

Elektronikschau

DIE ÖSTERREICHISCHE FACHZEITSCHRIFT FÜR ELEKTRIKANWENDER

Flexible Embedded-Processor-Cores für PLDs

Gesprengte Ketten

ARM

Nios



Profibus in der Gebäudeleittechnik

Vorhang auf für Profibus

Avnets Weg in die Internet-Zukunft

e-Commerce-Puzzle

EXCALIBUR™

Schwerpunkt: μ Ps, μ Cs und DSPs

Profibus in der Gebäudeleittechnik

Vorhang auf für Profibus

Technik und Kultur in einem Satz zu nennen, ist für manche schon ein Widerspruch an sich. Anders scheint es jedoch im Opernhaus der Kunst- und Kulturstadt Graz zu sein, wo – mit Profibus als Bindeglied – die Technik der Kunst „Flügel verleiht“.

Verstaubte Requisiten sind in Schauspielhäusern keine Seltenheit – und auch nicht weiter tragisch. Wenn sich aber einmal der „Staub der Zeit“ auf personenkritischen Bereichen, wie der elektrischen Anlage der Bühnentechnik, niederlässt und auch der TÜV schon an die Tür klopft, dann wird es höchste Zeit zu handeln. Im Falle der Grazer Oper bestand die Büh-

nensteuerung aus größtenteils vierzehn Jahre alten Komponenten. Die damalige Hauptaufgabe der Bühnentechnik bestand zwangsläufig aus Reparaturarbeiten. Irreparable Baugruppen mussten – da nicht mehr erhältlich – von anderen Opernhäusern in Europa geliehen werden. Um diese auf Dauer nicht tragbaren Umstände zu beseitigen, galt es, einen neuen Standard zu schaffen. Man stellte sich also der

Herausforderung, die bestehende Anlagensteuerung, sowie die 42 Antriebe der Seilzüge schrittweise zu modernisieren, ohne dabei den täglichen Vorstellungsbetrieb zu stören – und das alles auf dem sogenannten Schnürboden in 26 m Höhe. Die Firma ATEG – Automatisierungsspezialist aus Graz – wurde mit der Leitung des Gesamtprojektes beauftragt. Zuständig für die Planung und Realisierung des elektrischen und elektronischen Konzeptes war das Technische Büro Häusler/Graz. Für das Steuerungskonzept sowie die SPS-Programmierung zeichnete das Technische Büro Kahr verantwortlich. Als man in der Entwicklungsphase bezüglich Abfragegeschwindigkeit und dem erforderlichen hohen Sicherheitsstandard unter Verwendung von herkömmlichen Baugruppen auf merkliche Probleme stieß, wandte man sich an Herrn Jauk/Siemens Graz, der schließlich Siemens-Komponenten für die gesamte Steuerungs- und Profibusinstallation mit ins Spiel brachte, um dem Projekt einen standardisierten Rahmen zu verleihen.



Fünf Männer und ihr Baby – in diesem Fall die Bühnen- und Kulissensteuerung der Grazer Oper.
Unten beginnend: Michael Skotnik – ATEG, Franz Reinisch – Bühnen Graz, Friedrich Kahr – Techn. Büro Kahr, Thomas Schenk – Siemens Wien, Erwin Jauk – Siemens Graz.

Die neue Bühnenanlage

Durch das zweikanalige SPS-Konzept werden die hohe Verfügbarkeit und die Anforderungsklasse 5, DIN 19250 gewährleistet (siehe Grafik). Zentrales Bindeglied für den Informationsfluss in der störbehafteten Umgebung der Oper ist der optische Profibus-DP mit 48 OLMs (Optical Link Modul), betrieben mit 1,5 MBit/s. Die Vernetzung mit Profibus wurde gewählt, da

dieses Buskonzept gegenüber anderen Bus-systemen eine sehr hohe Nettodatenrate gewährleistet. Die Umsetzung auf Lichtwellenleiter erfolgt direkt im Schalt-schrank. Zur Visualisierung ist der SPS ein Bedienpultverband mit einem Leit-rechner übergeordnet.

