

## Inhalt

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.       | <u>Einleitung</u> .....   | 1  |
| 1.1.     | Historische Entwicklung.....  | 1  |
| 1.2.     | Eingesetzte Hard- und Software .....  | 7  |
| 1.3.     | Definitionen des Begriffes Echtzeit .....                                   | 9  |
| 1.3.1.   | Globale Echtzeitdefinition.....   | 10 |
| 1.3.2.   | Strenge Echtzeitdefinition .....  | 10 |
| 2.       | <u>Grundlagen der Simulation</u> .....                                      | 12 |
| 2.1.     | Integrationsverfahren .....   | 12 |
| 2.2.     | Differenzenleitwertverfahren.....   | 14 |
| 2.2.1.   | Kontinuierliche Integration .....   | 15 |
| 2.2.2.   | Unstetigkeitsstellen .....  | 17 |
| 3.       | <u>Parallele Simulation</u> .....   | 21 |
| 3.1.     | Vorbereitungen.....   | 21 |
| 3.1.1.   | Aufteilung des Netzes .....   | 21 |
| 3.1.2.   | Aufstellung der diakopticszerlegten Knotenpunkt-Admittanzmatrix .....       | 26 |
| 3.1.3.   | Vorbereitung (Zerlegung) der Knotenpunkt-Admittanzmatrix .....              | 41 |
| 3.1.4.   | Bandmatrizen .....  | 45 |
| 3.1.4.1. | Bandmatrizen der Teilmatrizen <b>LU.11</b> .....                            | 49 |
| 3.1.4.2. | Bandmatrizen der Teilmatrizen <b>Y.21</b> , <b>LU.22</b> und <b>V</b> ..... | 52 |
| 3.1.4.3. | Bandmatrix der Teilmatrix <b>Y.21.a</b> .....                               | 54 |
| 3.1.4.4. | Bandmatrix der Teilmatrix <b>LU.22.a</b> .....                              | 56 |
| 3.1.4.5. | Bandmatrix der Teilmatrix <b>V.a</b> .....                                  | 57 |
| 3.2.     | Parallele Berechnung der Knotenpotentiale .....                             | 57 |
| 3.2.1.   | Schritt 1. der parallelen Potentialberechnung .....                         | 61 |
| 3.2.2.   | Schritt 2. der parallelen Potentialberechnung .....                         | 70 |
| 3.2.3.   | Schritt 3. der parallelen Potentialberechnung .....                         | 73 |
| 3.2.4.   | Schritt 4. der parallelen Potentialberechnung .....                         | 75 |
| 3.3.     | Parallele Berechnung der Zweig-Quellenspannungen .....                      | 77 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 4.       | <u>Änderungen des Schaltzustandes des Netzes</u> .....     | 81  |
| 4.1.     | Allgemeines zu Schalthandlungen.....                       | 81  |
| 4.2.     | Änderungen der Knotenpunkt-Admittanzmatrix des Netzes..... | 84  |
| 4.2.1.   | Wertänderungen in der Knotenpunkt-Admittanzmatrix.....     | 86  |
| 4.2.2.   | Partielle Vorbereitung der geänderten Netzmatrix.....      | 87  |
| 4.2.2.1. | Matrixinversion.....                                       | 90  |
| 4.2.2.2. | Formel von Woodbury.....                                   | 96  |
| 4.2.2.3. | Rechenoperation Matrix mal Matrix.....                     | 98  |
| 4.2.2.4. | Rechenoperation Matrix minus Matrix mal Matrix.....        | 101 |
| 5.       | <u>Diskussion</u> .....                                    | 105 |
| 5.1.     | Laufzeittests.....   | 105 |
| 5.1.1.   | Netzauswahl.....   | 105 |
| 5.1.2.   | Zeitmessungen bei der Simulation ohne Störungen.....       | 107 |
| 5.1.3.   | Zeitmessungen bei der Simulation mit Störungen.....        | 108 |
| 5.2.     | Ausblick.....  | 110 |
| 5.3.     | Einsatzmöglichkeiten.....                                  | 111 |
| 6.       | <u>Zusammenfassung</u> .....                               | 113 |
| 7.       | <u>Literaturverzeichnis</u> .....                          | 115 |