Techimp H.Q. Srl – Via Toscana 11/c – 40069 Zola Predosa (BO) Italy
tel. +39.051.19986050 – Fax +39.051.19986099 – e-mail: info@techimp.com – web: www.techimp.com

ЕМКОСТНЫЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЧАСТИЧНОГО РАЗРЯДА ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ МАШИНАХ

Введение

Частичные разряды (ЧР) могут создавать импульсные сигналы очень высокочастотного спектра, вплоть до сотен МГц. Однако существует существенное различие между частотным спектром ЧР-импульса, обнаруженным в соответствии с источником ЧР (который, как правило, очень высок), и спектром ЧР-импульса, обнаруженным в соответствии с точкой обнаружения, как эффект высокочастотного затухания вдоль обмотки. На самом деле, если источник ЧР очень близок к точке обнаружения (ЧР в лобовых частях статорной обмотки, корона, поверхностный ЧР), будут детектироваться импульсы ЧР высокочастотного спектра (см. рис. 1а). Когда источник ЧР находится далеко от точки обнаружения (пазовые ЧР, внутренние отслоения, расслоения проводников), импульсы ЧР могут обнаруживаться (из-за затухания) на очень низкой частоте, скажем, в пределах 1 МГц. Важно подчеркнуть, что такие ЧР-явления, происходящие далеко от точки измерения, могут быть вредными для системы изоляции, и они должны быть обнаружены и идентифицированы для планирования надлежащего обслуживания. Для этой цели стандартом IEC 60270 предлагается провести измерение ЧР в низкочастотном диапазоне (100-500 кГц), чтобы обнаруживать источники ЧР-активности, которые находятся как далеко, так и близко к точке обнаружения. Фокусируя детектирование ЧР только на высоких частотах, скажем, выше 5 МГц, можно обнаружить только ЧР-явления вблизи датчиков, а не те, что расположены вдоль обмоток.

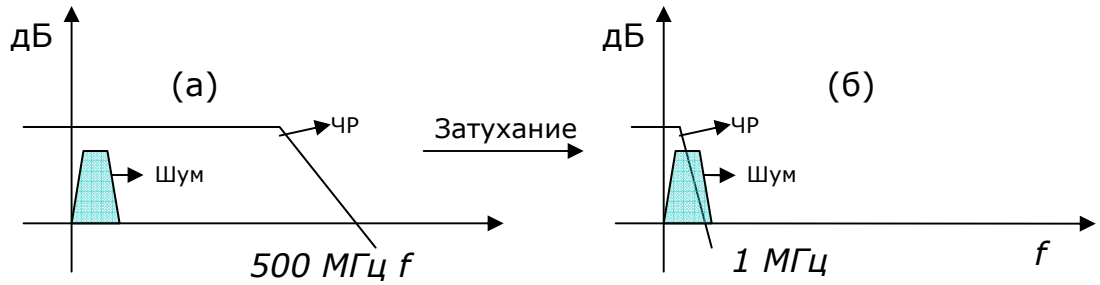


Рис. 1: Частотный спектр ЧР в источнике (а) и в точке обнаружения (б), когда источник находится далеко от точки обнаружения.

Выбор полосы пропускания против шума

Когда проводятся онлайн-измерения, на низких частотах может наблюдаться значительное количество шума/помех окружающей среды.

Поэтому можно допустить, что этот шум может скрывать сигналы ЧР более низкой частоты, когда они приближаются к точке измерения.

Это отчасти верно.

Но, собственно говоря, шум и импульсы ЧР будут иметь различную информацию о форме сигнала и времени. Поэтому, получая полные формы сигнала и применяя надлежащий алгоритм, способный их анализировать, можно различать сигналы, поступающие от ЧР-активности и сигналы, поступающие от возмущений/шумов.

Таким образом, даже если случится так, что шум и ЧР будут располагаться в одном и том же частотном диапазоне (на низких частотах), все равно важно провести обнаружение ЧР в этом диапазоне, так как при этом может быть извлечена очень важная информация, связанная с вредными ЧР (согласно международным стандартам IEC).

Итак, решение состоит в следующем:

1) использовать надлежащие датчики, чувствительные даже к низкочастотным импульсам ЧР
2) разработать надлежащий инструментарий для **отделения** низкочастотных импульсов ЧР от импульсов, поступающих от шума

Действительно, при использовании конденсаторов связи с малой емкостью (80-100 пФ), вся система будет вести себя как фильтр высоких частот с частотой среза около 30 МГц. Это может отфильтровать важную информацию на низкой частоте, так что не удастся обнаружить некоторый внутренний ЧР, находящийся далеко от точки измерения.

