

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

---

# Progetto Basi di Dati

---

Pozza Michelangelo - Matricola IN0501059

Anno Accademico 2023/2024

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Requisiti della base di dati</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Progettazione concettuale</b>	<b>3</b>
3.1	Glossario dei termini . . . . .	3
3.2	Dizionario delle entità . . . . .	3
3.3	Dizionario delle relazioni . . . . .	3
3.4	Diagramma ER . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Progettazione logica</b>	<b>6</b>
4.1	Tavola dei volumi . . . . .	6
4.1.1	Vincoli non esprimibili . . . . .	6
4.2	Valutazione del costo . . . . .	6
4.3	Ristrutturazione modello ER . . . . .	7
4.3.1	Analisi delle ridondanze . . . . .	7
4.3.2	Eliminazione attributi multivalore . . . . .	7
4.3.3	Partizionamento o riaccorpamento . . . . .	7
4.3.4	Modello ER ristrutturato . . . . .	8
4.4	Modello logico . . . . .	9
4.5	Normalizzazione . . . . .	9
4.6	Stored procedures . . . . .	9
4.7	Triggers . . . . .	12

# 1 Introduzione

Negli ultimi anni è iniziato un processo drastico di decarbonizzazione e con esso, i paesi leader mondiali hanno deciso di limitare la produzione di veicoli con motore a combustione. Per ovviare al problema, sempre più aziende si sono spostate nel mondo dell'elettrico che porta tanti vantaggi dal punto di vista energetico ma con tante limitazioni dal punto di vista delle prestazioni. In particolare, la capacità delle batterie non è assimilabile alla capienza di un serbatoio di benzina. Inoltre, i processi chimici per la produzione di energia sono soggetti a invecchiamento, causando un deterioramento della batteria stessa e delle prestazioni.

Un ente nazionale di ricerca vuole studiare e tenere traccia delle performance di questi sistemi a batteria, svolgendo test periodici atti alla verifica della prestanza delle varie celle.

## 2 Requisiti della base di dati

Diverse case automobilistiche producono delle macchine elettriche che sono identificate, insieme alla casa stessa, da un modello e un anno. Una casa, gestita da un certo CEO, non produrrà mai lo stesso modello più di una volta in uno stesso anno e le specifiche della macchina riguardano il prezzo, il numero di celle per l'intero pacco batteria e il tipo di batteria.

La batteria è costruita da un produttore in una certa sede ed è identificata dal nome di esso e dal modello. La descrizione della batteria è contenuta in un datasheet che specifica la capacità nominale  $Q_n$ , la scarica in  $C/3$  e la tensione a circuito aperto  $V$ . Una batteria è gestita da un BMS (Battery Management System), ovvero una scheda elettronica con un'unità di controllo e un sistema di comunicazione a bus che applicherà degli algoritmi di stima e ottimizzazione della carica in risposta alla richiesta di energia dalla batteria.

Ogni batteria può essere soggetta a test periodici in laboratorio, chiamati Diagnostic Tests che si possono dividere per tipo: HPPC, Capacity test, EIS, Driving Cycle. Ogni test avrà una data di inizio e di fine e si potrà eseguire solo un test alla volta su una batteria. Questa specifica andrà definita in uno stato interno che avrà come valori 'in corso' oppure 'terminato'. Un test può essere anche svolto in una camera climatica qualora si voglia avere un certo grado di precisione e deve essere seguito da un operatore. Quest ultimo è identificato da un id e fa parte di un'azienda esterna.

La camera climatica è identificata dal produttore e il modello e ha come caratteristiche la temperatura minima e massima. Essa farà parte della strumentazione di un laboratorio identificato da un id in una certa sede. Ogni laboratorio potrà avere più camere di tipo diverso e in numero diverso.

Quando un test sarà completato, le informazioni registrate dovranno essere inserite come performance, specificando il codice del test a cui fanno riferimento e la capacità misurata  $Q$  insieme alla potenza disponibile  $P$ , la tensione a circuito aperto  $V$  e l'impedenza di ingresso  $Z_i$ .

