

Резонансные системы испытаний переменным напряжением с регулируемой индуктивностью



Резонансная система 2000 кВ / 20000 кВА
State Grid Corporation of China



Резонансная система 1400 кВ / 28000 кВА
Smart Transmission Engineering Technology Co.



Резонансная система 1000 кВ / 6000 кВА
Mitsubishi Electric

Применение

Резонансная система с регулируемой индуктивностью генерирует плавно регулируемое переменное напряжение для высоковольтных испытаний таких емкостных объектов как провода, кабели, конденсаторы, комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (GIS), генераторные агрегаты, емкостные измерительные трансформаторы и т.п. Резонансная испытательная система с регулируемой индуктивностью может применяться на частотах 50 Гц или 60 Гц. Благодаря чисто синусоидальной форме переменного напряжения эта система хорошо подходит для измерения частичного разряда при испытаниях объектов на способность выдерживать высокое переменное напряжение.

Преимуществом резонансной испытательной системы с регулируемой индуктивностью является небольшая потребляемая мощность, которая требуется лишь для компенсации потерь в испытываемой цепи. Добротность резонансной цепи определяется отношением испытательной мощности S к мощности потерь P . Это означает, что для испытаний требуется в Q раз меньшая мощность, чем в нерезонансной системе. Резонансная система более экономична и обладает меньшим весом по сравнению с системой, использующей испытательный трансформатор. При возникновении пробоя и разряда нарушается условие резонанса в системе и напряжение возвращается к нулю для предотвращения других неполадок.

Особенности системы

- Модульная конструкция, небольшая занимаемая площадь
- Низкий уровень частичного разряда
- Разнообразные варианты конфигурации
- В системе не возникают повреждения в случае пробоя объекта испытаний
- Компьютеризированная система управления с дружественным пользовательским интерфейсом
- Эффективные средства защиты для обеспечения безопасности

Описание системы

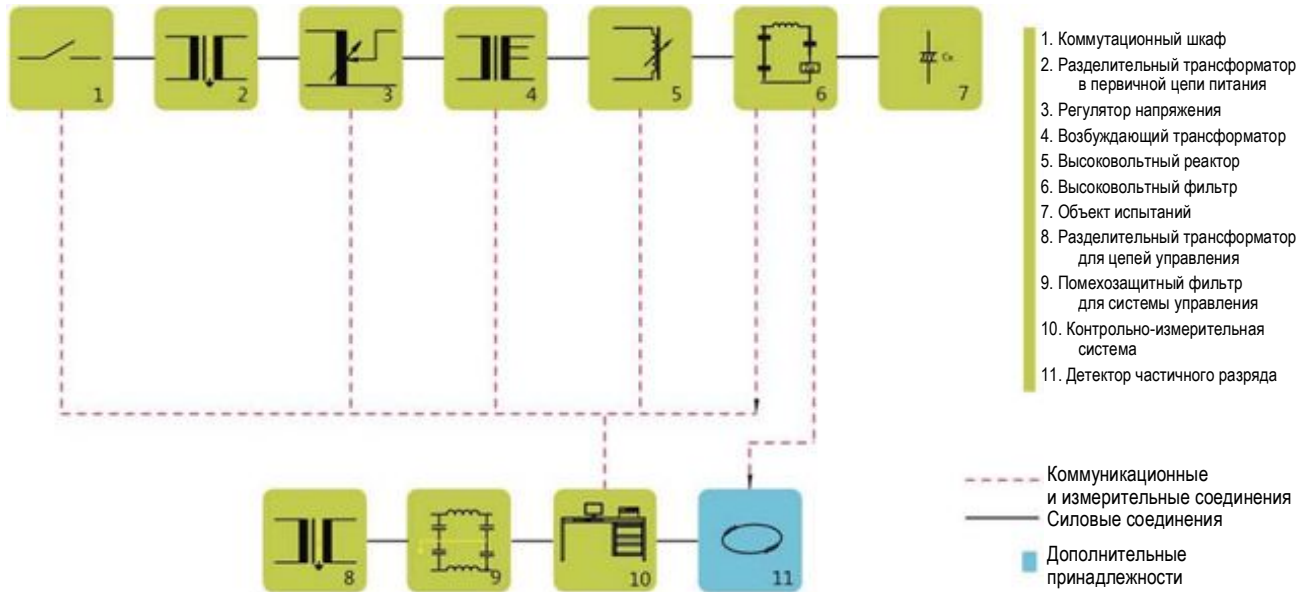
Резонансная испытательная система содержит коммутационный шкаф, регулятор напряжения, помехозащитный фильтр и возбуждающий трансформатор. Если применяется реактор в металлическом корпусе, то возбуждающий трансформатор может быть вмонтирован в реактор. Помехозащитный фильтр, установленный на стороне низкого напряжения, используется для подавления помех в цепи питания, чтобы обеспечить низкий уровень фоновых помех при чувствительных измерениях частичного разряда.

