

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8204

(13) U

(46) 2012.04.30

(51) МПК

H 02H 6/00 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ОТ ПЕРЕГРЕВА

(21) Номер заявки: u 20110846

(22) 2011.10.31

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(72) Авторы: Зализный Дмитрий Иванович; Широков Олег Геннадьевич; Широков Глеб Олегович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

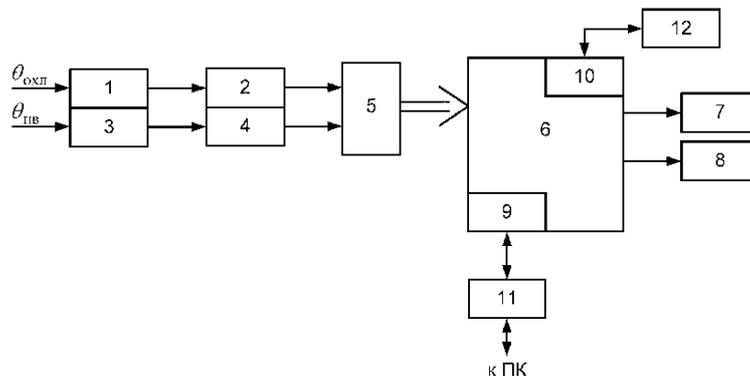
(57)

Устройство защиты силового трансформатора от перегрева, содержащее датчик температуры наружного воздуха, соединенный с входом первого измерительного преобразователя сопротивление-напряжение, выход которого соединен с первым входом аналого-цифрового преобразователя, цифровые выходы которого подключены к соответствующим входам микроконтроллера, соединенного соответствующими выходами с дисплеем, реле управления, преобразователем уровней сигналов и энергонезависимым запоминающим устройством, отличающееся тем, что содержит датчик температуры поверхности бака силового трансформатора, расположенный в верхней части на поверхности бака трансформатора и изолированный от окружающей среды, и второй измерительный преобразователь сопротивление-напряжение, вход которого соединен с датчиком температуры поверхности бака силового трансформатора, а выход соединен со вторым входом аналого-цифрового преобразователя.

(56)

1. Патент США 6424266, МПК G 08B 17/00, 2002.

2. Патент РБ на пол. модель 6428, МПК (2009) H 02H 6/00, 2010.



ВУ 8204 U 2012.04.30

ВУ 8204 U 2012.04.30

Полезная модель относится к области электротехники, а более конкретно - к устройствам защиты, реагирующим на нежелательные отклонения от нормальных неэлектрических рабочих параметров, с использованием тепловых моделей защищаемых устройств. Полезная модель может быть использована на трансформаторных подстанциях открытого или закрытого типа, оснащенных силовыми масляными трансформаторами мощностью от 100 кВА до 100000 кВА, как в энергосистеме, так и в системе электроснабжения промышленных предприятий и гражданских зданий.

Известно устройство для тепловой защиты электрического силового трансформатора [1], содержащее датчик температуры наружного воздуха, соединенный с измерительным преобразователем сопротивление-напряжение, и датчик тока обмотки трансформатора, соединенный с измерительным преобразователем ток-напряжение. Оба измерительных преобразователя выходами соединены с входами аналого-цифрового преобразователя (АЦП), цифровые выходы которого соединены с цифровыми входами микроконтроллера. Результаты измерения отображаются на дисплее. Устройство снабжено цифровым реле для управления системами защиты и автоматики силового трансформатора.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является устройство защиты силового трансформатора от перегрева [2], содержащее датчик температуры наружного воздуха, соединенный с входом первого измерительного преобразователя сопротивление-напряжение, выход которого соединен с первым входом аналого-цифрового преобразователя, цифровые выходы которого подключены к соответствующим входам микроконтроллера, соединенного соответствующими выходами с дисплеем, реле управления, преобразователем уровней сигналов и энергонезависимым запоминающим устройством. Устройство также содержит три датчика токов, включенные на стороне низкого напряжения трансформатора, соединенные с входами соответствующих измерительных преобразователей ток-напряжение, при этом выходы всех измерительных преобразователей подключены к входам аналого-цифрового преобразователя, а также содержит датчик температуры внутренней охлаждающей среды, три датчика температуры обмоток низкого напряжения трансформатора и датчик температуры магнитопровода, каждый из которых соединен с входом соответствующего измерительного преобразователя сопротивление-напряжение. Для подключения и запуска в работу устройства требуется временное отключение силового трансформатора от сети.

