

Deutsche Kurzfassung der Dissertation „Fault-Tolerant Internal Model Control“

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Regelung mechatronischer Systeme unter dem Einfluss von Fehlern, die durch Verschleiß, Alterung oder unerwünschte externe Einwirkungen entstehen. Das Wissen über potenzielle Fehler kann dazu verwendet werden, Regler derart zu entwerfen, dass die wichtigen Eigenschaften eines Regelkreises auch im Fehlerfall nicht verloren gehen. Diese Idee wird im Forschungsgebiet der *fehltoleranten Regelung* untersucht.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer fehlertoleranten Regelung, welche die Anforderungen im Automobilbereich erfüllt. Die Regelstrecken in diesem Bereich besitzen überwiegend eine nichtlineare Dynamik, einen oder mehrere Eingänge mit Amplitudenbegrenzung und einen oder mehrere Ausgänge. Da die Anforderungen an die Dynamik des geschlossenen Regelkreises hoch sind, müssen die Regelstrecken oft im Bereich der Stellgrößenbeschränkungen betrieben werden. Zusätzlich dürfen Regelalgorithmen nicht zu aufwändig sein, weil die verfügbare Rechenleistung auf Steuergeräten begrenzt ist. Die relevanten Fehler reichen vom konstanten Versatz eines Messwertes und einer Änderung der Streckendynamik bis hin zu einem klemmenden Stellglied.

Die fehlertolerante Regelung, die in dieser Arbeit entwickelt wird, basiert auf dem Konzept der nichtlinearen IMC-Regelung. Da Stellgrößenbeschränkungen bei der fehlertoleranten Regelung der betrachteten Systemklasse eine wichtige Rolle spielen, besteht das erste Hauptergebnis dieser Arbeit darin, die Theorie zur Sollwertfolge im nichtlinearen IMC-Regelkreis diesbezüglich zu erweitern. Auf Basis dieser Erweiterung wird systematisch ein IMC-Regelkreis für nichtlineare Ein- und Mehrgrößensysteme mit Stellgrößenbeschränkungen entwickelt.

Das zweite Hauptergebnis der Arbeit ist die Erweiterung der nichtlinearen IMC-Regelung zur *fehltoleranten IMC-Regelung (FTIMC)*. Es wird gezeigt, dass das Konzept der FTIMC die Stabilität des Regelkreises und die Sollwertfolge im Regelkreis auch im Fehlerfall aufrechterhält. Eine Klasse von Fehlern wird definiert, für die das FTIMC-Konzept mit geringen Anforderungen an die Rechenleistung im Steuergerät umgesetzt werden kann.

Das dritte Hauptergebnis ist der Nachweis der Eignung des entwickelten Konzepts für Systeme im Automobilbereich. Hierfür wird das FTIMC-Konzept zum einen für die fehlertolerante Regelung des Saugrohrdrucks vor einem Verbrennungsmotor eingesetzt und zum anderen für das zweistufig turboaufgeladene Luftsystem eines Dieselmotors mit Abgasrückführung.