Реактор с регулируемой индуктивностью является наиболее важной частью резонансной испытательной системы этого типа. Индуктивность реактора регулируется путем перемещения сердечника с помощью специального электропривода.

Высоковольтный фильтр содержит высоковольтные конденсаторы и индуктивность. Этот фильтр можно применять для подавления высокочастотных помех, а также в качестве базовой нагрузки системы при измерении частичного разряда.

Контрольно-измерительная система содержит средства управления, промышленный компьютер и приборы для измерения напряжения, частичного разряда и диэлектрических потерь.

Блок-схема резонансной испытательной системы с регулируемой индуктивностью



Состав системы

- Коммутационный шкаф
- Регулятор напряжения
- Помехозащитный фильтр
- Возбуждающий трансформатор
- Высоковольтный регулируемый реактор
- Высоковольтный фильтр
- Помехозащитный фильтр
- Контрольно-измерительная система (ручное или автоматическое управление)

Дополнительные принадлежности

- Разделительный трансформатор для источника питания системы управления
- Соединительные средства для последовательного и параллельного соединения
- Высоковольтный кабель, свободный от частичного разряда
- Образцовый конденсатор
- Измеритель частичного разряда
- Воздушная подушка
- Другие принадлежности

Описание компонентов

Реактор с регулируемой индуктивностью

Реактор цилиндрического типа

Реактор цилиндрического типа может применяться в виде одного блока или в каскадной модульной конструкции, допускающей возможность установки этих блоков друг на друга. Изолирующий цилиндр изготовлен из стеклопластика и заполнен маслом. Такая конструкция пригодна для применения в помещении, обычно для кратковременной эксплуатации (в соответствии со стандартом IEC) при номинальном токе. После работы при определенном токе в течение предписанного максимального времени требуется охлаждение реактора до температуры окружающей среды. Это означает обычный режим повторно-кратковременного включения.

Реактор в металлическом корпусе

Рассчитан на применение в виде отдельного реактора, причем корпус должен быть заземлен. Для экономии места можно помещать такие реакторы у стены (и даже на открытом воздухе). При установке реактора на открытом воздухе используется проходной изолятор для подачи высокого напряжения в лабораторию. Реакторы в металлическом кожухе можно использовать в последовательном или в параллельном соединении. При последовательном соединении требуется изолированная опора. Такой реактор может быть сконструирован с отводами. Реакторы в металлическом кожухе можно применять в непрерывном режиме работы.

Реакторы в обоих вариантах конструктивного исполнения могут быть оборудованы на воздушной подушке для облегчения их перемещения.

Конструктивные особенности

- Реактор смонтирован на раме. Место установки реактора на раме оборудовано амортизаторами, защищающими обмотки от вибраций, которые при длительной эксплуатации могут вызвать деформацию и смещение обмотки.
- Сердечник закреплен винтом из немагнитного материала; металлические пластины сердечника скреплены эпоксидным клеем для предотвращения их дребезжания.
- Неподвижный сердечник закреплен на раме из нержавеющей стали и стянут шпильками из нержавеющей стали для обеспечения соосности стержня сердечника.
- Подвижный сердечник смонтирован на направляющем стержне из высокопрочной стали, который поддерживает весь вес подвижного сердечника и обеспечивает плавное перемещение подвижного сердечника без деформаций и резонансных вибраций. На прецизионном приводном резьбовом стержне и на всех направляющих стальных стержнях установлены пластмассовые амортизирующие устройства.

