

## Verhalten von NS-LS gegenüber Oberwellenströmen - Teil 5

### Impuls- und zyklische Ströme

Für gewisse Abgänge besteht das Hauptproblem darin, zwischen dem normalen Einschaltstrom und einem Fehlerstrom zu unterscheiden. Die Lasten, die Probleme dieser Art bieten, sind vor allem Verbraucher wie NS/NS-Transformatoren, Motoren, Glühlampen, Fluoreszenzlampen usw. Ein weiterer zu lösender Fall ist der richtige Schutz der Kabel, die Verbraucher mit zyklischem Strom speisen. In diesem Kapitel wollen wir diese beiden Fälle behandeln.

### Beispiele von Einschaltströmen

#### NS/NS-Transformatoren

Der Primärkreis einer Transformators ist eine Induktivität mit magnetischem Kreis. Beim Einschalten können zwei Erscheinungen auftreten:

- Erstens ein Ladestrom (Ausgleichsvorgang) einer LR-Schaltung (welche die Eigenschaften des Primärkreises im Normalzustand hat).
- Zweitens, wegen des Vorhandenseins des sättigbaren magnetischen Kreises, eine hohe Stromspitze in Funktion des Einschaltmomentes infolge der magnetischen Sättigung. Somit stellt man eine Einschaltkurve wie in der Abbildung 13 gezeigt fest, die aus einer Reihe von Scheitelwerten besteht, die nach einem Exponentialgesetz abnehmen.

Der erste Scheitelwert des Stroms erreicht oftmals das 10- bis 15fache des Bemessungsstroms des Transformators und sogar bei kleinen Leistungen ( $\leq 10$  kVA) bis zu mehr als das 20fache des Nennstroms). Der Einschaltstrom nimmt mit einer Zeitkonstante von der Größenordnung von einigen zehn Millisekunden sehr rasch ab. Beispiel: Bei einem NS/NS-Transformator von 50 kVA beträgt der Spitzenwert etwa  $15 I_n$  und die Zeitkonstante des Vorgangs 20 ms (siehe Abb. 13).

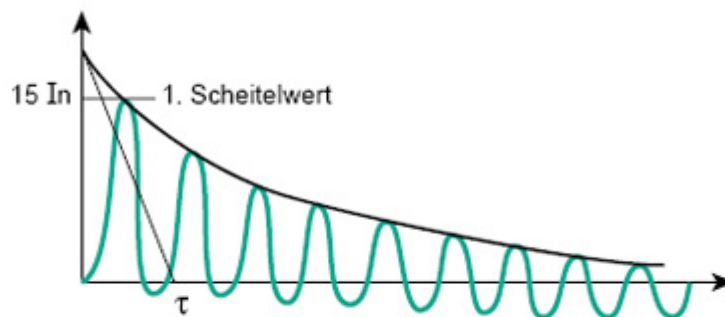


Abb. 13: Einschalten eines Transformators.

### Motoren

90% der verwendeten Motoren sind Asynchronmotoren. Dieser Motortyp hat einen Einschaltstromverlauf (bei Direktanlauf) gemäß Abbildung 14. Nach der Einschaltspitze (8 bis  $12 I_n$ ) folgt ein Anlaufstrom (von 5 bis  $8 I_n$ ) (siehe Abb. 14).

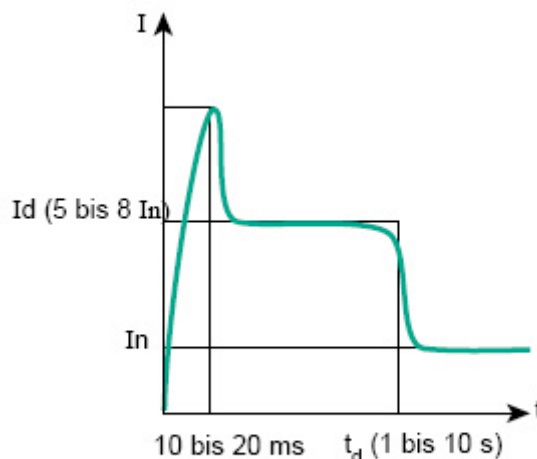


Abb. 14: Einschalten eines Motors.

---

### Fluoreszenzbeleuchtung

Fluoreszenzlampen nehmen beim Einschalten ebenfalls einen sehr großen thermischen Strom auf.

