

# 距離継電器教育訓練システムの構築

AE13003 飯塚直也

指導教員 藤田吾郎

## 1. はじめに<sup>[1][2]</sup>

現在、日本の電力系統は電力系統の保護、電力設備の保全・管理を目的として情報通信技術の活用による自動化など著しく発展している。その一方で、自然災害や火災などにより、日本では配電系統において年間二万件程度の故障が発生している。そのため、今後の電力系統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求められている。そこでより効率よく育成を行うため、モジュール型電力系統実習装置の開発について注目した。従来のモジュール型電力実習装置というのは、市販品や特注品では高価格であるため入手する事が困難であることや、大型であるために使用できる場所が限られてしまうといった問題がある。そこで本研究では、従来の実験装置よりも、低価格かつ小型である実験装置を製作し、それとLabVIEWというシステム開発ソフトを組み合わせた保護継電器実習システムの構築を行うことで、電力系統の保護に対する理解を効率的に深められる環境づくりを行うことを目的とする。

## 2. モジュール型電力系統実習装置<sup>[3]</sup>

既存の電力系統実習装置には様々な問題があった。それらを踏まえて製作されたのが、モジュール型電力系統実習装置である。この装置の規格を図1に示す。以下にモジュール型電力系統実習装置の特徴を示す。

- (1) 縦、横、高さ全て 300[mm]の立方体であるため、小型で限られたスペースでも実験が可能。
- (2) 1つの箱に対して1つの装置を組み込んであるため、回路の組み換えが容易である。
- (3) 系統全体の流れを理解しやすい。
- (4) 電力回路を表すデザインを統一しているため、理解が容易である。
- (5) 機器によるが、平均すると1台数万円程度と比較的安価で製作が可能である。
- (6) 誤配線も生じにくく、危険性も低い

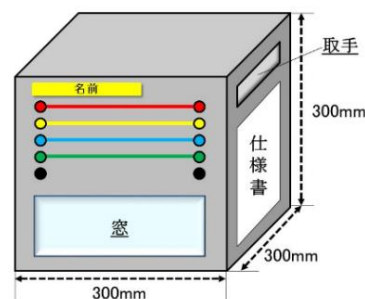


図1 モジュールの規格

## 3. 距離継電器教育訓練システム<sup>[4]</sup>

本稿において考案した距離継電器教育訓練システムの概要図を図2に示す。このシステムは、距離継電器の原理を用いている。距離継電器とは、継電器から故障点までの距離を測り、それが整定距離以下のときに動作するものである。本稿では、電源は三相交流200Vをとり、送電線を四分割し整定距離をそれぞれ送電線の長さに対して、ゾーン1を80%、ゾーン2を120%、ゾーン3を160%、ゾーン4を-80%と定めている。それぞれの整定距離内において短絡モジュールを用いて短絡させることができる。そして、電圧センサ・電流センサ、DAQ、内蔵されたDAQモジュールを用い、短絡時の電圧・電流の測定、DAQを通じPCへとデータを送ることができる。そのデータはLabVIEWプログラムによって事故点を検出し、リレーの制御を自動で行う。

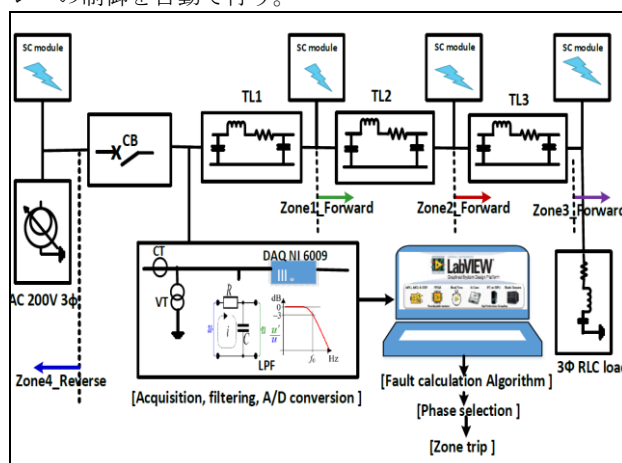


図2 距離継電器教育訓練システムの概要図

## 4. LabVIEWプログラム

### 4.1 LabVIEWとは<sup>[5]</sup>

LabVIEWとは、エンジニアや研究者の生産性向上に特化した開発環境であり、システムの視覚化、構築、コード化を、視覚的なプログラミングをするグラフィカルプログラミング構文を用いており、テストにかかる時間を短縮し、収集データに基づいたビジネス判断を可能にするなど、他に例を見ない優れた機能を備えている<sup>[2]</sup>。