Die 42 Antriebe (Bild 2) können über die Antriebs-Slave-Steuerungen Simatic S7-300 (CPU 315-2DP) sowohl einzeln als auch zusammengefasst in Gruppen be-trieben werden. Bei den von den Moto-ren angetriebenen Einheiten lassen sich folgende Unterscheidungen treffen:

- Punktzüge – 3,3 kW, 150 kg Nutzlast,
- Prospektzüge (über die ganze Breite der Bühne) – 5,5 kW, 300 kg Nutzlast,
- Schwerlastzüge (mit mechanischer Um-lenkung und Gegengewichten) – 5,5 kW, 1 t Nutzlast.

Die 42 Antriebe können sowohl einzeln laufen, als auch zusammengefasst in Grup-pen, wobei die Anzahl der Gruppen und die Anzahl der Antriebe pro Gruppe frei gewählt werden kann. Diejenigen An-triebe, die einer Gruppe zugeordnet wur-den laufen zueinander synchron innerhalb einer Toleranz von 2 bis 3 mm. Sie müs-sen sich jedoch nicht ausschließlich in ei-ner Ebene befinden, sondern können auch beispielsweise anhand eines Strahlen-satzes bewegt werden. Bei Großkulissen, wo nahezu alle Antriebe beteiligt sind, be-steht auch die Möglichkeit, eine Kulisse auf mehrere Gruppen aufzuteilen, wobei eine Gruppe gerade stillstehen kann,

