

Курсовой проект
«Проектирование базы данных для сервиса по выбору измерительных трансформаторов тока»

Исполнитель: Яблоков Андрей Анатольевич

1. Общее текстовое описание базы данных и решаемых ею задач

Проектирование электрических подстанций выполняется в основном в автоматизированном режиме при помощи специализированных САПР, при этом выбор трансформаторов тока (ТТ) осуществляется без применения автоматических процедур (в ручном режиме путем расчетов в программах MS EXCEL, MATHCAD и перелистывания каталогов производителей трансформаторов тока). «Ручной» выбор ТТ приводит к ошибкам проектирования, которые в свою очередь к аварийным ситуациям. Известны два недавних случая крупных аварий (в том числе блэкаут всего Крыма) из-за неправильного выбора ТТ. Разработка онлайн-сервиса по выбору измерительных трансформаторов тока позволит решить вышеописанную проблему. В будущем предполагается развить сервис до системы автоматизированного проектирования (САПР).

Проектируемая база данных предназначена для хранения паспортных и каталожных данных по трансформаторам тока, паспортных и каталожных данных по подключаемым к ним вторичным устройствам (устройства релейной защиты и автоматики), данных по проектируемой подстанции, результатов расчета параметров трансформатора тока для условий эксплуатации на проектируемой подстанции, а также данные пользователей сервиса.

База данных должна содержать следующие таблицы:

- данные проектируемой подстанции;
- паспортные данные по трехфазному комплекту трансформаторов тока;
- паспортные данные по одной фазе трехфазного комплекта трансформаторов тока;
- данные по каждой вторичной обмотке трансформатора тока;
- вольтамперные характеристики обмоток трансформатора тока;
- характеристики намагничивания обмоток трансформатора тока;
- данные по току короткого замыкания;
- данные по току короткого замыкания в одной ветви;
- паспортные данные по устройствам релейной защиты и автоматики;
- компании оборудования (производители оборудования и компании-пользователи сервисом);
- данные по подключению устройств к обмоткам ТТ;
- данные по подключению устройств в цепь общего провода ТТ;
- паспортные данные по вторичным кабелям;
- данные пользователей онлайн-сервиса.

Таблица «Данные проектируемой подстанции» (substations) должна содержать следующие данные:

- идентификатор подстанции (первичный ключ);
- наименование подстанции;
- адрес подстанции.

Таблица «Паспортные данные по одной фазе трехфазного комплекта трансформаторов тока» (current_transformers_1ph) должна содержать следующие данные:

- идентификатор ТТ (первичный ключ);
- количество параллельно подключенных ТТ;
- количество последовательно подключенных ТТ.

Таблица «Паспортные данные по трехфазному комплекту трансформаторов тока» (current_transformers_3ph) должна содержать следующие данные:

- идентификатор комплекта ТТ (первичный ключ);
- идентификатор подстанции (вторичный ключ);
- диспетчерское наименование ТТ;
- ТТ фазы А (вторичный ключ);
- ТТ фазы В (вторичный ключ);
- ТТ фазы С (вторичный ключ);
- тип ТТ;
- класс напряжения;
- номинальный первичный ток ТТ;
- номинальный вторичный ток ТТ;
- схема соединения ТТ.

Таблица «Данные по каждой вторичной обмотке трансформатора тока» (secondary_windings) должна содержать следующие данные:

