

Принципы и примеры построения систем непрерывного мониторинга энергетического оборудования


Монастырский Александр Евгеньевич

Санкт-Петербургский политехнический

университет Петра Великого

Тел 921 940 4362

E-mail: monalex2008@yandex.ru



Основные требования к системам мониторинга

- Однозначное выявление любых видов дефектов, появляющихся в оборудовании.
- Простота и надежность работы.
- Отсутствие факторов, ухудшающих работу самого оборудования.
- Минимальные эксплуатационные затраты и требования к квалификации обслуживающего персонала.
- Минимальная стоимость аппаратуры.



Дополнительные функции

- повышение удобства эксплуатации
- возможность снижения эксплуатационных затрат
- обеспечение возможности регулирования ресурса
- получение более детальной информации о процессах, происходящих в оборудовании, для совершенствования конструкции



Системы непрерывного контроля

↓

Минимально необходимые

↓

С дополнительными
функциями

↓

Исследовательские



Основные функции, выполняемые системами непрерывного контроля

- Основной функцией системы непрерывного контроля, является выявление опасных дефектов
- Второй функцией систем непрерывного контроля является снижение эксплуатационных затрат.
- Третьей функцией является функция слежения за режимами работы и управления ими.
- Четвертая функция - аналитическая



Структура систем непрерывного контроля

- Уровень I обычно включает в себя датчики и первичные преобразователи.
- Уровень II обеспечивает сбор и обработку сигналов, полученных от первичных датчиков уровня I, а кроме того, осуществляет информационный обмен с уровнем III системы.
- Уровень III выполняется в виде единого централизованного рабочего места



Задачи третьего уровня

- управление работой всей системы;
- сбор и архивация измерительной информации;
- анализ полученной информации и оценка состояния оборудования;
- вывод соответствующих сообщений оперативному и эксплуатационному персоналу;
- дистанционная проверка исправности аппаратуры нижних уровней;
- передача полученных данных на серверы хранения.




СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



Параметры минимально необходимых систем для трансформаторов

- концентрация газов, растворенных в масле;
- влажность твердой изоляции;
- концентрация механических примесей в масле (по классу чистоты);
- диэлектрические параметры основной изоляции высоковольтных вводов;
- характеристики частичных разрядов;
- температура верхних слоев масла.



Дополнительные функции для трансформаторов

- контроль и управление РПН трансформатора;
- контроль технического состояния маслонасосов и вентиляторов системы охлаждения;
- контроль и управление системой охлаждения;
- контроль вибрационных параметров;
- контроль Z_k ;
- локация зоны частичных разрядов;
- контроль состояния ограничителей перенапряжения;
- контроль уровня масла в расширителе.



Параметры для исследовательских систем

- контроль распределения температуры вдоль обмотки,
- контроль состояния магнитной системы,
- контроль изменения геометрии обмоток,
- более мощные измерители характеристик частичных разрядов

Газоанализаторы GE



Transfix,
Multitrans,
TapTrans



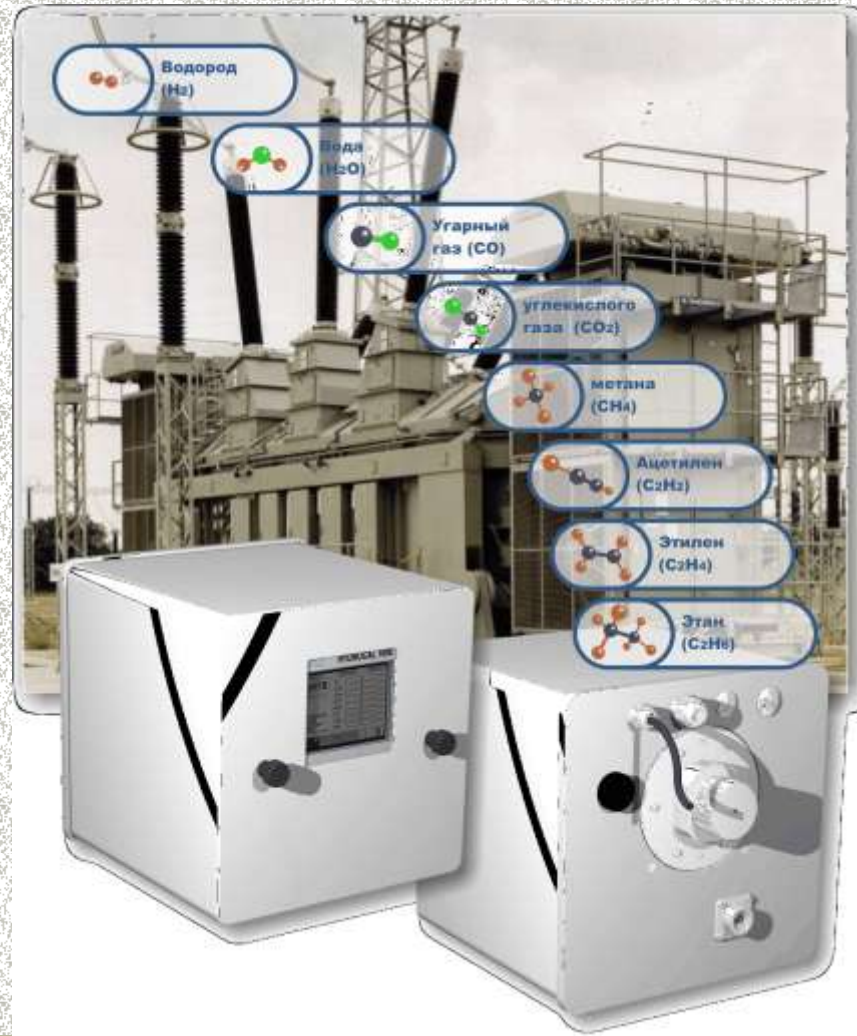
MiniTrans (3
газа)



