



(51) МПК

H02H 7/04 (2006.01)*H02H 9/06* (2006.01)*G05F 1/567* (2006.01)*G05F 1/569* (2006.01)*G05F 1/573* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011128356/07, 08.12.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.12.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
09.12.2008 GB 0822404.0

(45) Опубликовано: 10.11.2012 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2245574 C1, 27.01.2005. RU 2040850 C1,
25.07.1995. RU 30471 U1, 27.06.2003. SU
1325444 A1, 23.07.1987. GB 2298326 A,
28.08.1996. US 4951168 A, 21.08.1990. US
2007086223 A1, 19.04.2007. FR 2662557 A1,
29.11.1991. JP 2004304973 A, 28.10.2004. EP
1913454 A1, 23.04.2008.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 11.07.2011(86) Заявка РСТ:
GB 2009/051661 (08.12.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/067104 (17.06.2010)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364

(72) Автор(ы):

**ДЖУБИ Ли (GB),
РАЙЛИ Филип М. (GB),
МЭНГАН Стефен (GB)**

(73) Патентообладатель(и):

**ЭНЕРДЖЕТИКС ВОЛТИДЖ КОНТРОЛ
ЛИМИТЕД (GB)****(54) ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРУЗОК УСТРОЙСТВА, ПОНИЖАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЕ**

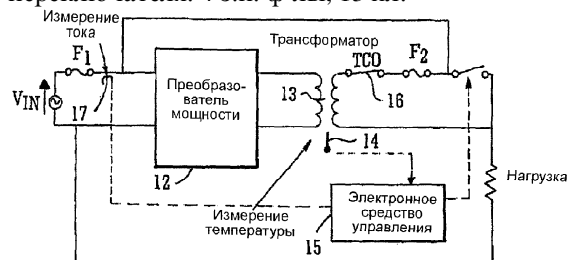
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для понижения напряжения электрического источника питания переменного тока для нагрузки с целью эффективного использования энергии. Техническим результатом является обеспечение системы, посредством которой трансформатор может быть шунтирован для исключения перегрева, предотвращения разрушения трансформатора и снижения потенциального риска пожара. Система для

понижения напряжения электрического источника питания переменного тока для нагрузки с целью повышения эффективности энергии содержит трансформатор и преобразователь мощности, подключенный в цепь между электрическим источником переменного тока и нагрузкой, и шунтирующий переключатель S, который обеспечивает выключение трансформатора из цепи и который соединяет электрический источник питания с нагрузкой в случае постоянной перегрузки трансформатора.

Система включает в себя средство (14) для измерения температуры трансформатора, средство (17) для измерения электрического тока в цепи и средство (15) управления, принимающее сигналы от датчиков (14, 17), и для управления шунтирующим переключателем S, для шунтирования трансформатора и обеспечения для него возможности его охлаждения. Плавкий предохранитель F_2 и устройство (16) теплового размыкания подключены в цепь вторичной обмотки трансформатора как

предохранительное средство для прерывания подачи питания в трансформатор в случае отказа в работе шунтирующего переключателя. 4 з.п. ф-лы, 13 ил.



Фиг. 11



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

H02H 7/04 (2006.01)*H02H* 9/06 (2006.01)*G05F* 1/567 (2006.01)*G05F* 1/569 (2006.01)*G05F* 1/573 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011128356/07, 08.12.2009

(24) Effective date for property rights:
08.12.2009

Priority:

(30) Convention priority:
09.12.2008 GB 0822404.0

(45) Date of publication: 10.11.2012 Bull. 31

(85) Commencement of national phase: 11.07.2011

(86) PCT application:
GB 2009/051661 (08.12.2009)(87) PCT publication:
WO 2010/067104 (17.06.2010)

Mail address:

129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364

(72) Inventor(s):

DZhUBI Li (GB),
RAJLI Filip M. (GB),
MEhNGAN Stefen (GB)

(73) Proprietor(s):

EhNERDZhETIKS VOLTIDZh KONTROL
LIMITED (GB)(54) **OVERLOAD PROTECTION OF VOLTAGE-REDUCING DEVICE**

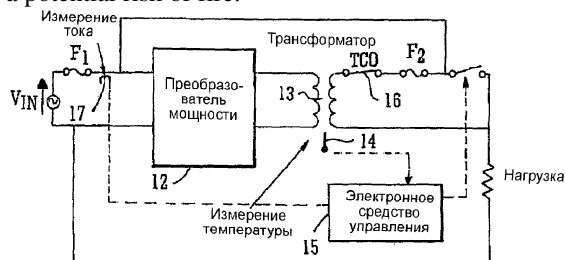
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: system for reduction of voltage in an electric source of AC power supply for a load with the purpose to increase energy efficiency comprises a transformer and a power converter connected into a circuit between the electric source of AC supply and the load, and a shunting switch S, which provides for transformer disconnection from the circuit and which connects the electric source of supply with the load in case of continuous overload of the transformer. The system comprises a facility (14) to measure transformer temperature, a facility (17) to measure current in the circuit and a control facility (15), receiving signals from sensors (14, 17) and for control of the shunting switch S, to shunt the transformer and make it possible for it to be cooled down. A safety fuse F₂ and a device (16) of thermal

opening are connected into the circuit of the secondary winding of the transformer, as a safety device for interrupting of power supply into the transformer, if there is a failure in operation of the shunting switch.

EFFECT: provision of a system, by means of which the transformer may be shunted to eliminate heating, prevent damage of a transformer and reduce a potential risk of fire.



Фиг. 11

Область техники

Данное изобретение относится к системе для понижения напряжения электрического источника питания переменного тока для нагрузки с целью эффективного использования энергии.

Предшествующий уровень техники

Как известно, понижение электрического напряжения, прикладываемого к нагрузке, снижает энергию, получаемую этой нагрузкой. Такая система включает в себя трансформатор. Однако в домашних или в малых коммерческих вариантах применения желательно свести к минимуму стоимость такого трансформатора для повышения эффективности потребления энергии при поддержании низкой базовой стоимости для системы в целом.

Известно, что средняя или базовая нагрузка в домашних или в малых коммерческих вариантах применения обычно очень низкая, но в ней возникают пики, когда нагрузка получает в течение коротких периодов времени высокие уровни тока. В таких вариантах применения желательно использовать трансформатор с номинальной непрерывной нагрузкой, соответствующей средней или базовой нагрузке объекта, но который может затем работать в пределах его тепловой номинальной нагрузки в условиях перегрузки в течение очень коротких периодов без чрезмерного перегрева обмоток трансформатора в такой степени, которая может привести к разрушению трансформатора. Кроме того, возникают случаи, когда нагрузка на объекте превышает как непрерывную номинальную нагрузку, так и кратковременную максимальную нагрузку трансформатора, и в этих обстоятельствах стоит задача обеспечить систему, чтобы все же использовать трансформатор с низкой стоимостью.

