE

Arturo Merino



Recuerdo/Plan

■ Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

- Conjuntos, pares ordenados y conteo de dos maneras.

Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

- Conjuntos, pares ordenados y conteo de dos maneras.

- **Plan:**

Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

- Conjuntos, pares ordenados y conteo de dos maneras.

- **Plan:**

- Definiciones básicas

Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

- Conjuntos, pares ordenados y conteo de dos maneras.

- **Plan:**

- Definiciones básicas
- Vecindades, grados y lemas del apretón de manos.

Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

- Conjuntos, pares ordenados y conteo de dos maneras.

- **Plan:**

- Definiciones básicas
- Vecindades, grados y lemas del apretón de manos.
- Grafos emblemáticos

Recuerdo y plan

- **Recuerdo:**

- Conjuntos, pares ordenados y conteo de dos maneras.

- **Plan:**

- Definiciones básicas
- Vecindades, grados y lemas del apretón de manos.
- Grafos emblemáticos
- Subestructura y complemento

Definiciones básicas

Grafos

- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

Grafos

- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Grafos

- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *grafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *aristas*, que son conjuntos de dos vértices distintos.

Grafos

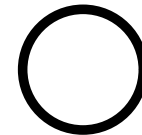
- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *grafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *aristas*, que son conjuntos de dos vértices distintos.

- Denotamos $n = |V|$ y $m = |E|$ y $\{u, v\}$ por uv .



Grafos

- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

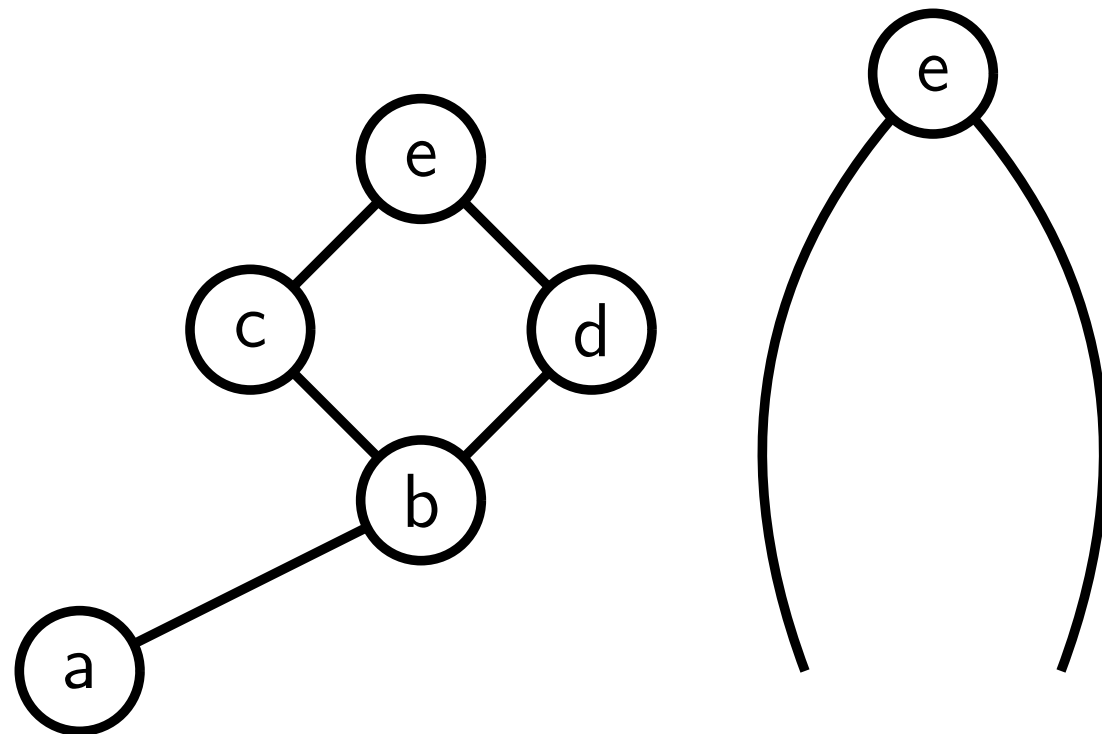
Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *grafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *aristas*, que son conjuntos de dos vértices distintos.

- Denotamos $n = |V|$ y $m = |E|$ y $\{u, v\}$ por uv .

- Ej:



Grafos

- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

Def.