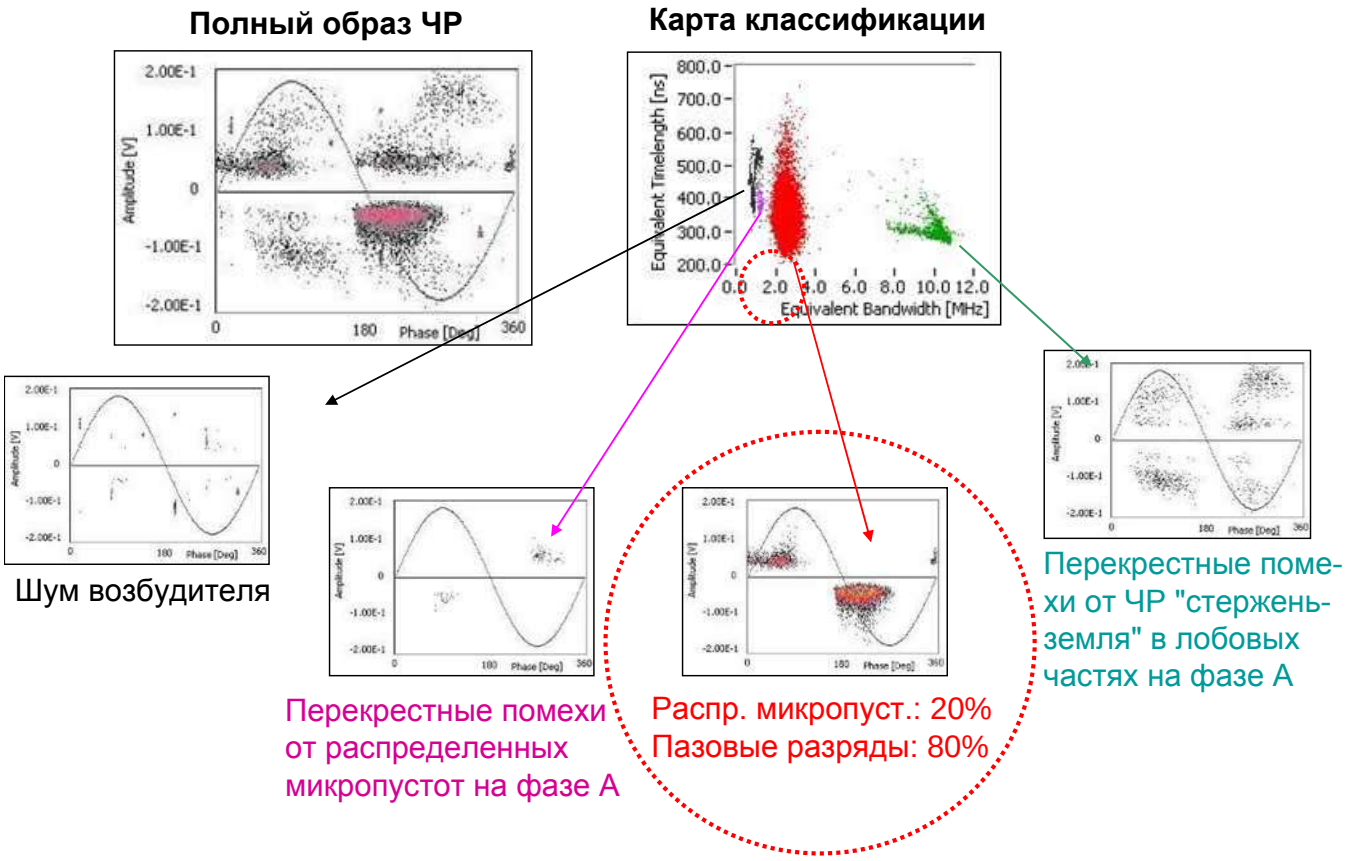
При использовании датчиков с емкостью 1 нФ частота среза будет ниже (примерно на несколько МГц) что позволяет записывать также сигналы, поступающие из источников ЧР внутри устройства и/или вдали от датчиков.

Реальный пример: опасная активность в низкочастотном диапазоне

На рисунке 2 показано, что реальное обнаружение ЧР выполняется в онлайн-режиме на одной фазе (B) генератора с использованием емкостного датчика (конденсатора связи) емкостью 1 нФ и блока сбора данных PDCheck. Все ЧР-явления наряду с возмущениями и шумом обнаруживаются и визуализируются с помощью шаблона с фазовым разрешением (PRPD-образа).

Исходя из частотно-временной карты классификации (TF-карты), можно разделить различные виды активности, а именно:

1) Шум возбудителя
2) Разряды в микропустотах изоляции другой фазы (A)
3) Разряды в микропустотах изоляции + пазовые разряды в изоляции тестируемой фазы (B)
4) Разряды "стержень-стержень" в изоляции другой фазы (A)



Крайне важно отметить, что красное явление, наблюдаемое в тестируемой фазе и связанное с внутренней ЧР-активностью из-за пазовых разрядов и распределенных микропустот, имеет очень низкий частотный спектр (около 2 МГц). Такая ЧР-активность не будет надлежащим образом обнаружена с использованием датчика емкостью 80 пФ, который способен правильно определять только ЧР-активность высокочастотного спектра.

Итоги:

1) **Импульсы ЧР имеют очень высокую частоту у своего источника.**
2) **Из-за затухания внутренняя ЧР-активность может достигать точки измерения, имея низкочастотный спектр (ниже 1 МГц).**

3) **Использование конденсаторов связи емкостью 80 пФ (с оптимальной шириной полосы обнаружения выше 30 МГц) может привести к тому, что внутренние ЧР, имеющие низкочастотный спектр, не могут быть выявлены и опознаны.**

4) **Этого можно избежать, используя конденсаторы связи емкостью 1 нФ**

5) **Прибегая к соответствующим инструментам (карта классификации, T-F-карта), можно отличить ЧР от шума и помех как на низких, так и высоких частотах.**