

Солдатов Александр Вячеславович,
Окончил в 2006 г. электроэнергетический
факультет ЧГУ им. И.Н. Ульянова.
Заместитель заведующего отделом РЗА
станционного оборудования ООО НПП
«ЭКРА»;

Никитина Анастасия Николаевна,
Студент факультета энергетики и

электротехники ЧГУ им. И.Н. Ульянова по
направлению подготовки «Релейная
защита и автоматизация
электроэнергетических систем». Техник
отдела РЗА станционного оборудования
ООО НПП «ЭКРА».

ВЫБОР УСТАВКИ БЛОКИРОВКИ АЛАР ПО МИНИМАЛЬНОМУ НАПРЯЖЕНИЮ В РЕЖИМЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Антонов В.И., Наумов В.А., Петров В.С., Солдатов А.В., Александрова М.И.
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, ООО НПП «ЭКРА»

Введение

Устройства автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР) могут срабатывать ложно при близком внешнем ЭЦК [1]. Во избежание этого применяется блокировка по минимальному напряжению.

Величина уставки блокировки по минимальному напряжению зависит от совокупности факторов: режимных условий и характеристик тракта измерения. В настоящей работе изучаются основные теоретические вопросы, связанные с выбором этой уставки.

Блокировка по минимальному напряжению

Устройство АЛАР, пользуясь измерениями напряжения \dot{U} и тока \dot{i} прямой последовательности (рис. 1), и по известному сопротивлению контролируемого участка αZ_{Σ} оценивает напряжение на его конце \dot{U}_K , где Z_{Σ} – эквивалентное сопротивление электропередачи.

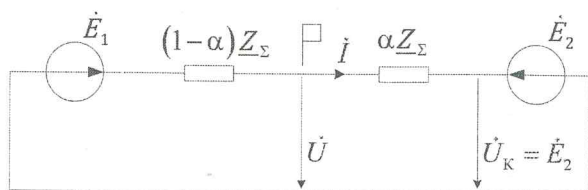


Рис. 1 Расчетная схема электрической сети:
флажком обозначено место установки устройства АЛАР

Блокировка по минимальному напряжению также выполняется с контролем прямой последовательности. При близком внешнем ЭЦК оценка величины напряжения прямой последовательности на месте установки АЛАР в момент возникновения ЭЦК мала и подвержена сильному влиянию погрешности, вызванной уходом частоты. Рассмотрим данный режим более подробно.

Полагаем, что ЭЦК расположен вблизи АЛАР слева от места установки. Принимаем, что частота источника \dot{E}_1 равна номинальной, а частота источника \dot{E}_2 отличается от номинальной.

Удобно рассматривать напряжение на месте установки устройства АЛАР \dot{U} относительно напряжения на конце участка \dot{U}_K поскольку оно известно, т.е. $\dot{U}_K = \dot{E}_2$. Учитывая это, зафиксируем вектор источника \dot{E}_2 (рис. 2) на действительной оси. Тогда, при отсутствии погрешности в измерениях, движение вектора напряжения \dot{U} происходит по годографу 1. Видно, что в этом случае годограф 1 не охватывает точку ЭЦК, и угол поворота вектора \dot{U} относительно \dot{E}_2 не превышает 90° . Поэтому устройство АЛАР не фиксирует асинхронный режим.

Из-за погрешности в тракте измерения годограф \dot{U} переместится из положения 1 в положение 2; величина перемещения определяется погрешностью ΔU . Теперь вектор напряжения \dot{U} будет перемещаться по годографу 2, охватывающему точку ЭЦК. Поэтому угол разворота вектора \dot{U} относительно \dot{E}_2 уже будет более 180° , и устройство АЛАР зафиксирует ложный ЭЦК на контролируемом участке.

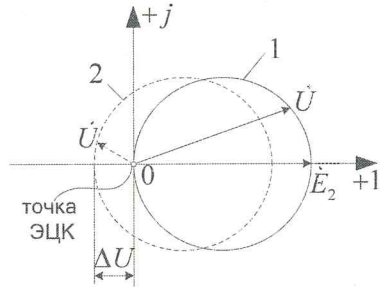


Рис. 2 Движение вектора напряжения на месте установки устройства АЛАР \dot{U} относительно вектора напряжения \dot{E}_2 : 1 – в точке ЭЦК и 2 – по измерениям АЛАР

Для исключения ложного срабатывания устройства АЛАР уставка блокировки по минимальному напряжению должна быть больше величины максимальной погрешности

$$\frac{\max|\Delta \dot{U}|}{U_{\text{ном}}} = \frac{1,1}{3} \sqrt{k_f^2 - 2k_f \cos(180^\circ \Delta f T_6) + 1}, \quad (1)$$

где $k_f = 1 - H(f_2 - f_0) - 0,5H(f_2 + f_0)$ – коэффициент, определяющий зависимость

Таблица 1 – Значения коэффициентов $H(f_2 - f_0)$ и $H(f_2 + f_0)$ для разных частот скольжения Δf

$\Delta f, \text{Гц}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$H(f_2 - f_0)$	0	0,001	0,003	0,006	0,011	0,016	0,024	0,032	0,042	0,052	0,064
$H(f_2 + f_0)$	0	0,01	0,02	0,029	0,039	0,048	0,056	0,065	0,085	0,095	0,105

Заключение

Величина уставки блокировки устройства АЛАР по минимальному напряжению в асинхронном режиме должна рассчитываться исходя из расположения ЭЦК вне контролируемого участка вблизи АЛАР. Она зависит от частоты скольжения и должна быть не менее $0,044U_{\text{ном}}$ при максимально возможной частоте скольжения $\Delta f = 10$ Гц.