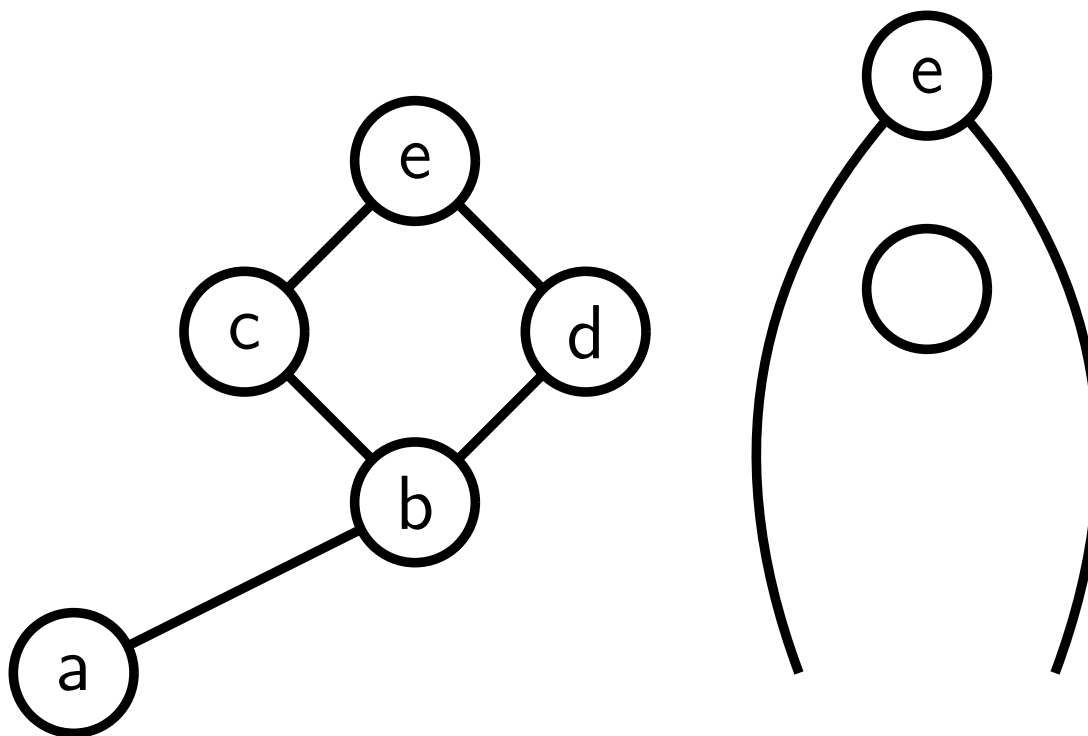
Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *grafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *aristas*, que son conjuntos de dos vértices distintos.

- Denotamos $n = |V|$ y $m = |E|$ y $\{u, v\}$ por uv .

- Ej:

- ¿ V , E , n y m ?



Grafos

- Herramienta útil de modelación: objetos y relaciones.

Def.

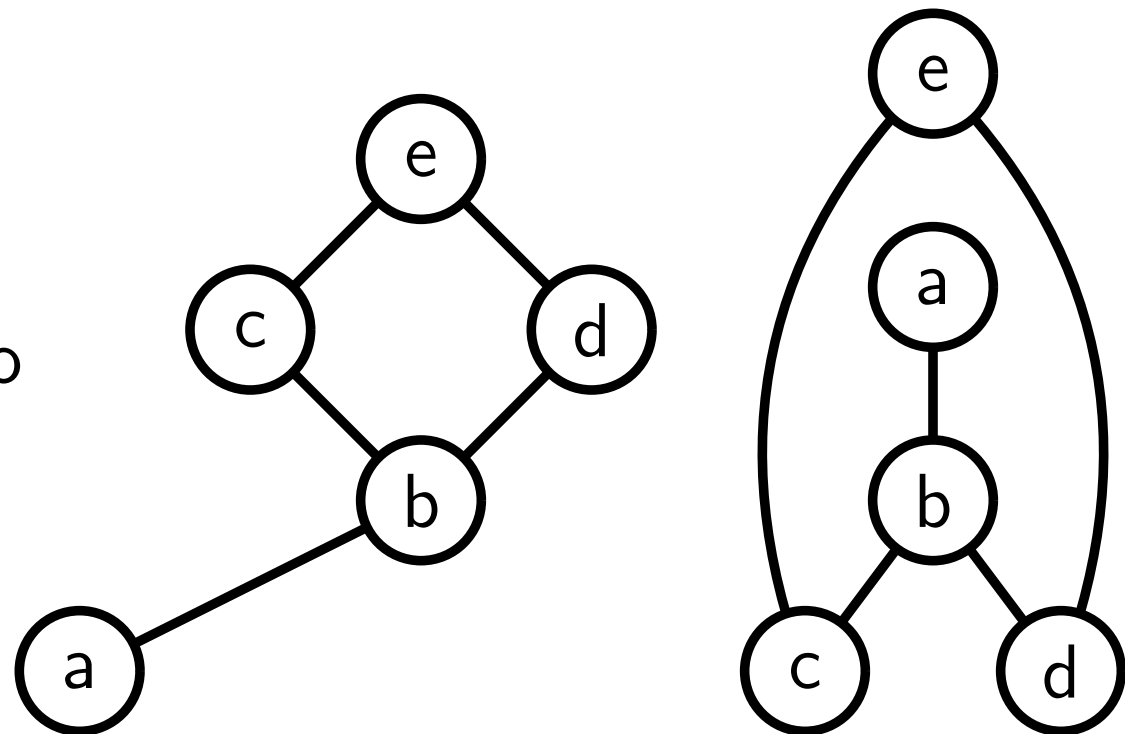
Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *grafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *aristas*, que son conjuntos de dos vértices distintos.