Hydran M2

↑
СТОИМОСТЬ, ВОЗМОЖНОСТИ

Система многостороннего анализа газов в масле с функциями мониторинга трансформатора фирмы EMH Energie-Messtechnik GmbH - HYDROCAL



Газоанализаторы фирмы Morgan Schaffer Ltd.

Приборы оперативного обнаружения Calisto:
Calisto и Calisto 2



Водород
+ влага



Водород, влага
+ окись углерода

Приборы диагностики Calisto:
Calisto 5 и Calisto 9



5 диагностических газов
+ влага

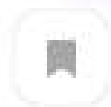


Полный АРГ
+ влага

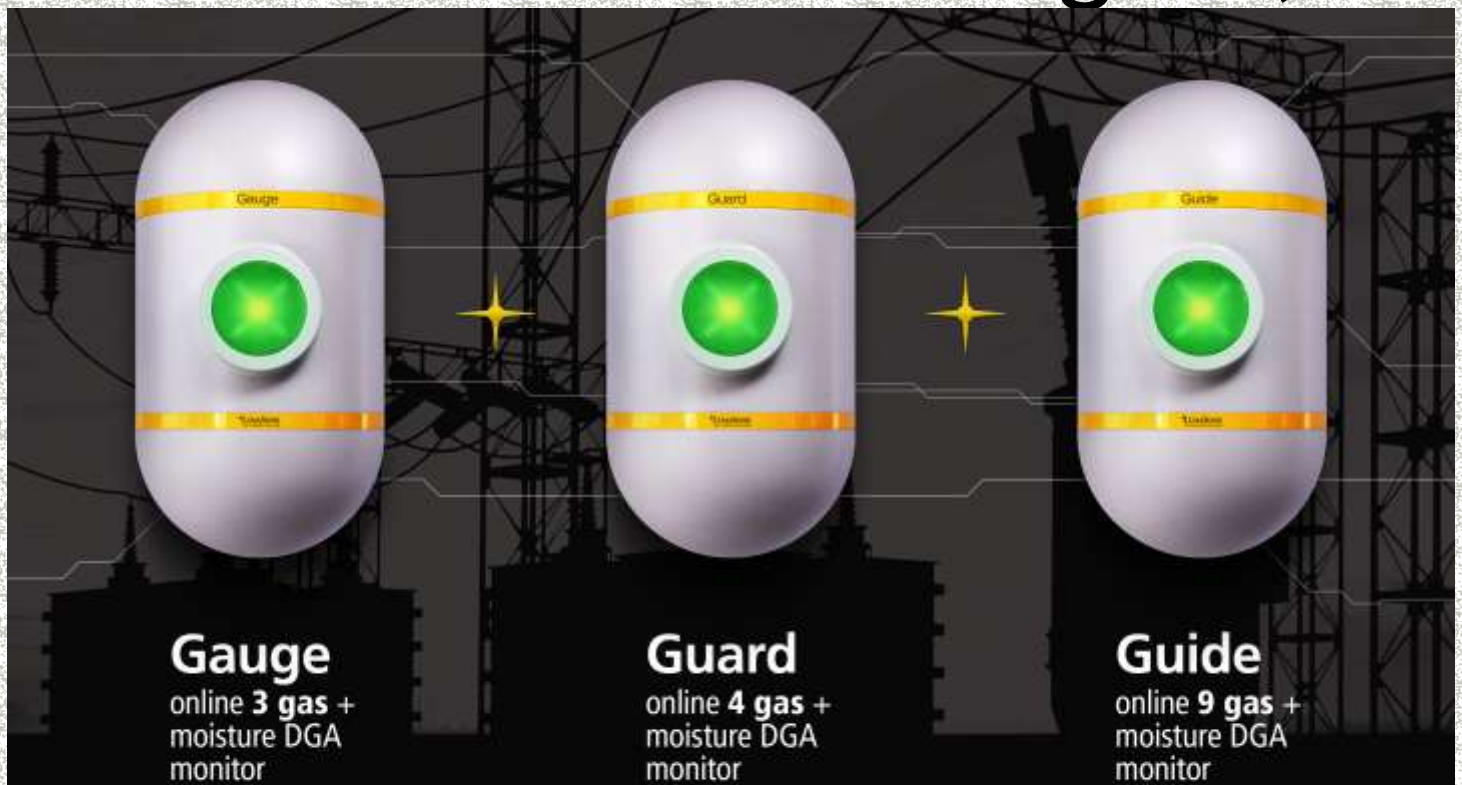
Приборы Calisto отличаются исключительной надежностью