Возбуждающий трансформатор

Возбуждающий трансформатор, как правило, снабжен несколькими выходными отводами. Он подает необходимое питающее напряжение на резонансный реактор в соответствии с требованиями испытаний.

Регулятор напряжения

Технические данные регуляторов напряжения, в том числе их размеры и масса, указаны в соответствующем каталоге.

Регулятор напряжения обеспечивает питание возбуждающего трансформатора. Он характеризуется низким коэффициентом нелинейных искажений, небольшим энергопотреблением и высоким коэффициентом полезного действия. Он имеет функции электрического привода, выводов нулевого напряжения и концевого выключателя.

Разделительный трансформатор с двойным электростатическим экраном

Обе обмотки этого разделительного трансформатора (первичная и вторичная) снабжены электростатическим экранирующим слоем. В данной системе этот трансформатор используется для подавления электромагнитных помех от источника питания и развязки источника питания системы от внешнего источника питания, что позволяет улучшить чувствительность измерений частичного разряда и снизить уровень фоновых помех.

Емкостной делитель напряжения, разделительный конденсатор и высоковольтный фильтр

Делитель напряжения

Делитель напряжения служит для измерения переменного напряжения на частоте питания и работает в качестве базовой нагрузки.

Разделительный конденсатор

Разделительный конденсатор служит для измерений частичного разряда.

Высоковольтный фильтр

Высоковольтный фильтр предназначен для подавления помех со стороны высокого напряжения (должен применяться с высоковольтной индуктивностью).

Примечание:

Установлен на основании с колесами для облегчения перемещения. Конденсатор предназначен для работы в помещении. (Конденсатор для применения на открытом воздухе может быть поставлен по заказу).

Компьютерная контрольно-измерительная система

В резонансной испытательной системе применяется компьютерная контрольно-измерительная система, обеспечивающая управление системой и позволяющая выполнять необходимые измерения. Возможно как ручное управление, так и автоматическое. Эта система может выполнять функции настройки на резонанс, испытания, защиты, индикации состояния, измерений и другие функции. В измерительной системе используется 8-канальный модуль сбора данных, обладающий высоким быстродействием (100 кГц в каждом канале) и высокой точностью (16-битовое разрешение), который обеспечивает соответствие требованиям релевантных стандартов по измерениям формы сигналов. Измерительная система позволяет также регистрировать данные сигналов и сохранять их в памяти, создавать отчеты (протоколы испытаний), выводить данные на печать и т.д.

На экране основного интерфейса отображаются в реальном масштабе времени значения выходного напряжения и тока испытательной системы, резонансного выходного напряжения, выходного напряжения и тока регулятора напряжения, кри-

вые зависимости U-T и I-T, операции кнопок, основные рабочие состояния, предупредительные сообщения и указания. Эта система надежна в эксплуатации, обладает множеством функций и обеспечивает точные измерения. Применение контрольно-измерительной системы в резонансных испытаниях повышает эффективность испытательной системы, сводит к минимуму ошибки и неполадки, что гарантирует достоверность результатов испытаний.

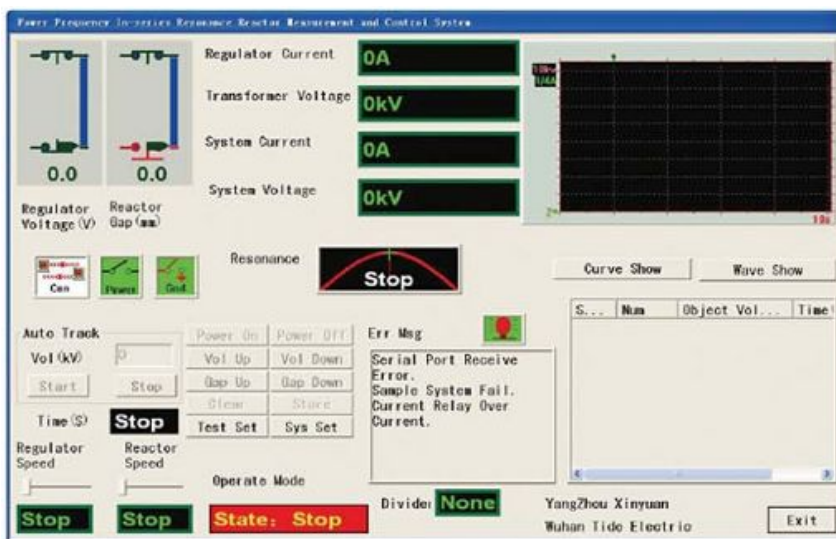
Для гальванической развязки здесь применяется волоконно-оптический кабель, который соединяет контроллер верхнего уровня с другими компонентами и защищает оператора и пульт управления от бросков перенапряжения в резонансной испытательной системе.

