

Высокочастотные заградители



TRENCH



Рис. 1.
ВЧ заградители, установленные на опорах.

Введение

Имея сорокалетний опыт успешной работы, Trench является общепризнанным мировым лидером в разработке и изготовлении воздушных сухих реакторов (катушек индуктивности) для применения в энергетике. Полная интеграция в разработку и изготовлении, возможность учитывать все требования заказчиков и использовать производственные мощности в Северной Америке и Европе позволили Trench стать ведущим производителем высоковольтных реакторов различного назначения.

Высокочастотные (ВЧ) заградители для системы высокочастотной связи по линиям электропередачи – это один из вариантов использования воздушных сухих реакторов.

Основные функции ВЧ заградителей

Высокочастотная связь по линиям электропередачи является общепринятым методом организации связи в энергосистемах для передачи голосовой и цифровой информации. Она зарекомендовала себя надежным, универсальным и экономичным видом связи. На рис.2 приведена блок-схема канала высокочастотной связи, состоящая из трех основных компонентов:

- Линейного тракта (высоковольтная линия электропередачи)
- Средства связи (приемопередатчики и вспомогательное оборудование)
- Системы присоединения в которые входят: конденсаторы связи, фильтры присоединения и линейные заградители.

ВЧ заградители включаются последовательно высоковольтной линии электропередачи.

Основной функцией ВЧ заградителя является ослабление шунтирующего действия шин подстанции на параметры линейного тракта канала ВЧ связи, ослабление шунтирующего действия ответвлений от ВЛ, заземления грозозащитных тросов на промышленной частоте.

Устройство

ВЧ заградители разработаны в соответствии с требованиями стандартов ANSI C93.3, IEC 353 и других международных стандартов.

Основными компонентами ВЧ заградителя являются: основная катушка, элемент настройки и устройства защиты (Рис. 3).

Поскольку ВЧ заградители включаются последовательно высоковольтной линии электропередачи, их конструкция должна выдерживать высокие механические нагрузки, возникающие при протекании токов короткого замыкания.

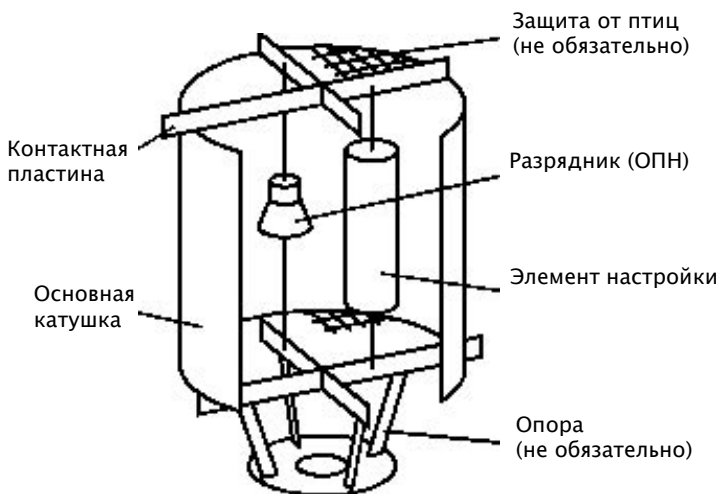


Рис.3.
Устройство ВЧ заградителя



Рис.4.
Подвесные ВЧ заградители

5 – ВЧ заградитель,
where?????

