

Electric Co. Эта система обеспечивает непосредственное и экономичное охлаждение масла с малым расходом воды и малым уровнем шума.

Маслоохладитель (рисунок 3) состоит из комплекта батарей, собранных из медных труб 1, через которые перекачивается масло трансформатора со скоростью 1,5 м/с. Трубы обрызгиваются водой из расположенной сверху системы сопел 2 так, чтобы вся их поверхность была покрыта тонкой водяной пленкой. Снизу трубы 1 обдуваются воздухом, что способствует испарению воды с их поверхности. Скрытая теплота испарения получается за счет отбора тепла от масла, причем испарительная способность установки мало зависит от расхода воды. Убыль воды за счет испарения компенсируется ее добавлением, производимым автоматическим регулятором уровня 3. Благодаря тому что требуемая скорость подачи воздуха и вентилятор сравнительно невелики установка создает только небольшой шум.

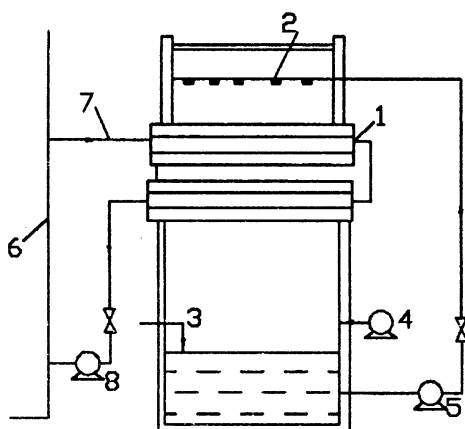


Рис. 3. Схематическое изображение испарительного маслоохладителя: 1 – змеевик для циркуляции масла; 2 – брызгальные сопла; 3 – регулятор уровня воды; 4 – вентилятор; 5 – водяной насос; 6 – трансформатор; 7 – масло; 8 – маслонасос

УДК 621.3.022

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРОВ НИЗКИХ ЧАСТОТ С ЛИНЕЙНОЙ ФАЗОВО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Лящинская И.В., Кот Д.Л.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РУМЯНЦЕВ В.Ю.

Характерным представителем фильтров с линейной фазово-частотной характеристикой является частотный фильтр Бесселя.

Фильтры Бесселя относятся к классу полиномиальных, т. е. их числитель является постоянным числом, а знаменатель – полиномом n -го порядка. Полиномиальные фильтровые цепи характеризуются тем, что их передаточные функции не содержат конечных нулей.

Идеальный фильтр нижних частот характеризуется: нулевыми потерями и пульсациями в полосе пропускания; бесконечной крутизной характеристики затухания на частоте среза; бесконечным затуханием в полосе задерживания (рисунок 1).

У идеального фильтра фазовый сдвиг линейно зависит от частоты, а групповое время задерживания постоянно для всех частот.

Фильтр Бесселя обладает приемлемой линейностью характеристики фазового угла в зависимости от частоты в полосе пропускания и вследствие этого дает хорошую аппроксимацию постоянного группового времени задерживания (рисунок 2).

При необходимости избежать колебательных выбросов при фильтровании импульсов, фазовый сдвиг между входным и выходным сигналами фильтра должен быть

линейной функцией частоты, или скорость изменения фазово-частотной характеристики в зависимости от частоты должна быть постоянной. Причем эти фильтры применимы только при реализации фильтров нижних частот, поскольку фильтры Бесселя верхних частот и полосно-пропускающие не имеют свойства линейности фазово-частотной характеристики.