## 3 Progettazione concettuale

### 3.1 Glossario dei termini

Termine	Descrizione	Sinonimo	Collegamenti
Casa automobilistica	Rappresenta il produttore di macchine elettriche	Casa, Produttore macchina	Macchina elettrica
Macchina elettrica	Rappresenta il veicolo a batteria prodotto da una casa automobilistica che possiede un pacco batteria con N celle	Automobile, Auto, Macchina	Casa automobilistica, Batteria
Batteria	Dispositivo di conversione di energia chimica in elettrica. Viene prodotta da un produttore ed insieme ad essa è identificata da un modello.	Cella	Macchina elettrica, Produttore
BMS	Sistema elettronico di controllo e gestione della batteria	Sistema di controllo	Batteria, Algoritmo
Diagnostic Test	Test periodici per verificare lo stato di degradazione della batteria.	Test	Batteria, Performance, Camera Climatica, Operatore
Camera climatica	Tecnologia che permette di impostare una temperatura a precisione elevata.	Camera	Laboratorio, Batteria
Performance	Registro dei dati di ogni Diagnostic Test.	Dati	Diagnostic test

### 3.2 Dizionario delle entità

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Casa automobilistica	Produttore di macchine elettriche	nome, CEO	nome
Macchina elettrica	Veicolo a batteria prodotto da una casa automobilistica	modello, anno, prezzo, nCelle	casa, modello, anno
Batteria	Dispositivo di conversione di energia chimica in elettrica	modello, Qn, C-3, V	prod, modello
BMS	Sistema elettronico di controllo e gestione della batteria	Cod, BUS, CU, scheda	cod
Algoritmo	Algoritmo applicato a un BMS che esegue una stima	nome, stima	nome
Diagnostic Test	Test periodici per verificare lo stato di degradazione della batteria.	cod, nome, stato, dataInizio, dataFine	cod
Camera climatica	Tecnologia che permette di impostare una temperatura a precisione elevata.	produttore, modello, T_min, T_max	produttore, modello
Performance	Registro dei dati di ogni Diagnostic Test.	id, Q, P, Z_in, V	id
Operatore	Persona fisica che si occupa di vari test.	id, azienda, nome, cognome	id, azienda
Laboratorio	Postazione fisica dove avvengono i test.	id, sede	id

### 3.3 Dizionario delle relazioni

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
Sviluppo	Una casa automobilistica sviluppa diverse macchine elettriche.	Casa automobilistica, Macchina elettrica	
Prestazione	Una macchina elettrica garantisce una certa prestazione da listino.	Macchina elettrica, Batteria	
Produzione	Un'azienda produce diverse batterie	Produttore, Batteria	
Gestione	Una batteria è gestita da un BMS	Batteria, BMS	
Interfaccia	Un BMS con tutti i suoi algoritmi crea un'interfaccia	BMS, Algoritmo	
Diagnosi	Relazione tra una batteria in cui è stato eseguito o sta venendo eseguito un Diagnostic Test	Batteria, Diagnostic Test	
Schedule	Distribuzione del lavoro di diagnostica tra diversi operatori e batterie.	Operatore, Diagnostic Test	
Ambiente	Ambiente di testing che può avvenire in una camera climatica.	Diagnostic Test, Camera climatica	
Strumentazione	Visione totale delle camere climatiche contenute in ogni laboratorio.	Camera climatica, Laboratorio	numero
Registro	Relazione tra i dati salvati di un Diagnostic Test ed esso.	Diagnostic Test, Performance	

