

教育用保護リレーシステムの構築と評価

AE14106 水野亮太

指導教員 藤田吾郎

1. 研究背景

現代社会において、情報技術の発展や家電製品の普及により電力需要は伸び続けてきた。しかし、分散型電源の導入が進むと、配電線の電圧上昇や逆潮流の問題など配電システムが複雑化する問題がある。この巨大システムを100%正確に正常な状態で管理するために、今後の電力システムにおける安全性の確保がより求められている。そして、それを扱う電力関係技術者は社会的ニーズが常にある状態にあり、多くの電力関係技術者の育成と強化が必要である。

2. 研究目的

本研究の目的は教育用保護リレーシステムの構築である。系統保護の観点からこの保護リレーシステムについて着目した。保護リレーシステムを学習レベルで理解するには、様々な問題がある。実システムの値で実験を行うと規模が大き過ぎて扱えず、また学生に理解できる範囲での理論を扱う必要がある。そこで、教育用の保護リレーシステムでは、いかに効率良く知識を深められるかが求められる。そのため、本研究では実システムモデルでシミュレーションを行い、保護リレーの理論を学ぶ。そして、実機を用いて実際に体感する学習を行うことで、効率を求めた教育用の保護リレーシステムの構築を目的とする。

3. 保護リレーシステム

3.1 保護リレーシステムの概要

保護リレーシステムとは雷などによって発生する事故を高速に（約10ms）検出し、事故除去、事故波及防止と復旧の迅速化を行うシステムであり、距離継電方式ともいう。保護リレーシステムは電磁形、アナログ静止形、デジタル形へと進歩を遂げ、装置も単体リレーからリレー装置、大規模なリレーシステムへと多様化し保護性能の高度化が図られ、高効率かつ高信頼度の設備形成および運用を支えている。これからも多種多様な保護リレーシステムが構築されると考えられる。

3.2 数値シミュレーション

事故発生から事故点検出までの流れを理論的に理解することで、実機実験を行う際に何が起きているのかを頭の中でイメージできる。また、実機では実システムの規模

の電流値、電圧値を扱えないので数値シミュレーションを用いて、より現実的な実験が行える。本研究では、各相のどの点でも短絡・地絡が行える電力システムを模擬したシミュレーションモデルを開発し、このシミュレーションモデルを用いて数値シミュレーションを行う。

3.3 試験概要

図1に電力システムを回路図で表したものを示す。この図はゾーンを割り振りそのゾーンごとに電圧センサ（VT）電流センサ（CT）を設置し常に各ゾーンの電圧値、電流値が計測できるものである。今回はLabVIEWを用いてシミュレーションモデル（図2）を作成しゾーン1の一相地絡事故を発生させた。

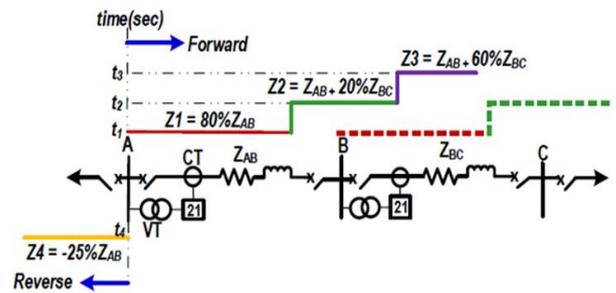


図1 電力システムの回路図

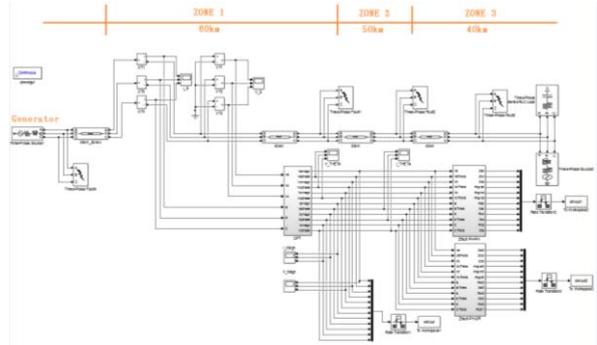


図2 シミュレーションモデル

次にLabVIEWにプログラムを打ち込む。表1に各相の電圧、表2に電流の数値を絶対値と角度で極座標として変換したものを示す。ここではフーリエ級数展開を用いている。