Особенности контрольно-измерительной системы

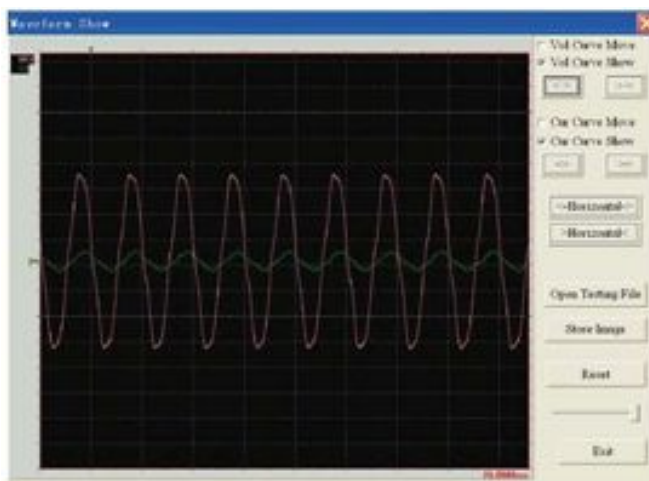
- Три режима управления: ручное управление, полуавтоматическое управление и полностью автоматическое управление. Гибкое и простое управление.
- Гальваническая развязка контроллеров верхнего и нижнего уровня с помощью волоконно-оптической линии связи. Сигналы управления гальванически развязаны оптронами. Гарантируется безопасность и стабильность пульта управления.
- Двойная защита программного обеспечения и оборудования обеспечивает надежность функционирования системы.
- Сообщения о неполадках выводятся на дисплей простым текстом, доступным для понимания.
- Система оборудована устройством мониторинга поверхностного пробоя для выключения испытательной системы при возникновении поверхностного пробоя.
- Отображение в реальном времени характеристик электрической прочности U-T и I-T.
- Высокая скорость и высокая точность сбора данных, частота выборки 100 кГц в каждом канале и 16-битовое разрешение.
- Автоматическая настройка на резонанс: автоматически реализуется нарастание напряжения и настройка на резонанс в автоматическом и полуавтоматическом режимах управления.

Интерфейсы

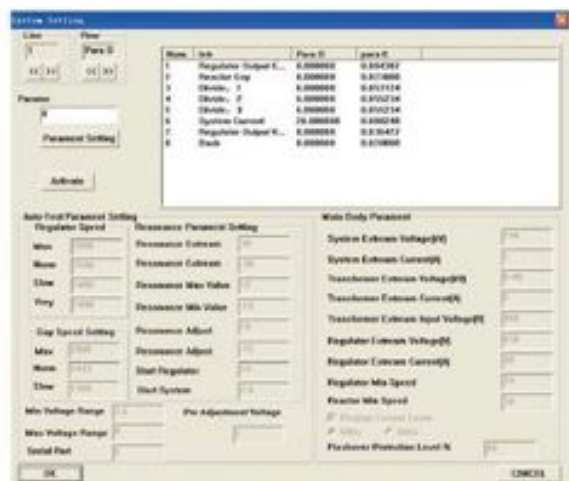
Основной интерфейс контрольно-измерительной системы для резонансных испытаний