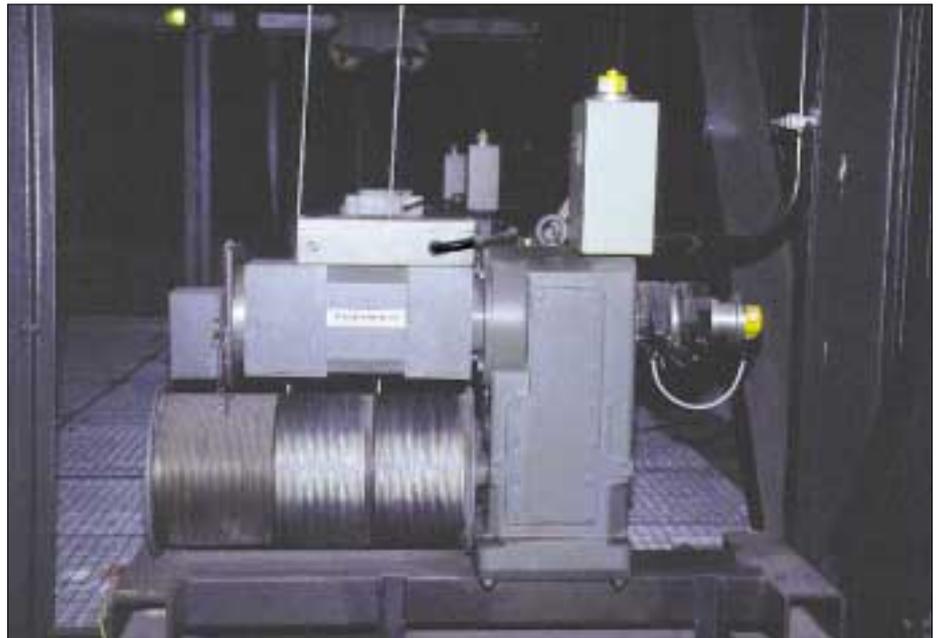


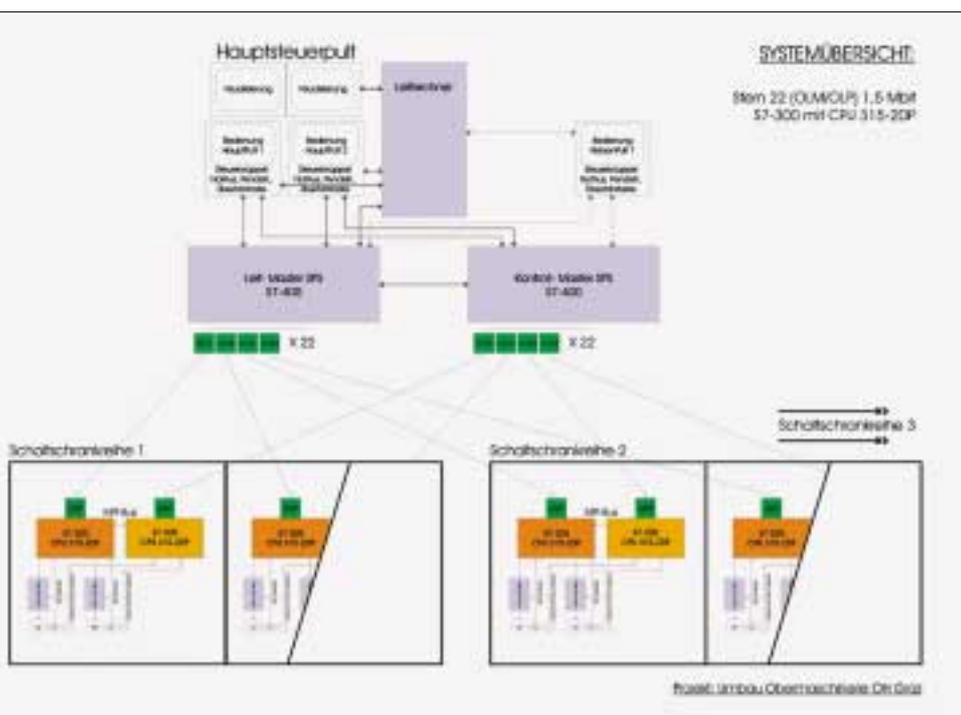
Bild 2: Einer der 42 Antriebe, mit deren Hilfe dem Bühnenbild Leben eingehaucht wird.

während eine andere eine Kurvenfahrt be-schreibt, kippt oder ihre Geschwindigkeit verändert. In diesem Fall werden die da-von betroffenen Antriebe verschieden schnell betrieben, laufen aber trotzdem übersetzungsmäßig zueinander synchron. Bei Ausfall eines Antriebes während ei-ner Vorführung muss die Möglichkeit ge-währleistet sein, einen Ersatzantrieb ein-zusetzen. Diese Notwendigkeit setzt wie-derum eine absolute Synchronisation al-ler Antriebe und Steuerungen unterein-

ander voraus. Um eine Gefährdung der Schauspieler so gering wie nur möglich zu halten, dürfen die Antriebe einer Grup-pe bei einer Notabschaltung nicht mehr als 50 mm „auseinanderlaufen“ – und das bei einer Geschwindigkeit von bis zu 1 m/s. Man stelle sich eine Person vor, die sich auf einer bewegten Plattform befin-det. Würde nun die Differenz zweier An-triebe, die ursprünglich das Plateau auf gleicher Höhe hielten, schlagartig z. B. einen halben Meter betragen, so wäre die besagte Person höchst gefährdet. Damit das nicht passiert und diese extrem si-cherheitsrelevanten Daten mit der not-wendigen Geschwindigkeit und Zuver-lässigkeit zur Verfügung stehen, bedarf es eines leistungsfähigen Bussystems. Die-ser Herausforderung ist der Profibus ge-wachsen, wobei die optische Übertragung ein wesentliches Sicherheitskriterium dar-stellt.

