



## Дифференциальные измерения частичных разрядов

В соответствии со стандартом IEC 60270 измерение частичных разрядов (ЧР) на высоковольтном оборудовании является всемирно признанным методом, который используется для обеспечения качества. Однако, как упоминалось в нашей последней статье, проведение этих измерений в полевых условиях затруднительно из-за помех. Метод снижения влияния помех, который упоминается в стандарте IEC 60270 — это дифференциальное измерение с использованием уравновешенных мостов ЧР.

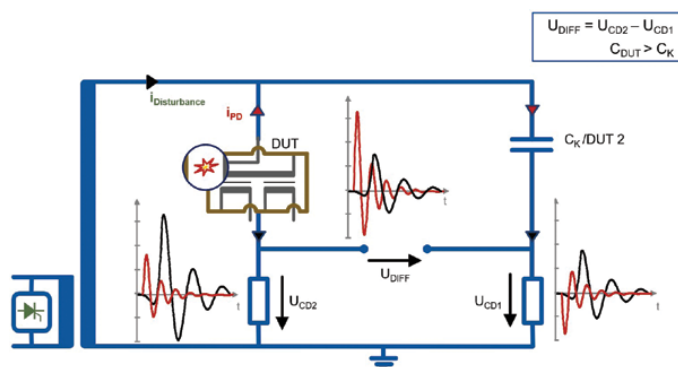
Например, MBB1 вместе с системой измерения и анализа ЧР MPD и двумя измерительными импедансами CPL1 от OMICRON образуют уравновешенный измерительный мост, который может эффективно снизить уровень шума в условиях испытания. Подавление шума может быть достигнуто за счет наложения внешних помех в обоих измерительных плечах.

Сигналы ЧР и синфазных помех имеют различную полярность в двух плечах цепи измерения ЧР. Если ЧР измеряются не с помощью одного устройства измерения сопротивления, а в виде разностного сигнала, как показано на рис. 1, то интенсивность сигналов синфазного режима (помех) (показаны черным цветом) будет снижена, в то время как сигналы ЧР (показаны красным цветом) будут усилены благодаря суперпозиции. В результате соотношение сигнал/шум измерения увеличится. Этот принцип использовался с начала появления измерения ЧР, а также описан в стандарте IEC 60270.

Подобные измерения требуют симметричного импеданса (емкости,  $\tan \delta$ , индуктивности) между испытуемым устройством (DUT1) и СК/DUT2. Так как по-настоящему симметричную установку мостового типа практически невозможно создать в реальных условиях, для оптимального подавления шумов необходимо добиться равновесия сигналов. В классических измерительных мостах это делается путем регулировки измерительного импеданса (см. рис. 2).

В автоматическом режиме, калибратор подключается как источник синфазного сигнала (между ВН и заземлением), и программное обеспечение рассчитывает параметризацию в соответствии с данными измерений.

Figure 1

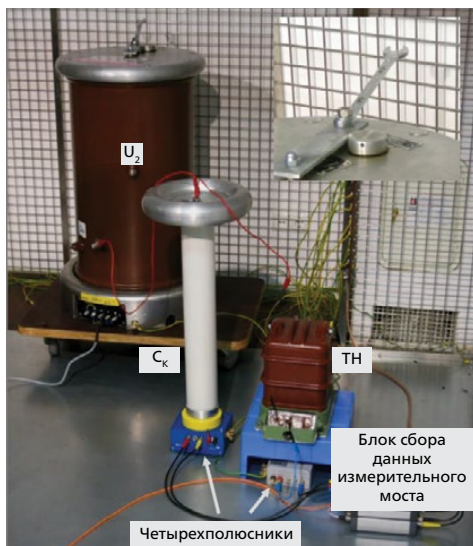


Принцип дифференциального измерения ЧР (неуравновешенный)

На рис. 3 показана схема с трансформатором напряжения (VT) 6,6 кВ в качестве испытуемого объекта и конденсатором связи 1 нФ. Испытуемое устройство (DUT) имеет емкость 350 пФ и известный дефект изоляции, который приводит к возникновению внутреннего ЧР при напряжении свыше 5 кВ. На верхнем электроде испытательного трансформатора для создания коронного разряда был установлен гаечный ключ. Сигналы ЧР были разделены в заземляющем контуре СК (CD1) и DUT (CD2).

