

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3703970号

(P3703970)

(45) 発行日 平成17年10月5日(2005.10.5)

(24) 登録日 平成17年7月29日(2005.7.29)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H02J 3/00

H02J 3/00 G

H02J 13/00

H02J 13/00 301A

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平10-198775	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成10年7月14日(1998.7.14)	(73) 特許権者	598098331 清華大学 中華人民共和国北京市海淀区清華大学100084
(65) 公開番号	特開2000-32660(P2000-32660A)	(74) 代理人	100102439 弁理士 宮田 金雄
(43) 公開日	平成12年1月28日(2000.1.28)	(74) 代理人	100092462 弁理士 高瀬 彌平
審査請求日	平成14年11月13日(2002.11.13)	(72) 発明者	橋本 博幸 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力系統事故の選択方法およびその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力系統解析において、想定される事故ケースに対する時間領域シミュレーション結果に基づいて、系統の安定度に関する解析指標の安定限界値を直接法により予測し、得られた安定限界値を初期値として前記解析指標を修正しながら時間領域シミュレーション法を繰り返し適用し、前記解析指標のより正確な安定限界値を求める電力系統事故の選択方法であって、

第1ステップで事故発生直後の系統状態から得られる安定度指標により十分安定な事故ケースを取り除く手段を設け、

第2ステップで電力系統の簡易モデルを使用して前記電力系統事故の選択方法を適用し、安定度を評価して安定な事故ケースを取り除き、

残りのケースを第3ステップで電力系統の詳細モデルを使用して時間領域シミュレーション法により安定度を評価して厳しい事故ケースを選択することを特徴とする電力系統事故の選択方法。

【請求項2】

電力系統解析において、想定される事故ケースに対する時間領域シミュレーション結果に基づいて、系統の安定度に関する解析指標の安定限界値を直接法により予測し、得られた安定限界値を初期値として前記解析指標を修正しながら時間領域シミュレーション法を繰り返し適用し、前記解析指標のより正確な安定限界値を求める電力系統事故の選択方法であって、

10

20

第1ステップで事故発生直後の系統状態から得られる安定度指標により十分安定な事故ケースを取り除く手段を設け、

第2ステップで電力系統の簡易モデルを使用して前記電力系統事故の選択方法を適用し、安定度を評価して安定な事故ケースを取り除き、

残りのケースに対して、第3ステップで電力系統の詳細モデルを使用して前記電力系統事故の選択方法を適用し、安定度を評価して厳しい事故ケースを選択することを特徴とする電力系統事故の選択方法。

【請求項3】

電力系統解析において、想定される事故ケースに対する時間領域シミュレーション結果に基づいて、系統の安定度に関する解析指標の安定限界値を直接法により予測し、得られた安定限界値を初期値として前記解析指標を修正しながら時間領域シミュレーション法を繰り返し適用し、前記解析指標のより正確な安定限界値を求める電力系統事故の選択方法であって、

10

想定される事故に関する安定限界値を求めた後、安定度に関する解析指標を安定限界値より不安定な方向に少し変化させた値を設定して直接法を適用し、不安定であることを確認する手順を加えたことを特徴とする電力系統事故の選択方法。

【請求項4】

直接法の計算実行手段および、時間領域シミュレーションの計算実行手段を備え、請求項1から3のいずれかに記載の電力系統事故の選択方法を実行することを特徴とする電力系統事故の選択装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は電力系統において想定される事故ケースの中から厳しい事故ケースを高速に選択することにより、運転員が注視すべき事故ケース数を電力系統にとって重大な影響を及ぼすものだけに絞り、電力系統のセキュリティを監視するための運転員の負荷を軽減する電力系統事故の選択方法およびその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の事故選択手段は、例えば時間領域シミュレーション法により、適当な初期値から始めて、例えば二分探索法のような繰り返し手法を適用して、所望の精度内で安定度限界値が得られるまでシミュレーションを繰り返し、安定限界値を求めたりするものがあつた。また、想定事故ケースに対して事故発生時の影響を考慮した重要度を示す指標を作成し、事故ケースの選択を行なうものがある。例えば、特開平9-74675号公報に開示された手法では、定常時の電力系統の潮流状態に対する感度行列の対角要素と、事故発生時の感度行列の対角要素を比較することにより、詳細計算を実行する想定事故ケースを選択する。定常時と事故発生時の dP/d と dQ/dV を求め、両者の感度係数の誤差を事故の重大さを表す指標としてとり、閾値を越えたもの、または事故ケースのうち重大なものからあらかじめ定められた数だけ選択する。