Simatic führt Regie

Bei der Leit-Master-SPS handelt es sich um eine Simatic S7-400 (Bild 3), in der bis zu 64 virtuelle Antriebe programmiert – und je nach Bedarf aktiviert – werden. Bildet man nun eine Gruppe aus realen Antrieben, so wird diese Gruppe einem der virtuellen Antriebe untergeordnet. Jede Gruppe hat somit einen virtuellen Leit-Antrieb in der Master SPS. Man bedient sich dieser Technik, um das Risiko eines Ausfalles des Leit- und Referenz-Antriebes ausschließen zu können. Ein weiter-er positiver Aspekt dieses Prinzips liegt



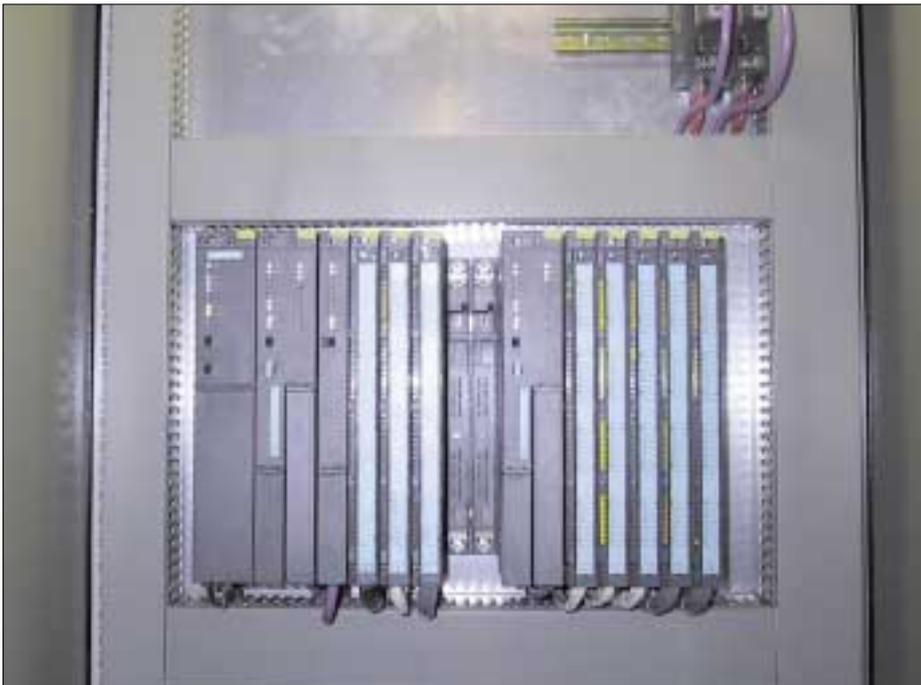


Bild 3: Die Leit-Master-SPS und ihre Kontroll-Master-SPS (S7-400) sind die „Regisseure“ der Bühnensteuerung in der Grazer Oper.

darin, dass die Fahrdaten für die Antriebe direkt in der Zentrale entstehen und somit die Signallaufzeiten nicht berücksichtigt werden müssen. Alle einer Gruppe zugeordneten Antriebe orientieren sich in frei wählbaren Übersetzungsverhältnissen und frei wählbarem Offset an ihrem Leit-Antrieb. Damit kann sich jeder Zug in seiner Null-Stellung an einer beliebigen Position befinden und sich mit einer beliebigen Geschwindigkeit bewegen. Die Synchronität bleibt aufgrund des dauer-

den Vergleichs zum Leit-Antrieb ständig erhalten. Trotz aller dieser Maßnahmen wird vom TÜV auch bei einem virtuellen Leit-Antrieb Redundanz verlangt, um zusätzlich die Richtigkeit der in der CPU errechneten Werte zu gewährleisten. Die Fahrkurven der einzelnen Motoren oder Gruppen werden sowohl in der Leit-Master-SPS als auch in der Kontroll-Master-SPS errechnet und miteinander verglichen. Sind die Werte identisch, so werden von der Leit-Master-SPS (S7-400)

