

Предварительное определение  
повреждений кабелей методом ICEplus

# SPG 5-1000



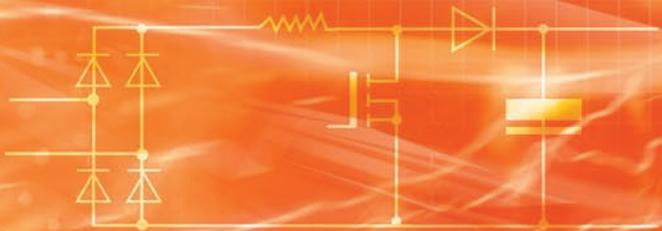
## Преимущества:

- ▶ Простота в использовании для всех уровней пользователей
- ▶ Высочайший уровень безопасности
- ▶ Надежная предварительная локализация без влияния Т-образного ответвления
- ▶ Компактная и легкая конструкция



**sebaKMT**

# Предварительное определение повреждений кабелей методом ICEplus



Либерализация энергетического рынка привела пользователя к всесторонним изменениям. Все богатство идеи применяется для сокращения расходов во всех областях без существенного повреждения надежности кабельных сетей.

Эти критерии становятся все важнее в дискуссиях по поводу пользования сети.

В рамках мероприятий по снижению расходов, и прежде всего, из-за слияния предприятий, как правило, оборудование для поиска повреждений в кабелях становятся децентрализованными и отчетливо сокращается капиталовложение для приобретения новых лабораторий.

Поэтому, сегодня, во многих отдаленных областях, в случае повреждения сети, слишком много времени требуется для восстановительных работ.

При повреждениях в сетях среднего напряжения, как правило, питание обеспечивается путем соответствующих коммутационных операции и из-за сравнительно долгого времени ожидания повышается риск дальнейших повреждений.

Время восстановления питания в сетях низкого напряжения зависит от того, как быстро будет обнаружено повреждение. Поэтому терять время из-за ожидания лаборатории очень проблематично.

Отключение питания вызывает не только претензии клиентов или поставщиков энергии, но и ставит на карту имидж снабженца.

С новой системой определения места повреждения SPG 5–1000 заменены известные нам методы измерения на самые современные идеи обслуживания. Часто сложное предварительное определение места повреждения в разветвленных сетях низкого напряжения превращается с новым методом ICEplus в удовольствие.

## ► Техническая проблема при определении места повреждения в разветвленных сетях

В целях экономии в сетях низкого напряжения все меньше и меньше устанавливают кабельный распределитель и число домов, подключенных на один кабель питания, достигает 15 и более домов.

Проблема доступности распределительных щитов все еще не дает возможности удалять предохранители, т.к. для определения высокоомных повреждений в кабелях применяются опасные для прикосновения постоянное и импульсное напряжение.

Настоящая техническая проблема во время предварительного

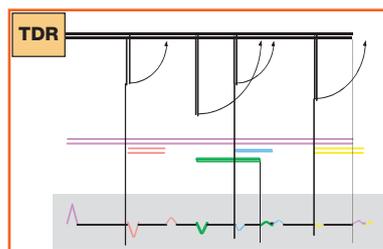


Рис. 1. Схематическое изображение затухания и совокупности рефлектометрии (TDR)

определения места повреждения в кабелях с многочисленными Т-образными ответвлениями состоит в том, что происходит сильное затухание измерительных сигналов отражения и совокупности рефлектограмм из-за скачков полного сопротивления в муфтах и в ответвлениях. (Рис.1)

Из-за этих эффектов часто невозможно определить повреждение за третьей или четвертой Т-муфтой. Еще сложнее ситуация с повреждениями в распределительных муфтах, т.к. они сами вызывают

сильное отражение. Также лимитирован известный с давних пор метод электрической дуги (ARM). Поэтому даже опытные техники вынуждены локализовать повреждение, проводя измерение от разных концов разветвленного кабеля.

При определенных обстоятельствах даже приходится резать измеряемый кабель, чтобы ограничить измерительный участок. Т.е. достаточно неэкономное дело и с точки зрения времени и издержек, и требует затрат нервов не только у техника-измерителя, но и у заинтересованных клиентов.

## ► Решение – ICEplus

Целью размышления была разработка прочного, надежного и простого в обслуживании метода измерения, который был бы независим от в. н. проблем полного сопротивления (импеданса) и затухания.

Эхо-импульсный метод измерения (по англ. ICE) стоит у самых истоков определения мест повреждения, при котором фиксируется отраженный сигнал от повреждения импульсный сигнал.

Этот метод успешно можно применять в кабелях среднего напряжения без разветвлений.

Очень сложно или практически невозможно искать повреждения в кабелях с Т-муфтами, также как и при применении этого метода отражения будут и от стыков ответвления.