- Denotamos $n = |V|$ y $m = |E|$ y $\{u, v\}$ por uv .

- Ej:

- ¿ V , E , n y m ?
- **Obs:** No importa el dibujo



Adyacencia y vecindad

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

Adyacencia y vecindad

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.

Adyacencia y vecindad

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.
- Si $uv \in E$, entonces uv *incide* en u y en v .

Adyacencia y vecindad

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.
- Si $uv \in E$, entonces uv *incide* en u y en v .
- La *vecindad* de v es el conjunto

Adyacencia y vecindad

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.
- Si $uv \in E$, entonces uv *incide* en u y en v .
- La *vecindad* de v es el conjunto

$$N(v) = \{u \in V \mid uv \in E\}.$$

Adyacencia y vecindad

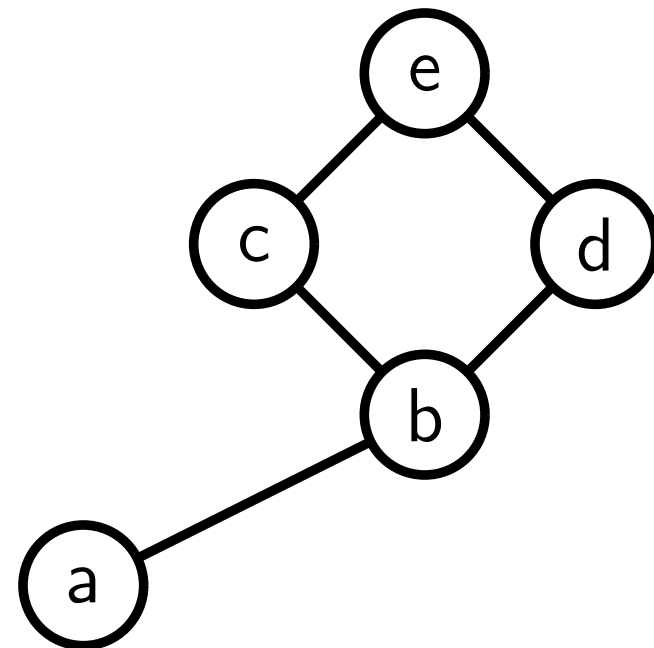
Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.
- Si $uv \in E$, entonces uv *incide* en u y en v .
- La *vecindad* de v es el conjunto

$$N(v) = \{u \in V \mid uv \in E\}.$$

• Ej:



Adyacencia y vecindad

Def.

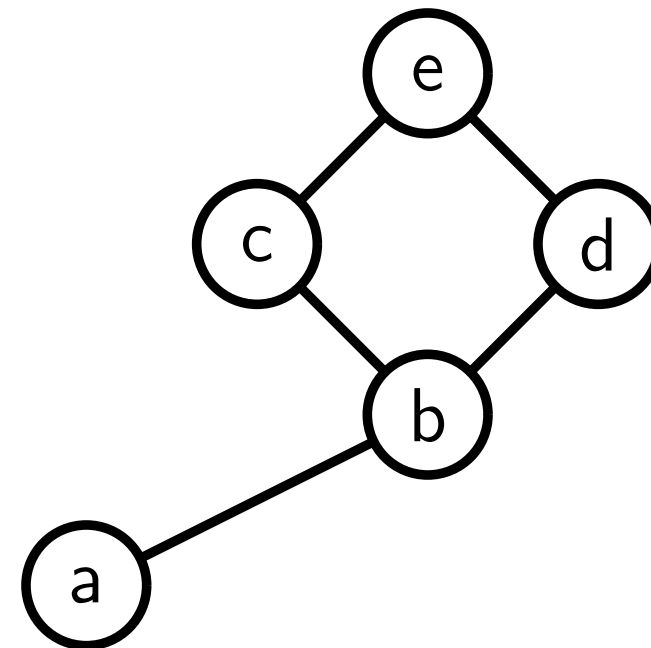
Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.
- Si $uv \in E$, entonces uv *incide* en u y en v .
- La *vecindad* de v es el conjunto

$$N(v) = \{u \in V \mid uv \in E\}.$$

• Ej:

- ¿ $N(b)$? ¿ $N(e)$?



Adyacencia y vecindad

Def.

