

Einspeisung in H-Schaltung

Automatische Umschaltung von Einspeisungen mit SIPROTEC 7SJ62

■ 1. Einleitung

Liberalisierte Energiemärkte fordern neue Lösungen beim Betrieb elektrischer Netze. In dieser Publikation wird eine Applikation beschrieben, mit der die Versorgung einer elektrischen Anlage durch Umschaltung von einer fehlerhaften auf redundante Einspeisung deutlich erhöht wird. Der Einfluss externer Netzstörungen wird durch schnelles Abtrennen von fehlerhaften Netzteilen und Umschalten von einer fehlerhaften zu einer fehlerfreien Einspeisung entscheidend minimiert. Diese Automatikaufgaben können heute mit modernen SIPROTEC-Schutzgeräten ohne Einsatz weiterer Geräte einfach realisiert werden.

■ 2. Einflussgrößen der Netzverfügbarkeit

Unter dem Begriff „Power Quality“ werden alle Eigenschaften der elektrischen Energieversorgung zusammengefasst. Power Quality lässt sich gemäß Bild 2 weiter unterteilen in Spannungsqualität und Netzverfügbarkeit. Letztere ist eng verknüpft mit „adäquater“ Energieversorgung und der Sicherheit der Energieversorgung. Nachfolgend wird nur die Netzverfügbarkeit näher betrachtet.

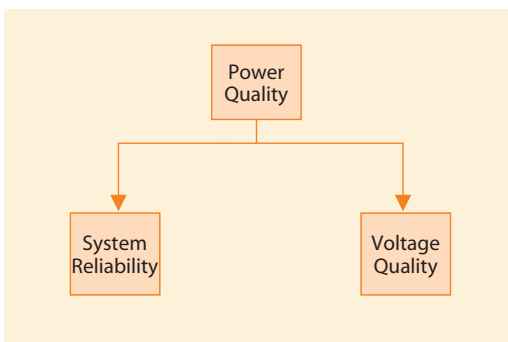


Bild 2 Aufteilung von Power Quality



Bild 1 SIVACON 400 V, mit 7SJ62 geschützte und gesteuerte Leistungsschalter

Die Zuverlässigkeit eines elektrischen Netzes wird von einer Reihe von Faktoren bestimmt. Hierzu gehören die Zuverlässigkeit jedes einzelnen Betriebsmittels, die Art und Weise der Zusammenschaltung der Betriebsmittel, d.h. die Netztopologie, die Eigenschaften der Schutzeinrichtungen, die Fernwirkausstattung, die Dimensionierung der Betriebsmittel, die Betriebsweise einschließlich der Maßnahmen zur Störungsbehebung und die Belastung des Netzes. Das in der Netzplanung meist angewendete qualitative Kriterium ist das (n - 1) Kriterium, mit dem ein Netz auf ausreichende Redundanz überprüft werden kann. Es fordert, dass ein Netz den Ausfall eines beliebigen Betriebsmittels ohne unzulässige Einschränkung seiner Funktion verkraften können muss. Das (n - 1)- Kriterium ist eine pragmatische und einfach handhabbare Entscheidungsgrundlage, hat jedoch den Nachteil, dass die Versorgungszuverlässigkeit nicht quantifiziert werden kann. Häufigkeit, Dauer und Umfang von Versorgungsunterbrechungen werden nicht erfasst, so dass es z.B. nicht möglich ist, verschiedene (n - 1)- sichere Netzvarianten hinsichtlich der Zuverlässigkeit zu unterscheiden. Quantitative Verfahren zur Netzzuverlässigkeitsanalyse erlauben in Ergänzung zu den qualitativen Verfahren eine weitergehende Bewertung von Planungs- und Betriebsvarianten. Die Versorgungsqualität wird durch geeignete Kenngrößen quantifiziert und ermöglicht damit z.B. die vergleichende Beurteilung verschiedener (n - 1)- sicherer Planungs- und Betriebsvarianten. Dies gestattet eine gezielte Abwägung von Kosten und Nutzen einzelner Ansätze in Netzplanung und -betrieb.

