

Get time to react.

CPR-D Collapse Prediction Relay



CPR-D Collapse Prediction Relay

Ordnung und Chaos

Chaos und Ordnung liegen oft dicht nebeneinander und gehen ineinander über. Die Teilungen und Lücken der Saturn-Ringe zeigen, dass stabile und reguläre Bahnbewegungen auch in klassischen physikalischen Systemen die Ausnahme sind.

Ein Beispiel: Die zweitgrößte Lücke in den Saturn-Ringen („Encke-Lücke“) ist ein Bereich, in dem eigentlich keine stabile Umlaufbahnen von Himmelskörpern möglich sind. Dennoch gibt es neben und in diesem Bereich Zonen, in denen Stabilität herrscht. So besitzt z.B. der kleine Mond Pan in der Encke-Lücke eine stabile Umlaufbahn.

Ordnung und Chaos liegen auch in Systemen der elektrischen Energieversorgung oft eng benachbart, wie die Kollapse (Blackouts) in USA und Europa im Jahr 2003 zeigten.

Blackouts sind kostspielig

Bei dem Zusammenbruch des gesamten Stromnetzes im Nordosten der USA und Kanadas wurde nahezu ein Viertel des Stromnetzes der USA stillgelegt. Betroffen waren davon 50 Millionen Menschen. Schaden: bis zu 6 Mrd. US-\$. In den USA gibt es alle 4 Monate einen Blackout mit bis zu 500.000 Betroffenen (J. Apt, Carnegie-Mellon-University).

Konsequenz aus diesen Zusammenbrüchen: immense Kosten und Folgeschäden mit immer kostspieligeren Folgeinvestitionen.



Blackouts sind vermeidbar

Die Netze der elektrischen Energieversorgung werden durch ökonomische und ökologische Forderungen an ihre betrieblichen Grenzen geführt. Gleichzeitig verändern sich die Last-Charakteristiken. In dieser Situation geraten die Netze, z.B. bei Ausfall von Leitungen, leicht in eine Systemdynamik, welche mit überlagerten Schwingungen mit speziellen Frequenz einhergeht. Sie kann nach Durchlaufen eines „kritischen Punkts“, welcher als Hopf-Punkt bezeichnet wird, zum Netz-Zusammenbruch führen.

Blackouts wie in New York und andere Kollaps-Ereignisse in Netzen elektrischer Energieversorgung lassen sich mit der Theorie der nicht-linearen Dynamik, der Bifurkations-Theorie und des deterministischen Chaos weitreichend und umfassend erklären.
(Dr. M. Fette, System & Dynamik, Paderborn).

Get time to react.

CPR-D Collapse Prediction Relay

A. Eberle GmbH & Co. KG
 Aalener Straße 30/32
 D-90441 Nürnberg
 Fon +49(0)91162 81 08-0
 Fax +49(0)91166 66 64
 info@a-eberle.de

CPR-D Collapse Prediction Relay

Wege in den Kollaps

Die komplexen Lastdynamiken in Netzen der elektrischen Energieversorgung erfahren durch den freien Strom-Handel zusätzliche Triebkraft. Als Konsequenz werden dadurch die Stabilitätsgrenzen weiter eingeengt. Bei Ausfall z.B. einer Leitung kann das Schaltverhalten des Transformator-Stufenstellers die Situation verschärfen und letztlich mit zum Kollaps des Gesamtsystems beitragen.

Bereits lange vor dem Kollaps ist jedoch eine Phase mit speziellen periodischen und a-periodischen überlagerten Schwingungen erkennbar (Abb. 1). Es folgt eine Driftphase mit scheinbarer Ruhe, aber von unterschiedlicher Dauer; deren Länge von der Intensität der vorangegangenen Störung abhängt. Die Spannung nimmt, abhängig von den Parametern, zumeist ab und manchmal auch zu. Kurz vor dem eigentlichen Kollaps ändert sich die Dynamik erneut abrupt. Das Netz bricht zusammen (Abb. 2).