Отображение формы сигналов



Экран установки системных параметров

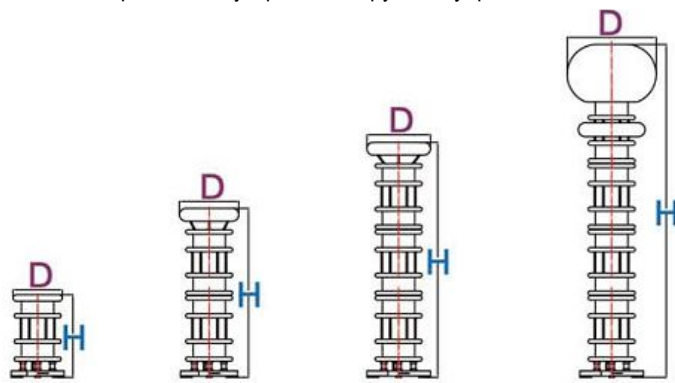


Функции измерительной системы

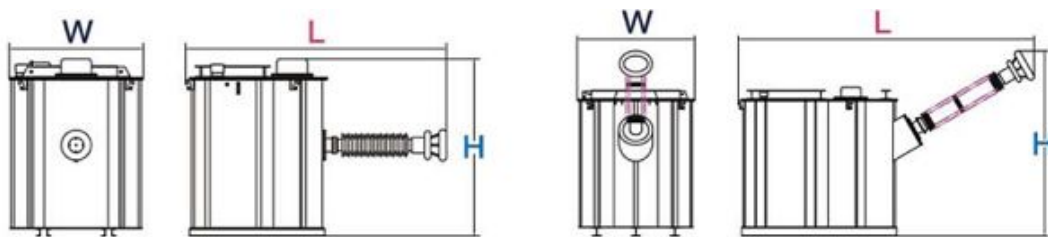
Измерительная система преобразует параметры воздействия в цифровые данные для последующего анализа, отображения, сохранения и автономного анализа (вне системы). Система использует быстродействующий прецизионный модуль сбора данных, который обеспечивает точность измерений. Он является основой для анализа формы сигналов, в особенности анализа формы сигналов переходных процессов (бросков напряжения и тока).

Ниже перечислены функции измерительной системы.

- Измерение параметров воздействия; частота выборки 100 кГц, 16-битовое разрешение в каждом канале.
 - Регистрация формы сигналов: регистрация и отображение параметров формы сигналов в течение 30 секунд до поверхностного пробоя или выключения. Одновременно заносятся в память и регистрируются графики для напряжения и тока.
 - Формы сигналов и графики можно сохранять в формате BMP, удобном для вставки в текст. Возможно одновременное отображение до восьми графиков. Кроме того, имеется возможность преобразования или изменения масштаба изображения каждого графика.
 - Предварительный просмотр формы сигналов: отображение графиков напряжения и тока (U-T и I-T) в реальном времени.
 - Распечатка протоколов испытаний.
- ★ По заказу мы поставляем также контрольно-измерительное устройство на основе программируемого логического контроллера (PLC) или контрольно-измерительное устройство с ручным управлением.



