

СТАТИЧНИ И ДИНАМИЧНИ ИЗПИТАНИЯ НА РЕЛЕЙНИ ЗАЩИТИ

доц.д-р Стефан Йорданов Овчаров - ТУ-София
доц.д-р Станимир Трифонов Вичев - ТУ-София
гл.ас. Велико Георгиев Великов - ТУ-София
гл.ас. Петър Иванов Якимов - ТУ-София

This article describes the using of protection relays testing unit for static and dynamic tests.

When a static test is chosen the outputs of the testing unit are switched on immediately after setting the amplitude, phase and frequency of the signals and the generating of sinusoidal signals with desired parameters starts. The values of the parameters are kept to the end of the test duration.

In dynamic testing all parameters of the output signals can be changed automatically by a previously set way.

The testing unit can perform automatically a cycle, consisting of four segments.

The conditions for jump to a new segment are:

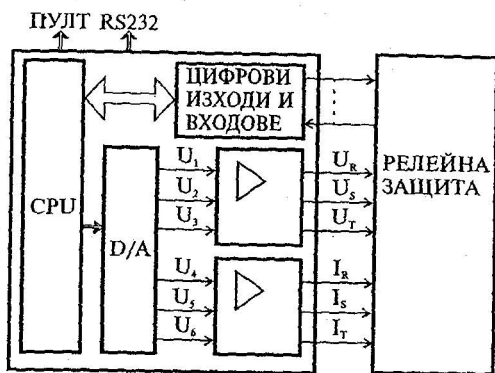
- end of the programmed duration of the segment;
- execution of a previously set condition for a digital input.

Стабилността на електроенергийната система зависи от правилното функциониране на релейната защита и нейните възможности да взема бързи решения. Неправилното заработване може да доведе до по-сериозни от обичайните прекъсвания в разпределението на енергията или до разпадане на електроенергийната система.

За да се предвиди функционирането на релейната защита в реални условия и при въздействието на различни смущаващи фактори, тя се подлага на изпитания с помощта на товарни устройства, които възпроизвеждат различни режими на работа на електроенергийната система.

Целта на настоящата работа е да се представят възможностите за провеждане на различни изпитания - статични и динамични с помощта на товарното устройство за проверка и настройка на релейна защита, автоматика и телемеханика (фиг.1), описано в [1].

При статичните изпитания след въвеждане на ефективната стойност, фазата и честотата на всеки един от напрежителните и токовите сигнали и подаване на сигнала "Старт" започва генерирането на правилни синусоиди на изходите на товарното устройство с параметри, съответстващи на зададените и запазващи стойностите си до края на изпитанието.



фиг.1

При динамичните изпитания всички параметри на изходните сигнали могат да се изменят автоматично по предварително зададен зависимост (фиг.2).

При проверка на токови, напрезителни и посочни релейни защиты се извършват статични изпитания в ръчен режим. Има възможност за промяна на амплитудата и фазовия ъгъл на трите тока и трите напрежения. Всяка стойност може да се променя индивидуално. Ако например се изпитва еднофазна максималнотокова посочна релейна защита две от напреженията и два от токовете се установяват в нула. На амплитудата и фазовия ъгъл на третото напрежение, както и на фазовия ъгъл на третия ток се задават фиксирани стойности. Амплитудата на третия ток се променя до заработване на релейната защита. Измерване на временен интервал може да се направи чрез избиране на условие на неизправност и активиране на генератор, който стартира таймера. Той ще спре когато се приеме изключващия сигнал. По този начин могат да се записват характеристиките на заработване на различни типове релейни защиты.

При проверка на дистанционни защиты се моделира импеданс, който се задава чрез подходящи стойности на тока и напрежението. Промяната на импеданса може да бъде с правоъгълни координати Z_r и Z_x , или с полярни - $|Z|$ и φ_z .

Ако се автоматизира ръчния режим на работа се получава кръгов метод за изпитания. При него точките на импеданса на повредата се въвеждат във вид на спирала от центъра към периферията на импедансната диаграма до запълването ѝ. Действията на релейната защита се отбелязват с различни знаци в различните зони на диаграмата.

Така се получава много добра картина на характеристиката на заработване на релейната защита. При необходимост обхватът на импеданса може да се промени и да се направи ново изпитание за получаване на по-голяма точност.

