

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, Nome, DataNascita, LuogoNascita, Indirizzo</i>)	alias CL
DIPENDENTI (CodiceFiscale , <i>DataAssunz., CodiceFiliale, Numero, 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, ScattoAnnuale</i>)	alias LI
FILIALI (CodiceFiliale , <i>Città, Direttore</i>)	alias FI
<i>Direttore</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione DIPENDENTI	
AGENZIE (CodiceFiliale , NumeroAgenzia , <i>Indirizzo, Reggente</i>)	
<i>Reggente</i> è un riferimento esterno alla chiave della relazione DIPENDENTI	
CONTICORRENTI (CodiceFiliale , NumeroAgenzia , NumeroConto , <i>Titolare, 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

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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