表1 電圧値

	絶対値 [V]	角度 [deg]
A相	53330	-20
B相	344200	-130
C相	341270	110

表2 電流値

	絶対値 [A]	角度 [deg]
A相	1600	-80
B相	250	-100
C相	250	130

MATLABで得られた6つの値をLabVIEWに入力すると図5に示すように、ゾーン1, 2, 3のどこで事故が起きているのかを視覚的に理解できる。

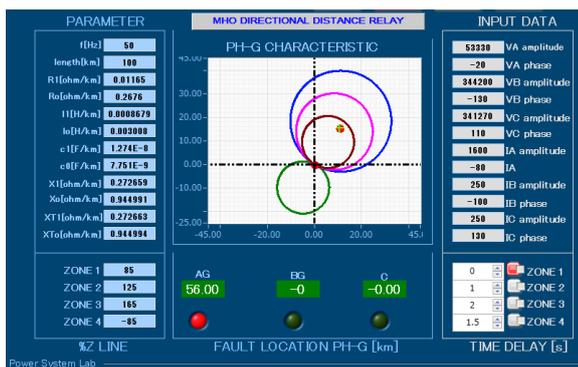


図5 MATLABを用いた事故点検出

4. 実機実験

これらの流れを実機実験でも行った。シミュレーションモデルと同じ役割を持ったモジュールを作成し、組み合わせたシステムの全体図を図6に示す。

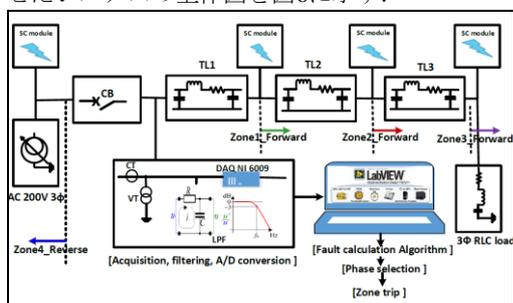


図6 システムの全体図

実機実験で用いるモジュールについて説明する。縦横高さ300mmの立方体の箱に機器を配線して内蔵している。外面に端子を露出することによって、端子間を配線するだけで接続できるような構造になっているため、結線が簡単であり効率的な実験が可能となる。モジュールには左上にモジュールの名称端子部分が表示されている。端子部分は上から赤・黄・青の三相用の端子、緑の大地接地端子及び、黒の筐体接地端子となっている。モジュールの規格を図7に示す。

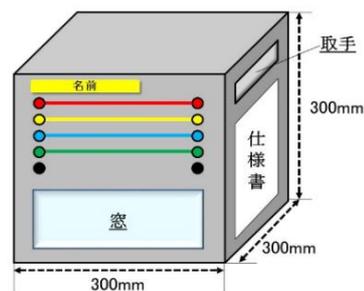


図7 モジュールの規格

これらのモジュールを配線してゾーン3の一相短絡試験を行った。表3に電圧値、表4に電流値、図8に事故点検出のフロントパネルを示す。

表3 電圧値

	絶対値 [V]	角度 [deg]
A相	200	-19
B相	200	100
C相	200	-109

表4 電流値

	絶対値 [A]	角度 [deg]
A相	5.0	-85
B相	3.2	116
C相	2.4	66

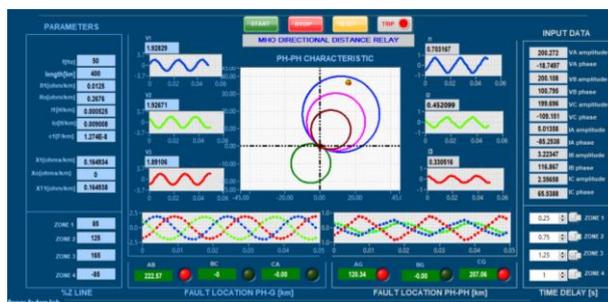


図8 実機実験での事故点検出

5. 結果と展望

数値シミュレーションでの数値を縮小して実機実験を行った。事故点の検出はゾーン3と正しかったが電圧値は三相とも変化が無く実システムのような数字にはならなかった。これからは、実機実験の精度を高めて大学の実験やPBLで活用できるシステムを構築する予定である。

参考文献

- [1] 日本の電力消費—電気事業連合会
<http://www.fepc.or.jp/enterprise/jigyoku/japan/>
- [2] 電力系統保護制御技術の動向—東芝
https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2007/02/62_02pdf/a02.pdf