- Самокалибруются
- Полностью функциональны в самых тяжелых условиях эксплуатации
- Электроника промышленного класса обеспечивает надежность в полевых условиях
- Гальваноразвязка 5 кВ всех сетевых подключений
- Защита 250 мс от перебоев питания
- Лучшие в отрасли показатели электромагнитной совместимости и электробезопасности
- Техническое обслуживание и поддержка во всем мире
- Время отклика 24 часа

Газоанализаторы фирмы Serveron Corporation



Газоанализаторы фирмы LumaSense Technologies, Inc.



Газоанализаторы фирмы Интера



Хроматограф 7Х



Гидромер

Блоки встроенных датчиков фирмы Дизкон



Газоанализаторы фирмы Димрус



Газоанализатор марки TDGM-04



Параметры, контролируемые комплексом СКИТ

- концентрация растворенных в масле газов
50...1000 ppm;
- влажность твердой изоляции 0...10 %;
- концентрация механических примесей с размерами в диапазоне 5...500 мкм
до 100 000 шт. в 100 см³
- tgδ высоковольтных вводов 0,1...10%
- емкость изоляции остова 100...3000 пФ
- частичные разряды в изоляции электрическим и акустическим методами с построением амплитудных спектров и фазовых диаграмм по кажущемуся заряду в диапазоне 10^{-11} ... $3 \cdot 10^{-6}$ Кл
и интенсивностью до 10^5 имп/с.