погрешности от частоты скольжения $\Delta f = |f_2 - f_0|$; $H(f_2 - f_0), H(f_2 + f_0)$ – коэффициенты передачи фильтра скользящего среднего, входящего в состав фильтра Фурье [2] при частотах $(f_2 - f_0)$ и $(f_2 + f_0)$ Гц, соответственно; T_6 – интервал времени между вызовами функции блокировки в логике АЛАР.

Зависимость погрешности $\frac{\max|\Delta \dot{U}|}{U_{\text{ном}}}$ от частоты скольжения Δf приведена на рис. 3.

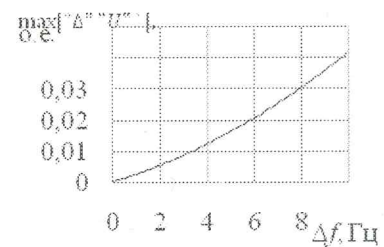


Рис. 3 Зависимость уставки от частоты скольжения

Значения коэффициентов $H(f_2 - f_0)$ и $H(f_2 + f_0)$ для разных частот скольжения Δf приведены в табл. 1 Таблица 1. Рабочий диапазон изменения скольжения Δf заимствован из стандарта [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- СТО 59012820.29.020.008-2015 Стандарт организации. Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Автоматика ликвидации асинхронного режима нормы и требования. – М.: ОАО «СО ЕЭС», 2015.
- Антонов В.И. Общие начала теории фильтров ортогональных составляющих/

В.И. Антонов, В.А. Наумов, Н.Г. Иванов, А.В. Солдатов, А.И. Фомин. – Релейная защита и автоматизация. – №1 (22). – 2016.

3. СТО 56947007-33.040.20.123-2012

Стандарт организации. Аттестационные требования к устройствам противоаварийной автоматики (ПА). – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2012.

Авторы:

Антонов Владислав Иванович, Окончил в 1978 г. факультет электрификации и автоматизации промышленности ЧГУ им. И.Н. Ульянова. В 1985 г. защитил в Ленинградском политехническом институте кандидатскую диссертацию «Разработка и исследование новых принципов построения измерительных органов направленных защит линий электропередачи». Доцент кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики ЧГУ им. И.Н. Ульянова, главный специалист отдела РЗА станционного оборудования ООО НПП «ЭКРА»;

Наумов Владимир Александрович, Окончил в 2001 г. электроэнергетический факультет ЧГУ им. И.Н. Ульянова. В 2002 г. защитил магистерскую диссертацию. В 2005 г. защитил во ВНИИЭ кандидатскую диссертацию «Анализ и совершенствование продольных дифференциальных защит генераторов и

блоков генератор-трансформатор». Доцент кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики ЧГУ им. И.Н. Ульянова, заместитель генерального директора – технический директор ООО НПП «ЭКРА»;

Петров Владимир Сергеевич, Окончил в 2010 г. электроэнергетический факультет ЧГУ им. И.Н. Ульянова. В 2015 г. защитил в Чувашском государственном университете имени И.Н. Ульянова кандидатскую диссертацию «Цифровая система автоматического ограничения повышения напряжения сетей 110-750 кВ». Научный сотрудник отдела РЗА станционного оборудования ООО НПП «ЭКРА»;

Солдатов Александр Вячеславович, Окончил в 2006 г. электроэнергетический факультет ЧГУ им. И.Н. Ульянова. Заместитель заведующего отделом РЗА станционного оборудования ООО НПП «ЭКРА»;

Александрова Марина Ивановна, Окончила в 2016 г. факультет энергетики и электротехники ЧГУ им. И.Н. Ульянова, получила степень бакалавра по направлению «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем». Инженер отдела РЗА станционного оборудования ООО «НПП ЭКРА», магистрант ЧГУ им. И.Н. Ульянова по направлению «Автоматика энергосистем».

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ТОКА ДЛЯ АВТОМАТИКИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО ДЕЛЕНИЯ СЕТИ

Антонов В.И., Наумов В.А., Солдатов А.В., Иванов Н.Г., Анисимова В.С.
Чувашский государственный университет, ООО НПП «ЭКРА»

Введение

Автоматика опережающего деления сети (АОДС) применяется для автоматического деления электрической сети во время КЗ с целью снижения тока через выключатель и создания благоприятных условий для его работы при отключении тока КЗ. Опережающее деление должно осуществляться до

отключения выключателя поврежденного элемента сети. Поэтому быстродействие АОДС должно быть не хуже 15-20 мс [0 – 2].

В результате действия АОДС ток через выключатель поврежденного элемента сети не должен превышать номинальный ток отключения выключателя – действующее значение основной гармоники тока, на