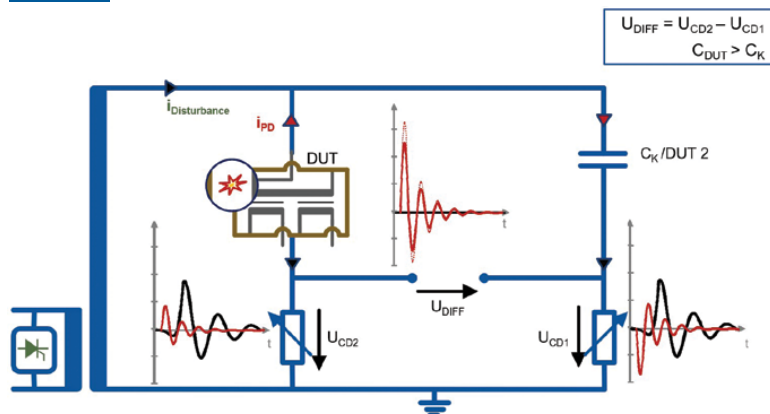
Измерение напряжения синхронизации проводили на CD1; измерение сигналов ЧР выполнялось в диапазон частот 250 кГц ± 150 кГц. Во время регулировки и калибровки было установлено, что весовое соотношение составляет 1 к 2,45. Для оценки подавления шума после калибровки подавались синфазные импульсы с зарядом 2 нКл.

Figure 3



Лабораторные измерения

Figure 2



Принцип дифференциального измерения ЧР (уравновешенный)

Рис. 4

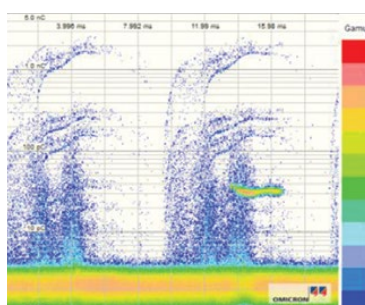


Диаграмма PRPD для CD1

Рис. 5

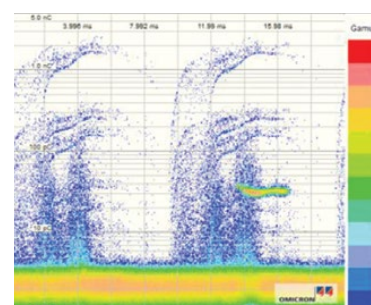


Диаграмма PRPD при использовании метода уравновешенного моста

На рис. 4 и 5 показана диаграмма PRPD при испытательном напряжении 5,5 кВ. Обе диаграммы охватывают двадцатисекундный промежуток времени. Гаечный ключ вызывает сильные коронные разряды на CD1 и CD2. В режиме уравновешенного моста интенсивность помех снижается до уровня, который находится ниже предела обнаружения. Дефект изоляции приводит к возникновению интенсивной внутренней активности ЧР, при которой наблюдаются идентичные диаграммы PRPD.

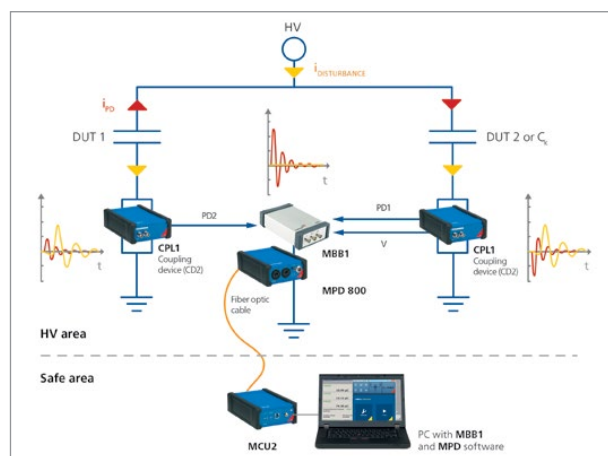


Рис. 6.

Схема дифференциального измерения ЧР с помощью уравновешенного измерительного моста MBB1 от OMICRON