Umschaltungen mit redundanten Einspeisungen bedeuten Investitionen; unter Berücksichtigung des Ausfallverhaltens der Betriebsmittel, der Netztopologie, der Schutzkonzepte, der Netzauslastung (Einspeisung und Lasten) sowie der Betriebsweise wird jedoch ein noch sicherer Netzbetrieb gewährleistet. Das Ziel ist die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems, die sich in der hochverfügbaren Versorgung spezieller Kunden mit sensiblen Prozessen ausdrückt. Genauere Analysen über den Belastungsverlauf von einzelnen Abzweigen oder Transformatorstationen, sowie permanente Rationalisierungsmaßnahmen beim Betrieb der Netze, erfordern zudem einen höheren Automatisierungsgrad in allen Netzbereichen.

2.1 Transiente Spannungseinbrüche und Totalausfälle

Die häufigste Ursache für Netzfehler und die von ihnen ausgehenden Spannungseinbrüche (Sags) oder Totalausfälle (Outages) ist Blitzschlag. Wie das Bild 3 zeigt, kann der Netzfehler im Übertragungsnetz oder im Verteilungsnetz vorliegen. Üblicherweise gibt es keinen Totalausfall, sondern die verbleibende Restspannung ist größer als 70 %.

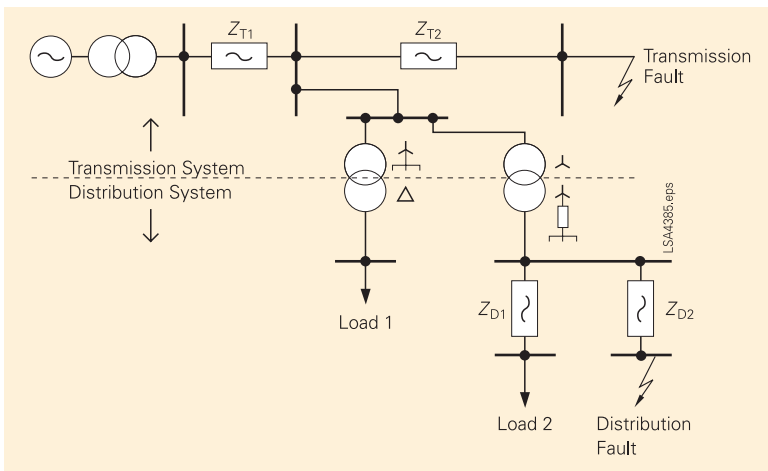


Bild 3 Mögliche Orte von Netzfehlern

Der von Sags oder Outages ausgehende wirtschaftliche Schaden ist enorm (Bild 4). Das folgende Bild 5 zeigt, dass Computerlasten schon bei Abweichungen der Netzamplitude von ihrem Nennwert kürzer als eine Netzperiode ausfallen können. Diese so genannte ITI/CBEMA-Kurve wird weltweit als Anhaltspunkt für die Sensitivität auch anderer Lastarten angesetzt, da häufig entsprechende Angaben der Hersteller nicht vorliegen. Die Schwierigkeit beim Schutz einer hochautomatisierten Fabrik besteht insbesondere in der Vielzahl der Lasten und dem Vernetzungsgrad der Lasten untereinander.

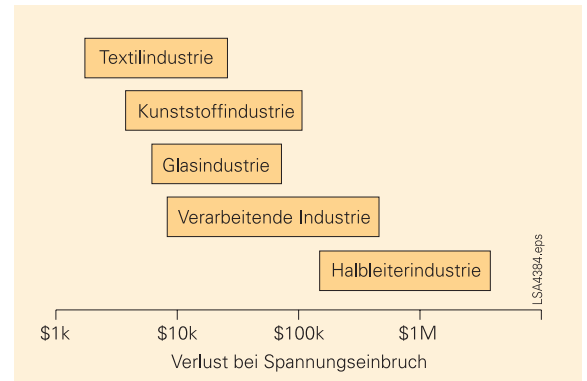


Bild 4 Typische Ausfallkosten pro Spannungseinbruch

3. Funktionsweise und Ziel der Automatischen Umschaltung

Die bisherige Vorgehensweise von Versorgungsunternehmen zur Lösung von Power Quality-Problemen war die Information des Kunden über entsprechende Versorgungseinschränkungen. Mit der nachfolgend vorgestellten Anlagensteuerung ist es möglich, durch Einsatz von Schutzgeräten mit integrierten Automatikfunktionen Lösungen zu finden um ganze Bereiche vor Totalausfällen (Outages) zu schützen.

