

ICMsystem



ICMsystem - это мощный и универсальный детектор частичных разрядов (ЧР) для оценки состояния изоляции среднего и высокого напряжения. Система полностью управляется с помощью компьютера. Все элементы управления и отображения доступны только на экране управляющего компьютера с графическим пользовательским интерфейсом, т.н. виртуальным инструментом. Регистрация импульсов частичных разрядов, как наиболее критичная по времени часть измерений, осуществляется полностью независимо и асинхронно. ICMsystem сортирует полученные импульсы частичных разрядов по величине импульсов и их фазовому положению в трехмерную фазо-частотную характеристику, где цвет, как третье измерение, отображает частоту возникновения ЧР. Полученная картина частичных разрядов в большинстве случаев является типичным отражением физики разряда в газовой среде в месте дефекта изоляционного материала. Таким образом, ICMsystem представляет собой мощный универсальный инструмент для оценки состояния изоляции среднего и высокого напряжения.

Ключом к универсальности ICMsystem является ее модульная конструкция. ICMsystem может быть дополнена различными специальными принадлежностями, которые позволяют адаптировать ее практически к любой испытательной среде высокого напряжения. Широкий спектр внешних предусилителей обеспечивает управление частотным диапазоном, в котором обнаруживается активность частичных разрядов, от 40 кГц до 2 ГГц. Различные устройства связи, включая квадруполь, конденсаторы связи и трансформаторы тока, доступны для определения сигналов частичных разрядов в испытуемом объекте. ICMsystem обеспечивает эффективное шумоподавление, которое блокирует как фазостабильные помехи, так и помехи, независимые от цикла приложенного напряжения. Это позволяет использовать ICMsystem в средах с высоким уровнем помех без потери значительных данных частичных разрядов. Соответствующий выбор предусилителя может дополнительно помочь в достижении высокого соотношения сигнал / помехи.

Вращающиеся машины

Типичная эпоксидно-слюдяная изоляционная система вращающихся машин является «прощающей», т.е. сравнительно стабильной системой изоляции. Благодаря этой



Рис. 1: Установка снятия сигнала на постоянной основе

электрической стабильности активность частичных разрядов служит индикатором множества механизмов возникновения дефектов. Помимо простого электрического старения, другие проблемы, такие, как загрязнение, вибрация или механическое старение, находят свое отражение в фазо-частотной характеристике частичных разрядов. Емкостные устройства связи служат для снятия высокочастотных импульсных сигналов ЧР, возникающих во вращающихся машинах. При испытаниях отключенной вращающейся машины на ее обмотку подается напряжение с обычной высоковольтной установки или резонансной испытательной установки. Если нейтраль разомкнута, каждую из трех фаз можно проверить индивидуально. Благодаря десяти каналам прибора можно измерить первичные, вторичные и третичные обмотки. В зависимости от доступности может быть

выбрано соединение к обмотке со стороны нейтрали или со стороны питающей линии. Испытания на вращающихся машинах под напряжением обычно проводятся с устройствами связи, установленными на постоянной основе на питающей линии. Устройства связи, обычно по одному на фазу, устанавливаются на шине как можно ближе к обмотке. В литом алюминиевом корпусе под конденсатором связи содержится схема защиты от перенапряжения и обеспечивается соответствующая фильтрация сигналов. Во избежание наведенных токов переменного тока на сигнальные кабели, в корпусе устройства связи предусмотрено высокочастотное заземление.

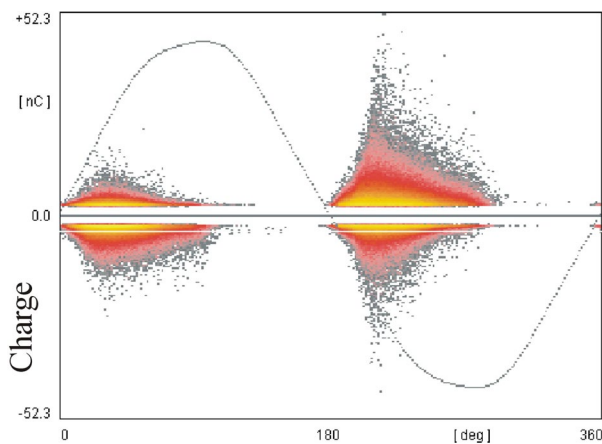


Рис. 3: Образец несимметричных ЧР, возникающих в пазе с серьезными дефектами.

