

II Esercitazione sull'algebra relazionale

Esercizio 1.

Si consideri lo schema relazionale composto dalle seguenti relazioni:

| |
|--|
| IMPIEGATO (<u>Matricola</u> , Cognome, Stipendio, Dipartimento) |
| DIPARTIMENTO (<u>Codice</u> , Nome, Sede, Direttore) |
| PROGETTO (<u>Sigla</u> , Nome, Bilancio, Responsabile) |
| PARTECIPAZIONE (<u>Impiegato</u> , <u>Progetto</u>) |

con i seguenti vincoli di riferimento:

- tra l'attributo Dipartimento della relazione IMPIEGATO e la relazione DIPARTIMENTO
- tra l'attributo Direttore della relazione DIPARTIMENTO e la relazione IMPIEGATO
- tra l'attributo Responsabile della relazione PROGETTO e la relazione IMPIEGATO
- tra l'attributo Impiegato della relazione PARTECIPAZIONE e la relazione IMPIEGATO
- tra l'attributo Progetto della relazione PARTECIPAZIONE e la relazione PROGETTO

Formulare le seguenti interrogazioni in algebra relazionale.

1. Trovare matricola e cognome degli impiegati che guadagnano più di 50 milioni.
2. Trovare cognome e stipendio degli impiegati che lavorano a Roma.
3. Trovare cognome degli impiegati e nome del dipartimento in cui lavorano.
4. Trovare cognome degli impiegati che sono direttori di dipartimento.
5. Trovare i nomi dei progetti e i cognomi dei responsabili.
6. Trovare i nomi dei progetti con bilancio maggiore di 100K e i cognomi degli impiegati che lavorano su di essi.
7. Trovare il cognome degli impiegati che guadagnano più del loro direttore di dipartimento.
8. Trovare cognome dei direttori di dipartimento e dei responsabili di progetto.
9. Trovare nomi dei dipartimenti in cui lavorano impiegati che guadagnano più di 60K.
10. Trovare nomi dei dipartimenti in cui tutti gli impiegati guadagnano più di 60K.
11. Trovare cognome degli impiegati di stipendio massimo.
12. Trovare matricola e cognome degli impiegati che non lavorano a nessun progetto.
13. Trovare matricola e cognome degli impiegati che lavorano a più di un progetto.
14. Trovare matricola e cognome degli impiegati che lavorano a un solo progetto.

Esercizio 2.

Con riferimento allo schema dell'esercizio precedente, descrivere in linguaggio naturale il significato delle seguenti interrogazioni espresse in algebra relazionale.

1. $\pi_{\text{Cognome}}(\rho_{\text{Matricola} \leftarrow \text{Responsabile}}(\text{PROGETTO}) \bowtie \text{IMPIEGATO})$
2. $\pi_{\text{Cognome}}(\rho_{\text{Matricola} \leftarrow \text{Direttore}}(\text{DIPARTIMENTO}) \bowtie (\text{IMPIEGATO} \bowtie \rho_{\text{Dipartimento} \leftarrow \text{Codice}}(\text{DIPARTIMENTO})))$

Soluzioni degli esercizi sull'algebra relazionale

Soluzione Esercizio 1.

Definiamo innanzitutto le seguenti viste:

- $I-D = \text{IMPIEGATO} \bowtie_{\text{Dipartimento=Codice}} \text{DIPARTIMENTO}$.
- $D-I = \text{DIPARTIMENTO} \bowtie_{\text{Direttore=Matricola}} \text{IMPIEGATO}$.
- $P-I = \text{PROGETTO} \bowtie_{\text{Responsabile=Matricola}} \text{IMPIEGATO}$.
- $I-P-P = (\text{IMPIEGATO} \bowtie_{\text{Matricola=Impiegato}} \text{PARTECIPAZIONE}) \bowtie_{\text{Progetto=Sigla}} \text{PROGETTO}$.

Possibili soluzioni alle interrogazioni proposte sono le seguenti.

- 1 $\pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(\sigma_{\text{Stipendio} > 50M}(\text{IMPIEGATO}))$
- 2 $\pi_{\text{Cognome}, \text{Stipendio}}(\sigma_{\text{Sede} = \text{Roma}}(I-D))$
- 3 $\pi_{\text{Cognome}, \text{Nome}}(I-D)$
- 4 $\pi_{\text{Cognome}}(D-I)$
- 5 $\pi_{\text{Nome}, \text{Cognome}}(P-I)$
- 6 $\pi_{\text{Nome}, \text{Cognome}}(\sigma_{\text{Bilancio} > 100K}(I-P-P))$
- 7 $\pi_{\text{Cognome}}(\sigma_{\text{Stipendio} > \text{Stipendio}'}(I-D \bowtie_{\text{Direttore=Matricola}'} (\rho_{X' \leftarrow X}(\text{IMPIEGATO}))))^1$
- 8 $\pi_{\text{Cognome}}(D-I) \cup \pi_{\text{Cognome}}(P-I)$
- 9 $\pi_{\text{Nome}}(\sigma_{\text{Stipendio} > 60K}(I-D))$
- 10 $\pi_{\text{Nome}}(\text{DIPARTIMENTO} - \pi_{\text{Codice}, \text{Nome}, \text{Sede}, \text{Direttore}}(\sigma_{\text{Stipendio} \leq 60K}(I-D)))$
- 11 $\pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(\text{IMPIEGATO}) - \pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(\text{IMPIEGATO} \bowtie_{\text{Stipendio} < \text{Stipendio}'} \rho_{X' \leftarrow X}(\text{IMPIEGATO}))^1$
- 12 $\pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(\text{IMPIEGATO}) - \pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(I-P-P)$
- 13 $\pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(I-P-P \bowtie_{\text{Matricola=Matricola}' \wedge \text{Sigla} \neq \text{Sigla}'} (\rho_{X' \leftarrow X}(I-P-P)))$
- 14 $\pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(I-P-P) - \pi_{\text{Matricola}, \text{Cognome}}(I-P-P \bowtie_{\text{Matricola=Matricola}' \wedge \text{Sigla} \neq \text{Sigla}'} (\rho_{X' \leftarrow X}(I-P-P)))^1$

Soluzione Esercizio 2.

Le espressioni corrispondono alle seguenti interrogazioni:

1. Trovare i cognomi dei responsabili di progetto.
2. Trovare il cognome dei direttori che lavorano nello stesso dipartimento di cui sono direttori.

¹ $\rho_{X' \leftarrow X}(R)$ ridenomina tutti gli attributi della relazione R aggiungendo un pedice

Esercizi di Algebra Relazionale

Esercizio 1

Si assuma il seguente schema relazionale per la gestione di una biblioteca:

LIBRI(codice_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice_utente, codice_libro, data_prestito)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

0.1 trovare il codice utente di Paolo Bianchi

0.2 rinominare il codice utente della selezione precedente in risultato

0.3 trovare i codici utente di Paolo Bianchi e Giovanni Rossi. Rinominare la selezione come risultato.

- a) Il Codice dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011
- b) Titoli dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011
- c) Autori dei libri presi in prestito da Paolo Bianchi
- d) Codici degli utenti che hanno preso in prestito libri scritti da Camilleri oppure da De Luca
- e) Codici degli utenti che hanno preso in prestito libri non scritti da Camilleri
- f) Titoli dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011 da Paolo Bianchi
- g) Trovare gli utenti che hanno preso in prestito solo libri di Camilleri

Esercizio 2

Si assuma il seguente schema relazionale per la gestione del noleggio di cd:

CD(codice_cd, autore, titolo)

CLIENTI(codice_cliente, codice_fiscale, nome, cognome)

NOLEGGIO(codice_cliente, codice_cd, data_noleggio)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- a) Autore e titolo dei cd noleggiati da Paolo Bianchi in data 20/1/2012
- b) Nome e cognome dei clienti che hanno noleggiato cd dei Radiohead in data 12/10/2001
- c) Titolo dei cd che sono stati noleggiati dal cliente avente codice C123 oppure dal cliente avente codice G624 (Farlo Prima)

- d) Trovare i clienti che hanno stesso nome e cognome, ma diverso Codice Fiscale.

Esercizio 3

Si assuma il seguente schema relazionale per la raccolta di prenotazioni di posti su treni:

VIAGGIATORI (codice_viaggiatore, nome, cognome)

TRENI (codice_treno, provenienza, destinazione)

PRENOTAZIONI (codice_viaggiatore, codice_treno, data)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- Nome e cognome dei viaggiatori che in data 10/12/2011 hanno prenotato posti su treni da Pisa per Roma
- Elenco delle date in cui viaggiatori dal cognome Bianchi hanno effettuato prenotazioni
- Provenienza e destinazione dei treni su cui è stata effettuata almeno una prenotazione
- Nome e cognome dei viaggiatori che hanno fatto una prenotazione sulla tratta Pisa – Roma ma non sulla tratta Roma - Pisa

Esercizio 4

Si assuma il seguente schema relazionale per la gestione di un video-noleggio:

CLIENTI (codice_cliente, nome, cognome)

FILM(codice_film, titolo, anno, genere)

NOLEGGIO(codice_cliente, codice_film, data)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- Nome e cognome dei clienti che hanno noleggiato film di fantascienza
- Titolo ed anno dei film di fantascienza
- Titolo dei film gialli noleggiati da Paolo Bianchi
- Cognome dei clienti che in data 10/12/2011 hanno noleggiato film di fantascienza o film girati nel 1965

Esercizio 5

Si assuma il seguente schema relazionale per la prenotazione di aule per esami:

ESAMI (codice_esame, materia, professore)
AULE(codice_aula, nome, edificio, capienza)
PRENOTAZIONI (codice_aula, codice_esame, data)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- a) Edificio e nome delle aule prenotate per gli esami di informatica il giorno 10/12/2011
- b) Nome e capienza delle aule prenotate per esami tenuti dal Prof. Bianchi
- c) Edificio e nome delle aule con capienza di almeno 100 posti che hanno prenotazioni in data 10/12/2011
- d) Edificio e nome delle aule con capienza di almeno 100 posti le quali *non* hanno prenotazioni in data 10/12/2011
- e) Nome ed edificio delle aule prenotate in data 10/12/2011

Esercizio 6

Si assuma il seguente schema relazionale:

STUDENTI (matricola, nome, cognome)
MATERIE(codice_insegnamento, materia)
ESAMI (codice_insegnamento, matricola, data, voto)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- a) Esami sostenuti dagli studenti chiamati Paolo Bianchi
- b) Nome, cognome, matricola degli studenti che hanno superato l'esame di Informatica con voto superiore a 25
- c) Nome e cognome degli studenti che hanno sostenuto esami in data 10/12/2011 oppure in data 15/12/2011
- d) Trovare il minimo voto
- e) Trovare il massimo voto per ogni studente

Esercizio 7

Si assuma il seguente schema relazionale:

ENOTECHE (codice_enoteca, nome_enoteca, via, numero_civico, citta, provincia)
CATALOGO(codice_enoteca, codice_vino, prezzo)
VINI(codice_vino, nome_vino, colore, grado_alcolico, provenienza)

- a) Trovare i nomi e i codici delle enoteche che forniscono vini rossi
- b) Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi o vini rosati

- c) Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi e vini rosati
- d) Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi o si trovano nella provincia di Pisa

SOLUZIONI

1) Si consideri il seguente schema, che descrive ditte che raffinano petrolio (DITTE_RAFF) e ne ricavano benzine che vengono distribuite sul territorio da opportune ditte di distribuzione (CATENA_DISTR). La relazione ACQUISTI descrive le quantità di benzina (di tutti i tipi) acquistati in un anno da una CATENA_DISTR da una ditta di raffinazione. La vendita agli automobilisti avviene tramite DISTRIBUTORI, ciascuno dei quali fa parte di una sola catena di distribuzione. La relazione MOVIM descrive le quantità di benzina, dei vari TIPO_BENZ, acquistati e venduti in ogni anno da un distributore (in **GRASSETTO** le chiavi primarie; gli attributi {SedeLegale, SedeAmm, Città} e {NomeTit, NomeAmm} sono definiti su domini comuni):

| | |
|---|----------|
| DITTE_RAFF(RSD , Nome, Sedelegale, SedeAmm, NomeAmm, CFamm, Regione) | alias DR |
| CATENA_DISTR(RSC , Logo, Nome, SedeLegale, Regione) | alias CD |
| ACQUISTI(RSD , RSC , ANNO , Qtà) | alias AC |
| DISTRIBUTORI(PIVA , Nome, CFTitol, NomeTit, Ndip, RSC, Via, Città, Regione) | alias DI |
| MOVIM(PIVA , ANNO , TIPO_BENZ , Litri_ven, Litri_acq) | alias MO |

Si scrivano espressioni di algebre relazionale che traducano le seguenti interrogazioni (NB il simbolo ∞ indica join naturale):

1a Elencare le regioni nelle quali ha c'è la sede legale di almeno una ditta di raffinazione o di distribuzione (o non esclusivo).

$$p_{\text{Regione}}DR \cup p_{\text{Regione}}CD$$

1b Elencare le regioni nelle quali c'è la sede legale di una sola ditta di raffinazione (possono esserci zero o più ditte di raffinazione).

$$p_{\text{Regione}}DR - p_{\text{Regione}}(s_{RSD \neq RSD1}((p_{\text{Regione}, RSD}DR) \infty (p_{\text{Regione}, RSD1}(r_{RSD \rightarrow RSD1}DR))))$$

1c Elencare tutte le catene di distribuzione che, nel 1996, hanno fatto acquisti da tutte le ditte di raffinazione almeno per Qtà > 100000.

$$CD - CD \infty p_{RSC}((p_{RSD}DR \times p_{RSC}CD) - p_{RSD, RSC}(s_{\text{Anno}=1996 \wedge Qtà > 100000}AC))$$

1d Elencare le catene di distribuzione che non hanno nemmeno un distributore in Lombardia

$$CD \infty (p_{RSC}CD - p_{RSC}(s_{\text{Regione}='Lombardia'}DI))$$

1e Produrre un elenco di tutti i distributori che vendono o hanno venduto in passato benzina di TIPO_BENZ='verde', elenco contenente PIVA, Nome, Città assieme al primo ANNO in cui il distributore ha venduto benzina verde e al nome della ditta di distribuzione dalla quale tale benzina fu acquistata (non usare funzionali).

