

# **КОНТРОЛЬ І ЗАХИСТ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ РУДНИКОВИХ КОНТАКТНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ**

**Доповідач:** ст. гр. ЕПА-18мз  
Кирничний В.А.

**Керівник:** д.т.н., проф. каф. ЕМСАПТ  
Кутін В.М.

# Вступ, об'єкт, предмет, мета, задачі дослідження

**Об'єктом** дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є електромеханічні та теплові процеси в елементах тягового електромеханічного комплексу шахтного контактного електровоза.

**Предметом** дослідження роботи є контроль та захист елементів тягового електропривода.

**Метою** магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності та надійності функціонування тягового електричного привода постійного струму шахтних контактних електровозів шляхом вдосконалення структури електромеханічної частини в напрямку включення в неї підсистем контролю та захисту електрообладнання від позаштатних режимів роботи.

В процесі досягнення поставленої в роботі мети необхідно вирішити наступні **наукові задачі**:

- аналіз існуючих та дослідження перспективних структур тягового електричного привода постійного струму рудникових електровозів, формалізація параметрів, які впливають на надійність та працездатність тягових електромеханічних комплексів;

- дослідження причин та характеру пошкодження елементів тягового електричного привода, моделювання нештатних (аварійних) ситуацій в ньому, аналіз та розробка методів, структурних схем підсистем комплексного захисту тягового електрообладнання рудникових електровозів із залученням до цього процесу математичного апарату мереж Петрі;

- аналіз та оцінка реального діапазону зміни температури нагріву елементів тягового електричного двигуна, розробка способів мінімізації наслідків перевищення реальних значень температури.

**Практичне значення** одержаних у роботі результатів полягає в тому, що:

- розроблені до застосування в загальних структурах ТЕМК рудникових контактних електровозів функціональні схеми комплексного захисту від нештатних ситуацій;

- розроблені схемотехнічні рішення по безконтактному контролю та захисту тягових електричних двигунів рудникових електровозів від перевищення температурних режимів функціонування, по безконтактному контролю швидкості руху рудникових електровозів.

# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ



Рисунок 1 – Загальний вигляд досліджуваного електровоза К14

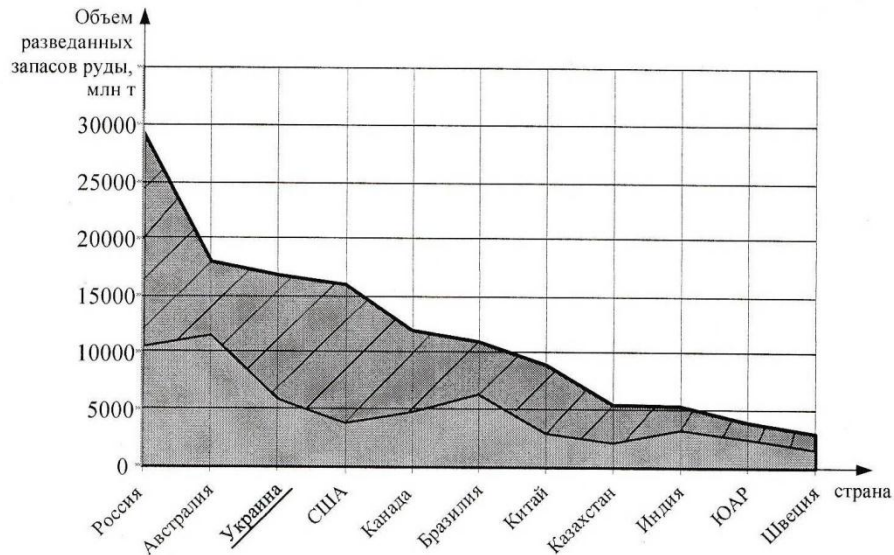


Рисунок 2 – Показники розвіданих запасів залізних руд у світі

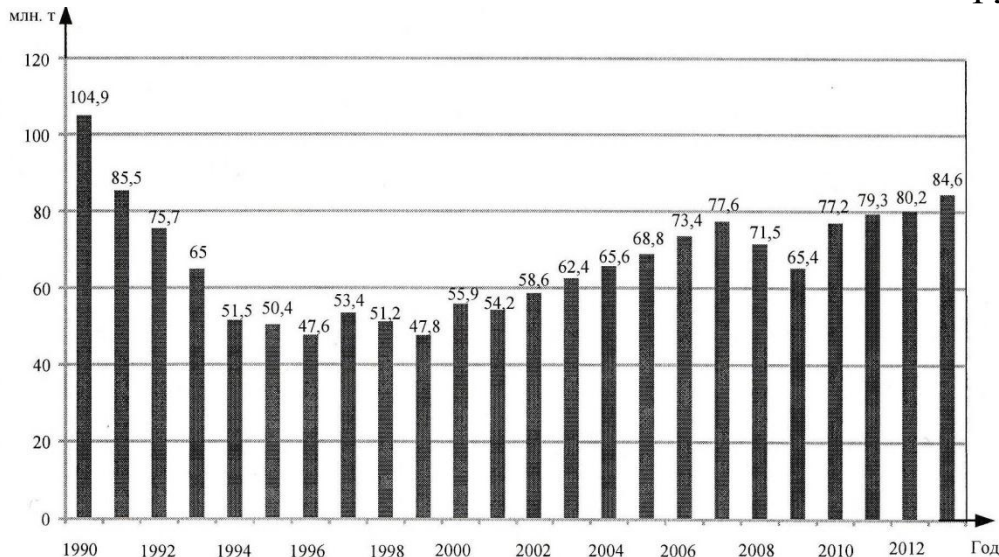


Рисунок 3 – Показники об'ємів видобутку залізорудної сировини в Україні

# АНАЛІЗ ВІДМОВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

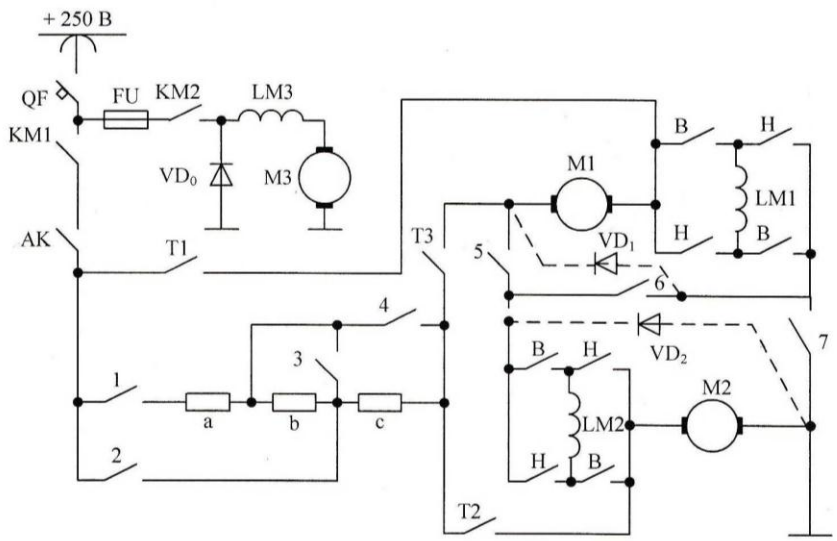


Рисунок 4 – Принципова схема силової частини тягового електрообладнання шахтного контактної електровоза К14

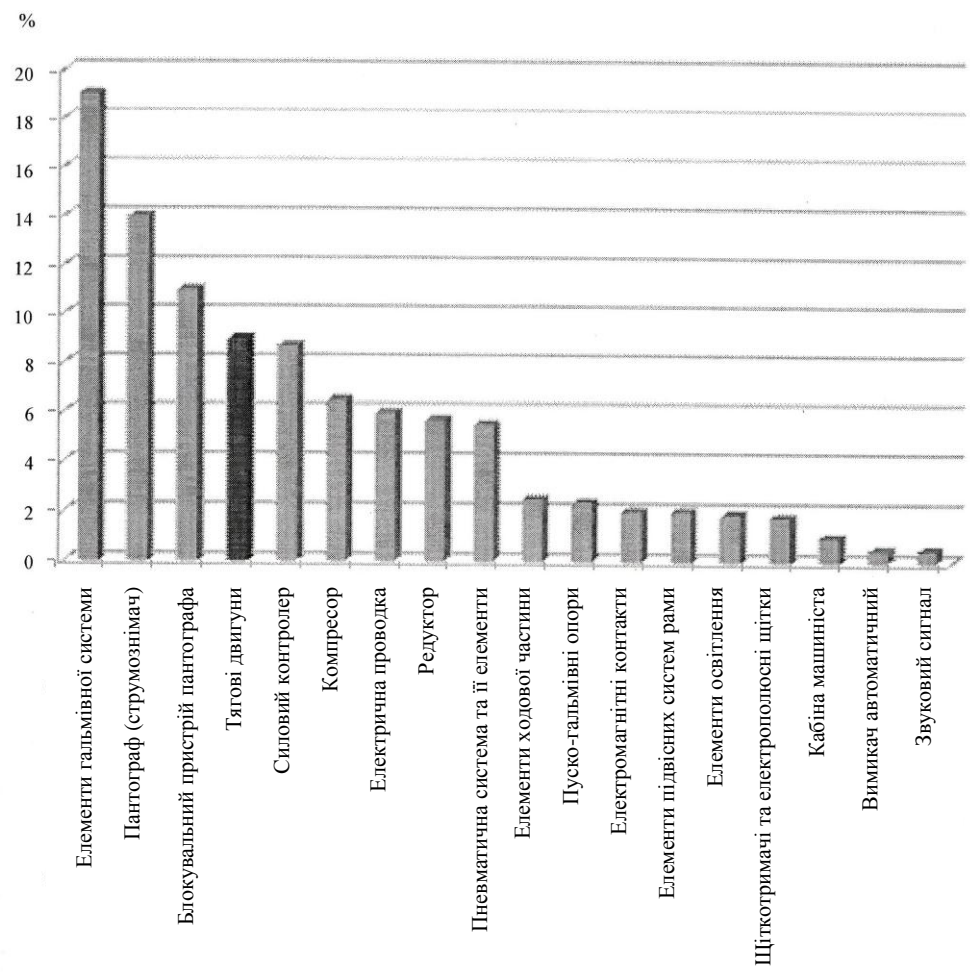


Рисунок 5 – Аналіз відмов електромеханічного обладнання рудникових електровозів К14