### Impulsgesteuerte Umrichter

Impulsgesteuerte Umrichter, zum Beispiel am Eingang von Informatik- Lasten, stellen beim Einschalten Stromspitzen von der Größenordnung von 10  $I_n$  dar (Ladung eines Kondensators über einen Gleichrichter). Ferner ist zu bemerken, dass zahlreiche Verbraucher nach einer kurzen Abschaltung einen Einschaltstrom haben, der größer ist als der Strom beim ersten Einschalten. Das klassische Beispiel ist die Kondensatorenbatterie, die geladen bleibt. Die digitale Elektronik hat die Realisierung einer Kurzverzögerungsschutzes gestattet, der sich gut für die Unterscheidung zwischen Impulsströmen und Kurzschlussströmen eignet (siehe Abb. 5).

### Behandlung der Impulsströme durch die elektronischen Auslöser von NS-Leistungsschaltern

Untersuchen wir nun, wie ein elektronischer Auslöser die Ausgleichsströme behandelt, die höher sind als der Kurzverzögerungs-Auslösewert. Wenn der Strom den Auslösewert  $I_m$  übersteigt, berechnet der Auslöser mit Hilfe der IIR-Filterung über eine sehr kurze Periode (einige ms) den Effektivwert des Stroms, wodurch dieser Überstrom «geglättet» wird. Es handelt sich um eine Art Zeitverzögerung, die von der Energie des Impulsstroms abhängt.

Wenn es sich um einen normalen Impulsstrom handelt, der während sehr kurzer Zeit eine hohe Leistung liefert und hierauf schnell abklingt, wird der Auslösewert nicht erreicht. Die Berücksichtigung der Energie der Spitze (und nicht ihres Scheitelwertes) ermöglicht das Durchlassen dieses Ausgleichsstroms, selbst wenn er mehrere Perioden dauert, während ein magnetischer Auslöser angesprochen hätte (siehe Abb. 15).

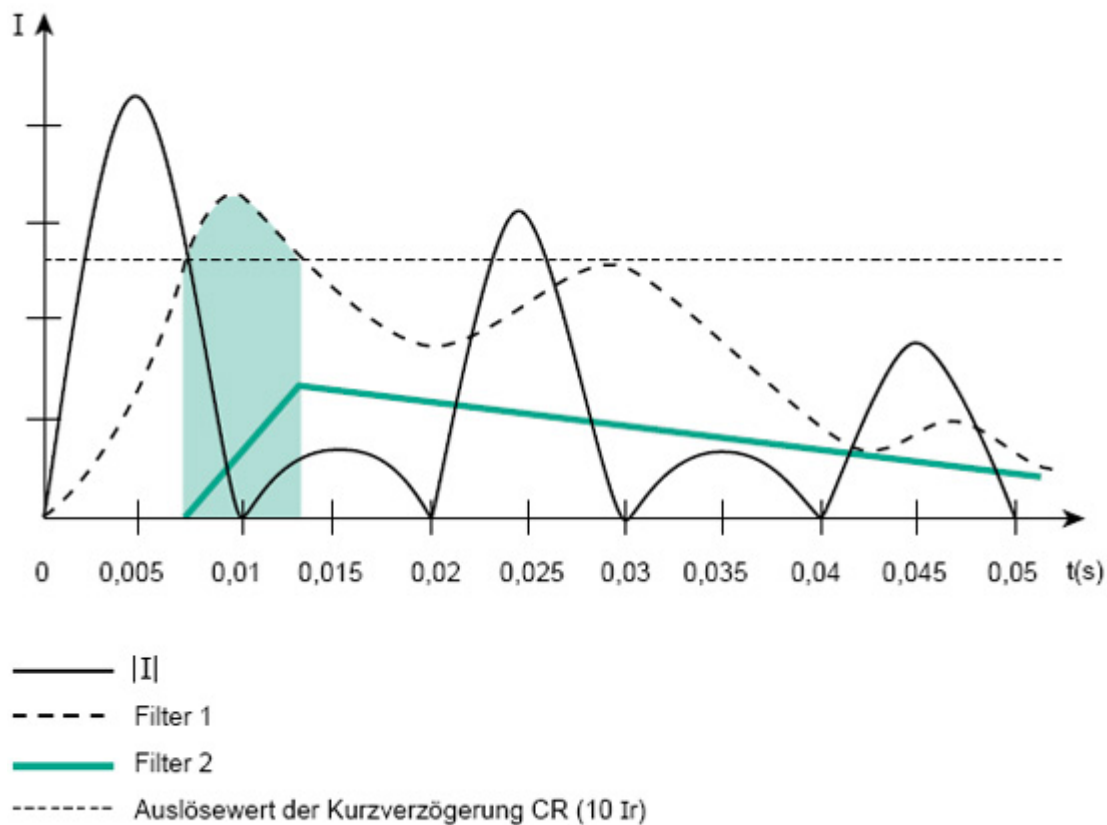


Abb. 15: Durch «Glättung» des IIR-Filters Impulsstrom aufgelöster Impulsstrom.