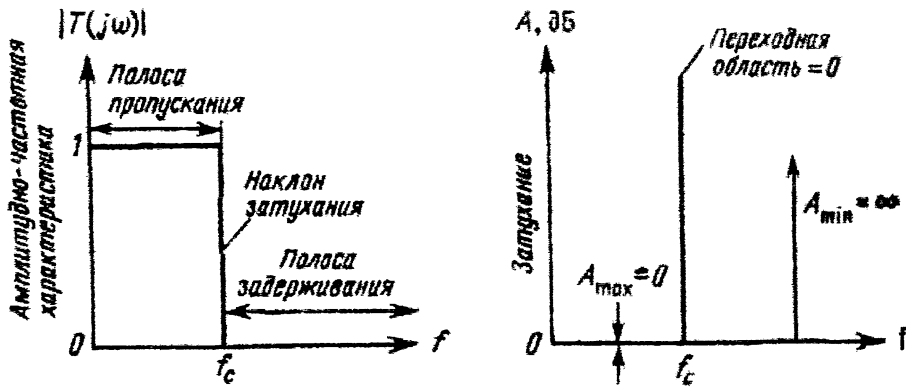


Рис. 1. Характеристики идеального фильтра нижних частот

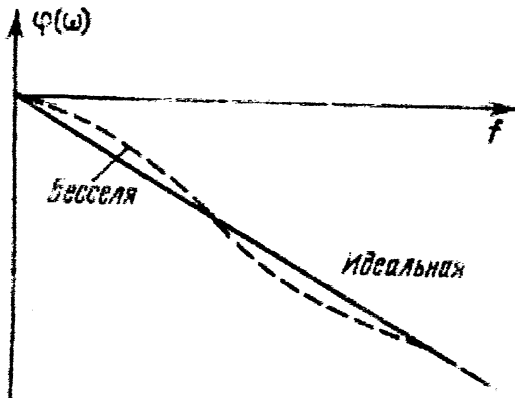


Рис. 2. Фазово-частотная характеристика

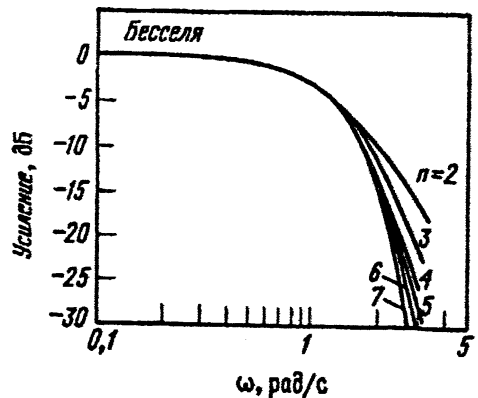


Рис. 3. Нормированная амплитудно-частотная характеристика

Фильтр Бесселя по сравнению с фильтром Баттерворта дает худшую аппроксимацию идеальной характеристики как в полосе пропускания, так и по крутизне затухания.

В полосе пропускания отсутствует точка, на которой потери становятся нулевыми; характеристика спадает плавно по направлению к частоте среза, а затем продолжает падать так же плавно, достигая возможной предельной крутизны, определяемой порядком фильтра.

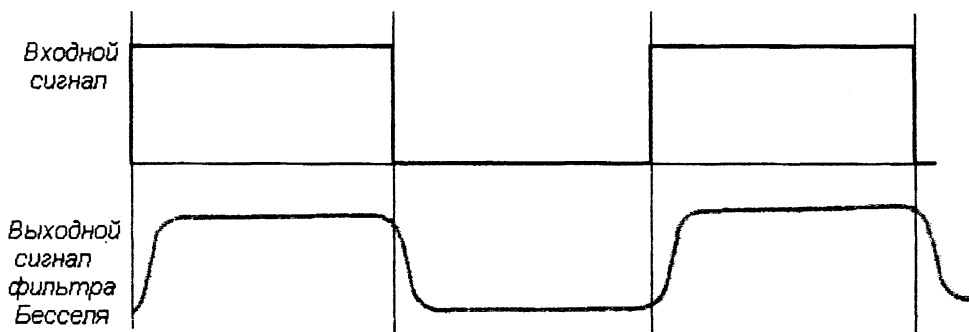


Рис. 4. Отклик фильтра на прямоугольный сигнал

Отсутствие колебательных выбросов в выходном сигнале при передаче прямоугольного импульса в фильтре Бесселя показывает, насколько хорошо этот тип фильтра аппроксимирует желаемую линейную фазово-частотную характеристику.