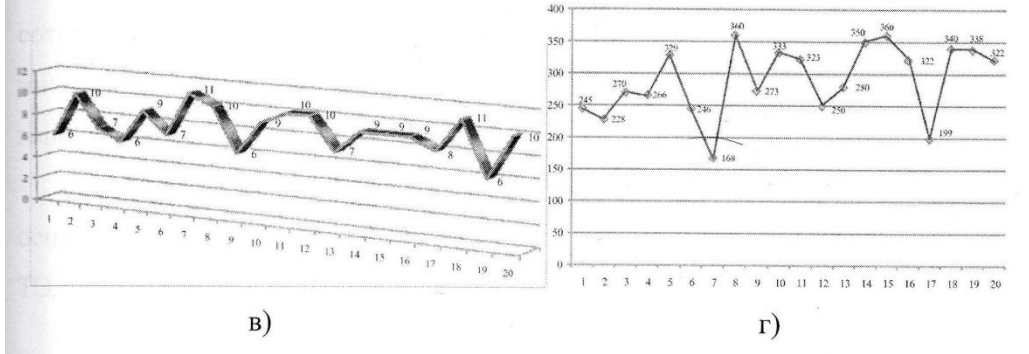
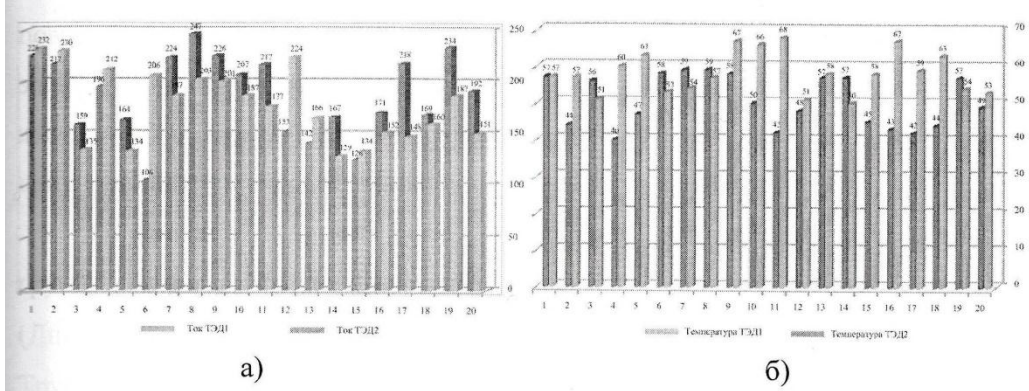
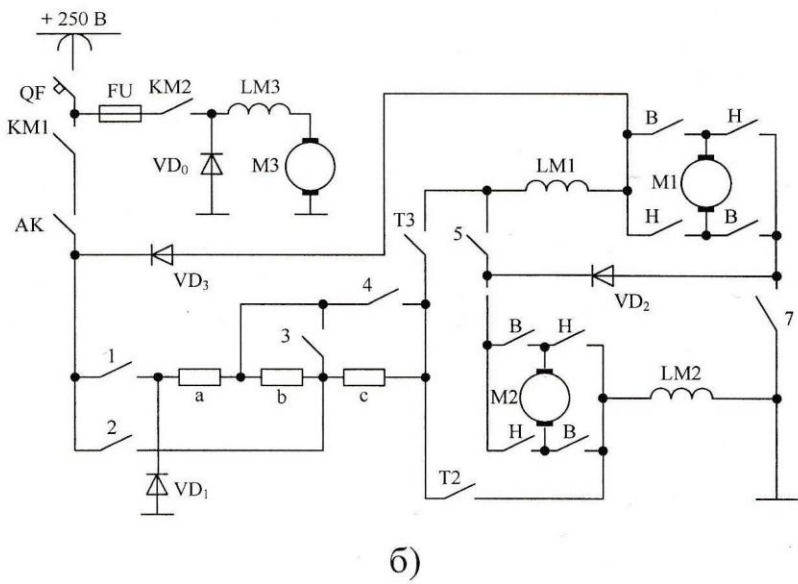
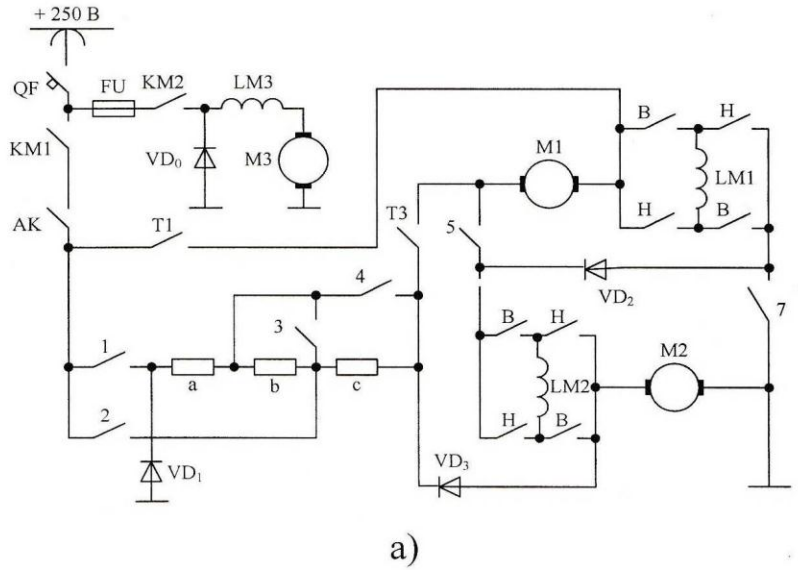


Рисунок 6 – Скоригована схема контактеного електровоза К14: а) з реверсом обмотко збудження, б) з реверсом обмоток якорів

Рисунок 7 – Параметри функціонування контактеного електровоза К14 при русі по вантажному квершлагу 1320 м.: а) струм тягових двигунів; б) температура тягових двигунів; в) швидкість руху електровоза; г) напруга контактної мережі

# ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ТЕП

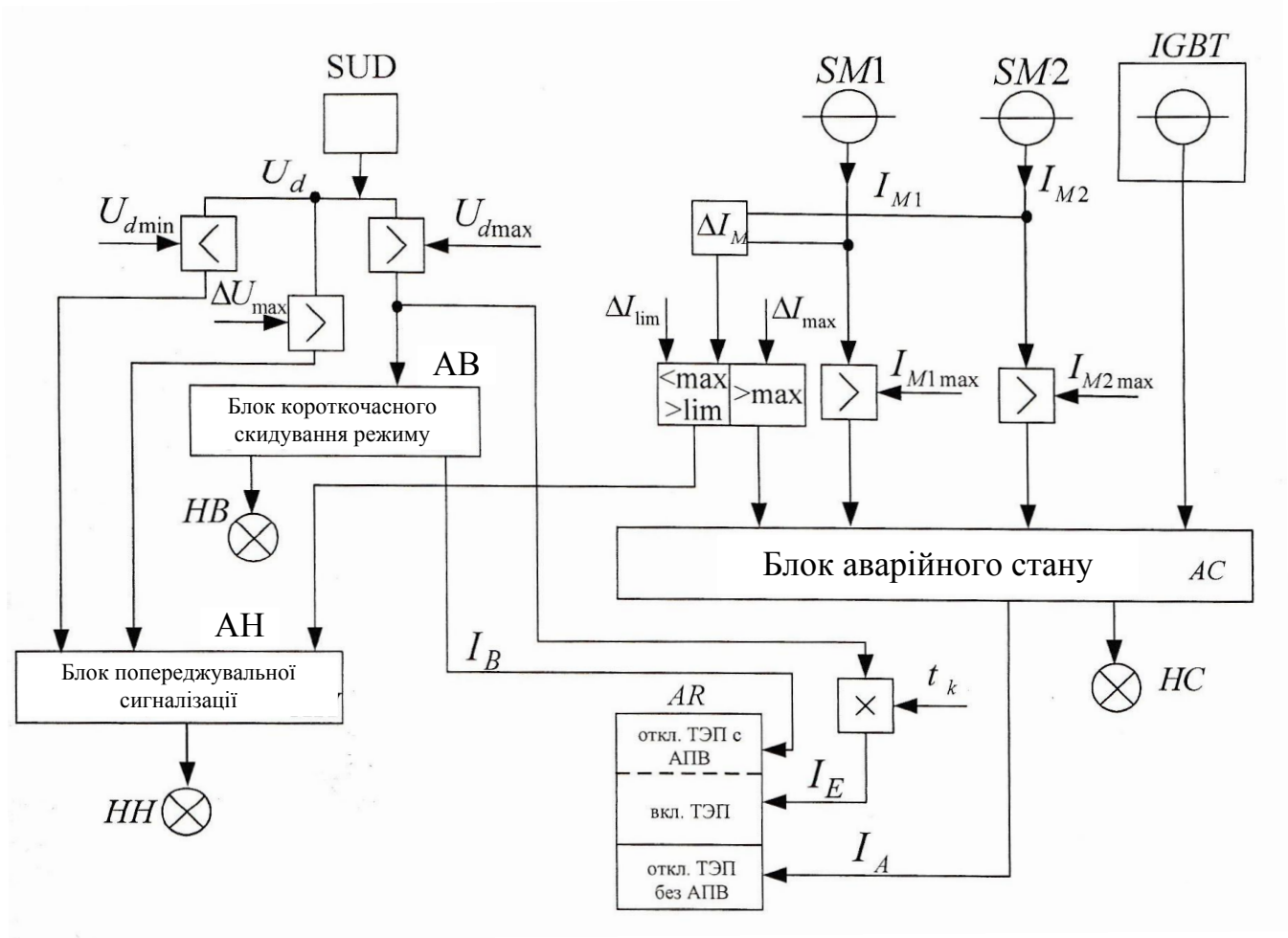


Рисунок 8 – Функціональна схема системи захисту тягового електропривода постійного струму

# ВИБІР СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕП

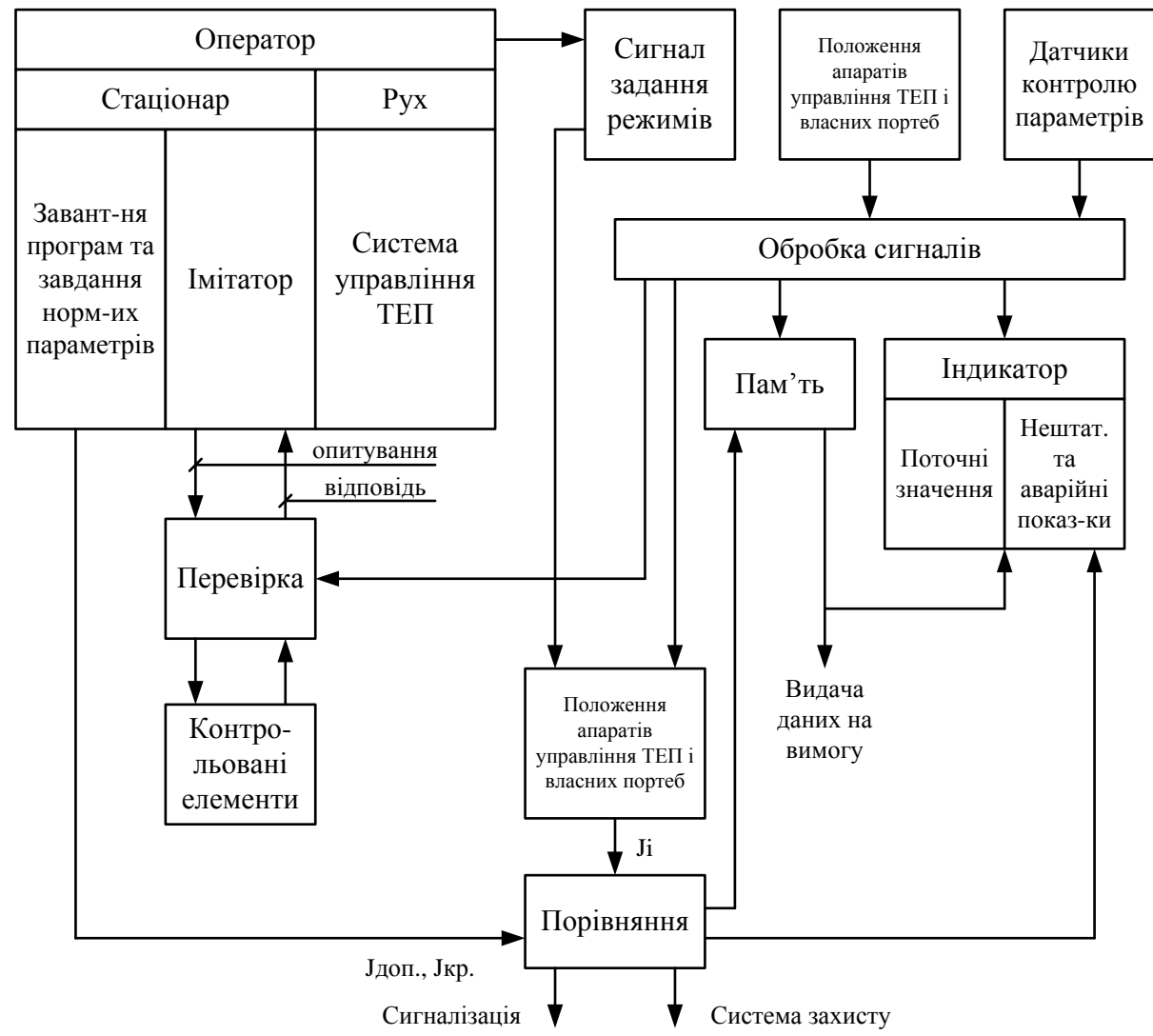


Рисунок 9 – Структурна схема системи контролю параметрів тягового електропривода рудникового електровоза