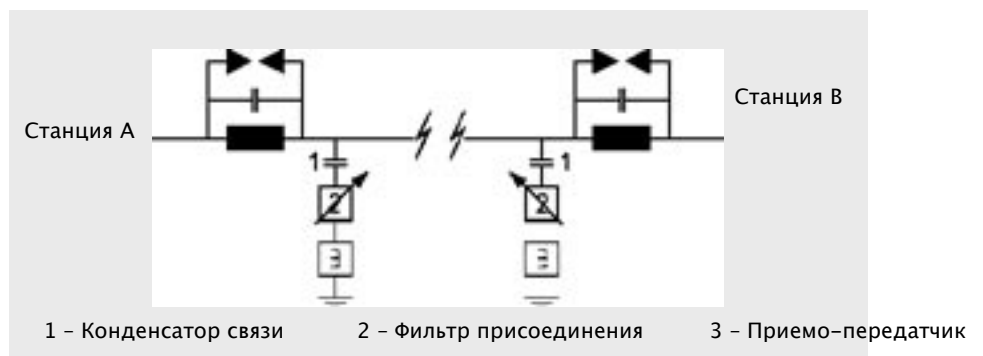


Рис.2.
Принципиальная схема высокочастотной связи



TRENCH

a Основная катушка

Основная катушка ВЧ заградителя – это воздушная сухая катушка индуктивности (реактор).

Trench предлагает ВЧ заградители с катушками двух видов:

- Герметичная / закрытая (типа Е)
- Открытая (типа О).

Оба вида катушек полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к высоковольтному оборудованию и оборудованию высокочастотной связи, и применяются на всем стандартном диапазоне мощности. Однако при больших значениях индуктивности и больших токах предпочтительнее применять герметичные катушки (Рис. 5).

В герметичных катушках используется алюминиевый провод или кабель, а в катушках открытого типа используется алюминиевая полоса, все токопроводящие элементы имеют сварные соединения.

Высокая механическая прочность катушек достигается применением специального покрытия из стекловолокна и эпоксидной пропитки (тип Е) или применением стеклотекстолитовых распорок между витками (тип О).

Выводы обмотки подсоединены к алюминиевой крестовине, усиленной поперечными связями (тип Е) или рейками из стекловолокна (тип О). Эти крестовины используются также:

- Для электрического подсоединения к ВЧ заградителю через контактные пластины или штыри
- В качестве арматуры для подъемных работ (подъемные серьги), для установки на опорные конструкции и монтажа специальных колец для защиты от короны
- Для крепления элемента настройки и разрядника (ОПН) внутри основной катушки.

Trench может предложить данное оборудование на все стандартные значения параметров (индуктивность, номинальный длительный ток, номинальный кратковременный ток, ударный ток и класс напряжения линии электропередачи) в соответствии со стандартами IEC 353 или ANSI C93.3 (Рис. 5).

По требованию заказчика могут быть изготовлены заградители с другими значениями индуктивности, потерь, длительно допустимого тока, тока короткого замыкания и т.д.



TRENCH

Рис. 5.
Значение номинального длительного тока, номинального кратковременного тока и индуктивности

Номинальный ток по IEC353		Номинальная индуктивность по IEC353						
Длительный А	Кратковременный ряд 1 кА/1 сек	мГн при 100 кГц						
		100	2,5	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5
200	5	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
400	10	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
630	16	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
800	20	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
1000	25	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
1250	31,5	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
1600	40	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
2000	40	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
2500	40	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
3150	40	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
4000	63	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
Длительный А	Кратковременный ряд 2 кА/1 сек	мГн при 100 кГц						
		100	5	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5
200	10	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
400	16	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
630	20	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
800	25	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
1000	31,5	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
1250	40	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
1600	50	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
2000	50	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
2500	50	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
3150	50	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0
4000	80	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	1,0	2,0

Примечания:
Катушки типа Е изготовлены на все указанные параметры.

Катушки типа О не могут быть изготовлены на параметры, отмеченные серым цветом.

Номинальный ток по ANSI C93.3		Номинальная индуктивность по ANSI C93.3					
Длительный А	Кратковременный кА/2 сек	мГн при 100 кГц					
		400	15	0,265	0,53	1,06	1,59
800	20	0,265	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65
1200	36	0,265	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65
1600	44	0,265	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65
2000	63	0,265	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65
3000	63	0,265	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65
4000	80	0,265	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65

б Элемент настройки

Элемент настройки, подсоединенный параллельно основной катушке, определяет полосу заграждения, в которой обеспечивается заданное активное сопротивление катушки. В зависимости от типа заграждения (см. ниже) элемент настройки состоит из конденсаторов, катушек индуктивности и резисторов, имеющих низкую номинальную мощность по сравнению с основной катушкой. Для защиты от влияния окружающей среды данные элементы размещаются в одном или нескольких корпусах из стеклопластика. Элемент настройки устанавливается внутри основной катушки и легко доступен для перенастройки или замены при изменении частоты канала связи.