Реакторы цилиндрического типа



Реакторы в металлическом корпусе



↑ Резонансная система 400 кВ / 800 кВА
OMACS LLC Russia

← Резонансная система 350 кВ / 1050 кВА
SIEMENS MANUFACTURING SA

Технические характеристики

Реакторы цилиндрического типа

Тип	Ном. U	Ном. I	Ном. P	50 Гц включая базовую нагрузку		60 Гц включая базовую нагрузку		К-во каскад.	H	D экрана	Вес	Вес масла
	кВ	A	кВА	Мин. C (нФ)	Макс. C (нФ)	Мин. C (нФ)	Макс. C (нФ)					
XZL-500/250-T	250	2	500	1.3	25.5	1.1	21.2	1	3290	1540	2780	990
XZL-1000/250-T	250	4	1000	2.5	50.9	2.1	42.4	1	3400	1700	4100	1500
XZL-2000/250-T	250	8	2000	5.1	101.9	4.2	84.9	1	3800	2050	7710	3100
XZL-2500/250-T	250	10	2500	6.4	127.3	5.3	106.1	1	3900	2100	8850	3500
XZL-750/375-T	375	2	750	0.8	17	0.7	14.1	1	4050	1950	6100	3000
XZL-1500/375-T	375	4	1500	1.7	34	1.4	28.3	1	4300	2000	8400	3900
XZL-3000/375-T	375	8	3000	3.4	67.9	2.8	56.6	1	4400	2200	12000	5500
XZL-3750/375-T	375	10	3750	4.2	84.9	3.5	70.7	1	4530	2300	13300	6100
XZL-800/400-T	400	2	800	0.8	15.9	0.7	13.3	1	4100	2250	7000	3800
XZL-1600/400-T	400	4	1600	1.6	31.8	1.3	26.5	1	4300	2300	9600	4700
XZL-3200/400-T	400	8	3200	3.2	63.7	2.7	53.1	1	4600	2500	12870	6500
XZL-4000/400-T	400	10	4000	4	79.6	3.3	66.3	1	4700	2600	14300	7500
XZL-1000/500-T	500	2	1000	0.6	12.7	0.5	10.6	1	4400	2500	9950	5000
XZL-2000/500-T	500	4	2000	1.3	25.5	1.1	21.2	1	4500	2600	12300	7100
XZL-4000/500-T	500	8	4000	2.5	50.9	2.1	42.4	1	4700	2800	16600	9500
XZL-5000/500-T	500	10	5000	3.2	63.7	2.7	53.1	1	4800	3000	18500	10500
XZL-1500/2 X 375-T	750	2	1500	0.4	8.5	0.4	7.1	2	8100	3000	12810	6000
XZL-3000/2 X 375-T	750	4	3000	0.8	17	0.7	14.1	2	8600	3000	17640	7800
XZL-6000/2 X 375-T	750	8	6000	1.7	34	1.4	28.3	2	8800	3000	25200	11000
XZL-7500/2 X 375-T	750	10	7500	2.1	42.4	1.8	35.4	2	9060	3000	27930	12200
XZL-1600/2 X 400-T	800	2	1600	0.4	8	0.3	6.6	2	8200	3000	14700	7600
XZL-3200/2 X 400-T	800	4	3200	0.8	15.9	0.7	13.3	2	8600	3000	20160	9400
XZL-6400/2 X 400-T	800	8	6400	1.6	31.8	1.3	26.5	2	9200	3000	27027	13000
XZL-8000/2 X 400*-T	800	10	8000	2	39.8	1.7	33.2	2	9400	3000	30030	15000
XZL-2000/2 X 500-T	1000	2	2000	0.3	6.4	0.3	5.3	2	8800	3000	20895	10000
XZL-4000/2 X 500-T	1000	4	4000	0.6	12.7	0.5	10.6	2	9000	3000	25830	14200
XZL-8000/2 X 500-T	1000	8	8000	1.3	25.5	1.1	21.2	2	9400	3000	34860	19000
XZL-10000/2 X 500-T	1000	10	10000	1.6	31.8	1.3	26.5	2	9600	3000	38850	21000
XZL-2400/3 X 400-T	1200	2	2400	0.3	5.3	0.2	4.4	3	12300	4000	22050	11400
XZL-4800/3 X 400-T	1200	4	4800	0.5	10.6	0.4	8.8	3	12900	4000	30240	14100
XZL-9600/3 X 400-T	1200	8	9600	1.1	21.2	0.9	17.7	3	13800	4000	40540.5	19500
XZL-12000/3 X 400-T	1200	10	12000	1.3	26.5	1.1	22.1	3	14100	4000	45045	22500
XZL-3000/3 X 500-T	1500	2	3000	0.2	4.2	0.2	3.5	3	13200	4500	31342.5	15000
XZL-6000/3 X 500-T	1500	4	6000	0.4	8.5	0.4	7.1	3	13500	4500	38745	21300
XZL-12000/3 X 500-T	1500	8	12000	0.8	17	0.7	14.1	3	14100	4500	52290	28500
XZL-15000/3 X 500-T	1500	10	15000	1.1	21.2	0.9	17.7	3	14400	4500	58275	31500
XZL-3200/4 X 400-T	1600	2	32000	0.2	4	0.2	3.3	4	16400	6000	29400	15200
XZL-6400/4 X 400-T	1600	4	6400	0.4	8	0.3	6.6	4	17200	6000	40320	18800
XZL-12800/4 X 400-T	1600	8	12800	0.8	15.9	0.7	13.3	4	18400	6000	54054	26000
XZL-16000/4 X 400*-T	1600	10	16000	1	19.9	0.8	16.6	4	18800	6000	60060	30000
XZL-4000/4 X 500-T	2000	2	4000	0.2	3.2	0.1	2.7	4	17600	6000	41790	20000
XZL-8000/4 X 500-T	2000	4	8000	0.3	6.4	0.3	5.3	4	18000	6000	51660	28400
XZL-16000/4 X 500-T	2000	8	16000	0.6	12.7	0.5	10.6	4	18800	6000	69720	38000
XZL-20000/4 X 500-T	2000	10	20000	0.8	15.9	0.7	13.3	4	19200	6000	77700	42000
XZL-7000/350*-T	350	20	7000	9.1	181.9	7.6	151.6	1	3800	2600	17600	9100
XZL-10500/350*-T	350	30	10500	13.6	272.8	11.4	227.4	2	3800	2700	22300	9700
XZL-12250/350*-T	350	35	12250	15.9	318.3	13.3	265.3	1	3800	3100	24500	14000
XZL-14000/350*-T	350	40	14000	18.2	363.8	15.2	303.2	1	3800	3300	27800	16000
XZL-8000/400*-T	400	20	8000	8	159.2	6.6	132.6	1	3900	3200	22100	12000
XZL-14000/400*-T	400	35	14000	13.9	278.5	11.6	232.1	1	4050	3400	29800	15000
XZL-16000/400*-T	400	40	16000	15.9	318.3	13.3	265.3	1	4300	3500	32200	17000
XZL-14000/2 X 350*-T	700	20	14000	4.5	90.9	3.8	75.8	2	7600	4000	36960	18200
XZL-24500/2 X 350*-T	700	35	24500	8	159.2	6.6	132.6	2	7600	4000	51450	28000
XZL-28000/2 X 350*-T	700	40	28000	9.1	181.9	7.6	151.6	2	7600	4000	58380	32000
XZL-16000/2 X 400*-T	800	20	16000	4	79.6	3.3	66.3	2	7800	4500	46410	24000
XZL-28000/2 X 400*-T	800	35	28000	7	139.3	5.8	116.1	2	8100	4500	62580	30000
XZL-32000/2 X 400*-T	800	40	32000	8	159.2	6.6	132.6	2	8600	4500	67620	34000