Die automatische Umschaltung ist geeignet, in kurzer Zeit mit Hilfe einer alternativen Einspeisung eine gefährdete Versorgung ab und eine redundante, sichere Versorgung einzuschalten. Über eine Unterspannungserkennung wird ein Fehler erkannt. Mit Hilfe einer gerichteten Überstromerfassung kann entschieden werden, ob es sich um einen externen oder internen Fehler handelt. Bei einem externen Fehler erfolgt die Umschaltung auf die alternative Einspeisung. Handelt es sich jedoch um einen internen Fehler, so erfolgt keine Umschaltung, um die Fehlerklärung mit den vorhandenen Schaltern herbeiführen zu können.

Das Umschalten auf die alternative Einspeisung bzw. das Kuppeln von Teilnetzen erfolgt nur dann in Schnellzeit, wenn beide Teilnetze synchron sind. Andernfalls wird gewartet, bis Synchronität zwischen den beiden Teilnetzen herrscht oder die Spannung soweit abgesunken ist, dass ein gefahrloses Zuschalten möglich ist. Voraussetzung ist allerdings, dass die beiden Einspeisungen nicht vom gleichen Netzfehler derart stark in ihrer Spannungsqualität beeinträchtigt werden, dass eine Umschaltung keinen Schutz vor Lastabwurf darstellt.

Bei einer schnellen Netztrennung (Ausschalten des Schalters in der fehlerbehafteten Einspeisung) ist davon auszugehen, dass der Fehlerstrom eine höhere Verlagerung aufweist, als sie bei normalem Schalten auftritt. Dieser Umstand ist bei der Auswahl der Leistungsschalter zu berücksichtigen. Für die Wahl der geeigneten Schnellumschaltung ist daher eine Analyse der Netzkonfiguration und der spezifischen Anforderungen hinsichtlich der Umschaltzeit durchzuführen.

Insbesondere kommen die nachfolgenden Einsatzfälle in Frage:

1. Umschalten von einer Einspeisung zur nächsten zum Schutz von Verbrauchern vor Spannungsausfällen.
2. Netztrennung im Falle eines Fehlers auf der Lastseite und dadurch Verhinderung der Auswirkung des Fehlers auf andere Verbraucher

3.1 Praktische Umsetzung des Funktionsprinzips

Die SIPROTEC-Geräte übernehmen den vollwertigen Schutz der Einspeisungen mittels gerichteten Überstromzeitschutz.

Auf die Projektierungshinweise zum Schutz der Einspeisungen wird hier nicht weiter eingegangen.

Realisiert wird die automatische Umschaltung mit mindestens zwei autark arbeitenden SIPROTEC 4-Geräten (z.B. 7SJ62), die individuell auf die Auslegung und die Randbedingungen einer Kundenanforderung in Kombination mit der bestehenden Schaltanlage bedarfsgerecht angepasst werden kann.

Dabei kann man bezugnehmend auf Kundenkriterien zwischen folgenden Umschaltmöglichkeiten unterscheiden:

- Überlappungsumschaltung
beide Schalter werden nahezu gleichzeitig betätigt
- Schnellumschaltung
Schalter 1 wird geöffnet und Schalter 2 geschlossen, solange ΔU unterschritten – Motoranlaufverhalten wird berücksichtigt
- Langsamumschaltung
Motoren müssen ausgelaufen sein bzw. ab einer Restspannung wird zugeschaltet – Grund hoher Anlaufstrom der Motorgruppen; diese Art sollte selten sein.