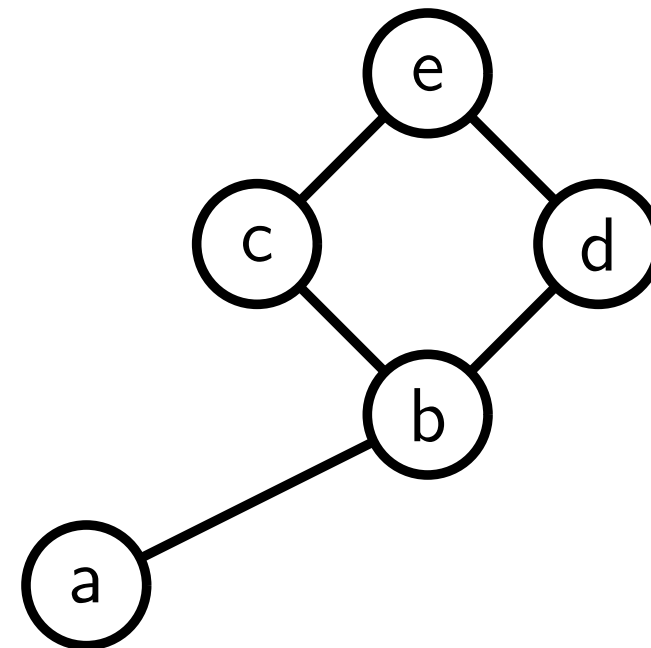
Sea $G = (V, E)$ un grafo simple y sean $u, v \in V$.

- u y v son *adyacentes* si $uv \in E$.
- Si $uv \in E$, entonces uv *incide* en u y en v .
- La *vecindad* de v es el conjunto

$$N(v) = \{u \in V \mid uv \in E\}.$$

• Ej:

- ¿ $N(b)$? ¿ $N(e)$?
- ¿En qué vértices incide bc ?



Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

Para $v \in V$, las *vecindades de salida y entrada* son

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

Para $v \in V$, las *vecindades de salida y entrada* son

$$N^+(v) = \{u \in V \mid (v, u) \in E\},$$

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

Para $v \in V$, las *vecindades de salida y entrada* son

$$N^+(v) = \{u \in V \mid (v, u) \in E\},$$

$$N^-(v) = \{u \in V \mid (u, v) \in E\}.$$

Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

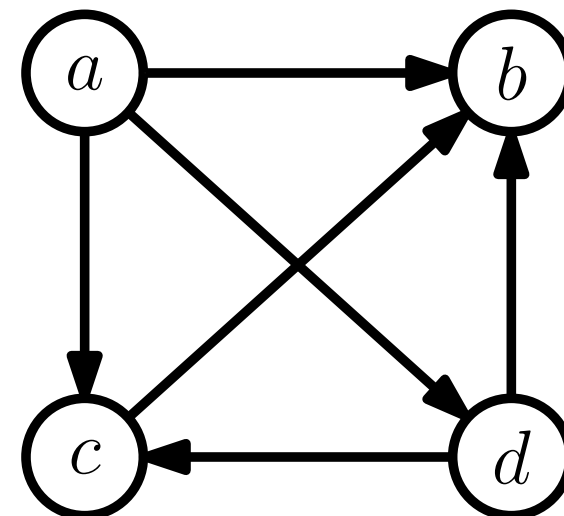
El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

Para $v \in V$, las *vecindades de salida y entrada* son

$$N^+(v) = \{u \in V \mid (v, u) \in E\},$$

$$N^-(v) = \{u \in V \mid (u, v) \in E\}.$$

- Ej:



Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

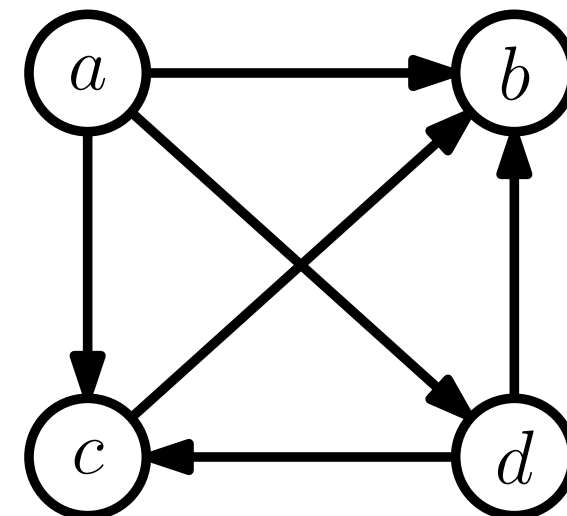
Para $v \in V$, las *vecindades de salida y entrada* son

$$N^+(v) = \{u \in V \mid (v, u) \in E\},$$

$$N^-(v) = \{u \in V \mid (u, v) \in E\}.$$

- Ej:

- ¿ V , E ? ¿ $N^+(c)$ y $N^-(c)$?



Digrafos

- A veces hay relaciones **unidireccionales**.

Def.

Sea V un conjunto finito de *vértices*.

Un *digrafo simple* es un par $G = (V, E)$, donde E es un conjunto de *arcos*: pares ordenados de vértices distintos.

El arco (u, v) sale de u , entra a v e incide en ambos.