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

近年の電力系統はますます大規模・複雑化し、堅調な電力需要の増加を背景として、厳しい条件での運用が求められる。電力系統の運転員は、安定で効率的な電力供給に向けて、現在の系統でどこで発生する事故が危険であるか、そしてどの程度安定であるのかを把握し、事前に事故の影響をできるだけ小さくする。または事故を回避する制御方策を知ることが重要になる。このような要請から、系統の動的セキュリティをオンラインで監視する技術が必要になる。一般的に系統の事故は、事故種別と事故発生地点、さらにその発生確率で定義される。また、事故が系統に与える影響は潮流状態にも依存する。したがって、系統の事故を全て考慮することは現実的に不可能である。したがって、事故に対するいくつかの仮定を設定し、あらかじめ事故ケースを想定する。しかし、一般的に対象とする系

40

50

統規模が大きくなると、想定事故ケース数も膨大になり、全てのケースに対して詳細な検討を行なうには多大な計算時間を要する。想定事故を設定する場合に、運転員があらかじめ監視対象の事故を限定してケース数を減らしておくことも考えられるが、潮流状態が常に変化する系統において厳しい事故ケースを漏らさずに、想定事故ケースを選択するのは不可能である。したがって、事故ケースに対して詳細な検討を実施する前に、事故選択手段を設けて、運転員が注視すべき事故ケースだけを選択して、想定事故ケース数を高速に合理的に減少させるようにする必要がある。ただし、事故ケースを選択する場合、その選択基準となる指標は運転員にとって物理的にわかりやすいものが望ましく、またその指標を高速に正確に演算する必要がある。

【 0 0 0 4 】

時間領域シミュレーション法による安定度限界値の探索には、非常に膨大な時間を必要とするためにオンライン環境での事故選択手段として適用することができない。また、上述した公知例では、選択された事故ケースにおいて、実際に系統が不安定になるかどうかは保証できない。また、その指標は運転員にとって物理的イメージに欠け、直感的に分かりにくいという問題がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、従来技術の上記の問題点を解決するためになされたもので、電力系統において、想定される事故に関する安定限界値を高速に高精度に求め、求められた安定限界値をもとに事故の厳しさを評価して、想定事故ケースの中から厳しい事故ケースを高速に求めることができる電力系統事故の選択方法およびその装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明の構成による電力系統事故の選択方法は、第1ステップの前段に事故発生直後の系統状態から得られる安定度指標により十分安定な事故ケースを取り除く手段を設けたものである。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の電力系統事故の選択方法は、想定される事故に関する安定限界値を求めた後、安定度に関する解析指標を安定限界値より不安定な方向に少し変化させた値を設定して直接法を適用し、不安定であることを確認する手順を加えたものである。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の電力系統事故の選択装置は、直接法の計算実行手段および、時間領域シミュレーションの計算実行手段を備えた電力系統事故の選択方法を実行するものである。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

一般的に、電力系統の動的セキュリティを評価するためには、発電機の内部状態をあらゆる微分方程式と送電線により結合された発電機や母線の電流・電圧をあらゆる系統方程式から成る非線形方程式を解く必要がある。解析的な解法がないので、一般的には数値計算により非線形方程式を解くことが多い。その結果得られた時間応答波形から、動的セキュリティ評価が行なわれる。このような数値解法には、主に過渡安定度を対象にしたステップ・バイ・ステップ手法(SBS法)のような発電機の運動方程式を解く手法や、微分方程式を主にルンゲ・クッタ法のような数値積分手法を用いて解き時間領域シミュレーションを行う手法がある。時間領域での数値解法では、時間刻みで区切られた各時刻で微分方程式を解くために計算量が多く、従来、多大な計算時間を必要とした。しかし、近年、計算機のめざましい発展のおかげで、高速なシミュレーションが行なえるようになった。この時間領域シミュレーション手法は、系統の動特性を最も正確に反映する手法であり、動的セキュリティを評価するうえで最も精度が高いものである。