- идентификатор вторичной обмотки (первичный ключ);
- идентификатор однофазного трансформатора тока (вторичный ключ);
- активное сопротивление вторичной обмотки;
- индуктивное сопротивление вторичной обмотки;
- номинальная нагрузка вторичной обмотки;
- номинальная мощность вторичной обмотки;
- косинус номинального значения угла сопротивления нагрузки ТТ;
- класс точности;
- номинальная предельная кратность;
- номинальный коэффициент переходного режима;
- идентификатор контрольного кабеля, подключенного к вторичной обмотке (вторичный ключ);
- длина контрольного кабеля, подключенного к вторичной обмотке;
- количество жил контрольного кабеля, подключенного к вторичной обмотке;
- сопротивление нагрузки при однофазном КЗ;
- сопротивление нагрузки при трехфазном КЗ;
- остаточная намагниченность вторичной обмотки;
- вольтамперная характеристика (вторичный ключ);
- количество витков вторичной обмотки;
- площадь поперечного сечения магнитопровода;
- длина средней магнитной линии;
- характеристика намагничивания (вторичный ключ);
- минимальное время до насыщения трансформатора тока при отсутствии остаточной намагниченности и однофазном КЗ;
- минимальное время до насыщения трансформатора тока при наличии остаточной намагниченности и однофазном КЗ;

- минимальное время до насыщения трансформатора тока при отсутствии остаточной намагниченности и трехфазном КЗ;
- минимальное время до насыщения трансформатора тока при наличии остаточной намагниченности и трехфазном КЗ.

Таблица «Вольтамперные характеристики обмоток трансформатора тока» (VIchar) должна содержать следующие данные:

- идентификатор вольтамперной характеристики обмотки трансформатора тока (первичный ключ);
- значения тока;
- значения напряжения;
- напряжение, соответствующее середине линейного участка ВАХ;
- ток, соответствующий середине линейного участка ВАХ;
- напряжение намагничивания;
- ток намагничивания.

Таблица «Характеристики намагничивания обмоток трансформатора тока» (BHchar) должна содержать следующие данные:

- идентификатор характеристики намагничивания обмотки трансформатора тока (первичный ключ);
- значения напряженности магнитного поля;
- значения индукции магнитного поля.

Таблица «Данные по току короткого замыкания» (short_circuit_currents) должна содержать следующие данные:

- идентификатор короткого замыкания (первичный ключ);
- идентификатор трехфазного комплекта трансформаторов тока (вторичный ключ);
- точка короткого замыкания;
- вид короткого замыкания;
- суммарный ток однофазного близкого КЗ;
- эквивалентная постоянная времени однофазного близкого КЗ;
- суммарный ток трехфазного близкого КЗ;
- эквивалентная постоянная времени трехфазного близкого КЗ.

Таблица «Данные по току короткого замыкания в одной ветви» (branch_short_circuit_currents) должна содержать следующие данные:

- идентификатор тока в ветви (первичный ключ);
- идентификатор суммарного тока короткого замыкания (вторичный ключ);
- значение тока КЗ в ветви;
- постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ в ветви;
- фаза тока КЗ в ветви;
- тип КЗ (однофазное или трехфазное).

Таблица «Паспортные данные по устройствам релейной защиты и автоматики» (relay_protection_eqs) должна содержать следующие данные:

- идентификатор УРЗА (первичный ключ);
- тип защиты;

- производитель УРЗА (вторичный ключ);
- требуемое время до насыщения магнитопровода ТТ.

Таблица «Компании» (companies) должна содержать следующие данные:

- идентификатор компании (первичный ключ);
- наименование компании;
- адрес производителя;
- контактный телефон;
- наименование должности руководителя;
- ФИО руководителя.

Таблица «Данные по подключению устройств к обмоткам ТТ» (connections_to_windings) должна содержать следующие данные:

- идентификатор обмотки ТТ (вторичный ключ);
- устройство, подключенное к обмотке ТТ (вторичный ключ).

Таблица «Данные по подключению устройств в цепь общего провода ТТ» (connections_to_zero_cable) должна содержать следующие данные:

- идентификатор обмотки ТТ (вторичный ключ);
- устройство, подключенное в цепь общего провода (вторичный ключ).

Таблица «Паспортные данные по вторичным кабелям» (cabels) должна содержать следующие данные:

- идентификатор контрольного кабеля (первичный ключ);
- тип контрольного кабеля;
- материал контрольного кабеля;
- площадь поперечного сечения контрольного кабеля.