Кръговият метод е много удобен когато няма достатъчно време за подготовка на автоматично изпитание или не се познават характеристиките на изследваната релейна защита. След извършване на изпитанието резултатите могат да се съхранят в паметта и да се използват за подготовка на автоматични тестове в динамичен режим за съответната релейна защита. Това става като се дефинират отделните зони и се въведат техните гранични точки.

Най-бързият начин за изцяло автоматични изпитания е с използване на проверка по очакваната характеристика. Тези изпитания се основават на факта, че всички релейни защиты имат зададени характеристики с определени толеранси. За да се установи, дали релейната защита действа правилно известен брой от тестови точки се задават с характеристични стойности плюс, респективно минус съответния толеранс. Защитата не трябва да заработи извън границите на толеранса и да заработи в неговите граници. Между всеки две тестови точки се подават сигнали, задаващи нормална стойност на импеданса за възстановяване на релейната защита.

Изпитанията по очакваната характеристика може да се комбинират с линейно намаляване на импеданса до заработване на защитата. Първо се извършва изпитание, за да се провери, че релейната защита действа в зададените граници. Тогава започва линейно изменение на импеданса с начална точка горната граница на толеранса.

Товарното устройство може да изпълнява автоматично програмен цикъл, състоящ се от четири сегмента. За всеки сегмент е необходимо да се въведе два вида информация:

- за цифровите входове и изходи;
- за напрехителните и токови изходи.

Въвеждането на необходимата информация се извършва в режим ПРОГРАМИРАНЕ, в режим УПРАВЛЕНИЕ тя може само да бъде четена.

Условията за преминаване на програмата от текущия към следващ сегмент са следните:

- изтичане на програмираното време за продължителност на сегмента (зададено е време T_M за съответния сегмент различно от нула);

- ако е изпълнено предварително въведено условие при заработване на цифров вход за преминаване към следващ или друг сегмент.

Стартирането на програмния цикъл се извършва с натискане на бутон "Start". Изпълнението започва от сегмент S1. Ако по време на работа повторно се натисне бутон "Start", изпълнението на цикъла започва от начало. Спирането на цикъла настъпва:

- при натискане на бутон "Stop";
- при достигане на сегмент, за който не е програмирана продължителността му чрез параметъра T_M ;
- след отработване на четвъртия сегмент.

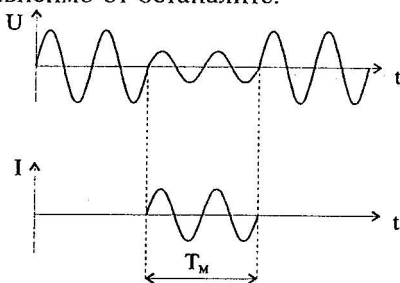
Товарното устройство предоставя възможности за статични и динамични изпитания в следните режими:

1. Симетрична система на напреженията и токовете

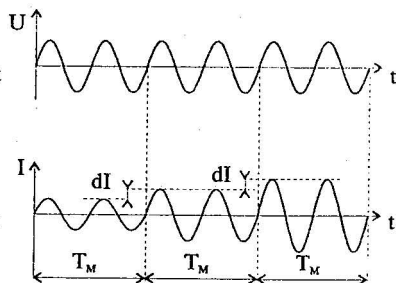
Реализира се линейно и стъпково изменение на големината и фазата на трите фазни напрежения и трите фазни тока едновременно.

2. Несиметрична система на напреженията и токовете

В този режим се реализират следните функции: линейно или с предварително програмирана стъпка (фиг.3) изменение на големината или фазата на всяко от фазните напрежения и фазните токове независимо от останалите.



фиг.2



фиг.3

3. Линейно или стъпково изменение на честотата

В този режим е възможно изменение на честотата на фазните напрежения и токове при симетрична система за изпитания на честотни релейни защиты.

4. Генериране на междуфазно напрежение

а) по зададени големина и фаза на междуфазното напрежение и големина и фаза на едното фазно напрежение се определя второто

б) по зададени големина и фаза на междуфазното напрежение се определят големината или фазата на двете фазни напрежения по

зададени фазова разлика или големина като се спазва условието големините им да са равни.

5. Генериране на импеданс по зададени големина и фаза на импеданса и големина и фаза на напрежението или тока

Реализира се линейно и стъпково изменение на големината и фазата на импеданса, на големината на активното и на реактивното съпротивления.

6. Генериране на мощност по зададени големина и фаза на фазната мощност и големина и фаза на напрежението или тока

Реализира се линейно и стъпково изменение на големината и фазата на пълната мощност, на големината на активната и на реактивната мощност.

