

Diss. ETH Nr. 6854

EIN RADIALES, INTERNES NETZAEQUIVALENT
ZUR SICHERHEITSUEBERWACHUNG VON VERBUNDNETZEN
MIT MEHREREN REGIONALEN KONTROLLZENTREN

Abhandlung
zur Erlangung des Titels eines
DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

HELMUT H A G E R
Dipl. Ing.
Technische Universität Wien

geboren am 10. Januar 1939 in Wien,
von Oesterreich

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. H. Glavitsch, Referent
Prof. Dr. A. J. Germond, Korreferent

Datum der Prüfung:
3. Juli 1981

Abstract

Security assessment is becoming an increasingly more important aspect of computer based automatic control for power systems. Its task is essentially to determine the actual state of the system (i.e. normal, vulnerable or disturbed) by going through a list of possible disturbances and simulating them on a model system in either the present or a future state, and then as a result to derive the resulting violations of limits. Having done this, the next step is to select and implement remedial measures to restore the security of the system (eliminate all violations of limit values). Simulation is based generally on fast simplified loadflow methods.

Knowledge of suitable equivalents of neighbouring networks is necessary in order to carry out simulations of this kind. Each control centre produces an equivalent network through internal network reduction on its own part of the system and passes it on to the neighbouring control centres. The properties of an equivalent network for this purpose are:

- Transmission of a small amount of data
- Simple topology (no intermeshed equivalent)
- An accuracy just adequate for the purpose
- Internal node powers are concentrated on equivalent nodes, not displaced to border nodes
- Access to nodes when applying disturbances
- No transmission of detailed operational data
- Visibility of system response to changes in load and generation

The displacement of internal node powers is avoided by employing the REI equivalent, whilst a meshed network is reduced to a radial tree-shaped equivalent of limited accuracy. A least square fit minimizes the reproduction

error and suitable search algorithms yield an optimal tree structure (GRANEQ = General RADial Network EQivalent).

The suitability of the concept and the adequacy of its accuracy are demonstrated by the simulation of the security assessment of a relatively large transmission network. Finally, the software concept of a security assessment scheme using the GRANEQ method is presented.

Zusammenfassung

Im Rahmen der prozessrechner - unterstützten Leittechnik für el. Verbundnetze wird die Sicherheitsüberwachung und -führung immer wichtiger. Diese hat im wesentlichen die Aufgabe, den aktuellen Netzzustand (z.B. normal, verletzbar oder gestört) durch Simulation einer Liste von Störfällen am Systemmodell im aktuellen oder zukünftigen Betriebszustand zu erkennen und die sich ergebenden Grenzwertverletzungen festzustellen. Ferner wählt sie Massnahmen zur Verbesserung des aktuellen Netzzustandes (Beseitigung der Grenzwertverletzungen) aus und führt sie aus. Die Simulationen basieren im allgemeinen auf schnellen und vereinfachten Lastflussmethoden.

Für Simulationen dieser Art ist die Kenntnis geeigneter Äquivalente der Nachbarnetze nötig. Im Rahmen der internen Netzreduktion erarbeitet jedes Kontrollzentrum für sich sein eigenes Netzäquivalent und gibt es an die Nachbar-Kontrollzentren weiter. Ein solches Netzäquivalent soll folgende Eigenschaften haben:

- Übertragung kleiner Datenmengen
- Einfache Topologie (kein vermaschtes Äquivalent)
- Der Aufgabenstellung angepasste Genauigkeit
- Bildung von Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkten (keine Verwerfung auf die Randknoten)
- Zugänglichkeit von Knoten zur Anwendung von Störfällen
- Nichtübertragung von Detailinformationen betrieblicher Art
- Unmittelbare Anschaulichkeit der Sensitivität des Netzes auf Einspeisungs- und Laständerungen

Die Verwerfung innerer Knotenleistungen wird durch Anwendung des REI-Äquivalents, und die Vermaschung durch den Aufbau eines radialen, baumförmigen Äquivalents mit beschränkter Genauigkeit vermieden. Zur Minimierung der Abbildungsfehler wird die Ausgleichsrechnung verwendet und zur Ermittlung der optimalen Baumstruktur werden geeignete Suchalgorithmen entwickelt (GRANEQ = General Radial Network Equivalent).

Die Brauchbarkeit und genügende Genauigkeit des erarbeiteten Konzepts wird durch Simulation der Sicherheitsüberwachung an einem grösseren Verbundnetz nachgewiesen. Abschliessend wird das Software - Konzept einer Sicherheitsüberwachung unter Benützung der GRANEQ - Methode vorgestellt.