Таблица «Данные пользователей онлайн-сервиса» (users) должна содержать следующие данные:

- идентификатор пользователя (первичный ключ);
- имя пользователя;
- фамилия пользователя;
- компания, в которой работает пользователь;
- путь к фотографии пользователя;
- почта пользователя;
- телефон пользователя;
- пол пользователя;
- дата рождения пользователя;
- город проживания пользователя;
- хэш пароля пользователя;
- дата создания аккаунта пользователя.

2. Скрипты создания структуры базы данных (с первичными ключами, индексами, внешними ключами)

Скрипт создания структуры базы данных представлен ниже, а также в виде отдельного файла.

```
DROP DATABASE IF EXISTS electric_power_db;  
CREATE DATABASE electric_power_db;  
USE electric_power_db;
```

```
DROP TABLE IF EXISTS substations;  
CREATE TABLE substations (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(255) NOT NULL,  
    address VARCHAR(255)  
);
```

```
DROP TABLE IF EXISTS current_transformers_1ph;  
CREATE TABLE current_transformers_1ph (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    count_parallel_ct TINYINT UNSIGNED,  
    count_serial_ct TINYINT UNSIGNED  
);
```

```
DROP TABLE IF EXISTS current_transformers_3ph;  
CREATE TABLE current_transformers_3ph (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    substation_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,  
    name VARCHAR(100) NOT NULL,  
    phase_A_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,  
    phase_B_id BIGINT UNSIGNED,  
    phase_C_id BIGINT UNSIGNED,  
    type VARCHAR(100) NOT NULL,  
    voltage_class SMALLINT UNSIGNED NOT NULL,  
    I1_nom SMALLINT UNSIGNED NOT NULL,  
    I2_nom TINYINT UNSIGNED NOT NULL,  
    scheme VARCHAR(50) NOT NULL,
```

```
    FOREIGN KEY (substation_id) REFERENCES substations(id),  
    FOREIGN KEY (phase_A_id) REFERENCES current_transformers_1ph (id),  
    FOREIGN KEY (phase_B_id) REFERENCES current_transformers_1ph (id),  
    FOREIGN KEY (phase_C_id) REFERENCES current_transformers_1ph (id)  
);
```

```
DROP TABLE IF EXISTS cabels;  
CREATE TABLE cabels (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    type VARCHAR(255),
```

```

        material VARCHAR(20),
        cross_section_area FLOAT(3,1) UNSIGNED NOT NULL
    );

```

```

DROP TABLE IF EXISTS Vchar;
CREATE TABLE Vchar (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    currents TEXT NOT NULL,
    voltages TEXT NOT NULL,
    voltage_middle_lin FLOAT(5,1) UNSIGNED,
    current_middle_lin FLOAT(5,1) UNSIGNED,
    voltage_magnetization FLOAT(5,1) UNSIGNED,
    current_magnetization FLOAT(5,1) UNSIGNED
);

```

```

DROP TABLE IF EXISTS BHchar;
CREATE TABLE BHchar (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    mf_strength TEXT NOT NULL,
    mf_induction TEXT NOT NULL
);