Номинальная полоса частот ВЧ заградителя – это диапазон частот, в котором полное сопротивление заградителя и активная (заграждающая) составляющая полного сопротивления не падают ниже допустимого уровня. Минимальное заграждающее сопротивление должно определяться из условия, что вносимое заградителем затухание не превышает принятого значения. Полученная полоса заграждения может быть расширена путем увеличения индуктивности основной катушки.

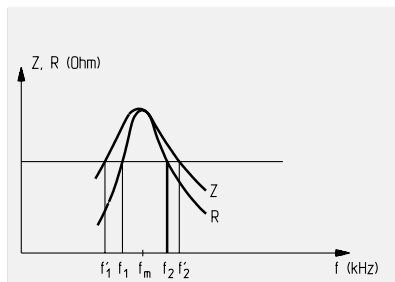


Рис.6. Одночастотная настройка

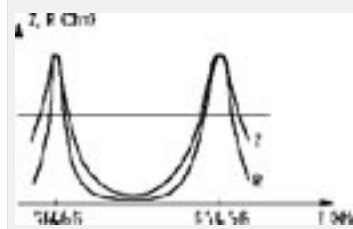


Рис.7. Двухчастотная настройка

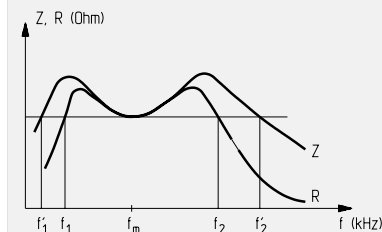


Рис.8. Широкополосная настройка

Z – полное сопротивление заграждения
 R – активное сопротивление заграждения
 f – несущая частота
 fm – резонансная частота (средняя геометрическая частота заданного диапазона частот заграждения)
 f'1, f'2 – нижняя и верхняя граничные частоты для полного сопротивления заграждения
 f1, f2 – нижняя и верхняя граничные частоты для активного сопротивления заграждения

Различные типы элементов настройки обеспечивают:

- Одночастотную настройку

Если необходимо иметь узкую полосу заграждения, лучшим вариантом будет использование наиболее простого и экономичного одночастотного элемента настройки. На рис.6 приведена типовая схема и параметры сопротивления заграждения. Внутри этой узкой полосы частот может быть обеспечено высокое значение полного сопротивления заграждения, что и определяет высокое качество передачи сигналов высокочастотной связи.

- Двухчастотная настройка

При такой настройке выделяются две сравнительно узкие полосы частот. В остальном, заграждающие параметры аналогичны одночастотной настройке. На рис. 7 приведена типовая схема и параметры сопротивления заграждения.



TRENCH

- Широкополосная настройка

Широкополосная настройка является наиболее распространенным типом настройки, т.к. позволяет наиболее эффективно использовать собственную индуктивность основной катушки. ВЧ заградители с широкополосным элементом настройки можно использовать для многоканальной связи, поскольку при такой настройке относительно стабильное полное сопротивление заграждения обеспечивается в широкой полосе частот. Данный тип настройки обеспечивает широкий диапазон частот заграждения, что дает возможность в дальнейшем провести изменение или расширение полосы частот канала связи. Каналы связи могут располагаться на любой частоте в пределах заданного диапазона заграждения.

На рис. 8 приведена типовая схема и параметры сопротивления заграждения ВЧ заградителя с таким элементом настройки.

- ВЧ заградители без элемента настройки

ВЧ заградители могут применяться без элементов настройки. Заграждающие характеристики, приведенные на рис. 10, получаются путем использования собственной емкости реактора. Индуктивность самонастраиваемого ВЧ заградителя больше индуктивности заградителя с элементом настройки.