SOLUZIONI

$$R1 := p_{PIVA, Anno}(s_{TipoBenz=Verde} MO)$$

$$R2 := R1 - p_{PIVA, Anno}(s_{Anno2 < Anno}(R1 \cap r_{Anno \rightarrow Anno2} R1)))$$

$$Ris := p_{RSC, NomeCatena}(r_{Nome \rightarrow NomeCatena} CD) \cap (p_{PIVA, Nome, Città, RSC} DI) \cap R2$$

2) Scrivere un'espressione in italiano per ciascuna delle seguenti espressioni in algebra relazionale:

2a $p_{RSC}(s_{Città='Pavia'} DI) \cap s_{Regione='Piemonte'} CD$

Elencare le catene di distribuzione che hanno sede nella regione Piemonte e che hanno almeno un distributore a Pavia.

2b $p_{RSC} CD - p_{RCS} AC$

Elencare la ragione sociale RSC delle catene di distribuzione che non hanno mai acquistato da nessuna ditta di raffinazione.

2c $p_{RSC} AC - p_{RCS} CD$

Elencare le ragioni sociali RSC che non compaiono nell'elenco delle ragioni sociali della relazione della catena di distribuzione.

N.B. Questa espressione evidenzia una violazione al vincolo di integrità referenziale fra l'attributo RSC della relazione AC e la chiave primaria della relazione CD.

3) Sia R una relazione. In quali casi valgono le seguenti equivalenze:

$$p_Y(s_{cond} R) \equiv s_{cond}(p_Y)$$

$$s_{cond1}(s_{cond} R) \equiv s_{cond}(s_{cond1} R)$$

dove Y e' un attributo o un gruppo di attributi e cond e cond1 sono predicati elementari.

La prima equivalenza è vera se e solo se il predicato cond della restrizione è espresso sugli attributi Y.

La seconda equivalenza è sempre vera perché ciascuna delle due espressioni equivale a $s_{cond1 \wedge cond} R$

Soluzioni

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive il calendario di una manifestazione sportiva a squadre:

| | |
|--|----|
| SQUADRA(Codice,Allenatore,Città) | SQ |
| GIOCATORE(CF, Nome,CittàResidenza,CodiceSquadra,Ingaggio) | GI |
| IMPIANTOSPORTIVO(Nome,Città,Capienza) | IM |
| INCONTRO(NomeImpiantoSPortivo,Giornata,Squadra1, Punti1,Squadra2,Punti2,Arbitro, CFgioc) | IN |
| CLASSIFICA(Codicesquadra,Giornata, Posizione) | LC |
| ARBITRI(CF,Nome,Anzianità) | AR |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne sono in *corsivo*.

Punti1 e Punti2 indicano il punteggio riportato da Squadra1 e da Squadra2 nell'incontro. Posizione indica la classifica di una squadra in una determinata giornata del campionato.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.:

1a) Elencare le squadre nelle quali almeno due giocatori hanno un ingaggio maggiore di 500.000€

$$\begin{aligned}
 R0 &:= \pi_{CF, CodiceSquadra} (\sigma_{Ingaggio > 500000} GI) \\
 R1 &:= \rho_{CF1 \leftarrow CF} R0 \\
 Ris &:= SQ \cap (\pi_{CodiceSquadra} \sigma_{CF \neq CF1} (R0 \cap R1))
 \end{aligned}$$

1b) Elencare la città nella quale si trova l'impianto sportivo di capienza minima.

$$\begin{aligned}
 R0 &:= \pi_{Capienza} (IM) \\
 R1 &:= \rho_{CAP \leftarrow Capienza} R0 \\
 Ris &:= \pi_{Città} (IM \cap (R0 - (\pi_{Capienza} \sigma_{Capienza > CAP} (R0 \cap R1))))
 \end{aligned}$$

1c) Elencare l'allenatore(i) della(e) squadra(e) che non ha(nno) mai vinto nessuna partita.

$$\begin{aligned}
 R0 &:= \rho_{Codice \leftarrow Squadra1} \pi_{Squadra1} \sigma_{Punti1 > Punti2} (IN) \\
 R1 &:= \rho_{Codice \leftarrow Squadra2} \pi_{Squadra2} \sigma_{Punti2 > Punti1} (IN) \\
 Ris &:= \pi_{Allenatore} (SQ - SQ \cap (R0 \cup R1))
 \end{aligned}$$

1d) Elencare, se esiste, la squadra che è sempre stata prima in classifica, in tutte le giornate.

$$\begin{aligned}
 R0 &:= \pi_{CodiceSquadra} \sigma_{Posizione \neq 1} (CL) \\
 R1 &:= \pi_{CodiceSquadra} (CL) \\
 Ris &:= SQ \cap \rho_{Codice \leftarrow CodiceSquadra} (R1 - R0)
 \end{aligned}$$

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive il calendario di una manifestazione sportiva a squadre:

| | |
|--|----|
| SQUADRA(Codice , Allenatore, Città) | SQ |
| GIOCATORE(CF, Nome, Città, <i>Residenza</i> , <i>CodiceSquadra</i> , Ingaggio) | GI |
| IMPIANTOSPORTIVO(Nome , Città, Capienza) | IM |
| INCONTRO(<i>NomeImpiantoSportivo</i> , Giornata , <i>Squadra1</i> , Punti1, <i>Squadra2</i> , Punti2, <i>Arbitro</i> , CFgioc) | IN |
| CLASSIFICA(<i>Codicesquadra</i> , Giornata , Posizione) | LC |
| ARBITRI(CF, Nome, Anzianità) | AR |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne sono in *corsivo*.

Punti1 e Punti2 indicano il punteggio riportato da Squadra1 e da Squadra2 nell'incontro. Posizione indica la classifica di una squadra in una determinata giornata del campionato.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.:

1a) Elencare gli arbitri che hanno diretto almeno due incontri finiti in pareggio.

$$R0 := \pi_{Nome\ Im\ piantoSportivo, Giornata, Arbitro}(\sigma_{Punti1=Punti2} IN)$$

$$R1 := \rho_{Nome\ Im\ pianto1 \leftarrow Nome\ Im\ piantoSportivo, Giornata1 \leftarrow Giornata} R0$$

$$Ris := AR \cap (\rho_{CF \leftarrow Arbitro} \pi_{Arbitro} \sigma_{Nome\ Im\ pianto1 \neq Nome\ Im\ piantoSportivo \vee Giornata1 \neq Giornata} (R0 \cap R1))$$

1b) Elencare il codice fiscale e l'anzianità degli arbitri che hanno anzianità massima.

$$R0 := \pi_{Anzianità} (AR)$$

$$R1 := \rho_{Anzianità1 \leftarrow Anzianità} R0$$

$$Ris := \pi_{CF, Anzianità} (AR \cap (R0 - (\pi_{Anzianità} \sigma_{Anzianità < Anzianità1} (R0 \cap R1))))$$

1c) Elencare il(i) giocatore(i) che non ha mai partecipato a incontri in casa, cioè giocati in impianti collocati nella città della propria squadra.

$$R0 := SQ \cap \rho_{Nome\ Im\ pianto \leftarrow Nome} (IM) \quad \vdash \infty \text{ su Città}$$

$$R1 := R0 \cap IN \cap GI \quad \vdash \text{prodotto cartesiano}$$

$$R2 := \sigma_{CFgioc=CF \wedge ((CodiceSquadra=Squadra1 \wedge Squadra1=Codice) \vee (CodiceSquadra=Squadra2 \wedge Squadra2=Codice))} (R1)$$

$$Ris := GI - \pi_{CF, Nome, Città, Re\ sidenza, CodicaSquadra, Ingaggio} R2$$

1d) Elencare le squadre che non sono mai state ultime nella classifica, in nessuna giornata.

$$R0 := \pi_{Giornata, Posizione} (CL)$$

$$R1 := \rho_{Posizione1 \leftarrow Posizione} R0$$

$$R2 := \pi_{CodiceSquadra} (CL \cap (R0 - (\pi_{Giornata, Posizione} \sigma_{Posizione < Posizione1} (R0 \cap R1))))$$

$$Ris := SQ - (SQ \cap R2)$$

1) Si consideri il seguente schema, che descrive la realtà di una banca, organizzata su più filiali ed agenzie, con i suoi dipendenti ed i suoi clienti (in **GRASSETTO** le chiavi primarie):

| | |
|---|----------|
| CLIENTI (CodiceFiscale , <i>Cognome</i> , <i>Nome</i> , <i>DataNascita</i> , <i>LuogoNascita</i> , <i>Indirizzo</i>) | alias CL |
| DIPENDENTI (CodiceFiscale , <i>DataAssunz.</i> , <i>CodiceFiliale</i> , <i>Numero</i> , <i>AnzianitàLivello</i>) | alias DI |
| <i>Numero</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione LIVELLI | |
| <i>CodiceFiliale</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione FILIALI | |
| LIVELLI (Numero , <i>StipendioIniziale</i> , <i>ScattoAnnuale</i>) | alias LI |
| FILIALI (CodiceFiliale , <i>Città</i> , <i>Direttore</i>) | alias FI |
| <i>Direttore</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione DIPENDENTI | |
| AGENZIE (CodiceFiliale , NumeroAgenzia , <i>Indirizzo</i> , <i>Reggente</i>) | |
| <i>Reggente</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione DIPENDENTI | |
| CONTICORRENTI (CodiceFiliale , NumeroAgenzia , NumeroConto , <i>Titolare</i> , <i>Saldo</i>) | alias CO |
| <i>Titolare</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione CLIENTI | |

Si scrivano espressioni di algebra relazionale che traducano le seguenti interrogazioni:

a) elencare il nome ed il cognome dei clienti il cui saldo è negativo in almeno un conto corrente

$$\pi_{\text{Cognome}, \text{Nome}}(CLIENTI \bowtie (\rho_{\text{Titolare} \rightarrow \text{CodiceFiscale}}(\sigma_{\text{Saldo} < 0} CONTICORRENTI)))$$

b) elencare i dipendenti che sono clienti della banca, citando anche l'agenzia (o le agenzie) presso le quali hanno un (o più) conto (conti). Un dipendente può avere un conto anche presso agenzie diverse da quella in cui lavora.

$$R1 := \pi_{\text{CodiceFiliale}, \text{NumeroAgenzia}, \text{Titolare}}(CONTICORRENTI \bowtie (\rho_{\text{CodiceFiscale} \rightarrow \text{Titolare}} \pi_{\text{CodiceFiscale}}(CLIENTI \bowtie DIPENDENTI)))$$

$$R2 := \rho_{\text{Titolare} \rightarrow \text{CodiceFiscale}} R1$$

$$(\rho_{\text{CodiceFiliale} \rightarrow \text{FilialeLavoro}} DIPENDENTI) \bowtie (\pi_{\text{CodiceFiliale}, \text{NumeroAgenzia}, \text{CodiceFiscale}, \text{Indirizzo}, \text{Reggente}}(AGENZIE \bowtie R2))$$

c) Elencare le filiali nelle quali i dipendenti hanno tutti (incluso il direttore) un'anzianità nel rispettivo livello inferiore a tre anni.

$$FILIALI - (FILIALI \bowtie \pi_{\text{CodiceFiliale}}(\sigma_{\text{AnzianitàLivello} > 3} DIPENDENTI))$$

d) Elencare per ogni filiale il dipendente con anzianità massima, purché non sia né direttore della filiale, né reggente di un'agenzia.

$$R1 := \rho_{\text{CodiceFiscale} \rightarrow \text{CF1}, \text{AnzianitàLivello} \rightarrow \text{Liv1}}(\pi_{\text{CodiceFiscale}, \text{CodiceFiliale}, \text{AnzianitàLivello}} DIPENDENTI)$$

$$R2 := \rho_{\text{CodiceFiscale} \rightarrow \text{CF2}, \text{AnzianitàLivello} \rightarrow \text{Liv2}}(\pi_{\text{CodiceFiscale}, \text{CodiceFiliale}, \text{AnzianitàLivello}} DIPENDENTI)$$

$$R3 := \rho_{\text{CF2} \rightarrow \text{CodiceFiscale}}(\pi_{\text{CF2}, \text{CodiceFiliale}}(R2 - \pi_{\text{CF2}, \text{CodiceFiliale}, \text{Liv2}}(\sigma_{\text{Liv1} > \text{Liv2}}(R1 \bowtie R2))))$$

$$R4 := \rho_{\text{Direttore} \rightarrow \text{CodiceFiscale}}(\pi_{\text{Direttore}} FILIALI)$$

$$R5 := \rho_{\text{Reggente} \rightarrow \text{CodiceFiscale}}(\pi_{\text{Reggente}} AGENZIE)$$

$$R6 := (R3 \bowtie (\pi_{\text{CodiceFiscale}}(R3 - R4 - R5)))$$

$$Ris := (R6 \bowtie FILIALI) \bowtie DIPENDENTI$$

2) Si indichino con C_{CL} e C_{DI} le cardinalità delle relazioni CL e DI.

a) che cosa si può dire della cardinalità di $CL \bowtie DI$?