```

```

DROP TABLE IF EXISTS secondary_windings;
CREATE TABLE secondary_windings (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    CT_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    active_resistance FLOAT UNSIGNED NOT NULL,
    inductive_resistance FLOAT UNSIGNED NOT NULL,
    rated_load FLOAT UNSIGNED NOT NULL,
    rated_power TINYINT UNSIGNED NOT NULL,
    cos_phi_nom FLOAT(1,1) UNSIGNED NOT NULL,
    accuracy_class VARCHAR(5),
    k_nom TINYINT UNSIGNED NOT NULL,
    k_trans_nom TINYINT UNSIGNED NOT NULL,
    cable_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    cable_length MEDIUMINT UNSIGNED NOT NULL,
    cable_count_core TINYINT UNSIGNED NOT NULL,
    load_resistance_1ph_sc FLOAT UNSIGNED NOT NULL,
    load_resistance_3ph_sc FLOAT UNSIGNED NOT NULL,
    residual_magnetization FLOAT(2,2) UNSIGNED NOT NULL,
    Vchar_id BIGINT UNSIGNED,
    turn_number MEDIUMINT UNSIGNED,
    core_cross_section_area FLOAT UNSIGNED,
    magnetic_line_length FLOAT UNSIGNED,
    BHchar_id BIGINT UNSIGNED,
    t_sat_1ph_sc_without_rf FLOAT(3,1) UNSIGNED,
    t_sat_1ph_sc_with_rf FLOAT(3,1) UNSIGNED,
    t_sat_3ph_sc_without_rf FLOAT(3,1) UNSIGNED,

```

```

t_sat_3ph_sc_with_rf FLOAT(3,1) UNSIGNED,

FOREIGN KEY (CT_id) REFERENCES current_transformers_1ph(id),
FOREIGN KEY (cable_id) REFERENCES cabels(id),
FOREIGN KEY (Vlchar_id) REFERENCES Vlchar(id),
FOREIGN KEY (BHchar_id) REFERENCES BHchar(id)
);

DROP TABLE IF EXISTS short_circuit_currents;
CREATE TABLE short_circuit_currents (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    transformer_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    sc_point VARCHAR(5),
    sc_kind VARCHAR(10),
    sum_current_sc_1ph SMALLINT UNSIGNED,
    eq_tau_sc_1ph FLOAT(3,1) UNSIGNED,
    sum_current_sc_3ph SMALLINT UNSIGNED,
    eq_tau_sc_3ph FLOAT(3,1) UNSIGNED,

    FOREIGN KEY (transformer_id) REFERENCES current_transformers_3ph(id)
);

DROP TABLE IF EXISTS branch_short_circuit_currents;
CREATE TABLE branch_short_circuit_currents (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    sc_sum_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    branch_current SMALLINT UNSIGNED,
    branch_tau FLOAT(3,1) UNSIGNED,
    shift_angle SMALLINT UNSIGNED,
    type_sc TINYINT UNSIGNED,

    FOREIGN KEY (sc_sum_id) REFERENCES short_circuit_currents (id)
);

DROP TABLE IF EXISTS companies;
CREATE TABLE companies (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(255),
    address VARCHAR(255),
    phone BIGINT UNSIGNED UNIQUE,
    head_position VARCHAR (100),
    head_firstname VARCHAR (50),
    head_lastname VARCHAR (50),
    head_patronymic VARCHAR (50)
);

DROP TABLE IF EXISTS relay_protection_eqs;
CREATE TABLE relay_protection_eqs (

