Погрешность за счет напряжения смещения нуля и его температурного дрейфа, приведенная ко входу, не превышает 10 мкВ.

Общая экспериментальная температурная составляющая погрешности в единицах 12-ти разрядного измерительного преобразователя приведена на рис.3. Она соответствует погрешности не более 0,2%, что равно для данного измерителя 0,05 С0

Предположим, что имеет место некоторое напряжение смещения нуля $U_{смк}$. В результате фаза РИ прервется не в момент времени, когда выходное напряжение интегратора $U_{вых.и} = 0$, а когда $U_{вых.и} = U_{см.к}$. При отсутствии схемы АК это привело бы к ошибке в определении входного напряжения на $U_{см.к}$ или на $2000 U_{см.к}/U_{инт}$ единиц счета.

Более сложно происходит автокомпенсация заряда на конденсаторе Синт, если к моменту начала фазы АК на нем имеется неустановившийся заряд. Не скомпенсированное напряжение на Синт не превышает, как правило, одной единицы счета.

Остаточное напряжение в случае перегрузки преобразователя по входу определится из соотношения $U_{ост} = 0,63 U_{нк} / (1 + C_{а.к}/C_{инт})^2$.

Для уменьшения погрешности, вызываемой некомпенсированным напряжением, желательно выбирать $C_{а.к} > C_{инт}$. В частности, при $C_{а.к}/C_{инт} = 2$ остаток напряжения будет менее $0,1 U_{нк}$.

Данные схемотехнические решения, наличие дифференциального входа для высокой степени ослабления синфазных сигналов позволяют осуществлять измерения на значительном удалении от преобразователя в условиях действия помех, а также при работе преобразователя от нестабилизированных источников питания.

В Дальрыбвтузе в разное время изготовлены две партии приборов - 46 и 18 штук для сайроловных судов АО ХК ДМП. Испытания в рейсах показали работоспособность и эффективность измерителя в морских условиях при поиски скоплений сайры.

***

1. Молочков В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов. М.: Моркнига, 2013. – 362 с.
2. Кирюха В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз. 2007. – 218 с.

Молочков В.Я., Молочкова И.Д.

Применение фильтров второго порядка измерения гармоник сети судовой электростанции

*Дальневосточный технический рыбохозяйственный университет
(Россия, Владивосток)*

doi:10.18411/lj-07-2018-30

idsp: 000001:lj-07-2018-30

Аннотация

В статье рассматривается аппаратное решение измерителя гармоник судовой сети с теоретическим обоснованием выбора элементов и влияния параметров цепей на результат измерений.

Ключевые слова: регистр, судовая сеть, полупроводники, гармоники.

1. Существо проблемы

Российский Морской Регистр Судоходства (т.2, 2005 г.) требует определенных качественных параметров электроэнергии судовой электростанции. К ним относятся

требования: по частоте, напряжению, коэффициенту мощности, перекосу фаз, коэффициенту гармоник.

Наличие все большего количества устройств, работающих с применением различных полупроводниковых регулирующих и силовых преобразователей, имеющих нелинейную вольт-амперную характеристику, приводит к появлению большого количества гармоник, т.е. искажения синусоиды, что связано с рядом негативных последствий для судовых устройств, таких как повышенные потери в сердечниках трансформаторов и двигателей, уменьшение коэффициента полезного действия, уменьшения и неравномерность отдаваемой мощности.

Ситуация осложняется тем, что вариантов работы устройств с разного рода нагрузкой и разного рода полупроводниковых устройств много. Все это делает задачу дистанционного непрерывного контроля коэффициента гармоник в реальных режимах и реальном масштабе времени актуальной для последующего принятия решений. Особенно это актуально при модернизации электрооборудования судов на основе современных силовых полупроводниковых устройств.

2. Аппаратные решения измерения коэффициента гармоник

При исследовании коэффициента гармоник встает вопрос достижения необходимой избирательности при достаточной простоте и помехоустойчивости фильтров. Для этих целей наиболее приемлем фильтр второго порядка на операционных усилителях (Рис.1).

Для возможности использования результатов фильтрования, их оцифровки и измерения дополнительно к фильтру второго порядка необходим беспороговый выпрямитель, интегратор и масштабный усилитель, выполненные на операционных усилителях.

Для фильтра второго порядка передаточная функция, с учетом приведенных на схеме элементов, будет иметь следующий вид:

$$A(P) = \frac{-R14 * R15 * C3 * W_r * P}{R13 + R14} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R13 * R14 * (C2 + C3) * W_r * P}{R13 + R14} + \frac{R13 * R14 * R15 * C2 * C3 * W_r^2 * P^2}{R13 + R14}},$$

где: $W_r = 2 * \pi * f_r$ – круговая резонансная частота, f_r – резонансная частота, $P = p/W_r$ – нормированная комплексная круговая частота,
 $p = i * W$ – комплексная круговая частота.