7. Генериране на един фазен ток с аperiodична съставка

Възможно е програмирането на аperiodично изменение на тока I_R чрез въвеждане на стойност за величината τ и генерирането му по закона:

$$i(t) = -i_m \cos \psi_u e^{-\frac{t}{\tau}} + i_m \sin(2\pi f t - \psi_u),$$

където ψ_u е началния фазов ъгъл на напрежението.

Когато не е въведена стойност за τ , първият член от горния израз не се изпълнява.

8. Генериране на люлеене на големината на напрежението и тока по синусоидален закон

Генерира се симетрична система на напреженията и токовете като големината на напрежението и тока започва да се изменя от началната към минималната и максимална стойности по синусоидален закон:

$$U_{\text{eff}}(t) = (U_{\text{max}} + U_{\text{min}}) / 2 + \\ + (U_{\text{max}} - U_{\text{min}}) \sin \left\{ 2\pi F_m t + \arcsin \left[2U_H / (U_{\text{max}} - U_{\text{min}}) \right] \right\} / 2$$

$$I_{\text{eff}}(t) = (I_{\text{max}} + I_{\text{min}}) + \\ + (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) \sin \left\{ 2\pi F_m t + \arcsin \left[2I_H / (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) \right] \right\} / 2$$

9. Генериране на люлеене на фазата на напрежението и тока по синусоидален закон

Генерира се симетрична система на напреженията и токовете като фазата на напрежението и тока започва да се изменя от началната към минималната и максимална стойности по синусоидален закон:

$$\varphi_u(t) = \left(\varphi_{u_{\max}} + \varphi_{u_{\min}} \right) / 2 + \left(\varphi_{u_{\max}} - \varphi_{u_{\min}} \right) \cdot \sin \left\{ 2\pi F_m t + \arcsin \left[2\varphi_{u_H} / \left(\varphi_{u_{\max}} - \varphi_{u_{\min}} \right) \right] \right\} / 2$$

$$\varphi_i(t) = \left(\varphi_{i_{\max}} + \varphi_{i_{\min}} \right) / 2 + \left(\varphi_{i_{\max}} - \varphi_{i_{\min}} \right) \cdot \sin \left\{ 2\pi F_m t + \arcsin \left[2\varphi_{i_H} / \left(\varphi_{i_{\max}} - \varphi_{i_{\min}} \right) \right] \right\} / 2$$

10. Генериране на колебания на параметрите на напрежението на ток I в контролна точка от електроенергийната система при синхронен и асинхронен ход на фазовата разлика електродвижещите напрежения на еквивалентните генератори математическия модел

По зададени големина на електродвижещото напрежение на еквивалентен генератор E_1 /фазата на този генератор е нула и не семеня/, големина и начална фаза на електродвижещото напрежение втория еквивалентен генератор E_2 , размах на фазата на електродвижещото напрежение на втория еквивалентен генератор E_2 чрез зададени максималната $\varphi_{E2\max}$ и минималната $\varphi_{E2\min}$ стойности на коефициент на местоположението k , честота на синхронното колебание F_m и големина и фаза на импеданса на линията Z . Фазата на еквивалентен генератор при синхронно люлеене се изменя по закон

$$\varphi_{E_2}(t) = \varphi_{E_2}(0) + \left(\varphi_{E_{2\max}} - \varphi_{E_{2\min}} \right) \sin(2\pi F_m t) / 2$$

а при асинхронен ход по закона:

$$\varphi_{E_2}(t) = \varphi_{E_2}(0) + 2\pi F_m t$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчаров Ст., В.Великов, Н.Тюлиев, Е.Балканска, П.Якимов, Т.устройство за проверка и настройка на релейна защита, автоматизация, телемеханика, сб.доклади "Форум енергийни проблеми на България международно участие, 22-24 юни 1993г., Варна, к. Св.Константин
2. G.Nimmersjo, et.al., "Digitally-Controlled Real-Time Analog System Simulator for Closed Loop Protective Relaying Testing", Transactions on Power Delivery, Volume 3, Number 1, January 1988
3. Овчаров Ст., Приложение на средствата на електрониката в енергетиката, сб.доклади "Юбилейна четвърта национална и приложна конференция с международно участие "ЕЛЕКТРОТЕХНИКА '95", 27-29 септември 1995г., Созопол, стр.26-48