Краткое изложение существа изобретения

Задачей настоящего изобретения является обеспечение системы, посредством которой трансформатор может быть шунтирован для исключения перегрева.

Другая задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предоставить такую систему с предохранительным средством для предотвращения разрушения трансформатора и снижения потенциального риска пожара в случае неисправности шунта.

В соответствии с настоящим изобретением предусмотрена система для понижения напряжения электрического источника питания переменного тока для нагрузки с целью эффективного использования энергии, причем система содержит:

а) трансформатор, имеющий первичную и вторичную обмотки в цепи между электрическим источником питания переменного тока и нагрузкой, и

б) шунтирующее средство, обеспечивающее отключение трансформатора от цепи для непосредственного подключения электрического источника питания к нагрузке в случае заранее определенной перегрузки трансформатора;

причем система отличается тем, что

с) шунтирующее средство содержит:

i) шунтирующий переключатель для отведения подаваемого питания непосредственно в нагрузку,

ii) средство для определения температуры трансформатора,

iii) средство для измерения электрического тока через нагрузку,

iv) средство управления для приема сигналов из средства определения температуры и из средства для измерения тока, предназначенное для управления шунтирующим переключателем при максимальном заранее определенном уровне одного из или обоих из температуры и тока; и тем, что данная система дополнительно содержит:

d) предохранительное средство для прерывания тока через вторичную обмотку трансформатора в случае отказа в работе шунтирующего переключателя при любом одном из заранее определенных максимальных уровней, причем предохранительное средство включает в себя:

i) устройство теплового размыкания, соединенное со вторичной обмоткой трансформатора и выполненное с возможностью прерывания соединения вторичной обмотки трансформатора с источником питания при заранее определенной повышенной температуре трансформатора после заранее определенного периода времени; и

ii) плавкий предохранитель, последовательно соединенный с источником питания и устройством теплового размыкания и выполненный с возможностью прерывания соединения вторичной обмотки трансформатора с источником питания при заранее определенном повышенном уровне тока ниже номинального значения максимального тока устройства теплового размыкания.

Электрический источник питания может быть подключен к вторичной обмотке трансформатора.

Можно предотвратить ложное прерывание тока плавким предохранителем с помощью средства измерения тока, которое выполнено с возможностью управлять через средство управления шунтирующим переключателем при уровне тока ниже номинального значения максимального тока плавкого предохранителя. Таким образом, в то время как плавкий предохранитель имеет более низкий номинал, чем максимально разрешенный ток в нагрузке, если система работает правильно, она будет изолирована от нагрузки во время пикового тока при нормальной работе шунтирующего переключателя. Она имеет такой более низкий номинал для защиты устройства теплового размыкания, которое предназначено для размыкания только при продолжительном возрастании высокой температуры вторичной обмотки, причем эта высокая температура не всегда может быть достигнута, несмотря на то, что номинальное значение максимального тока устройства размыкания будет превышено. Однако данная компоновка обеспечивает возможность использования плавкого предохранителя, номинал которого превышает нагрузку по току, что, в случае продолжительного режима, приведет к повышению температуры вторичной обмотки, в случае если шунтирующий переключатель не сработает, выше температуры размыкания устройства теплового размыкания. Таким образом, устройство теплового размыкания и плавкий предохранитель работают совместно друг с другом, защищая вторичную обмотку, в случае когда шунтирующий переключатель не сработает.

Термин "плавкий предохранитель", используемый здесь, включает в себя любой прерыватель цепи, который имеет такие же или аналогичные характеристики, как и у резистивного плавкого предохранителя, то есть такой, который срабатывает быстро при высоком токе перегрузки или, в конечном итоге, после продолжительного более низкого тока перегрузки.

Плавкий предохранитель источника питания может быть подключен между источником питания и нагрузкой и выполнен с возможностью защиты нагрузки в случае шунтирования трансформатора.

Преобразователь мощности может быть подключен между электрическим источником питания и первичной обмоткой трансформатора.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется описанием предпочтительных вариантов воплощения со ссылками на сопроводительные чертежи, на которых:

фиг.1 изображает схему простого и известного устройства защиты трансформатора;
фиг.2 изображает схему улучшенного, но известного устройства защиты

трансформатора;

фиг.3 изображает схему, представляющую использование трансформатора для
5 регулирования напряжения;

фиг.4 изображает схему улучшенного устройства защиты трансформатора, в
которое встроено управление температурой;

фиг.5 изображает схему дополнительно улучшенного устройства относительно
10 фиг.4;

фиг.6 изображает диаграмму, представляющую тепловые характеристики
трансформатора;

фиг.7 изображает диаграмму, аналогичную фиг.6, представляющую тепловые
15 характеристики трансформатора с защитой плавким предохранителем по сравнению с
данным примером;

фиг.8 аналогична фиг.7 в отношении другого заданного примера;

фиг.9 изображает схему устройства, обеспечивающего тепловую защиту
трансформатора;

фиг.10 изображает диаграмму, представляющую ограничения такой тепловой
20 защиты;

фиг.11 изображает схему трансформатора регулирования напряжения в цепи между
электрическим источником питания и нагрузкой, включающую в себя вариант
осуществления изобретения;

фиг.12 изображает диаграмму, иллюстрирующую характеристики защиты
25 трансформатора в цепи по фиг.11; и

фиг.13 изображает диаграмму, представляющую комбинированную защиту
трансформатора в цепи по фиг.11.

Описание предпочтительных вариантов воплощения изобретения

Трансформаторы, используемые для изменения величины напряжения в системе
электропитания переменного тока, обычно выбираются, и они работают в пределах
своей непрерывной номинальной мощности для предотвращения их перегрева и
отказа, который может привести к риску пожара. В таких установках цепь обычно
35 защищена от избыточного тока и короткого замыкания с помощью плавкого
предохранителя 10 (фиг.1).

В некоторых случаях трансформаторы используют в цепях, работающих за
пределами непрерывных номинальных значений, но в случае, когда рабочие режимы и
40 условия окружающей среды известны. Во время работы за пределами непрерывных
номинальных значений подразумевается, что трансформатор нагревается и
продолжает нагреваться. Тепловое равновесие не может быть достигнуто в этих
случаях, но отказ трансформатора не произойдет, если перегрузка не будет
постоянной по времени до точки, когда температура приведет к отказу
45 трансформатора. В этих случаях защита трансформатора осуществляется с помощью
прерывателя цепи или плавкого предохранителя с характеристикой тепловой
перегрузки и характеристикой короткого замыкания. Характеристики прерывателя
цепи или плавкого предохранителя должны гарантировать прерывание подачи
питания, до того как тепловой предел трансформатора будет превышен.