Рис. 9
Подвесной ВЧ заградитель 380 кВ,
1,0 мГн, 2100 А

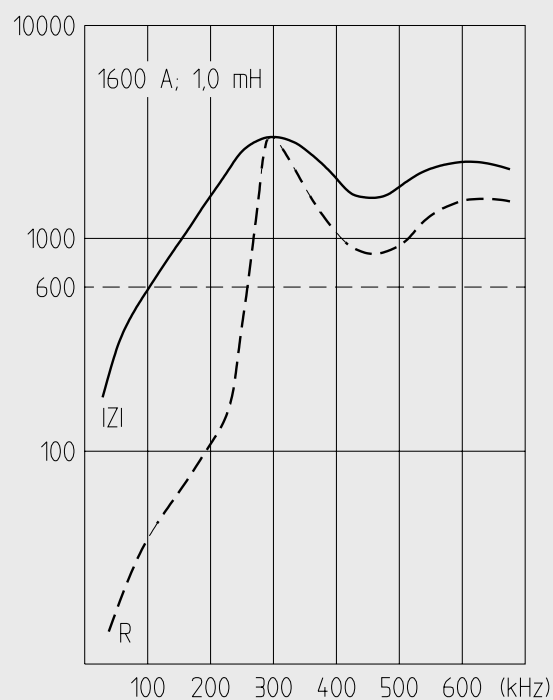


Рис. 10
Заграждающие характеристики ВЧ
заградителя без элемента настройки



TRENCH

С Защитное устройство

Защитным устройством является ограничитель перенапряжений (ОПН), подключенный параллельно основной катушке и элементу настройки. Он защищает основную катушку и элемент настройки, ограничивая возникающие перенапряжения до уровня, соответствующего классу изоляции данного оборудования.

Уровень изоляции основной катушки и элемента настройки определяется защитными характеристиками ОПН.

На ВЧ заградители фирмы Trench устанавливаются ограничители перенапряжений металло-оксидного типа, имеющие значение номинальное разрядного тока до 10 кА. По дополнительному заказу могут устанавливаться ОПН с более высокими значениями разрядного тока.

Установка и подсоединение

Имеется несколько типов установки ВЧ заградителей. Подвесные ВЧ заградители применяются, когда имеется одна или несколько точек подвески. ВЧ заградители могут устанавливаться непосредственно на конденсаторы связи, емкостные трансформаторы напряжения или опорный изолятор. Trench предлагает несколько типов опорных конструкций:

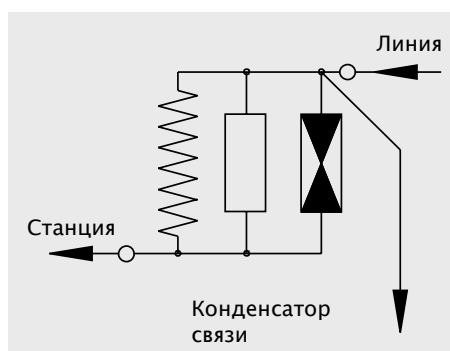
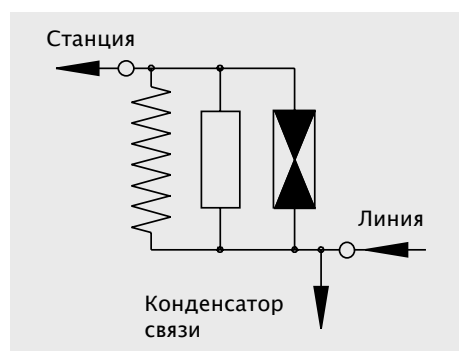
- Опорная конструкция из одного изолятора;
- Опорная конструкция из нескольких изоляторов;
- Изолированная опорная конструкция.