Резонансная частота применяемого фильтра равна:

$$f_r = \frac{1}{2 * \pi} * \sqrt{\frac{R13 + R14}{C2 * C3 * R13 * R14 * R15}}.$$

Его добротность:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{\frac{R13 * R14}{(R13 + R14) * R15}} * \left(\sqrt{\frac{C3}{C2}} + \sqrt{\frac{C2}{C3}} \right)}$$

Рис.1. Фильтр второго порядка с выпрямителем, интегратором и масштабным усилителем

Экспериментальная амплитудно-частотная характеристика данного фильтра (Рис.1) имеет вид, приведенный на Рис.2.

Рис.2. Амплитудно-частотная характеристика фильтра

Относительная чувствительность A_r к разбросу параметра R_{13} :

$$S_{R_{13}}^{A_r} = \frac{R_{13}}{A_r} * \frac{\partial A_r}{\partial R_{13}} = \frac{R_{13}}{A_r} * \frac{\partial \left(\frac{-R_{15}}{2 * R_{13}} \right)}{\partial R_{13}} = \frac{R_{13}}{A_r} * \frac{R_{15}}{2} * \frac{-1}{R_{13}^2} = \frac{7640}{-10} * \frac{152870}{2} * \frac{1}{7640^2} = -1$$

Примем допущение: $S_{R_{13}}^{A_r} \approx \frac{R_{13}}{A_r} * \frac{\Delta A_r}{\Delta R_{13}} \approx -1$,

отсюда: $\frac{\Delta A_r}{A_r} \approx -1 * \frac{\Delta R_{13}}{R_{13}} = -1 * (\pm 0.0005) = \mp 0.0005$,

$\delta_{A_r} = \frac{\Delta A_r}{A_r} * 100 = \mp 0.0005 * 100 = \mp 0.05\%$;

где: $\frac{\Delta A_r}{A_r}$ – допускаемое отклонение A_r (о.е.),

$\frac{\Delta R13}{R13}$ – допускаемое отклонение R13(о.е.),

δ_{Ar} – допускаемое отклонение Ar (%),

о.е. – относительные единицы.

Относительная чувствительность Ar к разбросу параметра R14.

$$S_{R14}^{Ar} = \frac{R14}{Ar} * \frac{\partial Ar}{\partial R14} = \frac{R14}{Ar} * \frac{\partial \left(\frac{-R15}{2 * R13} \right)}{\partial R14} = 0.$$

$$\text{Примем допущение: } S_{R14}^{Ar} \approx \frac{R14}{Ar} * \frac{\Delta Ar}{\Delta R14} \approx 0,$$

$$\text{отсюда: } \frac{\Delta Ar}{Ar} \approx 0 * \frac{\Delta R14}{R14} = 0,$$

$$\delta_{Ar} = \frac{\Delta Ar}{Ar} * 100 = 0 * 100 = 0\%,$$

где: $\frac{\Delta Ar}{Ar}$ – допускаемое отклонение Ar (о.е.),

$\frac{\Delta R14}{R14}$ – допускаемое отклонение R13(о.е.),

δ_{Ar} – допускаемое отклонение Ar (%).

Относительная чувствительность Ar к разбросу параметра R15:

$$S_{R15}^{Ar} = \frac{R15}{Ar} * \frac{\partial Ar}{\partial R15} = \frac{R15}{Ar} * \frac{\partial \left(\frac{-R15}{2 * R13} \right)}{\partial R15} = \frac{R15}{Ar} * \frac{-1}{2 * R13} = \frac{152870}{-10} * \frac{-1}{2 * 7640} = 1.$$

Примем допущение:

$$S_{R15}^{Ar} \approx \frac{R15}{Ar} * \frac{\Delta Ar}{\Delta R15} \approx 1,$$

$$\text{отсюда: } \frac{\Delta Ar}{Ar} \approx 1 * \frac{\Delta R15}{R15} = 1 * (\pm 0.0005) = \pm 0.0005,$$

$$\delta_{Ar} = \frac{\Delta Ar}{Ar} * 100 = \pm 0.0005 * 100 = \pm 0.05\%,$$

где: $\frac{\Delta Ar}{Ar}$ – допускаемое отклонение Ar (о.е.),

$\frac{\Delta R15}{R15}$ – допускаемое отклонение R15(о.е.),

δ_{Ar} – допускаемое отклонение Ar (%)

Относительная чувствительность Ar к разбросу параметра C2:

$$\begin{aligned}
 S_{C2}^{Ar} &= \frac{C2}{Ar} * \frac{\partial Ar}{\partial C2} = \frac{C2}{Ar} * \frac{\partial \left(\frac{-R15}{R13} * \frac{C3}{C2 + C3} \right)}{\partial C2} = \\
 &= \frac{C2}{Ar} * \frac{-R15 * C3}{R13} * \frac{-1}{(C2 + C3)^2} * \frac{\partial (C2 + C3)}{\partial C2} = \frac{C2}{Ar} * \frac{-R15 * C3}{R13} * \frac{-1}{(C2 + C3)^2} = \\
 &= \frac{10^{-6}}{-10} * \frac{-152870 * 10^{-6}}{7640} * \frac{-1}{(10^{-6} + 10^{-6})^2} = -0.5.
 \end{aligned}$$