【 0 0 1 4 】

一方、大規模な非線形方程式を解かずに、系統の安定度を直接評価する高速な手法(direct method; 直接法)の研究が1950年頃から行なわれている。代表的な手法に、エネルギー法や等面積法(Equal Area Criterion met

10

20

30

40

50

h o d) などが挙げられる。これらの手法は、系統の安定度を評価するという点では、一般的に言って上記の時間領域シミュレーション法より高速な評価が可能である。しかし、系統の条件によっては、正確な安定度の評価は難しく、誤差が大きくなる。

【 0 0 1 5 】

動的セキュリティ評価のための安定限界値を高速にかつ精度よく求めるために、上記の2つの手法の長所をうまく活かすことができる安定限界探索のための安定限界値計算手段を提案する。当手段の演算フローは、以下の通りである。

- 1 . まず、一回の時間領域シミュレーション結果に基づいて、直接法を適用して安定度の限界値を予測する。
- 2 . 次に、その予測値を時間領域シミュレーション法の初期値とする。
- 3 . 最後に、時間領域シミュレーション法を繰り返し用いることにより、予測値を修正して正しい安定度限界値を求める。

10

【 0 0 1 6 】

また、高速な事故選択を行なうために、事故選択手段を多段構成とし、第1ステップでは電力系統を簡易な系統モデル（例えば、発電機を古典モデル、負荷を定電力負荷で表現するなど）で表し、そのモデル上で安定度を評価し、安定な事故ケースは取り除く。厳しい事故ケースを潜在的に含む残った事故ケースに対して、第2ステップでは電力系統を詳細なモデル（例えば、発電機を詳細モデルで表し、発電機制御系を考慮する。系統の制御機器を考慮する。）で表し、そのモデル上で安定度を評価し、最終的に厳しい事故ケースを選択する。

20

【 0 0 1 7 】

本発明の事故選択手段によれば、電力系統において安定度に重大な影響を及ぼす事故ケースを高速にかつ精度よく求めることができる。また、安定度指標として、C C T (C r i t i c a l C l e a r i n g T i m e ; 臨界故障除去時間) や潮流限界値などの物理的に分かりやすい指標を採用することにより、系統の運転員は現在の系統状態の直感的な把握にとって非常に有用であると考えられる。事故選択手段を多段構成にすることにより、より効率的かつ合理的に安定度に対して重大な影響を与える事故ケースを選択できる。

【 0 0 1 8 】

従来直接法による事故選択手段、例えばエネルギー関数法では、系統の詳細モデルを考慮した場合、系統制御機器まで含めるとエネルギー関数の設計が複雑になり、正確なエネルギー関数の使用が困難となるため、得られる安定限界値の精度低下につながる場合があった。しかし、本発明の事故選択手段によれば、詳細モデルにもとづく時間領域シミュレーションにより高精度の安定限界値が求められる。また、直接法を用いて安定限界値の初期値を求める過程では、採用するモデルにより得られる初期値が異なるが、この違いはその後の時間領域シミュレーションの演算時間に影響を与えるだけであり、得られる安定度限界値の精度を低下させることはない。

30

【 0 0 1 9 】

また、系統条件により、事故発生時にダンピングの悪い動揺が発生し、m u l t i - s w i n g 不安定現象が起こる場合、従来直接法による事故選択手段では安定度の評価に大きな誤差を生じてしまい、その精度が非常に悪くなる場合があった。しかし本発明の事故選択手段によれば、時間領域シミュレーション法による予測値修正の過程でm u l t i - s w i n g 不安定現象も反映されるため、動的セキュリティ評価においてロバストな手段であるといえる。

40

【 0 0 2 0 】

実施の形態 1 .

