

## Grundlagenreihe Stromversorgungen und Verbraucher besonderer Art – Teil 6 Schutz von NS/NS-Transformatoren

Diese Transformatoren besitzen im Allgemeinen eine Leistung im Bereich von einigen Hundert VA bis zu einigen Hundert kVA und werden häufig eingesetzt zum:

- Ändern des Niederspannungswertes für:
  - Hilfsversorgungen für Steuer- und Anzeigestromkreise,
  - Beleuchtungsstromkreise (Erzeugung von 230 V, wenn das Primärsystem ein 3-phasiges 400 V-3-Leiter-System ist).
- Ändern des Systems nach Art der Erdungsverbindung für bestimmte Verbraucher mit einem relativ hohen kapazitiven Strom gegen Erde (rechnergestützte Geräte) oder mit hohem Kriechstrom (Elektroöfen, industrielle Erhitzungsverfahren, Großküchenanlagen usw.).

NS/NS-Transformatoren werden im Allgemeinen mit integrierten Schutzeinrichtungen geliefert. Für genauere Informationen wenden Sie sich daher bitte an den Hersteller. Der Überstromschutz muss in jedem Fall auf der Primärseite gewährleistet sein. Der Einsatz dieser Transformatoren erfordert die genaue Kenntnis über deren spezielle Funktion und über die nachstehend beschriebenen Punkte.

**Anmerkung:** Im speziellen Fall von NS/NS-Sicherheitstransformatoren bei Kleinspannung ist, abhängig von den Bedingungen, häufig eine geerdete Metallabschirmung zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen erforderlich (siehe die Möglichkeiten in der IEC 61558-2-6 (VDE 0570-2-6)).

### Einschaltstrom von Transformatoren

Im Einschaltmoment eines Transformators treten hohe transiente Ströme (mit großer Gleichstromkomponente) auf, die bei der Betrachtung von Schutzsystemen berücksichtigt werden müssen (siehe **Abb. N31**).

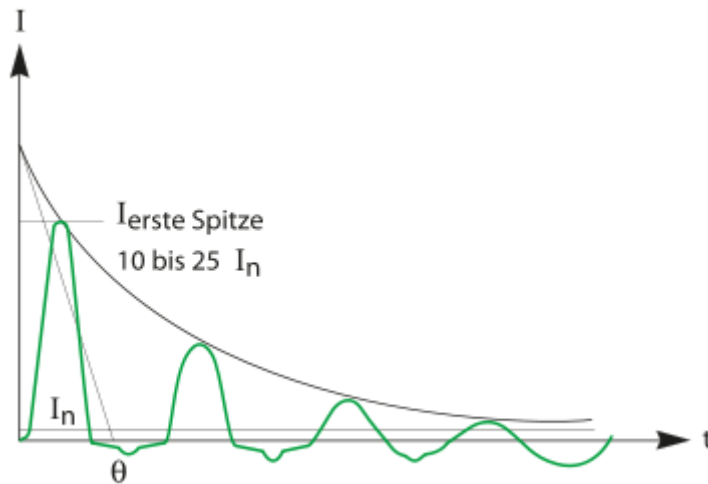


**Abb. N31:** Einschaltstrom eines Transformators

Die Höhe der Stromspitze hängt ab von:

- dem Spannungswert im Einschaltmoment,
- der Stärke und Polarität des Restflusses im Kern des Transformators,
- den Kenndaten des an den Transformator angeschlossenen Verbrauchers.

Die erste Stromspitze kann einen Wert erreichen, der dem 10- bis 15fachen des Bemessungsbetriebsstromes entspricht, jedoch bei kleinen Transformatoren ( $< 50 \text{ kVA}$ ) kann sie Werte erreichen, die dem 20- bis 25fachen des Bemessungsbetriebsstromes entsprechen. Dieser transiente Strom nimmt schnell ab und zwar mit einer Zeitkonstante  $\theta$  von ca. einigen ms bis zu einigen Dutzend ms.