Para $v \in V$, las *vecindades de salida y entrada* son

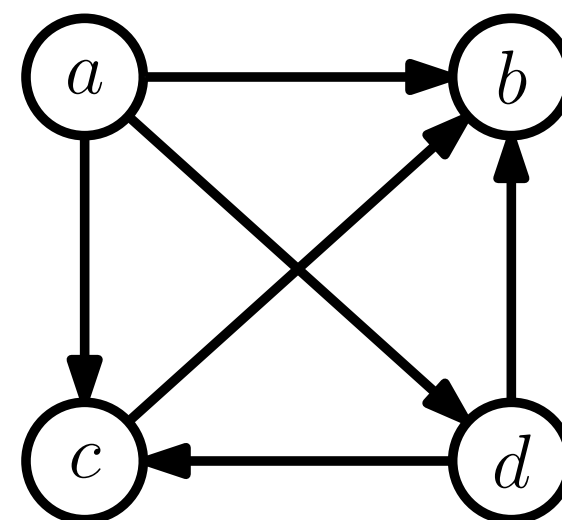
$$N^+(v) = \{u \in V \mid (v, u) \in E\},$$

$$N^-(v) = \{u \in V \mid (u, v) \in E\}.$$

• Ej:

◦ ¿ V , E ? ¿ $N^+(c)$ y $N^-(c)$?

◦ ¿ $(u, v) = (v, u)$?



Tipos de aristas

Def.

En un grafo:

Tipos de aristas

Def.

En un grafo:

- Una *arista paralela* es una copia de una arista entre los mismos vértices.

Tipos de aristas

Def.

En un grafo:

- Una *arista paralela* es una copia de una arista entre los mismos vértices.
- Un *loop* o *bucle* es una arista de un vértice a sí mismo.

Tipos de aristas

Def.

En un grafo:

- Una *arista paralela* es una copia de una arista entre los mismos vértices.
- Un *loop* o *bucle* es una arista de un vértice a sí mismo.
- Un *arco dirigido* es una arista orientada: un par ordenado de vértices.

Tipos de aristas

Def.

En un grafo:

- Una *arista paralela* es una copia de una arista entre los mismos vértices.
- Un *loop* o *bucle* es una arista de un vértice a sí mismo.
- Un *arco dirigido* es una arista orientada: un par ordenado de vértices.

- Los arcos paralelos tienen los mismos extremos y la misma dirección.

Tipos de aristas

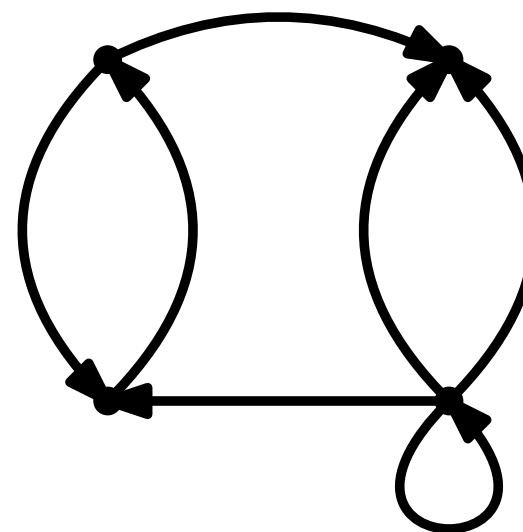
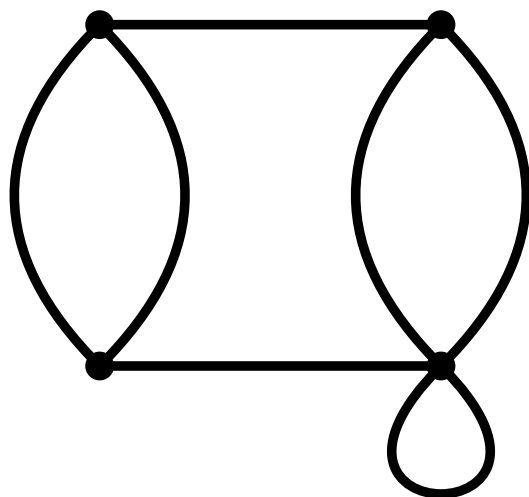
Def.

En un grafo:

- Una *arista paralela* es una copia de una arista entre los mismos vértices.
- Un *loop* o *bucle* es una arista de un vértice a sí mismo.
- Un *arco dirigido* es una arista orientada: un par ordenado de vértices.

- Los arcos paralelos tienen los mismos extremos y la misma dirección.

- Ej:



Tipos de grafos

Tipo	Dirigido	Paralelas	Loops
grafo simple	✗	✗	✗
multigrafo	✗	✓	✗
grafo	✗	✓	✓
digrafo simple	✓	✗	✗
multidigrafo	✓	✓	✗
digrafo	✓	✓	✓

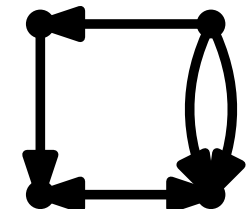
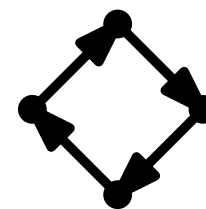
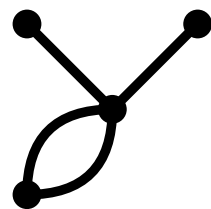
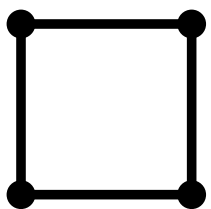
- Paralelas y loops: ✓ = permitidos.