Реакторы в металлическом корпусе

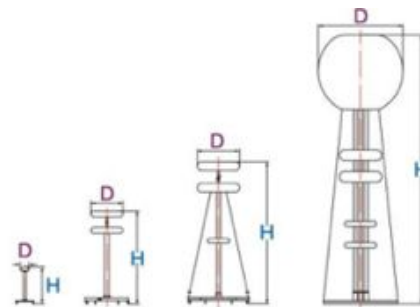
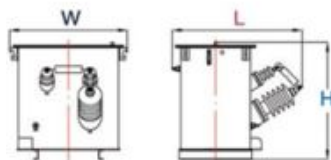
Тип	Ном. U	Ном. I	Ном. P	50 Гц включая базовую нагрузку		60 Гц включая базовую нагрузку		Вес		H мм	L мм	Вес кг			
				кВ	А	кВА	Мин. С	Макс. С	Мин. С				Макс. С	Общ. вес	Масло
							(нФ)	(нФ)	(нФ)				(нФ)		
XZL-1200/120/70/40*	120	10	1200	13.3	265.3	11.1	221.0	6100	2230	1960	1930	1400			
	70	15	1050	34.1	682.1	28.4	568.4								
	40	20	800	79.6	1591.5	66.3	1326.3								
XZL-2500/200/100/40*	200	12.5	2500	9.9	198.9	8.3	165.8	9500	3160	2380	3450	1680			
	100	20	2000	31.8	636.6	26.5	530.5								
	40	20	800	79.6	1591.5	66.3	1326.3								
XZL-5000/200/100/40*	200	25	5000	19.9	397.9	16.6	331.6	12700	4400	2610	3650	1810			
	100	40	4000	63.7	1273.2	53.1	1061.0								
	40	40	1600	159.2	3183.1	132.6	2652.6								
XZL-7000/350/200/100*	350	20	7000	9.1	181.3-9	7.6	151.6	22500	8000	3220	3650	2400			
	200	20	4000	15.9	318.3	13.3	265.3								
	100	20	2000	31.8	636.6	26.5	530.5								
XZL-12250/350/200/100*	350	35	12250	15.9	318.3	13.3	265.3	24500	9100	3460	3750	2400			
	200	35	7000	27.9	557.0	23.2	464.2								
	100	35	3500	55.7	1114.1	46.4	928.4								
XZL-14000/350/200/100*	350	40	14000	18.2	363.8	15.2	303.2	29000	12000	3660	3850	2400			
	200	40	8000	31.8	636.6	26.5	530.5								
	100	40	4000	63.7	1273.2	53.1	1061.0								