## Schutz des Versorgungsstromkreises eines NS/NS-Transformators

Die Schutzeinrichtung im Versorgungsstromkreis eines NS/NS-Transformators muss eine mögliche fehlerhafte Auslösung beim Einschalten aufgrund des Magnetisierungsstromstoßes verhindern (siehe oben). Daher ist die Verwendung folgender Schutzeinrichtungen notwendig:

- selektive (d.h. kurzzeitverzögerte) Leistungsschalter vom Typ Compact NSX mit elektronischen Auslösern Micrologic (siehe **Abb. N32**) oder

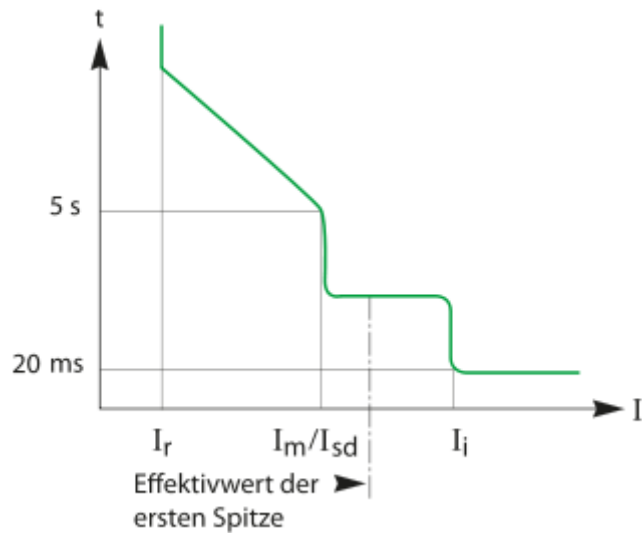


**Abb. N32:** Auslösekennlinie eines Compact NSX Typ ML elektronisch)

- Leistungsschalter mit einem sehr hohen magnetischen Auslöseeinstellwert vom Typ Compact NSX oder Acti 9, Kennlinie D (siehe **Abb. N33**).

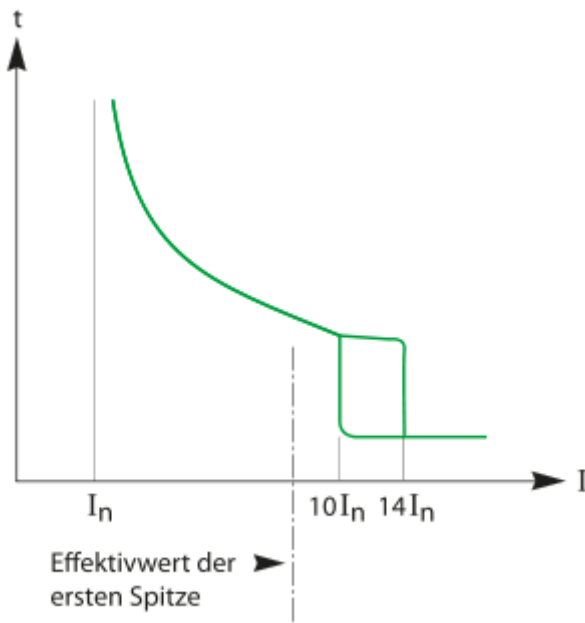


**Abb. N33:** Auslösekennlinie eines Acti 9, Kennlinie D

## Beispiel

Ein 3-phasiger 400 V-Stromkreis versorgt einen 125 kVA 400/230 V-Transformator ( $I_n = 180$  A), dessen erste Einschaltstromspitze einen Wert von  $12I_n$  erreichen kann, d.h.  $12 \times 180 = 2160$  A (siehe **Abb. N34**).

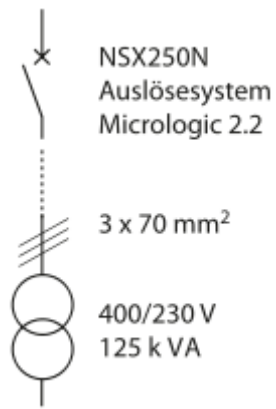


**Abb. N34:** Beispiel

Diese Stromspitze entspricht einem Effektivwert von 1530 A.

Ein Leistungsschalter Compact NSX 250N mit einem  $I_r$ -Einstellwert von 200 A und einem  $I_m$ -Einstellwert von  $8 \times I_r$  wäre daher eine geeignete Schutzeinrichtung.

Ein Vorteil des Überlastschutzes auf der Sekundärseite ist, dass der Kurzschlusschutz auf der Primärseite auf einen hohen Wert eingestellt werden kann, oder es kann alternativ ein Leistungsschalter mit einem Auslösesystem Typ MA (magnetisch) verwendet werden. Dennoch muss der Einstellwert des Kurzschlusschutzes auf der Primärseite empfindlich genug sein, um eine Auslösung bei Auftreten eines Kurzschlusses auf der Sekundärseite des Transformators zu gewährleisten.

