

ELEGANT FUNKTION SIMULIEREN UND AUTOMATISCH CODE GENERIEREN

Betrieben mit Erdgas, Biogas oder anderen gasförmigen Begleitstoffen, dienen Anlagen des Tiroler Unternehmens GE Jenbacher der dezentralen Strom- und Wärmeenergieerzeugung direkt am Ort des Bedarfs – sicher und wirtschaftlich durch maximale Leistungsausnutzung in allen Betriebszuständen, ermöglicht durch zukunftsweisende Motorregler. Im Bestreben, nicht nur die Steuerungstechnik, sondern vor allem auch die Entwicklung zunehmend mehr zu automatisieren, nutzt der Verbrennungsmotoren-Spezialist bereits seit längerem moderne Simulations-Tools zum Reglerentwurf. Bei den Automatisierungskomponenten setzt man auf Hard- und Software des oberösterreichischen Herstellers B&R. Mit dessen Programm »Automation Studio Target for Simulink« lässt sich der via Simulation automatisch generierte Programmier-Code direkt in das Zielsystem übernehmen. Das ermöglicht Entwicklung in Rekordzeit, minimiert die Testphasen am Motorenprüfstand und verkürzt die Time-to-Market erheblich. Von Mag. Andreas Enzenbach

Tiroler Gasmotoren-Hersteller setzt auf modernes Automatisierungssystem mit Simulationsmöglichkeit und automatischer Codegenerierung

In Österreich kommt der Strom aus der Steckdose, hinter der ein zuverlässiges Leitungsnetz und ein Kraftwerksverbund eine sichere Stromversorgung gewährleisten. Das ist nicht überall so. In vielen Teilen der Welt können sich Verbraucher nicht auf eine ausreichende Versorgung aus dem Netz verlassen und müssen die benötigte Energie lokal erzeugen. Zugleich verpuffen gasförmige Energieträger ungenutzt in die Atmosphäre, von Erdölbegleitgas, das bei der Rohölgewinnung austritt und abgefackelt wird, über Deponie- und Grubengas aus Kohlebergwerken bis hin zu den Ausscheidungen von Nutztier. Angesichts des wachsenden Energieverbrauchs und eines zunehmenden Drucks, dem Klimawandel entgegenzuwirken, ein großes Potenzial. GE Jenbacher hat pas-

sende Produkte für diesen Markt, denn die Gasmotorensparte von GE Energy mit Sitz im österreichischen Jenbach zählt zu den weltweit führenden Herstellern von Gasmotoren, Generatoren-Sets und Blockheizkraftwerken. Das Besondere: Die seit mehr als 50 Jahren in Jenbach erzeugten Motoren können sowohl mit Erdgas als auch mit verschiedenen Bio- und Sondergasen aus Landwirtschaft, Bergbau, Industrie oder Abfallwirtschaft betrieben werden. Seine führende Position verdankt GE Jenbacher dem Umstand, dass sich das Unternehmen als einziges in der Branche ausschließlich auf Gasmotoren konzentriert. Heuer wird von Tirol aus in 60 Länder geliefert, wobei die Anlagen einerseits dort für die dezentrale Energieversorgung sorgen, wo Strom und Wärme benötigt werden, und andererseits dafür, dass auch gasförmiger Abfall mit verhältnismäßig geringem Brennwert einer sinnvollen Nutzung zugeführt wird. Dies hilft die Abhängigkeit von knappen und teils mit erheblichem Aufwand zu transportierenden anderen Treibstoffen (wie Erdöl, Erdgas, Diesel) etwas zu reduzieren. Eingebettet ist das ca. 1.500 Mitarbeiter beschäftigende Unternehmen als Sparte von GE Energy in den General Electric-Konzern. Zu den sogenannten »ecomagination«-Produkten, mit denen GE neue Technologien zur Bewältigung wichtiger ökologischer Herausforderungen fördert, gehören auch die Jenbacher Gasmotoren.



Herausforderung Lastwechsel

„Für die Verwendung von Gasmotoren sprechen hauptsächlich wirtschaftliche Überlegungen“, weiß Automatisierungsentwickler Ing. Michael Waldhart. „Zwar haben Diesellaggregate bessere Lastaufnahmefähigkeit, aber der Treibstoff ist verhältnismäßig teuer. Zudem können GE Jenbacher Gasmotoren Gase verbrennen, die sonst nutzlos verpuffen würden.“ Die Herausforderung, speziell im Inselbetrieb, ist der oftmals heftige Lastwechsel. Plötzliches Zuschalten zahlreicher elektrischer Verbraucher führt zu einer Erhöhung des Widerstandes, den der Generator dem Motor entgegenbringt, und dadurch zum Absinken der Motordrehzahl. Ohne Gegenmaßnahmen wäre die Folge eine Veränderung der Frequenz der abgegebenen Spannung. Ein unerwünschter Effekt, denn bei zu großer Abweichung müsste die Anlage zur Vermeidung von Schäden an den Verbrauchern abgeschaltet werden und wäre nutzlos. Ziel der Regelungstechni-