Коробка выводов, установленная снаружи машины, надежно связывает экраны сигнальных кабелей с защитным заземлением. При использовании емкостных устройств связи полоса пропускания сигналов ЧР прибора ICMsystem ограничена 800 кГц (режим AMP), 10 МГц (режим SPEC) или 20 МГц (режим AMP с RPA2). Более высокие частоты измерения бесполезны из-за затухания сигнала в испытуемом объекте. Например, при частоте 100 МГц могут быть обнаружены только источники ЧР, очень близкие к устройству связи.

Использование предусилителя в большинстве случаев затруднено из-за помех, исходящих от системы возбуждения и управления. Функция стробирования ICMsystem используется для подавления некоторых сигналов помех. В частности, импульсы возбуждения являются перспективными кандидатами для стробирования.

Силовые и распределительные трансформаторы

Одним из заключительных заводских испытаний изоляции трансформатора



Рис. 2: ICMsystem с девятью каналами

является выходное испытание на наличие ЧР в соответствии со стандартом IEC 60076-3 (2013). Этот специализированный метод испытаний основан на основном стандарте измерений ЧР IEC 60270. ICMsystem с четырьмя или десятью каналами специально разработана для выполнения требований выходных испытаний на ЧР на больших силовых трансформаторах и значительно упрощает эту процедуру. Благодаря действительному параллельному сбору активности сигналов ЧР по четырем или десяти каналам, общий период испытаний существенно сокращается. Например, матрица перекрестной связи для различных фаз выполняется автоматически при калибровке испытательной установки. Кроме того, она предлагает параллельное измерение ЧР и помех в реальном времени на всех каналах. Как правило, многоканальная ICMsystem для выходных испытаний силовых трансформаторов состоит из блока сбора данных и ряда принадлежностей, таких как калибратор, предусилители типа RPA1 и квадруполь типа CIL4M/V0μ5/2μ0. Дополнительные принадлежности, такие как конденсаторы связи до 200 кВ, различные типы квадруполей или инструменты для шумоподавления, доступны для адаптации системы к конкретным потребностям. Дополнительно система может поставляться с готовым к использованию ПК или ноутбуком. Для расширенного анализа ICMsystem может объединяться со встроенным или внешним анализатором спектра для частотного анализа, осциллографом для оценки сигналов во временной области и принадлежностями для акустических измерений, включая программное обеспечение для триангуляции.



Fig. 4: Высоковольтные фильтры

В дополнение к функциям шумоподавления в приборах, компания Power Diagnostix предлагает широкий спектр высоковольтных фильтров для наведенного или приложенного испытательного напряжения.

В дополнение к лабораторным задачам ICMsystem может использоваться для полевых испытаний. Испытание распределительных или силовых трансформаторов в полевых условиях - сложная задача для сервисных инженеров или групп ввода в эксплуатацию. Такие испытания можно проводить онлайн, когда трансформатор находится под напряжением, или в режиме оффлайн, когда на него подается напряжение от мобильной испытательной установки. Благодаря своей модульной конструкции ICMsystem подходит для обоих видов применений.

Для УВЧ-измерений на трансформаторах система может использоваться с УВЧ-датчиками TVS2 или TFS1, в то время как датчики типа AS751 используются со специальными предусилителями для акустических измерений с целью локализации дефекта в баке трансформатора.

Кабели ВН и СВН

Кабели обычно проходят заводские испытания. Арматура кабелей высокого напряжения (ВН) и сверхвысокого напряжения (СВН) обычно также предварительно испытывается. Однако механические нагрузки во время укладки, скрытые дефекты и дефекты, вызванные, например, некачественным монтажом, требуют проведения пусконаладочных испытаний ЧР.

В идеале, арматура кабелей магистральных сетей должна быть оснащена предустановленными датчиками. Компания

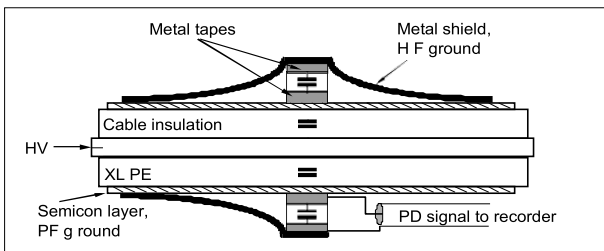


Рис. 6: Датчик, инсталлированный в силовой кабель

Power Diagnostix представила этот рентабельный метод в 1994 году и с тех пор его внедрили у себя многочисленные производители силовых кабелей. ICMsystem, особенно если она дополнена системой оптоволоконных шин для оптической развязки, предлагает мощные инструменты для анализа системы изоляции кабеля.

Кроме того, прибор дополняют различные предусилители и встроенные или внешние анализаторы спектра.