**Anmerkung:** Der primärseitige Schutz wird manchmal durch aM-Sicherungen gewährleistet. Dies hat jedoch im Gegensatz zum Schutz durch Leistungsschalter folgende Nachteile:

- Die Sicherungen müssen stark überdimensioniert werden (mindestens das 4-fache des maximalen Bemessungsbetriebsstromes des Transformators).
- Zur Gewährleistung einer Trennung auf der Primärseite muss entweder ein Lasttrennschalter oder ein zu den Sicherungen in Reihe geschaltetes Schütz verwendet werden.

## Typische elektrische Kenndaten von NS/NS-50 Hz-Transformatoren

| Dreiphasig                          |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| <b>Bem. kVA</b>                     | 5    | 6,3  | 8    | 10   | 12,5 | 16   | 20   | 25    | 31,5  | 40   | 50   | 63   | 80   | 100  |
| <b>Verluste bei Leerlauf (W)</b>    | 100  | 110  | 130  | 150  | 160  | 170  | 270  | 310   | 350   | 350  | 410  | 460  | 520  | 570  |
| <b>Verluste bei Kurzschluss (W)</b> | 250  | 320  | 390  | 500  | 600  | 840  | 800  | 1180  | 1240  | 1530 | 1650 | 2150 | 2540 | 3700 |
| <b>Kurzschluss-spannung (%)</b>     | 4,5  | 4,5  | 4,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5   | 5     | 5    | 4,5  | 5    | 5    | 5,5  |
| Dreiphasig                          |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |      |      |
| <b>Bem. kVA</b>                     | 125  | 160  | 200  | 250  | 315  | 400  | 500  | 630   | 800   |      |      |      |      |      |
| <b>Verluste bei Leerlauf (W)</b>    | 680  | 680  | 790  | 950  | 1160 | 1240 | 1485 | 1855  | 2160  |      |      |      |      |      |
| <b>Verluste bei Kurzschluss (W)</b> | 3700 | 5900 | 5900 | 6500 | 7400 | 9300 | 9400 | 11400 | 13400 |      |      |      |      |      |
| <b>Kurzschluss-spannung (%)</b>     | 4,5  | 5,5  | 5    | 5    | 4,5  | 6    | 6    | 5,5   | 5,5   |      |      |      |      |      |

| Einphasig                           |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| <b>Bemessungsleistung kVA</b>       | 8   | 10  | 12,5 | 16  | 20  | 25   | 31,5 | 40   | 50   | 63   | 80   | 100  | 125  | 160  |  |
| <b>Verluste bei Leerlauf (W)</b>    | 105 | 115 | 120  | 140 | 150 | 175  | 200  | 215  | 265  | 305  | 450  | 450  | 525  | 635  |  |
| <b>Verluste bei Kurzschluss (W)</b> | 400 | 530 | 635  | 730 | 865 | 1065 | 1200 | 1400 | 1900 | 2000 | 2450 | 3950 | 3950 | 4335 |  |
| <b>Kurzschluss-spannung (%)</b>     | 5   | 5   | 5    | 4,5 | 4,5 | 4,5  | 4    | 4    | 5    | 5    | 4,5  | 5,5  | 5    | 5    |  |

## Schutz von NS/NS-Transformatoren mit Hilfe von Leistungsschaltern der Firma Schneider Electric

### Leitungsschutzschalter vom Typ Acti 9

| Bemessungsleistung des Transformators (kVA) |                                |               | Leistungsschalter<br>Kennlinie D oder K | Bemessungsstrom<br>(A) |
|---------------------------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------------------|------------------------|
| 230/240 V 1ph                               | 230/240 V 3ph<br>400/415 V 1ph | 400/415 V 3ph |                                         |                        |
| 0,05                                        | 0,09                           | 0,16          | iC60, NG125                             | 0,5                    |
| 0,11                                        | 0,18                           | 0,32          | iC60, NG125                             | 1                      |
| 0,21                                        | 0,36                           | 0,63          | iC60, NG125                             | 2                      |
| 0,33                                        | 0,58                           | 1,0           | iC60, NG125                             | 3                      |
| 0,67                                        | 1,2                            | 2,0           | iC60, NG125                             | 6                      |
| 1,1                                         | 1,8                            | 3,2           | iC60, C120, NG125                       | 10                     |
| 1,7                                         | 2,9                            | 5,0           | iC60, C120, NG125                       | 16                     |
| 2,1                                         | 3,6                            | 6,3           | iC60, C120, NG125                       | 20                     |
| 2,7                                         | 4,6                            | 8,0           | iC60, C120, NG125                       | 25                     |
| 3,3                                         | 5,8                            | 10            | iC60, C120, NG125                       | 32                     |
| 4,2                                         | 7,2                            | 13            | iC60, C120, NG125                       | 40                     |
| 5,3                                         | 9,2                            | 16            | iC60, C120, NG125                       | 50                     |
| 6,7                                         | 12                             | 20            | iC60, C120, NG125                       | 63                     |
| 8,3                                         | 14                             | 25            | C120, NG125                             | 80                     |
| 11                                          | 18                             | 32            | C120, NG125                             | 100                    |
| 13                                          | 23                             | 40            | C120, NG125                             | 125                    |