Poiché la giunzione è definita su un'attributo che è chiave in entrambe le relazioni, si avrà che la cardinalità della giunzione è compresa fra 0 e $\min\{C_{CL}, C_{DI}\}$. Questo secondo valore si ha quando tutti i codici fiscali di una relazione compaiono anche nell'altra (ad esempio, quando tutti i dipendenti sono anche clienti; o, meno realisticamente, quando tutti i clienti sono dipendenti!).

b) è vero che la cardinalità di $\pi_{\text{CodiceFiscale}} CL \cap \pi_{\text{CodiceFiscale}} DI$ è uguale a quella di $CL \bowtie DI$? (dare una spiegazione della risposta).

La giunzione produce un numero di tuple compreso fra 0 e $\min\{C_{CL}, C_{DI}\}$. La proiezione $\pi_{\text{CodiceFiscale}} CL$ contiene esattamente C_{CL} tuple, quella $\pi_{\text{CodiceFiscale}} DI$ esattamente C_{DI} , poiché entrambe sono definite sulla chiave primaria. L'intersezione fra le due proiezioni può essere vuota, o può coincidere con uno dei due insiemi ed in questo caso la sua cardinalità è la cardinalità dell'insieme incluso nell'altro, quindi $\min\{C_{CL}, C_{DI}\}$. In tutti i casi intermedi, fanno parte dell'intersezione i codici fiscali comuni alle due relazioni, che sono anche quelli sui quali viene costruita (per definizione) la giunzione. Se ne deduce che l'affermazione è vera.

3) Con riferimento allo schema delle relazioni del punto 1), si scriva un'espressione di algebra che consenta di verificare se il vincolo di integrità referenziale che esiste fra l'attributo *Numero* nella relazione DIPENDENTI e la relazione LIVELLI è effettivamente rispettato.

$\pi_{\text{Numero}} DIPENDENTI - \pi_{\text{Numero}} LIVELLI$ deve avere cardinalità zero

4) Dare un'interpretazione in linguaggio naturale della seguente espressione di algebra (riferita allo schema del punto 1)):

$\pi_{\text{Cognome, Nome}} (\sigma_{\text{Indirizzo}='Pavia'} (CLIENTI \bowtie AGENZIE))$

Elencare il cognome ed il nome dei clienti che hanno lo stesso indirizzo di almeno un'agenzia, qualora questo indirizzo sia Pavia

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive un insieme di musei:

| | |
|--|----|
| MUSEO(Codice, Nome, Via, Città, Direttore) | MU |
| SALA(CodiceMuseo, NumSala, NumOpere, Superficie, NumPorte, Guardiano) | SA |
| UMIDITA(CodiceMuseo, NumSala, Data, Ora, PercUmidità) | UM |
| OPERA(CodiceO, NomeOpera, Autore, DataAcquisto, PerMaxUnidità, CodiceMuseo, NumSala) | OP |
| PERSONALE(CF, Nome, DataAssunzione) | PE |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne sono in *corsivo*.

Il direttore di un museo e il guardiano di una sala sono entrambi parte del PERSONALE.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.:

1a) Elencare CF e Nome del personale che lavora in un museo di Mantova.

$$\pi_{CF, Nome} (PE \bowtie (\rho_{CF \leftarrow Direttore} (\pi_{Direttore} \sigma_{Città="Mantova"} MU) \cup \rho_{CF \leftarrow Guardiano} \pi_{Guardiano} (SA \bowtie \rho_{CodiceMuseo \leftarrow Museo} \sigma_{Città="Mantova"} MU)))$$

1b) Elencare il museo nel quale c'è la sala con percentuale di umidità minima.

$$\begin{aligned} R0 &= \pi_{PercUmidità} UM \\ R1 &= \rho_{Perc \leftarrow PercUmidità} \pi_{PercUmidità} UM \\ MU \bowtie (\rho_{Museo \leftarrow CodiceMuseo} \pi_{CodiceMuseo} (UM \bowtie (R0 - \pi_{PercUmidità} \sigma_{PercUmidità > Perc} (R0 \bowtie R1)))) \end{aligned}$$

1c) Elencare i musei le cui sale ospitano tutte almeno 3 opere.

$$MU - MU \bowtie (\rho_{Museo \leftarrow CodiceMuseo} \pi_{CodiceMuseo} (\sigma_{NumOpere < 3} SA))$$

1d) Elencare il personale che funge da guardiano per esattamente due sale.

$$R0 = (\pi_{CodiceMuseo, NumSala, Guardiano} SA) \bowtie (\rho_{Museo \leftarrow CodiceMuseo, Sala \leftarrow NumSala} (\pi_{CodiceMuseo, NumSala, Guardiano} SA))$$

$$R1 = \rho_{CF \leftarrow Guardiano} \pi_{Guardiano} \sigma_{CodiceMuseo \neq Museo \vee Sala \neq NumSala} R0$$

$$R2 = \rho_{CF \leftarrow Guardiano} \pi_{Guardiano} \sigma_F (R0 \bowtie (\rho_{Mu \leftarrow CodiceMuseo, Sa \leftarrow NumSala} (\pi_{CodiceMuseo, NumSala, Guardiano} SA))))$$

$$\text{con } F = F_1 \vee F_2 \vee F_3$$

$$F_1 : Mu \neq Museo \wedge Mu \neq CodiceMuseo \wedge Museo \neq CodiceMuseo$$

$$F_2 : Sa \neq Sala \wedge Sa \neq NumSala \wedge NumSala \neq Sala$$

$$F_3 : \text{sono i casi di due musei coincidenti con sale diverse e due sale coincidenti in musei diversi}$$

$$PE \bowtie (R1 - R2)$$

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive un insieme di musei:

| | |
|---|----|
| MUSEO(Codice , Nome, Via, Città, <i>Direttore</i>) | MU |
| SALA(CodiceMuseo , NumSala , NumOpere, Superficie, NumPorte, <i>Guardiano</i>) | SA |
| UMIDITA(CodiceMuseo , NumSala , Data , Ora , PercUmidità) | UM |
| OPERA(CodiceO , NomeOpera, Autore, DataAcquisto, PerMaxUnidità, <i>CodiceMuseo</i> , <i>NumSala</i>) | OP |
| PERSONALE(CF , Nome, DataAssunzione) | PE |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne sono in *corsivo*.

Il direttore di un museo e il guardiano di una sala sono entrambi parte del PERSONALE.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.:

1a) Elencare il nome e la data di acquisto delle opere collocate in sale senza guardiano.

$$\pi_{NomeOpera, DataAcquisto} (OP \bowtie (\pi_{CodiceMuseo, NumSala} (\sigma_{Guardiano \neq null} SA)))$$

1b) Elencare la sala del museo di Mantova nella quale è esposta l'opera acquistata più di recente.

$$R0 = \pi_{Dataacquisto} (OP \bowtie \rho_{CodiceMuseo \leftarrow Museo} \sigma_{Città="Mantova"} MU)$$

$$R1 = (R0 - \pi_{Dataacquisto} \sigma_{Dataacquisto < Data} (R0 \bowtie \rho_{Acq \leftarrow Dataacquisto} R0))$$

$$R2 = \pi_{CodiceMuseo, NumSala} (R1 \bowtie (OP \bowtie \rho_{CodiceMuseo \leftarrow Museo} \sigma_{Città="Mantova"} MU))$$

$$SA \bowtie R2$$

1c) Elencare i musei che hanno solo sale con percentuale di umidità inferiore a 50%

$$MU - MU \bowtie (\rho_{Museo \leftarrow CodiceMuseo} \pi_{CodiceMuseo} (\sigma_{PercUmidità > 50} SA))$$

1d) Trovare i musei che hanno almeno due sale con la stessa superficie.

$$R0 = \pi_{CodiceMuseo, NumSala, Superficie} (SA)$$

$$MU \bowtie \rho_{Museo \leftarrow CodiceMuseo} \pi_{CodiceMuseo} \sigma_{Sa \neq NumSala} (R0 \bowtie (\rho_{Sa \leftarrow NumSala} R0))$$

1) Si consideri il seguente schema, che tiene traccia dell'iscrizione degli studenti agli insegnamenti e dei libri adottati per ogni insegnamento (in **GRASSETTO** le chiavi primarie):

| | |
|---|----------|
| STUDENTE(Matricola , Nome, DataNascita, Facoltà) | alias ST |
| INSEGNAMENTO(CodiceCorso , Nome, Docente) | alias IN |
| ISCRIZIONE(Matricola , CodiceCorso , Semestre , Voto) | alias IS |
| ADOZIONE(CodiceCorso , Semestre , ISBN) | alias AD |
| TESTO(ISBN , Titolo, Editore) | alias TE |
| AUTORI(ISBN , CodiceFiscale , Nome) | alias AU |

Si tenga presente che questo schema descrive una realtà universitaria, nella quale lo stesso insegnamento viene tenuto in più semestri e i semestri sono numerati in progressione da 1 in su, fino al numero totale di semestri di un curriculum di studi; di conseguenza, il testo adottato in un corso varia al variare del semestre. L'iscrizione ad un corso genera una tupla nella relazione ISCRIZIONE, nella quale l'attributo Voto è inizialmente non definito e viene riempito quando viene registrato l'esito (positivo o negativo) dell'esame.

1) Si elenchino tutti i vincoli di integrità referenziali presenti nello schema.

In ISCRIZIONE, **Matricola** è chiave esterna per STUDENTE, **CodiceCorso** per INSEGNAMENTO, mentre l'attributo **Semestre** non compare come chiave primaria in nessuna relazione. Inoltre, la coppia di attributi **CodiceCorso**, **Semestre** è, nel suo insieme, chiave esterna per ADOZIONE.

In ADOZIONE **CodiceCorso** è chiave esterna per INSEGNAMENTO, **ISBN** per TESTO, mentre **Semestre** non compare come chiave primaria in nessuna relazione.

In AUTORI, **ISBN** è chiave esterna per TESTO.

2) Si scrivano espressioni di algebra relazionale che traducano le seguenti interrogazioni:

a) Elencare la matricola e il nome degli studenti della facoltà di ingegneria iscritti ad almeno un corso.

$$p_{MatricolaNome} (s_{Facoltà='Ingegneria'} ST \bowtie p_{Matricola} IS)$$

b) Elencare la matricola e il nome degli studenti della facoltà di ingegneria iscritti ad almeno due corsi del primo semestre:

$$R1 := p_{MatricolaCodiceCorso} (s_{Semestre='1'} IS)$$

$$p_{MatricolaNome} s_{Facoltà='Ingegneria'} (ST \bowtie p_{Matricola} (s_{CodiceCorso \neq CodiceCorso} ((r_{CodiceCorso \leftarrow CodiceCorso} R1) \bowtie R1)))$$

c) Elencare i testi che non sono adottati in nessun corso del primo semestre, purché siano adottati in almeno un corso di un altro semestre.

$$TE \bowtie (p_{ISBN} AD - p_{ISBN} (s_{Semestre='1'} AD))$$

d) Elencare, per ogni edizione di corso in ogni semestre, lo studente più giovane iscritto a quella edizione di corso: si vuole sapere la matricola, il nome e la data di nascita dello studente, assieme codice del corso e al suo docente.

$$\begin{aligned}
 R1 &:= p_{Matricola, DataNascita, CodiceCorso, Semestre} (ST \bowtie IS) \\
 R2 &:= r_{Data2 \leftarrow DataNascita, Matricola2 \leftarrow Matricola} R1 \\
 R3 &:= p_{Matricola, CodiceCorso, Semestre} s_{DataNascita < Data2} (R1 \bowtie R2) \\
 P_{Matricola, Nome, DataNascita, CodiceCorso, Semestre, Docente} &((p_{Matricola, CodiceCorso, Semestre} IS - R3) \bowtie ST \bowtie p_{CodiceCorso, Docente} IN)
 \end{aligned}$$

e) Elencare i docenti che hanno adottato solo libri che hanno esattamente due autori.

$$\begin{aligned}
 R1 &:= p_{CodiceFiscale, ISBN} AU \\
 R2 &:= p_{ISBN} s_{CF1 \neq CF2} (r_{CF1 \leftarrow CodiceFiscale} R1 \bowtie r_{CF2 \leftarrow CodiceFiscale} R1) \\
 R3 &:= p_{ISBN} s_{CF1 \neq CF2 \wedge CF1 \neq CF3 \wedge CF3 \neq CF2} (r_{CF1 \leftarrow CodiceFiscale} R1 \bowtie r_{CF2 \leftarrow CodiceFiscale} R1 \bowtie r_{CF3 \leftarrow CodiceFiscale} R1) \\
 P_{Docente} IN - p_{Docente} (IN \bowtie (p_{CodiceCorso} (((p_{ISBN} AD) - (R2 - R3)) \bowtie AD)))
 \end{aligned}$$

3) Si ipotizzi di dover scrivere una transazione che inserisce nel database descritto dalle relazioni del punto 1) una nuova tupla della relazione ADOZIONE. Si indichino con $\langle C1, S1, I1 \rangle$ i valori dei tre attributi di questa tupla (ordinati secondo lo schema). Quali controlli è necessario inserire nel codice della transazione, affinché l'inserimento sia corretto? Se l'inserimento di $\langle C1, S1, I1 \rangle$ fosse lecito, che cosa si potrebbe dire di $\langle C1, S1, null \rangle$?

