

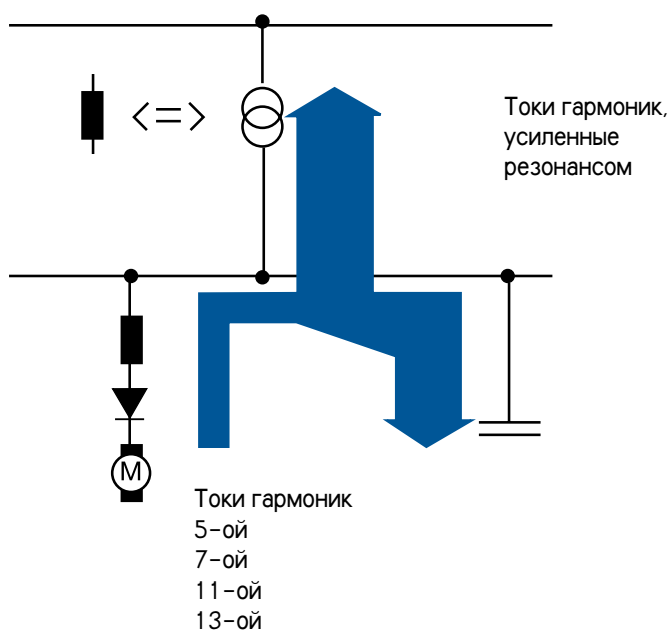
# ФИЛЬТРЫ ГАРМОНИК ДЛЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Магистральные и распределительные сети предназначены для работы с синусоидальным напряжением и током на определенной частоте.



Однако, когда к системе подключаются нелинейные нагрузки, такие, как тиристорные приводы, преобразователи или дуговые печи, то начинают вырабатываться избыточные гармоники токов, что приводит к искажению тока и напряжения. Фильтрация гармоник является самым лучшим способом сведения к минимуму искажений в энергосистеме.

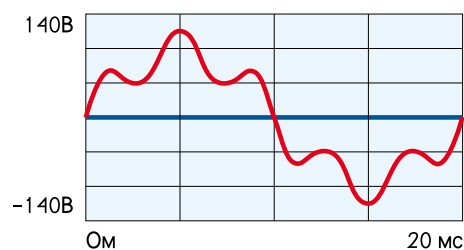
# ФИЛЬТРАЦИЯ ГАРМОНИК ЗАСТАВЛЯЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ РАБОТАТЬ ЭФФЕКТИВНЕЕ



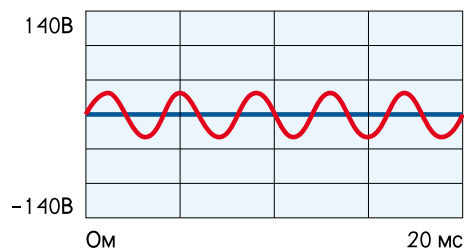
Конденсаторная группа и сеть могут образовать параллельный резонансный контур.

## ИСКАЖЕНИЯ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ГАРМОНИКАМИ – ОБЩАЯ И ВСЕ ВОЗРАСТАЮЩАЯ ПРОБЛЕМА

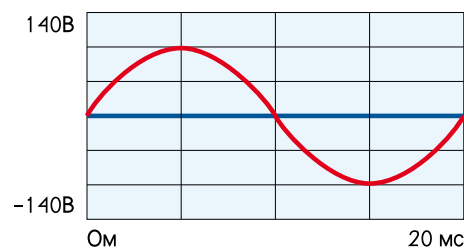
Проблемы гармонических искажений становятся всевозрастающей общей проблемой, и, как это ни звучит иронически, восходят еще к «электронной революции». Современные электронные устройства регулирования мощности обеспечивают огромные преимущества перед обычными методами регулирования, и широко используются в промышленных процессах. Однако их огромным недостатком является то, что помимо всего они еще и вырабатывают гармоники. Наиболее часто эти проблемы вызываются гармониками 3-го, 5-го, 7-го, 11-го и 13-го порядка.