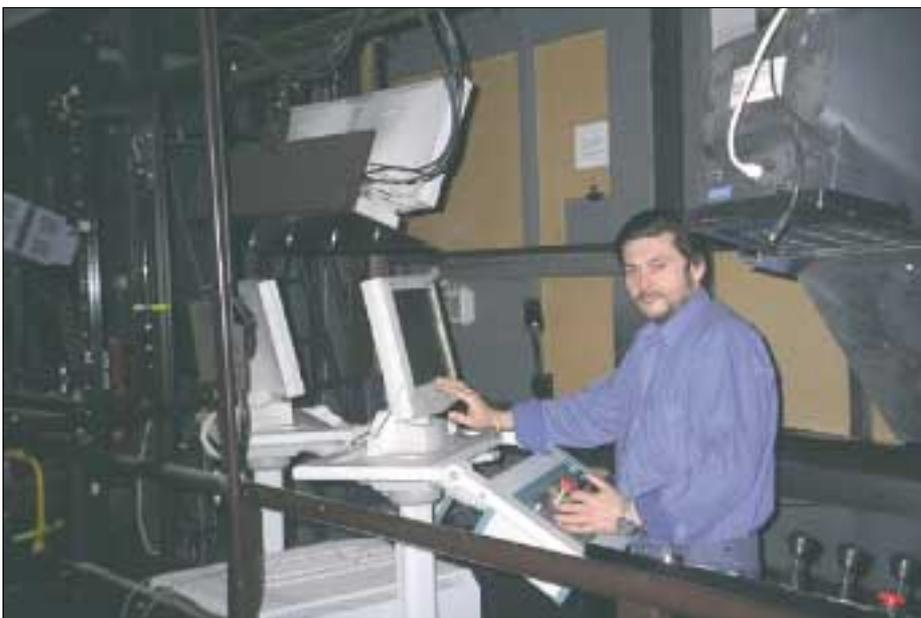


Bild 4: Schnürbodenmeister Reinisch an einem der Bedien- und Programmierpulte in luftiger Höhe.

die entsprechenden Daten an die zuständigen Antriebs-Slave-Steuerungen (S7-300) ausgesandt. Gleichzeitig schickt die Kontroll-Master-SPS (S7-400) ihre Signale an die Kontroll-Slave-Steuerungen (S7-300), worauf die eingelangten Daten noch einmal verglichen werden. Folglich werden die Antriebe von zwei Simatic-300 Steuerungen redundant gesteuert. Zur Koordination der Antriebe befinden sich ein Inkrementalgeber auf der Motorwelle und ein SSI Geber auf der Seiltrommelwelle. Die Daten des SSI-Gebers werden von der Antriebs-Slave-SPS er-

Fingerabdruck statt Passwort

Die ID Mouse von Siemens ermöglicht die Anmeldung am PC per Fingerabdruck – Passwörter werden überflüssig. Zu diesem Zweck wurde die ID



Mouse mit einem Fingertipp-Sensor ausgestattet. 65.000 Sensorelemente auf diesem 1,7 cm² großen Chip erfassen dazu Details eines Fingerabdrucks. Mit Hilfe biometrischer Verfahren werden bei der Authentifizierung die individuellen Merkmale auf der Berg- und Tallandschaft eines Fingers – also z. B. Verlauf und Länge eines „Tales“, Verzweigungen oder Wirbel – erkannt und mit den gespeicherten individuellen Daten der Berechtigten abgeglichen.

fasst, die des Inkrementalgebers von der Kontroll-Slave-SPS. Beide S7-300 tauschen Messwerte und wichtige Binärsignale über eine MPI Verbindung aus und kontrollieren die wichtigsten Daten der „Partner“-Steuerung. Beide Steuerungen können im Fehler- oder Notfall ihren Antrieb sofort stillsetzen. Diese Notabschaltung wird über ein Hardwaresignal der zuständigen Master-SPS gemeldet, welche sofort über ein gesondertes Hardwaresignal alle anderen Antriebe abschaltet. Die Lageregelung jedes Antriebes ist in



Bühnenansicht aus der Vogelperspektive.