# МОДЕЛІ МЕРЕЖ ПЕТРІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕП

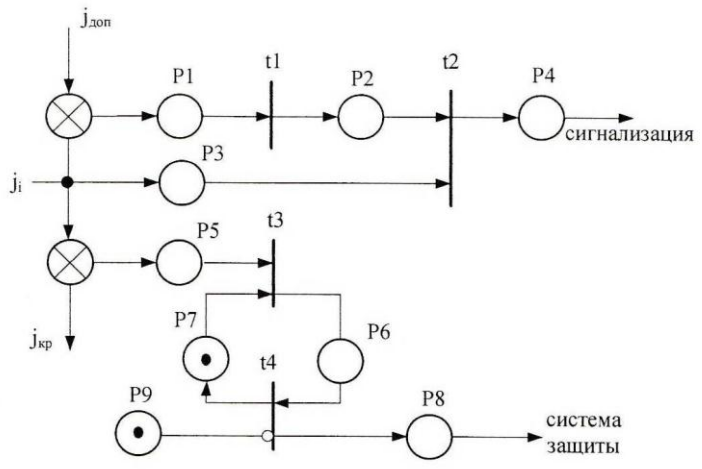


Рисунок 10 – Мережа Петрі вузла порівняння

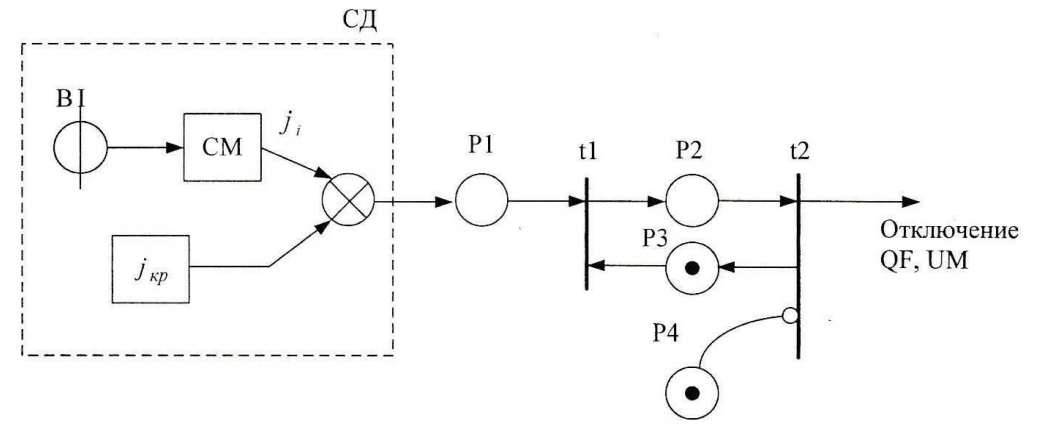


Рисунок 11 – Мережа Петрі каналу захисту від надструму

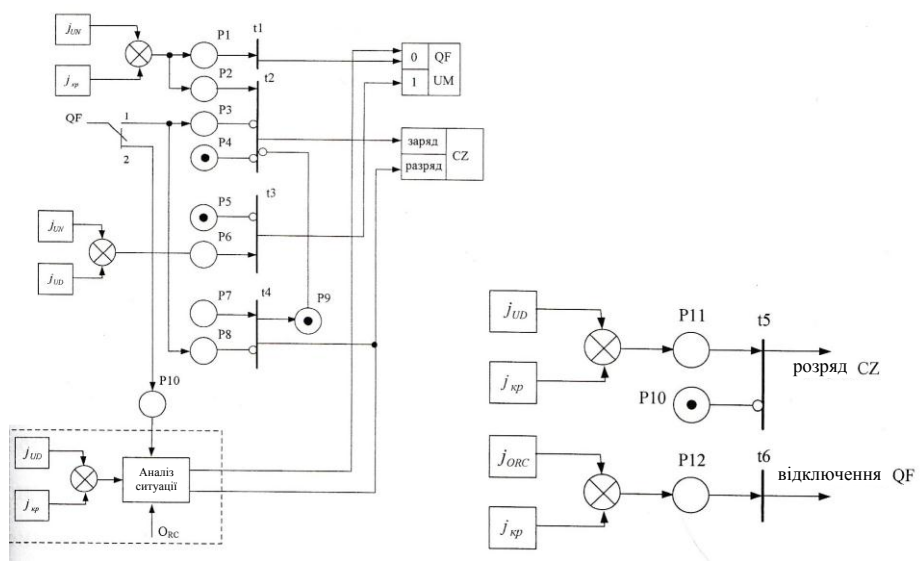


Рисунок 12 – Мережа Петрі захисту:  
 а) при зникненні та відновленні напруги контактної мережі;  
 б) при перенапрузі на конденсаторі вхідного фільтра CZ



