

Clock und Reset Generierung

Takterzeugung - Oszillatoren

Im digitalen Zeitalter kommt den Oszillatoren und Frequenzsynthesizern eine zentrale Rolle in der Schaltungstechnik zu.

Ohne Taktsignal läuft kein Prozessor, ohne Bittakt erfolgt kaum eine Datenübertragung. Analoge Signale werden heutzutage so rasch wie möglich digitalisiert, um sie dann in einem Prozessor weiterverarbeiten zu können. Die Genauigkeit und die Stabilität der erzeugten Frequenzen sind entscheidend für die Abtastung und Weiterverarbeitung der Signale. Mit der zunehmenden Bandbreite in der mobilen Datenübertragung werden auch die aufzubereitenden Frequenzen laufend höher.

Ein Verständnis für die Funktion und den Entwurf von Oszillatoren zu entwickeln gehört zu den schwierigeren Herausforderungen in der Elektronik. Neben Kenntnissen der Schaltungstechnik sind zusätzlich Grundlagen aus der Regelungstechnik und der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) vonnöten.

Daher ist es auch angebracht, hier in der allgemeinen Betrachtung den folgenden Wunsch auszusprechen:

“May your oscillators always oscillate, and your amplifiers always amplify.“

Grundlagen

Ein Oszillator ist eine elektrische Schaltung, welche eine ungedämpfte, elektrische Schwingung mit konstanter Frequenz und Amplitude erzeugt.

Klassifizierung von Oszillatoren

Nach der Art der Schwingungserzeugung:

- Rückkopplungsozillatoren
- Relaxationsozillatoren (Gesteuerte Ladung und Entladung eines Kondensators)
- NIC Oszillatoren (Entdämpfung eines Resonanzkreises mit einer negativen Impedanz)
- Digitale Erzeugung der Kurvenform

Der Form des Ausgangssignals nach:

- Sinusgenerator
- Rechteckgenerator
- Sägezahn, Dreieckgenerator, ...

Nach der Art der frequenzbestimmenden Bauteile

- RC Oszillator
- LC Oszillator
- Quarz-, Keramik-Oszillator
- Delay Line Oszillator

Nach den aktiven Bauelementen

- Operationsverstärker

- Komparatoren
- Digitale Logikgatter
- Transistoren, Dioden mit negativem Widerstand

Eine weitere mögliche Klassifizierung ist die Unterscheidung von

- Oszillatoren mit konstanter Frequenz (Frequenz-, Zeitnormale)
- Gesteuerte Oszillatoren (Modulatoren, VCO)

Einflußfaktoren auf den Entwurf der Oszillatoren

- Temperaturabhängigkeit
- Speisespannungsabhängigkeit
- Alterungsabhängigkeit

Wichtige Kennwerte

- Frequenzkonstanz
- Amplitudenkonstanz
- Spektrale Reinheit (Klirrfaktor, THD)

Klirrfaktor

Für Sinusoszillatoren ist die spektrale Reinheit des Ausgangssignals von entscheidender Bedeutung. Der hierbei verwendete Kennwert ist der Klirrfaktor. Er beschreibt das Verhältnis der Oberwellen zur Grundwelle plus Oberwellen als Effektivwert.

$$k_{ges} = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + \dots}}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + \dots}}$$

Der Wert von k_{ges} ist immer eine dimensionslose Größe < 1 . Sie wird in Prozent oder Promille angegeben.

Im Englischsprachigen wird der Begriff der „total harmonic distortion verwendet“ (THD) und verkörpert die nachfolgende Näherung, welche für Klirrfaktoren $< 3\%$ anwendbar ist.

$$k_{ges} = THD = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + \dots}}{\sqrt{u_1^2}} = \sqrt{\frac{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + \dots}{u_1^2}}$$

|

Die Ermittlung des Klirrfaktors erfolgt in der Praxis durch eine Spektralanalyse, bzw ein Klirrfaktormeßgerät.

Bei einer Simulation mit SPICE (dh LTSpice) kann der Klirrfaktor direkt über eine .FOUR-Anweisung bestimmt werden. Bei LTSpice ist dazu eine Transientenanalyse mit eingeschalteter Fourier-Analyse durchzuführen.

Hinweise zur Ermittlung des Klirrfaktors mit LTSpice können den nachfolgenden Links entnommen werden.

Quellenhinweise:

- (1) LT Spice tutorial: <http://eecs.oregonstate.edu/education/docs/ece323/Appendix.pdf>
- (2) <http://www.audio-perfection.com/spice-ltspice/distortion-measurements-with-ltspice.html>