

Was ist der u_k-Wert?

Der Begriff der Kurzschlussspannung (u_k) stammt ursprünglich aus der Welt der Transformatoren. Er gibt an, welche Spannung an die Primärseite angelegt werden muss, damit bei kurzgeschlossener Sekundärseite der Nennstrom fließt.

Bei Drosseln und Filtern wird der Begriff in leicht abgewandelter Form verwendet. Hier gibt der u_k-Wert an, wie hoch der induktive Spannungsabfall über der Induktivität im Nennbetrieb ist.

Wie ist die Einheit des u_k-Wertes?

Der induktive Spannungsabfall von Drosseln und Filtern kann entweder direkt in Volt oder in Prozent angegeben werden.

- U_k in [V]
- u_k in [%]

Der prozentuale Spannungsabfall bezieht sich dabei stets auf die Sternspannung (U_{LN}) des jeweiligen Systems und nicht etwa auf die Leiter-Leiter-Spannung (U_{LL}):

$$u_k [\%] = \frac{U_k}{U_{LN}} \cdot 100 \% = \frac{U_k}{(U_{LL} / \sqrt{3})} \cdot 100 \%$$

Ein u_k-Wert von beispielsweise 10 % entspricht bei einem dreiphasigen Sinusfilter für 400 V_{LL}-Drehstromnetze (U_{LN} = 230 V) somit einem induktiven Spannungsabfall von ca. 23 V.

Wie wird der u_k-Wert berechnet?

Der induktive Spannungsabfall ist abhängig von der Filterinduktivität sowie der Nennfrequenz und des Nennstroms:

$$U_k [V] = 2\pi \cdot f_N \cdot L_N \cdot I_N$$

Wie hoch ist die Spannung am Filterausgang?

Der induktive Spannungsabfall über dem Filter besitzt eine andere Phasenlage als die Grundsoschwingung am Umrichteranschluss und kann somit nicht einfach von dieser subtrahiert werden. Die Phasenlage und somit die Ausgangsspannung des Filters ist abhängig vom Leistungsfaktor cos φ der zu betreibenden Last. Das untenstehende Diagramm zeigt die resultierende Filterausgangsspannung (U_{LL,out}) bei einem 400 V-Drehstromsystem in Abhängigkeit vom u_k-Wert und dem Leistungsfaktor.

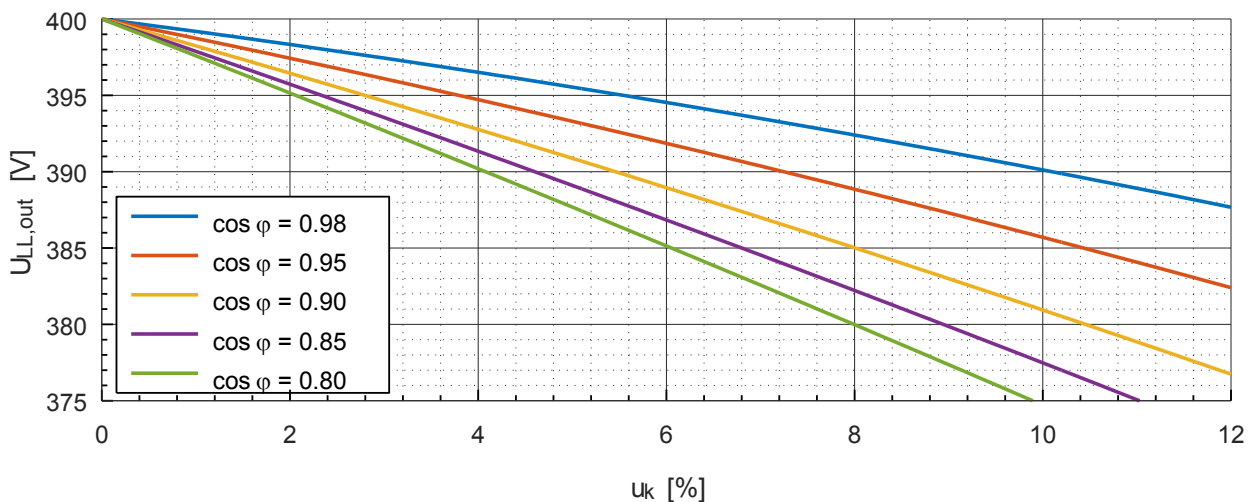


Abb. 1: Filterausgangsspannung im 3~400V-System / Fig. 1: Filter Output Voltage in a 3~400 V System

What is the u_k value?

The term short-circuit voltage (u_k) originally comes from the world of transformers. It indicates which voltage must be applied to the primary side so that the rated current flows when the secondary side is shorted.

For chokes and filters, the term is used slightly modified. The u_k value indicates how high the inductive voltage drop across the inductance is during rated operation.

What is the unit of the u_k value?

The inductive voltage drop of chokes and filters can be specified either directly in volts or in percentage.

- U_k in [V]
- u_k in [%]

The percentage voltage drop always refers to the phase-to-neutral voltage (U_{LN}) of the respective system and not to the phase-to-phase voltage (U_{LL}):

$$u_k [\%] = \frac{U_k}{U_{LN}} \cdot 100 \% = \frac{U_k}{(U_{LL} / \sqrt{3})} \cdot 100 \%$$

For example, a u_k value of 10 % corresponds to an inductive voltage drop of approximately 23 V in the case of a three-phase sinusoidal filter for 400 V_{LL} three-phase system (U_{LN} = 230 V).

How is the u_k value calculated?