„seiner“ Antriebs-Slave-SPS programmiert, wobei die Vorgabewerte der Lage- und Position der Antriebe von der Master-SPS stammen. Um die Synchronität aller Antriebe einer Gruppe zu gewährleisten, werden Geschwindigkeit und Position des Leit-Antriebes in Abständen von 100 ms errechnet und gleichzeitig mit einem Hardwaresynchronisationssignal an alle Slaves ausgegeben. Mit Hilfe dieses Synchronisationssignals wird der momentane Positionswert eingefroren und für den Lage- und Positionswert gespeichert. Beim Eintreffen des nächsten Telegrammes werden dann die

errechneten, virtuellen Antriebs-Positionsdaten mit der realen Position (dem eingefrorenen Wert) auf Übereinstimmung kontrolliert. Die Zwischenwerte werden interpoliert.

Programmieren einer Chronologie

Nicht nur auf der Steuerungsebene, sondern auch im Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstelle ist man im Grazer Opernhaus von High-Tech umgeben. Der bühnentechnische Ablauf einer Vorstellung (Chronologie) wird über die Bedienpulte (Bild 4) geplant und visualisiert. Zum Schutz vor „unerwünschten Pro-

grammierern“ ist das Anmelden an das System nur über eine „ID Mouse“ per Fingerabdruck möglich (siehe Kasten). Die Firma ATEG ging bei der Konzeption der Pulte weg von einem elektrischen Steuerungsfeld und hat stattdessen Tastatur und Steuereinrichtungen größtenteils über Software und Touchscreen realisiert. Werkzeug dafür war das hausinterne Produkt MUTHANT – das erste MultiUser-Theaterantriebssystem.

Bei der Probe werden an den Pulten die Daten (Bewegungen der Kulissen) mit Hilfe von Steuerknüppeln oder Touchscreens eingegeben, an den redundanten Leitrechnern gesandt und auf Plausibilität und Synchronität der einzelnen Gruppen kontrolliert. Diese sogenannten Rohdaten werden in analoger und zugleich digitaler Form (über Profibus) an die Leit-Master-SPS sowie die Kontroll-Master-SPS übermittelt und dort miteinander verglichen, um in Folge die gewünschten Antriebe – also das Bühnenbild – zu koordinieren.

Fazit

Im Zuge des technischen Umbaus der Bühnensteuerung der Grazer Oper wurde von den beteiligten Unternehmen Großartiges in Sachen Steuerungstechnik und Sicherheit geleistet. Dass auch Profibus seine „Generalprobe auf den Brettern, die die Welt bedeuten“ bestanden hat, beweist schon allein die Tatsache, dass die gesamte Anlage seit September 1999 absolut störungsfrei funktioniert. Der kulturinteressierte Zuschauer wird von all diesem Aufwand freilich nicht viel bemerken, denn alles, was dem Publikum geboten wird, ist ein perfekt inszeniertes Schauspiel – und das soll es ja auch sein. Wenn man sich aber beim nächsten Opern- oder Theaterbesuch vor Augen hält, welche Technologie beispielsweise hinter dem kleinen Engel steckt, der über den Bühnenhimmel schwebt, so könnte man behaupten, dass auch die Technik als Kunstform angesehen werden kann, da sie es ja ist, die der Kunst diese Flügel verleiht. ■

Martin Reichardt

ATEG
Tel. (0316) 67 66 77-0
office@ateg.at
www.ateg.at

Siemens
Tel. (05) 17 07-63284
erwin.jauk@siemens.at
www.siemens.at



Auf dem Schnürboden in 26 m Höhe befinden sich u. a. die Antriebe und unzählige Umlenkrollen sowie ein regelrechter Wald aus Seilen.