- 1) Vincolo di chiave primaria: i valori di $C1$ e $S1$ non possono essere *null* e non deve esistere già la tupla $\langle C1, S1, XX \rangle$ qualunque sia il valor di XX , incluso *null*.
- 2) Vincoli di integrità referenziale:
 - deve esistere una tupla $\langle C1, XX, YY \rangle$ nella relazione INSEGNAMENTO;
 - deve esistere una tupla $\langle I1, TT, EE \rangle$ nella relazione TESTO;
 - non ci sono vincoli, in questo schema, sul valore $S1$ dell'attributo *Semestre*, che non compare come chiave primaria in nessuna relazione.
- 3) Se l'inserimento di $\langle C1, S1, I1 \rangle$ è lecito, lo è anche quello di $\langle C1, S1, null \rangle$, perché il vincolo referenziale verso la chiave primaria **ISBN** di TESTO non impedisce alla chiave esterna *ISBN* in ADOZIONE di essere *null*.

4) Dare un'interpretazione in linguaggio naturale della seguente espressione di algebra (riferita allo schema del punto 1)):

$$p_{Titolo, Editore} (s_{Editore = 'Rossi' \wedge Nome = 'Neri'} (TESTO \bowtie AUTORI))$$

Elencare il titolo e l'editore dei libri che hanno un autore di nome Neri e che sono editi presso l'editore Rossi.

5) Applicare le trasformazioni lecite all'espressione del punto 4), derivandone una versione più elementare, se possibile. Giustificare ogni passaggio.

Si usano le regole che consentono di anticipare le restrizioni e le proiezioni rispetto alla giunzione:

$$\begin{aligned}
 &p_{Titolo, Editore} (s_{Editore = 'Rossi' \wedge Nome = 'Neri'} (TESTO \bowtie AUTORI)) \\
 &p_{Titolo, Editore} ((s_{Editore = 'Rossi'} TESTO \bowtie s_{Nome = 'Neri'} AUTORI)) \\
 &p_{Titolo, Editore} ((p_{Titolo, Editore, ISBN} s_{Editore = 'Rossi'} TESTO) \bowtie (p_{ISBN} s_{Nome = 'Neri'} AUTORI))
 \end{aligned}$$

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale
SAPIENZA Università di Roma
Esercitazioni del corso di Basi di Dati
Prof.ssa Catarci e Prof.ssa Scannapieco

Anno Accademico 2010/2011

2 – Algebra Relazionale

Andrea Marrella

Ultimo aggiornamento : 30/03/2011

L'algebra relazionale

- ▶ **Algebra Relazionale**: linguaggio *procedurale* (specifica come viene generato il risultato) di *interrogazione*
- ▶ Costituita da un insieme di operatori:
 - ▶ definiti su relazioni
 - ▶ che producono relazioni
 - ▶ e possono essere composti per formulare interrogazioni complesse
- ▶ **Operatori** dell'algebra relazionale:
 - ▶ Insiemistici (unione, intersezione, differenza)
 - ▶ Ridenominazione
 - ▶ Prodotto cartesiano
 - ▶ Selezione
 - ▶ Proiezione
 - ▶ Join (naturale, equi-join, condizionale o theta-join)
 - ▶ Divisione

Operatori insiemistici

- ▶ Una relazione è un *insieme di tuple omogenee* (cioè definite sugli *stessi attributi*)
- ▶ E' possibile applicare gli operatori insiemistici **solo** a relazioni per cui valga la proprietà di ***compatibilità rispetto all'unione***:
 - ▶ *le relazioni in ingresso hanno lo stesso numero di campi*
 - ▶ *campi corrispondenti delle due relazioni, presi in ordine da sinistra a destra, hanno lo stesso dominio (la compatibilità non si verifica con i nomi degli attributi)*
- ▶ Se due relazioni R1 e R2 sono compatibili rispetto all'unione, ma hanno i nomi degli attributi differenti, la relazione che si ottiene come risultato eredita per convenzione i nomi di R1



ATTENZIONE :
Si rischia di
ottenere un
insieme di tuple
disomogenee...

Operatori insiemistici - Unione

Laureati

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 7274 | Rossi | 37 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |

Dirigenti

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 9297 | Neri | 56 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |

U

Laureati U Dirigenti

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 7274 | Rossi | 37 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |
| 9297 | Neri | 56 |



- L'unione di due relazioni r_1 e r_2 è indicata con $r_1 \mathbf{U} r_2$ e contiene tutte le tuple (**prese una sola volta**) presenti in r_1 , in r_2 oppure in entrambe
- Lo schema del risultato è identico allo schema di r_1

Operatori insiemistici - Intersezione

Laureati

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 7274 | Rossi | 37 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |

\cap

Dirigenti

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 9297 | Neri | 56 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |

Laureati \cap Dirigenti

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |



- L'intersezione di due relazioni r_1 e r_2 è indicata con $r_1 \cap r_2$ e contiene tutte le tuple (prese una sola volta) presenti contemporaneamente sia in r_1 che in r_2
- Lo schema del risultato è identico allo schema di r_1

Operatori insiemistici - Differenza

Laureati

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 7274 | Rossi | 37 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |

Dirigenti

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 9297 | Neri | 56 |
| 7432 | Neri | 39 |
| 9824 | Verdi | 38 |

—

Laureati - Dirigenti

| Matricola | Cognome | Età |
|-----------|---------|-----|
| 7274 | Rossi | 37 |

- La differenza tra due relazioni r_1 e r_2 è indicata con $r_1 - r_2$ e contiene tutte le tuple presenti in r_1 ma non in r_2
- Lo schema del risultato è identico allo schema di r_1



Un'unione sensata...ma impossibile

Paternità

| Padre | Figlio |
|-----------|----------|
| Francesco | Maurizio |
| Francesco | Carla |
| Giuseppe | Maria |

Maternità

| Madre | Figlio |
|----------|----------|
| Adriana | Maurizio |
| Adriana | Paolo |
| Eleonora | Maria |

U

Paternità U Maternità ??

L'unione rispetta la proprietà di compatibilità rispetto all'unione, ma il risultato è disomogeneo...

| Padre | Figlio |
|-----------|----------|
| Francesco | Maurizio |
| Francesco | Carla |
| Giuseppe | Maria |
| Adriana | Maurizio |
| Adriana | Paolo |
| Eleonora | Maria |

La ridenominazione 1\3

- ▶ Sintassi dell'operatore : $\rho(R(F), E)$
 - ▶ **E** : espressione arbitraria di algebra relazionale (*es. Paternità U Maternità*)
 - ▶ **R** : istanza di relazione che rappresenta il risultato della esecuzione di E (contiene le stesse tuple di E, ma con alcuni campi rinominati)
 - ▶ **F** : lista di “*ridenominazione*” nella forma:
 - ▶ *Vecchio nome* \rightarrow *Nuovo nome*
 - ▶ *Posizione* \rightarrow *Nuovo nome*
- ▶ $\rho(C(\text{Padre} \rightarrow \text{Genitore}), \text{Paternità U Maternità})$
oppure
- ▶ $\rho(C(1 \rightarrow \text{Genitore}), \text{Paternità U Maternità})$

| Genitore | Figlio |
|-----------|----------|
| Francesco | Maurizio |
| Francesco | Carla |
| Giuseppe | Maria |
| Adriana | Maurizio |
| Adriana | Paolo |
| Eleonora | Maria |

$C(\text{Genitore:String}, \text{Figlio:String}) \longrightarrow$

La ridenominazione 2\3

Per ottenere la relazione Genitore-Figlio, si può anche scrivere alternativamente....

Paternità

| Padre | Figlio |
|-----------|----------|
| Francesco | Maurizio |
| Francesco | Carla |
| Giuseppe | Maria |

$\rho((Padre \rightarrow Genitore), Paternità)$



| Genitore | Figlio |
|-----------|----------|
| Francesco | Maurizio |
| Francesco | Carla |
| Giuseppe | Maria |

Maternità

| Madre | Figlio |
|----------|----------|
| Adriana | Maurizio |
| Adriana | Paolo |
| Eleonora | Maria |

$\rho((Madre \rightarrow Genitore), Maternità)$



| Genitore | Figlio |
|----------|----------|
| Adriana | Maurizio |
| Adriana | Paolo |
| Eleonora | Maria |

$\rightarrow \rho((Padre \rightarrow Genitore), Paternità) \cup \rho((Madre \rightarrow Genitore), Maternità) \leftarrow$

La ridenominazione 3\3

Impiegati

| Cognome | Ufficio | Stipendio |
|---------|---------|-----------|
| Rossi | Roma | 55 |
| Neri | Milano | 64 |

Operai

| Cognome | Fabbrica | Salario |
|---------|----------|---------|
| Bruni | Monza | 45 |
| Verdi | Latina | 55 |

$\rho((Ufficio \rightarrow Sede, Stipendio \rightarrow Retribuzione), Impiegati)$

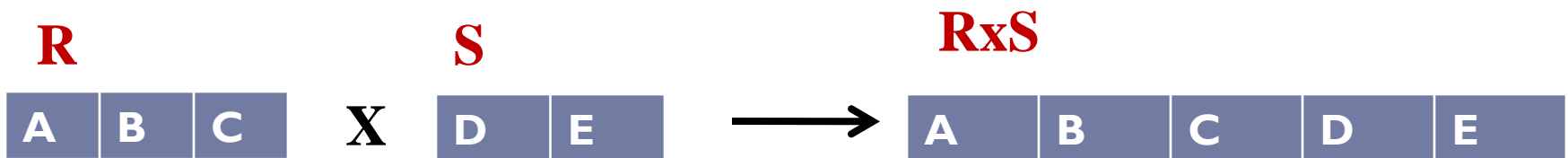
U

$\rho((Fabbrica \rightarrow Sede, Salario \rightarrow Retribuzione), Operai)$

| Cognome | Sede | Retribuzione |
|---------|--------|--------------|
| Rossi | Roma | 55 |
| Neri | Milano | 64 |
| Bruni | Monza | 45 |
| Verdi | Latina | 55 |

Il prodotto cartesiano 1\3

- ▶ E' anch'esso un operatore insiemistico
- ▶ Per essere utilizzato **non richiede che sia valida** la proprietà di *compatibilità rispetto all'unione*
- ▶ Sintassi dell'operatore : **$R \times S$**
- ▶ restituisce un'istanza di relazione il cui schema contiene tutti i campi di R (nell'ordine originale) seguiti da tutti i campi di S (nell'ordine originale)



Il prodotto cartesiano 2\3

- ▶ contiene una tupla $\langle r, s \rangle$ per ogni coppia di tuple $r \in R$ e $s \in S$
- ▶ contiene un numero di tuple pari al prodotto delle cardinalità degli operandi

ATTENZIONE : Se due relazioni hanno degli attributi con nomi in comune, i campi corrispondenti nel prod.cartesiano non hanno nome (per convenzione) e ci si può riferire a loro solo attraverso la posizione che occupano nello schema...

Impiegati

| Impiegato | Codice |
|-----------|--------|
| Rossi | A |
| Neri | B |
| Bianchi | B |

Reparti

| Capo | Codice |
|-------|--------|
| Mori | A |
| Bruni | B |

Impiegati X Reparti

| Impiegato | (Codice) | Capo | (Codice) |
|-----------|----------|-------|----------|
| Rossi | A | Mori | A |
| Rossi | A | Bruni | B |
| Neri | B | Mori | A |
| Neri | B | Bruni | B |
| Bianchi | B | Mori | A |
| Bianchi | B | Bruni | B |

→ conflitto di nomi



si può risolvere con una ridenominazione...

