

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ГЕНЕРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

старший викладач Сичова О.В., студент Зеленов Д.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматики і мехатроніки
e-mail: denys.zelenov@nure.ua

Abstract. In the given work an automated system for alternator diagnostic was developed. This system includes special software and hardware for applying full automated diagnostic tests for big amount types of alternators. Hardware includes sensors and special circuits for control outputs. Software includes realization of some industrial protocols and test sequences, indication of main parameters and saving of results.

Вступ. Генераторні установки та генератори змінного струму з кожним роком стають більш комп'ютеризованими приладами. На даний момент вони використовуються на електростанціях різноманітного типу, промислових підприємствах, автотранспорті тощо. З розвитком систем автоматичного керування та моніторингу стало можливим керувати подібними агрегатами більш гнучко та з можливістю розширення функціоналу самих агрегатів.

До параметрів генератора, що регулюються відносять вихідну напругу (відбувається регулювання струму обмотки збудження), різноманітні режими роботи, якщо така можливість є. До параметрів, що зчитуються можна віднести показники різноманітних датчиків, що встановлено в генераторній установці, наприклад: датчики температури, тахометри, аналого-цифрові перетворювачі. Усі ці показники зчитуються та оброблюються блоком керування генератором, якщо такий у конструкції передбачено. Такий блок керування можна підключити до різноманітних промислових мереж та керувати установкою віддалено та гнучко.

Цю можливість можна використовувати задля передачі параметрів на панель оператора чи переключити установку на повністю автоматичний режим.

Метою даного дослідження є рішення задачі створення автоматизованої системи діагностування генераторів різноманітних типів що базується на програмно-апаратному рішенні, що включає у себе перевірку не тільки силової частини генератора, але й перевірки працездатності контролюючого блока, якщо такий присутній.

Основна частина. На практиці застосовуються переважно трифазні ($t = 3$) машини змінного струму. Машини з іншим числом фаз ($t = 2, 6$) використовуються для спеціальних цілей. Однак дія всіх багатофазних машин заснована на принципі обертового магнітного поля, і тому їх теорія є спільною. Однофазні машини змінного струму мають обмеження

трансформаційних змін. Нижче розглядаються трифазні машини змінного струму. Вони підрозділяються на три основні види: синхронні, асинхронні і колекторні. Всі види машин змінного струму розраховуються на роботу при синусоїдальному змінному струмі. У синхронних машинах нормальних типів ротор обертається з такою ж швидкістю і в тому ж напрямку, як і магнітне поле, що обертається. Таким чином, обертання ротора відбувається в такт, або синхронно, з обертовим полем, звідки і походить назва цього виду машин. Синхронні машини використовуються насамперед як генератори, і за незначним винятком на електричних станціях змінного струму встановлюються синхронні генератори. Однак все більш розширюється також застосування синхронних машин в якості двигунів. Ротор асинхронних машин обертається не синхронно, або асинхронно, по відношенню до обертається магнітного поля, що навіть зумовлено назва цих машин. На практиці асинхронні машини використовуються головним чином як двигуни, і переважна кількість застосовуваних у промисловості електричних двигунів є асинхронні. Колекторні машини змінного струму також обертаються не синхронно з магнітним полем, і в цьому сенсі вони є асинхронними машинами. Однак зважаючи на наявність у них колектору та пов'язаних з цим особливостей вони виділяються в окремий вид машин змінного струму. Найбільше застосування колекторні машини знаходять в якості двигунів. Однак їх використання обмежено, і тому найголовнішими видами машин переносного струму є асинхронні і синхронні машини [1].

Для реалізації даного дослідження була побудована апаратна платформа (рис. 1), що реалізує певні спеціальні електричні схеми, що необхідні для обробки показників з різноманітних датчиків, реалізує схеми для працездатності певних цифрових протоколів, має інтерфейс підключення до персонального комп'ютера або сервера.

Завдяки швидкому мікропроцесору STM32H743 стало можливим реалізувати швидке зчитування показань з датчиків та швидку передачу їх до програми керування на персональному комп'ютері.