Если рабочий режим трансформатора или условия окружающей среды не могут
быть определены и гарантированы, тогда трансформатор не может работать за
пределами его непрерывного номинального значения без дополнительной тепловой

защиты. В малых трансформаторах такая дополнительная тепловая защита часто воплощена как простой биметаллический прерыватель типа теплового размыкания (ТСО, ТТР), который последовательно подключен с первичной обмоткой трансформатора, обычно с обмоткой с более низким током. В более крупных трансформаторах, работающих с большим током, такая дополнительная тепловая защита может быть достигнута с использованием теплового монитора, который дистанционно инициирует прерыватель цепи, установленный в источнике питания. Такая компоновка иллюстрируется на фиг.2, где устройство прерывателя типа теплового выключателя иллюстрируется позицией 11 и включено последовательно с плавким предохранителем 10 в цепи первичной обмотки трансформатора. В этом случае, если температура теплового выключателя достигнет температуры прерывания, тогда ТСО прерывает подачу питания в первичную обмотку трансформатора.

В системе для понижения напряжения электрического источника питания переменного тока для нагрузки с целью эффективного использования энергии трансформатор используют для генерирования противофазного напряжения и применяют в преобразователе энергии для простого регулирования напряжения в цепи, как показано на фиг.3. В этой цепи электрический ток, подаваемый в нагрузку из источника V_{IN} переменного тока, подают в нагрузку через вторичную обмотку V_s трансформатора. Преобразователь 12 мощности включен в цепь с первичной обмоткой V_p . Напряжение, вырабатываемое во вторичной обмотке V_s , пропорционально напряжению, подаваемому в первичную обмотку V_p , и вырабатываемое напряжение V_s известно как противофазное напряжение питания и поэтому вычитается из него. Электрическая нагрузка поэтому принимает напряжение V_L , которое равно напряжению V_{IN} питания минус величина вторичного напряжения V_s . Это дополнительно поясняется в следующем примере.

Предположим, что напряжение питания равно 250 В и используется трансформатор с соотношением витков 10:1, тогда напряжение на вторичной обмотке V_s составит 25 В. Преобразователь мощности можно использовать для изменения напряжения, подаваемого на первичную обмотку от 0 В до 250 В. Преимущество такой цепи состоит в том, что номинальная мощность преобразователя мощности и трансформатора может быть значительно меньше, чем номинальная мощность нагрузки. Фактическую номинальную мощность устанавливают по соотношению витков трансформатора, то есть для соотношения 10:1, номинальная мощность преобразователя мощности и трансформатора должна составлять только 10%. В цепи, показанной на фиг.3, защита от перегрузки и короткого замыкания достигается с помощью плавкого предохранителя F_1 .

Цепь регулирования напряжения, такая как показана на фиг.3, может использоваться в быту для повышения эффективности энергии. Режим нагрузки такого объекта должен показывать протяженные периоды очень низкой нагрузки с нечастыми случаями высоких пиковых нагрузок короткой длительности. В таком случае достигаемая пиковая нагрузка намного выше, чем средняя нагрузка на объекте. Предлагается, что такая цепь может быть рассчитана на среднюю нагрузку, потребляемую объектом, и выполнена с возможностью работы в условиях перегрузки в течение коротких периодов времени по время высоких пиков мощности. Такая цепь может включать в себя устройство шунтирования с тепловым управлением, которое обеспечивает шунтирование электроэнергии мимо цепи регулирования напряжения, если будет достигнут тепловой предел такой цепи. Такая система описана в патенте EP 1913454.

На фиг.4 схема включает в себя шунтирующий переключатель S с тепловым управлением. В этой схеме преобразователь 12 мощности и трансформатор 13 рассчитаны на среднюю нагрузку, ожидаемую в системе. Предусмотрен датчик 14 температуры, который постоянно или с перерывами измеряет температуру трансформатора. Сигнал подают из датчика 14 в электронное устройство 15 управления, которое при достижении определенной температуры выводит сигнал для замыкания переключателя S, подключая, таким образом, нагрузку непосредственно к источнику питания через плавкий предохранитель F_1 .

Хотя система, показанная на фиг.4, защищает трансформатор от чрезмерно высокой температуры, поддерживаемой в течение определенного периода времени, существует риск того, что шунтирующий переключатель S или любое другое, дистанционно управляемое устройство теплового размыкания может отказать, и при этом трансформатор не будет защищен и может достичь температуры, при которой произойдет его отказ и, возможно, возникнет риск пожара. Национальное или международное законодательство может определить такой риск как не приемлемый.

В такой системе плавкий предохранитель F_1 не обеспечивает адекватную защиту для преобразователя мощности и трансформатора, поскольку он должен быть рассчитан на максимально возможную пиковую нагрузку, ожидаемую на данном объекте.

Рассмотрим теперь фиг.5, дополнительный плавкий предохранитель F_2 может быть подключен последовательно с источником к трансформатору и имеет более низкий номинальный ток, чем у плавкого предохранителя F_1 . Действительно, плавкий предохранитель F_2 может быть выбран с номинальным значением размыкания, равным постоянному номинальному значению трансформатора, и должен быть подключен последовательно со вторичной обмоткой для прерывания электрического тока, протекающего в нагрузку через трансформатор. Плавкий предохранитель, подключенный последовательно с первичной обмоткой, не будет прерывать электрический ток через вторичную обмотку. Однако нельзя выбирать плавкий предохранитель, который соответствует характеристикам трансформатора, поскольку эти характеристики изменяются в зависимости от условий нагрузки. Типичные тепловые характеристики трансформатора иллюстрируются на фиг.6, где непрерывное номинальное значение трансформатора при 10 А может поддерживаться бесконечно, но в области выше определенного тока выполняют шунтирование трансформатора через соответствующий период времени. Это лучше всего описано в следующих примерах.

Предположим, что окружающая температура составляет 20°C , трансформатор с постоянно установившейся температурой 60°C при максимальной нагрузке может иметь максимальную рабочую температуру 100°C в случае перегрузки. Если трансформатор проработал в отсутствие нагрузки в течение нескольких часов, температура трансформатора будет равна температуре окружающей среды, то есть 20°C . Предположим, что нагрузка, в два раза превышающая непрерывное номинальное значение трансформатора, будет приложена, и он нагреется со скоростью, определяемой его тепловой массой. При этом желательно, чтобы трансформатор работал при таких условиях перегрузки до тех пор, пока температура не увеличится от 80°C до 100°C . В нормальных условиях работы электронное средство 15 управления по фиг.4 детектирует температуру 100°C и замыкает шунтирующий переключатель S так, чтобы нагрузка на трансформаторе уменьшилась, обеспечивая для трансформатора возможность охладиться. В случае

отказа обходного переключателя S плавкий предохранитель F_2 защитит трансформатор от условий непрерывной перегрузки. Это иллюстрируется на фиг.7, где плавкий предохранитель F_2 выбран для защиты от перегрузки до того, как будет превышен тепловой предел трансформатора. Например, плавкий предохранитель F_2 срабатывает, скажем, при 30 А через 0,1 секунду или при 20 А после 100 секунд работы.