3.2 Beschreibung

Mit dem Vorwahlschalter –S100 kann die gewünschte Konfiguration als „Normalbetrieb“ ausgewählt werden. Dabei bleibt der angewählte Schalter als „Voreingestellt OFFEN“ definiert. Dieser offene Schalter wird im Fehlerfall als Reserveschalter gesehen, der dann den fehlerbehafteten

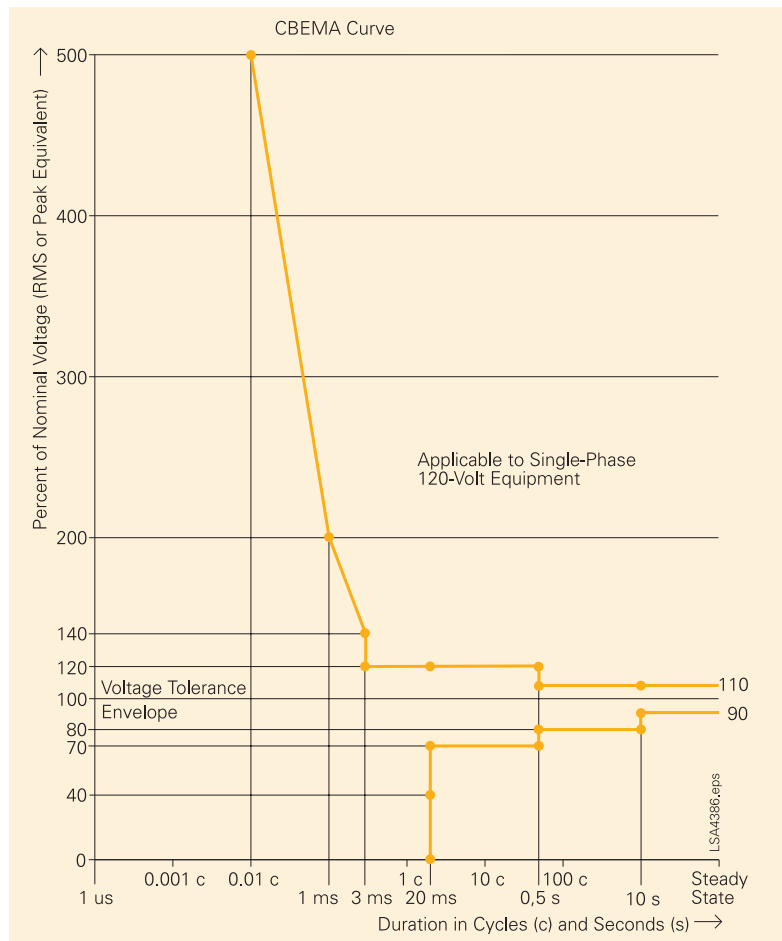


Bild 5 CBEMA-Kurve

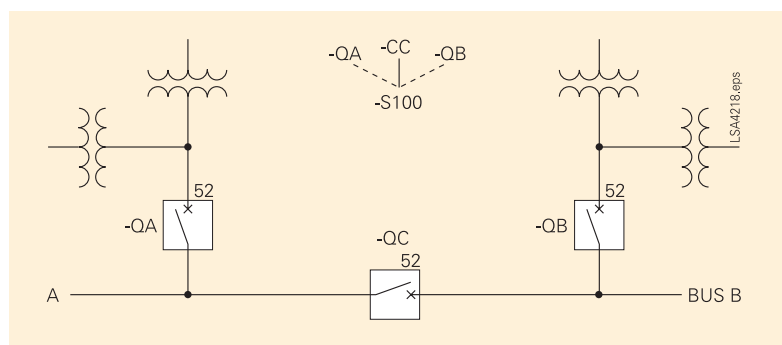


Bild 6 Feldanordnung

und abgeschalteten Sammelschienenabschnitt wieder mit Energie versorgen kann. Jeder Leistungsschalter arbeitet autark und wird von jeweils einem einzelnen Multifunktionsgerät gesteuert. Die Geräte sind untereinander durch Binärsignalkommunikation zwischen den binären Ein- und Ausgängen verbunden. So kann jedes Gerät mit den zwei anderen Geräten kommunizieren und Informationen über Schalterzustände und Schutzfunktionen austauschen.

