

О МЕТОДЕ НАСТРОЙКИ УСТРОЙСТВА АЛАР КПАМ НА ОСНОВЕ РАВНОМЕРНЫХ ДАННЫХ

Бухаров Д. С.

Служба автоматизированных систем диспетчерского управления, Филиал АО «СО ЕЭС» Иркутское РДУ
Иркутск, Российская Федерация
E-mail: bukharovds@gmail.com

В работе представлен метод вычисления характеристики устройства АЛАР в форме трапеции. В качестве исходных данных используются годографы асинхронного режима. Метод основан на постепенном увеличении размеров характеристики с сохранением пропорций чувствительного и грубого органов характеристики. Основания трапеции вытягиваются до тех пор, пока автоматикой не будут зафиксированы все исходные годографы. Основной упор в процессе вычисления характеристики делается на соблюдение условий фиксации асинхронных режимов и чувствительности устройства АЛАР.

ВВЕДЕНИЕ

Настройка устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР) в большинстве случаев выполняется на основе неравномерных данных, полученных при расчете электрических режимов в различных программных комплексах. Такими неравномерными данными являются годографы асинхронного режима (АР) [1], в процессе вычисления которых при утяжелении режима увеличивается плотность точек. Ключевая проблема таких расчетов – отсутствие выдержки шага по времени.

В настоящей работе представлен метод настройки устройства АЛАР с трапециевидной характеристикой [2] на основе годографов АР с равномерным шагом по времени. Такие АР могут быть получены как расчетными средствами, так и зафиксированы регистраторами аварийных событий или устройствами синхронизированных векторных измерений.

Ранее в работе [3] были представлены алгоритмы настройки устройств АЛАР на основе неравномерных данных. Эти алгоритмы в процессе вычислений многократно изменяют форму и расположение трапеции (характеристики устройства АЛАР) с целью охвата максимального количества АР.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть имеется n годографов АР $G_i = \{R_{i,j}, X_{i,j}, t_{i,j} : j = \overline{1, m_i}\}$ ($i = \overline{1, n}$), содержащих по m_i замеров значений активного $R_{i,j}$ и реактивного $X_{i,j}$ сопротивлений и меток времени $t_{i,j}$, полученных с сохранением единого шага по времени ($t_{i,k+6} - t_{i,k+5} = t_{i,k+16} - t_{i,k+15} = \Delta t_i$).

Необходимо вычислить такую трапецию, при которой фиксируются все G_i ($i = \overline{1, n}$) и выполняются условия:

$$l_{SE/CE/h,top} > 0,1 \cdot l_{SE/CE/h},$$

$$l_{SE/CE/h,bot} > 0,1 \cdot l_{SE/CE/h},$$

$$l_{bas,top} \rightarrow \min,$$

$$l_{bas,bot} \rightarrow \min,$$

$$l_h \rightarrow \min,$$

$$T_{G_i} \geq T_{act},$$

где SE – чувствительный орган (ЧО); CE – грубый орган (ГО); h – высота трапеции; $l_{SE/CE/h}$ – длина ЧО/ГО/высоты трапеции; $l_{SE/CE/h,top}$ – длина отрезка, образованного пересечением ЧО/ГО/высоты трапеции и годографом АР, проходящего наиболее близко к верхнему основанию (рис. 1); $l_{SE/CE/h,bot}$ – длина отрезка, образованного пересечением ЧО/ГО/высоты трапеции и годографом АР, проходящего наиболее близко к нижнему основанию; $l_{bas,bot}$ – длина нижнего основания трапеции; $l_{bas,top}$ – длина верхнего основания трапеции; T_{act} – минимально необходимое время для фиксации АР; T_{G_i} – время нахождения i -ого годографа АР в ЧО характеристики.

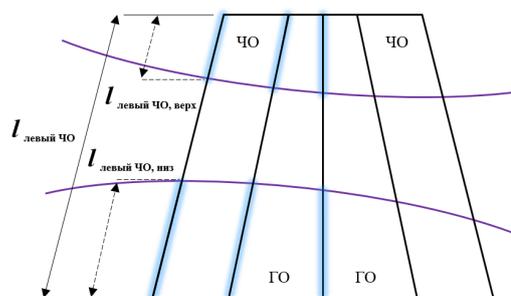


Рис. 1 – Условие чувствительности

Как отмечалось в работе [3] перед вычислением формы характеристики необходимо определиться с расположением органа направления мощности (ОНМ), на котором располагается высота трапеции. Размещается ОНМ любым удобным способом с соблюдением ключевого условия – пересечения ОНМ годографов АР в области наибольшей их плотности с целью получения трапеции минимальных размеров.

После определения расположения ОНМ выполняется построение трапеции согласно требованиям производителя устройств АЛАР [2].

II. МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для упрощения описания метода вычисления трапециевидной характеристики будем рассматривать пример с двумя годографами АР. Суть метода заключается в растягивании трапеции с соблюдением условия чувствительности и пропорциональности искомой фигуры (длина основания ГО равна половине длины основания ЧО), решая выписанную задачу (рис. 2).