Il prodotto cartesiano 3\3

$\rho(\text{nuovaRelazione}(2 \rightarrow \text{CodImpiegato}, 4 \rightarrow \text{CodReparto}), \text{Impiegati} \times \text{Reparti})$

nuovaRelazione



In questo caso è
necessario sfruttare la
notazione posizionale...

| Impiegato | CodImpiegato | Capo | CodReparto |
|-----------|--------------|-------|------------|
| Rossi | A | Mori | A |
| Rossi | A | Bruni | B |
| Neri | B | Mori | A |
| Neri | B | Bruni | B |
| Bianchi | B | Mori | A |
| Bianchi | B | Bruni | B |

conflitto di
nomi risolto

Selezione 1\2

- ▶ Operatore unario per **selezionare righe da una relazione**
- ▶ **Sintassi** : $\sigma_{\text{condizione}}(\mathbf{R})$
 - ▶ condizione di selezione = espressione booleana del tipo:
 - ▶ *attributo* **OP** *costante* oppure *attributo1* **OP** *attributo2*
 - ▶ **OP** = { < , <= , > , >= , = , ≠ }
 - ▶ Espandibile con i connettivi logici **V** , **^**
- ▶ **Semantica** :
 - ▶ la relazione risultato ha gli stessi attributi dell'operando e contiene le tuple dell'operando che soddisfano la condizione specificata

Esempio

Tutti gli Impiegati con codice = A

$\sigma_{\text{Codice}='A'}(\text{Impiegati})$

Impiegati

| Impiegato | Codice |
|-----------|--------|
| Rossi | A |
| Neri | B |
| Bianchi | B |

| Impiegato | Codice |
|-----------|--------|
| Rossi | A |

Selezione 2\2

► Esempio

- Tutti i Laureati con Cognome = 'Rossi' ed Età > 37

$\sigma_{\text{Cognome}='Rossi' \wedge \text{Età} > 37}(\text{Laureati})$

Laureati

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|-----|
| 7274 | Rossi | Roma | 37 |
| 7432 | Rossi | Roma | 39 |
| 9824 | Roma | Roma | 38 |

► Esempio

- Tutti i Laureati con lo stesso Cognome dell'Università in cui hanno studiato

$\sigma_{\text{Cognome}=\text{Università}}(\text{Laureati})$

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|-----|
| 7432 | Rossi | Roma | 39 |

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|-----|
| 9824 | Roma | Roma | 38 |

Proiezione

- ▶ Operatore unario per **estrarre colonne da una relazione**
- ▶ Sintassi : $\Pi_{\text{lista_di_Attributi}}(\mathbf{R})$
- ▶ Semantica :
 - ▶ la relazione risultato ha i soli attributi contenuti in *ListaAttributi* e contiene le tuple ristrette agli attributi nella lista (senza duplicati)

▶ Esempio

- ▶ **Cognome e Università**
di tutti i laureati

ATTENZIONE :
gli attributi non
contenuti nella lista
vengono proiettati fuori

Laureati

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|-----|
| 7274 | Rossi | Roma | 37 |
| 7432 | Rossi | Roma | 39 |
| 9824 | Roma | Roma | 38 |

$\Pi_{\text{Cognome, Università}}(\mathbf{Laureati}) \longrightarrow$

| Cognome | Università |
|---------|------------|
| Rossi | Roma |
| Roma | Roma |

Selezione e Proiezione

- ▶ Gli operatori di selezione e proiezione si possono combinare efficientemente

- ▶ **Esempio**

- ▶ **Cognome e Università dei laureati con più di 37 anni**

Laureati

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|-----|
| 7274 | Rossi | Roma | 37 |
| 7432 | Rossi | Roma | 39 |
| 9824 | Roma | Roma | 38 |

| Cognome | Università |
|---------|------------|
| Rossi | Roma |
| Roma | Roma |

$\Pi_{Cognome, Università} (\sigma_{Età > 37}(\text{Laureati}))$

Join condizionale

- ▶ **JOIN** = Operatore molto usato per **combinare informazioni tra due o più relazioni**

- ▶ **JOIN condizionale:**

- ▶ Sintassi e semantica:

- ▶ $R_1 \bowtie_c R_2$ equivale a $\sigma_c(R_1 \times R_2)$

- ▶ La *condizione di JOIN* è identica (nella forma) alla *condizione di selezione*

Un ***JOIN condizionale*** tra R_1 e R_2 è fondamentalmente una **SELECT** applicata sul prodotto cartesiano tra R_1 e R_2

R_1

| Impiegato | Stipendio |
|-----------|-----------|
| Rossi | 20 |
| Neri | 20 |
| Bianchi | 30 |

R_2

| Capo | Stipendio |
|-------|-----------|
| Mori | 10 |
| Bruni | 20 |

R_1 $\bowtie_{R_1.Stipendio > 20}$ **R_2**

| Impiegato | (Stipendio) | Capo | (Stipendio) |
|-----------|-------------|-------|-------------|
| Bianchi | 30 | Mori | 10 |
| Bianchi | 30 | Bruni | 20 |

Equi-Join

► EQUI-JOIN :

- Se la condizione di JOIN è composta solo da uguaglianze (eventualmente connesse da \wedge)

| R₁ | | R₂ | |
|----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Impiegato | Stipendio | Capo | Stipendio |
| Rossi | 20 | Mori | 10 |
| Neri | 20 | Bruni | 20 |
| Bianchi | 30 | | |

| R₁ | | R₂ | |
|----------------------|-----------|--|--|
| | |  R₁.Stipendio=R₂.Stipendio | |
| Impiegato | Stipendio | Capo | |
| Rossi | 20 | Bruni | |
| Neri | 20 | Bruni | |

- Lo schema di un risultato di un EQUI-JOIN contiene tutti gli **attributi** di R1 e quegli attributi di R2 che non compaiono nella condizione di JOIN
 - Solo un attributo Stipendio appare nel risultato (mantenerli entrambe è ridondante)

Join naturale 1\2

- ▶ E' un EQUI-JOIN in cui le uguaglianze sono specificate su tutti gli attributi aventi lo stesso nome in R1 e R2
- ▶ Le tuple del risultato sono ottenute combinando le tuple degli operandi con **valori uguali sugli attributi comuni**

R₁

| Impiegato | Reparto |
|-----------|---------|
| Rossi | A |
| Neri | B |
| Bianchi | B |

R₂

| Capo | Reparto |
|-------|---------|
| Mori | A |
| Bruni | B |

R₁ ⋈ R₂

| Impiegato | Reparto | Capo |
|-----------|---------|-------|
| Rossi | A | Mori |
| Neri | B | Bruni |
| Bianchi | B | bruni |

- ▶ Se le due relazioni non hanno attributi in comune, il JOIN naturale si riduce ad essere un semplice prodotto cartesiano

Join naturale 2\2

► Esempio : Un JOIN non completo

R₁

| Impiegato | Reparto |
|-----------|---------|
| Rossi | A |
| Neri | B |
| Bianchi | B |

R₂

| Capo | Reparto |
|-------|---------|
| Mori | B |
| Bruni | C |

R₁ ⋈ R₂

| Impiegato | Reparto | Capo |
|-----------|---------|------|
| Neri | B | Mori |
| Bianchi | B | Mori |

► Esempio : Un JOIN vuoto

R₁

| Impiegato | Reparto |
|-----------|---------|
| Rossi | A |
| Neri | B |
| Bianchi | B |

R₂

| Capo | Reparto |
|-------|---------|
| Mori | D |
| Bruni | C |

R₁ ⋈ R₂

| Impiegato | Reparto | Capo |
|-----------|---------|------|
|-----------|---------|------|

Esercizio - Massimo e Minimo Assoluto

- Dato $R(\text{Impiegato}, \text{Stipendio})$, trovare il minimo stipendio in R .

Nella seconda parte dell'interrogazione vengono trovati tutti quei valori di **Stipendio** che non sono il minimo. Per far questo viene fatto un join tra la relazione R e se stessa, ridenominando tutti gli attributi della copia di R . La condizione di join seleziona quei valori dell'attributo **Stipendio** che sono maggiori di almeno un valore della sua controparte rinominata.

$\Pi_{\text{Stipendio}}(R) -$

$\Pi_{\text{Stipendio}}(R \bowtie_{R.\text{Stipendio} > R1.\text{Stip}} (\rho(R1(1 \rightarrow \text{Imp}, 2 \rightarrow \text{Stip}), R))$

$R.\text{Stipendio} > R1.\text{Stip}$

$(\rho(R1(1 \rightarrow \text{Imp}, 2 \rightarrow \text{Stip}), R))$

In questo modo vengono mantenute tutte le tuple tranne quella in cui l'attributo **Stipendio** assume il valore minore. Quindi per il “principio di complementarità” sottraendo dall'insieme iniziale l'insieme delle tuple dove Stipendio non è il minimo, otteniamo proprio il valore minimo che cercavamo.

R

| Impiegato | Stipendio |
|-----------|-----------|
| Rossi | 10 |
| Neri | 20 |
| Bianchi | 30 |



| Stipendio |
|-----------|
| 10 |

Esercizio - Massimo e Minimo Relativo

- Dato $R(\text{Studente}, \text{Esame}, \text{Voto})$, trovare il massimo voto per ogni studente in R .

$\Pi_{\text{Studente}, \text{Voto}}(R) -$

$\Pi_{\text{Studente}, \text{Voto}}(R \bowtie$

$R.Voto < R1.Vot \text{ AND } R.Studente = R1.Stud$

$(\rho(R1(1 \rightarrow \text{Stud}, 2 \rightarrow \text{Vot}, 3 \rightarrow \text{Exam}), R))$))

E' molto simile al caso precedente. Il join in questo caso seleziona tutti i valori minimi di **Voto** per ogni valore dell'attributo **Studente**.

R

| Studente | Esame | Voto |
|----------|--------------|------|
| Rossi | Analisi | 18 |
| Rossi | Basi di Dati | 20 |
| Bianchi | Analisi | 30 |



| Studente | Voto |
|----------|------|
| Rossi | 20 |
| Bianchi | 30 |

Esercizio - Cardinalità

- Dato $R(\text{Nome}, \text{Cognome}, \text{CF})$, trovare le persone omonime (stesso nome e cognome, ma diverso CF).

Viene ancora fatto un join tra la relazione **R** e se stessa, con però tutti gli attributi ridenominati. Il join permette di mantenere tutte quelle tuple in cui i valori degli attributi **Nome** e **Cognome** sono uguali alla loro controparte ridenominata, mentre il valore dell'attributo **CF** è diverso.

$\Pi_{\text{Nome}, \text{Cognome}, \text{CF}}(R \bowtie$

$R.\text{Nome} = R1.\text{Nom} \text{ AND } R.\text{Cognome} = R1.\text{Cog} \text{ AND } R.\text{CF} \neq R1.\text{Cod}$

$(\rho(R1(1 \rightarrow \text{Nom}, 2 \rightarrow \text{Cog}, 3 \rightarrow \text{Cod}), R))$)

R

| Nome | Cognome | CF |
|--------|---------|--------|
| Marco | Rossi | AAAAA |
| Marco | Rossi | BBBBBB |
| Andrea | Bianchi | CCCCC |



| Nome | Cognome | CF |
|-------|---------|-------|
| Marco | Rossi | AAAAA |
| Marco | Rossi | BBBBB |

Divisione

- ▶ Non supportata come operatore primitivo, ma utile per alcuni tipi di interrogazione
- ▶ Sia A una relazione con due campi, x e y ; sia B una relazione con il solo campo y :
- ▶ $A/B = \{ \langle x \rangle \mid \text{per ogni } \langle y \rangle \in B, \langle x, y \rangle \in A \}$
 - ▶ cioè, A/B contiene tutte le tuple x tali che per ogni tupla y in B , ci sia una tupla xy in A

ESEMPIO : Trovare gli **Impiegati** *che lavorano in tutti i reparti*

R_1

| Impiegato | Reparto |
|-----------|---------|
| Rossi | A |
| Rossi | B |
| Bianchi | B |

R_2

| Reparto |
|---------|
| A |
| B |

R_1 / R_2

| Impiegato |
|-----------|
| Rossi |

Condizioni di selezione e valori NULL

Impiegati

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|------|
| 7274 | Rossi | Roma | 37 |
| 7432 | Rossi | Roma | 41 |
| 9824 | Roma | Roma | NULL |

$\sigma_{Eta > 40}(\text{Impiegati})$???

