

# Mehr Informationen zum Titel

## Inhalt

1	Einleitung .....	11
2	Ausschaltvorgang .....	15
2.1	Stromunterbrechung .....	16
2.2	Ausschaltzeit .....	21
2.3	Gleichlauf der Kontakte .....	23
2.4	Leistungsschalter mit mehreren Schaltstrecken in Reihe .....	24
3	Einschwingvorgang .....	27
3.1	Berechnung der transienten Einschwingspannung bei Klemmenkurzschluss .....	29
3.2	Einschwingvorgang im realen Netz .....	33
4	Wiederkehrende Spannung .....	37
4.1	Mit- und Nullsystem .....	37
4.2	Faktoren für den erst-, zweit- und drittlöschenden Schalterpol .....	39
5	Klemmenkurzschluss im ungeerdeten Drehstromnetz .....	41
5.1	Dreiphasiger Klemmenkurzschluss im ungeerdeten Drehstromnetz .....	41
5.2	Definition der Nenn-Ausschaltzeit .....	49
5.3	Zweiphasiger Klemmenkurzschluss im ungeerdeten Drehstromnetz .....	49
5.4	Einphasiger Erdschluss .....	49
5.5	Netzsituation und Normen .....	50
6	Klemmenkurzschluss im Drehstromnetz mit geerdetem Sternpunkt .....	51
6.1	Dreiphasiger Kurzschluss ohne Erdberührung .....	51
6.2	Dreiphasiger Kurzschluss mit Erdberührung .....	52
6.3	Definition der Nenn-Ausschaltzeit .....	55
6.4	Zweiphasiger Kurzschluss mit Erdberührung .....	56
6.5	Einphasiger Kurzschluss mit Erdberührung .....	58
6.6	Netzsituation und Normen, Prüfung .....	60
7	Klemmenkurzschluss hinter einem Transformator oder einer Drosselspule .....	63

<b>8</b>	<b>Unterbrechen asymmetrischer Kurzschlussströme</b> .....	67
8.1	Einschwingvorgang bei asymmetrischem Kurzschlussstrom .....	67
8.2	Abklingen des Gleichstromglieds .....	69
8.3	Netzsituation und Normen .....	70
<b>9</b>	<b>Kurzschluss auf Freileitungen</b> .....	73
9.1	Automatische Wiedereinschaltung – AWE (Kurzunterbrechung) .....	73
9.2	Abstandskurzschluss (einphasig bzw. letztlöschender Schalterpol) ....	76
9.3	Einfluss von Kapazitäten .....	84
9.4	Wellenwiderstand .....	87
9.4.1	Dreiphasiger Fehler ohne Erdberührung im geerdeten Netz bzw. dreiphasiger Fehler im ungeerdeten Netz, jeweils erstlöschender Schalterpol .....	89
9.4.2	Dreiphasiger Fehler im ungeerdeten Netz, letztlöschender Schalterpol .....	90
9.4.3	Dreiphasiger Fehler mit Erdberührung im geerdeten Netz, erstlöschender Schalterpol sowie einphasige Abschaltung eines zweiphasigen Fehlers ohne Erdberührung .....	90
9.4.4	Dreiphasiger Fehler mit Erdberührung im geerdeten Netz, zweitlöschender Schalterpol, oder zweiphasiger Fehler mit Erdberührung .....	91
9.4.5	Dreiphasiger Fehler mit Erdberührung im geerdeten Netz, letztlöschender Schalterpol, oder einphasiger Fehler mit Erdberührung .....	91
9.5	Dreiphasiger Abstandskurzschluss (kurze Leitungslänge) .....	93
9.6	Kurzschluss in größerer Entfernung vom Schalter .....	93
<b>10</b>	<b>Anfangseinschwingspannung (ITRV)</b> .....	97
<b>11</b>	<b>Schalten unter Asynchronbedingungen (Phasenopposition)</b> .....	99
<b>12</b>	<b>Einphasiger Erdschluss im ungeerdeten Netz</b> .....	105
12.1	Erdschluss .....	105
12.2	Erdschluss-Kompensation .....	107
<b>13</b>	<b>Doppelerdschluss</b> .....	111
<b>14</b>	<b>Unterbrechen von Strömen mit ausbleibenden Nulldurchgängen</b> .....	117
14.1	Grundsätzliche Betrachtungen .....	118
14.2	Generatornaher Kurzschluss .....	120
14.3	Kurzschluss bei großer motorischer Last .....	125