The inductive voltage drop depends on the filter inductance as well as the nominal frequency and current:

$$U_k [V] = 2\pi \cdot f_N \cdot L_N \cdot I_N$$

What is the voltage at the filter output?

The inductive voltage drop across the filter is phase-shifted to the fundamental of the inverter output and thus can not be directly subtracted from it. The phase position and thus the output voltage of the filter depends on the power factor cos φ of the operated load. The graph below shows the resulting filter output voltage (U_{LL, out}) for a 400 V three-phase system as a function of the u_k value and the power factor.

Wie kann der u_k-Wert gemessen werden?

Um den u_k-Wert oder die Spannungsreduktion zwischen Grundschiwingung des Umrichters und Filterausgangsspannung zu messen, wird präzises Messequipment benötigt. Handmessgeräte wie TrueRMS-Meter reichen dafür nicht aus. Zur messtechnischen Bestimmung solcher Größen, muss das Signal mittels Oszilloskop in ausreichend hoher Auflösung und Preiodenzahl aufgenommen und in den Frequenzbereich transformiert werden. Anschließend können die Grundschiwingungen beider Signale verglichen werden, um die reale Spannungsverringering zu ermitteln.

Was bedeutet eine verringerte Spannung am Filterausgang?

Diese Frage kann leider nicht pauschal beantwortet werden, da je nach Anwendung der u_k unterschiedlich starke Einflüsse auf das Verhalten der Last haben kann. Die resultierenden Spannungsverringeringungen bei unseren Filtern sind jedoch für die meisten Anwendungen unkritisch, da der wirksame Klemmenspannungsabfall an der Last in der Praxis meist deutlich geringer als der Betrag der induktiven Spannung U_k ausfällt. Ohnehin ist eine leichte Spannungsreduktion am Filterausgang nicht zwangsweise schlecht. Produkte wie Sinusfilter können beispielsweise zum Teil die Energie aus den gefilterten, störenden Anteilen der Blockspannung des Umrichters als zusätzlichen Nutzstrom zur Verfügung stellen.

Welche u_k-Werte haben unsere Produkte?

Je nach Drossel- oder Filtertyp unterscheiden sich die u_k-Werte. In der untenstehenden Tabelle finden Sie eine Übersicht ausgewählter Produktreihen. Bei Bedarf entwickeln wir gerne Produkte mit der für Sie passenden Induktivität. Wir freuen uns auf Ihre Anfragen!

How can the u_k value be measured?

To measure the u_k value or the voltage reduction between fundamental of the inverter and filter output voltage, precise measuring equipment is needed. Handheld instruments such as TrueRMS meters are not qualified for this. For a qualified measurement, the signal must be recorded by an oscilloscope in sufficiently high resolution and number of cycles and then be transformed into the frequency domain. Only then the fundamentals of the two signals can be compared with each other to determine the real voltage reduction.

What does a reduced voltage at the filter output mean?

Unfortunately, this question can not be answered in general. Depending on the application, the u_k can have varying degrees of influence on the behavior of the load. However, the resulting voltage reductions of our filters are not critical for most applications because the effective voltage drop at the terminals of the load is usually significantly less than the absolute value of the inductive voltage U_k. Anyway, a slight voltage reduction at the filter output is not necessarily bad. For example, products such as sinusoidal filters can, in part, provide the energy from the filtered, interfering signals of the block voltage of the frequency converter as additional base current for your application.

Which u_k values do our products have?

Depending on the reactor or filter type, the u_k values differ. The table below shows an overview of selected product ranges. We are happy to develop the product with the inductance according to your needs, if required. We look forward to your inquiries!

Produktreihe Product Line	Filtertyp Type of Filter	Technische Eckdaten Technical Data	u _k -Werte u _k Values
3KD400-xxx.20	Netzdrosseln Line Reactors	3~ 400 V, 50 Hz, 3 ... 400 A	≈ 2 %
3KD400-xxx.40	Netzdrosseln Line Reactors	3~ 400 V, 50 Hz, 3 ... 400 A	≈ 4 %
3KD690-xxx.40	Netzdrosseln Line Reactors	3~ 690 V, 50 Hz, 16 ... 800 A	≈ 4 %
3KE480-xxx.234	Drossel-Filter-Kombination Reactor-Filter-Combination	3~ 480 V, 50 Hz, 16 ... 200 A, IP20	≈ 4 %
3AFD400-xxx.S200	Motordrosseln Motor Reactors	3~ 400 V, 50 Hz, 4 ... 16 kHz, 10 ... 35 A	≈ 2 %
3AFD690-xxx.Sxxx	Motordrosseln Motor Reactors	3~ 690 V, 50 Hz, 2 kHz, 29 ... 124 A	≈ 2 %
3AFS400-xxx	Sinusfilter Sinusoidal Filters	3~ 400 V, 50 Hz, 1,5/3 kHz, 2,5 ... 1000 A	≈ 8 ... 11 %
3AFS400-xxxLVD	Sinusfilter Sinusoidal Filters	3~ 400 V, 120 Hz, 4 kHz, 2,5 ... 50 A	≈ 4 ... 6 %
3AFSAP400-xxx.060	Allpolige Sinusfilter All-Pole Sine Filter	3~ 400 V, 120 Hz, 6 kHz, 2,5 ... 40 A, IP20	≈ 4 ... 6 %
3AFSAP400-xxx.060ULVD	Allpolige Sinusfilter All-Pole Sine Filter	3~ 400 V, 120 Hz, 6 kHz, 8 ... 40 A, IP20	≈ 2.5 %

Tab 1: Übersicht ausgewählter Produktreihen / Tab. 1: Summary of Selected Product Lines