### 3.4 Diagramma ER

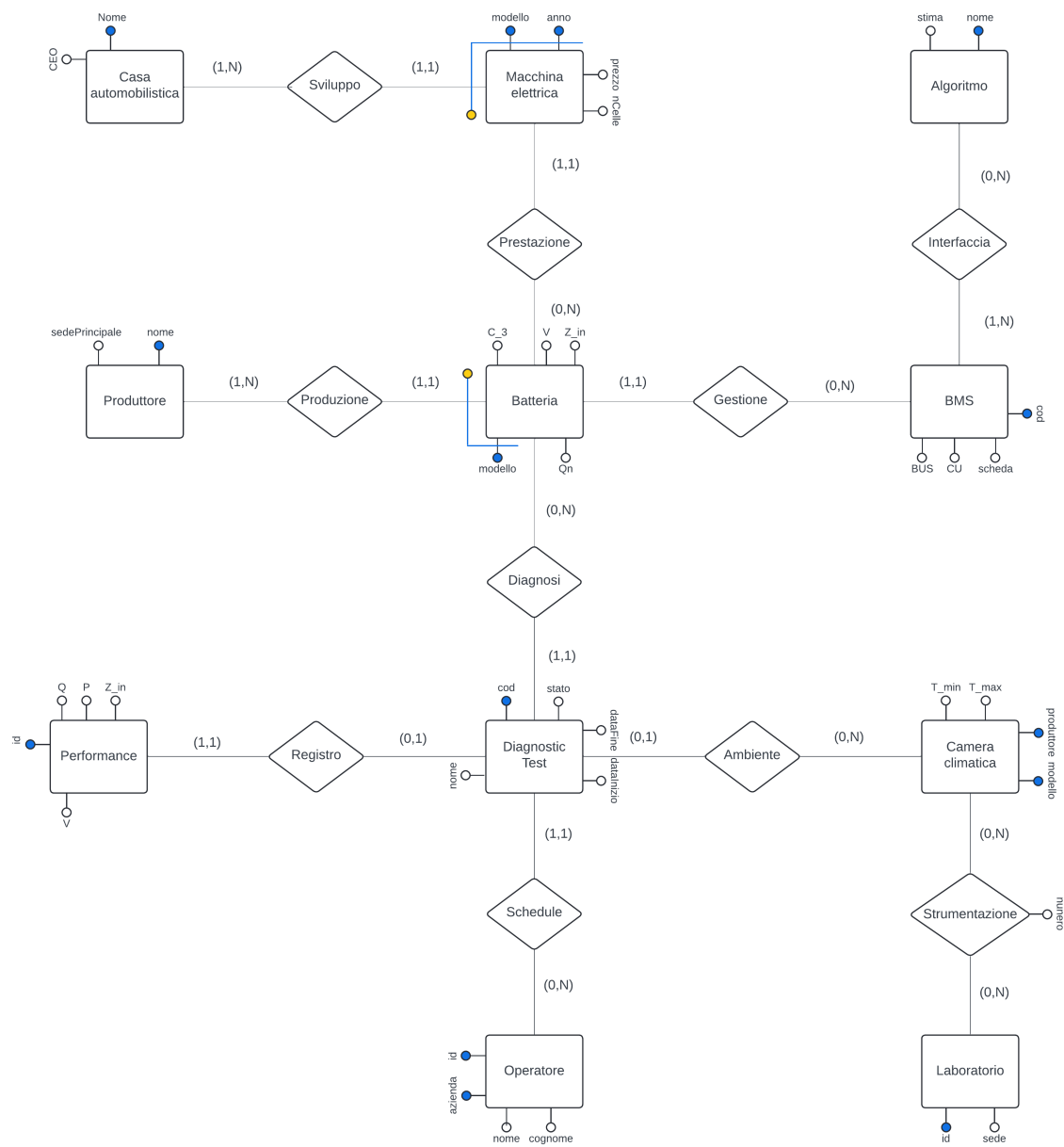


Figura 1: Schema ER

## 4 Progettazione logica

### 4.1 Tavola dei volumi

Nome	Tipo	Volume
Casa automobilistica	E	50
Macchina elettrica	E	10000
Batteria	E	1000
BMS	E	500
Algoritmo	E	20
Diagnostic Test	E	100000
Performance	E	100000
Operatore	E	100
Camera climatica	E	50
Laboratorio	E	100
Sviluppo	R	10000
Prestazione	R	10000
Produzione	R	1000
Gestione	R	1000
Interfaccia	R	2500
Diagnosi	R	100000
Schedule	R	100000
Registro	R	100000
Ambiente	R	100000
Strumentazione	R	2000

#### 4.1.1 Vincoli non esprimibili

Vengono elencati di seguito alcuni vincoli che non emergono dal testo:

- Non si può far partire un Diagnostic Test su una batteria che non esiste;
- Non si può salvare una performance se un test non esiste o è già stato terminato;
- Se un test è in corso, il salvataggio della performance implica il cambio del suo stato in 'terminato'.