Блок-схема комплекса СКИТ

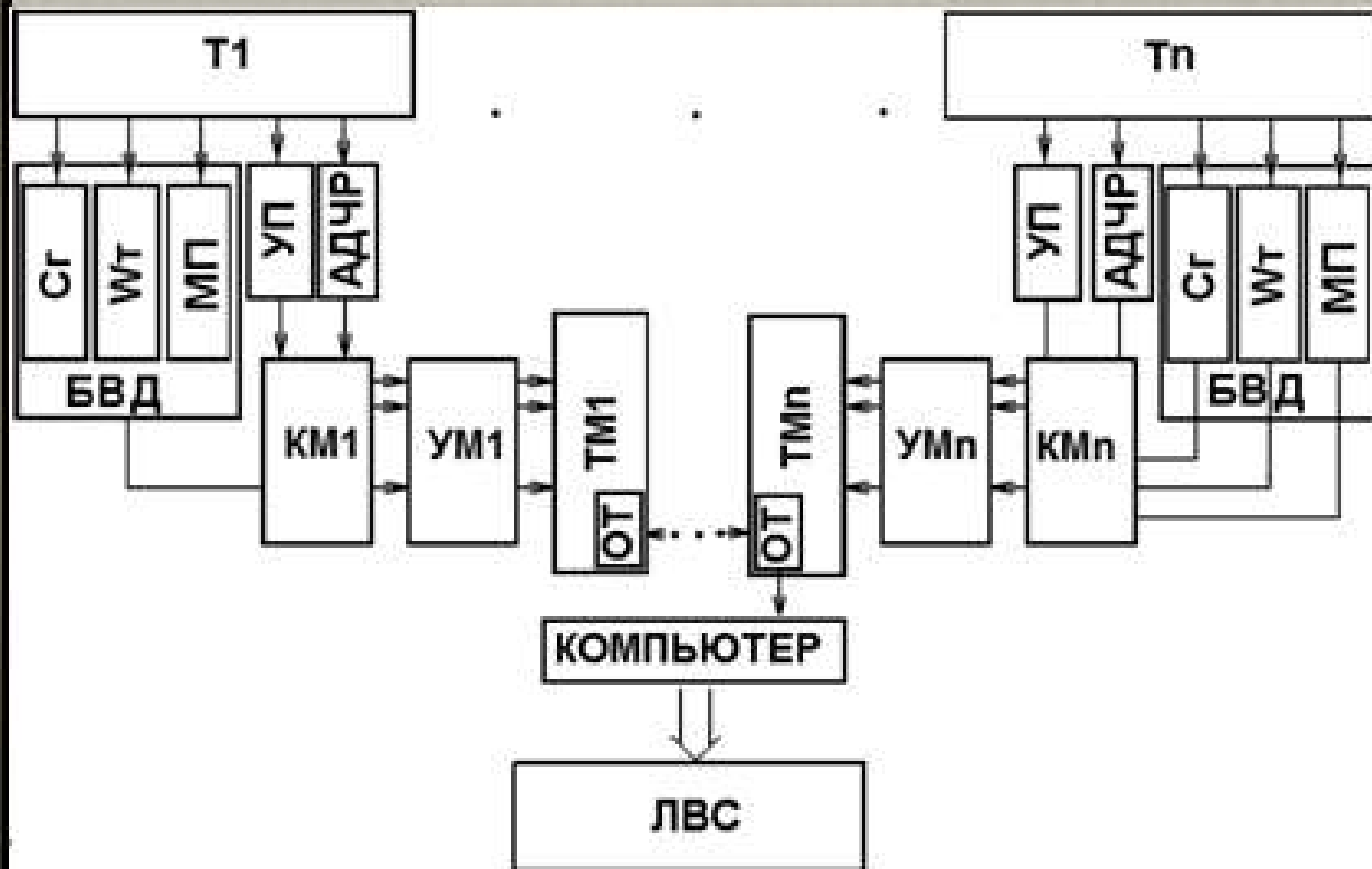