В другом примере трансформатор мог проработать при максимальной непрерывной нагрузке в течение нескольких часов, и температура трансформатора достигла 60° С. Если будет приложена нагрузка, в два раза превышающая непрерывное номинальное значение трансформатора, то трансформатор будет нагреваться со скоростью, диктуемой его тепловой массой, и будет работать в условиях перегрузки, пока его температура не повысится, в данном случае, от 40° С до 100° С. При нормальной работе электронное средство 15 управления детектирует температуру 100° С и замыкает шунтирующий переключатель S, и снова, после замыкания переключателя, нагрузка трансформатора отключается, и он может охладиться. Однако в таком случае трансформатор достигает 100° С за половину времени по сравнению с предыдущим примером из-за более высокой исходной температуры 60°С вместо окружающей температуры 20° С.

Это условие иллюстрируется на фиг.8, где показан период, превышающий 100 секунд, в течение которого плавкий предохранитель F_2 не прерывает подачу питания и, таким образом, требуется плавкий предохранитель с более быстрой характеристикой срабатывания. Данный пример показывает, как простой плавкий предохранитель не может обеспечить тепловую защиту для трансформатора.

Рассмотрим теперь фиг.9, в качестве альтернативного способа защиты трансформатора, непосредственно подключенное устройство 16 теплового размыкания (ТСО) может быть последовательно подключено к вторичной обмотке трансформатора и прерывает электрический ток, если температура трансформатора превышает заранее установленную температуру, которая может быть установлена более высокой, чем для нормального теплового управления шунтирующим переключателем S, но как температура, находящаяся в пределах безопасных ограничений.

Как описано выше со ссылкой на фиг.2, в трансформаторах обычно используется тепловая защита в виде устройства теплового размыкания (ТСО), которое обычно подключено в цепи с первичной обмоткой. В случае трансформатора с соотношением витков 10:1 ток в первичной обмотке в десять раз меньше, чем ток вторичной обмотки. В цепи, показанной на фиг.3, для регулирования напряжения нельзя использовать ТСО в первичной обмотке, поскольку в этом случае, если возникнет избыточная температура и ТСО должно прервать подачу тока, то ток продолжит протекать из источника к нагрузке через вторичную обмотку. Это приводит к возникновению двух проблем, а именно, вторичная обмотка продолжит перегреваться и произойдет ее отказ, и ток во вторичной обмотке будет пытаться индуцировать ток в цепи первичной обмотки, в результате чего очень высокое напряжение будет индуцировано в первичной обмотке и приведет к пробое изоляции обмотки.

Решение состоит в соединении устройства 16 теплового размыкания в цепи вторичной обмоткой, как показано на фиг.9 таким образом, что ТСО прерывает ток нагрузки, обеспечивая возможность охлаждения трансформатора.

Однако проблема с ТСО состоит в том, что они ограничены по величине тока, с которым они могут работать при размыкании цепи, без введения сложных и дорогостоящих гасителей дуги или дистанционно управляемых элементов

прерывания. Обычно это не составляет проблему, поскольку ТСО, как правило, устанавливают в первичной обмотке с низким током, но представляет существенную проблему в цепи, где ТСО должно быть подключено во вторичную обмотку с большим током.

ТСО прямого действия, выполненное из простых биметаллических полос, непосредственно доступны для номинального значения приблизительно 45 А. Однако за пределами этого номинального значения требуется более сложное средство тепловой защиты, включающее в себя сложные гасители дуги или дистанционно управляемые контакторы, которые могут быть слишком громоздкими и дорогостоящими для практической цели и могут вводить дополнительные возможности отказа в цепь.

Как описано выше, полная цепь, включающая в себя нагрузку и тепловой размыкатель 16, защищена плавким предохранителем F_1 . При использовании для регулирования напряжения в быту характеристика F может обеспечивать возможность протекания нормальных токов и токов перезагрузки намного выше номинального значения ТСО. Если ТСО пытается сработать при уровне тока за пределами его номинала, тогда его размыкание может не произойти, что, таким образом, приведет к перегреву трансформатора. Если номинальное значение плавкого предохранителя F_1 уменьшить до уровня, который защитит ТСО, тогда пиковые токи нагрузки могут привести к "ненужному" прерыванию плавкого предохранителя. На фиг.10 иллюстрируются ограничения возможностей по току ТСО. Оно адекватно работает при токе приблизительно 45 А в течение непрерывного периода в десять секунд, но может не сработать, если ток продолжает увеличиваться, поскольку его контакты могут привариться.

В соответствии с настоящим изобретением, решение упомянутых выше проблем, связанных с использованием плавких предохранителей, шунтирующих переключателей и устройств теплового прерывания состоит в том, чтобы предоставить комбинации защитных свойств, как показано в цепи по фиг.11. Таким образом, в этой цепи используются преимущества каждого защитного элемента и исключаются нежелательные и потенциально ложные характеристики размыкания отдельных элементов цепи. В этом случае, в цепи используется плавкий предохранитель F_2 и ТСО 16 в цепи вторичной обмотки трансформатора, датчик 14 температуры и электронное средство 15 управления, действующие вместе, для переключения шунтирующего переключателя S , датчик 17 измерения тока, который измеряет ток источника питания и также подключен к электронному средству 15 управления с целью, которая будет описана ниже, и, в конечном итоге, плавкий предохранитель F_1 для защиты нагрузки в случае замыкания шунтирующего переключателя S .

На фиг.12 показаны комбинированные характеристики защиты трансформатора цепи по фиг.11. В области 1 на фиг.12 трансформатор работает в пределах его непрерывных рабочих возможностей, когда уровни нагрузки приводят к постоянному и ограниченному повышению температуры трансформатора. Областью 2а представлена допустимая область перегрузки трансформатора в течение ограниченного периода времени, и эта область связана с эффектом шунтирующего переключателя S с тепловым управлением. Таким образом, при определенной температуре и через определенный период времени датчик 14 температуры передает сигнал в электронное средство 15 управления на замыкание переключателя S и, таким образом, шунтируется преобразователь мощности и трансформатор путем соединения

источника питания непосредственно с нагрузкой. В результате, трансформатор может охладиться.

В случае отказа замыкания переключателя S по некоторым причинам, трансформатор может безопасно работать в течение определенного периода в области, обозначенной 2b на фиг.2, то есть при более высокой температуре в течение того же предела времени, после чего ТСО 16 размыкается для защиты трансформатора. Устройство теплового размыкания ТСО имеет номинальное значение максимального непрерывного тока, выше которого плавкий предохранитель F_2 будет снова прерывать подачу питания, для защиты трансформатора. Однако плавкий предохранитель F_2 установлен на прерывание подачи энергии на уровне ниже максимального электрического тока ТСО 16. При нормальной работе возможно возникновение очень больших пиков электрического тока, которые могут привести к перегоранию плавкого предохранителя F_2 прежде, чем температура трансформатора достигнет уровня его теплового размыкания. Для предотвращения такого "ненужного" срабатывания плавкого предохранителя F_2 введено второе управление шунтированием. Такое активируемое электрическим током управление шунтированием включает в себя датчик 17 тока, подключенный к электронному средству 15 управления, который срабатывает, замыкая переключатель S на уровне тока ниже максимального номинального значения для плавкого предохранителя F_2 .