### 4.2 Valutazione del costo

Operazioni	Tipo	Frequenza
Confronto della capacità nominale di una batteria con l'ultima registrata	Interattiva	1/mese
Sapere quanti operatori sono liberi	Interattiva	1/giorno
Conoscere le camere climatiche in uso	Interattiva	1/giorno
Stampa degli algoritmi usati da un certo BMS	Interattiva	1/mese
Stampa della strumentazione di un laboratorio	Interattiva	1/settimana
Conoscere numero di auto prodotte in un anno da ogni casa automobilistica	Batch	1/anno
Stampare una lista del numero di test eseguiti da ogni operatore	Batch	1/anno



## **4.3 Ristrutturazione modello ER**

### **4.3.1 Analisi delle ridondanze**

Analizzando meglio la struttura dello schema ER, si nota come l'attributo 'numero' nella relazione di strumentazione sia in realtà calcolabile raggruppando le camere dello stesso tipo per laboratorio, di conseguenza calcolabile e eliminabile. Inoltre, nella rilevazione salvata in performance, appaiono V, P e Q che sono legati dalla relazione  $P = VQ$ , dove Q è la capacità registrata, V è la tensione massima e quindi P è la potenza disponibile.

### **4.3.2 Eliminazione attributi multivalore**

In casa automobilistica, 'CEO' è composto da nome e cognome, per cui si preferisce dividerlo in due attributi separati: 'nomeCEO' e 'cognomeCEO'.

### **4.3.3 Partizionamento o riaccorpamento**

Si nota da subito come l'entità 'Produttore' non sia coinvolta in nessuna operazione e per cui appesantirebbe solamente il sistema non avendo attributi interessanti. Si è deciso quindi di accorpare il nome del produttore all'entità 'Batteria', in modo da non separare la chiave primaria.