Задачей заявляемой полезной модели является разработка устройства, обеспечивающего защиту силового трансформатора от перегрева его основных элементов - обмотки, масла и магнитопровода - и не требующего временного отключения силового трансформатора от сети.

Поставленная задача достигается тем, что известное устройство, содержащее датчик температуры наружного воздуха, соединенный с входом первого измерительного преобразователя сопротивление-напряжение, выход которого соединен с первым входом аналого-цифрового преобразователя, цифровые выходы которого подключены к соответствующим входам микроконтроллера, соединенного соответствующими выходами с дисплеем, реле управления, преобразователем уровней сигналов и энергонезависимым запоминающим устройством, согласно полезной модели дополнительно содержит датчик температуры поверхности бака силового трансформатора и второй измерительный преобразователь сопротивление-напряжение, вход которого соединен с датчиком температуры поверхности бака силового трансформатора, а выход соединен со вторым входом аналого-цифрового преобразователя. При этом датчик температуры поверхности бака силового трансформатора расположен в верхней части на поверхности бака трансформатора и изолирован от окружающей среды.

Введение датчика температуры поверхности бака силового трансформатора позволяет косвенным методом на основе математической модели тепловых процессов рассчитывать температуры наиболее нагретых точек обмоток, магнитопровода и масла силового транс-

форматора, и, сравнивая их значения с максимально допустимыми значениями, выявлять перегрев соответствующих элементов силового трансформатора, а также не требует временного отключения силового трансформатора от сети.

На фигуре показана функциональная схема заявляемого устройства.

Согласно приведенной функциональной схеме, заявляемая полезная модель содержит датчик температуры наружного воздуха 1, подключенный к входу первого измерительного преобразователя сопротивление-напряжение 2 и датчик температуры поверхности бака силового трансформатора 3, подключенный к входу второго измерительного преобразователя сопротивление-напряжение 4. Выходы первого и второго измерительных преобразователей сопротивление-напряжение соединены, соответственно, с первым и вторым входами аналого-цифрового преобразователя 5, цифровые выходы которого подключены к соответствующим входам микроконтроллера 6. Цифровые выходы микроконтроллера 6 соединены с дисплеем 7 и реле управления 8. Интерфейсные выходы 9 и 10 микроконтроллера 6 соединены, соответственно, с входами преобразователя уровней сигналов 11 и энергонезависимым запоминающим устройством 12.

Полезная модель работает следующим образом. Микроконтроллер 6 выполняет функцию системы сбора информации и вычислительного модуля. С помощью датчика температуры наружного воздуха 1 осуществляется измерение температуры наружного воздуха $\theta_{\text{охл}}$. С помощью датчика температуры поверхности бака силового трансформатора 3 осуществляется измерение температуры поверхности бака силового трансформатора $\theta_{\text{пв}}$. Измеренные величины через измерительные преобразователи 2, 4 поступают на входы аналого-цифрового преобразователя 5, преобразующего значения измеряемых величин в пропорциональный двоичный код и передающего этот код в микроконтроллер 6. Значения измеренных величин микроконтроллер отображает на дисплее 7, сохраняет в энергонезависимом запоминающем устройстве 12 и при необходимости передает в компьютер через преобразователь уровней сигналов 11.

