

Elektronikentwicklung

Gruppensprecher: M. Zimmer

Zur Abteilung Elektronikentwicklung FE gehören die Fachgruppen FEA (Leiter: M. Zimmer) für digitale Datenverarbeitung, FEB (Leiter: P. Göttlicher) für analoge Datenverarbeitung und Mess- und Regeltechnik sowie FEC (Leiter: K. Hansen) für Mikro- und Optoelektronik.

Si-Driftdetektor

Im ersten Quartal dieses Berichtsjahres erarbeitete FEC das Konzept für ein Modul zur hybriden Integration 7-zelliger Si-Driftdetektoren. Die Module sollen dem energiedispersiven Nachweis von Photonen bei hohen Zählraten in Experimenten der Röntgenabsorptionsspektroskopie und Röntgenfluoreszenzanalyse am HASYLAB dienen. Der Wunsch der Anwender nach kompakten Modulen für den probennahen Einsatz und die Ergebnisse mit einem Prototypen dieses Sensors und einer integrierten Schaltung zur Signalwertauslese, einem Datennahmesystem zur spektroskopischen Signalverarbeitung sowie die kürzlich erzielten Optimierungserfolge der Sensortechnologie bildeten die Grundlage des Entwurfes. Einzelheiten dieser experimentellen Arbeiten können den Jahresberichten und Publikationen der vergangenen Jahre entnommen werden. Nach Fertigstellung eines Antrags, seiner positiven Bewertung durch die Projektkommission und projektgebundener Einstellung eines Wissenschaftlers startete das ca. dreijährige Entwicklungsvorhaben im August des Berichtsjahres.

Pixeldetektoren für die Physik mit Photonen

Im Hinblick auf bildgebende und spektroskopische Messaufgabenstellungen zukünftiger Experimente am XFEL und PETRA III hat FEC mit einer ersten Kon-

zeptstudie für Pixel-Detektor-Systeme begonnen. Im Vordergrund des Interesses stand zunächst die Beleuchtung der technischen Möglichkeiten aus Sicht der Entwickler, die parallel zur Erarbeitung der Detektorspezifikationen aus Sicht der Anwender durchgeführt wurde. Hierbei sollten die bestehenden Entwicklungsaktivitäten der Hochenergie- und Photonenphysik aufgegriffen und an die Erfordernisse für den Einsatz an den neuen Quellen angepasst werden. Die hohe Zahl kohärenter Photonen im Bunch sowie die hohe aufeinanderfolgende Anzahl von Bunchen bei gleichzeitig geringem Abstand stellen angesichts der hohen Kanalzahl eines Pixelsensors höchste Ansprüche sowohl an die sensor-nahe Elektronik als auch an die nachgeschaltete Datennahmeelektronik. Die andauernde Konzeptstudie wird sich daher nicht nur auf die Auswahl geeigneter Detektorkonzepte beschränken sondern auch die Erfordernisse an die Datenakquisition für einen universellen Einsatz berücksichtigen. Der Abschluss dieser Studie ist für 2005 geplant.

Schnelle Datenerfassungskarte für PETRA III

Im Rahmen des PETRA III Projektes wird derzeit von FEA und FEB für die Gruppe MHF-e eine schnelle, intelligente Datenerfassungskarte entwickelt. Die Karte soll mit 4 analogen Eingangskanälen Signale von Cavities und Klystrons, die von 500 MHz auf 2.5 MHz heruntergemischt wurden, mit einer Referenzfrequenz von 10 MHz mit 14 Bit digitalisieren. Aus den 4 Abtastpunkten pro Periode lassen sich Informationen über Amplituden und Phasen der Eingangssignale gewinnen. Die digitalisierten Messwerte werden in einem FPGA und später einem DSP weiterverarbeitet und können kombiniert über mehrere Kanäle mit unterschiedlichen konfigurierbaren Algorithmen zu Triggerbedingungen verknüpft und für Regelprozesse weiterverwen-

det werden. Außerdem dient die Karte als Transientenrekorder und bereitet einen reduzierten Datenstrom für die externe Datenspeicherung vor. Durch das modulare Konzept lassen sich auch weitere Einsatzmöglichkeiten mit unterschiedlichen Konfigurationen der analogen Eingänge und anderen Datenverarbeitungsalgorithmen vorstellen. FEA entwickelt die digitale Trägerplatine im PXI-Standard, die Aufsteckkärtchen für die Analog-Digital-Wandlung werden von FEB beigesteuert. Derzeit werden die Schaltungen entwickelt und das Layout vorbereitet.