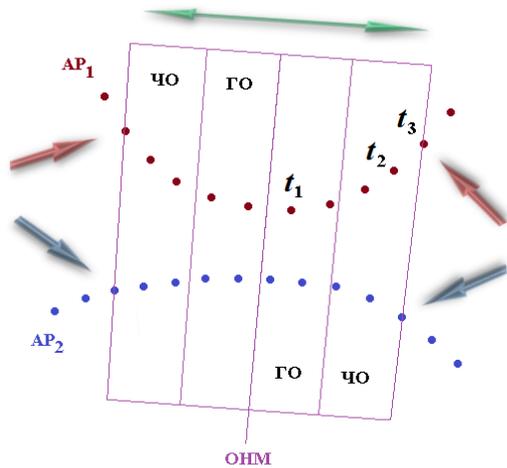


Рис. 2 – Построение характеристики

Метод состоит из следующих шагов:

ШАГ №1. Для каждого годографа АР определяются точки t_3 , которые взаимно наиболее удалены от ОНМ и обеспечивают выполнение условия $t_1 + t_2 \geq T_{act}$.

ШАГ №2. Через эти точки проводятся прямые – будущие боковины трапеции ЧО характеристики.

ШАГ №3. На построенных прямых откладываются необходимые отрезки с соблюдением условия чувствительности (рис. 1).

ШАГ №4. Строится трапеция с сохранением симметричности фигуры и пропорциональности ГО и ЧО.

ШАГ №5. Определяется количество АР, которые фиксируются устройством АЛАР.

ШАГ №6. Если фиксируются все АР, то вычисления останавливаются. В противном случае трапеция расширяется так, чтобы охватить еще по одной точке каждого годографа АР и выполняется шаг №2.

В случае трех и более годографов АР на шаге №2 прямая проводится через две геометрически наиболее удаленные от ОНМ точки.

III. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Описанный выше метод вычисления трапециевидной характеристики реализован программно [3]. Проведен вычислительный эксперимент на обезличенных данных: даны восемь годографов АР G_i ($i = \overline{1,8}$), мощность которых приблизительно равна и составляет

$m_i \simeq 1,4 \cdot 10^4$. $T_{act} = 20$ мс. Шаг по времени варьируется от 1 до 10 мс.

На рис. 3 отображена вычисленная характеристика и четыре годографа АР (G_1, G_4, G_5, G_6). Годографы представлены в усеченном виде: отображен только первый цикл. Все восемь АР фиксируются на первом цикле.

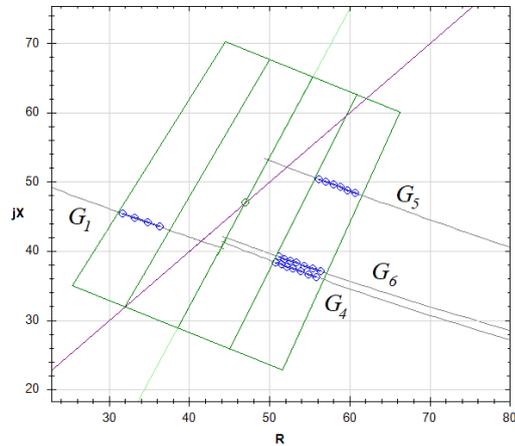


Рис. 3 – Годографы АР на первом цикле

Из рис. 3 видно, что количество точек, находящихся внутри ЧО характеристики, отличается. Шаг по времени равен $\Delta t_1 = 10$, $\Delta t_4 = 4$, $\Delta t_5 = 5$, $\Delta t_6 = 3$ мс. Наибольшее время нахождения АР в ЧО отмечается для G_1 , наименьшее время – G_6 .

Для рассматриваемого примера годограф АР G_6 является тем элементом, который ограничивает минимальный размер трапеции. Вычисление характеристики остановилось только после выполнения условия фиксации G_6 : ($T_{G_6} = 21$) > ($T_{act} = 20$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный метод позволяет вычислить характеристику устройства АЛАР, удовлетворяющую условиям поставленной задачи. Полученная характеристика может использоваться специалистом по электрическим режимам как базовая при выборе уставок автоматики. При необходимости характеристика может быть скорректирована вручную в разработанном программном обеспечении [3] и проверена на фиксацию годографов АР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гоник, Я. Е., Иглицкий, Е. С. Автоматика ликвидации асинхронного режима / Я. Е. Гоник, Е. С. Иглицкий // М.: Энергоатомиздат, 1984. – 112 с.
2. Комплекс противоаварийной автоматики многофункциональный. 656455.206-01 РЭ. Новосибирск: Институт автоматизации энергетических систем, 2013. – 60 с.
3. Бухаров, Д. С. Об автоматизации настройки устройств автоматической ликвидации асинхронного режима с трапециевидной характеристикой / Д. С. Бухаров // Прикладная информатика. – 2017. – № 2. – С. 44–51.