Программное обеспечение микроконтроллера функционирует на основе математической модели тепловых процессов силового трансформатора [2], рассчитывая в режиме реального времени, например, температуру наиболее нагретой точки обмотки $\theta_{\text{ннт}}$ трансформатора по алгоритму:

$$\begin{cases} (\theta_{\text{ннт}})_i = \sum_{j=1}^4 ((\vartheta_{\text{н.ннт}})_{i,j} + (\vartheta_{\text{охл.ннт}})_{i,j}) + \vartheta_{\text{хх.ннт}}; \\ (\vartheta_{\text{н.ннт}})_{i,j} = (b_{\text{ннт}})_j \cdot (K_{\text{н}})_i^2 + [(\vartheta_{\text{н.ннт}})_{i-1,j} - (b_{\text{ннт}})_j \cdot (K_{\text{н}})_i^2] \cdot e^{-\frac{\Delta t}{\tau_j}}; \\ (\vartheta_{\text{охл.ннт}})_{i,j} = (d_{\text{ннт}})_j \cdot (\theta_{\text{охл}})_i + [(\vartheta_{\text{охл.ннт}})_{i-1,j} - (d_{\text{ннт}})_j \cdot (\theta_{\text{охл}})_i] \cdot e^{-\frac{\Delta t}{\tau_j}}, \end{cases} \quad (1)$$

где i - номер интервала расчета;

j - номер экспоненциальной составляющей;

$\vartheta_{\text{н.ннт}}$, $\vartheta_{\text{охл.ннт}}$ и $\vartheta_{\text{хх.ннт}}$ - соответственно, составляющие температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора от нагрузочных потерь, от температуры наружного воздуха (внешней охлаждающей среды) и от потерь холостого хода трансформатора;

$b_{\text{ннт}}$ - коэффициенты при экспоненциальных составляющих для величины $\vartheta_{\text{н.ннт}}$;

$d_{\text{ннт}}$ - коэффициенты при экспоненциальных составляющих для величины $\vartheta_{\text{охл.ннт}}$;

$K_{\text{н}}$ - коэффициент нагрузки трансформатора;

τ_j - тепловые постоянные времени;

Δt - период дискретизации.

В алгоритме (1) величины $b_{\text{ннт}}$, $d_{\text{ннт}}$ и τ_j рассчитываются на основе паспортных данных силового трансформатора. Величина $\theta_{\text{охл}}$ непосредственно измеряется. Незвестны-

ми являются значения коэффициента нагрузки K_H . Их можно найти, зная измеренные значения температуры поверхности бака трансформатора $\theta_{ПВ}$. Для этого необходимо записать алгоритм расчета температуры $\theta_{ПВ}$, аналогичный алгоритму (1), и выразить значения K_H . В результате получим:

$$(K_H)_i = \sqrt{\frac{(\theta_{ПВ})_i - \sum_{j=1}^4 (\vartheta_{H.ПВ})_{i-1,j} - \sum_{j=1}^4 (\vartheta_{OХЛ.ПВ})_{i,j} - \vartheta_{ХХ.ПВ}}{(b_{ПВ})_j \cdot \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau_j}}\right)}}, \quad (2)$$

где $\vartheta_{H.ПВ}$, $\vartheta_{OХЛ.ПВ}$ и $\vartheta_{ХХ.ПВ}$ - соответственно, составляющие температуры поверхности бака трансформатора от нагрузочных потерь, от температуры наружного воздуха (внешней охлаждающей среды) и от потерь холостого хода трансформатора;

$b_{ПВ}$ - коэффициенты при экспоненциальных составляющих для величины $\vartheta_{H.ПВ}$.

Решая совместно системы (2) и (1), программное обеспечение устройства рассчитывает температуру наиболее нагретой точки обмотки силового трансформатора. Расчет для температуры магнитопровода и температуры масла трансформатора также выполняется при совместном решении систем (2) и (1), только коэффициенты b и d в соотношениях (1) будут иметь значения, соответствующие тепловым параметрам магнитопровода или масла силового трансформатора. Рассчитанные значения температур записываются в энергонезависимое запоминающее устройство 12 и впоследствии могут быть переданы в компьютер.

Сравнивая рассчитанные значения температур с максимально допустимыми значениями, устройство выявляет перегрев трансформатора, выдавая сигнал включения на реле управления 8, которое затем воздействует на цепи защиты и автоматики силового трансформатора.

Таким образом, в отличие от устройства-аналога, заявляемая полезная модель осуществляет защиту силового трансформатора от перегрева его основных элементов и не требует временного отключения силового трансформатора от сети.