

分散型電源の単独運転検出機能のモデル化

シミュレーションによる単独運転検出機能の有効性検証

Modeling of islanding detection methods for dispersed generators

Examining the effectiveness of islanding detection methods via simulation

(配電部 計画G)

分散型電源を系統連系するための保護装置の一つである単独運転検出機能は、出力信号の大きさによっては系統へ周波数変動等の影響を与え、また、1系統に複数台設置された場合、相互干渉により単独運転の検出が不可能となることもある。複数台の影響評価を行うには実機試験は困難であるため、シミュレーション技術が重要となってきた。そこで、現在、系統シミュレータを用いて影響評価が行えるよう単独運転検出機能のモデル化を試みている。

(Planning Group, Distribution Division)

Islanding detection methods are utilized as one of the protective systems that enable coordination of dispersed generators in power systems. The islanding detection method may affect the system by causing frequency variation, etc, depending on the size of output signals. If there are multiple generators in one system, mutual interference may prevent detection of islanding. Since it is difficult to assess the effects of multiple devices on the system by utilizing an actual device, developing more advanced simulation technology is becoming increasingly important. We are therefore currently attempting to model islanding detection methods to enable assessment via a system simulator.

1 研究の背景

単独運転とは、系統に事故等が発生し供給を停止した時に、局所的な系統負荷へ分散型電源が電力を供給している状態のことをいう。この状態が継続すると人身および設備の安全に対して大きな影響を与える恐れがあるため、単独運転状態を検出する単独運転検出機能が開発された。単独運転検出機能は、系統に常時信号(無効電力や周波数の変動等)を注入しておき、系統停止時のみ現れる変動を検出し単独運転と判断するものである。現在、第1表のような方式が一般的に用いられているが、同じ方式であっても検出口ジックはメーカにより様々である。

単独運転検出装置を備えた分散型電源を連系する場合、設置者はシミュレーションもしくは試験回路を使った実機試験により系統への影響や機能の有効性を検証し、当社においては試験結果や解析結果を確認し連系可否を判断している。一つの配電線に複数の分散型電源が設置される場合、実機による相互干渉試験は困難であるため、設置者は他者が採用している方式をモデル化してシミュレーションを実施し、有効性を検証する。当社としては、双方の機能が的確にモデル化されているのかを見極める必要がある。そこで、当社でも単独運転検出機能の影響評価、有効性検証が独自に行えるシミュレーション技術が必要となってきた。

第1表 単独運転検出機能の各種方式

方 式	概 要
無効電力変動方式	発電出力に周期的な無効電力変動を与えておき、単独運転移行時に現れる周期的な電圧変動を検出する方式
有効電力変動方式	発電出力に周期的な有効電力変動を与えておき、単独運転移行時に現れる周期的な電圧変動を検出する方式
負荷変動方式	発電設備に並列にインピーダンスを瞬間的、かつ、周期的に挿入し、単独運転移行時に現れる電圧変動又は電流変動の急変等を検出する方式
QCモード周波数シフト方式	系統周波数変化率 (df/dt) を検出し、その変化率の正負と大きさによって、発電設備の出力電圧を変動させ、単独運転時の周波数変動を検出させる方式
周波数シフト方式	発電設備から出力する周波数特性に予めバイアス等を与えておくことによって、単独運転移行時に発電設備の周波数特性と単独系統の負荷特性で決まる周波数にシフトする性質を利用して単独運転を検出する方式
次数間高調波注入方式	系統に次数間高調波を注入しておき、単独運転前後の系統インピーダンスの変化を検出する方式

2 系統シミュレータの選定

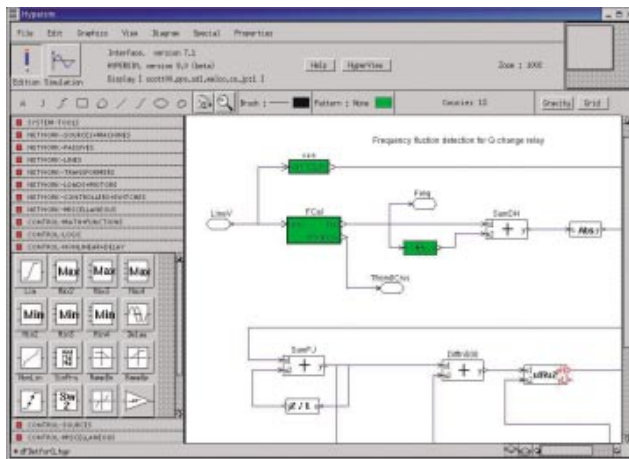
単独運転検出機能のシミュレーションを行うためには、まず、どの系統シミュレータで解析を行うのか選定する必要がある。選定にあたっては、操作者が系統シミュレータの扱いに不慣れであることを考慮し、操作性(GUI機能、系統編集機能、保有モデル等の充実)に重点を置くこととした。その結果、操作性に優れ、また、EMTPファイルとの互換性もあり将来の発展性が見込めるHYPERSIMを選定した。HYPERSIMとは、カナダのハイドロ・ケベック社(電力会社)の関連会社であるトランスエネルギー・テクノロジーズ社が提供しているフルデジタルのリアルタイムシミュレータである。