#### 4.3.4 Modello ER ristrutturato

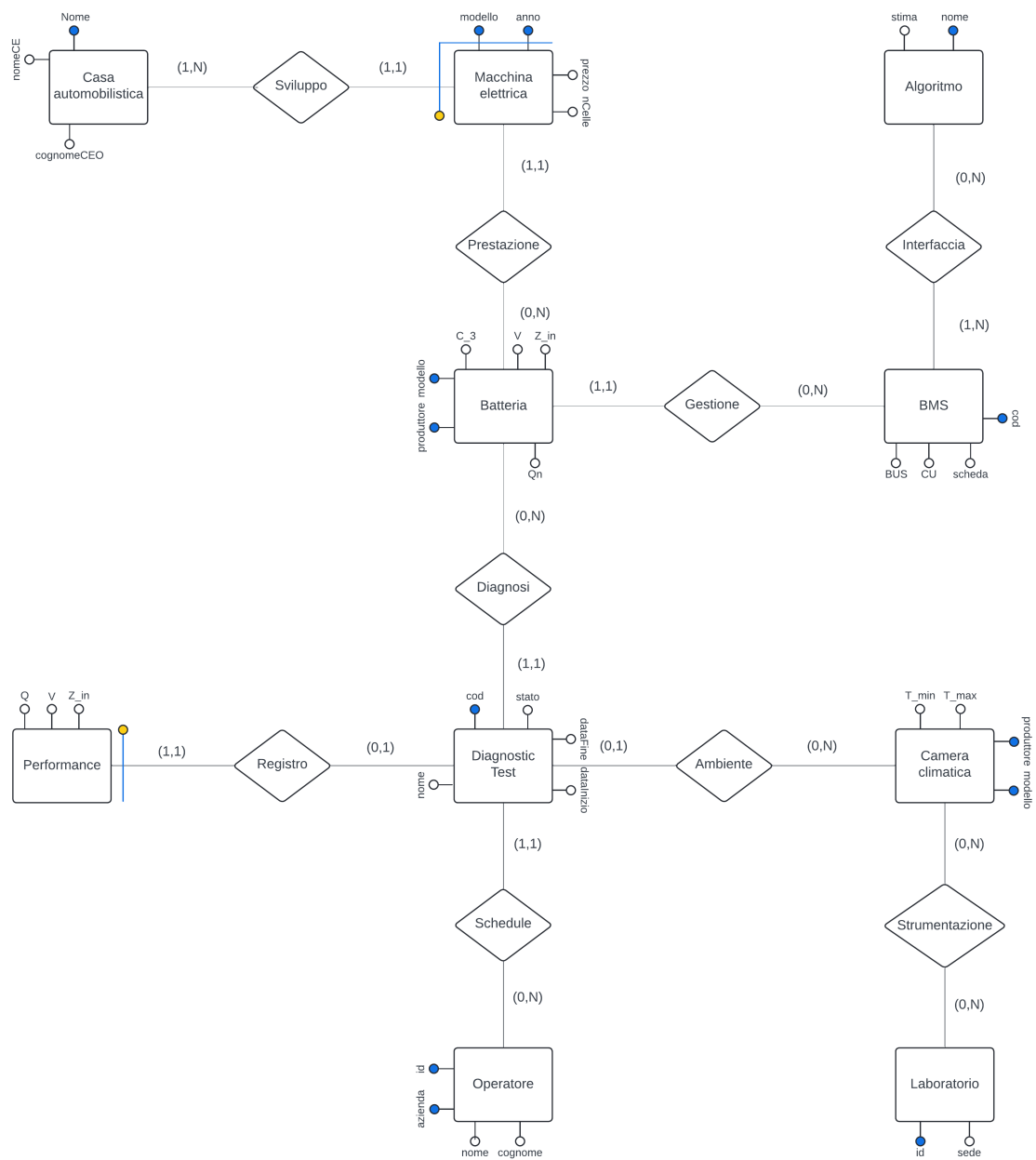


Figura 2: Schema ER ristrutturato

## 4.4 Modello logico

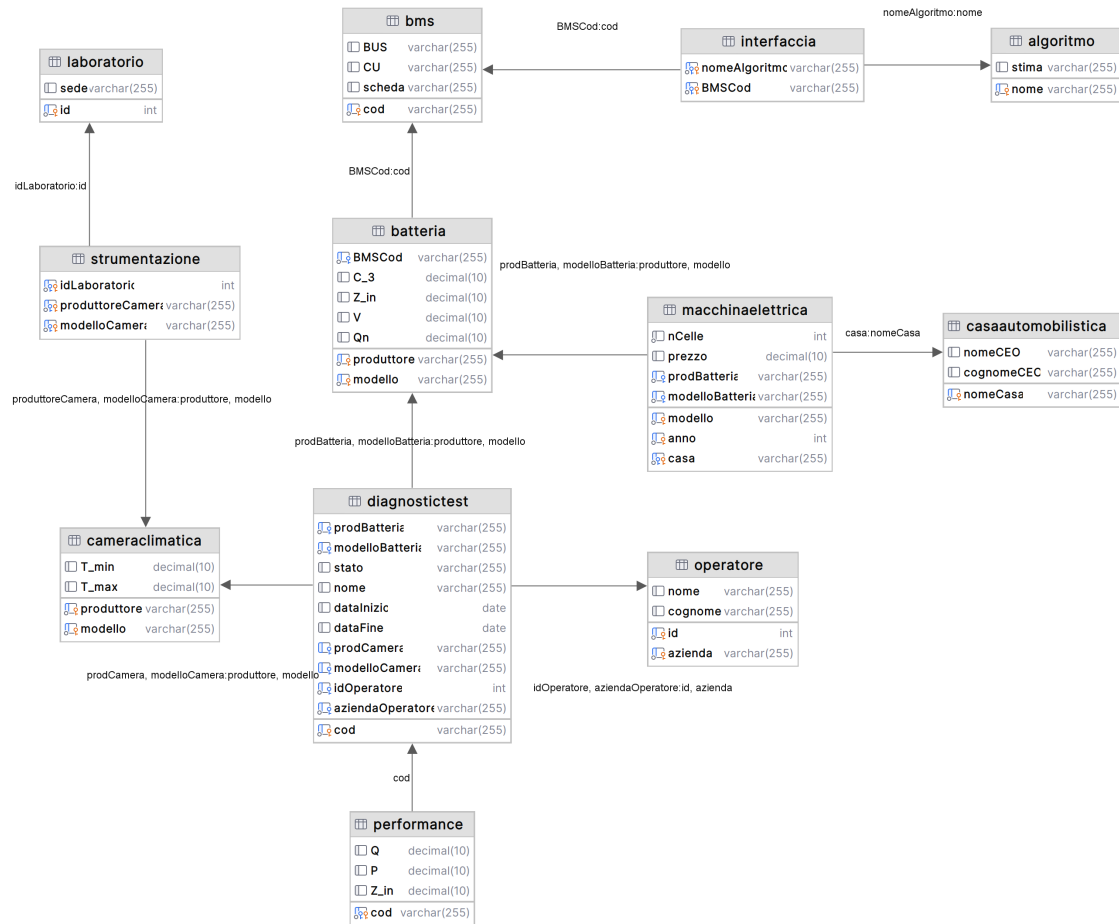


Figura 3: Modello logico

## 4.5 Normalizzazione

Il database è normalizzato: è in prima, seconda e terza forma normale.

## 4.6 Stored procedures

```
-- Procedure per confrontare i valori nominali di una batteria con quelli dell'ultimo test
DELIMITER $$
```

```
CREATE PROCEDURE confrontoValoriBatteria (
    IN produttoreBatteria VARCHAR(255),
    IN modelloBatteria VARCHAR(255)
)
BEGIN
    DECLARE testCod VARCHAR(255);
    DECLARE testQ DECIMAL(10, 2);
    DECLARE testZ_in DECIMAL(10, 2);
    DECLARE testV DECIMAL(10, 2);
    DECLARE batteriaQn DECIMAL(10, 2);
    DECLARE batteriaZ_in DECIMAL(10, 2);
    DECLARE batteriaV DECIMAL(10, 2);
```

```

-- Cerca i dati della batteria
SELECT b.Qn, b.Z_in, b.V
INTO batteriaQn, batteriaZ_in, batteriaV
FROM Batteria b
WHERE b.prodotto = produttoreBatteria AND b.modello = modelloBatteria;

-- Cerca l'ultimo test per la batteria data
SELECT dt.cod
INTO testCod
FROM DiagnosticTest dt
WHERE dt.prodBatteria = produttoreBatteria AND dt.modelloBatteria = modelloBatteria
ORDER BY dt.dataFine DESC
LIMIT 1;

-- Se non esiste nessun test, segnalare un errore
IF testCod IS NULL THEN
    SIGNAL SQLSTATE '45000'