Плавкий предохранитель F_1 защищает нагрузку в условиях шунтирования трансформатора при замкнутом переключателе S.

На фиг.13 показана диаграмма работы схемы с фиг.11.

Нормальная область работы

В области А возможность непрерывной работы трансформатора достигается без перегрева. Область В, которая представляет область перегрузки, связана с работой теплового управления шунтирующего переключателя S или управления по ограничению тока, достигаемому при управлении переключателем S посредством датчика 17 считывания тока.

Ненормальная область работы

В области С, в случае отказа шунтирующего переключателя S, трансформатор может безопасно работать в этой области и может быть отключен в результате срабатывания плавкого предохранителя F_2 или в результате разъединения последовательно подключенного ТСО 16.

Неприемлемая область работы

В области D трансформатор перегревается и не может работать в этой области, где он защищен посредством активации последовательно подключенного ТСО 16.

В области E трансформатор не может работать в этой области и защищен плавким предохранителем F_2 .

В области F, в случае когда уровень тока выходит за пределы номинального значения ТСО 16, который, таким образом, становится ненадежным, трансформатор не будет работать в этой области в результате размыкания плавкого предохранителя F_2 .

В области G трансформатор перегревается, и его работа прекращается в результате размыкания плавкого предохранителя F_2 .

Таким образом, схема, показанная на фиг.11, обеспечивает общую защиту трансформатора, преимущественно, в результате срабатывания шунтирующего переключателя S, но при безотказной работе ТСО 16 и плавкого предохранителя F_2

при их соответствующих номиналах, и измерения тока в позиции 17.

Формула изобретения

1. Система для понижения напряжения электрического источника питания переменного тока для нагрузки с целью эффективного использования энергии, содержащая:

а) трансформатор, имеющий первичную и вторичную обмотки в цепи между электрическим источником питания переменного тока и нагрузкой, и

б) шунтирующее средство, обеспечивающее отключение трансформатора от цепи для непосредственного подключения электрического источника питания к нагрузке в случае заранее определенной перегрузки трансформатора;

отличающаяся тем, что

с) шунтирующее средство содержит:

шунтирующий переключатель для отведения подаваемого питания непосредственно в нагрузку,

средство для определения температуры трансформатора,

средство для измерения электрического тока через нагрузку,

средство управления для приема сигналов из средства определения температуры и из средства для измерения тока, предназначенное для управления шунтирующим переключателем при максимальном заранее определенном уровне одного из или обоих из температуры и тока;

причем система дополнительно содержит:

д) предохранительное средство для прерывания тока через вторичную обмотку трансформатора в случае отказа в работе шунтирующего переключателя при любом одном из заранее определенных максимальных уровней, причем предохранительное средство включает в себя

устройство теплового размыкания, соединенное со вторичной обмоткой трансформатора и выполненное с возможностью прерывания соединения вторичной обмотки трансформатора с источником питания при заранее определенной повышенной температуре трансформатора после заранее определенного периода времени; и

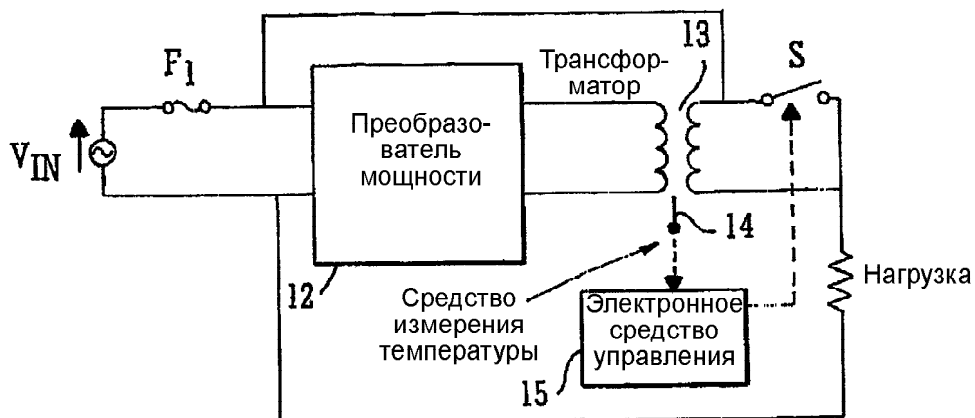
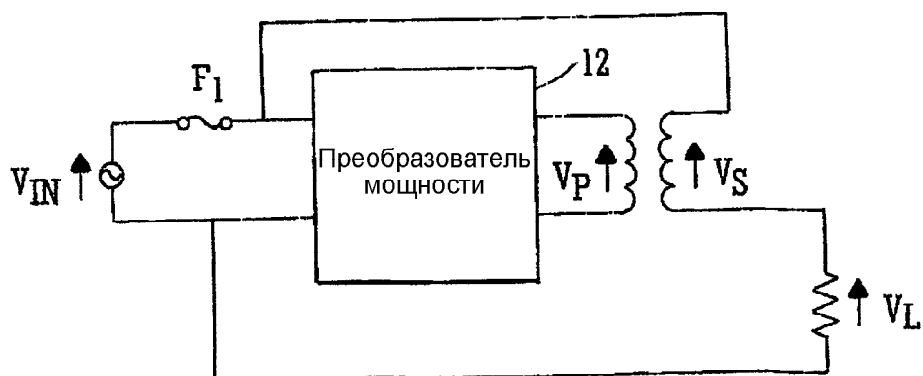
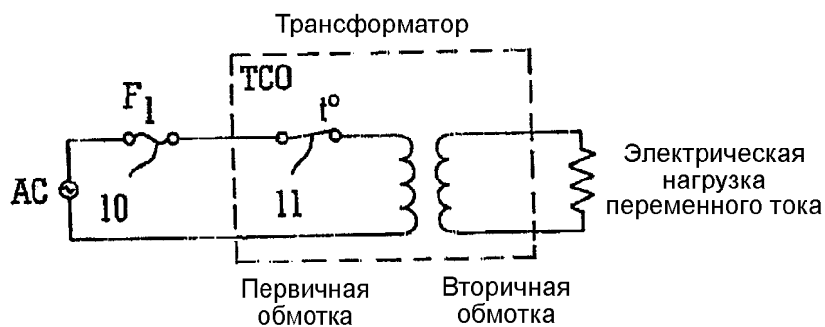
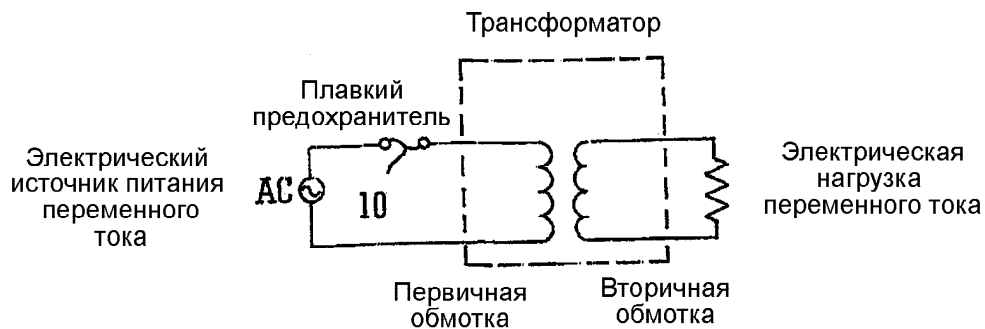
плавкий предохранитель, последовательно соединенный с источником питания и устройством теплового размыкания и выполненный с возможностью прерывания соединения вторичной обмотки трансформатора с источником питания при заранее определенном повышенном уровне тока ниже номинального значения максимального тока устройства теплового размыкания.