```

```

        id SERIAL PRIMARY KEY,
        type VARCHAR(255),
        manufacturer_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
        need_t_sat FLOAT(3,1) UNSIGNED,

        FOREIGN KEY (manufacturer_id) REFERENCES companies (id)
    );
DROP TABLE IF EXISTS connections_to_windings;
CREATE TABLE connections_to_windings (
    winding_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    equipment_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,

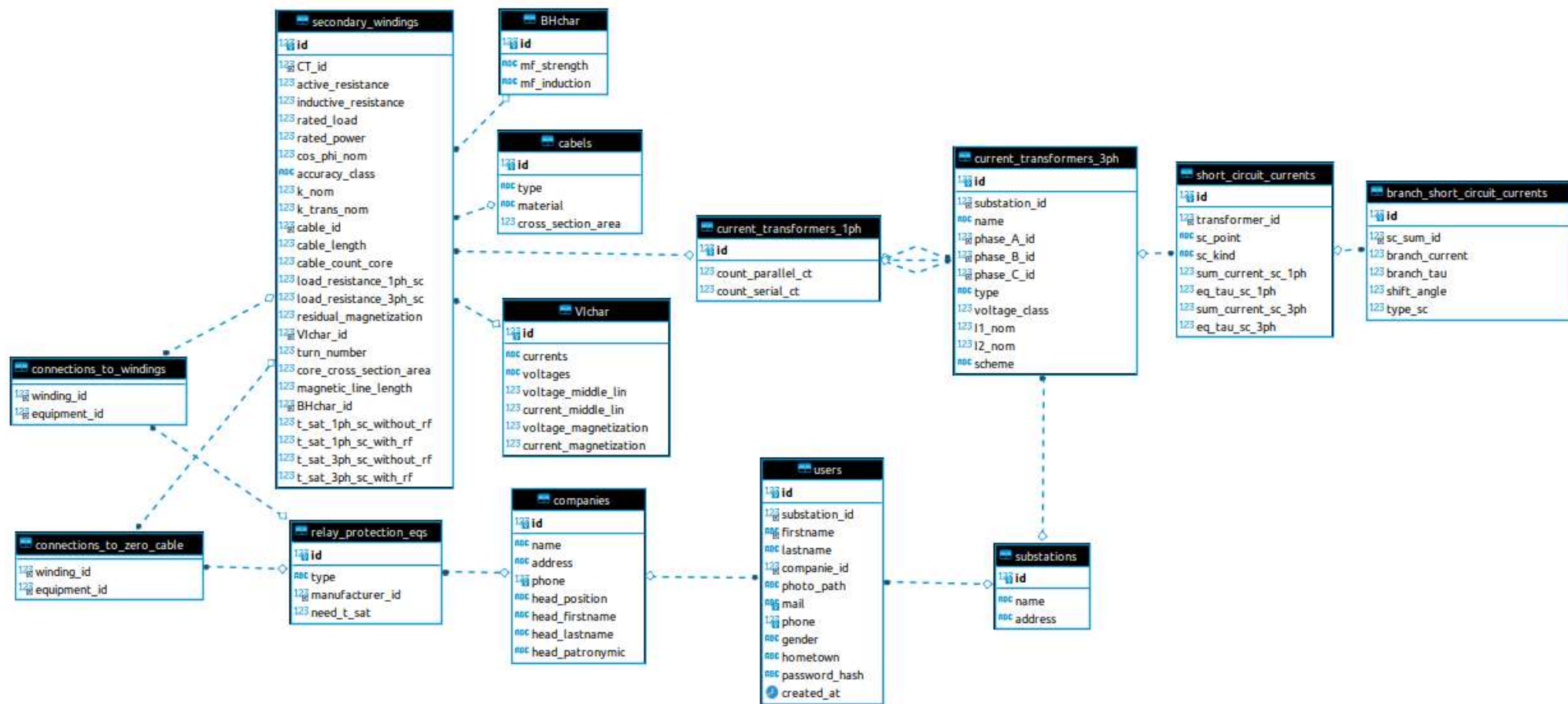
    FOREIGN KEY (winding_id) REFERENCES secondary_windings (id),
    FOREIGN KEY (equipment_id) REFERENCES relay_protection_eqs (id)
);
DROP TABLE IF EXISTS connections_to_zero_cable;
CREATE TABLE connections_to_zero_cable (
    winding_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    equipment_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,

    FOREIGN KEY (winding_id) REFERENCES secondary_windings (id),
    FOREIGN KEY (equipment_id) REFERENCES relay_protection_eqs (id)
);
DROP TABLE IF EXISTS users;
CREATE TABLE users (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    substation_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    firstname VARCHAR(50),
    lastname VARCHAR(50),
    companie_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
    photo_path TEXT,
    mail VARCHAR(120) UNIQUE,
    phone BIGINT UNSIGNED UNIQUE,
    gender CHAR(1),
    hometown VARCHAR(100),
    password_hash VARCHAR(100),
    created_at DATETIME DEFAULT NOW(),

    INDEX users_name_idx(firstname, lastname),
    FOREIGN KEY (substation_id) REFERENCES substations (id),
    FOREIGN KEY (companie_id) REFERENCES companies (id)
);

```


3. ERDiagram базы данных



4. Скрипты наполнения базы данных

Скрипт наполнения базы данных, сгенерированный при помощи сервиса filldb, представлен в виде отдельного файла.