Программное обеспечение

ICMsystem полностью управляется компьютером через коммуникационные интерфейсы, такие, как шина IEEE488, встроенный модем, USB или оптоволоконные каналы. Фактическая запись образцов ЧР не зависит от ПК, поэтому на производительность ICMsystem не влияют ограничения скорости ПК или связи.

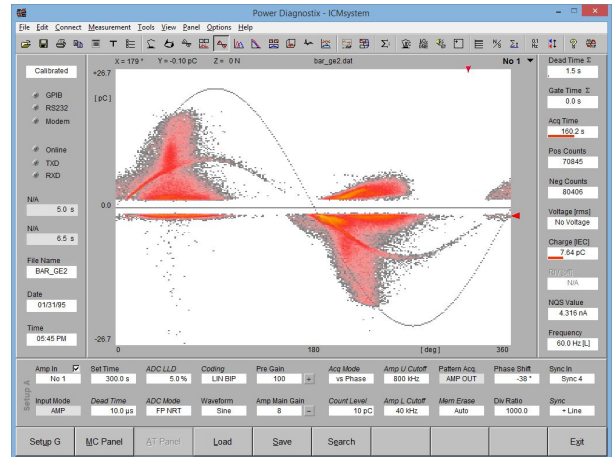


Рис. 5: Главный экран программного обеспечения

Стандартное управляющее ПО ICMsystem содержит все функции, необходимые для управления 1-канальным прибором, просмотра и редактирования параметров настройки, сбора данных и просмотра результатов. Оно также содержит функции для повторной загрузки, хранения и экспорта измеренных данных. Также в ПО интегрирована процедура печати отчетов даже для сложных заданий. Для таких приложений, как испытание постоянным током или ступенчатое испытание высоким напряжением, ICMsystem позволяет регистрировать активность частичных разрядов как функции времени (последовательно), а не как функции фазового угла.

Расширенная версия ПО ICMsystem предназначена для многоканальных систем и предлагает, помимо всех стандартных функций, полупараллельные и последовательные измерения с помощью ICMsystem.

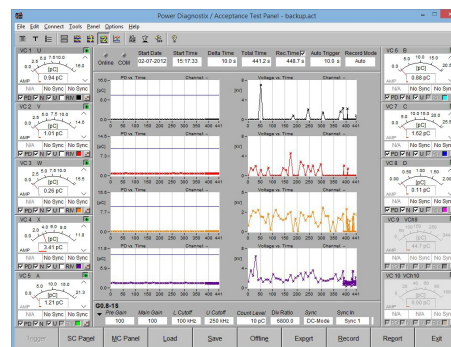


Рис. 7: Просмотр динамической ленточной диаграммы для приемных испытаний

Управляющее ПО ICMsystem для приемных испытаний трансформаторов обеспечивает их проведение в ручном и автоматическом режимах. Отчетность упрощается с помощью Microsoft Word и форматов вывода обычного текста. Отчеты основаны на шаблонах, выбираемых пользователем.

Опциональные функции

Опции оборудования, такие, как оптоволоконная шина и встроенный модем, дополнительно расширяют возможности измерений и могут связывать широко разнесенные компоненты испытательной системы. Опция Модем обеспечивает удаленный доступ к данным и управление ICMsystem. Полный набор команд ICMsystem

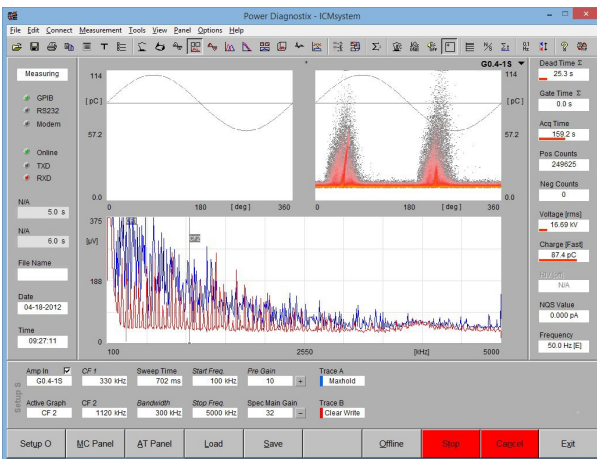


Рис. 9: Экран SPEC для встроенного спектрального анализатора

предоставляется по запросу, поэтому пользователи могут создавать собственные программы для управления ICMsystem в узкоспециализированных приложениях или для интеграции в общую программу управления высоковольтными испытаниями. Дополнительная спектральная функция расширяет функциональные возможности ICMsystem, предоставляя анализатор спектра и измеритель напряжения радиопомех (RIV). Спектральный анализ является подходящим инструментом для локализации электрических дефектов и определения частотного диапазона с хорошим соотношением сигнал/шум (SNR) при измерениях в среде с высокими уровнями помех.