## Leistungsschalter vom Typ Compact NSX100...NSX250 mit Auslösesystem TM-D

| Bemessungsleistung des Transformators (kVA) |                                |               | Leistungsschalter | Auslösesystem |
|---------------------------------------------|--------------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| 230/240 V 1ph                               | 230/240 V 3ph<br>400/415 V 1ph | 400/415 V 3ph |                   |               |
| 3                                           | 5...6                          | 9...12        | NSX100N/H/L       | TM16D         |
| 5                                           | 8...9                          | 14...16       | NSX100N/H/L       | TM25D         |
| 7...9                                       | 13...16                        | 22...28       | NSX100N/H/L       | TM40D         |
| 12...15                                     | 20...25                        | 35...44       | NSX100N/H/L       | TM63D         |
| 16...19                                     | 26...32                        | 45...56       | NSX100N/H/L       | TM80D         |
| 18...23                                     | 32...40                        | 55...69       | NSX160N/H/L       | TM100D        |
| 23...29                                     | 40...50                        | 69...87       | NSX160N/H/L       | TM125D        |
| 29...37                                     | 51...64                        | 89...111      | NSX250N/H/L       | TM160D        |
| 37...46                                     | 64...80                        | 111...139     | NSX250N/H/L       | TM200D        |

**Kompakt-Leistungsschalter vom Typ Compact NSX100...NSX1600 und offene Leistungsschalter vom Typ Masterpact mit Auslösesystem Micrologic**

| Bemessungsleistung des Transformators (kVA) |                             |               | Leistungsschalter               | Auslösesystem          | Einstellung I <sub>r</sub> max |
|---------------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 230/240 V 1ph                               | 230/240 V 3ph 400/415 V 1ph | 400/415 V 3ph |                                 |                        |                                |
| 4...7                                       | 6...13                      | 11...22       | NSX100N/H/L                     | Micrologic 2 40        | 0,8                            |
| 9...19                                      | 16...30                     | 27...56       | NSX100N/H/L                     | Micrologic 2 100       | 0,8                            |
| 15...30                                     | 5...50                      | 44...90       | NSX160N/H/L                     | Micrologic 2 160       | 0,8                            |
| 23...46                                     | 40...80                     | 70...139      | NSX250N/H/L                     | Micrologic 2 250       | 0,8                            |
| 37...65                                     | 64...112                    | 111...195     | NSX400N/H                       | Micrologic 2           | 0,7                            |
| 37...55                                     | 64...95                     | 111...166     | NSX400L                         | Micrologic 2           | 0,6                            |
| 58...83                                     | 100...144                   | 175...250     | NSX630N/H/L                     | Micrologic 2           | 0,6                            |
| 58...150                                    | 100...250                   | 175...436     | NS800N/H - NT08H1               | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 74...184                                    | 107...319                   | 222...554     | NS800N/H - NT08H1 - NW08N1/H1   | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 90...230                                    | 159...398                   | 277...693     | NSX1000N/H - NT10H1 - NW10N1/H1 | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 115...288                                   | 200...498                   | 346...866     | NS1250N/H - NT12H1 - NW12N1/H1  | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 147...368                                   | 256...640                   | 443...1108    | NS1600N/H - NT16H1 - NW16N1/H1  | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 184...460                                   | 320...800                   | 554...1385    | NW20H1/H2/H3/L1                 | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 230...575                                   | 400...1000                  | 690...1730    | NW25H1/H2/H3                    | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |
| 294...736                                   | 510...1280                  | 886...2217    | NW32H1/H2/H3                    | Micrologic 5.0/6.0/7.0 | 1                              |