# МОДЕЛІ МЕРЕЖ ПЕТРІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕП

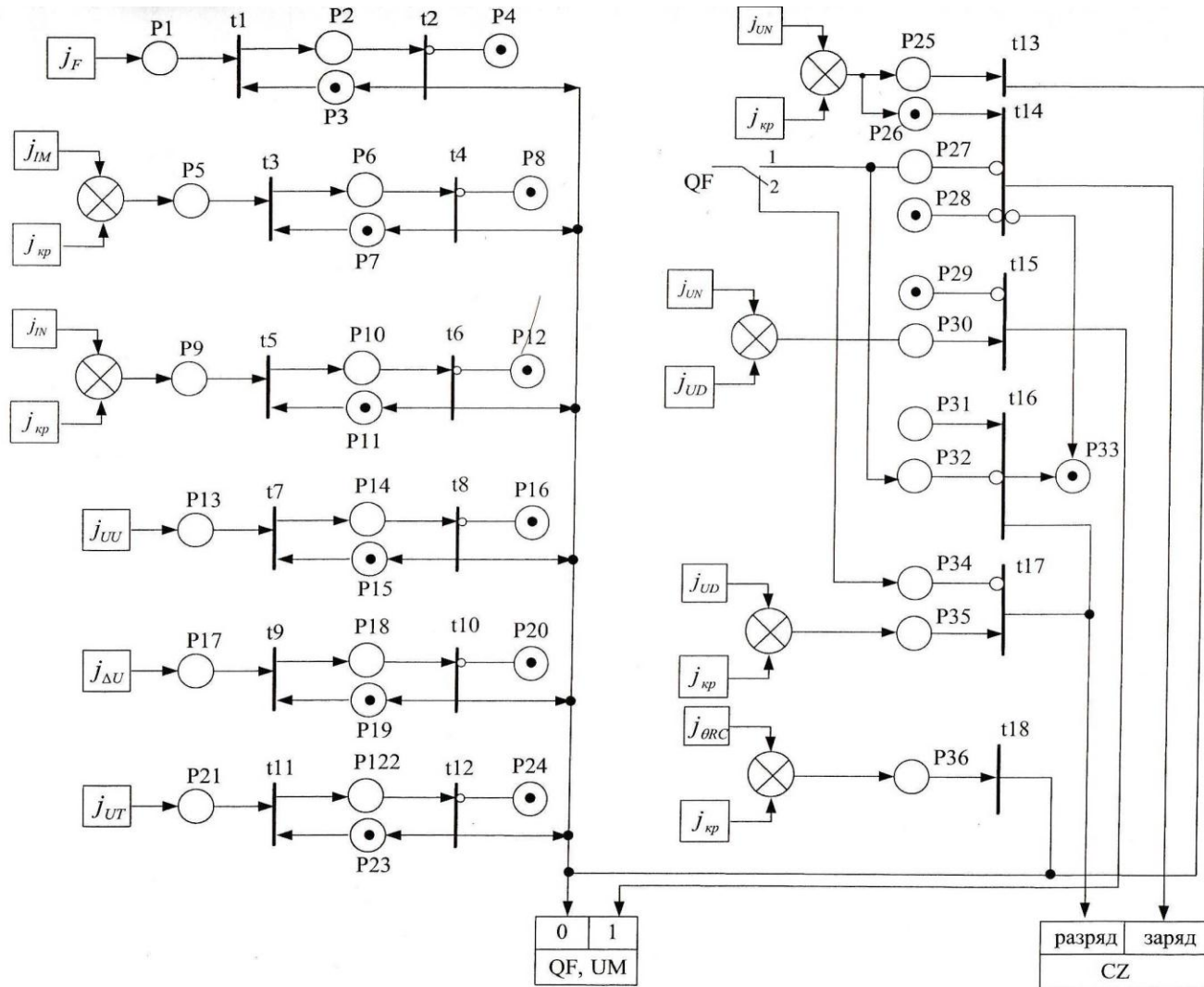


Рисунок 13 – Узагальнена мережа Петрі тягового кола рудникового контактного електровоза

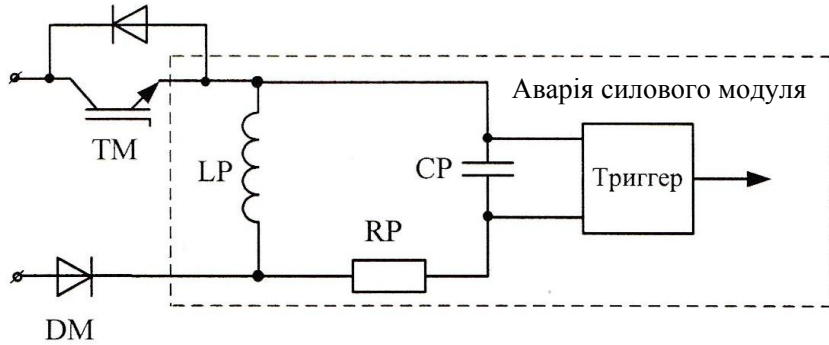


Рисунок 14 – Схема захисту силових модулів тягового перетворювача від перевищень значень рівня струму