### 4.2 距離継電器プログラム

今回作成した距離継電器教育訓練システムにおけるLabVIEWプログラムを図3に示す。

このプログラムは得られた電圧・電流から線路インピーダンスを計算し、その値から事故点を検出することができる。フロントパネルのR-X座標上に整定距離ゾーン1~4の円を描き、得られたインピーダンスの値が円の内側にある時にリレーの切り替えを行う。ゾーン2~4のリレーの切り替え時間を設定することが可能であり、短絡している相、ゾーン、位置、短絡時の電流電圧、インピーダンスを一目で確認することのできるプログラムとなっている。

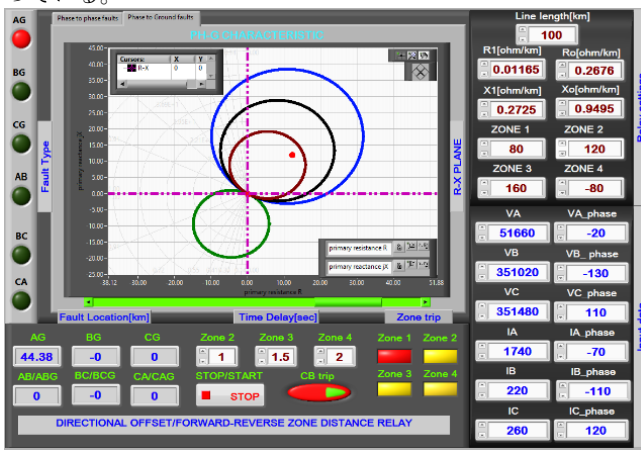


図3 LabVIEWプログラム

### 4.2 プログラムの動作確認シミュレーション

Simulinkを用いて送電線における地絡事故シミュレーションを行い、その結果を入力しプログラムの動作確認を行った。そのシミュレーションモデルを図4に示す。

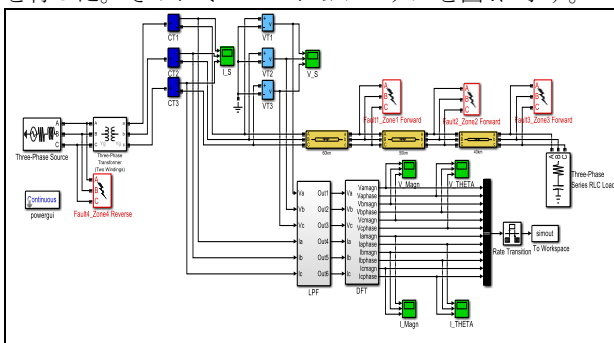


図4 シミュレーションモデル

## 5. DAQモジュールの製作

### 5.1 DAQモジュールとは

距離継電器教育訓練システムにおいてデータの取得を行う役割を担う、DAQモジュールの製作を行った。モジュールの概要図を図5に示す。

DAQモジュールには、地絡時の電圧・電流を読み取るセンサ、データをPCへと送るDAQ(Data Acquisition)が組み込まれている。図6に今回使用したDAQを示す。

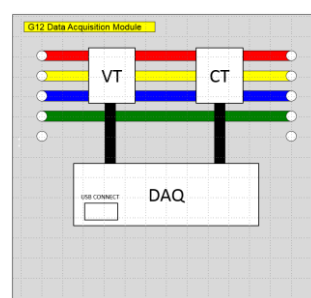


図5 DAQモジュールの外観 図6 DAQ(NIUSB-6212)<sup>[6]</sup>

## 6. まとめと今後の展望

本稿ではモジュール、LabVIEWを用いた効率的な実験を通して保護継電器の理解を深める環境づくりを目的とし、距離継電器教育訓練システムの考案、LabVIEWでのプログラム作成、システムに必要なモジュール機器の製作を行った。LabVIEWプログラムはSimulinkを用いて、シミュレーションにより動作確認を行い、プログラムが正常に動作することを確認した。

今後の展望としては、モジュール同士を接続し、距離継電器教育訓練システム全体としての動作確認を行っていく必要がある。また、実験の教材として国際PBL(Project-Based Learning)などでの活用を目標としている。そのため、どのように実験を進めていくかなどの検討、英語と日本語のマニュアルの作成が必要となる。

## 参考文献

- [1] 経済産業省 HP  
(<http://www.meti.go.jp/committee/materials2>)
- [2] 大浦好文「保護リレーシステム工学」電気学会(2002)
- [3] 大川貴宏「モジュール型超小型発電ユニットの開発」2012年芝浦工業大学卒業論文
- [4] 林武志「保護継電器読本」オーム社発行(2004)
- [5] 堀桂太郎「図解LabVIEW実習」森北出版(2006)
- [6] NATIONAL INSTRUMENT HP  
(<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ja/nid/207096>)