За исключением изолированной опорной конструкции, все опорные конструкции должны быть соединены с нижним выводом ВЧ заградителя и могут использоваться для электрического и механического соединения

с конденсатором связи и емкостным трансформатором напряжения (рис. 11а). При необходимости использования верхнего вывода ВЧ заградителя для подсоединения к конденсатору связи и емкостному трансформатору напряжения, для изоляции нижней крестовины необходимо использовать опорный изолятор вместе со специальным соединительным стержнем, поставляемым Trench (рис. 11b). Все опорные конструкции могут быть изготовлены в соответствии с требованиями заказчика.

Выводы ВЧ заградителя изготавливаются в виде шпилек или контактных пластин. Каждый тип выводов изготавливается в соответствии со стандартами IEC или NEMA. Кроме того, выводы могут располагаться на любом ребре крестовины в соответствии с требованиями заказчика. Элементы возможных контактных выводов приведены на рис. 12 и 13.

Рис. 11а Подключение ВЧ заградителя Рис. 11b





TRENCH

Рис.12.

Вид сверху

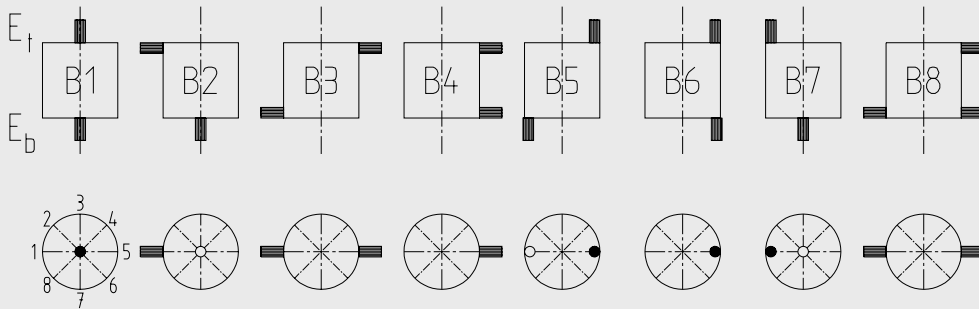


Рис.12.

Расположение выводов: по заказу выводы могут располагаться на любом ребре крестовины. Количество ребер крестовины может быть: 4, 6 или 8, что указывается на чертеже.

E_t – используется для обозначения вывода в центре или на ребрах верхней крестовины

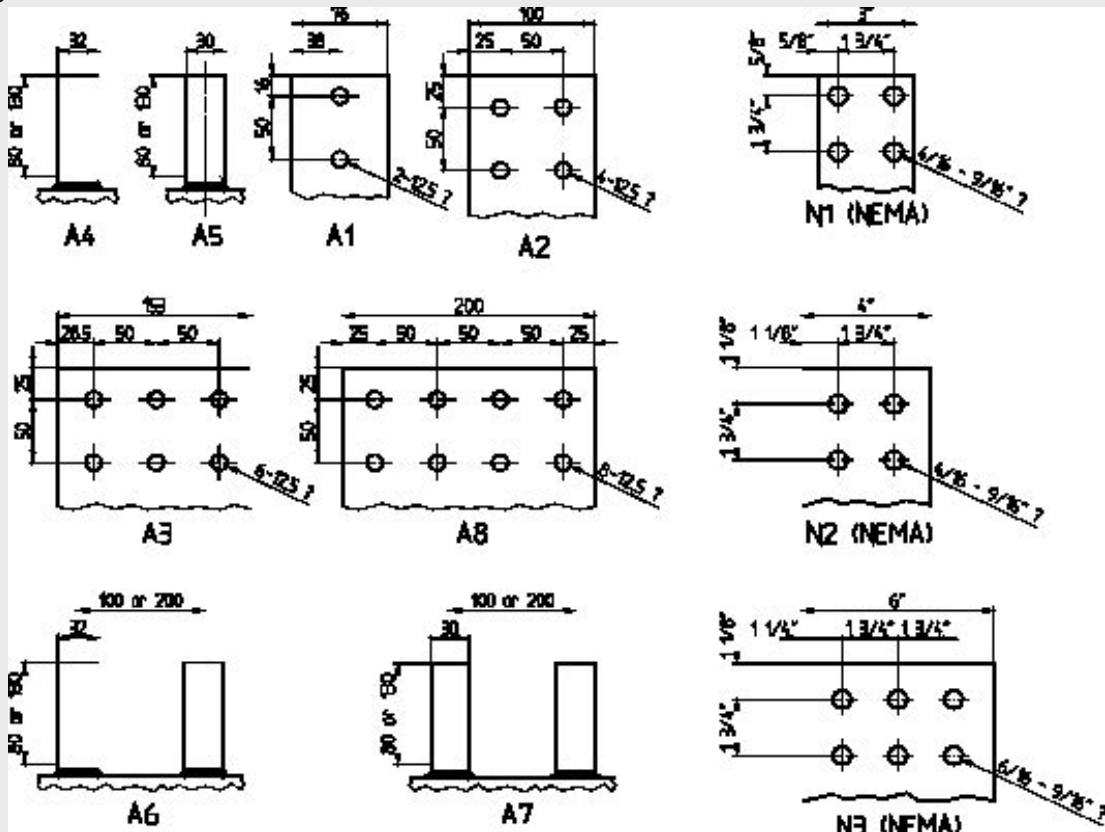
E_b – используется для обозначения вывода в центре или на ребрах нижней крестовины