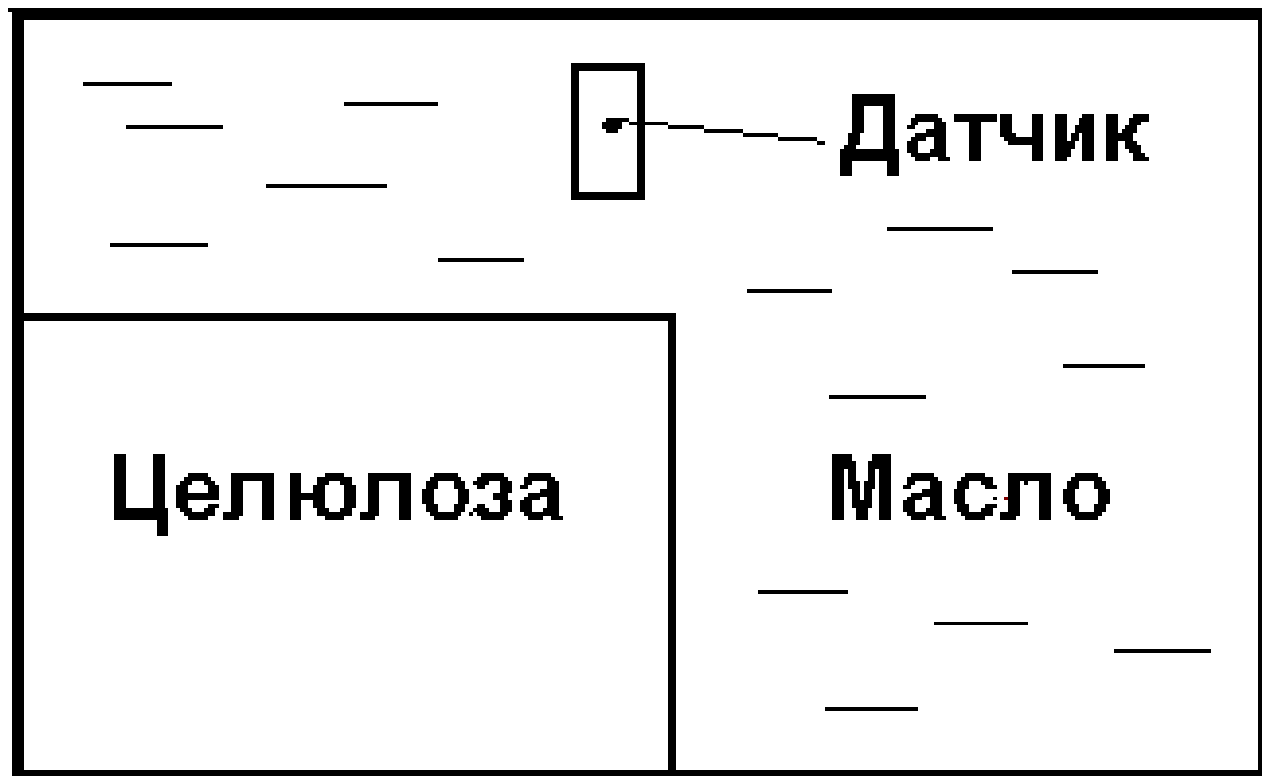
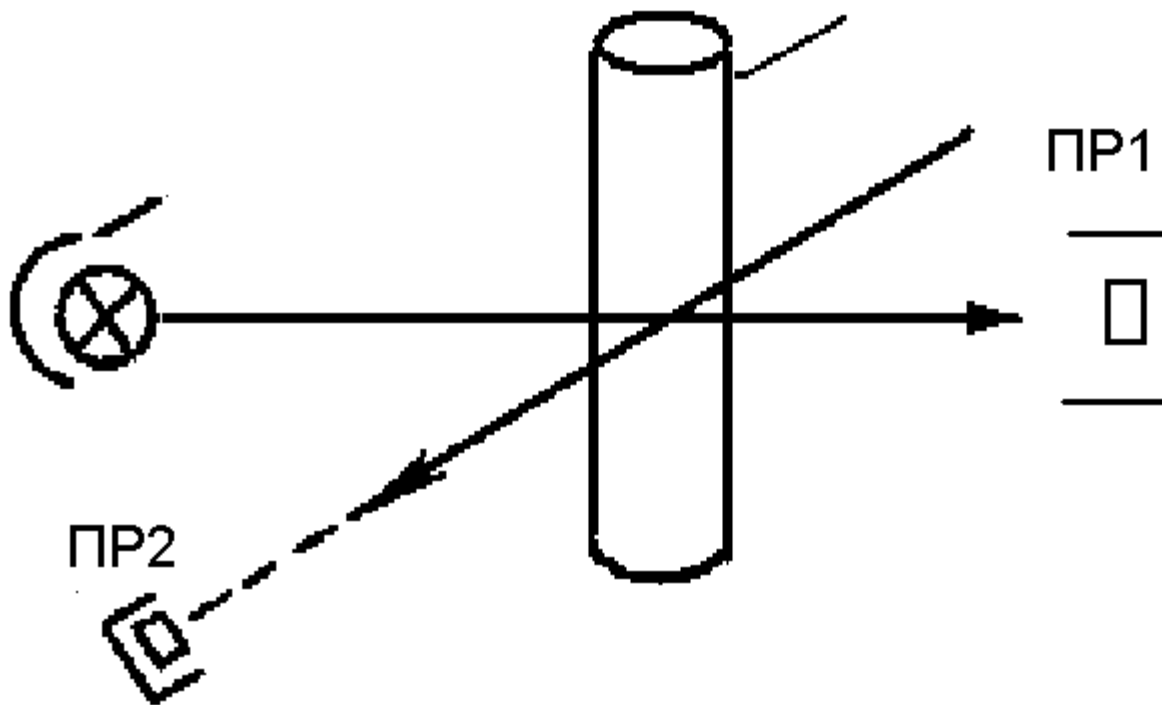



