**Prima Forma Normale** Uno schema è in prima forma normale se tutti i domini degli attributi contengono solo valori atomici, ovvero non possono essere ulteriormente divisi. Ogni cella della tabella deve contenere un solo valore, non una lista, un array, un insieme, o un campo strutturato.

**Seconda Forma Normale** Una relazione è in seconda forma normale quando ogni attributo non chiave dipende dall'intera chiave primaria, e non solo da una parte di essa. Uno schema $R(X)$ è in 2FN se è in 1FN e non esistono dipendenze funzionali parziali.
Se gli attributi sono $(\underline{A}, B, \underline{C}, D)$, e si ha una dipendenze funzionale $A \to B$, lo schema non è in 2FN.

**Dipendenza Funzionale** In una relazione $r$ su uno schema $R(X)$, un insieme di attributi $Y$ determina[1] un altro insieme di attributi $Z$, e si indica

$$Y \to Z$$

Le righe che hanno gli stessi valori di $Y$ devono avere anche gli stessi valori di $Z$.

**Forma normale di Boyce-Codd** Uno schema $R(X)$ è in forma normale di Boyce-Codd se per ogni dipendenza funzionale non banale $Y \to Z$ valida nello schema, $Y$ è una superchiave dello schema.
Una tabella è in Forma Normale di Boyce-Codd se tutte le dipendenze funzionali che esistono partono da una superchiave.

**Terza Forma Normale** Una tabella $r$ su uno schema $R(X)$ è in terza forma normale se per ogni dipendenza funzionale non banale $X \to A$ valida nello schema, è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:
- $X$ è una superchiave dello schema;
- $A$ appartiene ad almeno una chiave $K$ di $r$.

In 3NF si ammettono dipendenze funzionali anche da attributi che non sono superchiavi, purché il valore dipendente (quello a destra) faccia parte di una chiave.

**Implicazione Funzionale** Sia $F$ un insieme di dipendenze funzionali, e $f : X \to Y$ una dipendenza funzionale, si dice che $F$ implica $f$ $(F \vDash f)$ se ogni relazione che soddisfa tutte le dipendenze in $F$, soddisfa anche $f$, ovvero $f$ segue logicamente da $F$.
Supponiamo $F = \{A \to B, B \to C\}$. $F \vDash f = A \to C$? Sì, perché per ogni tabella che rispetta $A \to B$ e $B \to C$ si può concludere che anche $A \to C$ vale per transitività.

**Chiusura di una Dipendenza Funzionale** Dato uno schema $R(U)$, con un insieme di dipendenze $F$, sia $X$ un insieme di attributi contenuti in $U$. Si definisce chiusura di $X$ rispetto ad $F$ $\left(X_F^+\right)$ l'insieme degli attributi che dipendono funzionalmente da $X$:

$$= \{A | A \in U \land F \vDash X \to A\}$$

La chiusura è l'insieme di tutti gli attributi che sono determinati funzionalmente da $X$, usando le dipendenze in $F$.

**Algoritmo per Calcolare la Chiusura $X_F^+$** INPUT: $X$: insieme di attributi, $F$: insieme di dipendenze funzionali. OUTPUT: $X_F^+$: l'insieme di tutti gli attributi determinati da $X$ tramite le dipendenze in $F$. PASSAGGI:
1. Inizializza La chiusura: $X_F^+ \leftarrow X$;

[1] Identifica in maniera univoca

2. Itera su tutte le dipendenze funzionali $Y \to A$ in F: Se l'insieme $Y$ è contenuto in $X_F^+$ e se $A$ non è ancora in $X_F^+$, allora $X_F^+ \leftarrow X_F^+ \cup \{A\}$;
3. Ripeti il punto 2 finché non si riesce più ad aggiungere nuovi attributi in $X_F^+$;

**Insieme di Dipendenze Funzionali Equivalenti** Dati due insiemi di dipendenze funzionali $F_1$ e $F_2$, essi si dicono equivalenti se $F_1$ implica ciascuna dipendenza funzionale di $F_2$ e viceversa. In altre parole, ogni dipendenza in $F_2$ può essere dedotta da $F_1$, e ogni dipendenza in $F_1$ può essere dedotta da $F_2$.

**Insieme di Dipendenze Funzionali non Ridondanti** Un insieme di dipendenze funzionali $F$ è non ridondante se:

- Ogni dipendenza in $F$ è necessaria;
- Nessuna dipendenza può essere dedotta dalle altre;
- Se si rimuove una qualsiasi dipendenza $f$ da $F$, allora non è più possibile dedurla da quelle rimaste.

$$\nexists f \in F|\ F - \{f\} \vDash f$$

Se esiste una dipendenza $f$ in $F$ che può essere dedotta anche senza di lei, cioè da $F - \{f\}$, allora $F$ è un insieme ridondante.

**Insieme di Dipendenze Ridotte** Un insieme di dipendenze funzionali $F$ su uno schema $R(U)$ si dice ridotto se soddisfa due condizioni:

1. Non è ridondante: $\forall f \in F, F - \{f\} \nvDash f$;
2. I lati sinistri sono minimali: $\forall X \to A \in F$, nessun attributo di $X$ è superfluo.