5. Скрипты характерных выборок (включающие группировки, JOIN'ы, вложенные таблицы)

5.1. Запрос по контрольному кабелю, подключенному к конкретной обмотке

```
SELECT sw.id, sw.cable_length, sw.cable_count_core, cabels.material, cabels.cross_section_area
FROM secondary_windings sw
JOIN cabels
ON sw.cable_id = cabels.id
WHERE sw.id = 1;
```

5.2. Запрос по терминалу релейной защиты, подключенному к обмотке

```
SELECT rpes.`type`, rpes.manufacturer_id, rpes.need_t_sat, companies.name
FROM connections_to_windings ctw
JOIN relay_protection_eqs rpes
JOIN companies
ON ctw.equipment_id = rpes.id AND rpes.manufacturer_id = companies.id
WHERE ctw.winding_id = 1;
```

5.3. Запрос по нагрузке конкретной обмотки (контрольный кабель и терминалы)

```
SELECT sw.id, sw.cable_length, sw.cable_count_core, cabels.material, cabels.cross_section_area, rpes1.`type` AS
RP_to_phase, rpes2.`type` AS RP_to_zero
FROM secondary_windings sw
JOIN cabels
JOIN connections_to_windings ctw
JOIN relay_protection_eqs rpes1
JOIN connections_to_zero_cable ctzc
JOIN relay_protection_eqs rpes2
ON sw.cable_id = cabels.id AND sw.id = ctw.winding_id AND ctw.equipment_id = rpes1.id AND sw.id =
ctzc.winding_id AND ctzc.equipment_id = rpes2.id
WHERE sw.id = 1;
```

5.4. Запрос по токам короткого замыкания в ветвях, проходящих через конкретный трансформатор ток

```
SELECT scc.transformer_id, scc.sc_point, scc.sc_kind, bsc.type_sc, bsc.branch_current, bsc.branch_tau,
bscc.shift_angle
FROM branch_short_circuit_currents bsc
JOIN short_circuit_currents scc
JOIN current_transformers_3ph ctp
ON bsc.sc_sum_id = scc.id AND scc.transformer_id = ctp.id
WHERE ctp.id = 1;
```

5.5. Запрос всех обмоток ТТ на подстанции

```
SELECT sw.CT_id
FROM current_transformers_3ph ctp
```

```

JOIN current_transformers_1ph ctp2
JOIN secondary_windings sw
ON (ctp.phase_A_id = ctp2.id OR ctp.phase_B_id = ctp2.id OR ctp.phase_C_id = ctp2.id) AND sw.CT_id = ctp2.id
WHERE ctp.substation_id = 1;

```

5.6. Запрос основных (почти всех) характеристик, относящихся к обмотке ТТ

```

SELECT sw.id, sw.active_resistance, sw.inductive_resistance, sw.rated_load, sw.rated_power, sw.cos_phi_nom,
sw.accuracy_class, sw.k_nom, sw.k_trans_nom, c.material, sw.cable_length, sw.cable_length,
sw.cable_count_core, c.cross_section_area, sw.load_resistance_1ph_sc, sw.load_resistance_3ph_sc,
sw.residual_magnetization, sw.turn_number, sw.core_cross_section_area, sw.magnetic_line_length,
ctp.voltage_class, ctp.I1_nom, ctp.I2_nom, scc.sc_point, scc.sc_kind, scc.sum_current_sc_1ph, scc.eq_tau_sc_1ph,
scc.sum_current_sc_3ph, scc.eq_tau_sc_3ph
FROM secondary_windings sw
JOIN cabels c
JOIN current_transformers_3ph ctp
JOIN short_circuit_currents scc
ON sw.cable_id = c.id AND sw.CT_id = ctp.id AND scc.transformer_id = sw.CT_id
WHERE sw.id = 1;