3 単独運転検出機能のモデル化

モデル化する単独運転検出機能は、実際に設置されるケースが多い次の5方式とした。

- 無効電力変動方式
- 負荷変動方式
- QCモード周波数シフト方式
- 周波数シフト方式
- 次数間高調波注入方式

第1図に無効電力変動方式の回路図の一部を示す。信号の大きさや出力間隔等の設定は、GUIにより容易に変更が可能である。



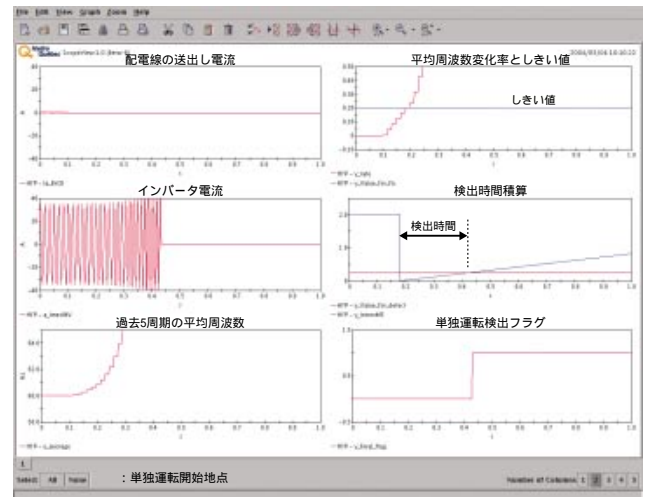
第1図 無効電力変動方式の回路図(一部)

4 モデルの動作検証

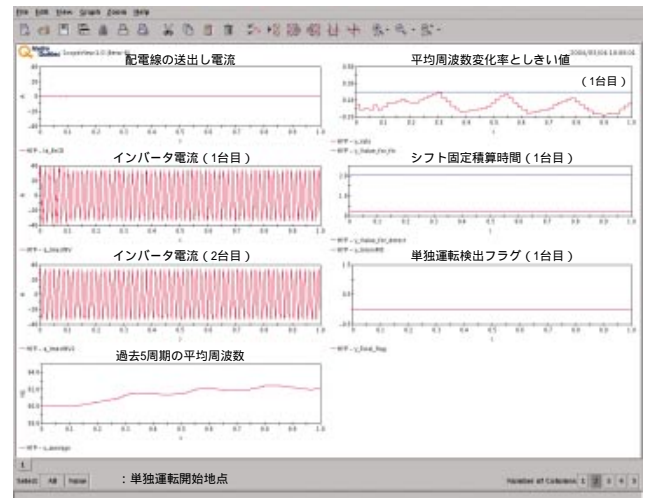
単独運転検出機能モデルの妥当性を検証するため、1系統に1台連系した場合と2台連系し相互干渉させた場合のシミュレーションを行った。

第2図は、周波数シフト方式1台のシミュレーション

結果である。シミュレーション開始0.1s後に単独運転状態としたところ、想定どおり平均周波数変化率は増加し、しきい値を超えたところから検出時間を積算し単独運転検出フラグが出力された。第3図は周波数シフト方式2台のシミュレーション結果である。各々の信号を干渉するように注入したことから、単独運転後も平均周波数変化率はしきい値を超えられず、単独運転は検出されなかった。これは想定どおりの結果である。



第2図 シミュレーション結果(周波数シフト方式1台)



第3図 シミュレーション結果(周波数シフト方式2台)

5 今後の展開

現在、1台連系および同一方式2台連系の検証まで完了している。今後は、異方式複数台連系時の妥当性検証を順次進め、単独運転検出機能モデルの完成を目指す。

参考文献

「解説 電力系統技術要件ガイドライン 98」電力新報社



執筆者 / 杉浦健一
Sugiyama.Kenichi@chuden.co.jp