図1は実施の形態1における電力系統の事故選択処理フローの概略図である。この実施の形態では、電力系統の安定度に関する解析指標としてC T (C l e a r i n g T i m e ; 故障除去の許容時間) を用いる。直接法としては、E E A C (E x t e n d e d E q u a l A r e a C r i t e r i o n) を適用する。安定度指標は、C T の安定限界値であるC C T (C r i t i c a l C l e a n i n g T i m e ; 臨界故障除去時間) と

50

して与えられる。

【0021】

まず、予備的な解析として、ある事故ケースに対して系統を不安定にし得る十分に大きな事故除去時間(clearing time)CTを設定し、事故を発生させて時間領域シミュレーションを行なう。このとき、シミュレーション結果が安定(例えば、任意の2台の発電機間の位相角差が2°以内である)である場合、十分安定な事故ケースであるとして捨てる。シミュレーション結果が不安定である事故ケースにつき、ある観測時間において、観測した各発電機の位相角を大きいものから降順に並べる。隣接する2つの発電機の位相角差が最大のところで、その値よりも大きい位相角の発電機のグループと小さい位相角の発電機のグループに分ける。このようにして、系統内の発電機を2つのグループ(以下、グループCとグループRとする)に分けたあと、以下のように各グループに属する発電機を等価な一機の発電機に置き換える。

10

【0022】

【数1】

$$\text{グループC: } M_c = \sum_{i \in C} M_i \quad \delta_c = \frac{\sum_{i \in C} M_i \delta_i}{M_c}$$

20

$$\text{グループR: } M_r = \sum_{i \in R} M_i \quad \delta_r = \frac{\sum_{i \in R} M_i \delta_i}{M_r} \quad (1)$$

δ_i : 発電機の内部位相角, M_i : 発電機の慣性定数

【0023】

それぞれのグループにおける発電機の運動方程式は、以下のようになる。

30

【0024】

【数2】

$$M_c \ddot{\delta}_c = \sum_{i \in C} (P_{m_i} - P_{e_i})$$

$$M_r \ddot{\delta}_r = \sum_{i \in R} (P_{m_i} - P_{e_i}) \quad (2)$$

40

【0025】

さらに、2つの等価発電機を等価一機無限大系統に置き換える。ここで、等価一機無限大系統の発電機の内部位相角を、

$$\delta = \delta_c - \delta_r \quad (3)$$

とする。式(2)と式(3)から、最終的に、等価一機無限大系統の運動方程式は次式で表される。

【0026】

【数3】

$$M\ddot{\delta} = P_m - [P_a + P_{\max} \sin(\delta - \alpha)] \quad (4)$$

【 0 0 2 7 】

式(4)で表される運動方程式を事故後の系統に対して求める。ここで、対象系統が簡易モデルならば、各変数は以下の式で求められる。

【 0 0 2 8 】

10

【数4】

$$M_T = \sum_{i=1}^n M_i = M_c + M_r$$

$$M = \frac{M_c M_r}{M_T}$$

$$P_m = \frac{\left(M_r \sum_{i \in C} P_{mi} - M_c \sum_{l \in C} P_{ml} \right)}{M_r} \quad 20$$

$$P_a = \frac{\left(M_r \sum_{i,k \in C} E_i E_k G_{ik} - M_c \sum_{j,l \in R} E_j E_l G_{jl} \right)}{M_r} \quad (5)$$

$$P_{\max} = (C^2 + D^2)^{\frac{1}{2}} \quad \alpha = -a \tan\left(\frac{C}{D}\right)$$

$$C = \frac{(M_r - M_c)}{M_T} \sum_{i \in C} \sum_{j \in R} E_i E_j G_{ij} \quad D = \sum_{i \in C} \sum_{j \in R} E_i E_j B_{ij} \quad 30$$

E_i : 発電機 i の X_d' 背後電圧

G_{ij}, B_{ij} : 系統のアドミタンス行列の要素 Y_{ij} を構成するコンダク

タンスとサセプタンス

【 0 0 2 9 】

詳細モデルの場合、シミュレーションを行い得られたデータから式(4)を推定することも可能である。 40

【 0 0 3 0 】

また、ある事故除去位相角 δ_1 における等価一機無限大系統の加速エネルギー A_{acc} と最大の減速エネルギー A_{dec} は以下の式で求められる。図2を参照。