```

5.7. Запрос на вычисление суммарного тока короткого замыкания в конкретной точке:

```

SELECT type_sc, SUM(bssc.branch_current)
FROM branch_short_circuit_currents bssc
JOIN short_circuit_currents scc
JOIN current_transformers_3ph ctp
ON bssc.sc_sum_id = scc.id AND scc.transformer_id = ctp.id
WHERE ctp.id = 1 AND sc_point = 'K7'
GROUP BY type_sc;

```

5.8. Запрос по наиболее применяемой схеме соединения обмоток ТТ

```

SELECT scheme, COUNT(*) AS count_ct
FROM current_transformers_3ph ctp
GROUP BY scheme
ORDER BY count_ct DESC;

```

5.9. Запрос на определение всех устройств, подключенных к обмоткам определенного ТТ

```

SELECT `type`
FROM relay_protection_eqs rpe
WHERE id IN (
    SELECT DISTINCT equipment_id
    FROM connections_to_windings ctw
    WHERE winding_id IN (SELECT id FROM secondary_windings sw WHERE sw.CT_id = 1)
);

```

6. Представления (минимум 2)

6.1. Представление данных в соответствии с формой АО «Системный оператор ЕЭС»

```

CREATE OR REPLACE VIEW special_form_SO AS
SELECT ctp.name, ctp.`type`, ctp.I1_nom, ctp.I2_nom, sw.rated_load, sw.load_resistance_1ph_sc,
sw.load_resistance_3ph_sc, sw.k_nom, c.material, sw.cable_length, c.cross_section_area, scc.sc_point,

```

```

scc.sc_kind, scc.sum_current_sc_1ph, scc.eq_tau_sc_1ph, scc.sum_current_sc_3ph, scc.eq_tau_sc_3ph,
sw.t_sat_1ph_sc_without_rf, sw.t_sat_1ph_sc_with_rf, sw.t_sat_3ph_sc_without_rf, sw.t_sat_3ph_sc_with_rf
FROM current_transformers_3ph ctp
JOIN secondary_windings sw
JOIN cabels c
JOIN short_circuit_currents scc
ON sw.cable_id = c.id AND sw.CT_id = ctp.id AND scc.transformer_id = sw.CT_id
WHERE ctp.id = 1;

```

6.2. Представление о количестве одноамперных и пятиамперных ТТ (статистическая информация)

```

CREATE OR REPLACE VIEW count_ct_l2nom AS
SELECT l2_nom, COUNT(*) FROM current_transformers_3ph ctp
GROUP BY l2_nom;

```

6.3. Представление данных о количестве ТТ разных классов напряжения (статистическая информация)

```

CREATE OR REPLACE VIEW count_ct_voltage_class AS
SELECT voltage_class, COUNT(*) FROM current_transformers_3ph ctp
GROUP BY voltage_class
ORDER BY voltage_class DESC;

```

6.4. Представление о наиболее используемых типах терминалов РЗА (статистическая информация)

```

CREATE OR REPLACE VIEW popular_relay_protection AS
SELECT rpe.`type`, COUNT(*) AS num_use
FROM connections_to_windings ctw
JOIN relay_protection_eqs rpe
ON rpe.id = ctw.equipment_id
GROUP BY rpe.id
ORDER BY num_use DESC
LIMIT 5;