    SET MESSAGE_TEXT = 'Nessun test trovato per la batteria specificata';
END IF;

-- Cerca i dati della performance per il test trovato
SELECT p.Q, p.Z_in
INTO testQ, testZ_in
FROM Performance p
WHERE p.cod = testCod;

-- Restituire i risultati
SELECT testQ AS 'Capacità registrata', testZ_in AS 'Impedenza registrata',
batteriaV AS 'Tensione registrata', batteriaQn AS 'Capacità nominale', batteriaZ_in AS
'Impedenza nominale', batteriaV AS 'Tensione nominale';

END $$

DELIMITER ;

-- Procedure per mostrare se e quali operatori non sono impegnati in dei test
DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE operatoriLiberi()
BEGIN
    SELECT o.id, o.nome, o.cognome
    FROM Operatore o
    LEFT JOIN DiagnosticTest dt
    ON o.id = dt.idOperatore AND o.azienda = dt.aziendaOperatore AND dt.stato = 'in corso'
    WHERE dt.idOperatore IS NULL;
END $$

DELIMITER ;

DELIMITER ;

-- Conoscere le camere climatiche in uso
DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE camereClimaticheInUso()
BEGIN
    SELECT DISTINCT produttore, modello
    FROM CameraClimatica
    WHERE (produttore, modello) IN (
        SELECT prodCamera, modelloCamera
        FROM DiagnosticTest
        WHERE stato = 'in corso'
    );
END $$

DELIMITER ;

-- Procedure per conoscere in un certo anno il numero di auto prodotte per casa automobilistica