【 0 0 3 1 】

【数5】

$$A_{acc} = \int_{\delta=\delta_0}^{\delta_1} (P_m - P_e) d\delta$$

$$A_{dec} = - \int_{\delta=\delta_1}^{\delta_u} (P_m - P_e) d\delta \quad (6)$$

【0032】

ここで、 δ_u は $\delta_u = \delta_p + 2\pi$ で与えられる不安定平衡点である。 δ_p は安定平衡点、 δ_0 は事故発生前の運転点である。

【0033】

式(6)から、加速エネルギー A_{acc} と最大の減速エネルギー A_{dec} を求めて、その差 $A_{acc} - A_{dec}$ (7)

を求める。 $\delta = 0$ となるように、故障除去位相角 δ_1 を調整し、臨界故障除去位相角 δ_{cc} を求める。ここで、式(4)で表されるように δ は時間 t の関数であるが、 δ から解析的に t を求めることは困難であるため、時間 t に関する位相角との関係を適当な多項式で近似する。多項式を用いて δ_{cc} に相当する臨界故障除去時間 t_{cc} を求め、初期値 $CC T_0$ とする。

【0034】

次に、 $CC T_0$ を事故除去時間 $CC T$ の初期値として故障除去操作を模擬し、時間領域シミュレーション法により例えば図3に示すフロー図で事故除去時間の修正を行ない、精度で $CC T$ が求められるまで続ける。ここでは、シミュレーション中に不安定判定条件を満たすと、その時点でシミュレーションを終了するため、 $CC T$ を探索する場合に $CC T$ より大きい故障除去時間の方から探索していく方がシミュレーション時間が短縮でき、効率的である。そのため、できるだけ $CC T$ より大きい方から探索を行なうように次探索点の設定係数を非対称とする工夫をしている。

【0035】

従来、適当な初期値を設定して時間領域シミュレーション法により求めていたが、直接法により得られた安定限界値 ($CC T_0$) を初期値として用いることにより、時間領域シミュレーション法による繰り返しの回数を減少させ、少ない計算時間で安定限界値を求めることができる。また、直接法の結果をそのまま安定限界値として採用する場合、系統の条件によっては精度が悪い場合があり、求められた安定限界値の精度を保証することができない。しかし、当手法の手順によれば、時間領域シミュレーション法による修正により精度の高い安定限界値を少ない計算時間で求めることができる。このような安定限界値の計算手段を用いることにより、高速で高精度な電力系統の事故選択が可能となる。

【0036】

実施の形態2.

図4は本実施の形態の事故選択手段の構成図である。ここでは、例えば安定度指標として $CC T$ を用いる。対象となる電力系統の簡易モデルにおいて、実施の形態1の手順を適用して安定限界値を求める。この実施例では、電力系統の詳細モデルを使用していないので、実際の電力系統における $CC T$ とは違う。したがって、閾値1として、例えば保護リレーの動作時間の2、3倍の時間を設定して、その事故ケースに対して非常に安定なケースを系統の安定度に対して重大な影響を及ぼさないケースとして捨てるという簡易な事故選択手段として用いることができる。また、当手法により、系統の簡易モデルのもとで精度の高い高速な事故選択が可能である。

【0037】

実施の形態3.

図5は本実施の形態の事故選択手段の構成図である。ここでは、例えば安定度指標として

10

20

30

40

50

ＣＣＴを用いる。第１ステップでは、対象となる系統の簡易モデルを用いて各事故ケースに対するＣＣＴを演算する。ＣＣＴの演算手順は実施の形態１に説明した手順と同じである。その結果得られたＣＣＴに対して、例えば適当な閾値２を定めて、その閾値２より小さい事故ケースを全て選択し、系統の安定度に対して厳しい事故ケースを潜在的に含むものとして、第２ステップに送る。第１ステップで選択されなかった事故ケースについては、安定な事故ケースとして削除する。次に、第２ステップでは、第１ステップで選択された事故ケースに対して、対象となる系統の詳細モデルを用いて各事故ケースに対するＣＣＴを演算する。その場合に、例えば時間領域シミュレーション法による繰返し演算を行う場合、第１ステップ結果からＣＣＴを初期値として演算を始める。演算結果として得られたＣＣＴから、例えば適当な閾値３を定めて、その閾値３よりも小さい事故ケースを最終的に系統の安定度に対して厳しい事故ケースであるとする。