До параметрів, що зчитуються, відносяться: струм (до 600 А), напруга (до 60 В), частоти та інші. Також присутня можливість керування різноманітними комутаційними приладами, наприклад пускачами, реле тощо.

Програма буде замірювати та зберігати наступні параметри:

- швидкість обертання шківу генератора, при якій він починає утворювати струм;
- затримка старту генератора;
- напруга, яку утворює генератор після старту;
- для «лампових» генераторів: струм, що тече крізь індикаторну лампу на холостих обертах генератора;

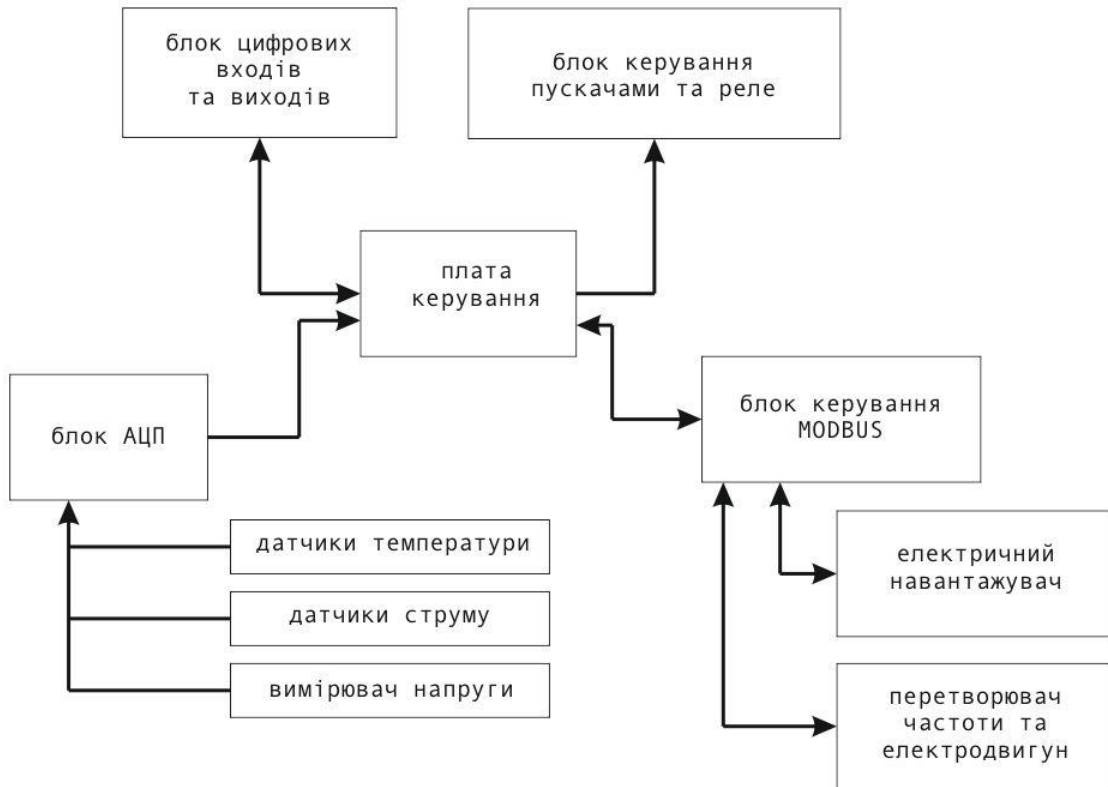


Рисунок 1 – Структурна схема апаратної частини комплексу діагностики

- для «лампових» генераторів: струм, що тече крізь індикаторну лампу при електричному навантаженні генератора;
- потужність холостого ходу – потужності двигуна що необхідна, щоб розкрутити генератор на холостих обертах. Розраховується за формулою:

$$P_{xx} = U_{dxx} * I_{dxx}, \#(1)$$

де U_{dxx} – напруга електродвигуна, що розкручує генератор на холостому ході,

I_{dxx} – струм електродвигуна, що розкручує генератор на холостому ході;

