

Reiner Sinus oder verzerrt ?

Zur Erinnerung: Wenn man von 230 V Netzspannung spricht, meint man den „Effektivwert“ der Spannung. Die angeschlossenen, zumeist rein ohm'schen Lasten (Glühlampen, Heizungen, ...) verursachten während vieler Jahre praktisch keine Verzerrungen auf dem Stromnetz.

Durch die allgemeine Zunahme der nicht-linearen Lasten (Schaltnetzteile, Lichtdimmer, Drehzahlregler, Stromsparlampen usw... wird die reine Sinuswelle im Netz jedoch immer seltener. Herkömmliche Messinstrumente zeigen den „Effektivwert“ einer Wechselspannung durch reine Mittelwertbildung an. Bei sauberen sinusförmigen Spannungen ist das auch richtig, bei verzerrten Signalformen kann der Messfehler jedoch schnell bis zu 50% betragen! Besonders heutzutage ist es also empfehlenswert, mit sog. RMS- oder TRMS-Instrumenten zu arbeiten, da sie den Effektivwert einer Spannung oder eines Stroms unabhängig von seiner Kurvenform anzeigen.

RMS - der Effektivwert

Im Englischen steht die Abkürzung RMS (Root Mean Square) für den Effektivwert einer AC-Größe. Per Definition ist der Effektivwert eines Stroms derjenige Wert eines DC-Stroms, der in einem Widerstand dieselbe Erwärmung hervorrufen würde.

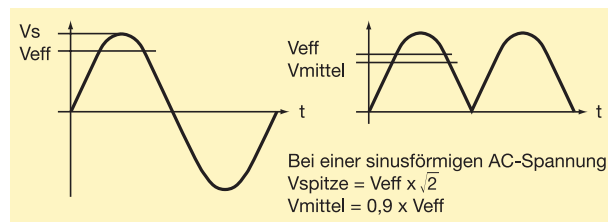
$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2 \cdot dt}$$

Im Sonderfall einer rein sinusförmigen AC-Größe liefert die obige Formel den folgenden Wert.

$$v = V_s \cos \omega t \cdot dt$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_s^2 \cos^2 \omega t \cdot dt} = \frac{V_s}{\sqrt{2}}$$

Dabei ist die Amplitude (der Spitzenwert V_s) der sinusförmigen AC-Größe (Spannung oder Strom) $\sqrt{2}$ mal ihr Effektivwert ($V_s = \sqrt{2} V_{\text{eff}}$). Im industriellen Bereich ist die Kenntnis des Effektivwerts von vorrangiger Bedeutung, besonders Stromstärken sind dadurch definiert.



Für das 230 V, 50 Hz Stromnetz heißt das:
 $V_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$, $V_{\text{spitze}} = 325 \text{ V}$, $V_{\text{mittel}} = 207 \text{ V}$

Bei einem Instrument mit Mittelwertbildung heißt das, dass es nach Gleichrichtung und Filterung den Mittelwert des sinusförmigen AC-Stroms bildet, diesen mit einem Faktor $1/0,9 = 1,111$ multipliziert und als „Effektivwert“ anzeigt. Dieses indirekte Messverfahren ist einfach und für rein sinusförmige AC-Größen sehr genau, aber es akzeptiert nur Verformungen bis zu einigen wenigen Prozent. Bei stärker verformten Signalen muss das RMS-Verfahren benutzt werden. Hier wird die AC-Größe direkt gemessen: entweder durch ein thermisches Verfahren (diese Methode wird meist in Eichlabors verwendet) oder durch schnelle Abtastung der Momentanwerte und anschließende analoge oder digitale Berechnung. Dazu sind allerdings aufwendige elektronische Bauteile nötig (wie z.B. bei den Chauvin Arnoux RMS- und TRMS-Messgeräten).

Spitzenwert - Scheitelfaktor

Für den Scheitelfaktor (Crestfaktor CF) gilt folgende Formel

$$SF = \frac{V_{\text{Spitze}}}{V_{\text{effektiv}}}$$

Zusätzlich zum Effektivwert ist diese Information zu einer AC-Größe nützlich, da sie etwas über dessen Verformung aussagt.

Bei einem sinusförmigen Signal beträgt der Scheitelfaktor $SF = \sqrt{2} = 1,414$

Kennzeichnung und Symbole

Gemäß IEC-Norm 61010-1 bezüglich der elektrischen Sicherheit von Messgeräten müssen diese Geräte mit bestimmten Symbolen gekennzeichnet sein, oder sie in der Anzeige darstellen:

- $\overline{\text{—}}$: Gleichstrom bzw. -spannung. Manchmal auch mit DC bezeichnet (engl. für „Direct Current“)
- $\sim$: Wechselstrom bzw. -spannung. Manchmal auch mit AC bezeichnet (engl. für „Alternative Current“)
- $\approx$: Gleich- und Wechselstromgrößen (AC/DC-Größen)
- $\triangle$: Warnhinweis - In Bedienungsanleitung nachlesen !

IEC 61010-1 600 V CAT III:

Gerätesicherheit erfüllt die IEC-Norm 61010-1 für eine Betriebsspannung von 600 V gegenüber Erde und für die Überspannungskategorie III

- CAT IV: Messungen an der Quelle von Niederspannungsinstallationen.
- CAT III: Messungen an Gebäudeinstallationen.
- CAT II: Messungen an Kreisen, die direkt an Niederspannungsinstallationen angeschlossen sind.
- CAT I: Messungen an Kreisen, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.

$\oplus$: Erdklemme

$\square$: Gerät ist doppelt isoliert

Weitere Symbole und Bezeichnungen

- $\bullet \dots \bullet$: Summer, der akustische Signale abgibt
- $\star$: Anzeigebeleuchtung
- HOLD : Wert wird in der Anzeige gespeichert
- RANGE : Messbereichsumschaltung manuell oder automatisch
- RECORD : Messwertaufzeichnung
- MAX/MIN/AVG : Gemessener Maximalwert, Minimalwert, Mittelwert
- SMOOTH : Messwertglättung (im Allg. über 3 s) um bei schwankenden Signalen eine stabile Anzeige zu erhalten.