Tipos de grafos

Tipo	Dirigido	Paralelas	Loops
grafo simple	✗	✗	✗
multigrafo	✗	✓	✗
grafo	✗	✓	✓
digrafo simple	✓	✗	✗
multidigrafo	✓	✓	✗
digrafo	✓	✓	✓

- Paralelas y loops: ✓ = permitidos.

- Ej:



Grado

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo y sea $v \in V$.

Grado

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo y sea $v \in V$.

El *grado* $d(v)$ es el número de aristas incidentes en v , contando cada loop dos veces.

Grado

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo y sea $v \in V$.

El *grado* $d(v)$ es el número de aristas incidentes en v , contando cada loop dos veces.

Si $d(v) = 0$, diremos que v es un *vértice aislado*.

Grado

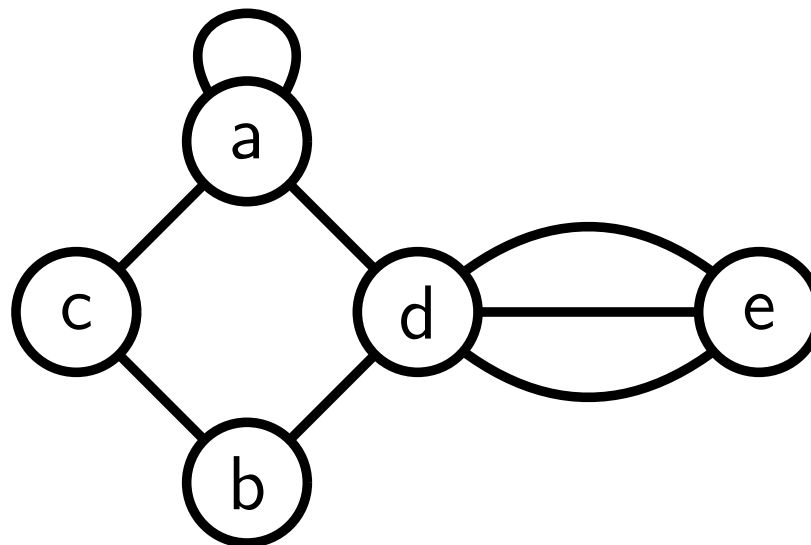
Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo y sea $v \in V$.

El *grado* $d(v)$ es el número de aristas incidentes en v , contando cada loop dos veces.

Si $d(v) = 0$, diremos que v es un *vértice aislado*.

- Ej:



Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

$$\sum_{v \in V} d(v) = 2m.$$

Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

$$\sum_{v \in V} d(v) = 2m.$$

- **Dem:**

Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

$$\sum_{v \in V} d(v) = 2m.$$

- **Dem:**
- **Consecuencias:**

Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

$$\sum_{v \in V} d(v) = 2m.$$

- **Dem:**
- **Consecuencias:**

Prop.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

$$\sum_{v \in V} d(v) = 2m.$$

- **Dem:**

- **Consecuencias:**

Prop.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Entonces, G tiene un número par de vértices de grado impar.

Lema del apretón de manos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

$$\sum_{v \in V} d(v) = 2m.$$

- **Dem:**
- **Consecuencias:**

Prop.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Entonces, G tiene un número par de vértices de grado impar.

- **Dem:**

Grado en digrafos

- ¿Grado en grafos dirigidos?

Grado en digrafos

- ¿Grado en grafos dirigidos?

Def.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo y sea $v \in V$.

Grado en digrafos

- ¿Grado en grafos dirigidos?

Def.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo y sea $v \in V$.

El *grado de salida* $d^+(v)$ cuenta los arcos que salen de v .

Grado en digrafos

- ¿Grado en grafos dirigidos?

Def.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo y sea $v \in V$.

El *grado de salida* $d^+(v)$ cuenta los arcos que salen de v .

El *grado de entrada* $d^-(v)$ cuenta los arcos que entran en v .

Grado en digrafos

- ¿Grado en grafos dirigidos?

Def.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo y sea $v \in V$.

El *grado de salida* $d^+(v)$ cuenta los arcos que salen de v .

El *grado de entrada* $d^-(v)$ cuenta los arcos que entran en v .

Cada loop contribuye una vez a cada grado.

Grado en digrafos

- ¿Grado en grafos dirigidos?

Def.