1. Форма волны напряжения, искаженная 5-ой гармоникой

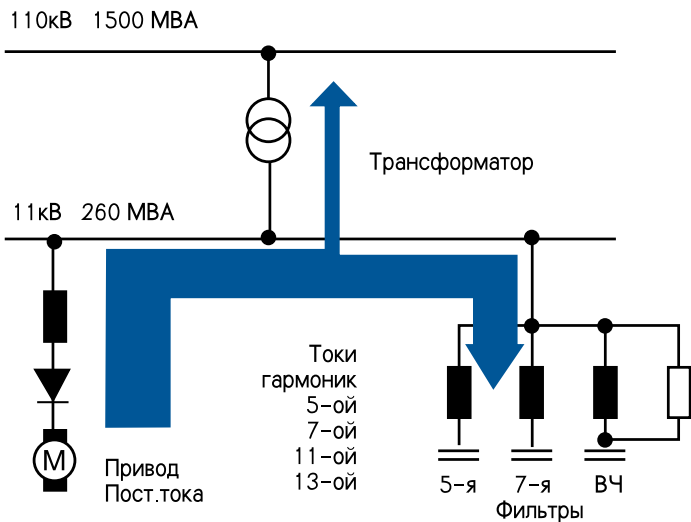


2. 5-я гармоника (250 Гц).

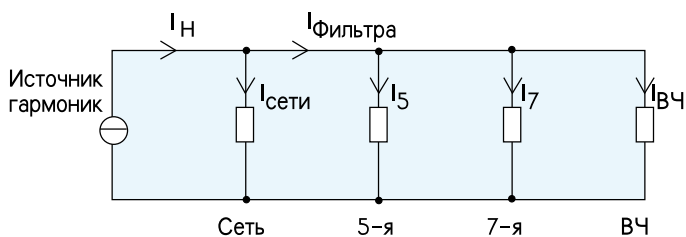


3. Чистая синусоида 50Гц.

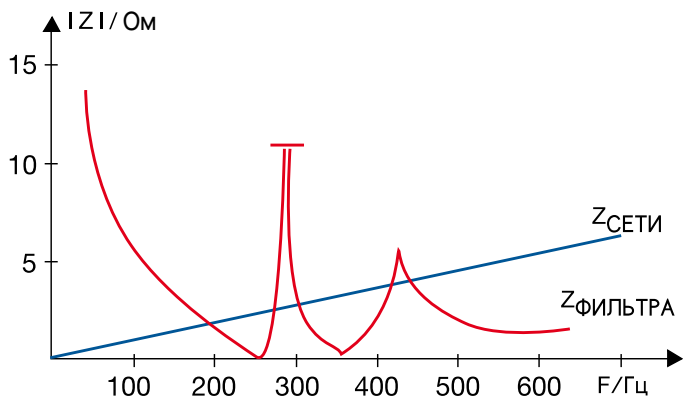
Высокочастотные гармонические токи часто дают толчок возникновению неожиданных проблем. В трансформаторах, кабелях и других компонентах возникают чрезмерные потери тепла. Работа систем управления, защиты и измерений нарушается. Сети телекоммуникаций и передачи данных подвергаются воздействию помех и искажений.



Линейная схема



Эквивалентная цепь



Импедансные кривые сети и фильтра

Определенные проблемы возникают, если в сети имеются конденсаторы коррекции коэффициента мощности. Конденсаторная группа и индуктивность сети могут образовать параллельный резонансный контур на частоте гармоники, в результате чего гармоники усиливаются до такой степени, что напряжение в большинстве случаев становится нестабильным. При возрастании реактивной мощности возникает экономическая необходимость соответствующей компенсации реактивной мощности. Системы коррекции

коэффициента мощности окупаются в срок от 12 до 36 месяцев за счет снижения расходов. Во многих странах правила, касающиеся качества электроэнергии, включают в себя определенные ограничения относительно величин допустимых искажений.

## ФИЛЬТРЫ ГАРМОНИК ПОЗВОЛЯЮТ УДЕРЖИВАТЬ УРОВЕНЬ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА В КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПРЕДЕЛАХ

Фильтры гармоник представляют оптимальное решение проблем искажений. Цепи фильтров, состоящие из конденсаторов, дросселей и резисторов, обеспечивают гармоникам низкоимпедансный проход. Искажения снижаются до требуемого уровня. Используются фильтры, настроенные на одну частоту, две частоты и широкополосные ВЧ фильтры. На базовой частоте (50 или 60 Гц) фильтр работает как конденсатор и вырабатывает реактивную мощность, в то же время он функционирует как обычная конденсаторная группа. Для обеспечения наилучших результатов конденсатор и дроссель должны быть надлежащим образом согласованы. Фирма *Nokian Capacitors* является единственным в мире изготовителем фильтров, использующим конденсаторы и индуктивные стабилизаторы с воздушным сердечником собственного производства. Фильтры производства *Nokian Capacitors* имеют идеально согласованные компоненты обеспечивающие безотказную работу.

## ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ГАРМОНИК ОБРАЩАЙТЕСЬ К ПРОФЕССИОНАЛАМ

Эффективное решение проблем искажений требует высокого уровня ноу-хау по вопросам передачи и распределения электроэнергии. На протяжении многих лет команда профессионалов фирмы *Nokian Capacitors* успешно проектировала фильтры для устранения проблем гармонических искажений по заявкам заказчиков в различных странах мира. Компетентность *Nokian Capacitors* была в дальнейшем еще более расширена путем взаимодействия с крупнейшими промышленными компаниями и энергосетями. *Nokian Capacitors* использует самые новейшие компьютерные программы систем моделирования и проектирования. При помощи точных методов моделирования можно быстро и надежно найти оптимальное решение. Каждый фильтр разрабатывается согласно требованиям заказчика; входные данные для расчетов фильтра получают путем замеров на местах или по компьютерной модели. По требованию заказчика *Nokian Capacitors* выполняет необходимые измерения в системе и составляет отчет с подробным указанием типа необходимой компенсации или фильтрации. Данные необходимые для проектирования фильтра перечислены на обратной стороне настоящей брошюры.

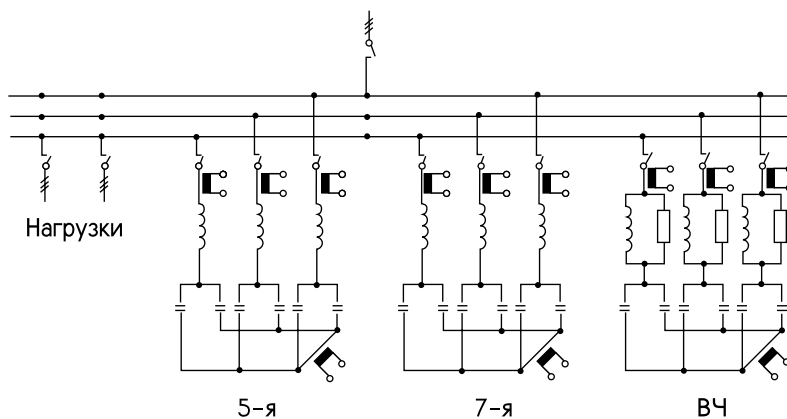


Рис.1 Фильтры гармоник 5-ой, 7-ой и высокой частоты

## ФИЛЬТРЫ ГАРМОНИК НА ПРАКТИКЕ

Фильтры гармоник, выпускаемые фирмой Nokian Capacitors, наиболее часто применяются в тех случаях, когда необходима реактивная мощность, однако обычные конденсаторные группы имеют свойство усиливать существующие искажения до чрезвычайно высокого уровня.

На рис.1 – типовом случае применения фильтров, разработанных Nokian Capacitors по данным заказчика, представлено наилучшее решение проблемы реактивной мощности и искажений на заводе по производству бумаги. В данной системе ряд 6-ти импульсных выпрямителей

(общей мощностью 10,5 МВт) был соединен с 11 кВ шиной, запитанной от трансформатора 311,5 МВт.

Все три фильтра – два, настроенных на одну из гармоник 5-ю и 7-ю, плюс высокочастотный фильтр, предназначенный для гармоник более высокого порядка, были соединены с шиной. Суммарная выходная реактивная мощность всех фильтров составила 13 МВАр, при этом гармоники, входящие в систему, были снижены на 70%. Эту проблему невозможно было бы решить простым использованием только конденсаторной группы, поскольку результирующий параллельный резонанс усиливал бы гармоники и обострил бы проблему искажений.

## ДААННЫЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ФИЛЬТРОВ ГАРМОНИК

1. Номинальное напряжение, рабочее напряжение и длительность колебаний напряжения в системе.
2. Требования к реактивной мощности по базовой частоте.
3. Токи гармоник, протекающие в сети (нормальный и наихудший случай), или информация о нагрузках, производимых гармониками (например, 6-ти импульсный выпрямитель 10 МВт).
4. Существующий уровень токов короткого замыкания в сети и диапазон изменений (для расчетов полного сопротивления на различных частотах).
5. Допустимый уровень гармонических токов и напряжений.
6. Требуемый уровень изоляции фильтра.
7. Условия окружающей среды (установка внутри/снаружи помещения, температура окружающей среды).

Приведенные данные и иллюстрации не являются обязательными. В связи с усовершенствованием изделия, мы оставляем за собой право изменять информацию, указанную в настоящем документе, без дополнительного уведомления.