10

【００３８】

一般的に系統の簡易モデルを用いたほうが、演算に必要な時間は小さい。さらに、第１ステップに実施の形態１の手順を適用することにより、第２ステップでの解析事故ケース数を減少させることができ、大幅な高速化が図られる。したがって、このような多段階構成にすることにより、第１ステップでおおまかな安定度の評価を行い、想定事故ケース中で大部分を占めると考えられる十分安定な事故ケースを高速に排除することができるので、事故選択手段全体の演算時間の短縮につながると考えられる。

【００３９】

第２ステップに対して、詳細モデルによる実施の形態１の手順を適用することにより、Ｃ

20

ＣＴのより正確な初期値を得てさらに高速化を図ることができる。

【００４０】

実施の形態４．

図６は本実施の形態の事故選択手段の構成図である。前記の実施の形態３の事故選択手段の前段に事故発生直後の系統状態から得られる安定度指標により十分安定な事故ケースを取り除く手段を設けることにより、対象となる事故ケース数をあらかじめ減らすことができ、より事故選択の高速化を図ることができる。例えば、運用者が定める事故条件（例えば、事故除去時間を１５０ｍｓ）の下で事故発生直後の各発電機の角速度を利用して、以下の式（８）で表される全発電機の加速エネルギーの和 A_{total} を求める。

【００４１】

30

【数６】

$$A_{total} = \sum_i \frac{1}{2} M_i \omega_i^2 \quad (8)$$

ここで、 M_i ：発電機 j の慣性定数

【００４２】

適当な閾値４を定めて、

40

$$A_{total} < \text{閾値} 4 \quad (9)$$

を満たす事故ケースは、事故の影響が系統に対して小さいとして十分安定な事故ケースと判断して、シミュレーションを早期に打ち切り除外する。除外されなかった事故ケースは、そのままシミュレーションを継続し、前記の実施の形態３の処理を行なう。なお、実施の形態１の計算手順を多段階ステップ構成のなかで実施する場合、その予備的な解析過程は不要な場合もあるので、必要に応じて行なえばよい。

【００４３】

実施の形態５．

図７は本実施の形態の実施例の装置の構成図である。本実施の形態は信頼性の高い安定度判別を行う方法に係る。時間領域シミュレーション法により系統の安定度判別を行なう場

50

合、例えば任意の2台の発電機間の位相角差が閾値 270° 以上で不安定と判定すると、電力系統の詳細モデルを用いて系統制御機器までをモデル化している場合、位相角差が 270° を超えても動揺波形が発散せずに回復し、動揺波形がダンピングして安定な状態になることもある。つまり、時間領域シミュレーション法の安定判別閾値の設定の仕方により、正確な安定判別ができない場合がある。そのような場合に対応するため、実施の形態1の安定限界値計算手段により安定限界値 SL を求めた後、適当な精度の範囲で安定限界値より不安定な方向に少し変化させた値 $SL' = SL + \Delta SL$ を設定して、直接法を適用する。例えばE E A C手法ならば、不安定平衡点を通過すれば、系統が不安定になったことが容易にわかる。通過しなければ、時間シミュレーション法による探索時の閾値 t_h を t_h だけ大きくして再び実施の形態1の計算手段を適用して所望の安定限界値を求める。このような手段により、より確実な安定/不安定の判別が可能となる。

10

【0044】

実施の形態6.

図8は本発明の事故選択手段を実行する環境を説明する図である。現在の電力系統1の状態を観測する系統状態観測手段2と、観測した結果から系統状態のもっとも確からしいモデルを推定する系統状態推定手段3と併せて、本発明の事故選択手段4を用いることにより、電力系統の運用環境でオンラインの事故選択手段として使用することが可能になる。つまり、系統状態観測手段により、現在の系統状態の諸量を観測し装置に入力する。系統状態推定手段により、前記観測データから観測できなかったデータや精度の悪いデータなどをデータの冗長性を利用してもっとも確からしいデータに推定する。このようにして得られた系統状態に対して本発明による事故選択手段を適用し、想定する全事故ケースに対して、安定限界値を求め、動的セキュリティを評価することにより、運転員は迅速に現在の系統状態でどの地点で起こる事故が、どの程度厳しいのかを把握することができるようになる。動的セキュリティに関わる情報を得ることにより、現在の系統に対して、どのような予防対策を施せば良いのかを考慮することができる。

