# 2.1.4 Kenngrößen von Wechselsignalen

Sachworte: Wechselsignale, Mittelwert, Gleichrichtwert, Effektivwert, Drehspulmesswerk

Gegeben ist in Bild 1 ein periodischer Spannungsverlauf u(t) mit der Periodendauer T und der Amplitude B.

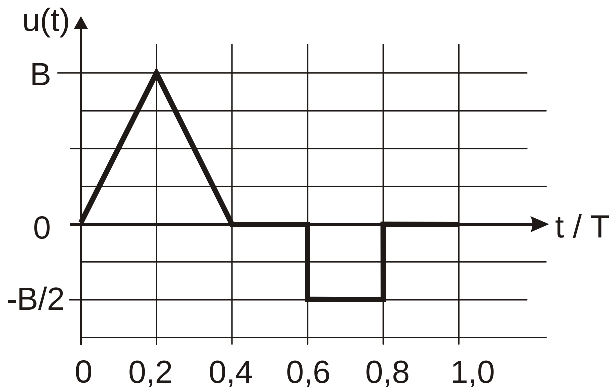


Bild 1

**a) Berechnen Sie in einer allgemein Form die Parameter Mittelwert $U_m$, Gleichrichtwert $U_G$ und Effektivwert $U_{eff}$ von u(t) abhängig von B und T.**

*Bei der Berechnung der Kenngrößen von Wechselsignalen empfiehlt es sich, die zu lösenden Integrale durch geschicktes Ausnutzen der Geometrie der zu integrierenden Signalverläufe, wie z.B. Symmetrieeigenschaften oder Flächeninhalte bekannter geometrischer Formen, mit möglichst geringem Rechenaufwand zu ermitteln.*

*a1)* *Mittelwert* $U_M$

*Die Definitionsgleichung des Mittelwertes lautet:*

$$U_M = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)dt \qquad (1)$$

*Die Geometrie von u(t) zeigt, dass sich der Signalverlauf u(t) im Zeitbereich 0 bis T aus einem Dreieck und im Bereich 0,6T bis 0,8T aus einem konstanten Verlauf u(t) = 0,5B zusammensetzt. Für die restliche Zeit der Periodendauer ist die Spannung u(t) = 0 V.*

*Erinnert man sich an den Flächeninhalt eines Dreieckes und an den eines Rechteckes, so lässt sich das Ergebnis ohne große Rechnung angeben.*

$$U_M = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)dt = \frac{1}{T}\left(2\cdot\left(\frac{1}{2}\cdot 0{,}2\cdot T\cdot B\right) + 0{,}2\cdot T\cdot\left(-\frac{B}{2}\right)\right) = 0{,}1B \qquad (2)$$

*a2)* *<u>Gleichrichtwert</u>* $U_G$

*Die Definitionsgleichung des Gleichrichtwertes lautet:*

$$U_G = \overline{|u|} = \frac{1}{T}\int_0^T |u(t)|\,dt \qquad (3)$$

*Mit der Geometriebetrachtung von a1) und der Überlegung, dass die Betragsbildung für u(t) nur positive Anteile liefert, lautet das Ergebnis:*

$$U_G = \frac{1}{T}\int_0^T |u(t)|\,dt = \frac{1}{T}\left(0{,}2\cdot T\cdot B + 0{,}2\cdot T\cdot\frac{B}{2}\right) = 0{,}3B \qquad (4)$$

*Die Lösung für Gl. (4) ist also bis auf das unterschiedliche Vorzeichen innerhalb des Klammerausdruckes gleich der von Gl. (2) und so lässt sich das Ergebnis ohne große Integralberechnung aus Gl. (2) fast direkt übernehmen .*

*a3)* *<u>Effektivwert</u>* $U_{eff}$

*Die Definitionsgleichung des Effektivwertes lautet:*

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T |u^2(t)|\,dt} \qquad (5)$$

*Die Integration hat über eine volle Periodendauer T zu erfolgen, sodass die folgenden 5 Integrationsintervalle zu betrachten sind:*

1. *t = 0 bis 0,2T*
2. *t = 0,2T bis 0,4T*
3. *t = 0,4T bis 0,6T*
4. *t =0,6T bis 0,8T*
5. *t = 0,8T bis 1,0T.*

*Die Intervalle 3 und 5 liefern wegen u(t) = 0 V keinen Beitrag zum Integral. Im Intervall 4 hat eine Integration über den konstanten Wert* $(A/2)^2$ *zu erfolgen. Wegen der Quadrierung in der Gl. (5) liefert Intervall 2 den gleichen Anteil zum Integral wie das Integral 1.*

$$U_{eff}{}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T |u^2(t)|\,dt = \frac{1}{T}\left(2\cdot\int_0^{0{,}2T} |u^2(t)|\,dt + \int_{0{,}6T}^{0{,}8T} |u^2(t)|\,dt\right) \qquad (6)$$

*Letztlich erfordert nur die Berechnung des Integrals im Intervall 1 Rechenarbeit.*

*Der linear ansteigende u(t)-Verlauf im Intervall 1 lässt sich durch eine Geradengleichung durch den Nullpunkt beschreiben:*

$$u(t) = \frac{B}{0{,}2T}\,t \qquad (7)$$

*Damit sind alle Schritte für eine möglichst einfache und zeitsparende Berechnung des Effektivwertes getan.*

$$U_{eff}{}^2 = \frac{1}{T}\left(2\cdot\int_0^{0{,}2T}\left(\frac{B}{0{,}2\,T}t\right)^2 dt + \left(\frac{B}{2}\right)^2\cdot 0{,}2\,T\right) = \frac{1{,}1}{6}B^2 \qquad (8)$$

$$U_{eff} = \sqrt{0{,}183}\;B = 0{,}43B \qquad (9)$$

**b) Welchen Spannungswert $U_D$ zeigt ein Drehspulmesswerk an, das eine lineare Skale für Gleichspannungen hat und dem ein idealer Gleichrichter zur Betragsbildung |u(t)| vorgeschaltet ist?**

*Drehspulmesswerke zeigen auf Grund ihrer mechanischen Trägheit ab einer bestimmten Frequenz Mittelwerte an. Mit vorgeschaltetem Gleichrichter ist der Ausschlag proportional dem Gleichrichtwert $U_G$.*

$$U_D = U_G = 0{,}43B \qquad (10)$$