So ist es möglich, einen selbst kontrollierenden Automatismus zu erzeugen, der aber auch manuelle Steuervorgänge von außen zulässt. Die Synchronprüfung beim Zuschalten kann von den Multifunktionsgeräten (7SJ 64) selbst, oder von einem separaten Synchrocheck-Gerät realisiert werden.

- a) Die Leistungsschalter werden durch jegliche Schutzanregung, bei Unterspannung und bei Schalterversagen von untergelagerten Abzweigen bzw. der parallelen Einspeisung einzeln ausgelöst.
- b) Ist die Schutzanregung durch einen Fehler außerhalb der Anlage hervorgerufen worden oder sinkt die Einspeisespannung, obwohl kein Kurz-/ Erdschluss vorliegt, so wird der parallelen Einspeisung eine Freigabe (Freigabe B) zum Einschalten erteilt.
- c) Ist in der nicht fehlerbehafteten Einspeisung der Trenner eingeschaltet und liegt eine Freigabe (2 Freigaben) von der parallelen Einspeisung vor, so wird der Leistungsschalter bei Synchronität oder bei fehlender Spannung auf der Sammelschiene zugeschaltet.

Durch den Timer T1 lassen sich das Ausschalten der fehlerbehafteten Einspeisung und das Einschalten der betriebsbereiten Einspeisung zeitlich koordinieren (Überlappungszeit).

Durch Einstellung der Nachlaufzeit mittels Timer T2 wird die maximal zulässige Zeitspanne angegeben, die zwischen dem Zuschalten und der letzten erfüllten Synchronbedingung vergangen sein darf.

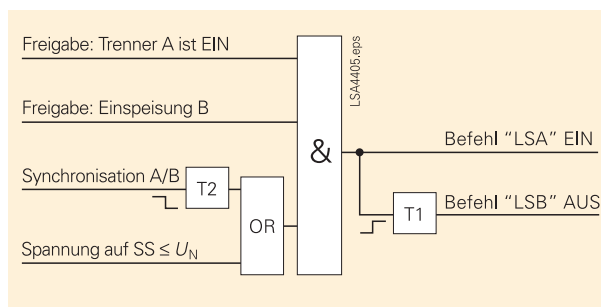


Bild 7 Beispiellogik für Eingabefeld A

- d) Hat der Leistungsschalter in der fehlerbehafteten Einspeisung nicht ordnungsgemäß abgeschaltet, so wird der Leistungsschalter der betriebsbereiten Einspeisung durch den Schalterversagerschutz wieder abgeschaltet.

Diese Konfiguration wurde in der Anlage eines Kunden der Petrochemischen Industrie realisiert und läuft seit 2002 zuverlässig.

Das Prinzip hat sich so bewährt, dass es dort in allen Sammelschienen Anwendung findet. Von der 33-kV-, über die 6,6-kV- bis hin zur 400-V-Anlage.



Bild 8 8BK Luftisolierte Schaltanlage 6,6 kV, mit 7SJ63 geschützte und gesteuerte Leistungsschalter

4. Zusammenfassung

Auf Grund der höheren Flexibilität ist der Einsatz von Multifunktionsgeräten, die zudem Aufgaben der Steuerung und des Schutzes der Anlage übernehmen, sehr attraktiv. Es besteht großes Interesse an Lösungen zum Schutz vor Totalausfällen von ganzen Fabrikanlagen. Daher hat dieser Lösungsansatz das Potential sowohl für den Bereich Nieder- als auch Mittelspannung stärker eingesetzt zu werden.

Die ausschließlich auf SIPROTEC 4-Geräten basierende Umschaltautomatik stellt sowohl vom Investitionsvolumen als auch vom Engineeringaufwand eine attraktive Alternative zu existierenden Produkten dar. Die notwendigen Funktionen sind vorhanden. Zur Parametrierung der Umschaltautomatik in den Geräte kann die integrierte Logik mittels CFC-Logikeditor sehr vorteilhaft eingesetzt werden.