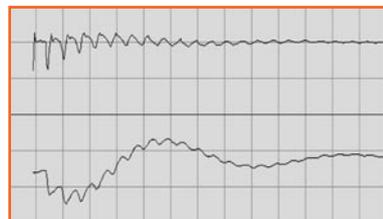


Рис. 2 Переходная развязка по току и общий ток с основной волной

Возникший в результате пробоя измерительный сигнал содержит не только известные токовые импульсы, но и идет поток вибрационного тока (основная волна), которому передаются переходные сигналы (рис.2) и их частота

колебания определяется параметрами измерительного устройства.

Известная емкость конденсатора генератора ударных волн в SPG 5–1000 и величина индуктивности на единицу длины поврежденного кабеля до места повреждения являются доминирующими величинами, которые влияют на частоту колебаний основной волны. (Рис. 3).

Следует не учитывать емкость поврежденного кабеля по отношению к импульсной емкости, собственная индуктивность измерительной системы и соединительного кабеля известны и они соответственно учитываются при обработке значения.

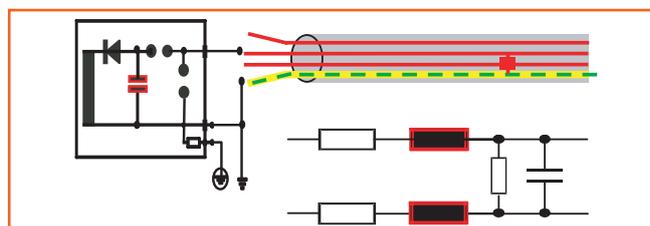


Рис. 3. Импульсная емкость и индуктивность кабеля как доминирующие компоненты колебательного контура

# SPG 5-1000

С помощью определения частоты колебания основной волны и известной формулы колебательного контура

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

можно вычислять индуктивность колебательного контура.

$$L = \frac{1}{\omega_o^2 C}$$

Ноу-хау метода ICEPlus заключается в том, чтобы надежно определить частоту колебаний.

Оценка измерительных сигналов с сильным затуханием основной волны, вплоть до оценки (обработки) аperiodических полукосинусов (или очень шумной величины сигнала из-за запылающей электрической дуги) происходит с помощью цифрового сигнального процессора (DSP) и многоступенчатого программного обеспечения Approximation, а также различных вычислительных алгоритмов.

С измеренной угловой частотой и вычисленным коэффициентом колебательного контура Q можно вычислять индуктивность до места повреждения  $L_F$ :

$$L_F = \frac{1}{\omega^2 C_s (1 + 1/4Q^2)}$$

Из полученного значения индуктивности  $L_F$  вычисляется расстояние до повреждения через величину индуктивности на единицу длины кабеля  $L_K$ , которая зависит от поперечного сечения кабеля и геометрического расположения кабеля.

Чтобы получить хорошую базу данных для вычисления расстояния до повреждения, проводятся многочисленные тесты для получения типичных значений индуктивности на различных типах и конфигурациях кабелей.

В будущем благодаря простому чередованию измерений, если известна длина кабеля, могут определяться параметры «экзотических» типов кабелей, которые в н.в. не содержатся в базе данных прибора.

При помощи этого ICEplus-метода, заявка на патентование которого подана, любой пользователь без проблем может осуществить предварительную локализацию повреждений.

Для точной локализации повреждений можно использовать обычные методы измерений, которые описаны в сл. разделе.

## ► Поиск повреждений легко осуществим

Концепция управления всей измерительной системой базируется на нашей **easyGO** философии.

Пользователь может управлять прибором интуитивно, даже не изучая предварительно инструкцию.

Благодаря 1/4 VGA дисплею прибора имеется достаточно места для графического представления режима работы, рекомендаций по действиям и измерительным параметрам.

Управление при помощи поворотного датчика с функцией Enter позволяет легко находить и быстро устанавливать параметры в меню.



Рис.4 Главное меню для выбора функций измерения

Для быстрой ориентации пользователя относительно информации о повреждении при осуществлении функции контроля одновременно появляется индикация о величинах тока утечки и сопротивления изоляции.

Следующая функция-помощь – это «распознавание пробоа». При этом автоматически

определяется напряжение искрового пробоа, для того чтобы при функции предварительной и точной локализации установить самую эффективную амплитуду напряжения ударного импульса. Этим достигается то, чтобы без необходимости не нагружать кабель высоким импульсным напряжением и тем самым уменьшить опасность вторичных повреждений.