- потужність при максимальному електричному навантаженні – потужність, що необхідна, щоб розкрутити генератор на холостих обертах:

$$P_n = U_{дн} * I_{дн}, \#(2)$$

де $U_{дн}$ – напруга електродвигуна, що розкручує генератор під електричним навантаженням максимальним струмом,

$I_{дн}$ – струм електродвигуна, що розкручує генератор під електричним навантаженням максимальним струмом;
- вихідна потужність – вираховується як різниця потужності холостого ходу та потужності при максимальному електричному навантаженні:

$$P_B = P_H - P_{xx} \quad \#(3)$$

- максимальний постійний струм, що утворюється генератором;
- змінний струм, що утворюється генератором;
- температура генератора.

Для проведення тестів, що зможуть зібрати усі необхідні параметри, було розроблено наступний алгоритм:

1) утворити обертання на шківу генератора (наприклад електродвигуном);

2) поступово збільшувати оберти та замірюючи вихідну напругу отримуємо на якій швидкості обертання генератор збуджується, також замірюємо час, за який генератор почав збудження;

3) після розгону до максимальних можливих обертів замірюємо потужність холостого ходу (1);

4) поступово додаємо електричного навантаження на генератор. В процесі вимірюємо струм та напругу. У певний момент, коли вихідна напруга генератора почне падати – записуємо у цей момент значення струму навантаження, це і буде максимальний струм для цього генератора;

5) утримуючи струм на максимальному для генератора значенні замірюємо потужність генератора за (2);

6) далі можна вирахувати чисту потужність генератора за (3).

7)

Була розроблена програмна реалізація даного алгоритму:

1) запускаємо електродвигун та контролюємо його:

```
int speed;
alternatorManualModel.Devices.CFMDevice.RunCFM();
Thread.Sleep(1000);
for (speed = 400; speed <= 2800; speed += 200)
{
    alternatorManualModel.SetRPMTtoHerzs(speed);
    Thread.Sleep(2000);
    if (token.IsCancellationRequested || TestTask[0].IsCompleted)
    {
        alternatorManualModel.SetRPMTtoHerzs(0);
        break;
    }
}
```

```
    }  
  }  
  alternatorManualModel.SetRPMToHerzs(0);  
  while (CFMDevice.RPMReal != 0) { Thread.Sleep(1); }  
  alternatorManualModel.Devices.CFMDevice.FULLStopCFM();  
  alternatorManualModel.Devices.CFMDevice.RunCFM();
```

- 2) очікуємо, поки генератор не перейде у фазу збудження:

```
while (alternatorManualModel.VariablesModel.BPlusVoltage < voltage)  
{  
  Thread.Sleep(1);  
}
```

- 3) розраховуємо усі необхідні параметри:

```
list.Add("start_speed", speed);  
list.Add("lamp_current_freerun", LampI);  
list.Add("motor_power_freerun", cfm_curr_out * _cfm_voltage_out);  
Thread.Sleep(2000);  
list.Add("voltage_setpoint", Voltage);  
list.Add("dc_current_freerun", Current);  
list.Add("ac_current_freerun", AlternateCurrent);  
list.Add("temperature_freerun", Temperature);
```

Висновки. Таким чином, в даній роботі представлено програмно-апаратний комплекс для діагностики генераторів змінного струму. Цей комплекс має у собі можливість зовнішнього керування генератором змінного струму, його силовими частинами та блоками керування. Завдяки отриманим параметрам можна оцінити які саме дефекти чи несправності мають місце в генераторі.

Список використаних джерел.

1. Устройство и принцип работы генератора [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – Режим доступу : <http://mlab.org.ua/articles/electric/59-electric-generator.html> – 12.10.2020 р.
2. Ветровые электростанции для дома и дачи. Преимущества и недостатки, виды и цены. [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – Режим доступу : <https://uaenergy.com.ua/post/32526/vetrovye-elektrostancii-dlya-doma-i-dachi> - 12.10.2020;
3. Что такое шина LIN [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – Режим доступу : <https://canhacker.ru/шина-lin/что-такое-шина-lin> - 12.10.2020.