```

7. Хранимые процедуры / триггеры

7.1. Функция определения номинальной нагрузки

```

DELIMITER //
DROP FUNCTION IF EXISTS calc_rated_load //
CREATE FUNCTION calc_rated_load(winding_id BIGINT UNSIGNED)
RETURNS FLOAT NOT DETERMINISTIC
BEGIN
    DECLARE l2nom, Snom TINYINT UNSIGNED;
    DECLARE Znom FLOAT;

    SET Snom = (SELECT rated_power FROM secondary_windings WHERE id = winding_id);
    SET l2nom = (SELECT l2_nom FROM current_transformers_3ph ctp WHERE id = (SELECT CT_id FROM secondary_windings WHERE id = winding_id));

    SET Znom = Snom / POW(l2nom, 2);

    RETURN Znom;

```

END //

7.2. Триггеры для заполнения номинальной нагрузки при вставке новых значений и обновлении значений

```
DROP TRIGGER IF EXISTS calc_rated_load_ins //
CREATE TRIGGER calc_rated_load_ins BEFORE INSERT ON secondary_windings
FOR EACH ROW BEGIN
    IF NEW.rated_load = 0 OR NEW.rated_load is NULL THEN
        SET NEW.rated_load = (SELECT calc_rated_load(NEW.id));
    END IF;
END//
DROP TRIGGER IF EXISTS calc_rated_load_upd //
CREATE TRIGGER calc_rated_load_upd BEFORE UPDATE ON secondary_windings
FOR EACH ROW BEGIN
    IF NEW.rated_power <> OLD.rated_power OR NEW.rated_load = 0 OR NEW.rated_load is NULL THEN
        SET NEW.rated_load = (SELECT calc_rated_load(NEW.id));
    END IF;
END//
```

7.3. Функция расчета суммарного тока короткого замыкания

```
DROP FUNCTION IF EXISTS sum_current_sc //
CREATE FUNCTION sum_current_sc(CT_id BIGINT UNSIGNED, sc_point VARCHAR(5), type_sc TINYINT UNSIGNED)
RETURNS FLOAT NOT DETERMINISTIC
BEGIN
    DECLARE I_sc_sum FLOAT;

    SET I_sc_sum = (
        SELECT SUM(bscc.branch_current)
        FROM branch_short_circuit_currents bscc
        JOIN short_circuit_currents scc
        JOIN current_transformers_3ph ctp
        ON bscc.sc_sum_id = scc.id AND scc.transformer_id = ctp.id
        WHERE ctp.id = CT_id AND scc.sc_point = sc_point AND bscc.type_sc = type_sc
    );

    RETURN I_sc_sum;
END//
```

7.4. Функция расчета сопротивления контрольного кабеля

```
DROP FUNCTION IF EXISTS R_cable //
CREATE FUNCTION R_cable(winding_id BIGINT UNSIGNED)
RETURNS FLOAT NOT DETERMINISTIC
BEGIN
    DECLARE rho, S FLOAT;
    DECLARE I MEDIUMINT UNSIGNED;
    DECLARE cable_material VARCHAR(20);

    SET cable_material = (SELECT material FROM cables WHERE id = (SELECT cable_id FROM secondary_windings WHERE id = winding_id));
    IF cable_material = 'медь' THEN
        SET rho = 0.0175;
    ELSEIF cable_material = 'алюминий' THEN
        SET rho = 0.028;
    END IF;
END
```

```

END IF;

SET l = (SELECT cable_length FROM secondary_windings WHERE id = winding_id);

SET S = (SELECT cross_section_area FROM cables WHERE id = (SELECT cable_id FROM
secondary_windings WHERE id = winding_id));

RETURN rho * l / S;

END//

```

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках курсовой работы была спроектирована база данных сервиса по выбору трансформаторов тока для электрической подстанции. База предназначена для хранения паспортных и каталожных данных по трансформаторам тока, паспортных и каталожных данных по подключаемым к ним вторичным устройствам (устройства релейной защиты и автоматики), данных по проектируемой подстанции, результатов расчета параметров трансформатора тока для условий эксплуатации на проектируемой подстанции, а также данные пользователей сервиса. Написаны скрипты характерных запросов, представления, функции и триггеры.