La condizione è vera solo per
valori **NON NULLI**

- Per riferirsi a valori NULLI esistono forme apposite di condizioni

IS NULL
IS NOT NULL

$\sigma_{Eta > 40 \vee Eta \text{ IS NULL}}(\text{Impiegati})$

| Matricola | Cognome | Università | Età |
|-----------|---------|------------|------|
| 7432 | Rossi | Roma | 41 |
| 9824 | Roma | Roma | NULL |

Esempi – Relazioni di riferimento

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|---------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5998 | Bianchi | 37 | 38 |
| 9553 | Neri | 42 | 35 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

Supervisione

| Impiegato | Capo |
|-----------|------|
| 7309 | 5698 |
| 5998 | 5698 |
| 9553 | 4076 |
| 5698 | 4076 |
| 4076 | 8123 |

Esempio 1

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|---------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5998 | Bianchi | 37 | 38 |
| 9553 | Neri | 42 | 35 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

Trovare *Matricola, Nome, Età, Stipendio* degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati})$



| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|-------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

Esempio 2

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|---------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5998 | Bianchi | 37 | 38 |
| 9553 | Neri | 42 | 35 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

Trovare *Matricola, Nome, Età* degli impiegati che *guadagnano più di 40 milioni*

| Matricola | Nome | Età |
|-----------|-------|-----|
| 7309 | Rossi | 34 |
| 5698 | Bruni | 43 |
| 4076 | Mori | 45 |
| 8123 | Lupi | 46 |

$\Pi_{Matricola, Nome, Età} (\sigma_{Stipendio > 40} (Impiegati))$



Esempio 3 – 1\4

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|---------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5998 | Bianchi | 37 | 38 |
| 9553 | Neri | 42 | 35 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

Trovare le *Matricole* dei capi degli impiegati che *guadagnano più di 40 milioni*



Supervisione

| Impiegato | Capo |
|-----------|------|
| 7309 | 5698 |
| 5998 | 5698 |
| 9553 | 4076 |
| 5698 | 4076 |
| 4076 | 8123 |


Una *buona tecnica* per ricavare le espressioni dell'algebra relazionale è quella di *procedere per passi*, ricordando che **i risultati di interrogazioni intermedie sono sempre relazioni**

Esempio 3 – 2\4

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|---------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5998 | Bianchi | 37 | 38 |
| 9553 | Neri | 42 | 35 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

PASSO 1 : si cercano tutti gli impiegati che guadagnano più di 40 milioni


 $\sigma_{Stipendio > 40}(\text{Impiegati})$



| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|-------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

Esempio 3 – 3\4

$\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati})$

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|-------|-----|-----------|
| 7309 | Rossi | 34 | 45 |
| 5698 | Bruni | 43 | 42 |
| 4076 | Mori | 45 | 50 |
| 8123 | Lupi | 46 | 60 |

PASSO 2 : si associano tutti gli impiegati che guadagnano più di 40 milioni ai loro capi, sfruttando un equi-join con *Supervisione.Impiegato=Matricola*

Supervisione

| Impiegato | Capo |
|-----------|------|
| 7309 | 5698 |
| 5998 | 5698 |
| 9553 | 4076 |
| 5698 | 4076 |
| 4076 | 8123 |

Supervisione $\bowtie_{\text{Impiegato=Matricola}}$ **$\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati})$**

| Nome | Età | Stipendio | Impiegato | Capo |
|-------|-----|-----------|-----------|------|
| Rossi | 34 | 45 | 7309 | 5698 |
| Bruni | 43 | 42 | 5698 | 4076 |
| Mori | 45 | 50 | 4076 | 8123 |

Esempio 3 – 4\4

Supervisione \bowtie **Impiegato=Matricola** $\sigma_{Stipendio > 40}(\text{Impiegati})$

| Nome | Età | Stipendio | Impiegato | Capo |
|-------|-----|-----------|-----------|------|
| Rossi | 34 | 45 | 7309 | 5698 |
| Bruni | 43 | 42 | 5698 | 4076 |
| Mori | 45 | 50 | 4076 | 8123 |

PASSO 3 : proietto la relazione
ottenuta solo sull'attributo *Capo*

$\Pi_{\text{Capo}}(\text{Supervisione} \bowtie \text{Impiegato=Matricola} \sigma_{Stipendio > 40}(\text{Impiegati}))$

| Capo |
|------|
| 5698 |
| 4076 |
| 8123 |

Esempio 4

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|------|-----|-----------|
|-----------|------|-----|-----------|

Supervisione

| Impiegato | Capo |
|-----------|------|
|-----------|------|

Trovare *nome* e *stipendio* dei capi degli impiegati che *guadagnano più di 40 milioni*

$\Pi_{nome, stipendio}(\text{Impiegato} \bowtie_{\text{Matricola}=\text{Capo}} \Pi_{\text{capo}}(\text{Supervisione} (\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati}))))$

$\text{Impiegato} \bowtie_{\text{Matricola}=\text{Capo}}$

$\Pi_{\text{capo}}(\text{Supervisione} \bowtie_{\text{Impiegato}=\text{Matricola}} (\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati})))$

| Nome | Stipendio |
|-------|-----------|
| Bruni | 42 |
| Mori | 50 |
| Lupi | 60 |

Esempio 5

Impiegati

| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|------|-----|-----------|
|-----------|------|-----|-----------|

Si può sfruttare
l'operatore
rappresentante la
differenza...

Trovare le *matricole* dei capi i cui
impiegati guadagnano **tutti** più di 40
milioni.

$\Pi_{\text{capo}}(\text{Supervisione}) -$

$\Pi_{\text{capo}}(\text{Supervisione}$  $\text{Impiegato}=\text{Matricola}$
 $(\sigma_{\text{Stipendio} <= 40}(\text{Impiegati}))$

Supervisione

| Impiegato | Capo |
|-----------|------|
|-----------|------|

| Capo |
|------|
| 8123 |

Esempio 6

Impiegati


| Matricola | Nome | Età | Stipendio |
|-----------|------|-----|-----------|
|-----------|------|-----|-----------|

Supervisione

| Impiegato | Capo |
|-----------|------|
|-----------|------|

Trovare gli *impiegati* che *guadagnano più del proprio capo*, mostrando *matricola, nome e stipendio* dell'impiegato e del capo

$\Pi_{Matricola, Nome, Stipendio, MatrC, NomeC, StipC} ($
 $\sigma_{Stipendio > StipC} ($
 $\rho_{(Matricola \rightarrow MatrC, Nome \rightarrow NomeC, Stipendio \rightarrow StipC, Et\grave{a} \rightarrow Et\grave{a}C), Impiegati})$
 $\bowtie_{MatrC=Capo}$
 $(Supervisione \bowtie_{Impiegato=Matricola} Impiegati)))$



| MatrC | NomeC | StipC | Matricola | Nome | Stipendio |
|-------|-------|-------|-----------|-------|-----------|
| 5698 | Bruni | 42 | 7309 | Rossi | 45 |

Esercizio 1

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

- ▶ **Formulare in algebra relazionale le seguenti interrogazioni:**
 - ▶ 1. Trovare i *nomi* dei fornitori che forniscono pezzi rossi
 - ▶ 2. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono pezzi rossi o pezzi verdi
 - ▶ 3. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono pezzi rossi o si trovano a via Cavour
 - ▶ 4. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono pezzi rossi e pezzi verdi
 - ▶ 5. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi
 - ▶ 6. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi rossi
 - ▶ 7. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi rossi o verdi
 - ▶ 8. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi rossi oppure tutti i pezzi verdi
 - ▶ 9. Trovare coppie di *fid* tali che il fornitore con il primo *fid* applica per alcune parti un prezzo maggiore di quello del fornitore con il secondo *fid*
 - ▶ 10. Trovare i *pid* dei pezzi forniti da almeno due diversi fornitori
 - ▶ 11. Trovare i *pid* dei pezzi più costosi forniti dai fornitori chiamati “Sapienza”
 - ▶ 12. Trovare i *pid* dei pezzi forniti da tutti i fornitori a meno di 200 € (se qualche fornitore non ne fornisce, o chiede più di 200 €, il pezzo non viene selezionato)

Soluzione Esercizio 1 - 1\12

- ▶ Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:
 - ▶ FORNITORI (fid : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ PEZZI(pid : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ CATALOGO (fid : integer, pid : integer, *costo* : real)

1. Trovare i *nomi* dei fornitori che forniscono pezzi rossi

$\pi_{fnome} ($
 $\pi_{fid}((\pi_{pid}(\sigma_{colore='rosso'}(Pezzi))) \bowtie Catalogo)$
 $\bowtie Fornitori)$

Le proiezioni π_{fid} e π_{pid} sono **ridondanti**...migliorano la “leggibilità” dei risultati intermedi, ma in questo caso non sono strettamente necessarie

Soluzione Esercizio 1 - 2\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

2. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono pezzi rossi o pezzi verdi

$$\pi_{fid}(\pi_{pid}(\sigma_{colore='rosso' \cup colore='verde'}(Pezzi)) \bowtie Catalogo)$$

Soluzione Esercizio 1 - 3\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

3. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono pezzi rossi o si trovano a via Cavour

$\rho(R1, \pi_{fid}((\pi_{pid}(\sigma_{colore='rosso'}(Pezzi)))) \bowtie Catalogo))$

$\rho(R2, \pi_{fid}(\sigma_{indirizzo='Via Cavour'}(Fornitori)))$

$R1 \cup R2$

Si sfrutta l'operatore di ridenominazione per creare le due nuove relazioni R1 e R2, sulle quali si può successivamente calcolare l'unione

Soluzione Esercizio 1 - 4\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

4. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono pezzi rossi e pezzi verdi

$$\rho(R1, \pi_{fid}(\pi_{pid}(\sigma_{colore='rosso'}(Pezzi)) \bowtie Catalogo))$$

$$\rho(R2, \pi_{fid}(\pi_{pid}(\sigma_{colore='verde'}(Pezzi)) \bowtie Catalogo))$$

$$R1 \cap R2$$

Soluzione Esercizio 1 - 5\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fname* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

5. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi

$$(\pi_{fid, pid} (Catalogo)) / (\pi_{pid} (Pezzi))$$

Si sfrutta l'operatore di divisione

Soluzione Esercizio 1 - 6\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fname* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pname* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

6. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi rossi

$$(\pi_{fid, pid} (Catalogo) / (\pi_{pid} (\sigma_{colore='rosso'} (Pezzi)))$$

Soluzione Esercizio 1 - 7\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

7. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi rossi o verdi

$$(\pi_{fid, pid} (Catalogo)) / (\pi_{pid} (\sigma_{colore='rosso' \cup colore='verde'} (Pezzi)))$$

Soluzione Esercizio 1 - 8\12

► **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**

- **FORNITORI** (*fid* : integer, *fname* : String, *indirizzo* : String)
- **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
- **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

8. Trovare i *fid* dei fornitori che forniscono tutti i pezzi rossi oppure tutti i pezzi verdi

$$\rho(R1, ((\pi_{fid, pid} (Catalogo)) / (\pi_{pid} (\sigma_{colore='rosso'} (Pezzi))))$$

$$\rho(R2, ((\pi_{fid, pid} (Catalogo)) / (\pi_{pid} (\sigma_{colore='verde'} (Pezzi))))$$

$$R1 \cup R2$$

Soluzione Esercizio 1 - 9\12

► Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:

- FORNITORI (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
- PEZZI(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
- CATALOGO (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

9. Trovare coppie di *fid* tali che il fornitore con il primo fid applica per alcuni pezzi un prezzo maggiore di quello del fornitore con il secondo fid

$\rho(R1, Catalogo)$

$\rho(R2, Catalogo)$

$\pi_{R1.fid, R2.fid}(\sigma_{R1.pid = R2.pid \wedge R1.fid \neq R2.fid \wedge R1.costo > R2.costo}(R1 \times R2))$

Soluzione Esercizio 1 - 10\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

10. Trovare i *pid* dei pezzi forniti da almeno due diversi fornitori

$\rho(R1, Catalogo)$

$\rho(R2, Catalogo)$

$\pi_{R1.pid} (\sigma_{R1.pid = R2.pid \wedge R1.fid \neq R2.fid} (R1 \times R2))$

Soluzione Esercizio 1 - 11\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

11. Trovare i *pid* dei pezzi più costosi forniti dai fornitori chiamati “Sapienza”

$$\rho(R1, \pi_{fid}(\sigma_{fnome='Sapienza'}(Fornitori)))$$
$$\rho(R2, (R1 \bowtie Catalogo))$$
$$\rho(R3, R2)$$
$$\rho(R4(1 \rightarrow fid, 2 \rightarrow pid, 3 \rightarrow costo), (\sigma_{R3.costo > R2.costo}(R3 \times R2)))$$
$$\pi_{pid}(R2 - \pi_{fid, pid, costo}(R4))$$

Soluzione Esercizio 1 - 12\12

- ▶ **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**
 - ▶ **FORNITORI** (*fid* : integer, *fnome* : String, *indirizzo* : String)
 - ▶ **PEZZI**(*pid* : integer , *pnome* : String, *colore* : String)
 - ▶ **CATALOGO** (*fid* : integer, *pid* : integer, *costo* : real)

12. Trovare i *pid* dei pezzi forniti da tutti i fornitori a meno di 200 € (se qualche fornitore non ne fornisce, o chiede più di 200 €, il pezzo non viene selezionato)

$$(\pi_{pid, fid} (\sigma_{costo \leq 200}(Catalogo))) / (\pi_{fid}(Fornitori))$$

Esercizio 2

Vincoli di integrità referenziale tra:

- *Commissioni.Presidente e Deputati.Codice*
- *Deputati.Commissione e Commissioni.Numero*
- *Deputati.Provincia e Province.Sigla*
- *Deputati.Collegio e Collegi.Numero*
- *Province.Regioni e Regioni.Codice*
- *Collegi.Provincia e Province.Sigla*

► Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:

- **DEPUTATI** (Codice, Cognome, Nome, Commissione, Provincia, Collegio)
- **COLLEGI** (Provincia, Numero, Nome)
- **PROVINCE** (Sigla, Nome, Regione)
- **REGIONI** (Codice, Nome)
- **COMMISSIONI** (Numero, Nome, Presidente)

