

Vibrationsanalyse einer Schleifmaschine

Signalverarbeitung / Betreuer: Prof. Dr. Daniel von Grünigen, Ivo Oesch

Experte: Peter Richli

Projektpartner: Elaso AG, Zuchwil

Bei der Herstellung von mechanischen Teilen hoher Präzision ist der Arbeitsgang des Schleifens von entscheidender Bedeutung. Um eine gleichbleibend hohe Qualität des Schleifergebnisses zu gewährleisten, ist es notwendig, die Schleifscheibe während des Betriebes auszuwuchten. Die dafür eingesetzten Auswuchtsysteme benötigen als Grundlage für den Auswuchtvorgang einen präzisen Messwert der aktuellen Unwucht. Es ist das Ziel dieser Arbeit, ein Messsystem zu entwickeln, welches das analoge Ausgangssignal eines Vibrationssensors digital zu einem genauen und stabilen Messwertsignal verarbeitet.

Einleitung

Auswuchtsysteme zur Qualitätssteigerung werden in der Schleiftechnik bereits seit langem erfolgreich eingesetzt. Die dafür verwendeten Messsysteme wurden hierbei häufig mittels analoger Elektronik aufgebaut. Obwohl diese analogen Systeme sehr zuverlässig und präzise funktionieren, bringen sie einige Nachteile mit sich. Unter anderem sind dies das grössere Bauvolumen, die Notwendigkeit des Einsatzes von temperaturstabilisierten diskreten Komponenten, der höhere Aufwand bei der Fertigung (Abgleicharbeiten) und Alterungserscheinungen bzw. Drifteffekte, welche die Messgenauigkeit verschlechtern. Ein weiterer gewichtiger Nachteil ist, dass analoge Filter höherer Ordnung bei den tiefen Arbeitsfrequenzen in der Auswuchttechnik (max. 200 Hz) nur schwierig realisierbar sind. Die digitale Signalverarbeitung hingegen kann auch bei diesen tiefen Arbeitsfrequenzen erfolgreich eingesetzt werden. Die bestehenden analogen Messsysteme sollen daher durch ein Messsystem ersetzt werden, welches auf der digitalen Signalverarbeitung beruht.

Anforderungen

Zur Messung der Maschinenschwingungen wird ein Beschleunigungssensor eingesetzt, der auf der Schleifmaschine montiert wird. Das zu entwickelnde Messsystem soll in der Lage sein, das analoge Ausgangssignal dieses hochpräzisen Beschleunigungssensors zur Messgrösse «Schwingweg» zu verarbeiten. Der Schwingweg ist hierbei definiert als Spitze-Spitze-Wert der Schwingbewegung, welche vom Scheibenmittelpunkt ausgeführt wird. Diese Schwingbewegung nimmt der Mensch als Vibration wahr. Der Schwingweg hat hierbei eine übliche Grössenordnung von 0.1 Mikrometern bis zu einigen zehn Mikrometern. Die Frequenz der Schwingbewegung liegt je nach Maschinendrehzahl im Bereich von 5 Hz bis 200 Hz. Die Anforderungen an den tolerierten maximalen Schwingweg liegen je nach Einsatzgebiet bei 0.1 μm bis zu 1 μm . Zusammengefasst gilt es also, die Beschleunigung, welche von einer Schwingung mit einer Spitze-Spitze-Auslenkung von 0.1 μm bis 50 μm bei einer Frequenz von 5 Hz bis 200 Hz

erzeugt wird, messtechnisch zu erfassen und daraus den Schwingweg zu berechnen.

Realisierung

Das nötige Messsystem wurde in zwei Teilaufgaben gegliedert: Erstens die Entwicklung einer analogen Vorverarbeitung, welche das sehr kleine Sensorsignal verstärkt, amplituden- und bandbegrenzt und anschliessend mit einem 24-Bit Sigma-Delta ADC digitalisiert. Die zweite Teilaufgabe beinhaltet die Entwicklung der gesamten digitalen Signalverarbeitung, die auf einem Floating Point DSP ausgeführt wird. Eine besondere Anforderung ist die variable Eingangsfrequenz. Damit die digitalen Filter immer optimal auf die Eingangsfrequenz angepasst sind, wird ein FIR-Bandpassfilter eingesetzt, dessen Filterkoeffizienten bei Änderungen der Eingangsfrequenz auf dem DSP automatisch neu berechnet werden. Aus dem gefilterten Eingangssignal wird anschliessend der Schwingweg berechnet und auf einem Display dargestellt.



Marco Beffa