Схема датчика влажности твердой ИЗОЛЯЦИИ







Варианты мониторинговых систем для разных трансформаторов

№	Вариант
1	Автономный вариант с минимальной комплектацией «А1» - до 40 МВт.
2	Автономный вариант с максимальной комплектацией «А2» - от 25 МВт до 63 МВт.
3	Сетевой вариант упрощенный «С1»(без быстродействующего АЦП). – от 40 до 125 МВт.
4	Сетевой вариант полный «С2» (с быстродействующим АЦП, аналитикой и выходом в АСУ). -от 63 МВт.

Системы мониторинга фирмы “Dimrus”

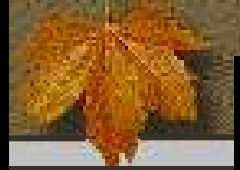


TDM




TDM-3F





Системы непрерывного контроля электрических машин



Минимально необходимый набор параметров для электрических машин

Контролируемый параметр	Мощность электрической машины, МВт		
	Менее 5	От 5 до 20	Более 20
Контроль ЧР обмотки статора	+	+	+
Пульсации магнитного потока в зазоре	-	+	+
Вибрационные параметры пакета статора	-	-	+

Схема подключения к электрической машине

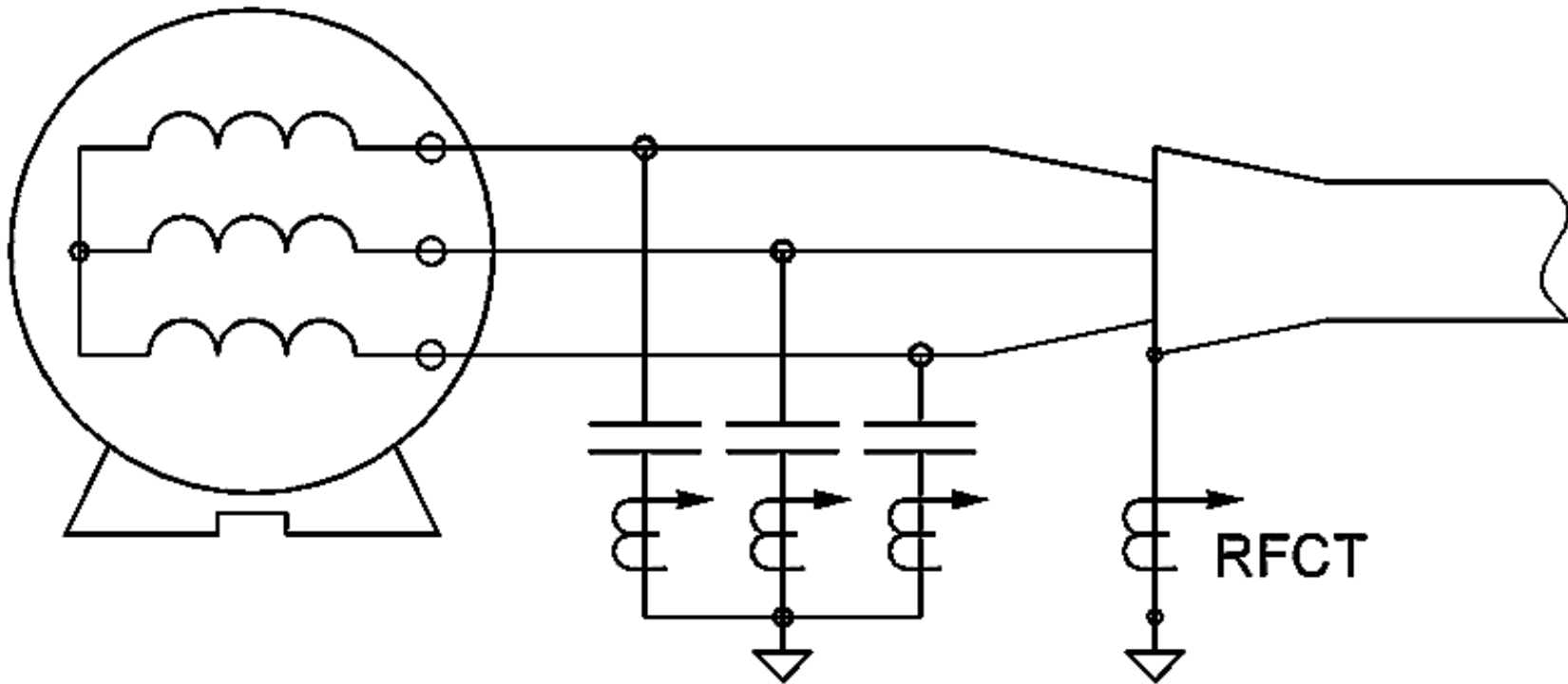
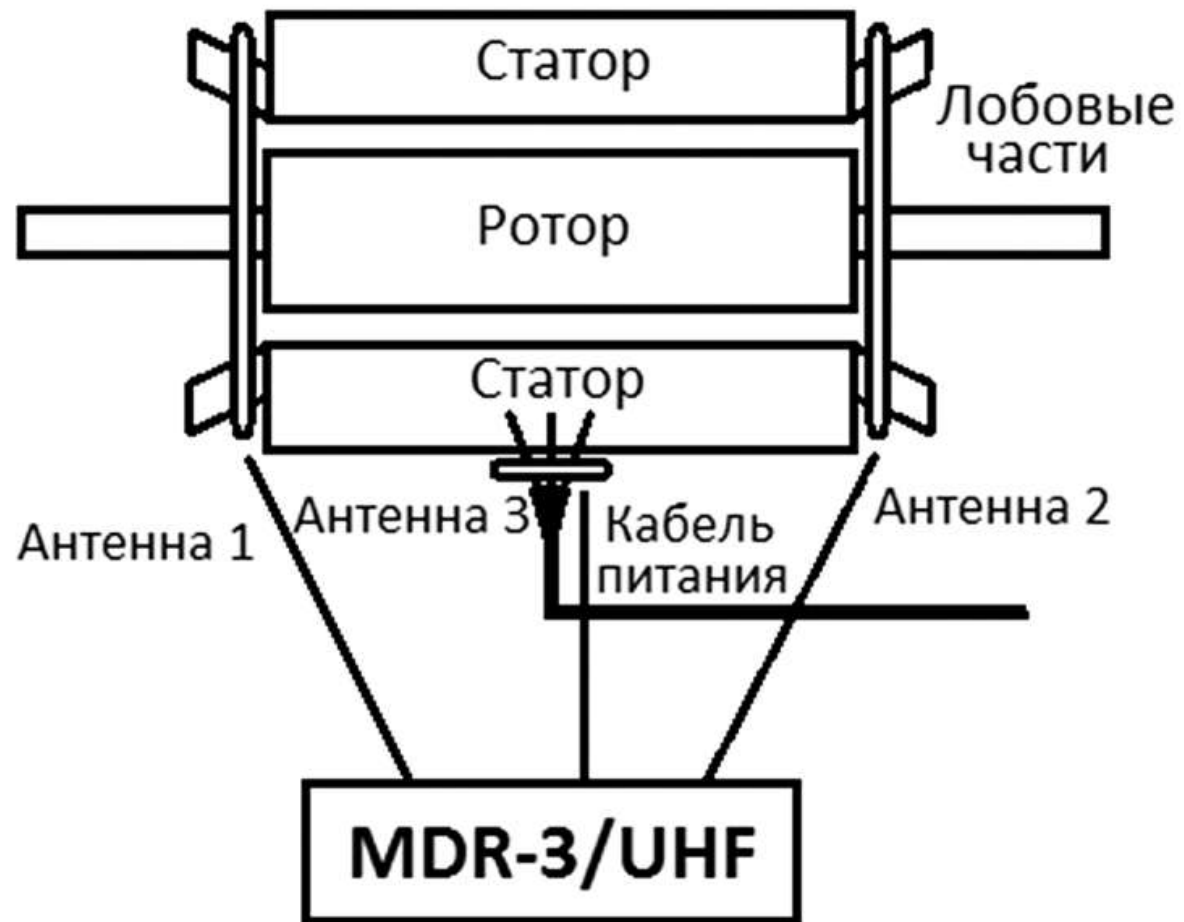