---

14.4	Betriebserfahrungen und Empfehlungen .....	130
14.5	Ausbleibende Stromnulldurchgänge beim Einschalten kompensierter Kabel.....	130
<b>15</b>	<b>Kritischer Strom.....</b>	<b>133</b>
<b>16</b>	<b>Einschalten auf Kurzschluss.....</b>	<b>135</b>
16.1	Einschalten eines einphasigen Stromkreises.....	137
16.2	Simultanes Einschalten eines dreiphasigen Kreises.....	141
16.3	Nicht simultanes Einschalten in den drei Leitern .....	143
16.4	Wechselwirkung zwischen Vor-Überschlagskennlinie und anstehender Spannung .....	147
16.5	Transienter Einschaltstrom (ITMC).....	150
16.6	Netzsituation und Normen.....	151
<b>17</b>	<b>Kurzschlussstrom-Begrenzung .....</b>	<b>155</b>
17.1	Kurzschlussstrombegrenzung durch Drosselpulen.....	156
17.2	Strombegrenzende Hochspannungs(HH)-Sicherungen.....	158
17.3	Stoßstrom-Begrenzer ( $I_S$ -Begrenzer) .....	160
17.4	Einschalten eines Energieabsorbers in den Kurzschlusskreis.....	162
17.5	Supraleitender Strombegrenzer.....	163
17.6	Kurzschließer .....	166
<b>18</b>	<b>Schalten kleiner induktiver Ströme (Luftinduktivitäten) .....</b>	<b>167</b>
18.1	Stromabriss.....	168
18.2	Überspannungen .....	172
18.3	Einschwingspannung.....	175
18.4	Wiederzünden .....	177
18.5	Einschalten induktiver Lastkreise.....	183
18.6	Netzsituation und Normen.....	185
18.7	Schalten induktiv belasteter Transformatoren .....	186
<b>19</b>	<b>Schalten von unbelasteten Transformatoren .....</b>	<b>187</b>
19.1	Einschalten .....	187
19.2	Gleichlauf der Kontakte beim Einschalten.....	191
19.3	Ausschalten des Magnetisierungsstroms .....	193
19.4	Ausschalten des Inrush-Stroms.....	196
<b>20</b>	<b>Schalten von Drehstrom-Motoren .....</b>	<b>199</b>
20.1	Abschalten festgebremster oder anlaufender Drehstrom-Motoren....	200
20.2	Einschalten von Motoren .....	205

<b>21</b>	<b>Multiple Wiederzündungen und virtueller Stromabriss</b> .....	211
21.1	Multiple Wiederzündungen .....	211
21.2	Virtueller Stromabriss .....	215
21.3	Beanspruchung der Last durch multiple Wiederzündungen.....	216
<b>22</b>	<b>Abschalten kapazitiver Ströme</b> .....	219
22.1	Einphasige Abschaltung .....	220
22.2	Rückzündung und Wiederzündung .....	222
22.3	Dreiphasige Abschaltung .....	225
22.4	Abschalten unbelasteter unkompensierter Freileitungen.....	233
22.5	Abschalten unbelasteter Kabel .....	233
22.6	Normen und Klassifizierung der Schalter .....	234
22.7	Abschalten kompensierter Freileitungen .....	237
22.8	Abschalten gesunder Leiter .....	239
<b>23</b>	<b>Ein- und Parallelschalten von Kapazitäten</b> .....	243
23.1	Einschalten einer einphasigen Kapazität .....	243
23.2	Dreiphasiges Einschalten einer ungeerdeten Kondensatorbatterie ....	248
23.3	Parallelschalten von Kondensatorbatterien .....	250
23.4	Schalterbeanspruchung durch den Ausgleichstrom .....	256
23.5	Netzbetrieb und Normen.....	258
<b>24</b>	<b>Kurzschließen von Kapazitäten</b> .....	259
24.1	Kurzschluss in der Nähe einer Kondensatorbank.....	260
24.2	Schutz von Reihen-Kapazitäten durch Überbrückungs(Bypass)-Schalter .....	262
<b>25</b>	<b>Einschalten einer unbelasteten Freileitung</b> .....	265
25.1	Ferranti-Effekt .....	266
25.2	Einschalten langer Freileitungen .....	268
25.3	Einschaltwiderstand .....	273
<b>26</b>	<b>Gesteuertes Schalten</b> .....	277
26.1	Abschalten von Drosselspulen.....	279
26.2	Aus- und Einschalten von Kapazitäten, Zuschalten langer Freileitungen.....	280
<b>27</b>	<b>Nicht aufrechterhaltener Durchschlag (NSDD)</b> .....	285
<b>28</b>	<b>Synthetische Prüfung</b> .....	287
28.1	Stromüberlagerungsverfahren .....	290
28.2	Spannungsüberlagerungsverfahren .....	293

---

28.3	Teilpolprüfung .....	295
28.4	Synthetisches Kurzschluss-Einschaltprüfverfahren.....	296
28.5	Synthetischer Prüfkreis zum Ausschalten kapazitiver Ströme.....	298
29	Für Verteilungsnetze typische Schaltfälle .....	303
29.1	Kurzschluss gespeist durch Transformator(en) .....	304
29.2	Drosselspule in Reihe mit der Einspeisung .....	305
29.3	Öffnen eines Rings .....	305
30	Lastschalter und Recloser .....	311
30.1	Schaltvermögen der Last- und Lasttrennschalter .....	311
30.2	Lastschalter-Sicherungs-Kombination .....	312
30.3	Recloser (Wiedereinschalter) .....	314
31	Trenn- und Erdungsschalter .....	317
31.1	Schalten kapazitiver Ladeströme durch Trennschalter.....	318
31.2	Sammelschienenwechsel.....	321
31.3	Schalten induzierter Ströme durch Erdungsschalter.....	324
32	Circuit Switcher .....	329
33	Schalter für HGÜ-Anlagen.....	331
33.1	Stromrichter-Überbrückungsschalter.....	331
33.2	Metallic Return Transfer Breaker (MRTB).....	333
34	Isulationskoordination .....	335
35	Ferroresonanz .....	337
36	Stromtragfähigkeit .....	339
36.1	Bemessungs(Nenn- bzw. Dauer)strom und Erwärmung.....	339
36.2	Stoß- und Kurzzeitstrom.....	343
37	Aktuelle Normen .....	345
38	Literatur .....	351
38.1	Fachbücher (Auswahl) .....	351
38.2	Guide for Application of IEC 62271-100 and IEC 62271-1 (Anwendungsrichtlinie).....	352
38.3	Dissertationen und andere Veröffentlichungen .....	352
	Stichwortverzeichnis .....	359