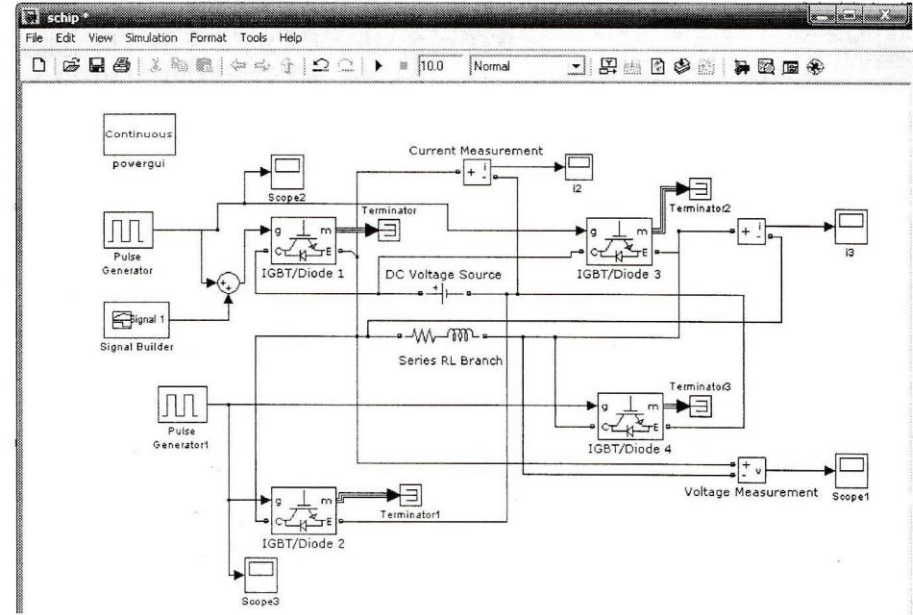


Рисунок 15 – Математична модель ШПТ

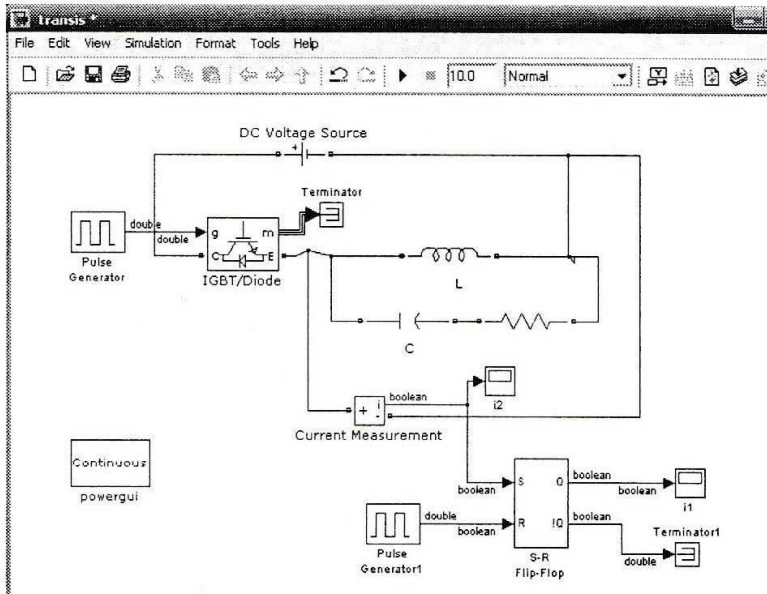


Рисунок 16 – Математична модель схеми захисту транзисторного модуля

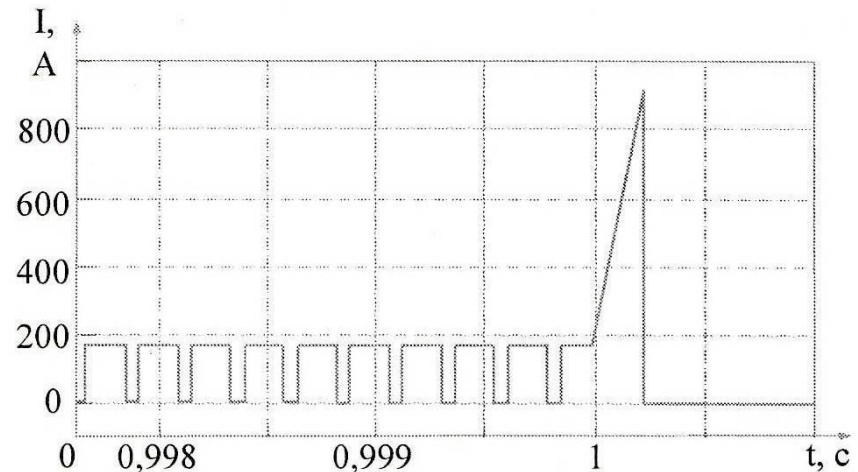


Рисунок 17 – Результати моделювання схеми МСЗ транзисторів

# Пристрій безконтактного контролю і захисту тягових електричних двигунів електровоза від перевищення температури їх нагрівання

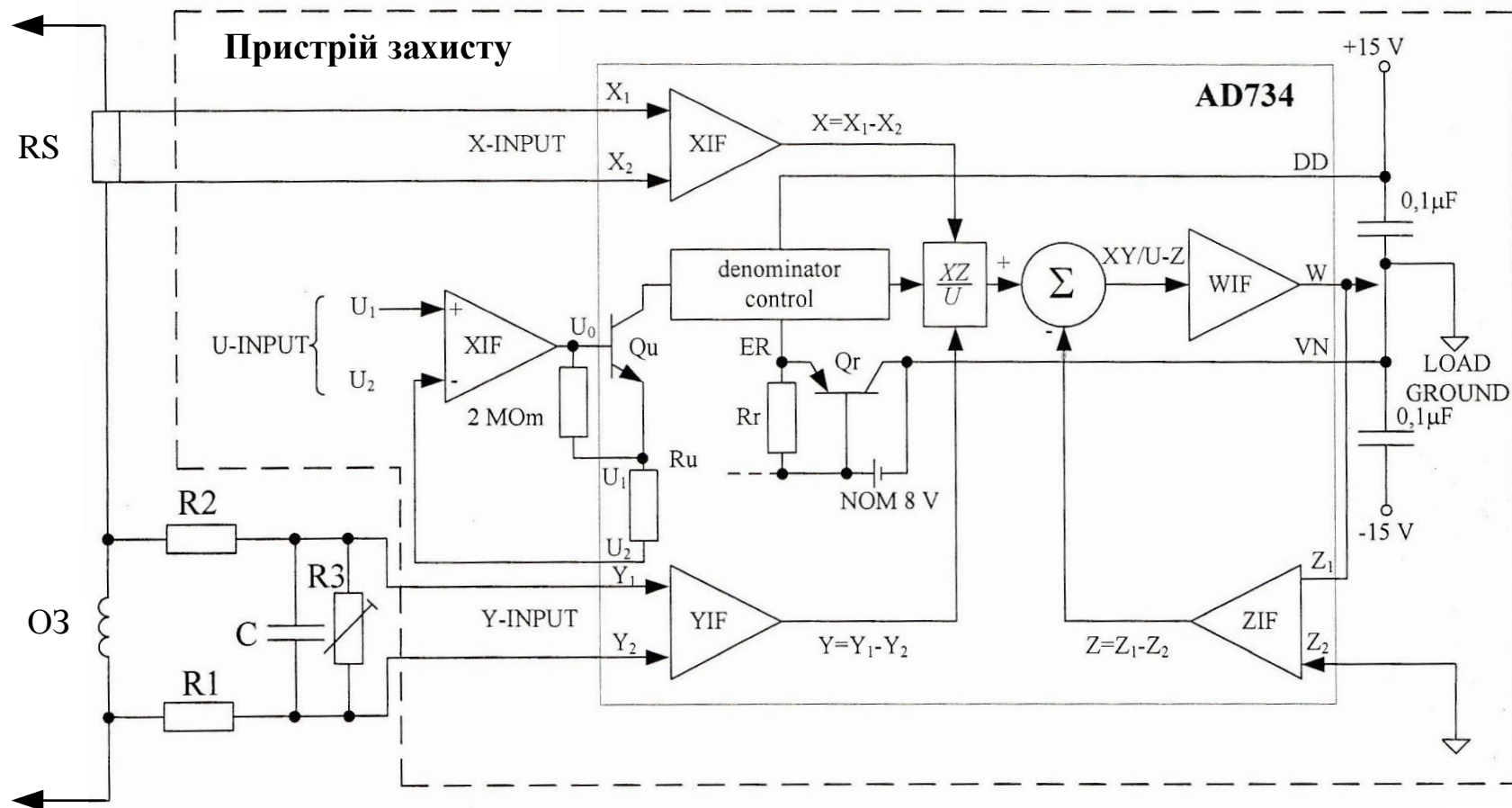


Рисунок 18 – Структурна схема захисту тягового двигуна шахтного електровоза від перегріву