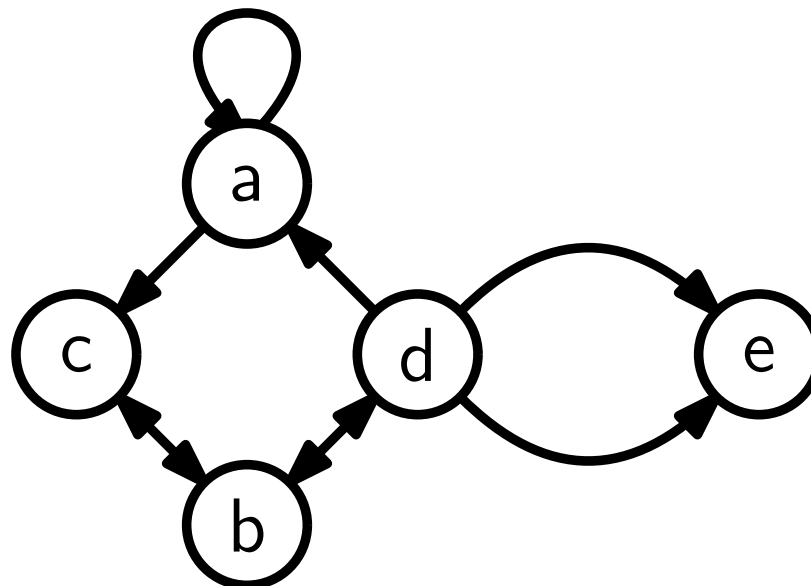
Sea $G = (V, E)$ un digrafo y sea $v \in V$.

El *grado de salida* $d^+(v)$ cuenta los arcos que salen de v .

El *grado de entrada* $d^-(v)$ cuenta los arcos que entran en v .

Cada loop contribuye una vez a cada grado.

- Ej:



Apretón de manos en digrafos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo.

Apretón de manos en digrafos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo.

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

Apretón de manos en digrafos

Lem.

Sea $G = (V, E)$ un digrafo.

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

- **Dem:**

Familias y construcciones

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

$$v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n, v_nv_1.$$

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

$$v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n, v_nv_1.$$

El *camino* P_n tiene vértices V y aristas

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

$$v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n, v_nv_1.$$

El *camino* P_n tiene vértices V y aristas

$$E = \{v_iv_{i+1} : 1 \leq i < n\}.$$

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

$$v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n, v_nv_1.$$

El *camino* P_n tiene vértices V y aristas

$$E = \{v_iv_{i+1} : 1 \leq i < n\}.$$

- Ej:

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

$$v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n, v_nv_1.$$

El *camino* P_n tiene vértices V y aristas

$$E = \{v_i v_{i+1} : 1 \leq i < n\}.$$

- **Ej:**

- $P_1, P_2, P_3, P_4, \quad C_1, C_2, C_3, C_4, \quad K_1, K_2, K_3, K_4?$

Familias de grafos

Def.

Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ un conjunto de $n \geq 1$ vértices.

El *grafo completo* K_n es el grafo simple con vértices V en que todo par de vértices distintos es adyacente.

Para $n \geq 3$, el *ciclo* C_n tiene vértices V y aristas

$$v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n, v_nv_1.$$

El *camino* P_n tiene vértices V y aristas

$$E = \{v_i v_{i+1} : 1 \leq i < n\}.$$

• Ej:

◦ $P_1, P_2, P_3, P_4, C_1, C_2, C_3, C_4, K_1, K_2, K_3, K_4?$

◦ ¿Aristas P_n, C_n y K_n ? ¿Grados?

Subgrafos

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Subgrafos

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Un *subgrafo* de G es un grafo $G' = (V', E')$ tal que $V' \subseteq V$ y $E' \subseteq E$.

Subgrafos

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Un *subgrafo* de G es un grafo $G' = (V', E')$ tal que $V' \subseteq V$ y $E' \subseteq E$.

Si $G' \neq G$, decimos que G' es un *subgrafo propio* de G .

Subgrafos

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Un *subgrafo* de G es un grafo $G' = (V', E')$ tal que $V' \subseteq V$ y $E' \subseteq E$.

Si $G' \neq G$, decimos que G' es un *subgrafo propio* de G .

- Ej:

Subgrafos

Def.

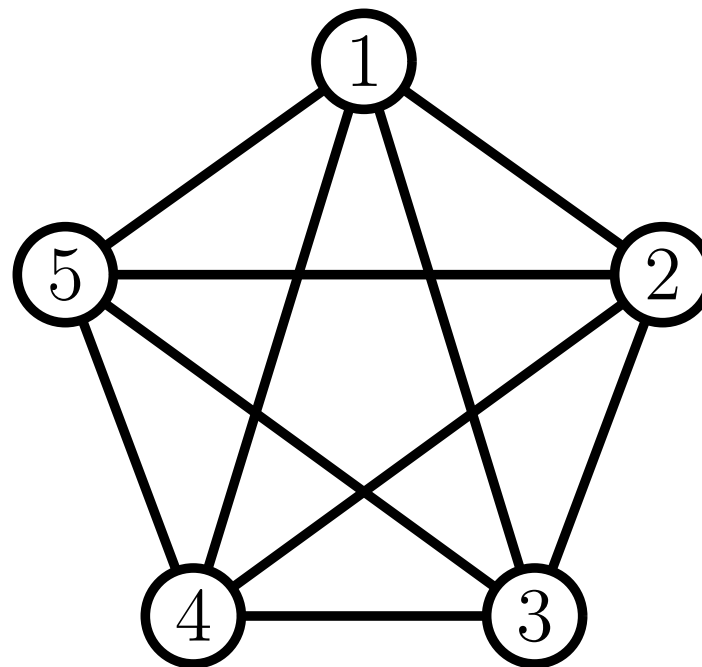
Sea $G = (V, E)$ un grafo.

