

Kurzfassung

Mechatronische Systeme werden seit einigen Jahren in vielen Bereichen des täglichen Lebens eingesetzt. Allerdings befindet sich die Disziplin „Mechatronik“ historisch gesehen noch in ihrer Anfangsphase. Zukünftige mechatronische Systeme werden wegen der rasanten Entwicklung der Informationstechnik zunehmende „Intelligenz“ besitzen.

Entwicklungsziel zukünftiger mechatronischer Systeme ist nicht nur Funktionssteigerung. Auch die Sicherheit und Zuverlässigkeit gewinnen zunehmende Bedeutung. Mit anderen Worten: Moderne intelligente mechatronische Systeme sollten die Fähigkeit zur Selbstdiagnose ihres Gesundheitszustands – sogar zur Selbstheilung – aufweisen, mit dem Ziel, das System solle bei bekannter Zuverlässigkeitsanforderung schließlich einen reglergestützten autonomen Betrieb erreichen.

Die vorliegende Arbeit führt anhand des Beispiels einer permanenterregten Synchronmaschine den Gedanken zur Bewertung des Gesundheitszustands eines relativ einfachen mechatronischen Systems und deren zuverlässigkeitsbasierte Regelung detailliert aus. Für das ganzheitliche Konzept zur Diagnose und Regelung wird ein Drei-Schicht-Design genutzt.

Das Diagnosesystem umfasst Monitoring, Identifikation und Prognose. Zur Prognose des Systemzustands werden Schädigungsmodelle der Komponenten verwendet. Die Schädigungsmodelle basieren auf physikalischen Schädigungsmechanismen und auf statistischen Daten der Komponenten. Aus den verschiedenen Belastungen (thermisch, mechanisch, chemisch, elektrisch usw.) lässt sich die Schadensakkumulation ermitteln und daraus ein Gesundheitszustand des Systems bestimmen. Parallel dazu werden Fehlermonitoring und -identifikation als grundlegende Sicherheitsfunktionen weiterhin beibehalten. Insbesondere auf stochastische Ereignisse kann beispielsweise eine Grenzwertüberwachung viel schneller als eine Fehlerprognose reagieren. Die Zusammenstellung von Fehlermonitoring, -identifikation und -prognose liefert eine vollständige Gesundheitsbeschreibung des Systems. Mit dieser Information lässt sich die Systemregelung optimieren, d. h. sowohl der Regler selbst als auch der gewünschte Betriebspunkt können angepasst werden. Um einen einstellbaren fehlertoleranten Regler einsetzen zu können, wird der Regler modellbasiert, evtl. mit Adaption aufgebaut. Ein robuster passiver Regler dient als Basisregelung im gesamten Regelkreis. Der zuverlässigkeitsbasierte Regler ist die übergeordnete Regelung. Dieser arbeitet anhand des Gesundheitszustands des Systems und nutzt das Prinzip von Fuzzy Control. Die maximale Belastung des Systems wird optimal eingestellt, um die systemische „Health Rate“ möglichst im normalen Bereich einzuregulieren. Das System wird vor sich selbst intelligent geschützt. Auf diese Weise lassen sich die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Systems beibehalten oder sogar erhöhen.