Схема подключения к электрической машине

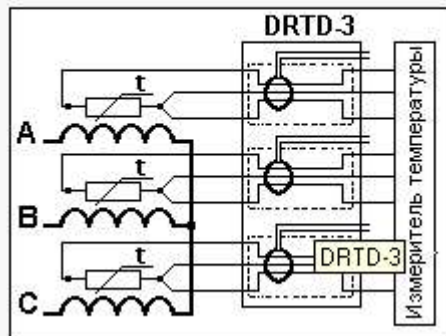


Датчики ЧР

Датчик DRTD-3

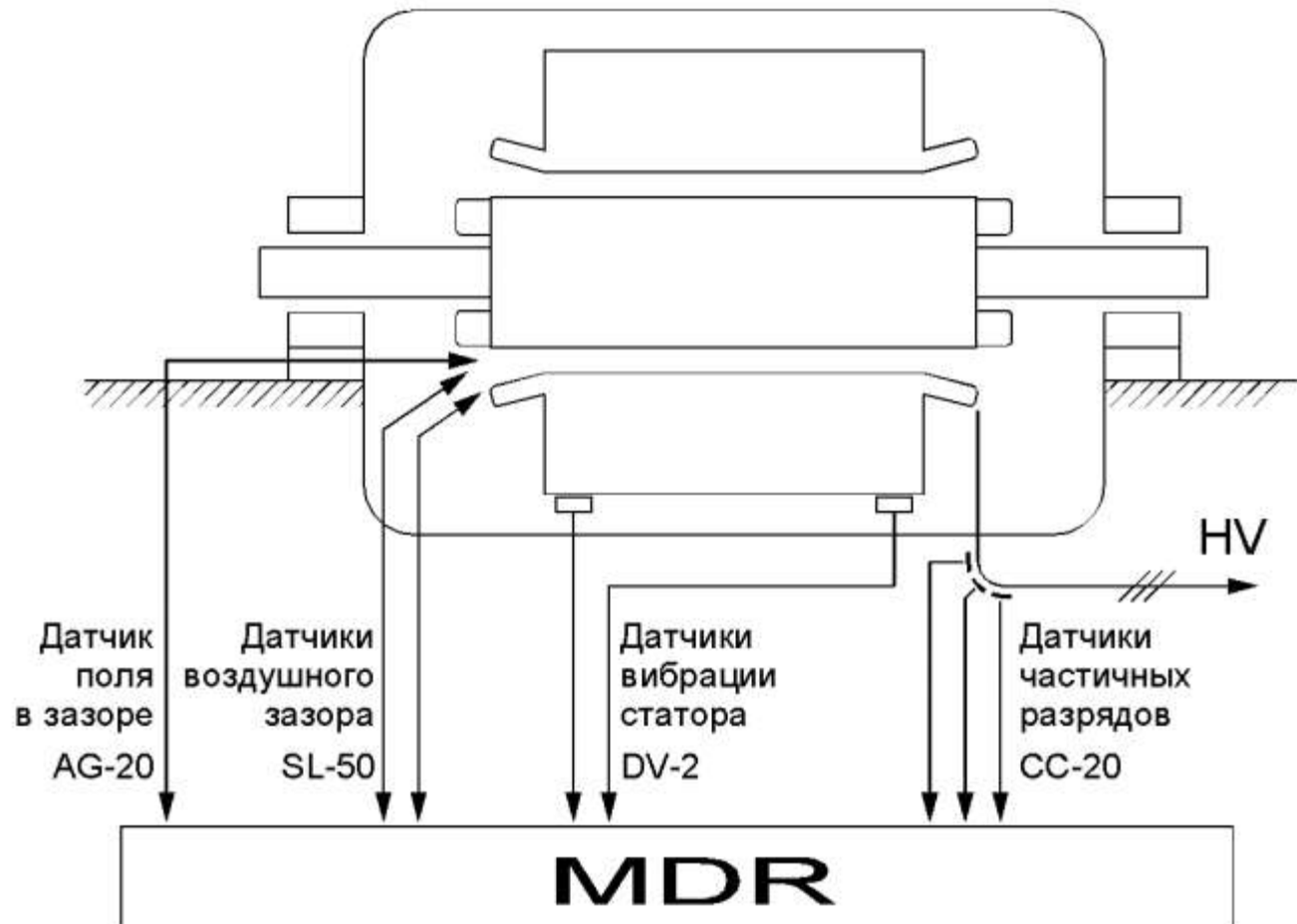



Датчик DRTD-3 предназначен для регистрации частичных разрядов в обмотках статора электрических машин. В качестве антенны ЧР используется термосопротивления, заложенные в обмотку электрической машины на заводе-изготовителе. Датчик включается в разрыв схемы измерения температуры. При помощи датчика из полного сигнала с термосопротивления выделяется высокочастотная составляющая, которая несет в себе информацию о частичных разрядах в обмотке. Конструкция датчика разработана таким образом, что включение его в измерительную цепь не приводит к существенной погрешности при измерении температуры.



Датчик DRTD-3 состоит из трех одинаковых измерительных схем, расположенных на одной электронной плате, и позволяет подключать одновременно три термосопротивления. Стандартная схема включения - три сопротивления в трех фазах электрической машины. Монтировать датчик желательно максимально близко к месту выхода кабеля из корпуса статора электрической машины, чтобы избежать затухания высокочастотных сигналов от частичных разрядов в кабеле до клеммной колодки.