ker ist daher, diese lastabhängigen Drehzahlschwankungen möglichst gering zu halten und schnell auszugleichen, einerseits um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, andererseits um die zulässigen Zuschaltleistungen pro Einheit und damit die Wirtschaftlichkeit für den Betreiber zu maximieren. „Hier reichen die klassischen Methoden der Regelungstechnik, etwa mit PID-Reglern, nicht mehr aus“, erklärt Ing. Michael Waldhart weiter. „Wir bedienen uns zukunftsweisender Regler wie Fuzzy-Regler oder H ∞ -Regler, die wir bei GE Jenbacher modellbasiert entwerfen.“ Dabei handelt es sich um Reglerarchitekturen, die zum einen eine größere Komplexität an Ein- und Ausgangsgrößen verarbeiten können, zum anderen über einen großen Arbeitsbereich Stabilität garantieren. Das ist auch deshalb erforderlich, weil bei hoher Auslastung der Bereich, in dem der Motor optimal arbeitet, sehr schmal ist. Fuzzy-Regler etwa arbeiten mit »

ker ist daher, diese lastabhängigen Drehzahlschwankungen möglichst gering zu halten und schnell auszugleichen, einerseits um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, andererseits um die zulässigen Zuschaltleistungen pro Einheit und damit die Wirtschaftlichkeit für den Betreiber zu maximieren. „Hier reichen die klassischen Methoden der Regelungstechnik, etwa mit PID-Reglern, nicht mehr aus“, erklärt Ing. Michael Waldhart weiter. „Wir bedienen uns zukunftsweisender Regler wie Fuzzy-Regler oder H ∞ -Regler, die wir bei GE Jenbacher modellbasiert entwerfen.“ Dabei handelt es sich um Reglerarchitekturen, die zum einen eine größere Komplexität an Ein- und Ausgangsgrößen verarbeiten können, zum anderen über einen großen Arbeitsbereich Stabilität garantieren. Das ist auch deshalb erforderlich, weil bei hoher Auslastung der Bereich, in dem der Motor optimal arbeitet, sehr schmal ist. Fuzzy-Regler etwa arbeiten mit »



Mit den dezentralen Biogasanlagen von GE Jenbacher profitieren die Verbraucher von kürzeren Bereitstellungswegen und mehr Unabhängigkeit von zentralen Netzbetreibern.

sogenannten »unscharfen Mengenangaben« und verknüpfen diese mit logischen Regeln, um sie dann wieder in scharfe Stellbefehle umzuwandeln. Diese gehen an mehrere Aktuatoren pro Regler, etwa die Drosselklappe, die Gasdosiereinrichtung oder das Umblaseventil für den Turbolader.

Rapid Prototyping mit Tradition

Die Steuerungssysteme in den Gaskraftwerken von GE Jenbacher sind von B&R. Typischerweise arbeiten kundenspezifisch angepasste »PP450 Power Panels« als Steuer- und Visualisierungseinheit über Powerlink verbunden mit zwei »X20«-Systemen mit insgesamt etwa 110 digitalen und analogen Ein- und Ausgängen. Dazu kommt ein IPC vom Typ »APC 620«, auf dem zur Verarbeitung der Daten aus abgesetzten Quellen ein »WinServer« läuft. Bevor die neu entwickelten Regler jedoch auf der Zielhardware ihre Tätigkeit entfalten dürfen, werden sie an einem Simulationsmodell des Motors getestet. „Bereits seit einigen Jahren verwenden wir unterschiedliche High- und Lowlevel-Motormodelle, die wir in den Simulationstools »Matlab« und »Simulink« des US Herstellers The Mathworks erstellt haben“, berichtet Ing. Michael Waldhart. „Damit können wir eine Vorauswahl bzw. eine Vorbestimmung der erfolgversprechendsten Reg-

stand nur noch zu verifizieren ist. Das wiederum sichert GE Jenbacher einen technologischen Vorsprung gegenüber Mitbewerbern, die den einmaligen Aufwand der Simulationsmodellerstellung scheuen und dadurch an traditionellere Entwicklungsmethoden gebunden bleiben.