Улучшение переходной характеристики фильтра Бесселя достигается ценой снижения избирательности фильтра.

При выборе фильтра Бесселя расчет коэффициентов полиномов ведется из стремления аппроксимировать логарифмическую фазово-частотную характеристику фильтра таким образом, чтобы запаздывание на всех частотах было одинаковым.

Фильтр Бесселя не искажает сигнал, спектр которого лежит в полосе пропускания. Вследствие этого переходная характеристика фильтра имеет очень малое перерегулирование.

Следует отметить, что в настоящее время существуют программы математического моделирования, позволяющие создавать модели частотных фильтров в соответствии с задаваемыми параметрами.

Система визуального математического моделирования VisSim позволяет создать модели частотных фильтров. Продемонстрируем это на примере фильтра Бесселя, представив переходные характеристики для фильтров 1, 2, 3 и 4 порядков, а также амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики фильтров 2 и 3 порядков (рисунок 5–7).

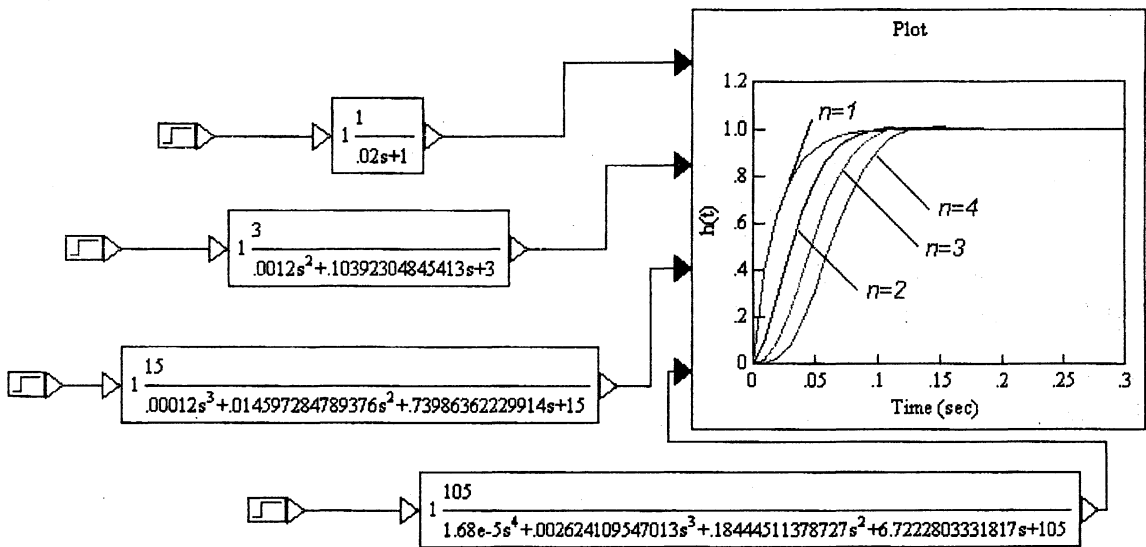


Рис. 5. Переходные характеристики фильтров 1, 2, 3 и 4 порядков

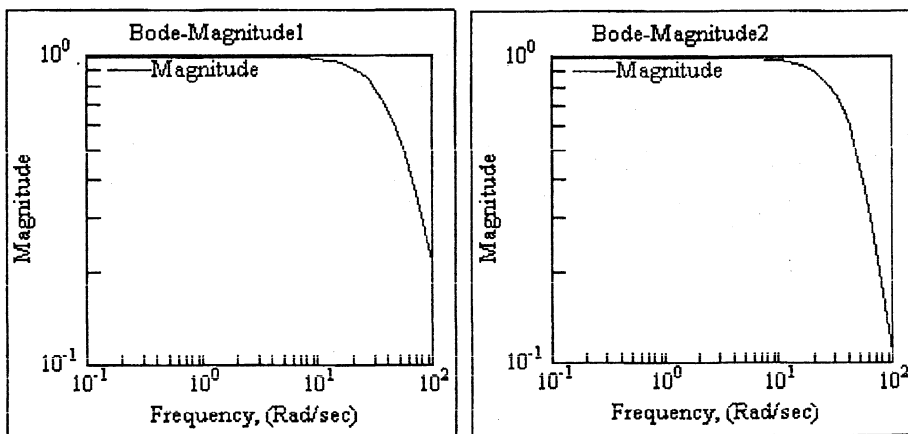


Рис. 6. Амплитудно-частотные характеристики фильтров 2 и 3 порядков

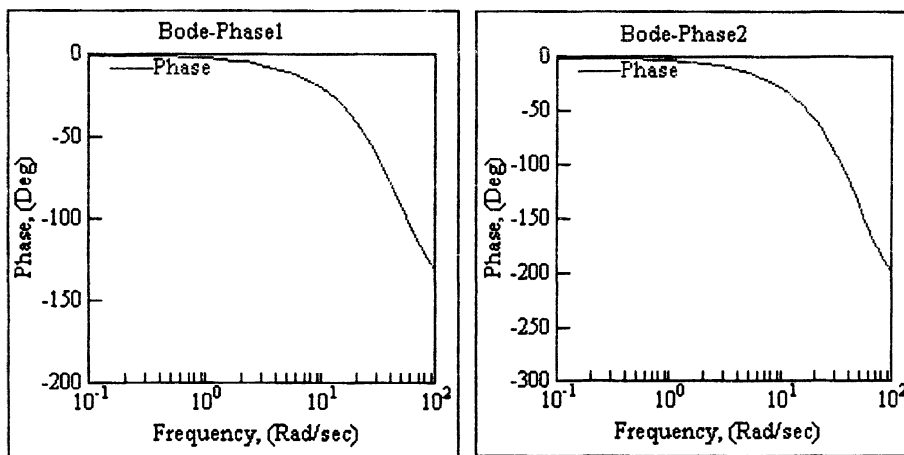


Рис. 7. Фазово-частотные характеристики фильтров 2 и 3 порядков

При конструировании фильтра создается специальная заготовка для модели фильтра, содержащая генератор перепада, блок передаточной функции и осциллограф. В свойствах при проектировании фильтра Бесселя нижних частот необходимо указать порядок и частоту среза.

