

2.6 Energiesignale und Leistungssignale

Um diese Unterscheidung anschaulich zu machen, stelle man sich zunächst ein Stromsignal

$$x(t) = i(t)$$

vor. Dieser Strom $i(t)$ fließe durch einen Widerstand von 1 Ohm. Er setzt an diesem Widerstand eine elektrische Leistung um (Der Widerstand wird warm) und man kann seine elektrische Energie an diesem Widerstand messen: Es ist

$$\int_{-\infty}^{\infty} i^2(t) \cdot 1 \cdot dt \quad (2.26)$$

die (Gesamt-)Energie, die im Stromsignal $i(t)$ enthalten ist und

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} i^2(t) \cdot 1 \cdot dt \quad (2.27)$$

die mittlere Leistung bezogen auf das (unendlich große) Zeitintervall der Länge $T \rightarrow \infty$. Abhängig vom konkreten Verlauf $i(t)$ des Stromsignals, d.h. abhängig vom Verlauf der Zeitfunktion $i(t)$ wird (2.26) oder (2.27) einen endlichen Wert haben. Ist (2.26) endlich, dann heißt ein solcher Stromverlauf $i(t)$ ein **Energiesignal**. Entsprechend nennt man ein Stromsignal $i(t)$, dessen mittlere Leistung (2.27) endlich ist, ein **Leistungssignal**.

In Verallgemeinerung dieser Vorstellung hat man für beliebige Signale definiert:

- die **Energie**

$$E_x = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt \quad (2.28)$$

- die **mittlere Leistung**

$$P_x = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} |x(t)|^2 dt. \quad (2.29)$$

Hinweis:

Wenn $x(t)$ eine reelle Zeitfunktion ist, können die Betragsstriche entfallen. Die Betragsbildung ist nötig, wenn man z.B. auch die in 2.1 behandelte komplexe Exponentialfunktion einbeziehen will.

Ausgehend von diesen Definitionen bezeichnet man

- ein Signal als **Energiesignal**, wenn die Bedingung erfüllt ist

$$\textbf{Energiesignal } x(t): E_x < M < \infty \quad (2.30)$$

- ein Signal als **Leistungssignal**, wenn gilt

$$\textbf{Leistungssignal } x(t): 0 < P_x < M < \infty \quad (2.31)$$

wobei M eine endliche positive Zahl ist.

Wenn für ein Signal $x(t)$ die Bedingung (2.30) erfüllt ist, $x(t)$ also ein Energiesignal ist, so ist seine mittlere Leistung P_x gleich Null.

Dagegen übersteigt die Energie eines Leistungssignals alle Grenzen! Ein Leistungssignal ist ein Dauersignal $x(t)$ mit endlichem Wert P_x .