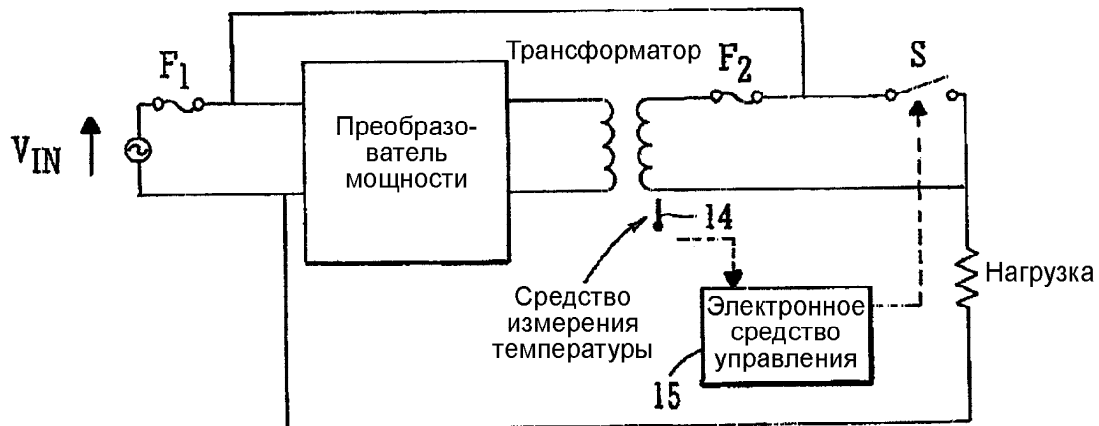
2. Система по п.1, в которой электрический источник питания подключен к вторичной обмотке трансформатора.

3. Система по п.1, в которой плавкий предохранитель защищен от ложного срабатывания с помощью средства непрерывного измерения тока, которое выполнено с возможностью управления через средство управления шунтирующим переключателем при уровне тока ниже номинального значения максимального тока плавкого предохранителя.

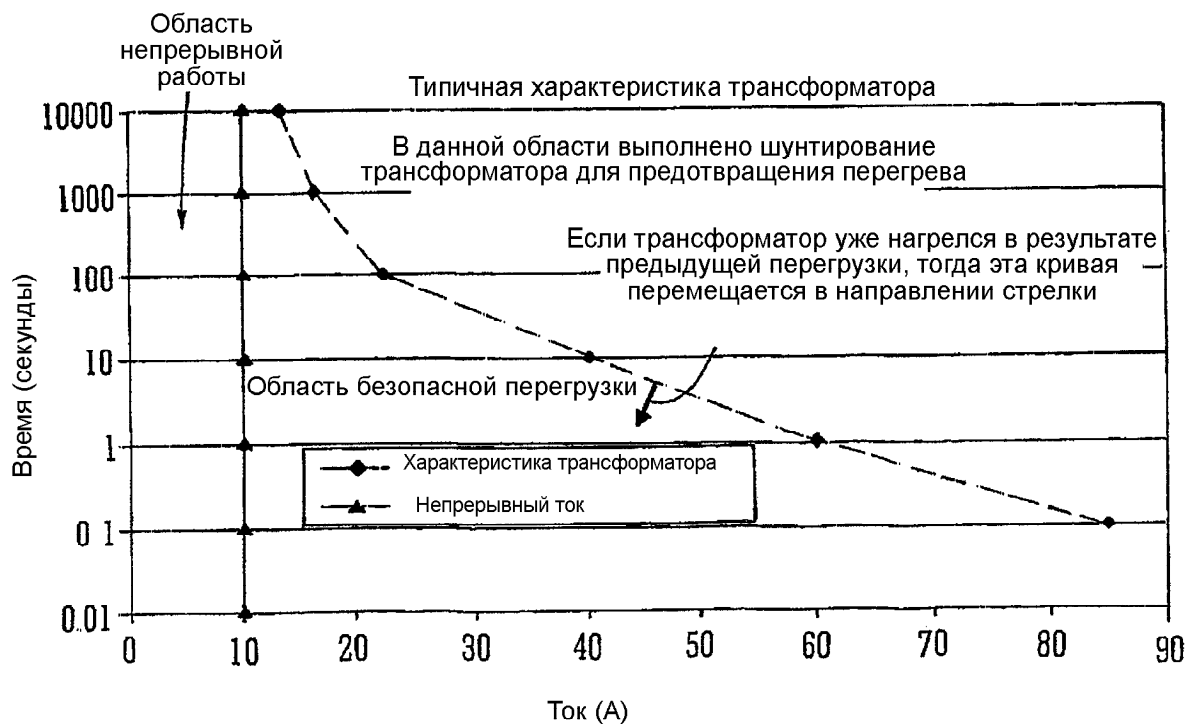
4. Система по п.1, включающая в себя плавкий предохранитель источника питания, подключенный между источником питания и нагрузкой и выполненный с возможностью защиты нагрузки при шунтировании трансформатора.

5. Система по п.1, включающая в себя преобразователь мощности, подключенный между электрическим источником питания и первичной обмоткой трансформатора.