Примем допущение: $S_{C2}^{Ar} \approx \frac{C2}{Ar} * \frac{\Delta Ar}{\Delta C2} \approx -0.5$,

отсюда: $\frac{\Delta Ar}{Ar} \approx -0.5 * \frac{\Delta C2}{C2} = -0.5 * (\pm 0.005) = \mp 0.0025$,

$$\delta_{Ar} = \frac{\Delta Ar}{Ar} * 100 = \mp 0.0025 * 100 = \mp 0.25\%,$$

где: $\frac{\Delta Ar}{Ar}$ – допускаемое отклонение Ar (о.е.),

$\frac{\Delta C2}{C2}$ – допускаемое отклонение C2 (о.е.),

δ_{Ar} – допускаемое отклонение Ar (%).

Относительная чувствительность Ar к разбросу параметра C3:

$$\begin{aligned}
 S_{C3}^{Ar} &= \frac{C3}{Ar} * \frac{\partial Ar}{\partial C3} = \frac{C3}{Ar} * \frac{\partial \left(\frac{-R15}{R13} * \frac{C3}{C2 + C3} \right)}{\partial C3} = \\
 &= \frac{C3}{Ar} * \frac{-R15}{R13} * \frac{\frac{\partial C3}{\partial C3} * (C2 + C3) - \frac{\partial (C2 + C3)}{\partial C3} * C3}{(C2 + C3)^2} = \frac{C3}{Ar} * \frac{-R15}{R13} * \frac{C2}{(C2 + C3)^2} = \\
 &= \frac{10^{-6}}{-10} * \frac{-152870}{7640} * \frac{10^{-6}}{(10^{-6} + 10^{-6})^2} = 0.5.
 \end{aligned}$$

Примем допущение: $S_{C3}^{Ar} \approx \frac{C3}{Ar} * \frac{\Delta Ar}{\Delta C3} \approx 0.5$,

отсюда: $\frac{\Delta Ar}{Ar} \approx 0.5 * \frac{\Delta C3}{C3} = 0.5 * (\pm 0.005) = \pm 0.0025$,

$$\delta_{Ar} = \frac{\Delta Ar}{Ar} * 100 = \pm 0.0025 * 100 = \pm 0.25\%,$$

где: $\frac{\Delta Ar}{Ar}$ – допускаемое отклонение Ar (о.е.),

$\frac{\Delta C3}{C3}$ – допускаемое отклонение C3 (о.е.),

δ_{Ar} – допускаемое отклонение Ar (%).

Методика выбора параметров фильтров позволяет выбрать элементную базу фильтров с необходимыми и достаточными характеристиками и параметрами для решения поставленной задачи по точности необходимых замеров

Рассчитанный и разработанный таким образом набор фильтров может быть составной частью дистанционного измерителя гармоник, а именно - первичным измерительным преобразователем.

***

1. Молочков В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов. М.: Моркнига, 2013. – 362 с.
2. Кирюха В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз. 2007. – 218 с.

Садовников М.А., Попов Г.Г., Мисюряев В.Ю., Мартынов И.С.
Системы управления охраной труда в организациях строительной отрасли

*ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
(Россия, Волгоград)*

doi:10.18411/lj-07-2018-31

idsp: 000001:lj-07-2018-31

Аннотация

В статье рассмотрены возможности разработки и внедрения системы управления охраной труда (СУОТ) в организациях строительной отрасли. Указаны основные направления деятельности и обязательства руководства строительных организаций, в том числе задачи, которые необходимо решать для обеспечения охраны труда и соблюдения основных принципов СУОТ.

Ключевые слова: система управления охраной труда, СУОТ, политика в области охраны труда, оценка и управление профессиональными рисками.

Строительство относится к одной из тех отраслей хозяйственной деятельности, которая требует повышенного внимания к решению вопросов охраны труда [1]. Это обусловлено большим количеством различных факторов. Так, например, в процессе трудовой деятельности работников строительных организаций приходится сталкиваться с огромным количеством опасных и вредных факторов. Это и работа на открытом воздухе, на высоте, в том числе при неблагоприятных метеоусловиях, работа с опасными и вредными веществами, с такими как взрывоопасные и горючие материалы, физически тяжелая работа, которая связана с подъемом грузов и большим числом перемещений, работа в фиксированной позе, наличие шума и вибрации от оборудования и т.д. Сюда же стоит отнести и необходимость использования в процессе трудовой деятельности большого количества различного оборудования, электро- и пневмоинструмента, специализированного автотранспорта и прочих машин, которые требуют дополнительного обучения работников по вопросам охраны труда и повышенного внимания во время работы. Повышенная опасность при выполнении строительных работ может привести к тому, что любое, даже незначительное нарушение требований безопасности может явиться причиной гибели людей или тяжелых травм, что приводит к значительному материальному ущербу для работодателя.

В связи с этим актуальным встает вопрос разработки и внедрения системы управления охраной труда (СУОТ) в организациях строительной отрасли [5].