► Formulare in algebra relazionale le seguenti interrogazioni:

- 1. Trovare nome e cognome dei presidenti di commissioni cui partecipa almeno un deputato eletto in una provincia della Sicilia
- 2. Trovare nome e cognome dei deputati della commissione Bilancio
- 3. Trovare nome, cognome e provincia di elezione dei deputati della commissione Bilancio
- 4. Trovare nome, cognome, provincia e regione di elezione dei deputati della commissione Bilancio
- 5. Trovare le regioni in cui vi sia un solo collegio, indicando nome e cognome del deputato ivi eletto
- 6. Trovare i collegi di una stessa regione in cui siano stati eletti deputati con lo stesso nome proprio

Soluzione Esercizio 2 - 1\6

► Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:

- DEPUTATI (Codice, Cognome, Nome, Commissione, Provincia, Collegio)
- COLLEGI (Provincia, Numero, Nome)
- PROVINCE (Sigla, Nome, Regione)
- REGIONI (Codice, Nome)
- COMMISSIONI (Numero, Nome, Presidente)

1. Trovare nome e cognome dei presidenti di commissioni cui partecipa almeno un deputato eletto in una provincia della Sicilia

$\pi_{nom, cogn}$

$((\rho((nome \rightarrow nom, cognome \rightarrow cogn), Deputati) \bowtie_{Presidente=Codice}$
 $(Commissioni \bowtie_{Numero=Comm} (\rho((Commissione \rightarrow Comm), Deputati) \bowtie_{Provincia=Sigla}$
 $(Province \bowtie_{Regione=Codice}$
 $\sigma_{Nome='Sicilia'}(Regioni))))))$

Soluzione Esercizio 2 - 2\6

► **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**

- **DEPUTATI** (Codice, Cognome, Nome, **Commissione**, **Provincia**, **Collegio**)
- **COLLEGI** (**Provincia**, **Numero**, Nome)
- **PROVINCE** (Sigla, Nome, **Regione**)
- **REGIONI** (Codice, Nome)
- **COMMISSIONI** (Numero, Nome, **Presidente**)

2. Trovare nome e cognome dei deputati della commissione Bilancio

$\pi_{NomeC, Cognome} (\rho_{((Nome \rightarrow NomeC), Deputati)} \bowtie_{Commissione=Numero} (\sigma_{nome='Bilancio'} (Commissioni)))$

Soluzione Esercizio 2 - 3\6

► **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**

- **DEPUTATI** (Codice, Cognome, Nome, **Commissione**, **Provincia**, **Collegio**)
- **COLLEGI** (**Provincia**, **Numero**, Nome)
- **PROVINCE** (Sigla, Nome, **Regione**)
- **REGIONI** (Codice, Nome)
- **COMMISSIONI** (Numero, Nome, **Presidente**)

3. Trovare nome, cognome e provincia di elezione dei deputati della commissione Bilancio

$$\begin{aligned} & \pi_{nomeC, Cognome, nom1}(\\ & \rho((Nome \rightarrow nom1), Province) \bowtie_{Sigla=Provincia} \\ & (\rho((Nome \rightarrow nomeC), Deputati) \bowtie_{Commissione=Numero} \\ & (\sigma_{nome='Bilancio'}(Commissioni))) \end{aligned}$$

Soluzione Esercizio 2 - 4\6

► **Si consideri il database che contiene le seguenti relazioni:**

- **DEPUTATI** (Codice, Cognome, Nome, **Commissione**, **Provincia**, **Collegio**)
- **COLLEGI** (**Provincia**, **Numero**, Nome)
- **PROVINCE** (Sigla, Nome, **Regione**)
- **REGIONI** (Codice, Nome)
- **COMMISSIONI** (Numero, Nome, **Presidente**)

4. Trovare nome, cognome, provincia e regione di elezione dei deputati della commissione Bilancio

$\pi_{nomeC, Cognome, nom1, reg}(\$

$\rho((Nome \rightarrow_{reg}), Regioni) \bowtie_{Codice=Regione}$

$\rho((Nome \rightarrow_{nom1}), Province) \bowtie_{Sigla=Provincia}$

$(\rho((Nome \rightarrow_{nomeC}), Deputati) \bowtie_{Commissione=Numero}$

$(\sigma_{nome='Bilancio'}(Commissioni)))$

Soluzione Esercizio 2 - 5\6

5. Trovare le regioni in cui vi sia un solo collegio, indicando nome e cognome del deputato ivi eletto

- ▶ **La soluzione può essere ottenuta procedendo per passi :**
- ▶ **1) Calcolare la lista completa delle regioni e dei rispettivi collegi associati**
- ▶ **2) Calcolare la lista completa delle regioni che hanno più di un collegio associato**
- ▶ **3) Effettuare la differenza insiemistica tra la relazione ottenuta al punto (1) e la relazione ottenuta la punto (2) ; la relazione risultato conterrà SOLO quelle regioni che hanno esattamente un unico collegio associato**
- ▶ **4) Per quelle regioni che hanno esattamente un solo collegio, indicare nome e cognome del deputato eletto**

Soluzione Esercizio 2 - 5\6

5. Trovare le regioni in cui vi sia un solo collegio, indicando nome e cognome del deputato ivi eletto

- ▶ **1) Calcolare la lista completa delle regioni e dei rispettivi collegi associati**

$\rho(R1,$
 $(\pi_{\text{Regione}, \text{CodiceCollegio}}($
 $\rho((\text{Nome} \rightarrow \text{NomeColl}, \text{Numero} \rightarrow \text{CodiceCollegio}), \text{Collegi}) \bowtie_{\text{Provincia}=\text{Sigla}}$
 $(\text{Province} \bowtie_{\text{Regione}=\text{Codice}} \rho((\text{Nome} \rightarrow \text{NomeReg}), \text{Regioni}))))$



R1

| Regione | CodiceCollegio |
|---------|----------------|
|---------|----------------|

Per aumentare la leggibilità, **si rinomina con R1** il risultato dell'interrogazione

Soluzione Esercizio 2 - 5\6

5. Trovare le regioni in cui vi sia un solo collegio, indicando nome e cognome del deputato ivi eletto

- 2) Calcolare la lista completa delle regioni che hanno più di un collegio associato

$\rho(R2 \text{ (Regione} \rightarrow \text{Regione2, CodiceCollegio} \rightarrow \text{CodiceCollegio2)}, R1)$

Si costruisce una nuova relazione R2 identica ad R1, ridenominando gli attributi

$\rho(R3, (\pi_{\text{Regione, CodiceCollegio}}(R1 \bowtie_{\text{Regione=Regione2 AND CodiceCollegio} \neq \text{CodiceCollegio2}} R2))))$

R3 conterrà tutte le regioni che hanno almeno due collegi differenti...quindi R3 **NON CONTERRA'** le regioni che hanno un solo collegio

Esempio

R1

| Regione | CodiceCollegio |
|-----------|----------------|
| C_Lazio | C01 |
| C_Lazio | C02 |
| C_Toscana | C03 |

R2

| Regione2 | CodiceCollegio2 |
|-----------|-----------------|
| C_Lazio | C01 |
| C_Lazio | C02 |
| C_Toscana | C03 |



R3

| Regione | CodiceCollegio |
|---------|----------------|
| C_Lazio | C01 |
| C_Lazio | C02 |

Soluzione Esercizio 2 - 5\6

5. Trovare le regioni in cui vi sia un solo collegio, indicando nome e cognome del deputato ivi eletto

- ▶ **3) Effettuare la differenza insiemistica tra la relazione ottenuta al punto (1) e la relazione ottenuta la punto (2) ; la relazione risultato conterrà SOLO quelle regioni che hanno esattamente un unico collegio associato**

$\rho(R4, R1 - R3)$

R4 conterrà tutte le regioni che hanno un solo collegio

Esempio

R1

| Regione | CodiceCollegio |
|-----------|----------------|
| C_Lazio | C01 |
| C_Lazio | C02 |
| C_Toscana | C03 |

R3

| Regione | CodiceCollegio |
|---------|----------------|
| C_Lazio | C01 |
| C_Lazio | C02 |



R4

| Regione | CodiceCollegio |
|-----------|----------------|
| C_Toscana | C03 |

Soluzione Esercizio 2 - 5\6

5. Trovare le regioni in cui vi sia un solo collegio, indicando nome e cognome del deputato ivi eletto

- ▶ 4) Per quelle regioni che hanno esattamente un solo collegio, indicare nome e cognome del deputato eletto (JOIN con la relazione Deputati e PROJ sugli attributi *Nome*, *Cognome*, *Regione* e *Collegio* – quest'ultimo attributo facoltativo nella proiezione)

$\rho(R5, (\pi_{Nome, Cognome, Regione, Collegio}($
 $Deputati \bowtie_{Collegio=CodiceCollegio} R4)))$



R5

| Nome | Cognome | Regione | Collegio |
|------|---------|---------|----------|
|------|---------|---------|----------|

Soluzione Esercizio 2 - 6\6

6. Trovare i collegi di una stessa regione in cui siano stati eletti deputati con lo stesso nome proprio

1)

$\rho(R1,$

$\pi_{Regione, NomeReg, Collegio, NomeColl, Cognome, Nome($

$Deputati \bowtie_{Collegio=CodiceCollegio}$

$\rho((Nome \rightarrow NomeColl, Numero \rightarrow CodiceCollegio, Provincia \rightarrow ProvColl), Collegi \bowtie_{ProvColl=Sigla}$

$\rho((Nome \rightarrow NomeProv), Province \bowtie_{Regione=Codice}$

$\rho((Nome \rightarrow NomeReg), Regioni))))))$

R1 è la relazione che descrive la lista completa delle **Regioni**, dei **Collegi** associati e dei **Deputati** eletti

Soluzione Esercizio 2 - 6\6

6. Trovare i collegi di una stessa regione in cui siano stati eletti deputati con lo stesso nome proprio

2)

$\rho(R2(Regione \rightarrow Regione2, NomeReg \rightarrow NomeReg2, Collegio \rightarrow Collegio2, NomeColl \rightarrow NomeColl2, Nome \rightarrow Nome2, Cognome \rightarrow Cognome2), R1)$

Si costruisce una nuova relazione R2 identica ad R1, ridenominando gli attributi

3)

$\rho(R3, \pi_{NomeReg, NomeColl, Nome, Cognome}(R1 \bowtie_{Collegio \neq Collegio2 \text{ AND } Regione=Regione2 \text{ AND } Nome=Nome2} R2))$

Si effettua un JOIN condizionale fra R1 e R2, mantenendo quei deputati con lo stesso *Nome* eletti in diversi *Collegi della stessa Regione*

R3 fornisce tutti i collegi di una stessa regione in cui siano stati eletti deputati con lo stesso nome proprio. La soluzione ammette che uno stesso *Deputato* possa essere stato eletto per più collegi

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive parzialmente una struttura universitaria:

| | |
|---|----|
| STUDENTI(CF ,Matricola,Cognome,Nome,Via,Città, <i>Facoltà,CorsoLaurea</i>) | ST |
| FACOLTA(Nome ,Indirizzo,Numero_Professori, <i>Preside</i>) | FA |
| PROFESSORI(Codice ,Cognome,Nome) | PR |
| ISCRIZIONI(AnnoAccademico,Facoltà ,NumeroIscritti,NumeroMatricole) | IS |
| CORSOLAUREA(Nome,Facoltà,Presidente ,NumeroAnni) | CL |
| CORSI(Nome ,Anno, <i>DocenteTitolare</i> ,NumeroCrediti) | CO |
| PIANOSTUDI(Corso,CorsoLaurea ,Anno,Tipo) | PS |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne che non sono parte di chiave primaria sono in *corsivo*. Il *Preside* di una facoltà, il *Presidente* di un corso di laurea, il *DocenteTitolare* di un corso sono chiavi esterne di PROFESSORI.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.:

1a) Elencare CF e Nome degli studenti iscritti alla facoltà di cui è preside il prof. MIGLIORE Massimo (cognome e nome).

1b) Elencare la facoltà che, nell'anno accademico 2006, ha avuto il numero minimo di iscritti.

1c) Elencare i corsi che sono utilizzati in tutti i corsi di laurea della facoltà di Ingegneria.

1d) Elencare i professori che fanno docenza per esattamente due corsi.

2) Rispondere sinteticamente alle seguenti domande, relative allo schema del punto 1), esclusivamente sulla base delle proprietà del modello relazionale:

2a) Il presidente di un corso di laurea non può tenere un corso che non compare nel piano di studi di quel corso di laurea:

Vero, perché _____

Falso, perché _____

non si può stabilire perchè _____

2b) I vincoli di integrità impongono che in un determinato anno il numero di tuple di STUDENTI di una determinata facoltà sia uguale al NumeroIscritti di quella facoltà in quell'anno :

Vero, perché _____

Falso, perché _____

non si può stabilire perchè _____

3) Sulle relazioni del punto 1) è data la seguente espressione:

$$\sigma_{Città="Pavia"} \pi_{Città,Cognome,Nome,Matricola} \sigma_{NumeroProfessori > 50} \sigma_{NumeroAnni=3} (ST \bowtie \rho_{Facoltà \leftarrow Nome} FA \bowtie \rho_{CorsoLaurea \leftarrow Nome} CL)$$

Disegnarne il grafo e trasformarla, se possibile, anticipando le restrizioni e le proiezioni, mostrando i grafi intermedi e giustificando i passaggi.