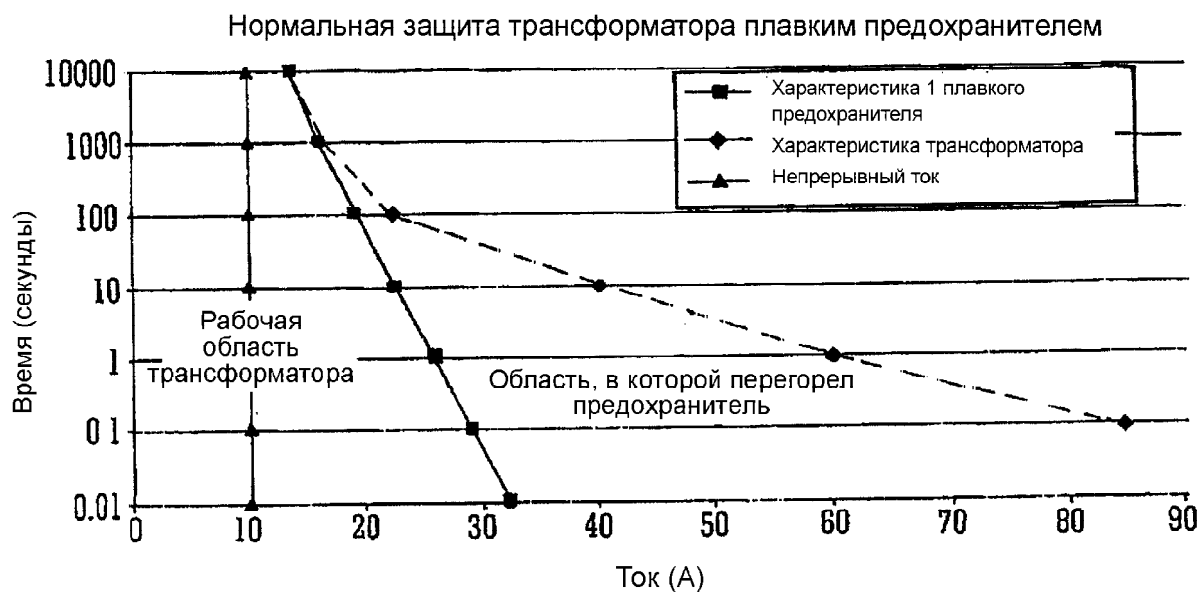




Фиг.5

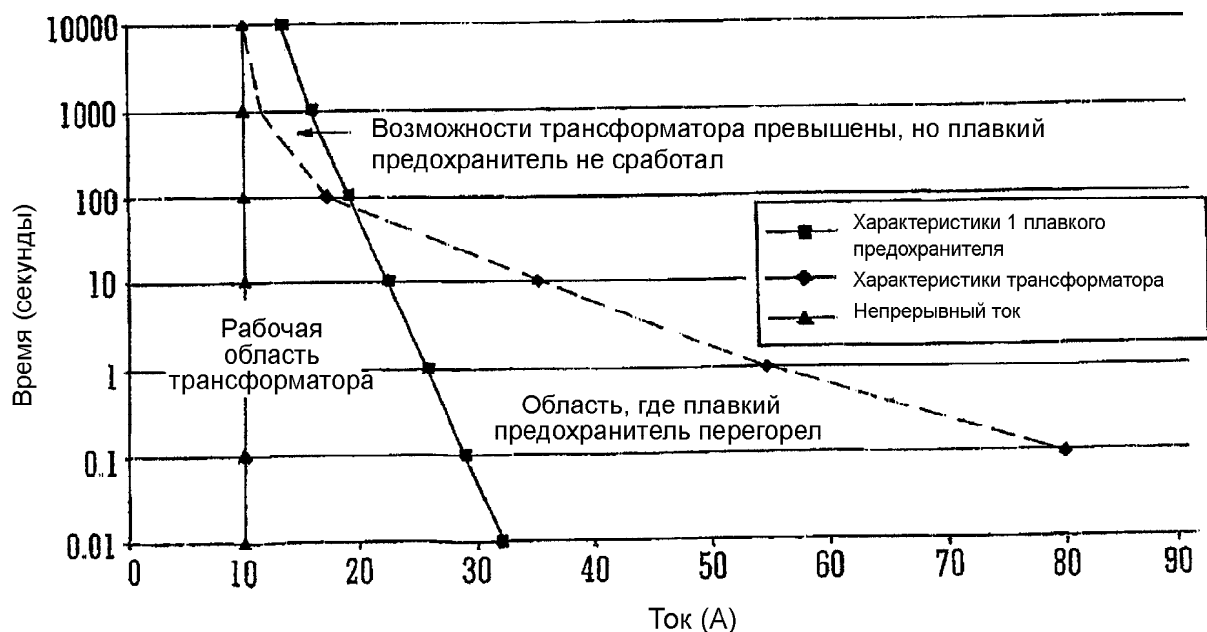


Фиг.6

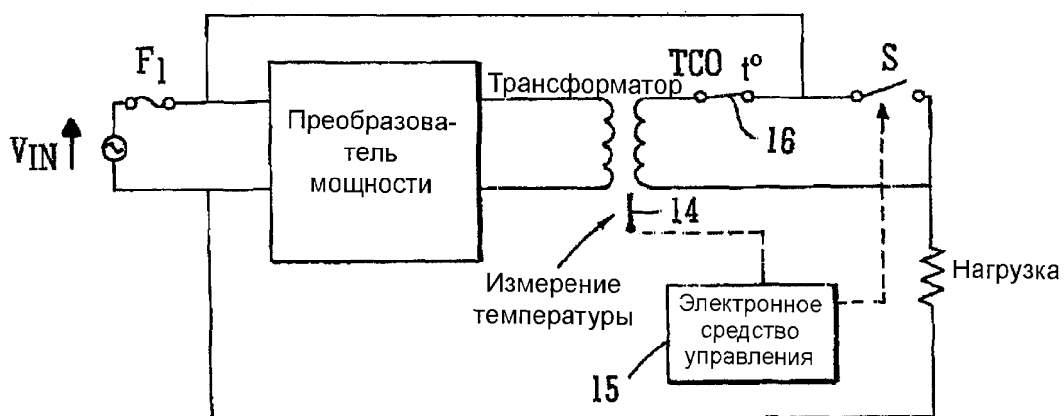


Фиг.7

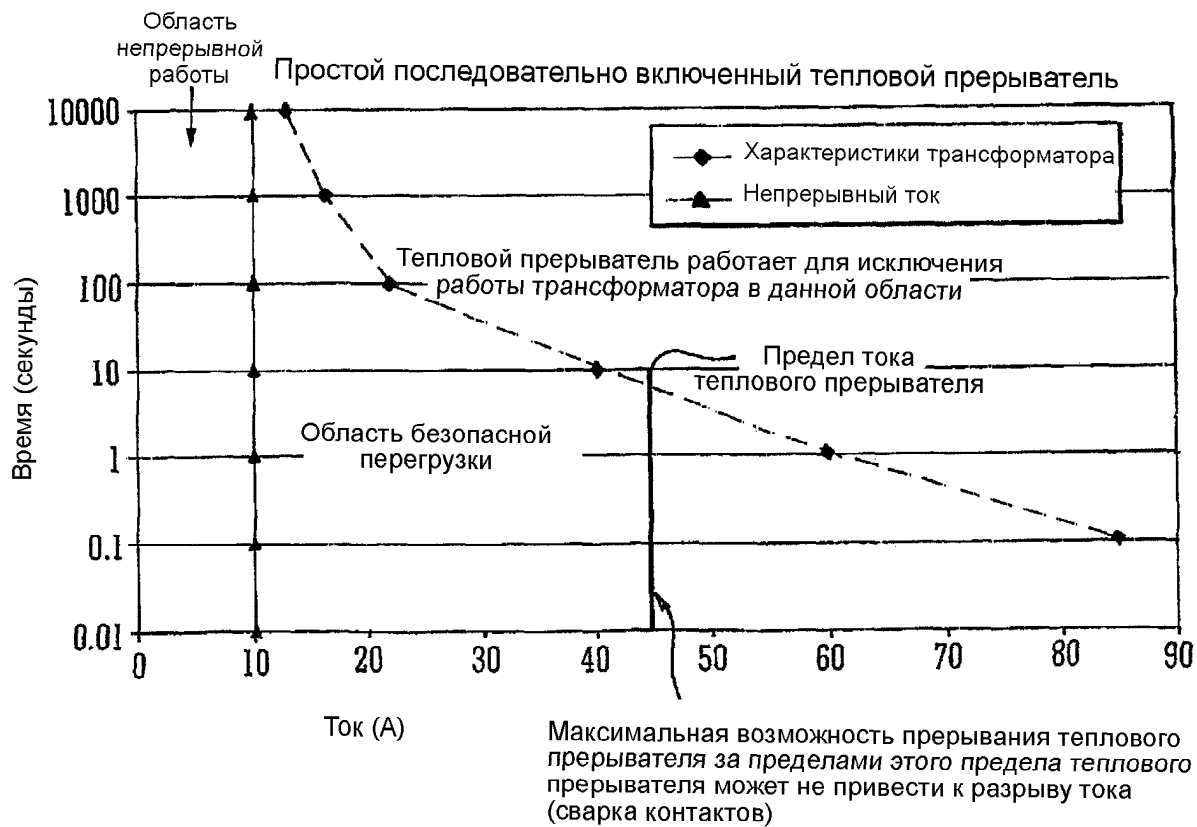