# ЗАСОБИ БЕЗСЕНСОРНОГО КОНТРОЛЮ ШВИДКОСТІ РУХУ

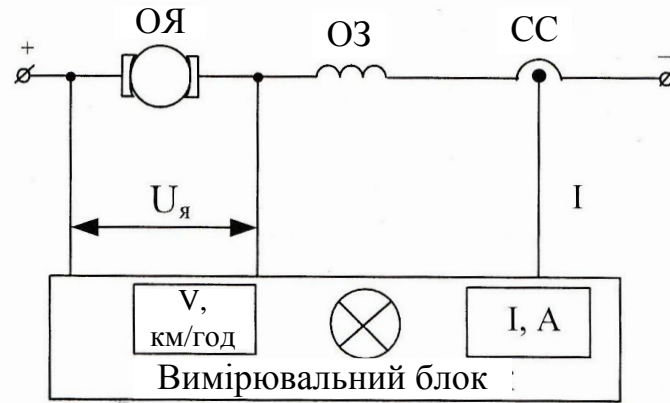


Рисунок 19 – Структурна схема безсенсорного швидкостеміра

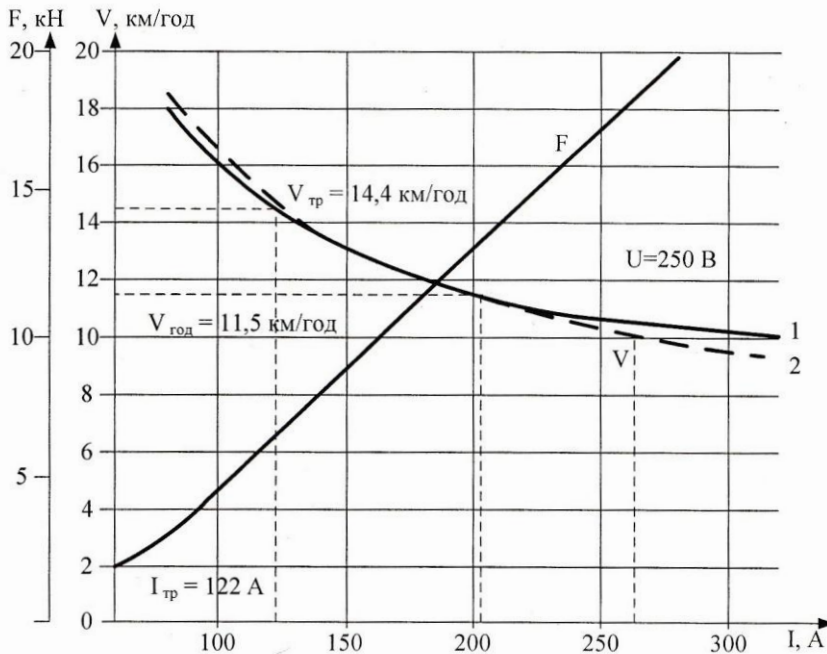


Рисунок 20 – Електромеханічна характеристика тягового двигуна ДТН-45/27 електровоза К14:

а) фактична;

б) розрахована по запропонованій методиці

## Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі на основі виконаних досліджень вирішена актуальна наукова задача підвищення ефективності функціонування тягового електричного привода постійного струму шахтних контактних електровозів шляхом застосування обґрунтованих технічних рішень їх електромеханічної частини з комплексним рівнем електричного захисту та без сенсорною системою контролю температурних та швидкісних режимів функціонування електричних двигунів.

Виконані в магістерській кваліфікаційній роботі дослідження дозволили отримати наступні результати:

1. Виконано обґрунтування системи контролю та захисту елементів тягового електропривода постійного струму рудникових електровозів, зокрема розглянуто нормальні та аварійні режими роботи тягових електромеханічних комплексів рудникових двоосних електровозів, виконано аналіз існуючих методів і засобів підвищення рівня надійності, безпеки та ефективності використання за призначенням електромеханічних комплексів рудникових електровозів, крім того сформовано задачі дослідження магістерської кваліфікаційної роботи.

2. Виконано аналіз існуючих схем технічних рішень та структур ТЕТК на основі імпульсних регуляторів напруги живлення ТЕД, виконано аналіз пошкодження елементів ТЕТК по способам і методам побудови захистів електрообладнання шахтних контактних електровозів при аварійних та нештатних ситуаціях.

3. Розроблена функціональна схема підсистеми захисту від аномальних ситуацій в ТЕП, на базі якої є можливим проведення структурного аналізу системи захисту і електропривода в цілому. Аналіз системи захисту ТЕП постійного струму за допомогою метода мереж Петрі дозволив розробити моделі мереж Петрі окремих каналів підсистем захисту.

4. Синтезовано узагальнену мережу Петрі системи захисту рудникового ТЕТК. Теоретично обґрунтований аналіз розроблених та рекомендованих до застосування структур систем комплексного захисту ТЕП шахтних електровозів за допомогою теорії мереж Петрі підтверджує надійність роботи ТЕП та гарантує його захищеність в аварійних ситуаціях.

5. Запропоновано спосіб безконтактного контролю та захисту ТЕД від недопустимих перевищень рівнів температури в елементах ТЕД без необхідності застосування додаткових сенсорів температури;

6. Запропонована структурна схема швидкостеміра для вимірювання та індикації швидкості руху струмів тягових електричних двигунів, який включає в себе вимірювальний шунт, сенсор струму та вимірювальний блок.

7. Виконано розрахунок економічної ефективності від впровадження системи діагностики та контролю електрообладнання рудникового контактного електровоза постійного струму.

8. Сформульовано основні положення щодо безпечної експлуатації шахтного електровоза в умовах дії шкідливих чинників промислового середовища.