

УДК 06.91(07)

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА НАПРЯЖЕНИЯ
НА ТОЧНОСТЬ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ**

Зайцева А.А., Альмухаметов Д.М.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.

Большое количество электронных вольтметров, которые предназначены для измерения переменных напряжений, измеряют его величину в среднеквадратических значениях синусоидального напряжения.

Для измерения тока используется амперметр. При измерении переменного синусоидального тока приборы электромагнитной, электродинамической и других систем дают погрешность, которая пропорциональна действующему значению тока. При измерении несинусоидального переменного тока может появиться дополнительная погрешность, которая вызвана влиянием высших гармоник в кривой тока, влияющей на вращающий момент подвижной части амперметра. Сопротивление измерительной катушки амперметра крайне мало и его последовательное включение в цепь с нагрузкой практически не вызывает увеличение общего сопротивления исследуемой цепи и потери мощности. Так, внутреннее сопротивление амперметров колеблется от $R_A=0,2$ Ом (для электромагнитных и электродинамических систем амперметров) до $R_A=0,01$ Ом (для магнитоэлектрических приборов).

Расширение пределов измерения амперметра

Для расширения пределов измерения амперметров используются шунты и измерительные трансформаторы тока. Шунт представляет собой активное сопротивление (резистор) $R_{ш}$ малой величины, включаемый параллельно клеммам амперметра. Трансформатор тока используют для расширения пределов измерения в силовых цепях переменного тока.

Расширение пределов измерения вольтметра

Для расширения пределов измерений вольтметра используют добавочное активное сопротивление R_d , включаемое последовательно с измерительной катушкой вольтметра. В цепях переменного тока, имеющих напряжение свыше 1000 В для расширения пределов измерения высокого напряжения используют измерительные трансформаторы напряжения. Помимо расширения пределов измерений приборов переменного тока, трансформаторы напряжений разделяют цепи низкого напряжения измерительных приборов от высокого измеряемого напряжения.

Отклонения напряжения почти не влияют на показания счетчиков электроэнергии в широком диапазоне напряжений. Счетчики предназначены для измерения потребляемой электрической энергии, т.е. произведения тока на напряжение. Влияние высших гармоник на сегодняшний день исследовано достаточно хорошо, и механизм их влияния известен. Потребители, которые имеют в своем составе электроприемники, потребляющие несинусоидальный ток, преобразуют часть электроэнергии синусоидального тока в энергию несинусоидального тока и возвращают ее обратно в сеть. Влияние такого «возврата» различно для разных типов счетчиков. Особенностью частотной

характеристики индукционного счетчика является слабое считывание потребляемой энергии на повышенных частотах. Поэтому потребители, имеющие несинусоидальные электроприемниками оплачивают полное поступление энергии, а возврат энергии на повышенных частотах почти не фиксируется счетчиками. Индукционные счетчики обычных потребителей, также слабо учитывают энергию, которая поступает к ним на повышенных частотах. Часть этой энергии может использоваться, например, для нагревательных установок. Электронные и цифровые счетчики в свою очередь не имеют такой падающей частотной характеристики. Соответственно возврат энергии искажённой нагрузкой они тоже учитывают. В результате искажающий синусоидальный сигнал нагрузкой потребитель платит меньше, чем при использовании индукционного счетчика. А обычные потребители, которые имеют электронные и цифровые счетчики, платят за всю энергию, независимо от частоты ее составляющих, то есть как за полезные, так и за гармонические её составляющие. Обычно погрешности оцениваются величиной порядка 0,5%.

Например, у нас есть простейшая электрическая замкнутая цепь, включающая в себя источник тока, генератор, гальванический элемент или аккумулятор, и резистор, обладающий сопротивлением R .

В такой ситуации можно сказать, что любой источник обладает некоторым внутренним сопротивлением, которое в свою очередь препятствует максимальному току в нагрузке. Такое внутреннее сопротивление характеризует источник тока и обозначается буквой r . Для гальванического элемента или аккумулятора внутреннее сопротивление есть сопротивление раствора электролита и электродов, для генератора – сопротивление обмоток статора и т.д.

Как влияет внутреннее сопротивление на искажение тока и напряжения

В большинстве случаев внутреннее сопротивление очень мало и им пренебрегают. Если, подключить к двум пальчиковым батарейкам, соединенным последовательно (что даст нам напряжение около 3-х вольт) сопротивление в 25 Ом, то оно уменьшится на 0.1 вольта – это уменьшение происходит из-за того что часть ЭДС падает на внутреннем сопротивлении источника напряжения.

Внутренним сопротивлением источника напряжения являются: сопротивление его клемм, сопротивление электролита (при условии, что это аккумулятор), сопротивление химических элементов в батарейках и т.д. На внутреннем сопротивлении выделяется часть энергии источника напряжения, при этом выходное напряжение уменьшается.

Общее внутреннее сопротивление увеличивается, если у всех элементов питания со временем увеличивается внутреннее сопротивление по мере их разряда, то и падение напряжения на внутреннем сопротивлении так же увеличивается. При этом напряжение на клеммах батарейки уменьшается.

Как влияет внутреннее сопротивление на показания вольтметра

При проектировании стабилизатора напряжения переменного тока, улучшающего форму стабилизируемого напряжения и его номинального

значения, нужно учитывать влияние внутреннего выходного сопротивления источника питания.

Корректировка отклонений мгновенных значений напряжения на выходе при нагрузке от заданных его значений часто не позволяет получить нужную форму выходного напряжения вследствие ограничения коэффициента стабилизации стабилизатора. Причина этого кроется в увеличении инерционности замкнутого контура управления, вызванного выходным активно-индуктивным сопротивлением генератора напряжения, что в результате приводит к уменьшению величины корректировки регулятора для обеспечения нужного качества выходного напряжения.

Добиться существенного улучшения формы напряжения, возможно за счет исключения сглаживающего *LC*-фильтра из замкнутого контура стабилизации, что в итоге снижает его инертность и позволяет значительно увеличить быстродействие регулятора.

Сглаживающий фильтр высших гармоник и помех, улучшающий форму выходного сигнала на выходе, выполненный в виде *LC*-фильтра, не охваченный стабилизирующей отрицательной обратной связью, увеличивает выходное сопротивление стабилизатора, в результате чего получаемое выходное напряжение может уменьшиться под нагрузкой.

Литература

1. Что такое внутреннее сопротивление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/1894-что-такое-внутреннее-сопротивление.html>. – Дата доступа: 22.10.2020 г.
2. Методическая погрешность и погрешность взаимодействия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cbias.ru/terias/cont/div04/meth/pribor/an_xx/an_05.htm. – Дата доступа: 22.10.2020 г.
3. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://barsic.spbu.ru/www/lab_dhtml/10-3/index.html. – Дата доступа: 22.10.2020 г.