Un *subgrafo* de G es un grafo $G' = (V', E')$ tal que $V' \subseteq V$ y $E' \subseteq E$.

Si $G' \neq G$, decimos que G' es un *subgrafo propio* de G .

- Ej:

- ¿Subgrafos de K_5 ?



$$G = K_5$$

Complemento

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

Complemento

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El *complemento* de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

Complemento

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El *complemento* de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

$$uv \in \overline{E} \quad \text{si y sólo si} \quad uv \notin E.$$

Complemento

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El *complemento* de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

$$uv \in \overline{E} \quad \text{si y sólo si} \quad uv \notin E.$$

- Ej:

Complemento

Def.

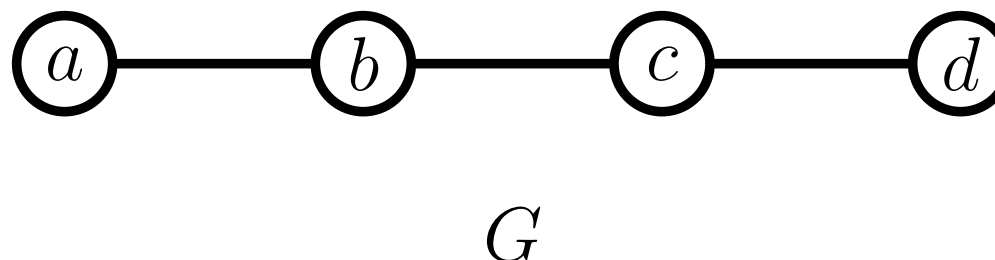
Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El *complemento* de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

$$uv \in \overline{E} \quad \text{si y sólo si} \quad uv \notin E.$$

- Ej:

- ¿Complemento?



Complemento

Def.

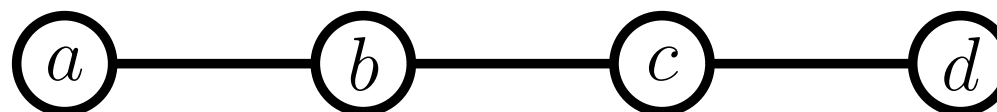
Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El **complemento** de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

$$uv \in \overline{E} \quad \text{si y sólo si} \quad uv \notin E.$$

- Ej:

- ¿Complemento?



G

- ¿Aristas de $\overline{G}$ en función de n y m ?

Complemento

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El **complemento** de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

$$uv \in \overline{E} \quad \text{si y sólo si} \quad uv \notin E.$$

- Ej:

- ¿Complemento?



G

- ¿Aristas de $\overline{G}$ en función de n y m ?
- ¿Qué ocurre al tomar el complemento dos veces?

Complemento

Def.

Sea $G = (V, E)$ un grafo simple.

El **complemento** de G es el grafo $\overline{G} = (V, \overline{E})$, donde, para todo par de vértices distintos $u, v \in V$,

$$uv \in \overline{E} \quad \text{si y sólo si} \quad uv \notin E.$$

• Ej:

- ¿Complemento?



G

- ¿Aristas de $\overline{G}$ en función de n y m ?
- ¿Qué ocurre al tomar el complemento dos veces?
- ¿Complementos de K_n y de C_4 ?

Dudas/Ejercicios

■ Wrap-up

- **Hoy:**

Wrap-up

- **Hoy:**
 - Grafos

Wrap-up

- **Hoy:**
 - Grafos
 - Adyacencias y relacionados

Wrap-up

- **Hoy:**
 - Grafos
 - Adyacencias y relacionados
 - Familias emblemáticas

Wrap-up

- **Hoy:**
 - Grafos
 - Adyacencias y relacionados
 - Familias emblemáticas
 - Subgrafo y complemento

Wrap-up

- **Hoy:**

- Grafos
- Adyacencias y relacionados
- Familias emblemáticas
- Subgrafo y complemento

- **Próx. clase:**

Wrap-up

- **Hoy:**

- Grafos
- Adyacencias y relacionados
- Familias emblemáticas
- Subgrafo y complemento

- **Próx. clase:**

- Representación

Wrap-up

- **Hoy:**

- Grafos
- Adyacencias y relacionados
- Familias emblemáticas
- Subgrafo y complemento

- **Próx. clase:**

- Representación
- Isomorfismos e invariantes