Strahlverlustmonitor für den VUV-FEL

Für den VUV-FEL und die Gruppe MDI als Auftraggeber hat die Gruppe FEB in Zusammenarbeit mit FEA das im vorigen Berichtsjahr beschriebene und entwickelte Strahlverlustmonitorsystem fertig gestellt. Die Strahlverluste werden über die gesamte Länge des VUV-FEL mit Photomultipliern und Sekundärelektronenvervielfachern gemessen, um bei zu hohen Verlusten durch Abschalten der Elektronenquelle und der Beschleunigerfelder Beschädigungen an der Instrumentierung zu vermeiden.

Im Berichtsjahr flossen in die Serienfertigung und die Installation vor Ort die Erfahrungen aus den Prototypen ein. FEB hat außerdem für die VUV-FEL Software-Betriebsumgebung (DOOCs) die Treiber sowie eine graphische Bedienungsfläche entwickelt, die auch das Setzen von Betriebsparametern für den VUV-FEL gestattet. Für die Auswertung der Alarmbits und die Anwendung der in-situ-Testmöglichkeiten wird derzeit Betriebserfahrung gesammelt.

Eine zusätzliche Systemerweiterung erlaubt für Studien am Beschleuniger einzelne Elektronenpakete kontrolliert aus dem stabilen Strahl auszulenken ohne dabei einen Alarm auszulösen. Aus Gründen der Betriebssicherheit des VUV-FEL ist dies nur etwa alle 100 ms möglich. Derzeit unterstützt FE die Auftraggeber bei der Inbetriebnahme und der Abstimmung des Systems.

Transientenrekorder für HERA

FEB hat über die Jahre des HERA-Betriebs verschiedene Instrumentierungen mit einem System von Transi-

entenrekordern ausgerüstet, das Daten auch weiträumig am Beschleuniger verteilter Signalquellen synchron erfasst und chronologisch in ein gemeinsames Archiv schreibt. Zusätzliche Instrumentierungen der Gruppe MKK sollen 2005 mit weiteren Transientenrekordern bestückt werden. Der lange, zeitliche Abstand zur ursprünglichen Entwicklung, abgekündigte Bauteile und der Wunsch nach einer mechanisch kompakteren Bauform machten die Neuentwicklung von Großteilen der Elektronik unumgänglich. Die Baugruppen befinden sich derzeit in der Produktion.

Signal Generator zur Toroid Simulation

Beim VUV-FEL werden an mehreren Strahlpositionen Toroiden zur Ladungsmessung eingesetzt um durch Vergleich von Messwerten Informationen über die Strahltransmission zu gewinnen. Aus der Form der Signale kann die nachgeschaltete Elektronik Aussagen über den Betriebszustand der Maschine ableiten. Um die notwendigen Algorithmen auch ohne laufenden Beschleuniger optimieren zu können hat FEA einen Signalgenerator entwickelt, der die zu erwartenden Signale zweier Toroide bei den bei VUV-FEL vorhandenen Betriebsbedingungen simulieren kann. Dabei können die Pulsformen und das Zeitverhalten der erzeugten Signale gegenüber externen Triggersignalen fein justiert werden. Das Gerät wird im ersten Quartal 2005 ausgeliefert werden.

Beam Interlock Concentrator (BIC) für den VUV-FEL

Verschiedene Systeme des VUV-FEL überwachen das Verhalten der Beschleuniger-Instrumentierung um bei Störungen Beschädigungen der Anlage zu verhindern. Die Signale dieser Systeme werden vom Beam-Interlock-Concentrator (BIC) aufgesammelt, zusammengefasst und an die Strahlquelle und das Hochfrequenzsystem weitergeleitet. Da die Signalquellen über die gesamte Länge des VUV-FEL verteilt liegen, galt bei der Entwicklung besonderes Augenmerk der elektromagnetischen Verträglichkeit, der Vermeidung von Masseschleifen und der Unempfindlichkeit gegen Spannungen und Ströme auf dem Schutzleiter. Gleichzeitig muss für die schnellst mögliche Beseitigung der

Gefahrenquelle eine kurze Durchlaufzeit (111 ns) der Alarme gewährleistet bleiben. Im Berichtsjahr wurden die noch fehlenden Platinen entworfen und nach der Serienfertigung die Geräte konfektioniert. Derzeit befinden sich die Geräte im Teststadium.