Литература

1. Дьяконов В.П. VisSim + MathCAD + MatLab. Визуальное математическое моделирование. – М.: Солон-Пресс, 2004. – 384 с.
2. Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 320 с.

УДК 621.316.35

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В ЖЕСТКОЙ ОШИНОВКЕ ГРУ 10 КВ ПРИ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ

Потачиц Я.В.

Научные руководители – ДЕРЮГИНА Е.А., КЛИМКОВИЧ П.И.

В последние годы в Беларуси и за рубежом в распределительных устройствах наряду с гибкой ошиновкой всё шире используются конструкции с жёсткими шинами. Внедрение жёсткой ошиновки позволяет сократить площадь ОРУ, объёмы строительно-монтажных работ, трудозатрат и др.

При протекании электрического тока по одному или нескольким контурам отдельные участки этих контуров подвергаются воздействию механических усилий, связанных с появлением электромагнитного поля, которое взаимодействует с токами в контурах. Эти силы сравнительно невелики при токах нагрузки и достигают больших значений в режиме короткого замыкания (КЗ). Поэтому электродинамические усилия (ЭДУ) зачастую определяют требуемую механическую прочность электрооборудования. Недостаточный учет ЭДУ при проектировании может привести к недопустимым изгибам токоведущих частей, к разрывам обмоток, поломке изоляторов и другим повреждениям, приводящим к серьезным авариям в электроустановках.

Токопроводы и токоведущие части электрических аппаратов должны:

- длительно выдерживать номинальные токи;
- быть термически и динамически стойкими, т. е. противостоять токам КЗ.