```

```

DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE numeroAutoProdottePerAnno(
    IN anno INT(4)
)
BEGIN
    SELECT ca.nomeCasa AS CasaAutomobilistica, COUNT(me.modello) AS NumeroAutoProdotte
    FROM CasaAutomobilistica ca
    LEFT JOIN MacchinaElettrica me ON ca.nomeCasa = me.casa AND me.anno = anno
    GROUP BY ca.nomeCasa;
END$$

DELIMITER ;

-- Procedure per calcolare il numero di test eseguiti dagli operatori
DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE numeroTestPerOperatore()
BEGIN
    SELECT o.id AS ID, o.nome AS NomeOperatore, o.cognome AS CognomeOperatore,
    COUNT(dt.cod) AS NumeroTestEseguiti
    FROM Operatore o
    LEFT JOIN DiagnosticTest dt ON o.id = dt.idOperatore
    GROUP BY o.id, o.nome, o.cognome;
END$$

DELIMITER ;

-- Codice per verificare l'esistenza di un test attivo per inserire una performance
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE verificaEsistenzaTest(testCode VARCHAR(255))
BEGIN
    DECLARE testExists INT;

    SELECT COUNT(*) INTO testExists
    FROM DiagnosticTest
    WHERE cod = testCode;

    IF testExists = 0 THEN
        SIGNAL SQLSTATE '10000'
        SET MESSAGE_TEXT = 'Errore: il codice del test non esiste in DiagnosticTest';
    END IF;
END $$
DELIMITER ;

-- Procedure che dato il codice di un BMS ritorna gli algoritmi usati
DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE interfacciaBMS(
    IN bmsCod VARCHAR(255)
)
BEGIN
    SELECT i.nomeAlgoritmo
    FROM Interfaccia i
    WHERE i.BMSCod = bmsCod;
END$$

DELIMITER ;

-- Stampa della strumentazione di un laboratorio
DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE visualizzaStrumentazioneLaboratorio(
    IN labId INT
)
BEGIN
    SELECT s.idLaboratorio, s.prodottoCamera, s.modelloCamera
    FROM Strumentazione s

```

```

        WHERE s.idLaboratorio = labId;
    END$$

    DELIMITER ;

```

## 4.7 Triggers

```

-- Controllo che esista una batteria prima di inserire un diagnostic test
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER verificaDisponibilitaBatteria
BEFORE INSERT ON DiagnosticTest
FOR EACH ROW
BEGIN
    DECLARE batteryExists INT;
    DECLARE batteryInUse INT;

    SELECT COUNT(*) INTO batteryExists
    FROM Batteria
    WHERE modello = NEW.modelloBatteria AND produttore = NEW.prodBatteria;

    IF batteryExists = 0 THEN
        SIGNAL SQLSTATE '45000'
        SET MESSAGE_TEXT = 'Errore: La batteria specificata non esiste';
    END IF;

    SELECT COUNT(*) INTO batteryInUse
    FROM DiagnosticTest
    WHERE prodBatteria = NEW.prodBatteria
        AND modelloBatteria = NEW.modelloBatteria
        AND stato = 'in corso';

    IF batteryInUse > 0 THEN
        SIGNAL SQLSTATE '10000'
        SET MESSAGE_TEXT = 'Errore: La batteria e' gia' impegnata in un altro test in corso';
    END IF;
END $$
DELIMITER ;

DELIMITER $$

-- Trigger per impostare un test in 'terminato' se vengono inseriti i suoi dati in Performance
DELIMITER $$

CREATE TRIGGER controlloStatoTest
AFTER INSERT ON Performance
FOR EACH ROW
BEGIN
    DECLARE test_id VARCHAR(255);

    SELECT cod INTO test_id
    FROM DiagnosticTest
    WHERE cod = NEW.cod AND stato = 'in corso';
    UPDATE DiagnosticTest
    SET stato = 'terminato'
    WHERE cod = test_id;
END$$

DELIMITER ;

```