20

【0045】

【発明の効果】

本発明に係る電力系統事故の評価方法およびその装置によれば、ある系統状態において、想定される事故に関する安定限界値を高速に求めることにより、電力系統の運転員は系統の安定度に対して厳しい事故ケースを早く把握して、系統状態に対応した柔軟な運転を行なうことができ、迅速な予防制御手段を考慮することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態1における電力系統の事故選択手段の処理フローの概略図である。

【図2】 等価一機無限大系統の加速エネルギー A_{acc} と減速エネルギー A_{dec} の説明図である。

【図3】 時間領域シミュレーション法によるCCT探索フロー図である。

【図4】 実施の形態2の事故選択手段の構成図である。

【図5】 実施の形態3の事故選択手段の構成図である。

【図6】 実施の形態4の事故選択手段の構成図である。

40

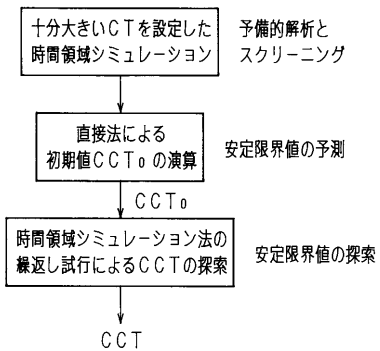
【図7】 実施の形態5の事故選択手段の構成図である。

【図8】 本発明の事故選択手段を実行する環境を説明する図である。

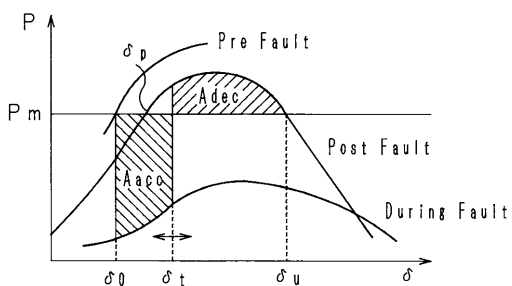
【符号の説明】