* Может применяться для испытания кабелей

Возбуждающие трансформаторы Делитель напряжения / разделительный конденсатор / фильтр

Тип	Ном. мощность кВА	Размеры			Вес кг
		L (мм)	W (мм)	H (мм)	
28-50	50	800	900	920	570
28-100	100	920	990	920	800
28-150	150	1000	990	1150	1150
28-200	200	1100	1100	1240	1300
28-250	250	1100	1100	1240	1400
28-300	300	1100	1100	1250	1450
28-350	350	1100	1100	1250	1600
28-400	400	1100	1050	1250	1700
28-450	450	1150	1150	1300	1900
28-500	500	1330	1380	1340	2400
28-600	600	1330	1380	1400	2600
28-700	700	1480	1380	1450	2800
28-800	800	1480	1380	1450	3100
28-900	900	1500	14500	1480	3300
28-1000	1000	1500	14500	1480	3500
28-1100	1100	1540	14500	1500	3700
28-1200	1200	1590	1500	1500	4130
28-1300	1300	1620	1650	1500	4500
28-1400	1400	1650	1650	1550	5300
28-1500	1500	1650	1700	1600	5900

Тип	С нФ	Ном. U кВ	D экра-на мм	H мм	Вес кг
TAWF-300-3000/100	100	250	1050	35	
TAWF-400-3000/150	150	250	1400	50	
TAWF-400-3000/200	200	600	1890	80	
TAWF-400-3000/250	250	900	2260	120	
TAWF-400-3000/300	300	900	2700	220	
TAWF-400-3000/400	400	1200	3500	300	
TAWF-400-3000/500	500	1800	4850	400	
TAWF-400-3000/550	550	1800	5100	480	
TAWF-400-3000/600	600	1800	5300	520	
TAWF-400-3000/650	650	1900	6100	600	
TAWF-400-3000/750	750	2000	7200	760	
TAWF-400-3000/800	800	2400	8000	1100	
TAWF-400-3000/1000	1000	3000	9700	1300	
TAWF-400-3000/1200	1200	3300	10640	2200	
TAWF-400-3000/1500	1500	3500	13000	3000	
TAWF-400-3000/1650	1650	4000	15200	3800	
TAWF-400-3000/1800	1800	6700	19570	4000	
TAWF-500-3000/2000	2000	8000	25150	4600	



Yangzhou Xinyuan Electric Co., Ltd
/PowerHV/
Wujian industrial park
Yangzhou city, China
225253

Tel. / +86 21 61812129
Fax / +86 21 61812129/608
E-mail / sales@powerhv.com
Web / www.powerhv.com

MBM-2000
Официальный представитель PowerHV
в России и СНГ
1119361, Россия, Москва
ул. Б. Очаковская, 47А, стр. 1

Tel. / +7 495 973 8133
E-mail / mvm-2000@bk.ru
Web / www.mvm-2000.ru