Нормальная защита трансформатора плавким предохранителем
Трансформатор уже горячий



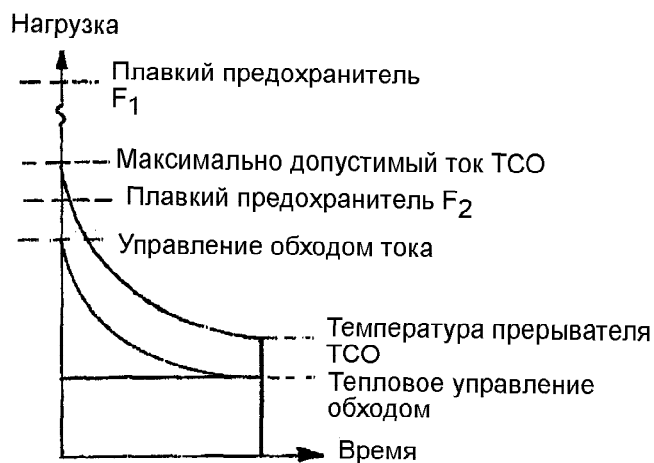
Фиг.8



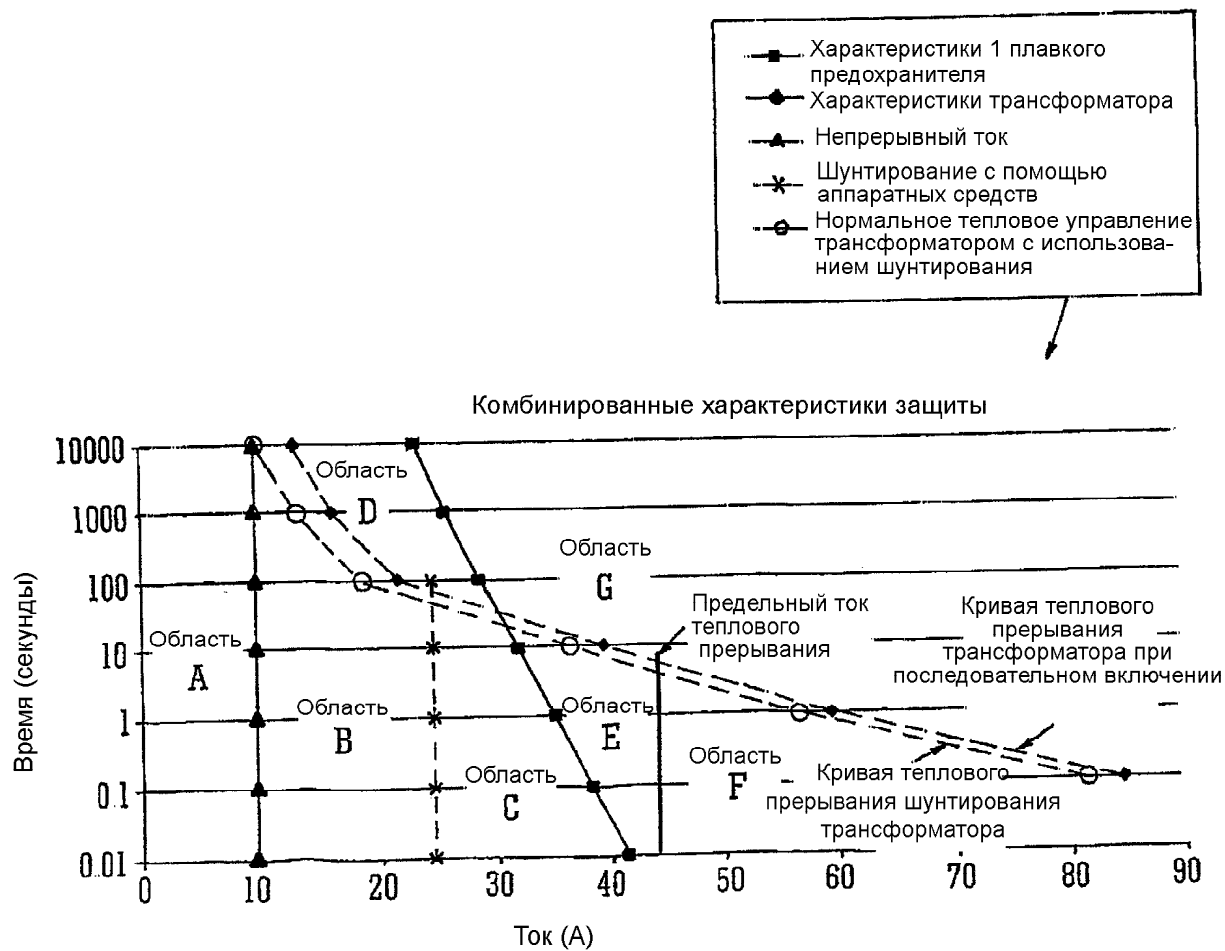
Фиг.9



Фиг.10



Фиг.12



Фиг.13