Sonstige Projekte

FEA hat für HASYLAB die im Vorjahr begonnenen Nachentwicklungen für einen Vielkanalanalysator und einen Gate-Generator abgeschlossen und die Module nach erfolgreichem Serientest an die Auftraggeber ausgeliefert.

Im Rahmen der Quenchprotection für HERA wurde der Teststand für die supraleitenden HERA-Magnete erneuert. Mit der Hilfe von FEB wurde ein System zusammengestellt, das weitestgehend auf bestehende Entwicklungen für HERA-p und den Luminositäts-Upgrade zurückgreift. Für den neuen Einsatzzweck war neben der Überarbeitung der Geräte auch die Anpassung und Erweiterung der Kommunikation untereinander notwendig. FEB hat dabei die Installation vor Ort und Inbetriebnahme unterstützt und beteiligt sich außerdem auch beim Tagesbetrieb und der Wartung des gesamten Quench-Protection-Systems.

Seit dem HERA-Luminositäts-Upgrade ist es notwendig die durch Synchrotronstrahlung verursachte Aufheizung einiger Teile des HERA-Elektronen-Rings zu überwachen, um bei Überschreitung von Temperaturschwellen die Elektronen aus dem Speicherring zu leiten. FEB hat nach der Installation das System an die Gruppe MST übergeben und unterstützt weiterhin die Betreiber bei Systemerweiterungen und technischen Problemen. In der Sommerbetriebsunterbrechung wurden für die Überwachung weiterer Bereiche des Strahlrohres neue Kanäle hinzugefügt.

FEB entwickelt für das hadronische Kalorimeter (Tile-HCAL) des CALICE Projektes (CALorimeter for the LInear Collider with Electrons) zwei verschiedene Leiterplatten, die später die Schnittstelle zwischen den Silizium-Photomultipliern (SiPM) am Front-end, den sich anschließenden ASICs zur SiPM Auslese und der VME-basierten Datenakquisition (CALICE Readout Card – CRC) bilden. Die Auslese der empfindlichen

Analogsignale erfordert eine genaue Betrachtung des Abschirmungs- und Erdungskonzeptes, sowie impedanzkontrollierte Signalführung. Nach einer Prototypenproduktion und ersten Tests, die voraussichtlich im ersten Halbjahr 2005 abgeschlossen sein werden, erfolgt die Serienproduktion für die Auslese von etwa 8000 SiPM Kanälen.

FEB hat für PETRA III einen Prototypen entwickelt, mit dem die Übergangstrahlung zur Messung der Länge des Elektronen-Bunches erfasst werden kann. Dieser wird derzeit verbessert, um das Verhältnis zwischen der elektromagnetischen Störung und dem Nutzsignal zu optimieren.

Die im Vorjahr abgeschlossene Entwicklung und Realisierung eines Si-Streifendetektor-Moduls (s. Jahresbericht 2003) zum Protonennachweis mit dem Si-Recoil-Detektor im HERMES-Experiment mündete in die Kleinserienfertigung im Berichtszeitraum. Insgesamt wurden 10 Module aufgebaut, wobei ZM die Fertigung der mechanischen Träger, ZE die Bestückung der Hybridschaltung sowie die Drahtbondarbeiten und FEC und FEB die Integration der doppelseitigen Sensoren, flexiblen Anschlussfolien sowie den Zusammenbau übernahm. Nach Abschluss der Arbeiten wurden die Module für abschließende Testmessungen der HERMES-Gruppe übergeben.

Die Einführung des neuen ECAD Systems Mentor Graphics DXDesigner / Expedition wurde von FEA weiter vorangetrieben. Schwerpunkt war die Erstellung und Umsetzung von Konzepten für die Bauteilebibliothek und für den skalierbaren Betrieb mit einer wachsenden Anzahl von Anwendern. Für eine komfortable Komponentenauswahl sind die unterschiedlichsten Bauteilinformationen von Grafiken für Schaltplaneingabe und Layout über Simulationsparameter und Modelle bis hin zu kaufmännischen Details und Projektinformationen in einer Datenbank erfasst und lassen so flexible Anwendungsmöglichkeiten zu. Neben der Gestaltung der Datenbank wurden im Berichtsjahr zahlreiche Skripte und Eingabemasken zur Verwaltung der Daten entwickelt und mehrere hundert Bauteile in die Bibliothek eingepflegt. Die Anwendersoftware ist wartungsfreundlich auf einem Server zentral installiert und getestet worden, und wird derzeit bereits für aktuelle Projekte bei FEA und FEB eingesetzt.