4) Descrivere in maniera succinta la differenza fra basi di dati e DBMS.

5) Stabilire l'intervallo in cui si colloca la cardinalità delle seguenti relazioni:

$$\pi_{Matricola} ST$$

$$\pi_{CorsoLaurea} PS \cup \rho_{CorsoLaurea \leftarrow Nome} \pi_{Nome} CL$$

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

- 1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive parzialmente una struttura universitaria:

| | |
|--|----|
| STUDENTI(CF, Matricola, Cognome, Nome, Via, Città, Facoltà, CorsoLaurea) | ST |
| FACOLTA(Nome, Indirizzo, Numero_Professori, Preside) | FA |
| PROFESSORI(Codice, Cognome, Nome) | PR |
| ISCRIZIONI(AnnoAccademico, Facoltà, NumeroIscritti, NumeroMatricole) | IS |
| CORSOLAUREA(Nome, Facoltà, Presidente, NumeroAnni) | CL |
| CORSI(Nome, Anno, DocenteTitolare, NumeroCrediti) | CO |
| PIANOSTUDI(Corso, CorsoLaurea, Anno, Tipo) | PS |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne che non sono parte di chiave primaria sono in *corsivo*. Il *Preside* di una facoltà, il *Presidente* di un corso di laurea, il *DocenteTitolare* di un corso sono chiavi esterne di PROFESSORI.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.:

- 1a) Elencare il nome e l'anno del corso il cui docente titolare si chiama CHIARISSIMO Emerito (cognome e nome).
 - 1b) Elencare i docenti che sono titolari di corsi che hanno il numero massimo di crediti.
 - 1c) Elencare le facoltà che non hanno iscrizioni in almeno uno degli anni accademici in cui ci sono iscrizioni.
 - 1d) Elencare corsi che sono usati in esattamente due corsi di laurea.
- 2) Rispondere sinteticamente alle seguenti domande, relative allo schema del punto 1), esclusivamente sulla base delle proprietà del modello relazionale:
- 2a) Se ci sono 20 corsi di laurea, esattamente 20 professori compaiono come Presidenti della relazione CORSOLAUREA:
 Si, perché _____
 No, perché _____
 non si può stabilire perchè _____
 - 2b) Ogni corso deve comparire in almeno un piano di studi:
 Si, perché _____
 No, perché _____
 non si può stabilire perchè _____

- 3) Sulle relazioni del punto 1) è data la seguente espressione:

$$R1 := \rho_{Pr\ esidente \leftarrow Codice} PR \bowtie \rho_{Ncorso \leftarrow Nome, Pr\ esidente \leftarrow DocenteTitolare} CO$$

$$R2 := \rho_{CorsoLaurea \leftarrow Nome} CL$$

$$\pi_{Cognome, Nome} \sigma_{NumeroCrediti=5 \wedge NumeroAnni=3} \pi_{NumeroCrediti, NumeroAnni, Cognome, Nome} (R1 \bowtie R2)$$

Disegnarne il grafo e trasformarla, se possibile, anticipando le restrizioni e le proiezioni, mostrando i grafi intermedi e giustificando i passaggi.

- 4) Spiegare il concetto di 'indipendenza fisica' e 'indipendenza logica' nel contesto dei DBMS.

- 5) Stabilire l'intervallo in cui si colloca la cardinalità delle seguenti relazioni:

$$\pi_{Facoltà} IS$$

$$\pi_{Nome} (FA \bowtie \rho_{Pr\ eside \leftarrow Codice} PR)$$

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive parzialmente una struttura catastale:

| | |
|---|----|
| EDIFICIO(Codice , Via, Ncivico, <i>Comune</i> , Nappartamenti, Ngarage, <i>Amministratore</i>) | ED |
| APPARTAMENTO(CodiceEdificio , Progressivo , Piano, Nvani, MQ) | AP |
| GARAGE(CodiceEdificio , Progressivo , Livello, MQ) | GA |
| PERSONE(CF , Cognome, Nome, Via, Ncivico, <i>Comune</i>) | PE |
| PROPRIETA'(CF , CodiceEdificio , Progressivo , Percentuale, DataRogito) | PR |
| ICI(CF , Comune , Anno , Acconto, Saldo) | IC |
| COMUNI(Nome , <i>Sindaco</i> , Via, Ncivico) | CO |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne che non sono parte di chiave primariasono in *corsivo*. *Amministratore* e *Sindaco* sono chiavi esterne di PERSONA; *Comune* è chiave esterna di COMUNI.

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.

1a) Elencare il numero dei vani (Nvani) degli appartamenti del comune di "Pavia".

1b) Elencare gli edifici che hanno numero massimo di appartamenti.

1c) Elencare le persone che sono proprietarie al 50% di un solo appartamento.

1d) Trovare le persone che possiedono almeno un appartamento in tutti i comuni.

2) Sulle relazioni del punto 1) è data la seguente espressione:

$$\pi_{\text{Codice, Via, Sindaco}} \sigma_{\text{Ngarage} > 10 \wedge (\text{Acconto} > 1000 \vee \text{Saldo} > 1000)} (ED \bowtie IC \bowtie \rho_{\text{Comune} \leftarrow \text{Nome}} CO)$$

Disegnarne il grafo e trasformarla, se possibile, anticipando le restrizioni e le proiezioni, mostrando i grafi intermedi e giustificando i passaggi.

3) Descrivere in maniera succinta il concetto di linguaggio DDL.

4) Stabilire l'intervallo in cui si colloca la cardinalità delle seguenti espressioni:

$$\pi_{\text{Comune}} ED \cap \pi_{\text{Comune}} IC$$

$$\left(\pi_{\text{CodiceEdificio, Progressivo}} AP \cup \pi_{\text{CodiceEdificio, Progressivo}} GA \right) \bowtie \pi_{\text{CodiceEdificio}} \rho_{\text{CodiceEdificio} \leftarrow \text{Codice}} ED$$

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

- 1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive parzialmente una struttura catastale:

| | |
|---|----|
| EDIFICIO(Codice , Via, Ncivico, <i>Comune</i> , Nappartamenti, Ngarage, <i>Amministratore</i>) | ED |
| APPARTAMENTO(CodiceEdificio , Progressivo , Piano, Nvani, MQ) | AP |
| GARAGE(CodiceEdificio , Progressivo , Livello, MQ) | GA |
| PERSONE(CF , Cognome, Nome, Via, Ncivico, <i>Comune</i>) | PE |
| PROPRIETA'(CF , CodiceEdificio , Progressivo , Percentuale, DataRogito) | PR |
| ICI(CF , Comune , Anno , Acconto, Saldo) | IC |
| COMUNI(Nome , <i>Sindaco</i> , Via, Ncivico) | CO |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne che non sono parte di chiave primaria sono in *corsivo*. *Amministratore* e *Sindaco* sono chiavi esterne di PERSONA; *Comune* è chiave esterna di COMUNI. Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.

- 1a) Elencare il cognome ed il nome delle persone che risiedono nel comune di "Pavia".
- 1b) Elencare il garage con MQ minimo.
- 1c) Elencare le persone che sono proprietarie di almeno due appartamenti, ma solo se per uno solo di questi sono proprietari al 100%.
- 1d) Trovare le persone che hanno versato un acconto ICI in tutti gli anni.

- 2) Sulle relazioni del punto 1) è data la seguente espressione:

$$\sigma_{Comune="Pavia"} \pi_{CF, Cognome, Comune} \sigma_{Cognome=Rossi \wedge Comune=Pavia} (PE \bowtie PR \bowtie IC)$$

Disegnarne il grafo e trasformarla, se possibile, anticipando le restrizioni e le proiezioni, mostrando i grafi intermedi e giustificando i passaggi.

- 3) Descrivere in maniera succinta il concetto di linguaggio DML .

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

- 4) Stabilire l'intervallo in cui si colloca la cardinalità delle seguenti espressioni:

$$\pi_{CF} PE \cup (\pi_{CF} PR \cap \pi_{CF} IC)$$

$$PE \bowtie IC$$

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive parzialmente una struttura di cantieri e aziende edili:

| | |
|--|----|
| CANTIERE(Codice , Via, Ncivico, Comune, Azienda, CapoCantiere) | CA |
| EDIFICIO(CodiceEdificio , CodiceCantiere , Tipo, Cubatura) | ED |
| UNITAIMMOBILIARE(Codice , CodiceEdificio , CodiceCantiere , Piano, MQ, CFproprietario) | UM |
| PERSONE(CF, Cognome, Nome, Mansione, ComuneResidenza) | PE |
| LAVORO(CF, CodiceCantiere , Data , OreLavorate) | LA |
| COMUNI(Codice , Città, Sindaco, Via, Ncivico) | CO |
| AZIENDE(PIVA , RagioneSociale, Via, Ncivico, Comune, Amministratore) | AZ |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne che non sono parte di chiave primaria sono in *corsivo*. Amministratore, Capocantiere, CFproprietario e Sindaco sono chiavi esterne di PERSONA; Comune e Comune Residenza sono chiavi esterne di COMUNI, Azienda è chiave esterna di AZIENDE

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.

1a) Elencare i comuni il cui sindaco non è cittadino del comune stesso.

1b) Identificare gli edifici di due piani. Elencarne tutti i dati.

1c) Identificare, per ogni cantiere, l'unità immobiliare di superficie massima, fra tutte quelle dei vari edifici del cantiere che stanno sullo stesso piano. Elencare i dati del cantiere, il piano e l'unità immobiliare.

1d) Identificare le persone che sono proprietarie di almeno un'unità immobiliare in tutti i comuni nei quali c'è un edificio.

2) Sulle relazioni del punto 1) è data la seguente espressione:

$$\sigma_{Comune=388} \pi_{Comune, Cognome, Nome, Via, OreLavorate} (PE \bowtie LA \bowtie \pi_{PIVA, Via, Comune} AZ)$$

Disegnarne il grafo e trasformarla, se possibile, anticipando le restrizioni e le proiezioni, mostrando i grafi intermedi e giustificando i passaggi.

3) Descrivere la differenza fra lo schema logico e lo schema esterno in un DBMS.

4) Stabilire l'intervallo in cui si colloca la cardinalità delle seguenti espressioni:

$$\rho_{CF \leftarrow CFproprietario} \pi_{CFproprietario} UM \cup \pi_{CF} PE$$

$$LA \bowtie UM$$

Cognome e nome _____ MATRICOLA _____ Riga _____

Cognome a sinistra _____ Cognome a destra _____

- 1) E' dato il seguente schema di relazioni, che descrive parzialmente una struttura di cantieri e aziende edili:

| | |
|--|----|
| CANTIERE(Codice , Via, Ncivico, Comune, Azienda, CapoCantiere) | CA |
| EDIFICIO(CodiceEdificio , CodiceCantiere , Tipo, Cubatura) | ED |
| UNITAIMMOBILIARE(Codice , CodiceEdificio , CodiceCantiere , Piano, MQ, CFproprietario) | UM |
| PERSONE(CF, Cognome, Nome, Mansione, ComuneResidenza) | PE |
| LAVORO(CF, CodiceCantiere , Data , OreLavorate) | LA |
| COMUNI(Codice , Città, Sindaco, Via, Ncivico) | CO |
| AZIENDE(PIVA , RagioneSociale, Via, Ncivico, Comune, Amministratore) | AZ |

Le chiavi primarie sono in **grassetto**, le chiavi esterne che non sono parte di chiave primaria sono in *corsivo*. *Amministratore*, *Capocantiere*, *CFproprietario* e *Sindaco* sono chiavi esterne di PERSONA; *Comune* e *Comune Residenza* sono chiavi esterne di COMUNI, *Azienda* è chiave esterna di AZIENDE

Si scrivano espressioni di algebra relazionale per le seguenti interrogazioni.

1a) Elencare il cognome ed il nome delle persone che sono capocantiere in un cantiere nel comune di Mantova.

1b) Elencare gli edifici nei quali ci sono almeno due unità immobiliari (nello stesso piano).

1c) Trovare l'edificio di cubatura massima (nel comune di Mantova). Elencarne tutti i dati.

- 2) Descrivere in maniera succinta la differenza superchiave e chiave nel modello relazionale.

- 3) Rispondere alle seguenti domande, argomentando la risposta:

3a) il join fra PE e LA non è mai vuoto, se le relazioni non sono vuote: (vero,falso)

3b) una persona può essere proprietaria di una sola unità immobiliare (vero,falso)

- 4) Costruire due istanze delle relazioni PE e LA in modo che valgano tutte le seguenti condizioni

Primo caso

4a la cardinalità di PE sia 3

4b la cardinalità di LA sia 5

4c la cardinalità di PE join naturale LA sia 5

Secondo caso

4a la cardinalità di PE sia 5

4b la cardinalità di LA sia 3

4c la cardinalità di PE join naturale LA sia zero