Другая доступная опция для ICMsystem - определение места дефекта в кабеле (CFL). Устройство с этой интегрированной программной опцией может выполнять локализацию ЧР в кабелях среднего напряжения путем обработки сигналов ЧР с помощью рефлектометрии во временной области.

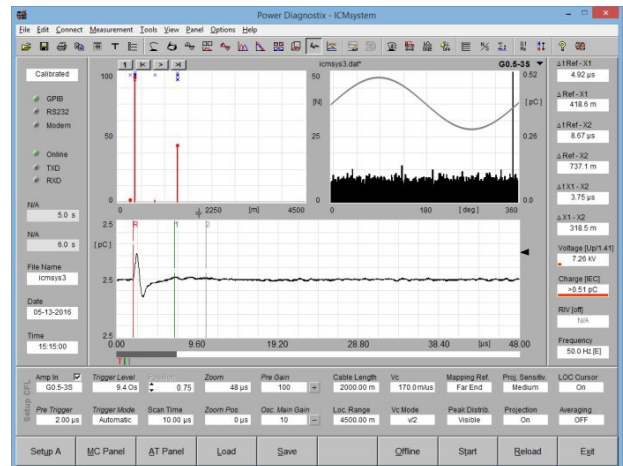


Рис. 8: Экран локализации дефекта в кабеле

Трудности при акустических измерениях для разделения различных источников ЧР и достижения четкого триггера привели к идее использовать различные свойства образцов ЧР, возникающих в разных типах дефектов, и оценивать их с использованием триггера ф-q. Программное обеспечение ICMsystem с опцией триггера ф-q позволяет пометить до десяти различных подобразцов (триггерных масок) в записанных образцах ЧР и назначить эти маски разным классам триггеров. Затем эти классы триггеров назначаются отдельным корзинам усреднения.

Дополнительной возможностью для расширенного управляющего ПО многоканальной ICMsystem является функция мультиплексора, которая поддерживает автоматическое получение мультиплексных шаблонов. С помощью этой опции можно выполнять так называемые полупараллельные измерения, разделяя предварительно установленное время сбора данных на небольшие срезы дополнительных захватов.

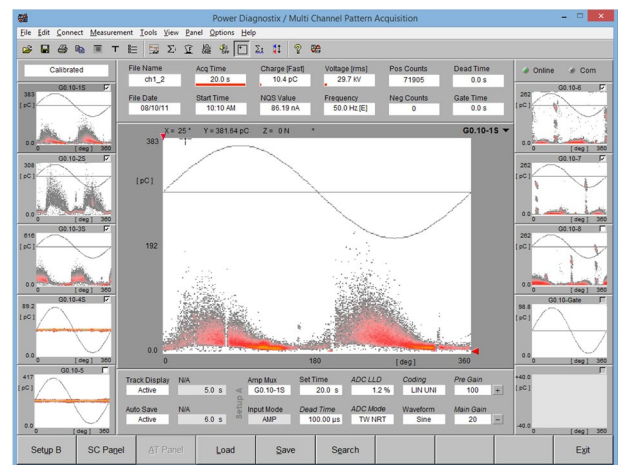


Рис. 10: Мультиплексный сбор образцов ЧР

Технические данные

Блок сбора данных

| | |
|-------------------------|--|
| Сетевое питание: | 90–264 В _{АС} , 47–440 Гц (автоматически) |
| Сетевой предохранитель: | 2 А (с запазд. срабатывания) (ICMsystem до 4 каналов) 3,15 А (с запазд. срабатывания) (ICMsystem на 5 до 10 каналов) |
| Потребляемая мощность: | прим. 110 ВА макс. |
| Управление: | Удаленное управление посредством ПО ICMsystem |
| Рабочая температура: | 0–40 °С (без конденсата) |
| Вход.импеданс (AMP IN): | 50 Ом // 50 пФ |
| A/D конвертер (ЧР): | 12 бит, сжатые в 8 бит (униполярные) / ±7 бит (биполярные) |
| Размеры: | 236 x 133 x 300 мм ³ (ICMsystem до 4 каналов) (Ш x В x Г, не вкл. BNC-раз.) 450 x 133 x 300 мм ³ (ICMsystem на 5 до 10 каналов) |
| Вес: | прим. 6,9–9 кг |