„»Simulink« unterstützt das Rapid Prototyping durch zahlreiche Toolboxes für den Reglerentwurf“, geht Ing. Michael Waldhart ins Detail. „Das erspart uns die Notwendigkeit, die Modellierung von Grund auf selbst zu programmieren, und damit eine Menge Entwicklungszeit.“ Zudem ist bei Rapid Prototyping normalerweise das Zielsystem ein anderes als das, welches an der tatsächlichen Maschine verwendet wird, was zusätzlichen Portierungsaufwand bedeutet. Im Fall der automatischen Codegenerierung bei B&R sind das Rapid-Prototyping-Zielsystem und die Zielhardware in der echten Anlage für den Kunden identisch, so dass die Prototypentests noch aussagekräftiger werden. „Darüber hinaus ist das Streckenmodell auch für »Hardware-in-the-Loop«-Simulationen, also die Emulation des Anlagenverhaltens unter Echtzeitbedingungen auf der tatsächlich verwendeten Steuerungshardware, geeignet“, weiß Philipp Wallner, bei B&R für die Automatische Codegenerierung zuständig. „Das sorgt für eine weitere Steigerung der Ergebnissicherheit.“

Automatische Codegenerierung

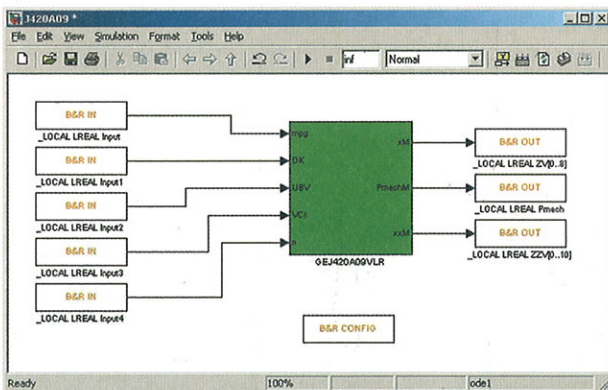
Mittels automatischer Codegenerierung kann aus dem Simulationsmodell in »Simulink« automatisch C-Code generiert werden. Allerdings war es in der Vergangenheit nötig, den so entstandenen Code manuell in die Software für das Zielsystem zu integrieren. Das stellt nicht nur einen zeitlichen Aufwand von etwa eineinhalb Stunden pro Einzelfall dar, sondern birgt auch immer die Gefahr von Übertragungsfehlern. Im Bestreben, nicht nur die Steuerungstechnik, sondern vor allem auch die Entwicklung zunehmend mehr zu automatisieren, schuf B&R ein Programm zur automatischen Übernahme des von »Simulink« generierten Codes im Engineering-System »Automation Studio«. Unter der Bezeichnung »B&R Automation Studio Target for Simulink« ist das Softwareprodukt seit Oktober 2008 verfügbar, und GE Jenbacher gehört zu den begeistertesten Anwendern der ersten Stunde. Ein komplexer modellbasierter Fuzzy-Regler, als Teil der Kooperation von GE Jenbacher mit der TU Wien in Form einer Dissertation entwickelt, wurde erstmals mit dieser Methode bereits im Dezember desselben Jahres realisiert. „Mit klassischer Programmierung müssen für die Realisierung komplexer modellbasierter Regleralgorithmen mehrere Wochen eingeplant werden, sie sind daher kaum wirtschaftlich zu entwickeln“, weiß Ing. Michael Waldhart. „Mittels Modellierung in »Simulink« und automatischer Codegenerierung durch »Automation Studio Target for Simulink« reduziert sich diese Zeit auf wenige Tage, sodass wir viel schneller neueste wissenschaftliche Erkenntnisse für unsere Kunden nutzbar machen können.“

Ausblick

Einen zukünftigen Nutzen für die innovativen Techniker von GE Jenbacher zeigt die Simulationstechnik in einem Bereich, in dem man sie gar nicht vermutet: der Instandhaltung. Ein so genanntes »Beobachtersystem« auf Basis der Simulation läuft auf dem B&R-Zielsystem permanent parallel mit und liefert so ständig Soll-Werte, die mit den Ist-Werten der Anlage verglichen werden und dadurch eine solide Grundlage für zustandsabhängige Wartung liefern. Damit der Strom aus GE Jenbacher Anlagen niemals ausgeht, wenn er benötigt wird.

Zum Autor: Mag. Andreas Enzenbach ist Manager Communications and Marketing bei B&R.

INFOLINK: www.br-automation.com



Ing. Michael Waldhart, Entwicklungsingenieur bei GE Jenbacher: „Mit Simulation in »Matlab« sowie »Simulink« und automatischer

Codegenerierung im »B&R Automation Studio« verkürzt sich die Entwicklungszeit für komplexe Regler von einigen Monaten auf wenige Tage.“

Links: Das Verhalten der Regler und der Steuerung wird zunächst in der Simulation und anschließend an der echten Steuerungshardware getestet, ehe sie am realen Prototypen überprüft werden.

ler und zum Teil der verwendeten maschinenbaulichen Komponenten treffen, ehe wir damit an einen realen Prototypen gehen.“

Die Vorteile liegen auf der Hand: Die auf dem echten Prüfstand verbrachte Zeit lässt sich auf ein Minimum reduzieren, ebenso der Treibstoffverbrauch. Auch sind Beschädigungen an den teuren Prototypen nahezu ausgeschlossen, und die Time-to-Market wird erheblich verkürzt, wenn ein in der Simulation erprobtes Ergebnis auf dem Prüf-