Wenn sich der Ausgleichsstrom als ein bestehen bleibender Fehler erweist (siehe Abb. 16), erfolgt die Inkrementierung des Filters der Kurzverzögerungsfunktion sehr rasch, was eine schnelle Abschaltung nach dem Überschreiten des Auslösewertes bewirkt. Diese Technik ermöglicht ferner eine Überwachung spezieller Fehlerströme, wie zum Beispiel des Stroms, der beim Blockieren des Rotors eines Elektromotors auftritt.

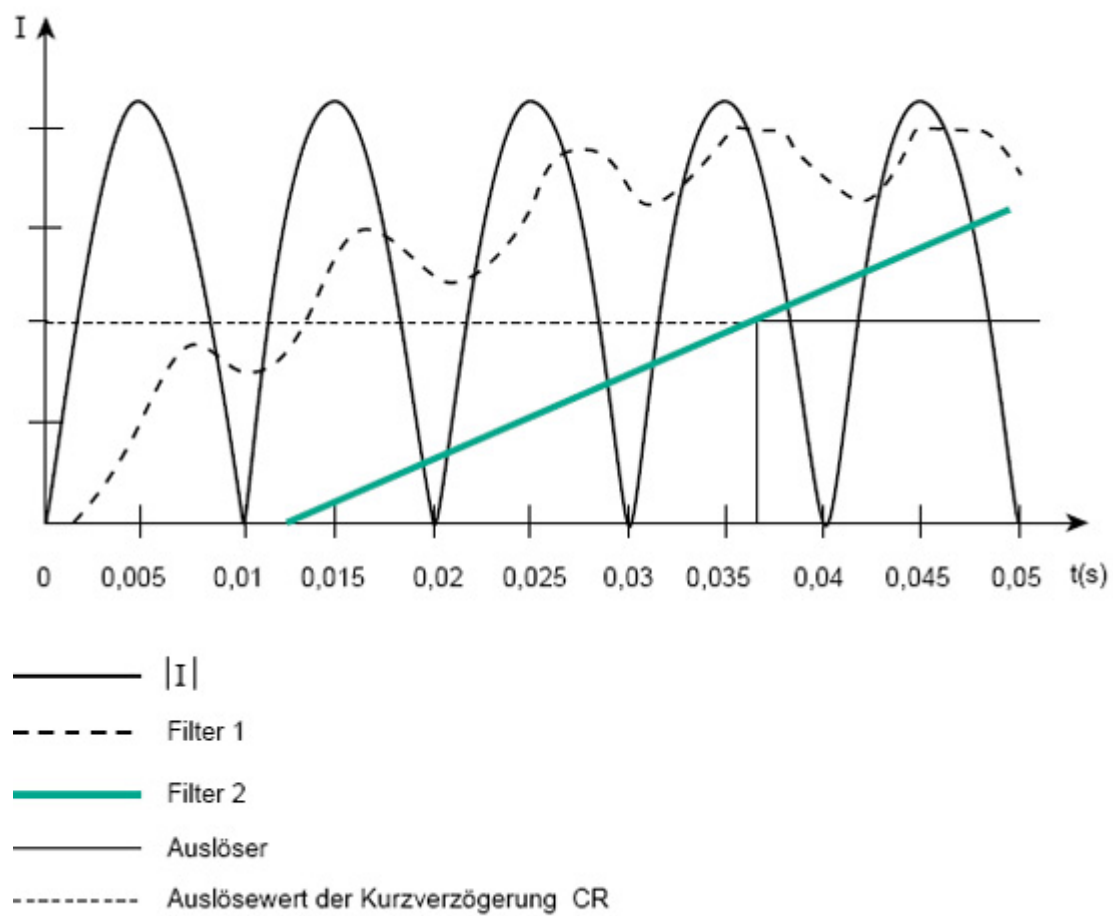


Abb. 16: Bestehenbleibender Fehler.

---