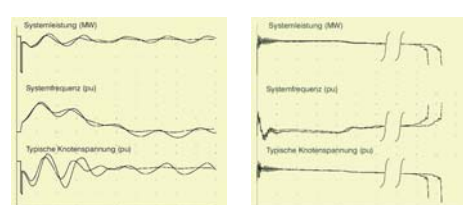


Abb. 1: Einschwingphase (IEEE)

Abb. 2: Driftphase (IEEE)

Die Diagnose-Lupe

Beim kritischen Hopf-Punkt H, der die Stabilitätsgrenze angibt, geht das System in einen periodisch instabilen Zyklus über. Dieser Übergang wird Hopf-Bifurkation genannt. Hierbei ist die Lage des Hopf-Punktes vollständig von der zugrundeliegenden Lastdynamik abhängig, kann sich also verändern.

Die Annäherung an den Hopf-Punkt wird aber bereits lange vor dessen Erreichen über das Vorhandensein von überlagerten Schwingungen mit speziellen Frequenzen (Abb. 3) und von den ihnen zugeordneten Dynamiken angezeigt.

Fazit: Netz-Kollapse lassen sich rechtzeitig vorhersehen.

Blackouts sind vermeidbar ...

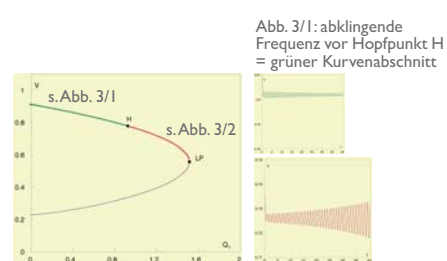


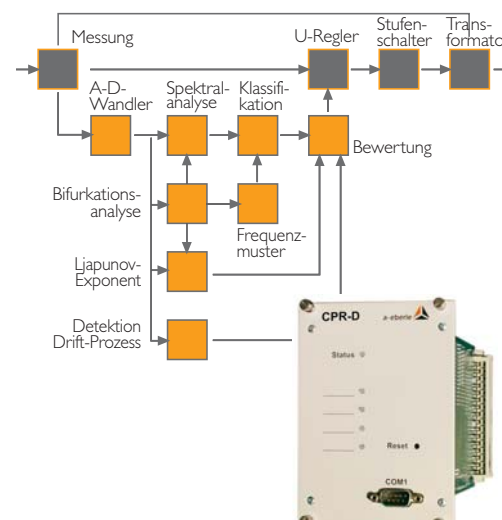
Abb. 3: Hopf-Punkt H und Grenzpunkt LP

Abb. 3/1: abklingende Frequenz vor Hopf-Punkt H = grüner Kurvenabschnitt
 s. Abb. 3/2: aufklingende Frequenz nach Hopf-Punkt H und vor Grenzpunkt LP = roter Kurvenabschnitt

Was zu tun ist

Mit dem CPR-D Collapse Prediction Relay wird der Frequenzgang im Netz kontinuierlich und exakt gemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen fließen in die ständige Überwachung und Bewertung der Systemdynamik ein.

Bei erkennbarer Gefahr erhält der Netzbetreiber unverzüglich eine Meldung, von der auch die Stillsetzung des Reglers abgeleitet werden kann.



CPR-D Eigenschaften

- Messung sehr niedriger Frequenzen
- zeitgleiche Auswertung der Oberwellen-Charakteristiken
- intelligente Adaption der Einstellungen zur Frequenzmessung
- Ermittlung der Dämpfungskoeffizienten im Netz

CPR-D Grundfunktionen

- Feststellung kritischer, kollaps-spezifischer Frequenzmuster
- Detektion schleichender Netz-Zusammenbrüche
- Frequenz-Relay (Lastabwurf)
- Störungsschreiber
- Stillsetzung des Transformator-Stufenstellers bei Feststellung der Kriterien, die einen möglichen Kollaps anzeigen

CPR-D Optionen

- Analyse und Bewertung der Systemdynamik
- Einbettung in Schutzsysteme
- differenzierte Alarmmeldung