Стандартный режим ЧР

| | |
|---------------------------|--|
| Нижняя отсечка (-6 dB): | 40, 80, или 100 кГц (программно управляемая) |
| Верхняя отсечка (-6 dB): | 250, 600, или 800 кГц (программно управляемая) |
| Входная чувствительность: | < 500 мкВ _{эфф} / 5 пКл (без предусилителя) |
| Диапазон усиления: | 1, 2, 4, 8, 10, 20 ..., 200, 400, 800 |

Предусилитель

| | | |
|---------------------------|--|-------------------------------|
| Входной импеданс: | 10 кОм // 50 пФ | (RPA1 / RPA1D / RPA1G / RPA4) |
| | 1 кОм // 50 пФ | (RPA1L / RPA1H) |
| | 50 Ом // 50 пФ | (FCU2) |
| Входная чувствительность: | < 50 мкВ _{эфф} / 0,03 пКл | (RPA1 / RPA1D / RPA1G / RPA4) |
| | < 15 мкВ _{эфф} / 0,02 пКл | (RPA1L) |
| | < 40 мкВ _{эфф} / 0,05 пКл | (RPA1H) |
| | < 800 мкВ _{эфф} / 1 пКл | (RPA2) |
| | < 2 мкВ _{эфф} | (RPA3) |
| | < 200 мкВ _{эфф} (46 dB μ V) | (FCU2) |
| Пропускная способность: | 40–800 кГц | (RPA1 / RPA1D / RPA1G / RPA4) |
| | 40 кГц–20 МГц | (RPA1L / RPA1H) |
| | 2–20 МГц | (RPA2) |
| | 200 МГц–1 ГГц | (RPA3) |
| | 100 МГц–1800 МГц | (FCU2) |

Синхронизация

| | |
|------------------------|---|
| Частота синхронизации: | 20–510 Гц (автоматически) / 0,02–510 Гц (вручную) |
| Максим.напряжение: | 200 В _{пик} (140 В _{эфф}), 100 В _{эфф} номин. |
| Входной импеданс: | 10 МОм |
| A/D конвертер: | ±15 бит |
| Погрешность: | типично < 1,5% |

Спектральная функция

| | |
|--------------------------|---|
| Входная чувствительность | < 5 мкВ _{эфф} /0,5пКл (пропускная способность 270 кГц) < 1 мкВ _{эфф} /2пКл (пропускная способность 9 кГц) |
| Макс.входное напряжение: | 120 мВ(пропускная способность 300 кГц, режим SPEC) 5 мВ (пропускная способность 9 кГц, режим SPEC) 2,5 мВ (измерение напряжения радиопомех) |
| Частотный диапазон: | 10 кГц–10 МГц (шагами по 10 кГц) |
| Пропускная способность: | 9 кГц или 270 кГц |

Локализация дефектов в кабелях

| | |
|--------------------------|---|
| Триггер: | 0 до 100% от входного сигнала (ширина шага 3,125 %) |
| A/D конвертер: | ±7 бит |
| Частота дискретизации: | 100 МОбразцов/с ($T_{\text{выборки}} = 10 \text{ нс}$) |
| Пониж.частота дискретиз: | 50 МОбразцов, 25 МОбразцов (МО) |
| Отобр-е временное окно: | 200...8000 образцов (2 ... 80 мкс@100 МО /8...320 мкс@25 МО) |
| Длина испытуем.кабеля: | 10 до 5000 м, при 80 мкс & $v_c=140 \text{ м/мкс}$ Локализация на кабелях > 3000 м не представляется возможной из-за затухания импульсов |
| Погрешность локализации: | 1 м + 0,1% от длины кабеля |

Акустическая локализация дефектов

| | |
|--------------------------|---|
| Триггер: | 0 до 100% от входного сигнала (ширина шага 3,125 %) |
| A/D конвертер: | ± 7 бит |
| Частота дискретизации: | 100 МОбразцов/с ($T_{\text{выборки}} = 10 \text{ нс}$) |
| Пониж.частота дискретиз: | 50 МО, 25 МО, 10 МО, 5 МО, 1 МО |
| Отобр-е временное окно: | 200 ... 8000 образцов (2...80 мкс@100 МО / 200...8000 мкс@1 МО) |
| Дистанция локализации: | макс. 11,2 м, при 8000 мкс & $v_{\text{oil}}=1400 \text{ м/с}$ |

Доступные интерфейсы

USB 2.0
GPIB
LAN

³ Информация и дизайн могут быть изменены без предварительного уведомления.