Рис. 13

Стандартные алюминиевые контактные выводы

Примечание: Если нет других требований, контактные выводы ориентируются вертикально для снижения нагрева от вихревых токов (т.е. выводы ориентированы параллельно оси катушки).

Рис. 13





TRENCH

Определение заграждающих параметров

Параметры ВЧ заградителя выбираются в зависимости от величины полного сопротивления передающей высоковольтной линии. Заграждающие свойства ВЧ заградителя определяются:

- Полным сопротивлением (Z_b) заградителя
 Z_b – это значение полного сопротивления ВЧ заградителя в комплексной форме в пределах указанного диапазона частот канала высокочастотной связи
- Активным сопротивлением заграждения (R_b)
 R_b – это значение активной (заграждающей) составляющей полного сопротивления в пределах указанного диапазона частот канала высокочастотной связи
- Потерями мощности сигнала на ответвлениях (A_t)
 A_t , называемые также вносимыми, – это общие потери мощности сигнала связи в полосе пропускания из-за ограниченной заграждающей способности ВЧ заградителя. Вносимые потери ВЧ заградителя в идеале должны быть очень низкими и стремиться к нулю.

Расчет вносимых потерь (A_t).

Принимая полное сопротивление подстанции $Z_s = 0$ Ом получим:

$$\text{Equ. I } A_t \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \left(1 + \frac{Z_1}{2Z_b} \right)$$

$$\text{Equ. II } A_b \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \left(1 + \frac{Z_0}{Z_1} \right)$$

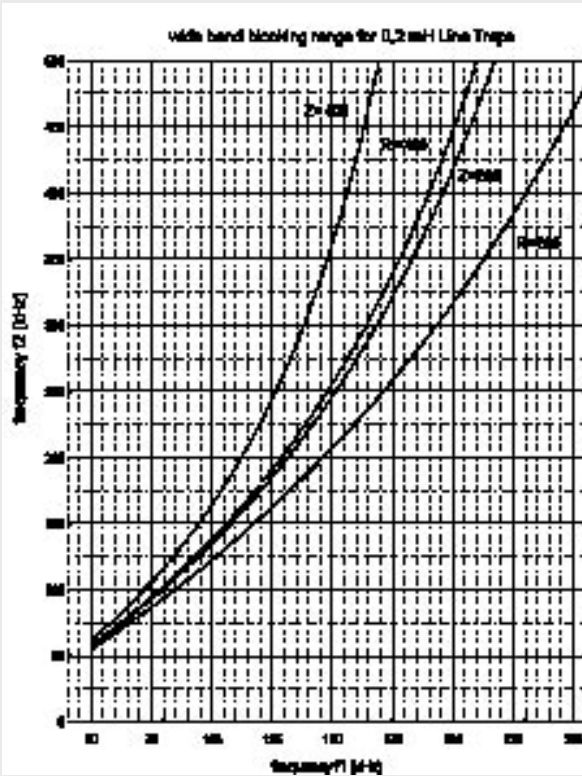
- Средняя геометрическая частота заданного диапазона частот заграждения (f_c), при f_1 и f_2 – нижней и верхней граничной частоте заданного диапазона частот заграждения, определяется по формуле:

$$f_c = \sqrt{f_1 \times f_2}$$

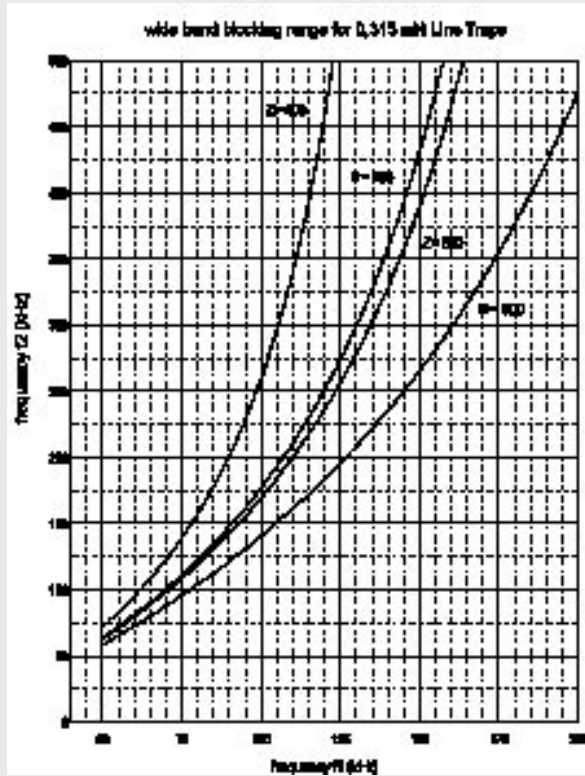


TRENCH

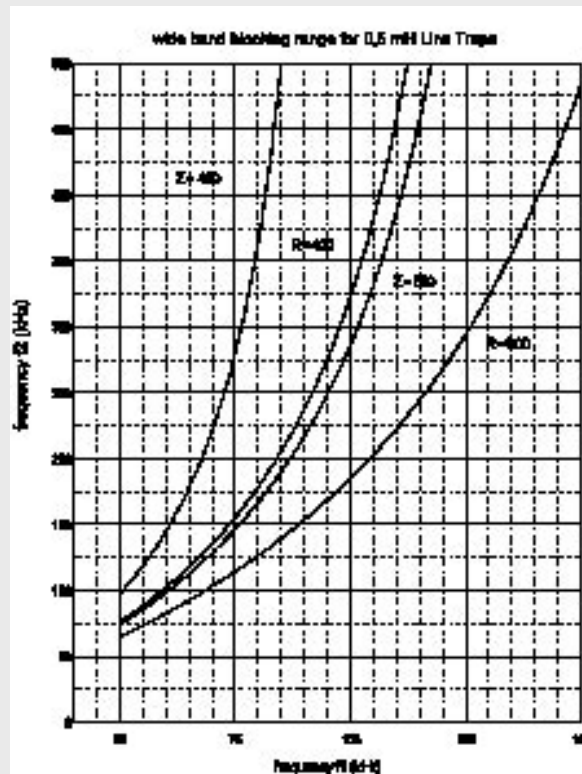
ВЧ заградитель 0,2 мГн



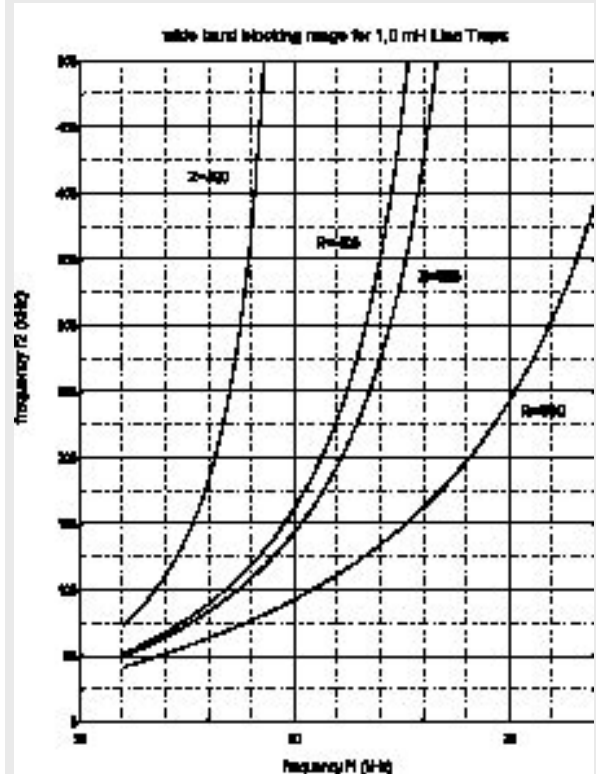
ВЧ заградитель 0,315 мГн



ВЧ заградитель 0,5 мГн



ВЧ заградитель 1,0 мГн



Trench Facilities



*The Trench Group is your
partner of choice for your
Instrument Transformer
solutions today; and for
the development of your
new technology solutions
of tomorrow.*

Trench® Austria GmbH
Paschinger Strasse 49
Postfach 13
A-4060 Linz-Leonding
Austria
Phone: 43-732-6793-0
Fax: 43-732-671341

Trench® Brasil Ltda
Via Expressa de Contagem, 2685
Contagem, Minas Gerais
CEP 32370-485
Brazil
Phone: 55-31-3391-5959
Fax: 55-31-3391-1828

Trench® China
MWB (Shanghai) Co., Ltd.
No. 3658, Jiancheng Road
Minhang, Shanghai
Peoples Republic of China
200245
Phone: 86-21-54720088
Fax: 86-21-54723118

Trench® Fushun
Dong Er Dao, Shuncheng District
Fushun, Liaoning Province
Peoples Republic of China
113126
Phone: 86-413-7644009/7644007
Fax: 86-413-7641423

Trench® Limited
Bushing Division