1 電力系統、2 系統状態観測手段、3 系統状態推定手段、4 事故選択手段。

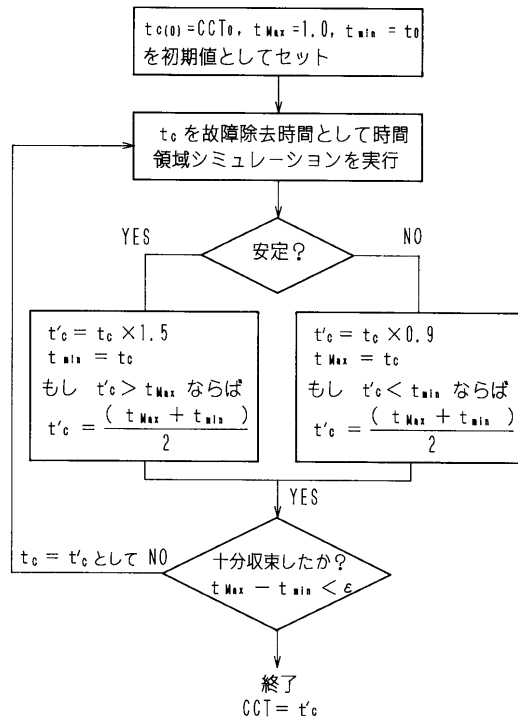
【 図 1 】



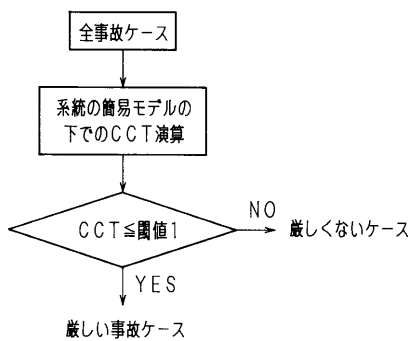
【 図 2 】



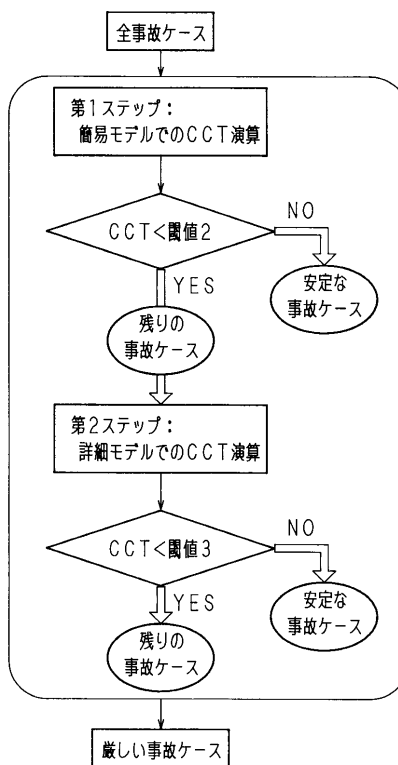
【 図 3 】



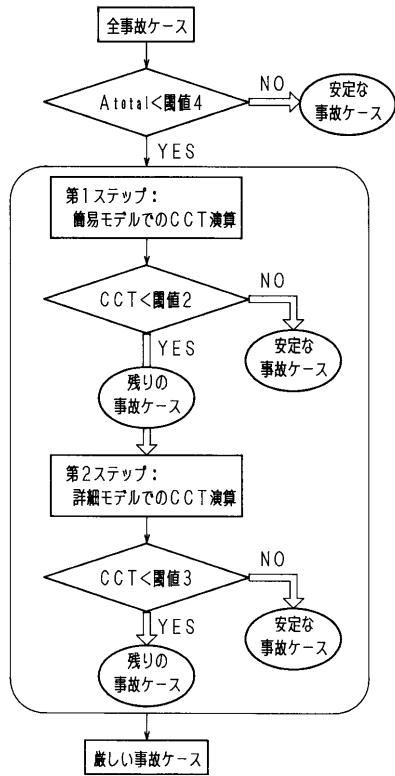
【 図 4 】



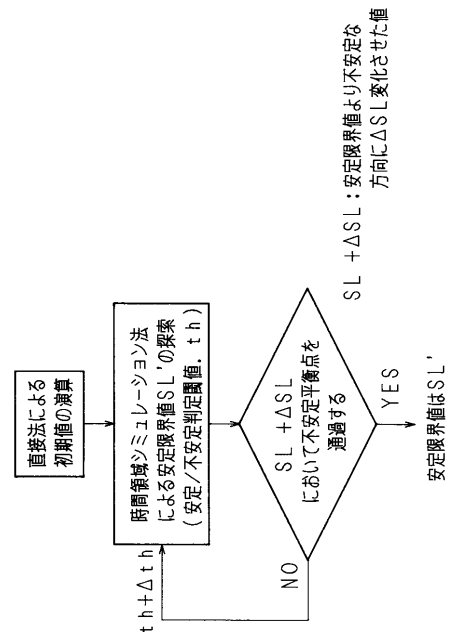
【 図 5 】



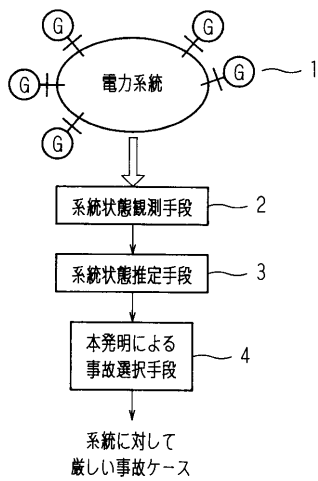
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 張 伯明

中華人民共和国北京市海澱區清華園 清華大学電機系工程与応用電子技術系発電教研室内

審査官 西山 昇

(56)参考文献 特開平07 - 298498 (JP, A)

特開平07 - 135738 (JP, A)

特開昭64 - 030425 (JP, A)

特開平04 - 008127 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H02J 3/00 - 5/00