При функции предварительной локализации методом ICEPlus пользователь следует установкам (требованиям) по вводу, которые появляются на дисплее и состоящие в основном из ввода данных о сечении, конструкции и положении жилы при подключении прибора. При этом пользователю предлагается список для выбора или

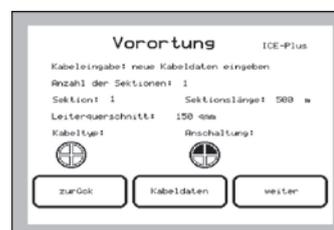


Рис.5 Пример ввода для предварительной локализации методом ICEplus.

графическое представление данных о кабеле (например, 4-х или 3-х жильный кабель с экраном или др.; подключение соседних или противоположных жил).

Если участок кабеля состоит из различных типов кабеля, то возможен посекционный ввод.

Правильное указание сечения жилы и ситуации подключения являются предпосылкой для

точного расчета расстояния до повреждения. Если повреждение находится на ответвлении, например, на кабельном домовом вводе, то из-за неучтенного изменения сечения появляется искажение результата предварительной локализации.

Если измеренное расстояние до повреждения рассматривать по положению повреждения в ответвлении, а это ответвление имеет более 20 м, то имеет смысл провести дополнительное измерение от конца этого ответвления.

Расстояние до повреждения, измеренное методом ICEplus, дается в метрах и нет необходимости в интерпретации сложных изображений отображения!

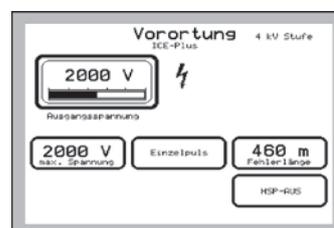
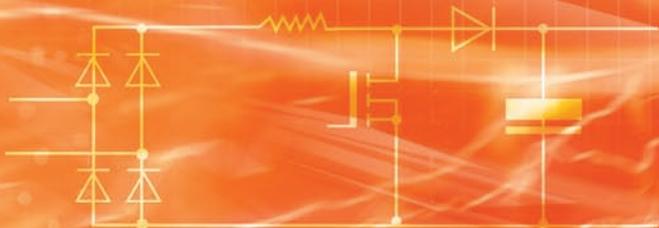


Рис.6 Представление результатов, полученных методом ICEplus.

Для точной локализации повреждений кабеля в SPG 5-1000 на выбор имеются метод шагового напряжения постоянного тока и акустический метод.

# Мы Вас охотно проинформируем!



Для метода шагового напряжения используется регулируемый постоянный ток с выбираемым временем подачи импульса. При этом не подключается импульсный конденсатор.

Для локализации акустическим методом имеются уровни напряжения 2 или 4 кВ с импульсной энергией 1000 Втс. Благодаря этому даже при наличии сильных помех возможна эффективная локализация акустического сигнала в месте повреждения кабеля.

Как обобщение данной статьи – кратко некоторые особенности работы системы SPG 5–1000:

- интуитивная подсказка меню
- управление при помощи одной кнопки
- испытание до 5 кВ
- сопротивление изоляции в МОм
- предварительная локализация при помощи метода ICEplus
- функция прожига
- точная локализация при помощи шагового напряжения пост.тока
- точная локализация при помощи функции SWG(1000 Дж при 0–2 кВ и 0–4 кВ)

Вместе с SPG 5–1000 в распоряжении предприятий по эксплуатации кабельных сетей EVU имеется мощная и просто управляемая портативная система для поиска повреждений. Благодаря этому возможна быстрая локализация повреждений, не зависящая от кабельных лабораторий, и без подавления помех на сетях низкого напряжения.

Благодаря методу предварительной локализации ICEplus имеем абсолютную инновацию при локализации повреждений кабелей.



Авторы:

Дипл.инженер Хуберт Шланн – руководитель отдела разработок  
Др.-инженер Франк Петцольд – технический директор  
Seba Dynatronik Mess- und Ortungstechnik, Baunach

## Дополнительная информация на: [www.sebakmt.com](http://www.sebakmt.com)

SebaKMT  
Dr.-Herbert-lann-Str. 6  
96148 Baunach/Germany  
Tel. +49(0)9544 – 680  
Fax +49(0)9544 – 2273  
sales@sebakmt.com  
[www.sebakmt.com](http://www.sebakmt.com)

Себа Спектрум  
2-ой Рощинский проезд, 8  
115419 Москва, Россия  
Тел./Факс +7 495 2349161  
e-mail: sebasp@sebaspectrum.ru

Представительство Себа Динатроник  
ул. Ивана Клименко, 15  
03037 Киев, Украина  
Тел. +38 044 2481812  
тел./факс +38 044 5200460

Наша программа поставки: приборы и системы для поиска мест повреждений в энергетических и коммуникационных сетях, а также для поиска мест утечек в трубопроводах • Приборы для поиска трассы • Семинары • Сервис • Услуги

Возможны технические изменения.

**ISO 9001:2000**