

Vergleich zwischen einem PI-Drehzahl- und einem PI-Zustandsregler zur aktiven Dämpfung mechanischer Schwingungen

Dipl.-Ing. Jochen Faßnacht, Technische Universität Darmstadt, Institut für Stromrichtertechnik und Antriebsregelung

Prof. Dr.-Ing. Peter Mutschler, Technische Universität Darmstadt, Institut für Stromrichtertechnik und Antriebsregelung

Problemstellung

Ungedämpfte oder nur schwach gedämpfte mechanische Schwingungen stellen in der Antriebstechnik ein großes Problem dar, da sie im schlimmsten Fall zur Beschädigung der Anlage und zu einem unbrauchbaren Regelverhalten führen können. Aber auch falls die Schwingungen noch tolerabel klein sind, so ist der Drehzahlverlauf doch schlechter und der Verschleiß höher als ohne diese Schwingungen. In dieser Veröffentlichung soll diese Problematik bei Servo-Systemen, also bei sehr hohen Dynamik- und Präzisionsanforderungen erläutert werden und es sollen Verfahren zur effektiven Schwingungsdämpfung aufgezeigt werden.

Beschreibung der Regelstrecke

Als Strecke wird hier ein mit einer Arpex-Kupplung verbundener Maschinensatz aus einer Servo-Asynchronmaschine und einer Gleichstrom-Lastmaschine verwendet. Dieses System bildet einen schwach gedämpften mechanischen Dreimassenschwinger mit Resonanzfrequenzen bei 390 Hz und 860 Hz wie in der folgenden Abbildung dargestellt:

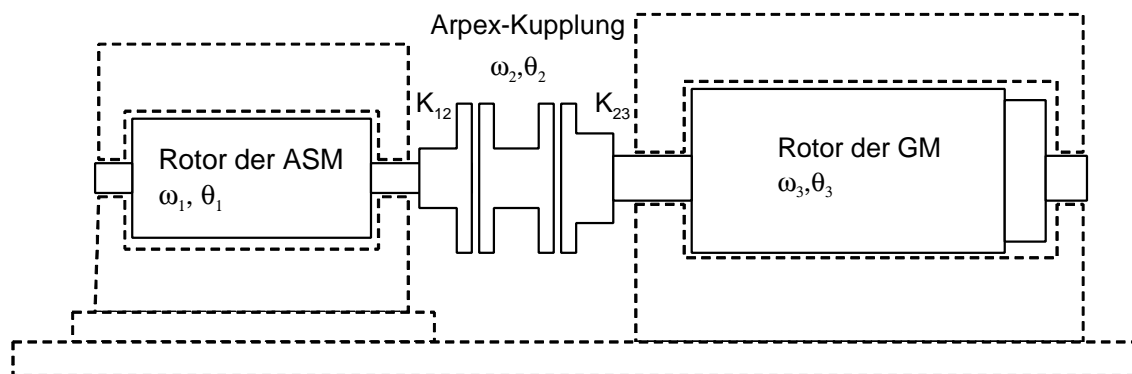


Abb.1: mechanische Strecke des Systems

Stand der Technik und neuer Lösungsansatz

Zur Regelung dieser Strecke kann ein PI-Drehzahlregler zur aktiven Schwingungsbedämpfung eingesetzt werden. Als Messgröße wird die mit einem speziellen Beobachter aus der gemessenen Lage und Beschleunigung nachgebildete Drehzahl verwendet. Dieser Regler ist aufgrund seiner einfachen Auslegung der wohl gängigste Drehzahlregler in der aktuellen Antriebstechnik. Aufgrund der begrenzten Einstellmöglichkeiten dieses Reglertyps ist es aber nicht möglich, gezielt die Dämpfung und Regeldynamik vorzugeben. Die Strecke und hier besonders das Verhältnis der Massenträgheiten haben einen entscheidenden

Einfluss auf das Verhalten der Drehzahlregelung. In der endgültigen Veröffentlichung wird dies noch genau erläutert und mit Simulations- und Messergebnissen vom Teststand untermauert werden.

Eine weit bessere Lösung stellt allerdings die Verwendung eines Zustandsreglers für den gesamten Dreimassenschwinger dar. Hier kann die Dynamik und die Dämpfung des Systems in weiten Bereichen und vor allem deutlich größer als beim PI-Drehzahlregler vorgegeben werden. Begrenzend tritt hierbei hauptsächlich die Stellgrößenbeschränkung auf, was allerdings beim Entwurf berücksichtigt werden kann. Nachteilig sind beim Zustandsregler der deutlich kompliziertere Entwurf und die nötige genaue Kenntnis der Streckenparameter. Es wird außerdem ein Beobachter zur Nachbildung der Streckenzustände benötigt. Dies soll alles in der Veröffentlichung noch genauer erläutert und eine geeignete Vorgehensweise zur Reglerauslegung angegeben werden. Die folgende Darstellung zeigt den Zustandsregler mit der Regelstrecke aber ohne den Beobachter als Strukturbild:

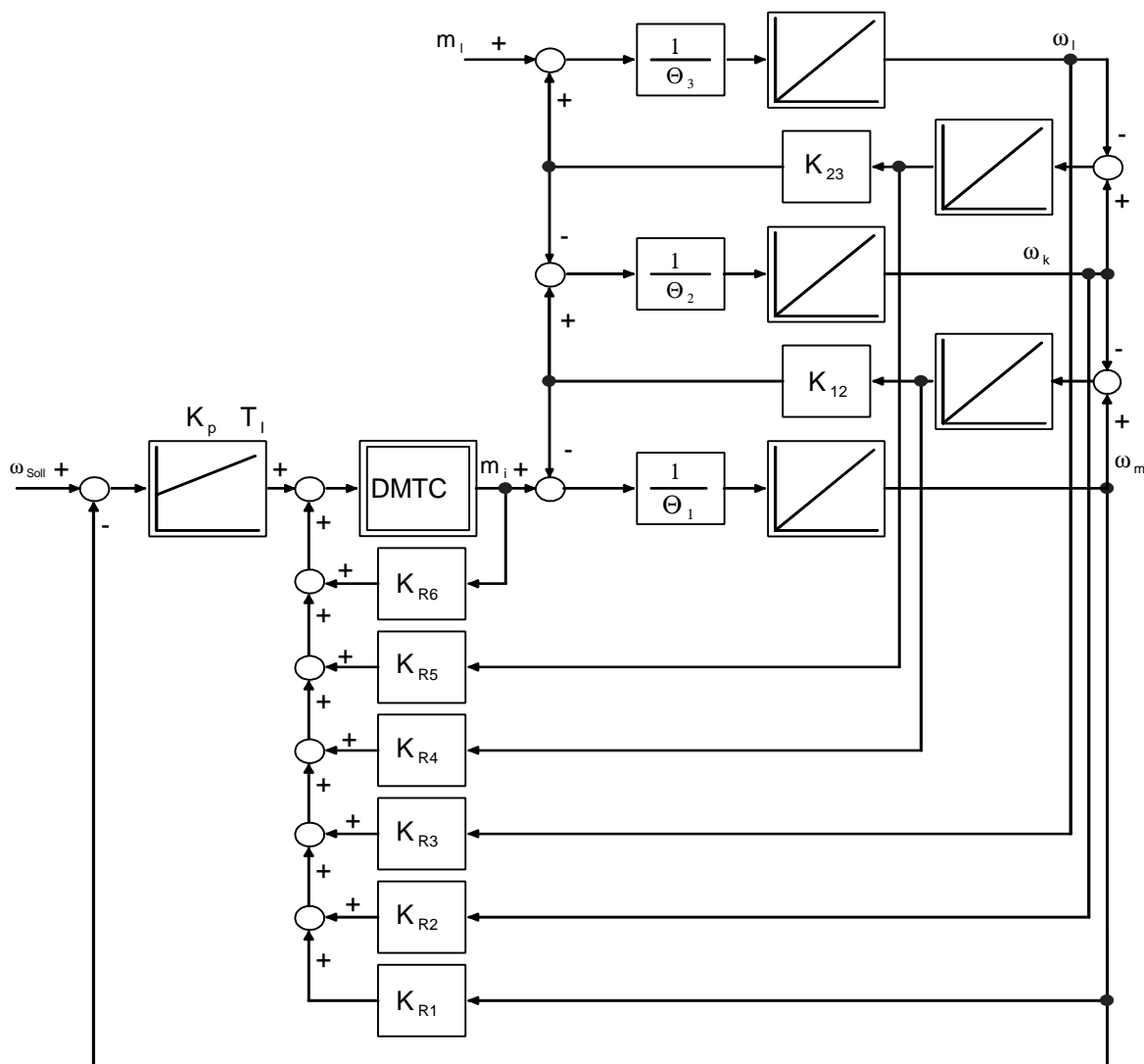


Abb. 2: Zustandsregler

Die oben kurz erläuterten Systeme wurden sowohl in der Simulation als auch am Teststand erfolgreich untersucht. Hierbei zeigte sich deutlich die Leistungsfähigkeit des Zustandsreglers.

Einsatzbereiche und Betriebserfahrungen

In der Endfassung der Veröffentlichung wird dies dann genau mit Messungen und Simulationen belegt werden und es soll ein abschließender Vergleich der beiden Regler vorgenommen und anwendungs- und streckenspezifische Hinweise zur Problematik der Reglerauslegung zur aktiven Schwingungsdämpfung und der Ermittlung ausreichend genauer und dynamischer Messwerte gegeben werden. Mit diesem Konferenzbeitrag soll gezeigt, werden dass es auch möglich ist, Schwingungen mit höheren Resonanzfrequenzen, wie sie z.B. in Servo-Systemen auftreten, erfolgreich aktiv zu dämpfen.