432 Monarch Avenue
Ajax, Ontario
Canada L1S 2G7
Phone: 905-426-2665
Fax: 905-426-2671

Trench® Limited
Coil Product Division
71 Maybrook Drive
Scarborough, Ontario
Canada M1V 4B6
Phone: 416-298-8108
Fax: 416-298-2209

Trench® Limited
Instrument Transformer Division
390 Midwest Road
Scarborough, Ontario
Canada M1P 3B5
Phone: 416-751-8570
Fax: 416-751-6952

Trench® Limited
Power Line Carrier Division
815 Middlefield Road, Unit 6A
Scarborough, Ontario
Canada M1V 1R9
Phone: 416-291-8544
Fax: 416-291-5581

Trench® France S.A.
16, Rue du Général Cassagnou
B.P. 70 F-68 302
St. Louis, Cedex
France
Phone: 33-3 89-70-2323
Fax: 33-3 89-67-2663

Trench® Germany GmbH
Nürnberg Strasse 199
D-96050 Bamberg
Germany
Phone: 49-951-1803-0
Fax: 49-951-1803-224

Trench® Switzerland AG
Lehenmattstrasse 353
CH-4028
Basel
Switzerland
Phone: 41-61-315-51-11
Fax: 41-61-315-59-00

Trench® (UK) Limited
South Drive
Hebburn
Tyne & Wear
NE 31 1 UW
Phone: 44-191-483-4711
Fax: 44-191-430-0633

www.trenchgroup.com

E 231

Subject to change without notice (11.99)
Printed in Canada.