Пример реализации – система MDR





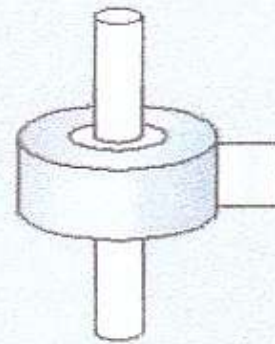
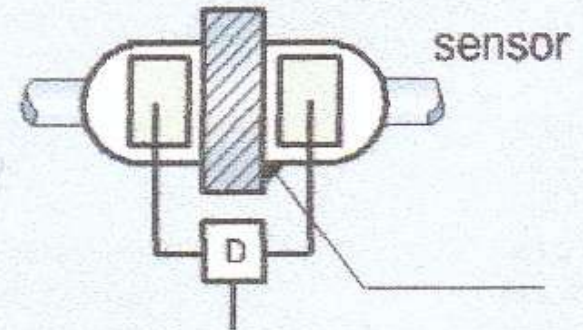
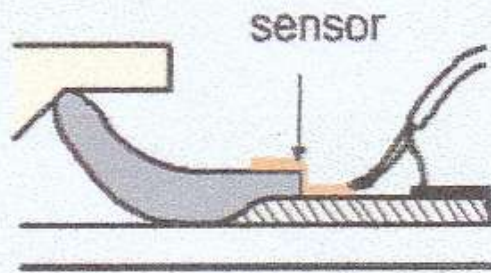
Системы непрерывного контроля кабельных линий



Набор параметров для кабельных линий

Метод контроля	Напряжение кабельной линии,кВ		
	6 - 10	10- 110	Более 110
Мониторинг температурных параметров при помощи оптического кабеля	-	+	+
Мониторинг изоляции по ЧР	+	+	+
Поиск мест по методу рефлектометра	+	+	+

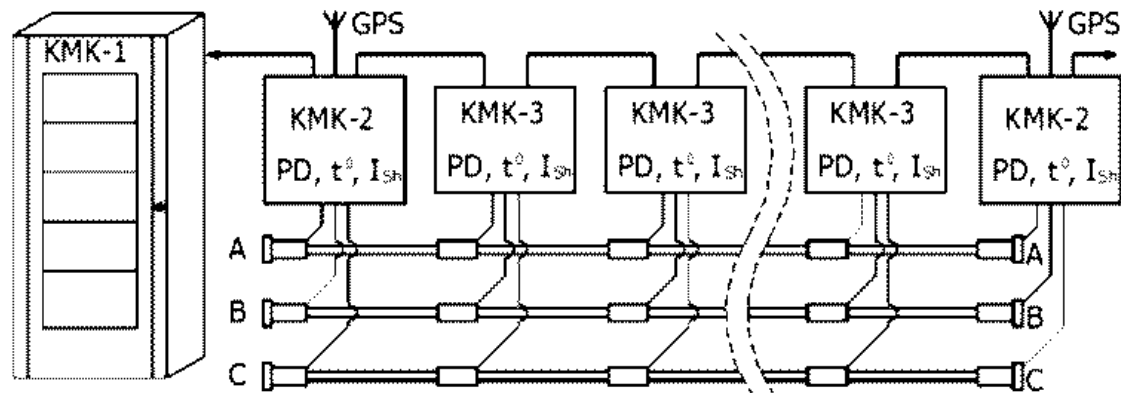
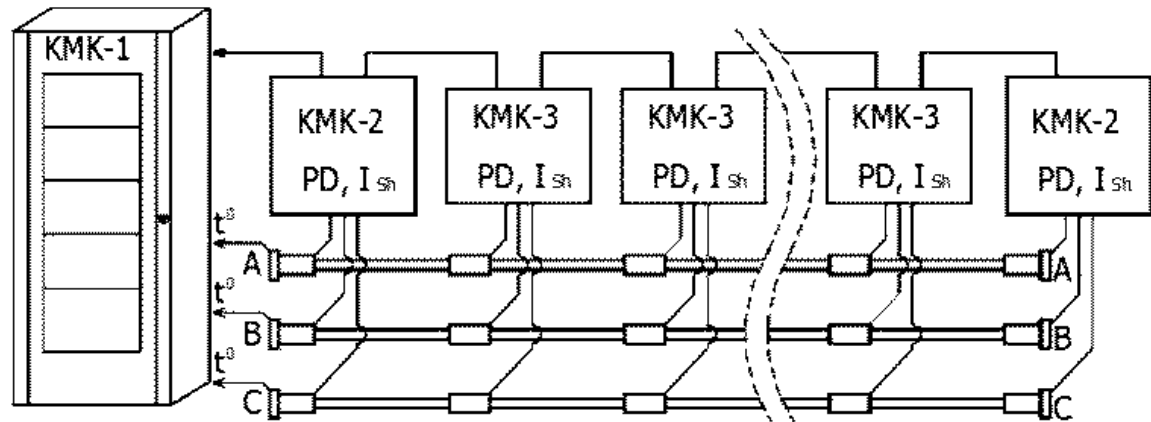
Датчики для кабелей



Датчики для кабелей



Пример реализации КМК - 500





**Спасибо
за внимание**